T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KARADENİZ TÜRKİYE KIYILARI YAĞIŞ MİKTARLARININ METEOROLOJİK YÖNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

EREN ERSOY

TEZ DANIŞMANI
DOÇ. DR. ERTUĞRUL AĞIRBAŞ
TEZ JÜRİLERİ
DOÇ. DR. RAHŞAN EVREN MAZLUM
DOÇ. DR. COŞKUN ERÜZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

RİZE-2019

Her Hakkı Saklıdır

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KARADENİZ TÜRKİYE KIYILARI YAĞIŞ MİKTARLARININ METEOROLOJİK YÖNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Doç. Dr. Ertuğrul AĞIRBAŞ danışmanlığında Eren ERSOY tarafından hazırlanan bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla oluşturulan jüri tarafından 05/09/2019 tarihinde Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	**Unvanı Adı Soyadı**	**İmzası**
Başkan	: Doç. Dr. Ertuğrul AĞIRBAŞ	
Üye	: Doç. Dr. Rahşan Evren MAZLUM	
Üye	: Doç. Dr. Coşkun ERÜZ	

Doç. Dr. Ferhat KALAYCI
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

ÖNSÖZ

"Karadeniz Türkiye Kıyıları Yağış Miktarlarının Meteorolojik Yönden Değerlendirilmesi" isimli bu çalışma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda "Yüksek Lisans Tezi" olarak hazırlanmıştır.

Bu çalışmayı yapma olanağı sağlayan, yüksek lisans öğrenimim boyunca, tez aşamasının her anında önerileri ve paylaşımlarıyla yardımını ve desteğini esirgemeyen çok değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ertuğrul AĞIRBAŞ'a teşekkürlerimi borç bilirim.

Hayatımın her aşamasında, eğitimim sırasında ne zaman ihtiyaç duysam yanımda olan, maddi ve manevi desteklerinin esirgemeyen aileme tüm kalbimle teşekkür ederim.

Eren ERSOY

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanan "Karadeniz Türkiye Kıyıları Yağış Miktarlarının Meteorolojik Yönden Değerlendirilmesi" başlıklı bu tezin, Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesindeki hususlara uygun olarak hazırladığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal işlemi kabul ettiğimi beyan ederim. 05/09/2019

Eren ERSOY

Uyarı: *Bu tezde kullanılan özgün ve/veya başka kaynaklardan sunulan içeriğin kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.*

ÖZET

KARADENİZ TÜRKİYE KIYILARI YAĞIŞ MİKTARLARININ METEOROLOJİK YÖNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Eren ERSOY

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi
Danışmanı: Doç. Dr. Ertuğrul AĞIRBAŞ

Yağış miktarı değişimi biyosferdeki canlıların yaşama ve üreme faaliyetleri açısından oldukça önemlidir. Özellikle iklim değişimi ile artan aşırı yağışlar besin zenginleşmesinin etkilerini artırabilir. Bu çalışmada ülkemiz Karadeniz kıyılarından seçilen ve bölgenin iklimsel özelliklerini temsil edeceği düşünülen 7 ayrı noktadaki meteoroloji gözlem istasyonlarından elde edilen geçmiş yıllara ait (1970-2018) yağış miktarlarının uzun dönemli meteorolojik analizi yapılmıştır. Ayrıca çalışmada yağış miktarlarının geçmiş yıllara ait (1970-2018) global iklimsel salınım indeks verileri ile ilişkileri incelenmiştir. Analizler sonucunda yıllık ölçekte yağış miktarlarında 0,08-0,43 mm'lik istatistiki olarak anlamlı bir artış tespit edilmiştir. İklimsel salınım indisleri ile yapılan regresyon analizleri neticesinde en iyi ilişki NAO ve AO ile Batı Havzasına ait yağış miktarları arasında elde edilmiştir. Güney salınım indisi ile istatistiki açıdan herhangi bir ilişki tespit edilememiş ve yağış verilerinin değerlendirilmesinde bölge için bir gösterge olamayacağı sonucuna ulaşılmıştır.

2019, 28 sayfa

Anahtar Kelimeler: Yağış, Meteoroloji, Karadeniz, İklim Değişikliği

ABSTRACT

THE METEOROLOGICAL INVESTIGATION OF PRECIPITATION ALONG THE BLACK SEA OF TURKEY

Eren ERSOY

Recep Tayyip Erdogan University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Fisheries
Master Thesis
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ertuğrul AĞIRBAŞ

Precipitation is very important in terms of life and reproduction of living organisms in the biosphere. In particular, excessive precipitation with climate change can increase the effects of nutrient enrichment. In this study, the long-term meteorological analysis of the rainfall amounts of the past years (1970-2018) obtained from the meteorological observation stations at 7 different locations, which are selected from the Black Sea coasts and which are thought to represent the climatic characteristics of the region, were conducted. In addition, the relationship between the rainfall values of the past years (1970-2018) and global climatic index data was examined. As a result of the analyzes, a statistically significant increase of 0.08-0.43 mm was observed in the amount of precipitation on an annual scale. As a result of regression analyses, the best correlation was found between NAO and AO and precipitation amounts of the Western Basin. No statistically significant relationship was found with the southern oscillation index, and it was concluded that there would be no indicator for the region in the evaluation of precipitation data.

