

Atıf (cite):Bozyurt, O., Kanar, G. (2025). Kuzey Atlantik Salınımının Donlu Günler ve Yağış Miktarı Arasındaki Korelasyon İlişkilerine Ege Bölgesi Örneği, *Kocatepe Beşeri Bilimler Dergisi*, 4 (1), 14-44, <https://doi.org/10.61694/kbbd.1704151>

Makale Türü:Araştırma PaperType: Research

Kuzey Atlantik Salınımının Donlu Günler ve Yağış Miktarı Arasındaki Korelasyon İlişkilerine Ege Bölgesi Örneği

Gökhan KANAR¹, Okan BOZYURT²

Kuzey Atlantik Salınımının Donlu Günler ve Yağış Miktarı Arasındaki Korelasyon İlişkilerine Ege Bölgesi Örneği

Özet

Bu araştırma, Kuzey Atlantik Salınımı (NAO) olarak adlandırılan atmosferik olgunun, Türkiye'nin batısındaki Ege Bölgesi üzerindeki iklimsel etkilerini incelemektedir. NAO, Atlas Okyanusu'nun kuzeyindeki Azor Yüksek Basıncı ile İzlanda Alçak Basıncı arasındaki basınç farklarının mevsimsel ve yıllık düzeyde değişimlerinden kaynaklanır. Bu salınımın pozitif ve negatif fazları, Avrupa kıtası ve Akdeniz Havzası'nda önemli meteorolojik sonuçlara neden olur. Bu çalışma, Kuzey Atlantik Salınımının; yani Atlas Okyanusu'nun kuzey ve güney kısmında olan basınç farklılığından ileri gelen bu salınımın, özellikle Anadolu Yarımadası'na olan etkilerini ele alıp ve bu etkilerin Ege Bölgesi'ndeki yansımalarını değerlendirmiştir. Ayrıca bu çalışmada geniş ölçekli bağlantılardan Kuzey Atlantik Salınımı'nın Ege Bölgesi'ndeki yaşanan donlu günler ile gerçekleşen yağış miktarları üzerindeki etkileri değerlendirilmiş olup salınım indisinin pozitif ve negatif olma durumlarının Ege Bölgesi'ndeki kışım, aralık, ocak, şubat ve mart aylarında görülen donlu gün sayılarına ve yağış miktarına etkileri ele alınmıştır. Bunun için Pearson korelasyon katsayısından yararlanılmıştır. NAO indisinin kışım, aralık, ocak, şubat ve mart aylarında Ege Bölgesi'nde görülen donlu gün sayılarına olan etkileri yerel ölçekte karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak NAO'nun Ege Bölgesi'nde görülen donlu gün sayılarına olan etkilerinin kışım, aralık ve mart aylarında ocak ve şubata nazaran daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Correlation Relationships Between Frost-Days and Precipitation Amount of the North Atlantic Oscillation: Aegean Region Case

Abstract

This study examines the climatic effects of the atmospheric phenomenon known as the North Atlantic Oscillation (NAO) on the Aegean Region in western Turkey. The NAO originates from seasonal annual fluctuations in the pressure difference between the Azores High and the Icelandic Low in the North Atlantic Ocean. The positive and negative phases of this oscillation lead to significant meteorological outcomes across the European continent and the Mediterranean Basin. This research focuses on the impacts of the North Atlantic Oscillation—stemming from the pressure contrast between the northern and southern parts of the Atlantic Ocean—on the Anatolian Peninsula, particularly analyzing its reflections in the Aegean Region. Moreover, the study evaluates the influence of large-scale connections such as the NAO on frost days and precipitation levels observed in the Aegean Region. It specifically investigates how the positive and negative phases of the NAO index affect the number of frost days and the amount of precipitation in the months of November, December, January, February, and March in the Aegean Region. To achieve this, the Pearson correlation coefficient was utilized. The effects of the NAO index on the number of frost days during November through March in the Aegean Region were comparatively assessed on a local scale. As a result, it was concluded that the influence of the NAO on the number of frost days in the Aegean Region is more pronounced in November, December, and March compared to January and February.

KeyWords: North Atlantic Oscillation, Atmosphere Oscillation, Teleconnection, precipitation.

Anahtar Sözcükler: Kuzey Atlantik Salınımı, Atmosfer Salınımı, Uzaktan Bağlantı, yağış.

¹ Doktora Öğrencisi, Bağımsız Araştırmacı, Coğrafya Bölümü, geomorfolog@hotmail.com, ORCID No: 0009-0006-0239-5220

² Dr. Öğr. Üyesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Coğrafya, obozuyurt@aku.edu.tr, ORCID No: 0000-0002-7261-6125

1. Giriş

Araştırmanın konusu olan, atmosferik salınımlar günümüzde pek çok iklim bilimci tarafınca ele alınmaktadır. Günümüzün iklim bilimcileri devamlı uydular yardımı ile atmosferik gözlemler yapmaktadır. Böylece bu fenomenlerden birisi olan Kuzey Atlantik Salınımı'nın tesirini daha net ortaya koymuşlardır. İklim fazlaca duyarlı bir sistem olup birçok faktörden etkilenmektedir. Bu çalışmanın konusunu meydana getiren Kuzey Atlantik Salınımı'nda bu faktörlerin en büyüklerinden birisidir. Yöntem olarak Pearson korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Ege Bölgesi yerel olarak değerlendirilip, bölgenin kasım, aralık, ocak, şubat ve mart aylarında haiz olduğu donlu günler, Kuzey Atlantik Salınım İndisinin olumsuz ve olumlu yönde olma durumlarına bakılırsa 2000 ile 2023 yılları arasındaki değerler baz alınarak değerlendirilmiştir. Genel olarak bakıldığında mevsimlerin her sene farklı iklimsel karakterlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Oysa 1960'larda, 1963'deki gibi çok daha soğuk ve kuru ve bazen çok miktarda kar yağışı gözlenmiştir (Wanner vd., 1997; Uppenbrink, 1997). İklim bilimciler, her iki durumdaki hava sıcaklıkları ve kar yağışının Kuzey Atlantik-Avrupa alanı üzerindeki hava dolaşımıyla ilişkili olduğunu ifade etmektedirler. Bazı meteorolojik olaylar, bazı yıllarda daha sık meydana gelirken daha sonraki periyotta tam tersi durumun meydana gelebileceği görülmüştür. Kuzey Atlantik Salınımı (KAS), Kuzey Atlantik bölgesinin Azor adaları civarındaki subtropikal yüksek basınç sistemi (antisiklon) ve İzlanda yakınındaki subpolar alçak basınç sistemi (siklon) arasındaki atmosferik kütledeki büyük-ölçek meridyonel kararsızlık olarak tanımlanır. Kuzey Atlantik Salınımı (KAS), büyük ölçüde atmosferik sirkülasyondaki mevsimden onlu yıllar arası değişkenliğe kadar olan zaman ölçeğinin ana kaynağıdır (Hurrell, 1995). Kışın daha belirgin olduğu Kuzey Atlantik-Avrupa bölgesinin (Hurrell ve Van Loon, 1997; Kapala vd., 1998) bazı bilim adamlarının "anomali paterni" terimini kullanmayı tercih ettiği (Wallace ve Gutzler, 1981; Wallace, 1989) en önemli uzak bağlantıyı (teleconnection) temsil eder. KAS'ındurumu için, Kuzey Atlantik Salınım İndeksi (KAS), Kuzey Atlantik'in kuzeyi ve Batı Avrupa'daki batılı rüzgarların (batılılar) gücü ve Avrupa'daki kış iklimi için çok önemli genel bir gösterge olarak yaygınca kullanılmaktadır (Hurrell ve vanLoon, 1997; Wanner vd., 1997). Aslında KASİ'nin, esasen kış mevsimi boyunca atmosfer ile ilişkili çevresel değişkenlerin büyük değişiklikleri ile çok ilişkilidir (Dickson vd., 2000). KAS'ın önceki tanımı kullanılan istatistiksel yaklaşıma

bağlıdır ve tanımlayıcı bir özettir ve maalesef ne tek bir KAS indeksi ne de tek bir yersel patern oluşmamıştır (Wanner vd., 2001). Bununla birlikte KAS sadece istatistiksel bir takım yaklaşımların sonucunda ortaya çıkmamıştır. KAS'ı tam olarak kontrol eden tek bir kavramsal çatı yoktur. Deniz seviyesi basıncının (DSB) dağılımında KAS'ın yersel görünümü ve sıcaklık, yağış gibi ilgili iklim değişkenlerinin yersel dağılımı ile olan KAS ilişkisine bakılacak olursa; Pozitif KAS modu (KAS+) için Kuzey Atlantik üzerindeki deniz seviyesi basıncı (DSB), Kuzey Atlantik ve Avrupa kıtası üzerinde güçlü batılı rüzgarlarla (batılılar) birlikte iyi gelişmiş İzlanda Alçak Basıncı ve Azor Yüksek Basıncına sahiptir. KASİ'nin pozitif olduğu İzlanda ve Azor arasında güçlü basınç gradyanının olduğu aya (Ocak 1990) iyi bir örnektir. (Şubat 1972) Bir örneği gösterilen negatif KAS modunda (KAS-) İzlanda Alçak Basıncı ve Azor Yüksek Basıncı daha zayıftır. Böylece Doğu Kuzey Atlantik üzerinde batılıların zayıflamasında artış meydana gelir. Negatif modda basınç dağılımının tamamen tersine dönmesi gerekmez. İzlanda Alçağı ve Azor Yüksekliği yine mevcuttur ancak normalden daha zayıftırlar. Aylık ortalamalarda (aşırı negatif KASİ) İzlanda bölgesi üzerinde Azor bölgesinden daha yüksek basınçlarla tamamen tersine dönüşümler nadiren meydana gelir ancak bu durumlar özellikle önemlidir. Bunlar Kuzey Atlantik bölgesindeki yüzey hava sıcaklığının onlu yıllar arası değişkenliğinin önemli bir kısmına iştirak eder (Moses vd., 1987). Kuzey Atlantik'in doğusu üzerindeki güçlü doğulu akışla birlikte deniz seviyesi basıncındaki böyle bir tersine dönme örneği (Ocak 1963) verilmiştir. KAS'ın negatif ve pozitif fazına yağışın farklı yersel paternleri eşlik eder. Pozitif fazda yağış İskoçya ve Norveç'in güneybatısında yüksektir tam tersine negatif durumda ise büyük miktarda yağışlar Akdeniz ve Karadeniz üzerinde gözlenmiştir (Hurrell ve VanLoon, 1997).