2019, 28 pages

Keywords: Precipitation, Meteorology, Black Sea, Climate Change

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ I
TEZ ETİK BEYANNAMESİ II
ÖZET III
ABSTRACT IV
İÇİNDEKİLER V
ŞEKİLLER DİZİNİ VI
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ VII
1. GENEL BİLGİLER 1
1.1. Giriş 1
1.2. Karadenizin Genel Atmosferik Özellikleri 4
1.2.1. Karadenizin Yağış Yapısı 4
1.2.2. Türkiye'yi Etkileyen İklimsel Salınım İndeksleri 5
1.2.2.1. Kuzey Atlantik Salınım (NAO) 5
1.2.2.2. Arktik Salınım (AO) 6
1.2.2.3. Güney Salınımı (ENSO) 8
1.2.2.4. La Nina 8
1.2.2.5. El Nino 9
1.3. Yapılan Çalışmalar ve Çalışmanın Amacı 9
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR 11
3. BULGULAR 14
3.1. Yağış Miktarları 14
3.2. Kuzey Atlantik Salınım İndisi (NAO İndex) 17
3.3. Güney Salınımı İndisi (SO Index) 18
3.4. Arktik Salınımı İndisi (AO Index) 19
4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR 21
5. ÖNERİLER 25
KAYNAKLAR 26
ÖZGEÇMİŞ 28

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Pozitif ve Negatif NAO (URL-1) 6

Şekil 2. Pozitif AO (URL-2). 7

Şekil 3. Negatif AO (URL-2). 7

Şekil 4. La Nina Salınımı (URL-3). 8

Şekil 5. El Nino Salınımı (URL-3). 9

Şekil 6. Çalışma bölgesi ve ölçüm istasyonları 11

Şekil 7. Meteoroloji Gözlem İstasyonlarından Alınan Verilerin Benzerlik Analizi ... 12

Şekil 8. Karadeniz'in iklimsel özelliklerine göre batı ve doğu havzası 13

Şekil 9. Yıllara göre ortalama yağış miktarındaki değişim (A: Batı Havza, B: Doğu Havza). 14

Şekil 10. Yıllara göre istasyonların ortalama yağış miktarındaki değişim 15

Şekil 11. Yıllara göre istasyonların toplam yağış miktarındaki değişim 16

Şekil 12. Aylık ortalama yağış miktarındaki değişim 17

Şekil 13. Ortalama Yağış Miktarı ile Kuzey Atlantik Salınım İndisi arasındaki ilişki (A: Batı Havza, B:Doğu Havza, Bar grafiği: NAO indeksi, Çizgi grafiği: Ortalama yağış). 18

Şekil 14. Ortalama Yağış Miktarı ile Güney Salınım İndisi arasındaki ilişki (A: Batı Havza, B:Doğu Havza, Bar grafiği: SO indeksi, Çizgi grafiği: Ortalama yağış). 19

Şekil 15. Ortalama Yağış Miktarı ile Arktik Salınım İndisi arasındaki ilişki (A: Batı Havza, B:Doğu Havza, Bar grafiği: AO indeksi, Çizgi grafiği: Ortalama yağış). 20

Şekil 16. 1901-2005 yılları arası kaydedilen yıllık yağış miktarlarındaki % değişim (Trenberth vd., 2007). 21

Şekil 17. 1979-2010 yılları arası kaydedilen günlük ortlama yağış miktarlarındaki alansal ve zamansal değişim (URL-4). 22

Şekil 18. 1970-2018 döenmi için DSYS ile yıllık yağış miktarları arasındaki ilişki (A: Batı Havza, B: Doğu Havza). 24

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%	Yüzde
NAO	Kuzey Atlantik Salınım
AO	Arktik Salınım
ENSO	Güney Salınım
PCA	Temel Bileşenler Analizi
°C	Santigrat Derece
OMGİ	Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu
TÜMAS	Türkiye Meteorolojik Veri Arşiv Sistemi
ANOVA	Tek Yönlü Varyans Analizi
DSYS	Deniz Suyu Yüzey Sıcaklığı

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Atmosferde bulunan su buharının yoğunlaşarak katı veya sıvı halde yeryüzüne düşmesi yağış olarak tanımlanır. Yağışlar su döngüsündeki değişkenliğin belli başlı kaynağıdır. Yağış miktarlarında oluşacak bu değişimler hidroloji ve su kaynakları için çok önemli sonuçlar doğurabilir. Yağışın meydana gelmesi bazı şartların oluşmasına bağlıdır. Öncelikle atmosferde yeterince su buharı bulunmalı ve soğumalıdır. Daha sonra yoğuşma meydana gelmelidir. Yoğuşma çok küçük olan çeşitli toz zerrecikleri üzerinde meydana gelir ve böylece bulutlar oluşur. Ancak bu yoğuşan su taneciklerinin atmosferden yeryüzüne doğru düşmesi için yaklaşık 1 mm çapa ulaşması gerekir. Gerekli büyüklüğe ulaşan su tanecikleri yeryüzüne yağış olarak düşerler (Bayazıt, 1998).