KAS indeksi genellikle Azor yüksekliği ve İzlanda alçağı civarındaki iki istasyon arasındaki normalize edilmiş basınç farklılıkları ile tanımlanır. KAS'ın sadece pozitif ve negatif iki modu yoktur. Fakat her şey bu iki faz arasındadır. Bunun anlamı, KAS sistemlerin sınırlı serilerinden çok muhtemel durumun sürekliliğine sahiptir ve farklı KAS indeksi serilerinde iki modlu bir durum belirlenemez. Hurrell'in (1995a) 1935'den 1999'a kadar Lizbon ve Stykkisholmur basınç istasyonlarına dayanarak ve kış KAS indekslerini kullanarak kış ortalama DSB değerlerinin (Aralık-Mart) zaman serileri için KAS'ındipol karakteri gösterilmiştir. Negatif katsayıların olduğu alan Kuzey Atlantik'in kuzeyi, Arktik havza ve Kuzey Sibirya ve zıt işaretli zonal olarak yapılanmış alan kuzey Atlantik'in ortası ve Akdeniz alanına uzanır. KAS indeksi ile en yüksek basınç değişimi Danimarka Boğazı

ve İber Yarımadasının doğu ve batı alanı üzerinde fakat tam olarak İzlanda ve Azor üzerinde değildir. Aynı KAS indeksi üzerinde Wanner vd. (2001) tarafından yarıküre sıcaklık ve yağış alanları regresyon ile farklı yersel paternlere ayrılmıştır. KAS indeksinde bir standart sapma değişimi ile ilişkili gözlenmiş sıcaklık değişimi özellikle Kuzey Amerika ve Avrasya arasındaki alanda kuzey yarımkürenin kış sıcaklıkları üzerinde hakim bir etkiye sahip olduğunu gösterir (Hurrell ve Van Loon, 1997). İzlanda'nın güneybatısı ve Bothina körfezinin doğusundaki değişiklikler her bir standart sapma için 1°C 'den fazladır.

Sıcaklık değişimlerine benzer olarak KAS indeksi ile ilişkili yağış anomalileri de (Şekil 1.2c) batı Greenland ve İskandinavya arasında klasik iniş çıkış gösterir (VanLoon ve Rogers, 1978; Hurrell, 1995a). Bu iniş-çıkış batı Greenland ve kuzeybatı Avrupa arasında kış sıcaklıklarından iyi bilinir (Van Loon ve Rogers, 1978). Sarkaç “Greenland’ın üstünde” ve “Greenland’ın altında” normal kış sıcaklıkları arasında salınır. KAS’ın pozitif fazı ile ifade edilen sıcaklıklar Greenland bölgesinde ve güney Avrupa’yı geçerek ve Orta Doğu’da ortalamanın altındadır. Fakat Amerika Bileşik Devletleri’nin doğusunda ve Kuzey Avrupa’ya geçtiğinde ortalamanın üzerindedir (Walker ve Bliss, 1932; Van Loon ve Rogers, 1978; Stephenson vd., 2000). Pozitif KAS fazı, İzlanda’yı da içine alarak kuzey Avrupa ve İskandinavya’da normalin üzerinde güney ve orta Avrupa’da ve kuzeybatı Afrika’da normalin altında yağışlar ile ilişkilidir. Sıcaklık ve yağış anomalilerinin tam tersi patern ise negatif KAS fazı boyunca bulunur (Van Loon ve Rogers, 1978). Kış yağış anomalileri, Greenland ve Bermuda adaları ve İskandinavya ve Akdeniz arasında kuzey-güney değişimleri tanımlar. Ayrıca KAS’ın sinyalleri yüzeyle sınırlanmaz üst troposfere kadar uzanır. Bu çalışmada, Kuzey Atlantik Salınımı’nın pozitif ve negatif fazı için RegCM2 bölgesel iklim modeli kullanılarak Orta Atlantik Okyanusu’ndan Hazar Denizi’ne kadar olan bölge simüle edilmeye çalışılmıştır. Pozitif indeks için Hurrell tarafından yapılan indeks çalışması göz önüne alınarak 1989-1990 yılı ve negatif indeks için 1995-1996 yılları seçilmiştir. Model benzeşimi için NCEP verileri kullanılmıştır. Çalışmada, KAS’ın etkilerinin daha şiddetli olduğu kış indeksi aralık, ocak ve şubat ayları için ele alınmıştır. Yapılan benzeşimler sonunda iki faz arasında deniz seviyesi basıncı, yağış ve sıcaklık gibi atmosferik parametrelerin karakterleri incelenmiştir.

Kuzey Atlantik Salınımıyla alakalı günümüze yakın dönemlerde bilhassa bu hususta ciddi manada araştırma yapan bilim adamları olan Dr. Okan Bozyurt, Prof. Dr. Murat Türkeş ve Prof. Dr. Ecmel Erat’ın bilimsel nitelikli çalışmaları incelenmiştir. Bu

çalışmayla alakalı elde edilmiş bulgular coğrafi olarak değerlendirilmiştir. Buna paralel olarak da meydana gelen yorumlamalarda coğrafi çerçeveye sınırlandırılmıştır. Bu çalışma iki ana bölümden meydana gelmiştir. Çalışmanın ilk bölümünde atmosfer salınımları içerisinde önemli bir rolü olan Kuzey Atlantik Salınımı ele alınmıştır. Bu kısımda Kuzey Atlantik Salınımının ne olduğu, tesir sahası, tesirleri ve almış olduğu değerlere bakılarak Dünya'nın herhangi bir bölgesindeki yol açmış olduğu sonuçlara değinilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde ise Kuzey Atlantik Salınımı'nın Türkiye'de görülen don vakalarına olan tesiri ele alınmıştır. Dünyanın hareketleri, dünyanın sahip olduğu eksen eğikliği ve Güneş çevresindeki elips şeklindeki yörüngesi, Güneş'ten her yere aynı anda farklı enerji gelmesine yol açar. Bundan dolayı dünya yüzeyine enerji farklılıkları meydana gelmiştir. Dünya yüzeyinin sıcaklığı bu farklılıklara bağlı olarak günlük, aylık, mevsimlik ve yıllık değişimler göstermektedir. Bu değişimler Güneş'ten gelen enerji başta olmak üzere diğer kürelerin yapısında ve bileşenlerinde ortaya çıkan değişikliklere bağlı olarak değişim göstermektedir.

Dünyada her yer aynı oranda enerji almamaktadır. Ekvator diğer bölgelere göre daha çok ısınmaktadır. Kutuplar ise Güneş'ten gelen enerjiden en az yararlanan yer olduğundan Dünya'nın en soğuk yerleridir. Oluşan bu enerji dengesizliğinden iki farklı kuvvet meydana gelmiştir, yani ekvatorla kutuplar arasındaki enerji farklılığının oluşması sürekli rüzgarlara ve buna bağlı olarak sıcaklık açısından farklılık arz eden okyanus akıntılarının oluşmasına neden olmuştur. Sürekli rüzgarlar ve bunlara bağlı olarak meydana gelen okyanus akıntıları doğdukları yerlerin özelliklerini gittikleri yerlere taşırlar. Sıcak akıntılar gittikleri yerlerin sıcaklığını yükseltip nemlendirirken soğuk akıntılar ise gittikleri yerin sıcaklığı düşürüp o yerlere çöl oluşturuıcı etki yapmaktadır. Bu nedenle Dünya'da çölleşmeye yol açan sebeplerden birisi de soğuk akıntılardır. Dünya üzerindeki herhangi bir yerin aldığı enerjideki bir değişim diğer bölgelere yansımaktadır. Bu durum genel atmosfer dolaşımına yansımaktadır ve aralarında herhangi bir fiziksel bağlantı olmayan, yani birbirlerinden uzak iki bölgede yaşanan genel iklim gidişatında değişime yol açmaktadır. Bilim insanları iklim tiplerini ve iklimde ortaya çıkan değişiklikleri belirleyebilmek ve idrak etmek için yöresel ile küresel dolaşım sistemleri üzerine çalışmalar yapmaktadır.

İklim kayıtları, uzun bir devre süresince toplanmış meteoroloji verileri üstüne kurulmuştur. İklim bilimcilerin bir kısmı, rasat verilerindeki sürekliliğin, mutlak doğruluğundan daha mühim olduğu konusunu tartışmaktadırlar. Çünkü iklimin vakit

bağımlı huy izleri olan eğilimini ve değişimini gösteren, iklimsel risk tesirleri ve ekstremlerin değerlendirilmesi için verilerdeki süreklilik önemlidir. Her durumda da iklim verisi, meteoroloji ve klimatoloji bilimlerini içeren bütün uygulamaların temelidir (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 veri bilgi kullanılarak türdeşliğin sağlanması gereklidir. Veri bilgi, veri hakkındaki veridir; kısaca üretilen veri hakkındaki gözlem zamanındaki değişiklikleri, alet veya üretim sistemlerini, algoritmaları, bakımı, değişimi, koordinatlarını ve çevresel koşulları içeren bilgidir (Demircan vd., 2014). Türdeşlik testleri istasyon verilerindeki iklimin organik değişimine bağlı olmayan yapay kırılmaları görmek için yapılır. Bununla birlikte eğer bir türdeşlik kırılması birden fazla istasyonda aynı ise bu durumda iklimdeki organik değişimlere bağlı kırılmaları da gösterebilir. NAO Endeksi, Wallace ve Gutzler (1981) tarafından tanımlanmıştır. NAO, Azor Dinamik Yüksek Basıncı ile İzlanda Dinamik Alçak Basıncı arasındaki basınç farkından ileri giren bir salınımdır.

Kışın Kuzey Atlantik'te batı rüzgâr kuvvetini belirler (Ünal vd. 2010). NAO, Avrupa ve Akdeniz iklimini güçlü bir halde etkilemektedir. NAO'nun pozitif yönde ki fazında Atlantik fırtına aktivitelerinde kuzeye doğru bir kayma ile ilişkili olduğu ve kış mevsiminde Avrupa'nın kuzeyindeki yağışlı koşullara ve Akdeniz Havzası'nda ise daha kurak koşullara yol açmıştır (Ünal vd., 2010). Türkeş ve Erlat (2003a; 2003b; 2005a; 2005b) icra ettikleri çalışmada Türkiye için NAO ile yağış arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Türkeş ve Erlat (2008), bu çalışmada Türkiye için AO ile yaklaşık kış sıcaklıkları arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Türkeş ve Erlat (2016), icra ettikleri 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" isminde çalışmalarında NAO, AO ve NCP indisleri ile ilişkileri incelemişlerdir. Bozyurt ve Özdemir (2013) çalışmasında NAO ile minimum sıcaklıklar arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Bozyurt ve Özdemir (2017) bir diğer çalışmasında ise AO ile yaklaşık minimum sıcaklıkları arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Kuzey Atlantik Salınım indisiyle ilgili günümüze kadar yapılan tüm çalışmalar, Kuzey Atlantik Salınımı özellikle Kuzey Yarımküre'nin Orta Kuşağında büyük bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Ülkemizin de içinde bulunduğu Akdeniz Havzası'da bu etkiden kendi payına

düşeni almıştır. Son dönemlerde Kuzey Atlantik Salınımıyla ilgili yapılan çalışmalarda özellikle Erilat ve Türkes'in yapmış olduğu, Kuzey Yarımküre Orta Kuşağında don olaylarının başlama zamanını öne çektiği ve bitiş zamanını da ötelediğini ortaya koymuştur.