Meteorolojik parametrelerde (sıcaklık, yağış, buharlaşma vb.) meydana gelen değişimlerin sebeplerinin araştırılması mevcut su kaynaklarının planlanması ve yönetimi bakımından önem arz et etmektedir. Son yıllarda olası etkileri araştırılmaya başlanan iklim değişikliği göz önünde bulundurulduğunda bu araştırmaların önemi daha da artmaktadır. İklimsel ve hidrolojik olarak büyük öneme sahip olan bu değişkenliklerin sebep olduğu çevresel, sosyal ve ekonomik dinamikler dünya üzerindeki yaşam koşullarını doğrudan etkilemektedir. Bu bağlamda, son yıllarda yapılan çalışmalar ile birlikte hidrometeorolojik değişkenler üzerinde büyük bir etkisi olan küresel atmosferik indeksler önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir.

Küresel ısınma iklim değişikliğinin açık göstergesi olması yanında yağış ve fırtına faliyetlerinin bölgesel değişimleri de iklimde meydana gelen değişime sebep oluşturmaktadır. Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (Inter Govermantal Panel on Climate Change, IPCC 2001) son yıllarda sıcaklıklarda tespit edilen 0.6 ± 0.2^0C bir artışın yağışlarda düzensizliğe ve yağış miktarlarında % 1'lik artışa neden olacağını öngörmektedir.

Günlük toplam yağış verilerinin iklim değişikliğindeki yeri uzun süreli zaman serilerinde özellikle ortalama değişkenliği açısından detaylı analiz verilerine ulaşmamızı

sağlamasıdır. İklim modellerinin birçoğu, gelecekteki iklim değişiklikleri için, klimatolojik değişkenlerin ortalamalarındaki azalma ya da artma eğilimlerinin bir öngörüsünü üretir. Ancak, iklim modelleri, eğilim kadar klimatolojik gözlem dizilerinin ısrar ve periyodiklik (dönemsellik) vb belirleyici bileşenlerini temsil etmelidir. Bu ise, zaman dizilerinde egemen olan ısrar ve dönemsellik bileşenlerinin, istatistiksel ve klimatolojik özelliklerinin anlaşılmasını gerektirir (Tatlı vd., 2004). Uzun süreli günlük yağış serilerindeki ısrar ve periyodikliğin bilinmesi, özellikle geleceğe yönelik çalıştırılan yağış simulasyon modellerinde büyük önem arz etmektedir. Çünkü ısrarın ve periyodikliğin mevcut zaman serisindeki kendini tekrarlama sıklığı ve devamlılığı, model çıktılarının doğru sonuçlar üretmesine olanak sağlayacaktır. Model çıktı verilerinin tutarlılığın artması, özellikle gelişmekte olan ülkelerin sosyo-ekonomik politikalarına önemli faydalar sağlayacaktır.

Günlük toplam yağış miktarı verileri, yağış şiddeti ve maksimum yağışlar açısından sel ve taşkın risk faktörleri konusunda önemli veri kaynakları oluşturur. Özellikle Doğu Karadeniz bölümünde Hopa, Rize ve Pazar istasyonlarında sonbahar mevsiminde meydana gelen ve yağışın miktarı açısından periyodik bir düzene sahip bu alandaki sel ve taşkın olaylarının tespiti, günlük yağışlar ile yakından ilgilidir. Bu alanda, çok kısa zaman dilimlerinde görülen maksimum yağışlar, bazen bir aylık ortalama toplam yağıştan çok daha yüksek değerlere ulaşmakta ve bu tür yağışların neticesinde da çoğu kez taşkınlar gerçekleşmektedir. Ayrıca bu durum, Ege bölgesinde Muğla ve Marmaris istasyonlarında, kış mevsiminde, orta enlem siklonlarının (cephesel sistemlerin), Orta Akdeniz üzerinden kuzeydoğuya hareketi esnasında da sıkça görülmektedir. Sel olayı günlük çok şiddetli ve ani sağanak yağışlardan sonra oluşabildiği gibi günlerce devam eden yağışlardan sonra da, geciken taşkınlar şeklinde de etkili olmaktadır (Yılmaz, 2008). Ekstrem hava olayları ile bağdaştırılan sel ve taşkın olaylarının önceden tahmin edilebilmesi can ve mal kayıplarını önemli ölçüde azaltacaktır. Türkiye'de ekstrem hava olayları toplamında 1960 ve 2000'li yıllarda önemli derecede artışlar olmuştur. Bu durumun ortaya çıkmasında ortalama sıcaklık sapması ile doğru orantılı olduğu gözlenmiştir (Şensoy vd., 2008).

Türkiye konum itibariyle ekvatoral-tropik ve kuzey kutbu hava hareketlerinin arasında bulunduğu için meteorolojik olaylar genelde kararsız bir yapıda olma

eğilimindedir. Türkiye yaz ve kış aylarında bahsi geçen hava hareketlerinin zaman zaman giriş yaptığı bir bölgedir. Kış aylarında kuzeyden gelen karasal ve denizsel karakterli kutupsal hava kütleleri Türkiye'ye giriş yaptığından, genel olarak hava soğuk, buharlaşma az ve yağışlar fazladır. Yaz aylarında ise güneyli tropik hava hareketlerinin etkisinden dolayı sıcaklık, nemlilik ve buharlaşma fazla, yağışlar ise azdır (Şen, 2003).

Akdeniz, Karasal İç Anadolu ve Karasal Akdeniz Bölgeleri, kış mevsiminde görülen yağışlarda düşüş gösteren başlıca bölgelerdir. Sonbahar mevsimindeki yağışlar ise, Türkiye'nin önemli bir bölümünde artmaktadır. Türkiye'de yağış azlığına bağlı olarak son 20-30 yıldır yaşanan uzun süreli kuraklıklarda, küresel hava sistemlerindeki değişikliklerin ve sapmaların etkili olabileceği söylenebilir. Ayrıca Kuzey Atlantik Salınımının (NAO) pozitif devreleri Türkiye'deki kurak dönemlerle oldukça uyumludur. NAO'nun yanı sıra, yapılan bazı çalışmalara göre, El-Nino sisteminin kuvvetli olduğu yıllarda ya da bir yıl sonrasında da özellikle kış yağışlarında benzerliklerle karşılaşılmaktadır (Demir vd., 2008).

Türkiye içinde yer aldığı karmaşık iklim yapısı içinde küresel ısınmaya bağlı olarak oluşabilecek iklim değişikliğinden en fazla etkilecek ülkelerden birisidir. Doğal olarak üç tarafı denizlerle çevrili olması, dağınık ve yükseltili bir topoğrafyaya sahip olması nedeniyle Türkiyenin birçok bölgesi iklim değişikliğinden farklı biçimde etkilenecektir. Sıcaklık artışını örnek verecek olursak yeterli suya sahip olmayan kurak ve yarı nemli bölgeler (Güney Doğu, İç Anadolu, Ege ve Akdeniz Bölgeleri) çölleşme tehdidini en çok hissedecek olan bölgelerdir.(Türkeş, 1998).

Hava sıcaklığı ile birlikte artan deniz yüzey sıcaklığı ve buna paralel olarak artan buharlaşma ekstrem olayları doğrudan etkilemektedir. Ekstrem yağışların sıklığı ve yoğunluğu bu şartlara bağlı olarak artış göstermektedir. Dünya genelinde yapılan birçok çalışma göstermektedir ki sıcaklık artışıyla birlikte her 1°C sıcaklık artışı için ekstrem yağışların %7 artacağı ve gelecekte de yağış şiddetlerinin iklim değişikliğine bağlı olarak artış göstereceği tahmin edilmektedir (Seneviratne vd., 2012). Sahip olduğu nehir sistemi ile Yakın Doğu'daki birçok ülkeye su sağlayan Türkiye bu bağlamda jeopolitik ve tarihsel öneme sahiptir. Ayrıca Orta Doğu su rezervlerindeki herhangi doğal ya da insan kaynaklı azalmaya karşı oldukça hassas bir durumda bulunmaktadır (Cullen and deMenocal, 2000).

1.2. Karadenizin Genel Atmosferik Özellikleri

Karadeniz, yaz aylarında Kuzey Afrika ve Basra üzerinden gelen alçak basınç sistemi etkisinde, kış ayları boyunca ise Avrupa üzerinden gelen siklon ile Sibirya üzerinden gelen yüksek basınç sisteminin etkisi altında kalmaktadır. Bu sistemler, her iki meyvsim ayları süresince batıdan doğuya doğru bir hava akımı oluşturmaktadır (Sen, 1989). Topoğrafyadaki yükseltili doğal engeller Karadeniz'deki atmosferik akımları ve siklonların geçişini önemli derecede etkiler. Batıdaki Karpat Dağları ve Balkan Dağlarının sebep olduğu hava akım blokesi, daha alçak bir yapıya sahip olan Marmara bölgesi siklonlarına daha rahat geçit veren tek alan konumundadır. Güney sınırındaki Kuzey Anadolu ve Kafkas sıradağlarının topoğrafik yapısı, bölgeden geçen siklonların hareket hızlarını ve hatlarını kontrol eden frekans yönlendiricisi ya da mânia gibi davranır. Kuzeyde bulunan düz alanlar ise hava akımlarına engel teşkil etmedikleri ve bu nedenle, özellikle Balkanlarda oluşan bir yüksek basınç sisteminin olduğu durumlarda, uzun süreli soğukların kuzeyden bölgeye ulaşmasına imkân sağlar.