Genel olarak Kuzey Atlantik Salınımı diğer salınımlarda olduğu gibi Dünya üzerindeki enerji farklılığından kaynaklı ve Dünya'nın şekli ile Dünya'nın hareketlerine bağlı olarak oluşan sürekli basınç merkezleri arasındaki sürekli rüzgarların bu enerji farklılığını ortadan kaldırmak için okyanus akıntılarını yön veren kuvvetsel değişimlerden kaynaklanmaktadır. Genel itibariyle de Kuzey Yarımküre'nin ılıman kuşağı salınımsal hareketler açısından Güney Yarımküre'nin ılıman kuşağına göre karaların daha fazla yer kapladığı bu kuşak olduğundan dolayı daha karmaşık bir hal almıştır. 1950'den başlayarak günümüze kadar yapılan gözlemlerde Kuzey Atlantik Salınım indisinin özellikler Rossby dalgaları üzerinde etkide bulunarak orta enlem gezici alçak basınç sistemleri ile gezisi yüksek basınç sistemleri üzerinde şiddetli bir etkide bulunduğu ortaya konmuştur. Yapılan araştırmalar Kuzey Atlantik Salınımının don olaylarının başlama tarihi ile bitiş tarihi üzerinde, gece ölçülen minimum sıcaklık üzerinde, mevsimlerin ortalama sıcaklığı ile ayların ortalama sıcaklığı, yaşanan kuraklık ve bunun şiddeti ile etkili olduğu saha ve iklim dalgalanmaları olarak adlandırılan anomaliler üzerinde etkili olan bir atmosfer olayıdır. Küresel bazda Dünya'nın çeşitli bölgelerinde farklı etkiler ortaya koyduğu ispat edilen salınımların etkilerinin ve etki sınırlarının özellikle tropikal sahada meydana gelen birtakım iklim dalgalanmalarıyla benzerliği üzerinde de çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Fakat bu hususta tam anlamıyla kuzey yarımküre sıcak kuşağı ile ılıman kuşağı arasındaki bu uzaktan bağlantının ne derece olduğu ispatlanmış değildir.

2. Yöntem

Yöntem olarak Pearson Korelasyon Katsayısı yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemle ilgili detaylar aşağıda ifade edilmiştir.

Pearson Korelasyon Katsayısı Yöntemi

Pearson korelasyon katsayısı, iki nicel (sayısal) değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi ölçen istatistiksel bir yöntemdir. Bu katsayı genellikle 'r' harfi ile gösterilir ve değeri -1 ile +1 arasında değişir.

Pearson Korelasyon Katsayısının Özellikleri

r Değeri	Yorum
$r = +1$	Mükemmel pozitif doğrusal ilişki
$r \approx +0.5$ ila $+1$	Güçlü pozitif ilişki
$r \approx 0$	İlişki yok ya da çok zayıf
$r \approx -0.5$ ila -1	Güçlü negatif ilişki
$r = -1$	Mükemmel negatif doğrusal ilişki

Formülü

İki değişken X ve Y için Pearson korelasyon katsayısı şu şekilde hesaplanır:

$$r = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X_i - \bar{X})^2 * \sum(Y_i - \bar{Y})^2}}$$

Burada:

- X_i, Y_i : i. gözleme ait değerler
- $\bar{X}, \bar{Y}$: X ve Y değişkenlerinin aritmetik ortalamaları
- $\sum$: Toplam sembolü

Kullanım Koşulları (Varsayımlar)

- Veriler sürekli ve nicel olmalıdır.
- İlişki doğrusal olmalıdır (iki değişken bir doğru etrafında değişmelidir).
- Aykırı değerler (outlier) sonuçları büyük ölçüde etkileyebilir.
- Veriler normal dağılmış olmalıdır (özellikle hipotez testi yapılacaksa).

Ne Zaman Kullanılır?

- İki değişken arasında doğrusal bir ilişki olup olmadığını araştırmak için
- Regresyon analizine ön hazırlık olarak
- Finans, psikoloji, sosyoloji, iklimbilim gibi alanlarda değişkenler arası ilişkiyi test etmek için

3. Atmosfer Salınımları

Pearson korelasyon katsayısı iki unsur arasında ne derece ilişki olduğunu ortaya koyan bir katsayıdır. Örnek olarak sıcaklıkla basınç arasındaki ilişki durumu verilebilir. Bir noktada sıcaklık arttıkça basınç azalır, tam tersi durumda ise basınç artar. Bu örnekten yola çıkarsak sıcaklıkla basınç arasındaki ilişki anlamlı negatif bir ilişkidir. Başka bir örnek olarak yükseklere çıkıldıkça sıcaklığın düşmesi uygun düşmektedir. Dünya üzerindeki herhangi bir sahayı iklimsel açıdan etkileyen ve bu sahanın sahip olduğu iklim elemanlarının yıl içerisindeki gidişatı üzerinde belirleyici bir rol üstlenen bu salınımlar Dünya’da birbirinden uzak iki nokta arasında fiziksel bir bağlantı olmamasına rağmen noktalardan birindeki değişimin diğer noktayı da etkilemesini sağlayan unsurlar olarak tanımlanmaktadır. Dünya yüzeyindeki her nokta Güneş’ten aynı oranda enerji almamaktadır. Bu enerji dengesizlikleri sonucunda iki zıt saha meydana gelmiştir. Bunlar gelen enerjiden en büyük payı alan Ekvator Kuşak ile gelen enerjiden en düşük payı alan Kutup Kuşağı’dır. Bu iki zıt bölge arasındaki bu dengesizliği ortadan kaldırmayı amaçlayan en büyük güç sürekli rüzgarlar bu şekilde meydana gelmiştir. Sürekli rüzgarlar sürekli basınç merkezleri arasında adından da anlaşılacağı üzere sürekli olan rüzgarlardır. Bu sürekli unsurlar su yüzeyinde de atmosfere benzer etki oluşturarak kendileriyle aynı niteliklere sahip olan okyanus akıntılarını meydana getirmişlerdir. Amaç Ekvatorial kuşak ile Kutup Kuşağı arasındaki dengesizliği ortadan kaldırmak olduğu için bu iki bölge arasında sürekli bir salınımsal hareketler oluşturmuşlardır. Tezin bu bölümünde bu salınımlardan, sadece tezin konusunu oluşturan Kuzey Atlantik Salınımlarına değinilmektedir.

3.1.Kuzey Atlantik Salınımı

Kuzey Atlantik Salınımı (NAO), Kuzey Atlantik’teki Azor adaları civarındaki dinamik yüksek basınç sistemi ile İzlanda yakınındaki dinamik alçak basınç sistemi arasındaki atmosferik kararsızlık olarak tanımlanır. Kuzey Atlantik Salınımı (NAO), büyük ölçüde atmosferik sirkülasyondaki mevsimden onlu yıllar arası değişkenliğe kadar olan

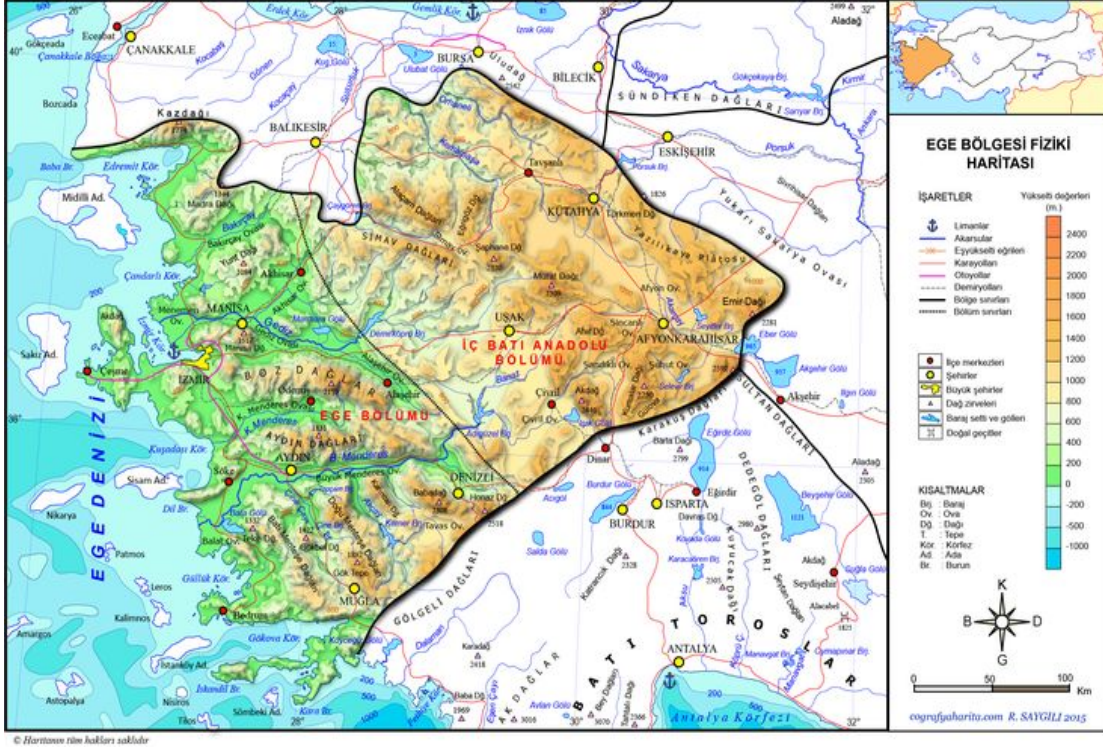
zaman ölçeğinin ana kaynağıdır (Hurrell, 1995). Kışın daha belirgin olduğu Kuzey Atlantik-Avrupa bölgesinin (Hurrell ve Van Loon, 1997; Kapala vd., 1998) bazı bilim adamlarının “anomali paterni” terimini kullanmayı tercih ettiği (Wallace ve Gutzler, 1981; Kushnir ve Wallace, 1989) en önemli uzak bağlantıyı (teleconnection) temsil eder. NAO’nun durumu için, Kuzey Atlantik Salınım İndeksi, Kuzey Atlantik’in kuzeyi ve batı Avrupa’daki batılı rüzgarların gücü ve Avrupa’daki kış iklimi için çok önemli genel bir gösterge olarak yaygınca kullanılmaktadır (Hurrell ve vanLoon, 1997; Wanner vd., 1997). Aslında NAOİ’nin, esasen kış mevsimi boyunca atmosfer ile ilişkili çevresel değişkenlerin büyük değişiklikleri ile çok ilişkilidir (Dickson vd., 2000). Kuzey Atlantik Salınım indisi pozitif olduğu durumlarda özellikle Akdeniz Havzası’nda ve Kuzeybatı Avrupa’da çok soğuk ve kurak kış şartları yaşanmaktadır. Tam tersi durumda ise Akdeniz Havzası’nda ve Kuzeybatı Avrupa’da ılıman ve yağışlı kış şartları hüküm sürmektedir. NAO Salınım İndisi pozitif olduğundan Atlantik’te yağış getiren sistemler kuzeye kayarak Newfoundland’dan Kuzey Avrupa’ya uzanan alanda yağışın artmasına, güneyde ise azalmasına neden olmaktadır. Labrador Denizi’ndeki, deniz buzullarının yayılış alanı daha güneye doğru genişlerken Grönland Denizi’ndekiler ise kuzey enlemlere çekilmektedir. NAO Salınımının negatif evresinde Türkiye’de yağışlar uzun süreli ortalamaların üzerine çıkarak daha nemli koşulların ortaya çıkmasına, NAO indisinin kuvvetli pozitif evresinde uzun süreli ortalamaya göre azalarak daha kurak koşulların ortaya çıkmasında etkili olmaktadır. Negatif ilişkiler iç ve batı bölgelerde Akdeniz ve Karadeniz kıyı kuşağına ve doğuya doğru azalmaktadır.

4. NAO’nun Türkiye’deki Don Olaylarına ve Yağış Miktarına Etkisi

Kuzey Atlantik Salınımı’nın Kuzey Yarımküre orta kuşağına ve özellikle de bu bölgede Akdeniz Havzası’na etkisi çok büyük olmaktadır. Akdeniz Havzası’nda bulunan ülkelerde Akdeniz İklimi görülmektedir. Kuzey Atlantik Salınımı’da Rossby dalgalarını üzerinde belirleyici rol oynadığı için buna bağlı olarak Akdeniz İklimi’nin görüldüğü sahalar üzerinde de belirleyici bir rol üstlenmektedir. Bu doğrultuda da Anadolu Yarımadası üzerinde bulunan Türkiye’nin Akdeniz kıyılarında Kuzey Atlantik Salınımının etkisi net olarak görülmektedir. Kuzey Atlantik Salınım indisi negatif bir değer gösterdiğinde Türkiye’nin özellikle Akdeniz kıyılarında ılıman bir kış yaşanmaktadır. Tam tersi süreçlerde de yani Kuzey Atlantik Salınım indisi pozitif bir değer gösterdiğinde de

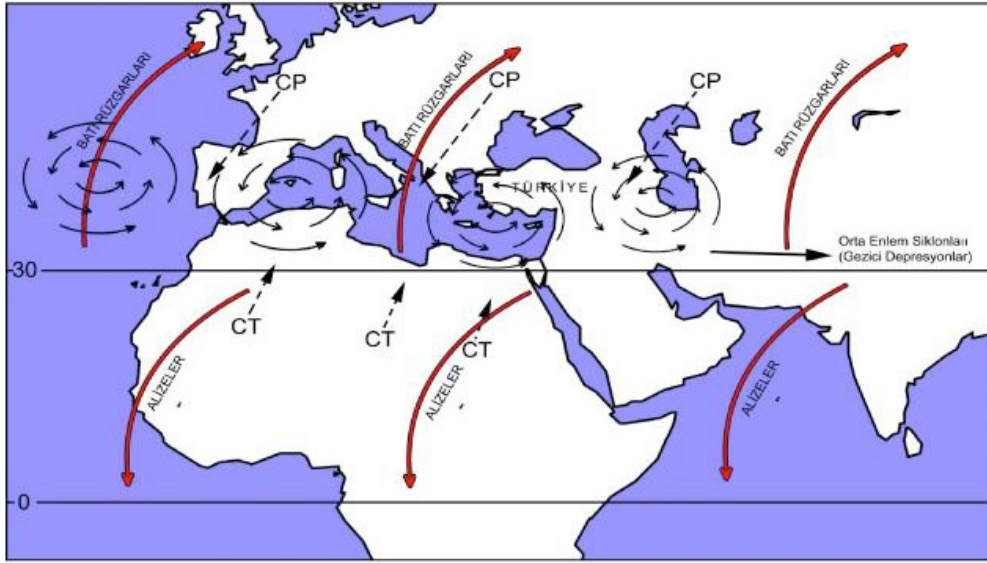
Türkiye’de kış şartları soğuk ve kurak geçmektedir. İç ve doğu bölgelerimizde Kuzey Atlantik Salınımının etkisi çok fazla hissedilmemektedir. Çünkü burada daha farklı coğrafi faktörler devreye girmektedir.

4.1. NAO ve Kasım, Aralık, Ocak, Şubat ve Mart Aylarında Ege Bölgesi’ndeki Donlu Gün Sayısı ve Yağış Miktarı Arasındaki İlişki

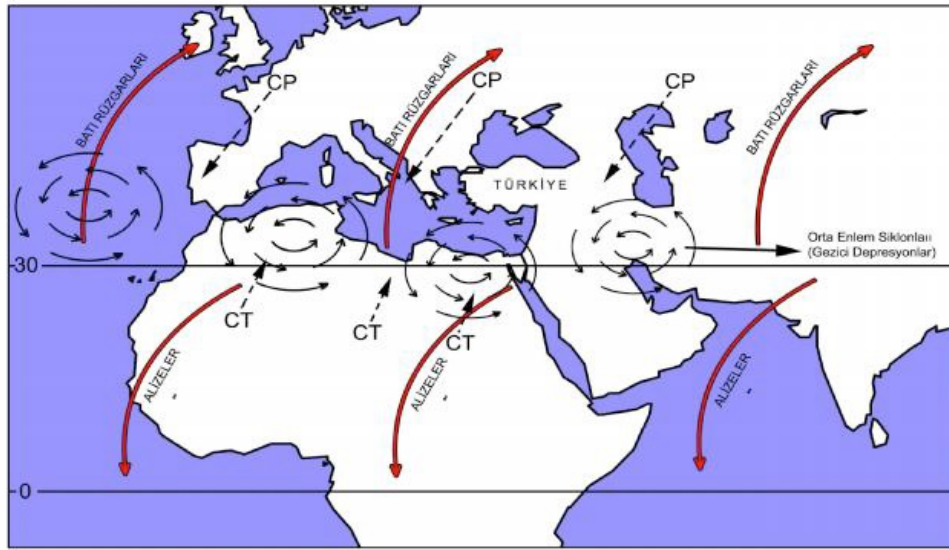


Şekil 1: Ege Bölgesi’nin Fiziki Haritası (www. Coğrafyaharita.com)

Ege Bölgesi’nin sahip olduğu yapısal jeomorfolojisi gereği bölgedeki yükselti batıdan doğuya doğru gidildikçe artmaktadır. Bu nedenle de NAO’nun bölgedeki donlu günler ve yağış miktarı üzerindeki etkisi bölgenin kıyı kesiminden İçbatı Anadolu Eşiğine kadar sıcaklık ve yağış üzerinde daha fazla belirleyici durumdadır. Lakin İçbatı Anadolu Eşiği’nden itibaren yükseltinin artması NAO’nun saha üzerindeki etkisini zayıflatmaktadır.



Şekil 2: 35-70° Paralelleri Arasında Oluşan Orta Enlem Siklonları (Kıranşan, 2012: 38)



Şekil 3: 30° Paralelleri veya Daha Güneyde Oluşan Orta Enlem Siklonları (Kıranşan, 2012:39)

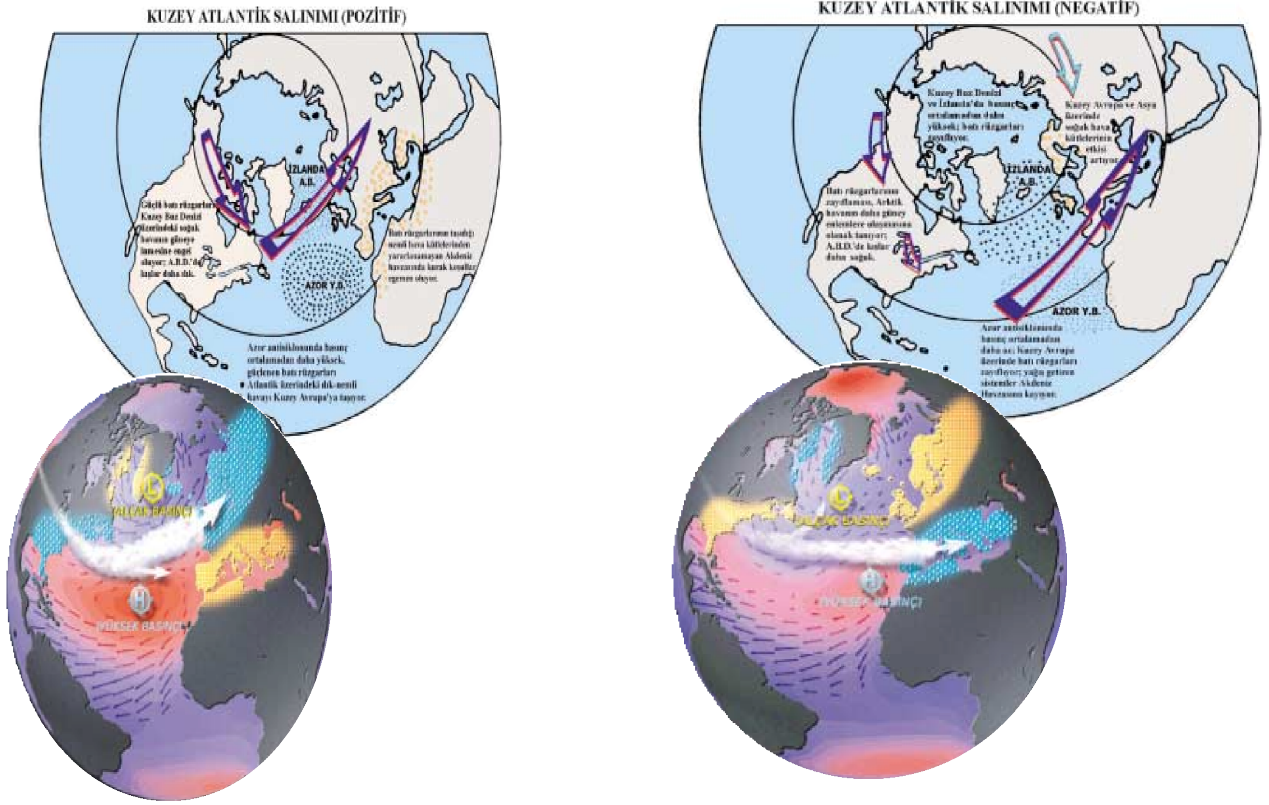
NAO orta enlem depresyonları üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Özellikle son yirmi beş yıllık süre zarfında yapılan araştırmalar göstermiştir ki NAO indisi negatif olduğu zaman Akdeniz Havzası'ndaki ülkeler kış mevsiminde Rossby Dalgaları'nın daha fazla etkisinde kalmaktadırlar. Bunun paralelinde daha ılıman ve yağışlı kış şartları yaşanmaktadır. Tam tersi durumda ise Rossby Dalgaları'nın etkisi azalmaktadır ve kışlar daha soğuk ve kurak geçmektedir. Yukarıdaki haritada orta enlem depresyonları ve paralelinde gelişen hava kütlelerinin güzergahları yansıtılmıştır.