1.2.1. Karadenizin Yağış Yapısı

Karadeniz'de yağış dağılımı homojen bir yapıya sahip değildir. Maksimum yıllık yağış miktarı bölgenin güneydoğusunda (Batum) 2500 mm.'yi aşarken, minimum yıllık yağış miktarları, kuzeybatıda (Tuna ağzı) görülür ve 400 mm'nin altına düşer. Tuna Havzasının batı kesiminde ortalama yağış miktarı 2000 mm seviyesinde iken, Karadeniz'e açılan doğu kesiminde 600-700 mm'ye kadar düşebilmektedir. Karadeniz'de aylık yağış miktarları arasında güneydoğu kesimlerinde görülen farklılıklar (örneğin Rize'de dört katlık fark) kuzeybatı kesimlerine doğru gittikçe azalır. Karadeniz'in yıllık ortalama nem oranı verileri %70-80 bandındadır.

Bölgenin Batı kısımlarında yıllık ortalama yağış dağılımı incelendiğinde en düşük yağış ortalaması 22 mm ile Temmuz ayında, en yüksek yağış ortalaması ise, 100 mm ile Aralık ve Ocak aylarında gözlenmektedir. Her iki bölge içinde yılda ortalama 725 mm civarında yağış düşmekte olup, bunun %70'i Kasım ve Mart ayları arasında gerçekleşmektedir. Bölgenin doğu kısmında en yüksek aylık yağış miktarı, Aralık ve Ocak aylarında sırasıyla 110 mm ve 100 mm olarak gözlenmektedir. En düşük yağış

miktarı yaz aylarında görülmekte, Temmuz ayında 24 mm'lik aylık ortalama ile en düşük değerini almaktadır (Doğan vd., 1996).

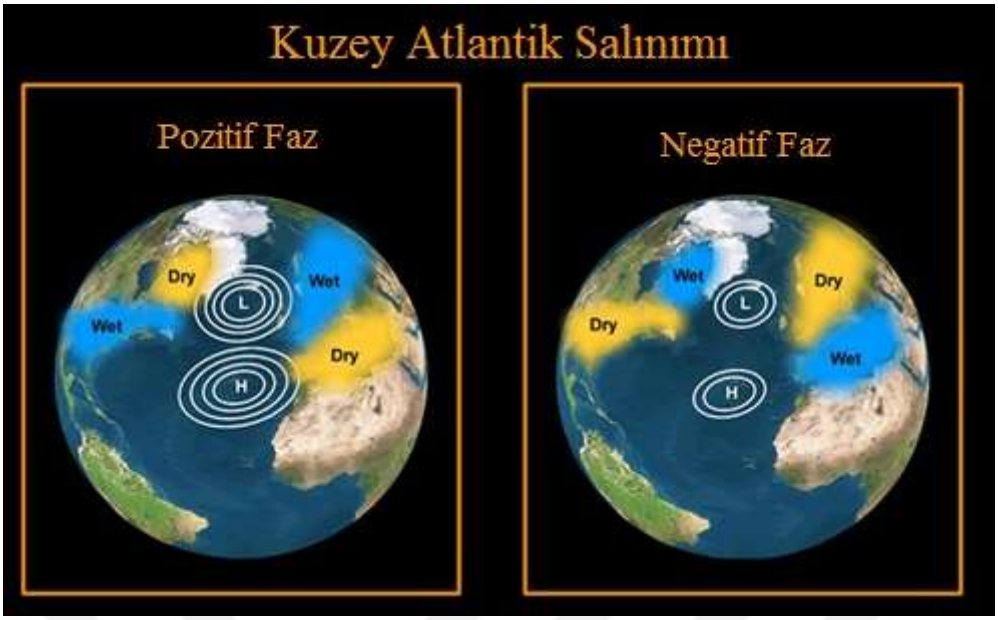
1.2.2. Türkiye'yi Etkileyen İklimsel Salınım İndeksleri

Global ölçekte iklim koşullarında yıllar arası değişmeleri yaratan ve ekstrem klimatik olayların ortaya çıkmasında etkili olan esas faktör, atmosfer sirkülasyonunda görülen değişmelerdir. Bu değişmelerin bir bölümü hemen hemen periyodik olarak gerçekleşmekte ve bu nedenle "Salınım (Osilasyon)" olarak adlandırılmaktadır.

1.2.2.1. Kuzey Atlantik Salınım (NAO)

Kuzey Atlantik Salınımı özellikle Aralık-Şubat aylarında Amerika'nın batı kıyılarından Sibirya'ya ve Arktik'ten Subtropikal Atlantik'e kadar Akdeniz havzasını da içine alan kesimde iklim mekanizmalarını kontrol eden önemli bir unsurdur (Şekil 1; Hurrell vd., 2003). Etkili olduğu bölgelerde Kuzey Atlantik Salınımı nem ve sıcaklık naklini, fırtınaların sayısını, özelliklerini, yönünü, hava durumlarını belirler.