Tablo 1: Kasım, Aralık, Ocak, Şubat ve Mart Aylarında 2000 ile 2023 Yılları Arasındaki NAO İndeksleri

Aylık NAO İndeks					
Yıl	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart
2000 (Pozitif Dönem)	-0.24	-1.41	+0.35	+4.37	+0.54
2001 (Negatif Dönem)	+0.01	-2.25	+0.02	+0.07	-0.68
2002 (Negatif Dönem)	-0.27	-0.98	+2.31	+3.01	+0.09
2003 (Negatif Dönem)	+0.31	-0.85	+0.15	+1.34	+1.08
2004 (Pozitif Dönem)	-0.55	+1.27	+0.20	-1.23	+1.07
2005 (Pozitif Dönem)	-1.01	-0.81	+1.82	-2.25	-1.29
2006 (Pozitif Dönem)	+1.70	+3.08	-0.10	-1.24	-1.12
2007 (Pozitif Dönem)	-1.67	+1.42	+1.77	+0.42	+2.03
2008 (Negatif Dönem)	-1.30	-0.58	+1.87	+1.81	+0.37
2009 (Negatif Dönem)	+1.68	-3.72	+0.61	-1.43	+0.15
2010 (Negatif Dönem)	-3.34	-4.62	-2.38	-3.25	-0.80
2011 (Pozitif Dönem)	+0.74	+3.20	-1.38	+2.79	-0.44
2012 (Pozitif Dönem)	-1.11	+0.60	+2.50	+1.28	+1.78
2013 (Negatif Dönem)	+0.04	+3.54	+1.08	-0.26	-3.75
2014 (Pozitif Dönem)	-2.17	+1.89	+0.71	+2.32	+1.64
2015 (Pozitif Dönem)	+3.54	+4.22	+2.81	+1.47	+1.99
2016 (Pozitif Dönem)	+1.70	+3.08	-0.10	-1.24	-1.12
2017 (Negatif Dönem)	+0.01	-2.25	+0.02	+0.07	-0.68
2018 (Pozitif Dönem)	-1.67	+1.42	+1.77	+0.42	+2.03
2019 (Pozitif Dönem)	-0.24	-1.41	+0.35	+4.37	+0.54
2020 (Negatif Dönem)	+0.01	-2.25	+0.02	+0.07	-0.68
2021 (Negatif Dönem)	+0.08	-2.22	+0.09	+0.06	-0.25
2022 (Negatif Dönem)	+0.07	-1.65	+0.012	+0.07	-0.23
2023 (Negatif Dönem)	+0.10	-1.25	+0.16	+0.17	-0.15

Kuzey Atlantik Salınım İndisinin gösterdiği +2 veya -2 değerler ile kasım, aralık, ocak, şubat ve mart aylarında Ege Bölgesi'ndeki istasyonlarda yaşanan ortalama donlu

gün sayıları ve yağış miktarları arasındaki ilişki 2000 ile 2023 yılları arası baz alınarak ele alındığında aşağıdaki istatistiksel korelasyonlar açığa çıkar.



Şekil 4: Kuzey Atlantik Salınım İndisinin Pozitif ve Negatif Olma Durumları (Erlat, 2002, Bilim ve Teknik)

Tablo 2: Ege Bölgesi'ndeki İstasyonlarda Kasım Ayında 2000 ile 2023 Yılları Arasında Görülen Ortalama Donlu Dün Sayıları ve Ortalama Yağış Miktarı ile Pozitif NAO İndisi Arasındaki Gözlenen Korelasyonun Tablosal verileri

Ege Bölgesi'ndeki İller	İzmir	Manisa	Afyonkarahisar	Muğla	Kütahya	Denizli

NAO. Poz. (2000-2004-2005-2006-2007-2011-2012-2014-2015-2016-2018-2019 Yılları)	Pearson Korelasyon Katsayısı (Donlu Günlerle İlişkili)	0.35	0.30	0.35	0.38	0.35	0.42
	Perason Korelasyon Katsayısı (Yağış Miktarıyla İlişkili)	- 0.30	- 0.28	- 0.26	- 0.27	- 0.25	- 0.32
	Donlu Gün Sayısı (2000-2004-2005-2006-2007-2011-2012-2014-2015-2016-2018-2019 Yıllarındaki Ortalama)	3	5	8	5	7	5
	Yağış Miktarı (2000-2004-2005-2006-2007-2011-2012-2014-2015-2016-2018-2019 Yıllarındaki Ortalama)	20 mm.	15 mm.	15 mm.	17 mm.	16 mm.	15 mm.

Tablo 3: Ege Bölgesi'ndeki İstasyonlarda Kasım Ayında 2000 ile 2023 Yılları Arasında Görülen Ortalama Donlu Dün Sayıları ve Ortalama Yağış Miktarı ile Negatif NAO İndisi Arasındaki Gözlenen Korelasyonun Tablosal Veriler

Ege Bölgesi'ndeki İller	İzmir	Manisa	Afyonkarahisar	Muğla	Kütahya	Denizli
--------------------------------	--------------	---------------	-----------------------	--------------	----------------	----------------

NAO. Neg. (2001-2002- 2003-2008- 2009-2010- 2013-2017- 2020-2021- 2022- 2023Yılları)	Pearson Korelasyon Katsayısı (Donlu Günlerle İlişkili)	0.32	0.35	0.35	0.37	0.35	0.39
	Perason Korelasyon Katsayısı (Yağış Miktarıyla İlişkili)	- 0.30	- 0.23	- 0.26	- 0.25	- 0.23	- 0.22
	Donlu Gün Sayısı (2001-2002-2003- 2008-2009-2010- 2013-2017-2020- 2021-2022-2023 Yıllarındaki Ortalama)	1	3	4	3	4	3
	Yağış Miktarı (2001-2002-2003- 2008-2009-2010- 2013-2017-2020- 2021-2022-2023 Yıllarındaki Ortalama)	35 mm.	30 mm.	20 mm.	45 mm.	23 mm.	30 mm.

Tablo 4: Ege Bölgesi'ndeki İstasyonlarda Kasım Ayında 2000 ile 2023 Yılları Arasında Görülen Ortalama Donlu Dün Sayıları ve Ortalama Yağış Miktarı ile NAO İndisi Arasındaki Gözlenen Korelasyonun Tablosal Yorumu

İstasyonlar	NAO İndisinin Değeri Pozitif	NAO ile Donlu Gün Sayısı ve Yağış Miktarı Arasındaki Korelasyon (Pearson)	NAO İndisinin Değeri Negatif	NAO ile Donlu Gün Sayısı ve Yağış Miktarı Arasındaki Korelasyon (Pearson)
İzmir	0/ +2 Arası	Anlamlı	0/ -2 Arası	Anlamlı
Manisa		Anlamlı		Anlamlı
Afyonkarahisar		Anlamlı		Anlamlı
Muğla		Anlamlı		Anlamlı
Kütahya		Anlamlı		Anlamlı
Denizli		Anlamlı		Anlamlı
4. Tablo Formül: n=12, Σx=1997, Σy=-13.3, (Σx)2=3988009, (Σy)2=176.89, Σ(xy)=-2158.65, Σx2=385769, Σy2=15.155 r = 0.267638528085732				
5. Tablo Formül: n=12, Σx=1997, Σy=-12.3, (Σx)2=3988009, (Σy)2=176.89, Σ(xy)=-2158.65, Σx2=385769, Σy2=15.155 r = 0.26638528085732				

Tablo 2 ve 3’e göre ilişkilendirilen ve Pearson korelasyon katsayısının yorumuna göre pozitif ilişki olarak yorumlanan üçüncü tabloda Ege Bölgesi’nde 2000 ve 2023 yılları arasında Kasım ayında NAO indisinin negatif ve pozitif olma durumuna göre, 2000 ve 2023 yılları arasındaki bölgedeki ortalama donlu gün sayısı ile bölgenin aldığı aylık ortalama yağış miktarı değerlendirilmiştir.

Sonuç itibarıyla yukarıdaki tabloda NAO indisi negatifken NAO indisinin pozitif olma durumuna göre Ege Bölgesi Kasım ayında hem daha fazla yağış almıştır hem de bölgede yaşanan donlu gün sayısı düşmüştür. Bu durumu coğrafi olarak değerlendirirsek en büyük sebebi kıyı kesimden iç kesimlere doğru gidildikçe azalan deniz etkisi ve artan yükseltilerdir. Bölge içinde bu değişim özellikle Manisa’nın Kula ilçesinden itibaren olmaktadır. Çünkü burada İçbatı Anadolu eşiğine geçiş başlamaktadır. Tablodaki istasyonları karşılaştırmaları olarak değerlendirirsek NAO indisinin negatif ya da pozitif durumuna göre değişim her istasyonda pozitif yönde olduğu tespit edilmiştir. İzmir’de NAO negatif ve pozitif durumuna göre olan değişimin diğer istasyonlara göre düşük olmasının nedeni İzmir’deki nemlilik durumunun diğerlerine göre daha yüksek olmasından ileri geldiği tespit edilmiştir.

Ege kıyılarından iç kesimlere doğru gidildikçe Manisa, Afyonkarahisar, Kütahya ve Denizli istasyonlarındaki NAO indisinin negatif ya da pozitif olma durumuna göre değişimin daha fazla olması denizellik etkisinin iç kesimlere gidildikçe zayıflamasından ve yükseltinin artmasından dolayı olduğu tespit edilmiştir. Muğla tarafında ise kıyı şeridinde dağların kıyıya paralel uzanışı hem Muğla istasyonunu diğer istasyonlardan ayırmış olup hem de Muğla’nın kıyı ve iç kesimler arasında farklılığı oluşturduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5: Ege Bölgesi’ndeki İstasyonlarda Aralık Ayında 2000 ile 2023 Yılları Arasında Görülen Ortalama Donlu Gün Sayıları ve Ortalama Yağış Miktarı ile Pozitif NAO İndisi Arasındaki Gözlenen Korelasyonun Tablosal verileri

Ege Bölgesi’ndeki İller		İzmir	Manisa	Afyonkarahisar	Muğla	Kütahya	Denizli
NAO. Poz. (2000-2004- 2005-2006- 2007-2011- 2012-2014-	Pearson Korelasyon Katsayısı (Donlu Günlerle İlişkili)	0.45	0.40	0.59	0.46	0.52	0.38

2015-2016-2018-2019 Yılları)	Perason Korelasyon Katsayısı (Yağış Miktarıyla İlişkili)	-0.30	- 0.23	- 0.26	-0.25	- 0.23	- 0.22
	Donlu Gün Sayısı (2000-2004-2005-2006-2007-2011-2012-2014-2015-2016-2018-2019 Yıllarındaki Ortalama)	5	8	14	7	12	10
	Yağış Miktarı (2000-2004-2005-2006-2007-2011-2012-2014-2015-2016-2018-2019 Yıllarındaki Ortalama)	25mm.	18mm.	21 mm.	26mm.	20 mm.	17mm.

Tablo 6: Ege Bölgesi’ndeki İstasyonlarda Aralık Ayında 2000 ile 2023 Yılları Arasında Görülen Ortalama Donlu Gün Sayıları ve Ortalama Yağış Miktarı ile Negatif NAO İndisi Arasındaki Gözlenen Korelasyonun Tablosal verileri

Ege Bölgesi’ndeki İller		İzmir	Manisa	Afyonkarahisar	Muğla	Kütahya	Denizli
NAO. Neg. (2001-2002-2003-2008-2009-2010-2013-2017-2020-2021-	Pearson Korelasyon Katsayısı (Donlu Günlerle İlişkili)	0.42	0.46	0.54	0.36	0.58	0.49
	Perason Korelasyon Katsayısı (Yağış Miktarıyla	-0.30	- 0.28		-0.27	- 0.25	- 0.32

2022-2023 Yılları)	İlişkili)			- 0.26			
	Donlu Gün Sayısı (2001-2002-2003-2008-2009-2010-2013-2017-2020-2021-2022-2023 Yıllarındaki Ortalama)	3	5	9	4	8	6
	Yağış Miktarı (2001-2002-2003-2008-2009-2010-2013-2017-2020-2021-2022-2023 Yıllarındaki Ortalama)	95mm.	85mm.	30mm.	45mm.	25mm.	35mm.

Tablo 7: Ege Bölgesi'ndeki İstasyonlarda Aralık Ayında 2000 ile 2023 Yılları Arasında Görülen Ortalama Donlu Gün Sayıları ve Ortalama Yağış Miktarı ile NAO İndisi Arasındaki Gözlenen Korelasyonun Tablosal Yorumu

İstasyonlar	NAO İndisinin Değeri Pozitif	NAO ile Donlu Gün Sayısı ve Yağış Miktarı Arasındaki Korelasyon (Pearson)	NAO İndisinin Değeri Negatif	NAO ile Donlu Gün Sayısı ve Yağış Miktarı Arasındaki Korelasyon (Pearson)
İzmir	0/ +2 Arası	Anlamlı	0/ -2 Arası	Anlamlı
Manisa		Anlamlı		Anlamlı
Afyonkarahisar		Anlamlı		Anlamlı
Muğla		Anlamlı		Anlamlı
Kütahya		Anlamlı		Anlamlı
Denizli		Anlamlı		Anlamlı
4. Tablo Formül: n=12, Σx=1997, Σy=-13.3, (Σx)2=3988009, (Σy)2=176.89, Σ(xy)=-2158.65, Σx2=385769, Σy2=15.155 r = 0.367638528085732				
5. Tablo Formül: n=12, Σx=1997, Σy=-12.3, (Σx)2=3988009, (Σy)2=176.89, Σ(xy)=-2158.65, Σx2=385769, Σy2=15.155 r = 0.36638528085732				

Tablo 4 ve 5'e göre ilişkilendirilen ve Pearson korelasyon katsayısının yorumuna göre orta pozitif ilişki olarak yorumlanan altıncı tabloda Ege Bölgesi'nde 2000 ve 2023

yılları arasında Aralık ayında da NAO indisinin negatif ve pozitif olma durumuna göre, 2000 ve 2023 yılları arasındaki bölgedeki ortalama donlu gün sayısı ile bölgenin aldığı aylık ortalama yağış miktarı değerlendirilmiştir. Sonuç itibarıyla yukarıdaki tabloda NAO indisi negatifken NAO indisinin pozitif olma durumuna göre Ege Bölgesi Aralık ayında hem daha fazla yağış almıştır hem de bölgede yaşanan donlu gün sayısı düşmüştür. Bu durumu coğrafi olarak değerlendirirsek en büyük sebebi kıyı kesimden iç kesimlere doğru gidildikçe azalan deniz etkisi ve artan yükseltilerdir. Bölge içinde bu değişim özellikle Manisa'nın Kula ilçesinden itibaren olmaktadır. Çünkü burada İçbatı Anadolu eşiğine geçiş başlamaktadır. Tablodaki istasyonları karşılaştırmaları olarak değerlendirirsek NAO indisinin negatif ya da pozitif durumuna göre değişimin Kasım ayındaki gibi benzer şekilde her istasyonda pozitif yönde olduğu tespit edilmiştir. İzmir'de NAO negatif ve pozitif durumuna göre olan değişimin diğer istasyonlara göre düşük olmasının nedeni İzmir'deki nemlilik durumunun diğerlerine göre daha yüksek olmasından ileri geldiği tespit edilmiştir. Ege kıyılarından iç kesimlere doğru gidildikçe Manisa, Afyonkarahisar, Kütahya ve Denizli istasyonlarındaki NAO indisinin negatif ya da pozitif olma durumuna göre değişimin daha fazla olması denizsellik etkisinin iç kesimlere gidildikçe zayıflamasından ve yükseltinin artmasından dolayı olduğu tespit edilmiştir. Muğla tarafında ise kıyı şeridinde dağların kıyıya paralel uzanışı hem Muğla istasyonunu diğer istasyonlardan ayırmış olup hem de Muğla'nın kıyı ve iç kesimler arasında farklılığı oluşturduğu tespit edilmiştir.

Tablo 8: Ege Bölgesi'ndeki İstasyonlarda Ocak Ayında 2000 ile 2023 Yılları Arasında Görülen Ortalama Donlu Dün Sayıları ve Ortalama Yağış Miktarı ile Pozitif NAO İndisi Arasındaki Gözlenen Korelasyonun Tablosal verileri

Ege Bölgesi'ndeki İller		İzmir	Manisa	Afyonkarahisar	Muğla	Kütahya	Denizli
NAO. Poz. (2000- 2004- 2005- 2006- 2007- 2011-	Pearson Korelasyon Katsayısı (Donlu Günlerle İlişkili)	0.20	0.25	0.30	0.12	0.14	0.13
	Perason	-0.15	-0.12	-0.12	-0.10	-0.18	-0.16

2012- 2014- 2015- 2016- 2018- 2019 Yılları)	Korelasyon Katsayısı (Yağış Miktarıyla İlişkili)						
	Donlu Gün Sayısı						
	(2000-2004- 2005-2006- 2007-2011- 2012-2014- 2015-2016- 2018-2019 Yıllarındaki Ortalama)	8	9	13	9	14	12
	Yağış Miktarı						
	(2000-2004- 2005-2006- 2007-2011- 2012-2014- 2015-2016- 2018-2019 Yıllarındaki Ortalama)	175mm.	139mm.	98mm.	150mm.	65mm.	85mm.

Tablo 9: Ege Bölgesi’ndeki İstasyonlarda Ocak Ayında 2000 ile 2023 Yılları Arasında Görülen Ortalama Donlu Gün Sayıları ve Ortalama Yağış Miktarı ile Negatif NAO İndisi Arasındaki Gözlenen Korelasyonun Tablosal verileri

Ege Bölgesi’ndeki İller		İzmir	Manisa	Afyonkarahisar	Muğla	Kütahya	Denizli
NAO. Neg.	Pearson Korelasyon Katsayısı (Donlu Günlerle İlişkili)	0.20	0.15	0.24	0.15	0.20	0.19
	Perason Korelasyon Katsayısı (Yağış Miktarıyla İlişkili)	-0.11	-0.14	-0.7	-0.10	-0.15	-0.16

2023 Yılları)	Donlu Gün Sayısı (2001-2002- 2003-2008- 2009-2010- 2013-2017- 2020-2021- 2022-2023 Yıllarındaki Ortalama)	7	11	13	8	14	12
	Yağış Miktarı (2001-2002- 2003-2008- 2009-2010- 2013-2017- 2020-2021- 2022-2023 Yıllarındaki Ortalama)	174mm.	150mm.	85mm.	135mm.	95 mm.	85mm.

Tablo 10: Ege Bölgesi'ndeki İstasyonlarda Ege Bölgesin'deki İstasyonlar'da Ocak Ayında 2000 ile 2023 Yılları Arasında Görülen Ortalama Donlu Gün Sayıları ve Ortalama Yağış Miktarı ile NAO İndisi Arasındaki Gözlenen Korelasyonun Tablosal Yorumu

İstasyonlar	NAO İndisinin Değeri Pozitif	NAO ile Donlu Gün Sayısı ve Yağış Miktarı Arasındaki Korelasyon (Pearson)	NAO İndisinin Değerif Negatif	NAO ile Donlu Gün Sayısı ve Yağış Miktarı Arasındaki Korelasyon (Pearson)
İzmir	0/ +2 Arası	Anlamsız	0/ -2 Arası	Anlamsız
Manisa		Anlamsız		Anlamsız
Afyonkarahisar		Anlamsız		Anlamsız
Muğla		Anlamsız		Anlamsız
Kütahya		Anlamsız		Anlamsız
Denizli		Anlamsız		Anlamsız
7.Tablo Formül: n=12, Σx=71, Σy=1665, (Σx)2=5041, (Σy)2=2772225, Σ(xy)=10040, Σx2=445, Σy2=284475 r = 0.1				
8.Tablo Formül: n=12, Σx=71, Σy=1675, (Σx)2=5041, (Σy)2=2772225, Σ(xy)=10040, Σx2=445, Σy2=284475 r = 0.163547061141016354706114101				

Tablo 7 ve 8'e göre ilişkilendirilen ve pearson korelasyon katsayısının yorumuna göre düşük pozitif ilişki olarak yorumlanan dokuzuncu tabloda Ege Bölgesi'nde 2000 ve 2023 yılları arasında Ocak ayında NAO indisinin negatif ve pozitif olma durumuna göre, 2000 ve 2023 yılları arasındaki bölgedeki ortalama donlu gün sayısı ile bölgenin aldığı aylık ortalama yağış miktarı değerlendirilmiştir.

Sonuç itibariyle yukarıdaki tabloda NAO indisinin negatif ya da pozitif olma durumuna göre bölgenin Ocak ayı baz alınarak aldığı yağış miktarı ile bölgede yaşanan donlu gün sayısında herhangi bir değişimin olduğu kanısına varılmamıştır. Bu duruma coğrafi olarak değerlendirirsek en büyük sebebi bölgenin Sibirya Yüksek Basıncı'nın etkisine girmiş olmasıdır. Bölge bu dönemde kuzey sektörlü soğuk hava akımlarının etkisine maruz kalmaktadır.