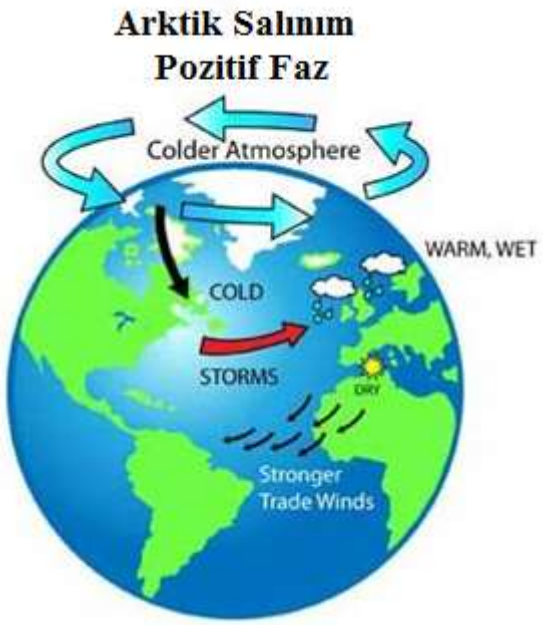
Kuzey Atlantik Salınımı indisi, genellikle Azor bölgesinde ve İzlanda'da bulunan 2 ayrı istasyonun normalleştirilmiş deniz seviyesi basınçları arasındaki farka dayanarak düzenlenir. İndis değerinin +1 ve daha büyük olması durumunda Kuzey Atlantik Salınımı kış indisi kuvvetli pozitif, -1 ve daha az olması durumunda ise kuvvetli negatif olarak değerlendirilir (Hurrel, 1995).



Şekil 1. Pozitif ve Negatif NAO (URL-1)

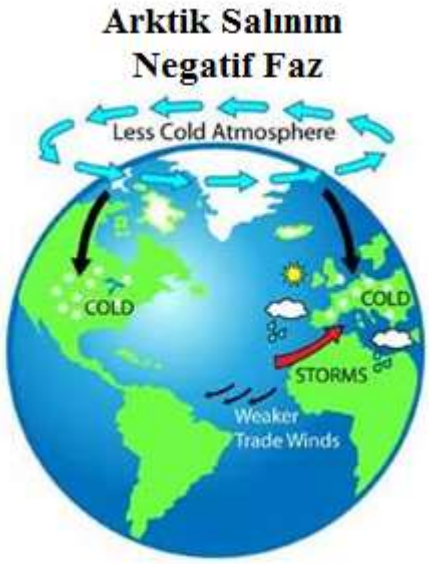
1.2.2.2. Arktik Salınım (AO)

Kuzey yarımkürenin yukarı enlemlerinde, yani kutba yakın bölgelerde hava çok soğuktur. Bu soğuk hava, ağır olduğu için yüzeye çökme eğilimi gösterir. Buna bağlı olarak deniz seviyesinde bir yüksek basınç, onun üzerinde de bir alçak basınç oluşur. Atmosferin üst seviyelerindeki bu alçak basınca, kutbi girdap denir. Kutbi girdap ne kadar güçlüyse, kutup bölgesindeki soğuk havayı çevresine o denli iyi sararak yukarı çeker ve yüzeyden güney enlemlere kaçmasına engel olur. Kutbi girdabın güçlü, kutup ve İzlanda bölgesindeki basınç değerlerinin düşük olduğu bu duruma pozitif AO denir (Şekil 2).



Şekil 2. Pozitif AO (URL-2).

Tam tersine, kutbi girdabın güçlenemediği, böylece soğuk havanın yüzeyde kalarak kutup bölgesindeki ve çevresindeki deniz seviyesi basınç değerlerini yükselttiği duruma da negatif AO denir (Şekil4). Yüzeyde kalan bu soğuk hava kolaylıkla güney enlemlere kaçar, böylece özellikle kuzey ve batı Avrupa'da soğuk hava dalgaları görülür.



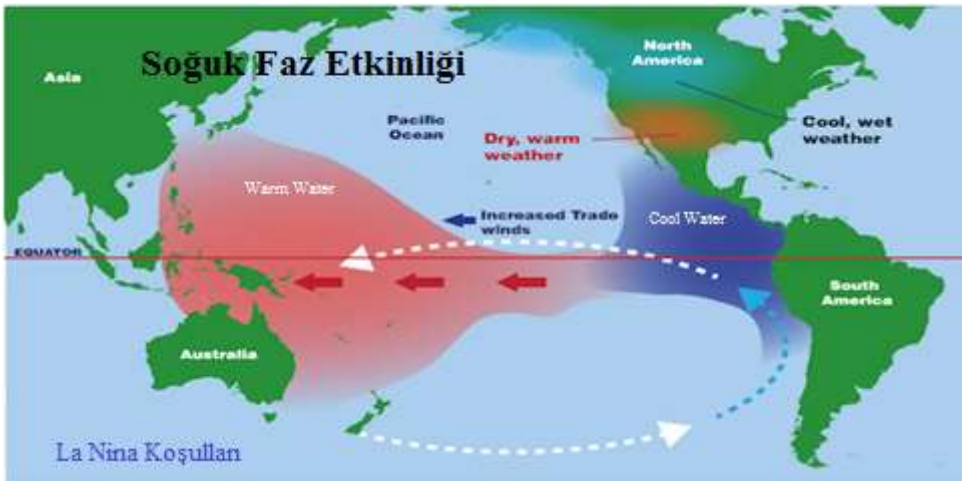
Şekil 3. Negatif AO (URL-2).