Tabloyu istasyonlar bazında bakarsak tablodaki tüm istasyonlarda NAO'nun pozitif ya da negatif olma durumunun hiçbir istasyonda etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Bu istasyonlarda Pearson Korelasyon Katsayısı negatif olma durumunu gösterdiği tespit edilmiştir. Tablodaki istasyonlar arasındaki farklılık denizsellik-karallık durumu, batıdan doğuya doğru giderken yükseltinin artması ve yer şekillerinin özellikle bölgedeki thomolos kütlelerinin dulda etkisinin büyük rol oynadığı tespit edilmiştir.

Kuzey Atlantik Salınım İndisi, bu dönemde bölgenin genel itibariyle polar kökenli hava akımlarının etkisi altına girmesinden dolayı Ege Bölge'sinde 2000 ile 2023 yılları arasında NAO indisinin pozitif ya da negatif olma durumuna göre yaşanan ortalama donlu gün sayıları ile yağış miktarı üzerinde etkili olamamaktadır. Bölgenin genelini değerlendirmek gerekirse kıyıdan iç kesimlere gidildikçe karasallık-denizsellik durumdan dolayı ve de doğuya doğru yükselti arttığı için istasyonlarda yaşanan değerlerde farklılıklar ortaya konmuştur.

Tablo 11: Ege Bölgesi'ndeki İstasyonlarda Şubat Ayında 2000 ile 2023 Yılları Arasında Görülen Ortalama Donlu Gün Sayıları ve Ortalama Yağış Miktarı ile Pozitif NAO İndisi Arasındaki Gözlenen Korelasyonun Tablosal verileri

Ege Bölgesi'ndeki İller		İzmir	Manisa	Afyonkarahisar	Muğla	Kütahya	Denizli
NAO. Poz. (2000- 2004- 2005- 2006- 2007- 2011- 2012- 2014- 2015-	Pearson Korelasyon Katsayısı (Donlu Günlerle İlişkili)	0.17	0.15	0.23	0.18	0.20	0.17
	Perason Korelasyon Katsayısı (Yağış	-0.11	-0.14	-0.7	-0.10	-0.15	-0.16

2016-2018-2019 Yılları)	Miktariyla İlişkili)						
	Donlu Gün Sayısı						
	(2000-2004-2005-2006-2007-2011-2012-2014-2015-2016-2018-2019 Yıllarındaki Ortalama)	5	7	12	7	13	10
	Yağış Miktarı						
	(2000-2004-2005-2006-2007-2011-2012-2014-2015-2016-2018-2019 Yıllarındaki Ortalama)	140mm.	95mm.	105mm.	110mm.	65 mm.	55mm.

Tablo 12: Ege Bölgesi’ndeki İstasyonlarda Şubat Ayında 2000 ile 2023 Yılları Arasında Görülen Ortalama Donlu Dün Sayıları ve Ortalama Yağış Miktarı ile Negatif NAO İndisi Arasındaki Gözlenen Korelasyonun Tablosal verileri

Ege Bölgesi’ndeki İller		İzmir	Manisa	Afyonkarahisar	Muğla	Kütahya	Denizli
NAO. Neg. (2001-2002-2003-2008-2009-2010-2013-2017-2020-2021-2022-2023 Yılları)	Pearson Korelasyon Katsayısı (Donlu Günlerle İlişkili)	0.15	0.21	0.18	0.25	0.26	0.19
	Pearson Korelasyon Katsayısı (Yağış Miktarıyla İlişkili)	-0.15	-0.12	-0.12	-0.10	-0.18	-0.16
	Donlu Gün Sayısı (2001-2002-2003-2008-2009-2010-2013-2017-2020-2021-2022-2023 Yıllarındaki Ortalama)	4	5	10	6	12	8

Yağış Miktarı							
(2001-2002-2003-2008-2009-2010-2013-2017-2020-2021-2022-2023 Yıllarındaki Ortalama)	120mm.	105mm.	122 mm.	132mm.	85mm.	82mm.	

Tablo 13: Ege Bölgesin'deki İstasyonlar'da Şubat Ayında 2000 ile 2023 Yılları Arasında Görülen Ortalama Donlu Dün Sayıları ve Ortalama Yağış Miktarı ile NAO İndisi Arasındaki Gözlenen Korelasyonun Tablosal Yorumu

İstasyonlar	NAO İndisinin Değeri Pozitif	NAO ile Donlu Gün Sayısı ve Yağış Miktarı Arasındaki Korelasyon (Pearson)	NAO İndisinin Değeri Negatif	NAO ile Donlu Gün Sayısı ve Yağış Miktarı Arasındaki Korelasyon (Pearson)
İzmir	0/ +2 Arası	Anlamsız	0/ -2 Arası	Anlamsız
Manisa		Anlamsız		Anlamsız
Afyonkarahisar		Anlamsız		Anlamsız
Muğla		Anlamsız		Anlamsız
Kütahya		Anlamsız		Anlamsız
Denizli		Anlamsız		Anlamsız
10.Tablo Formül: $n=12$, $\Sigma x=71$, $\Sigma y=601$, $(\Sigma x)^2=5041$, $(\Sigma y)^2=361201$, $\Sigma(xy)=3591$, $\Sigma x^2=445$, $\Sigma y^2=44469$ $r = 0.0586332362456808$				
11.Tablo Formül: $n=12$, $\Sigma x=91$, $\Sigma y=701$, $(\Sigma x)^2=5041$, $(\Sigma y)^2=361201$, $\Sigma(xy)=3591$, $\Sigma x^2=445$, $\Sigma y^2=44469$ $r = 0.0586332362456808$				

Tablo 10 ve 11'e göre ilişkilendirilen ve pearson korelasyon katsayısının yorumuna göre düşük pozitif ilişki olarak yorumlanan on ikinci tabloda Ege Bölgesi'nde 2000 ve 2023 yılları arasında Şubat ayında da NAO indisinin negatif ve pozitif olma durumuna göre, 2000 ve 2023 yılları arasındaki bölgedeki ortalama donlu gün sayısı ile bölgenin aldığı aylık ortalama yağış miktarı değerlendirilmiştir. Sonuç itibariyle yukarıdaki tabloda NAO indisinin negatif ya da pozitif olma durumuna göre bölgenin Şubat ayı baz alınarak aldığı yağış miktarı ile bölgede yaşanan donlu gün sayısında herhangi bir değişimin olduğu kanısına varılmamıştır. Bu duruma coğrafi olarak değerlendirirsek en büyük sebebi bölgenin Sibiryaya Yüksek Basıncı'nın etkisine girmiş olmasıdır. Bölge bu dönemde kuzey sektörlü soğuk hava akımlarının etkisine maruz kalmaktadır.

Tabloyu istasyonlar bazında bakarsak tablodaki tüm istasyonlarda NAO'nun pozitif ya da negatif olma durumunun hiçbir istasyonda etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Bu istasyonlarda Pearson Korelasyon Katsayısı negatif olma durumunu gösterdiği tespit edilmiştir. Tablodaki istasyonlar arasındaki farklılıkların Ege Kıyı kesimindeki yoğun nemlilik ve ülkemizde yükseltinin batıdan doğuya doğru artmasının etkili olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 14: Ege Bölgesi'ndeki İstasyonlarda Mart Ayında 2000 ile 2023 Yılları Arasında Görülen Ortalama Donlu Dün Sayıları ve Ortalama Yağış Miktarı ile Pozitif NAO İndisi Arasındaki Gözlenen Korelasyonun Tablosal verileri

Ege Bölgesi'ndeki İller		İzmir	Manisa	Afyonkarahisar	Muğla	Kütahya	Denizli
NAO. Poz. (2000-2004-2005- 2006-2007-2011- 2012-2014-2015- 2016-2018-2019 Yılları)	Pearson						
	Korelasyon						
	Katsayısı (Donlu Günlerle İlişkili)	0.25	0.35	0.55	0.28	0.50	0.37
	Pearson Korelasyon Katsayısı (Yağış Miktarıyla İlişkili)	-0.25	-0.22	-0.19	-0.20	-0.18	-0.21
	Donlu Gün Sayısı						
	(2000-2004-2005-2006- 2007-2011-2012-2014- 2015-2016-2018-2019 Yıllarındaki Ortalama)	2	2	8	3	6	5
	Yağış Miktarı						
	(2000-2004-2005-2006- 2007-2011-2012-2014- 2015-2016-2018-2019 Yıllarındaki Ortalama)	20mm.	13mm.	15mm.	17mm.	12mm.	15mm.

Tablo 15: Ege Bölgesi'ndeki İstasyonlarda Mart Ayında 2000 ile 2023 Yılları Arasında Görülen Ortalama Donlu Dün Sayıları ve Ortalama Yağış Miktarı ile Negatif NAO İndisi Arasındaki Gözlenen Korelasyonun Tablosal verileri

Ege Bölgesi'ndeki İller		İzmir	Manisa	Afyonkarahisar	Muğla	Kütahya	Denizli
NAO. Neg. (2001- 2002- 2003- 2008- 2009- 2010- 2013- 2017- 2020- 2021-)	Pearson						
	Korelasyon						
	Katsayısı (Donlu Günlerle İlişkili)	0.35	0.45	0.57	0.35	0.55	0.39
	Pearson Korelasyon Katsayısı (Yağış Miktarıyla İlişkili)	-0.30	- 0.28		-0.27	- 0.25	- 0.32

2022-2023 Yılları)				- 0.26			
	Donlu Gün Sayısı (2001-2002-2003-2008-2009-2010-2013-2017-2020-2021-2022-2023 Yıllarındaki Ortalama)	1	1	4	2	4	3
	Yağış Miktarı (2001-2002-2003-2008-2009-2010-2013-2017-2020-2021-2022-2023 Yıllarındaki Ortalama)	30mm.	21mm.	25mm.	28mm.	22mm.	23mm.

Tablo 16: Ege Bölgesi’ndeki İstasyonlarda Mart Ayında 2000 ile 2023 Yılları Arasında Görülen Ortalama Donlu Dün Sayıları ve Ortalama Yağış Miktarı ile NAO İndisi Arasındaki Gözlenen Korelasyonun Tablosal Yorumu

İstasyonlar	NAO İndisinin Değeri Pozitif	NAO ile Donlu Gün Sayısı ve Yağış Miktarı Arasındaki Korelasyon (Pearson)	NAO İndisinin Değeri	NAO ile Donlu Gün Sayısı ve Yağış Miktarı Arasındaki Korelasyon (Pearson)
İzmir	0/ +2 Arası	Anlamlı	0/ -2 Arası	Anlamlı
Manisa		Anlamlı		Anlamlı
Afyonkarahisar		Anlamlı		Anlamlı
Muğla		Anlamlı		Anlamlı
Kütahya		Anlamlı		Anlamlı
Denizli		Anlamlı		Anlamlı
13.Tablo Formül: n=12, Σx=1997, Σy=-13.3, (Σx)2=3988009, (Σy)2=176.89, Σ(xy)=-2158.65, Σx2=385769, Σy2=15.155 r = 0.367638528085732				
14.Tablo Formül: n=14, Σx=1987, Σy=-13.3, (Σx)2=3988009, (Σy)2=176.89, Σ(xy)=-2158.65, Σx2=385769, Σy2=15.155 r = 0.367638528085732				

Tablo 13 ve 14’e göre ilişkilendirilen ve pearson korelasyon katsayısının yorumuna göre orta pozitif ilişki olarak yorumlanan on beşinci tabloda Ege Bölgesi’nde 2000 ve 2023 yılları arasında Mart ayında NAO indisinin negatif ve pozitif olma durumuna göre, 2000 ve 2023 yılları arasındaki bölgedeki ortalama donlu gün sayısı ile bölgenin aldığı aylık ortalama yağış miktarı değerlendirilmiştir. Sonuç itibarıyla yukarıdaki tabloda NAO indisi

negatifken NAO indisinin pozitif olma durumuna göre Ege Bölgesi Mart ayında hem daha fazla yağış almıştır hem de bölgede yaşanan donlu gün sayısı düşmüştür. Bu durumu coğrafi olarak değerlendirirsek en büyük sebebi kıyı kesimden iç kesimlere doğru gidildikçe azalan deniz etkisi ve artan yükseltilerdir. Bölge içinde bu değişim özellikle Manisa'nın Kula ilçesinden itibaren olmaktadır. Çünkü burada İç Batı Anadolu eşiğine geçiş başlamaktadır. Tablodaki istasyonları karşılaştırmaları olarak değerlendirirsek NAO indisinin negatif ya da pozitif durumuna göre değişimin Kasım ayındaki gibi benzer şekilde her istasyonda pozitif yönde olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 15 ve 16 da da coğrafi şartlar ön planda. İzmir'de NAO negatif ve pozitif durumuna göre olan değişimin diğer istasyonlara göre düşük olmasının nedeni İzmir'deki nemlilik durumunun diğerlerine göre daha yüksek olmasından ileri geldiği tespit edilmiştir. Ege kıyılarından iç kesimlere doğru gidildikçe Manisa, Afyonkarahisar, Kütahya ve Denizli istasyonlarındaki NAO indisinin negatif ya da pozitif olma durumuna göre değişimin daha fazla olması denizsellik etkisinin iç kesimlere gidildikçe zayıflamasından ve yükseltinin artmasından dolayı olduğu tespit edilmiştir. Muğla tarafında ise kıyı şeridinde dağların kıyıya paralel uzanışı hem Muğla istasyonunu diğer istasyonlardan ayırmış olup hem de Muğla'nın kıyı ve iç kesimler arasında farklılığı oluşturduğu tespit edilmiştir.

5. Sonuç

Bu çalışmada, Kuzey Atlantik Salınımı'nın (NAO) Ege Bölgesi'nde donlu gün sayısı ve yağış miktarı üzerindeki etkileri detaylı biçimde analiz edilmiştir. Bulgular, özellikle kış mevsiminde NAO'nun negatif fazlarında bölgeye sarmakta olan kutbi hava kütlelerinin etkisiyle donlu gün sayısında artış yaşandığını ve antisiklonal yapının baskın hale gelmesiyle yağış miktarının azaldığını ortaya koymuştur. Buna karşılık, NAO'nun pozitif fazlarında Atlantik kökenli batı rüzgârlarının bölgeye taşıdığı sıcak ve nemli hava kütleleri sayesinde yağış miktarında anlamlı artışlar gözlemlenmiş; ancak bu süreçte sıcaklıklar görece yüksek seyrettiği için donlu gün sayısı düşüş göstermiştir. Korelasyon analizleri, NAO ile donlu günler arasında negatif yönlü, yağış miktarıyla ise pozitif yönlü anlamlı ilişkiler olduğunu kanıtlamaktadır. Bu durum, Ege Bölgesi'nin Kuzey Atlantik kaynaklı atmosferik salınımlara duyarlılığını açıkça göstermekte; özellikle tarımsal üretim planlaması, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi ve erken uyarı sistemleri açısından NAO'nun izlenmesinin büyük önem taşıdığını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, NAO gibi büyük ölçekli telekonneksiyon desenlerinin, hem mevcut iklim koşullarının yorumlanmasında hem de

geleceğe dönük iklim projeksiyonlarının oluşturulmasında vazgeçilmez göstergelerden biri olduğu sonucuna varılmıştır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Araştırma ve yayın etiği beyanı sisteme ayrı dosyalar halinde yüklenmiştir.

Yazarların Makaleye Olan Katkıları

Yazar 1'in makaleye katkısı %51 Yazar 2'nin makaleye katkısı %49'dur

Destek Beyanı

Araştırma herhangi bir kurum veya kuruluş tarafından desteklenmemiştir.

Çıkar Çatışması

Makalenin yazarları arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Bozyurt, O., and Özdemir, M. A., (2013). *The Relations between North Atlantic Oscillation and Minimum Temperature in Turkey*, 3rd International Geography Symposium, GEO-MED2013, 10-13 June, Antalya, Turkey.
- Bozyurt, O. ve Özdemir, M.A., (2017). *Arktik Salınımın Yıllar Arası Gösterdiği Eğilimler ile Türkiye'de Minimum Ortalama Sıcaklık Değerleri Üzerindeki Etkileri*, 19 (1), 123 - 135, 30.
- Cook, B. I., Anchukaitis, K. J., Touchan, R., Meko, D. M. and Cook, E. R. (2016). Spatio temporal drought variability in the Mediterranean over the last 900 years. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 121(5), 2060-2074.
- Demircan, M., Çiçek, İ., Türkoğlu, N., Ekici, M. ve Arabacı, H., (2014). *Ortalama Sıcaklıklardaki Türdeşlik Kırılmalarının İklim Göstergeleriyle İlişkisi*, TÜCAUM VIII. Coğrafya Sempozyumu, Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi, 23-24 Ekim 2014, Ankara.
- Dickson et al. (2000). The Arctic Ocean Response to the North Atlantic Oscillation, *Journal of Climate*, (13), ss. 2671-2696.
- Erlat, E. (2002), Kuzey Atlantik Nezle Olunca- Kuzey Atlantik Salınımı NAO, *Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi*, 88-91.
- Erlat E., (2009). *İklim Sistemi ve İklim Değişmeleri*. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, İzmir.
- 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.
- Hurrell J. W. (1995). Decadal Trends in the North Atlantic Oscillation: Regional Temperatures and Precipitation. *Science*, 269, ss. 676-679
- Hurrell and Van Loon (1997). Decadal Variations in Climate Associated With The North Atlantic Oscillation. *Climatic Change*, 36, 301-326.
- Kapala vd. (1998). Behaviour of the Centres of Action Above the Atlantic Since 1881. Part II: Associations With Regional Climate Anomalies. *International Journal of Climatolog*, 18 (1), 23-36.

- Moses vd. (1987), Characteristics and Frequency of Reversals in Mean Sea Level Pressure in the North Atlantic Sector and Their Relationship to Long-Term Temperature Trends. *Journal of Climatology*, 7, ss. 13-30.
- Stephenson (2000), Weather and Forecasting, vol. 15, no. 2, ss. 221-232 (Nisan 2000). University of Exeter.
- Ünal vd. (2010), Küresel İklim Değişikliğinin Türkiye'ye Etkilerinin Bölgesel İklim Modeli ile İncelenmesi. TU JJB-TUMEHAP-02-06 projesi kapsamında, 2006-2010 dönemi.
- Türkeş, M., ve Erlat, E., (2003). *Türkiye'de Kuzey Atlantik Salınımı ile Bağlantılı Yağış Değişiklikleri ve Değişebilirliği*, III. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, , İstanbul.
- Türkeş, M, ve Erlat E., (2005). *Türkiye'de Kuzey Atlantik Salınımı ile 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. İstanbul.
- 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.
- Türkeş, M. and Erlat, E. (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, *Climate Research*.
- Uppenbrink vd. (1997). Tropospheric kimya/taşıyım- Science
- Van Loon and Rogers (1978), The Seesaw in Winter Temperatures Between Greenland and Northern Europe. *General Description. Monthly Weather Review*. 106 (3), ss. 296-310.
- Wallace J. M. and Gutzler, D. S. (1981). Teleconnections in the Geopotential Height Field during the Northern Hemisphere Winter. *Monthly Weather Review*, 109i ss. 784-812.
- Wallace vd. (1989). Spatial Patterns of Atmosphere-Ocean Interaction in The Northern Winter. *Journal of Climate*, cilt 3, s. 990-998.
- Walker and Bliss (1932), World Weather V.Memoirs of the ROyal Meteorological Society, 4,ss. 53-84.
- Wanner vd. (1997). Global Climate Change and Variability and Its Influence on Alpine Climates- Concepts and Observations. *Theoretical and Applied Climatology*, 58 (3-4), s. 221-243.
- Wanner (2001). North Atlantic Oscillation- Concepts and Studies. *Surveys in Geophysics*, 22. ss. 321-382.

www.cografyaharita.com

Extended Summary

This study examines the climatic effects of the atmospheric phenomenon known as the North Atlantic Oscillation (NAO) on the Aegean Region in western Turkey. The NAO results from seasonal annual variations in the pressure difference between the Azores High in the southern North Atlantic and the Icelandic Low in the northern North Atlantic. The positive and negative phases of this oscillation cause significant meteorological outcomes across Europe and the Mediterranean Basin.

In this study, the relationship between the NAO index and the number of frost days and precipitation amounts in the Aegean Region during the months of November, December, January, February, and March from 2000 to 2023 was analyzed using the Pearson correlation coefficient method. The primary aim of the study is to statistically reveal how the Aegean Region's winter meteorological behavior responds to different phases of the NAO.

Overview of Findings:

- During positive NAO phases, an increase in the number of frostdays along the Aegean coast was observed, while precipitation amounts decreased.
- In contrast, during negative NAO phases, precipitation increased and frost events decreased.
- In January and February, the relationship between the NAO and frostdays /precipitation was found to be weaker and statistically insignificant. This is attributed to the influence of other factors, such as the Siberian High.
- November, December, and March emerged as periods where the impact of the NAO was more pronounced.
- As one moves inland from the coast—i.e., from maritime to continental climates—the influence of the NAO weakens. This is especially evident at stations in Afyonkarahisar, Kütahya, and Denizli.
- İzmir, due to its high humidity levels, was found to be one of the provinces least affected by the NAO.