1.2.2.3. Güney Salınımı (ENSO)

Güney Salınımı (Southern Oscillation: SO) tropik enlemlerde, batı ve doğu Pasifik okyanusu arasında atmosferik basıncın karşılıklı değişimini ifade eden büyük ölçekli bir salınımdır ve yıllar arası iklimsel değişimlerin en dikkate değer işareti olarak kabul edilir. Bu salınımın ekstrem fazları El Nino ve La Nino adları ile bilinirler. El Nino olayları güneydoğu Pasifik'te normalden daha yüksek atmosfer basıncına karşılık gelir. La Nina olayları ise El Nino olaylarının tam tersi şartları ifade eder (Kahya vd., 2006).

1.2.2.4. La Nina

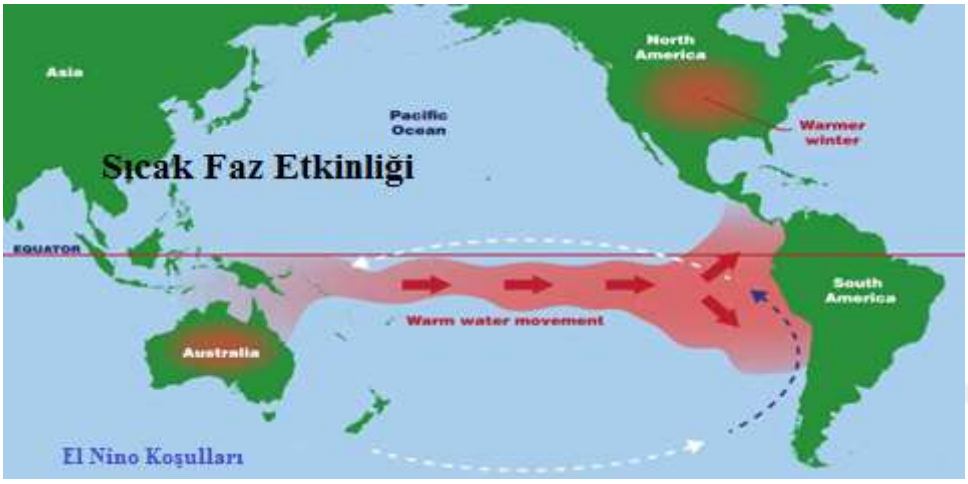
Olağan atmosfer koşullarında alize rüzgarları, Ekvatoral Batı Büyük Okyanus'ta güneşle ısınan okyanus sularını batıya doğru yani Avustralya kıyılarına sürükler. Böylece dipten yükselen ve bu alanda etkili olan Humboldt/Peru soğuk su akıntısı batıya sürüklenen sıcak suyun yerine geçer. Bu durumda Güney Amerika'nın batı kıyılarında kurak bir dönem görülür. Ancak soğuk su akıntısı etkili olduğunda sudaki oksijen miktarı artar bu da balık miktarını arttırır. Bu nedenle Peru ve Şili'deki balıkçılık etkinliklerinde önemli bir hareketlilik görülür. Bu olağan koşullarda etkili olan salınım La Nina'dır (Şekil 4).



Şekil 4. La Nina Salınımı (URL-3).

1.2.2.5. El Nino

Şimdiye dek tam olarak açıklanamayan bir nedenden ötürü kimi zaman bu alizeler zayıflar. Bunun sonucunda yüzeyde ısınan sıcak okyanus suları batıya, yani Avustralya kıyılarına sürüklenemez. Böylece dipten gelen Humboldt/Peru soğuk su akıntısı yüzeye çıkamaz. Su yüzeyinde sıcaklık arttığı için yükselici hava devinimlerinde artış görülür ve bölgenin iklimi oldukça yağışlı geçer. Ayrıca soğuk su akıntısı engellendiği için sudaki oksijen miktarı da artmaz ve kıyılardaki balıkçılık etkinlikleri olumsuz etkilenir. Bu durumda etkili olan salınım ise El Nino'dur (Şekil 5).



Şekil 5. El Nino Salınımı (URL-3).

1.3. Yapılan Çalışmalar ve Çalışmanın Amacı

Yağış miktarları ve bunların zaman içerisindeki değişimi üzerine gerek Dünya genelinde ve gerekse Türkiye'de birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalar genel olarak yağışın zaman serilerindeki dağılımı, yağışın bölgesel dağılışı, akım-yağış ilişkileri, yağış ile sosyoekonomik kültürler arasındaki ilişkiler, oluşum şekillerine göre yağışlar ve yağış türleri, yağış tahminleri vb. konularını kapsar.

Öztekin (2011) 1929-2009 yıllarını kapsayan dönem içerisinde, Samsun, Sinop, Ordu ve Tokat istasyonları için en yüksek yağış miktarlarının olasılık dağılımları araştırmıştır.

Türkes (1996), Türkiye'de 91 istasyonda 1930–1993 yılları arasındaki dönemde yıllık ve mevsimlik yağş verilerini analiz etmiştir. Bulgulara göre Karadeniz ve Akdeniz Bölgesi'nde yağış miktarlarında azalma ve zaman içerisinde ise Türkiye genelinde azalma olduğunu rapor etmişmitir.

Türkiye'de ise 18 yağış gözlem istasyonunundan alınan yağış verilerine göre yıllık ve sezonluk yağış serilerinin eğilimlerinin belirli bir yönde olmamasına rağmen, önemli olmasa da özellikle kış aylarında yağış miktarlarında bir azalma, ilkbaharda ise artma olduğu belirlenmiştir (Kadıoğlu vd., 1994).

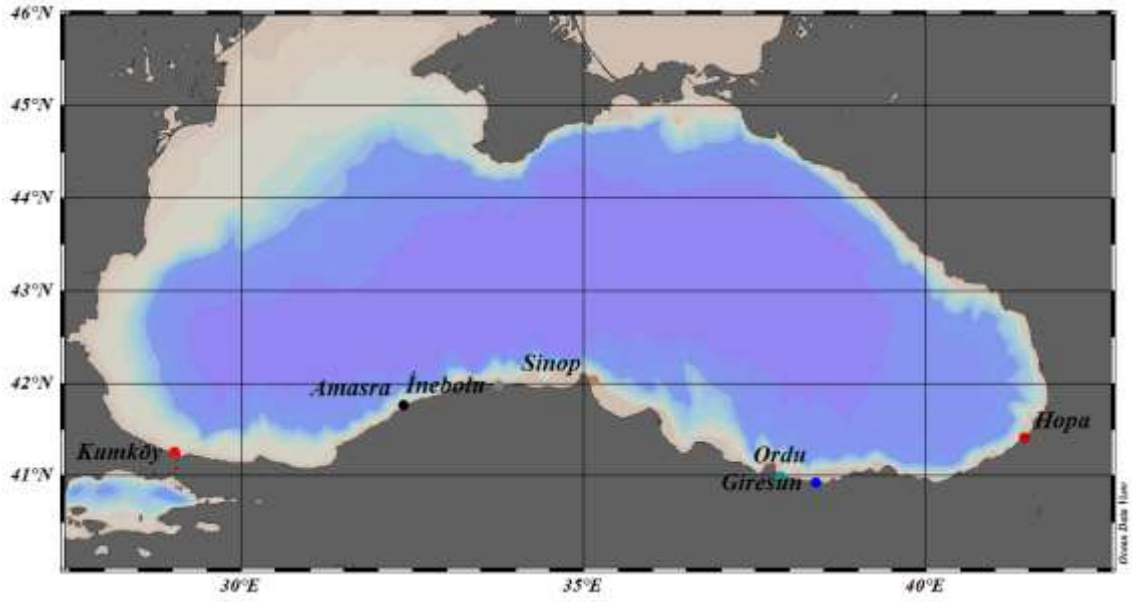
Rodo vd. (1997), hem ENSO hem de NAO indekslerinin İber Yarımadası'ndaki yağış rejimine etki ettiğini, yanısıra NAO'nun etkisinin yirminci yüzyıl süresince görüldüğü, ENSO etkisinin ise özellikle yirminci yüzyılın ikinci yarısında görüldüğü belirtilmişlerdir.

Kadioglu vd. (1999), Türkiye genelinde El Niño olaylarının yağış rejimi ile arasındaki ilişkiyi ele almıştır. Bu çalışmada, ENSO indeksinin yağış miktarları açısından Türkiye'nin güney kesimlerinde değişimlere neden olduğu, hatta bu bölgelerde kış mevsiminde ENSO etkisiyle oluşabilecek yağış azalmalarının kuraklık olaylarına sebebiyet verebileceği ortaya konulmuştur.

1950-2009 yılları arasındaki aylık toplam yağış zaman serileri kullanılarak, yağış miktarları değişkenliğinin dağılımının belirlendiği bir çalışmada Türkiye'de yağış değişkenlik katsayısı birçok yerde % 25'in altında olduğu tespit edilmiştir (Ölgen, 2010). Aynı çalışmada yağış değişkenlik katsayısının en yüksek olduğu istasyon, % 31.89 ile Mardin istasyonu olurken, en düşük olduğu istasyon % 11.92 ile Rize istasyonu olduğu tespit edilmiştir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

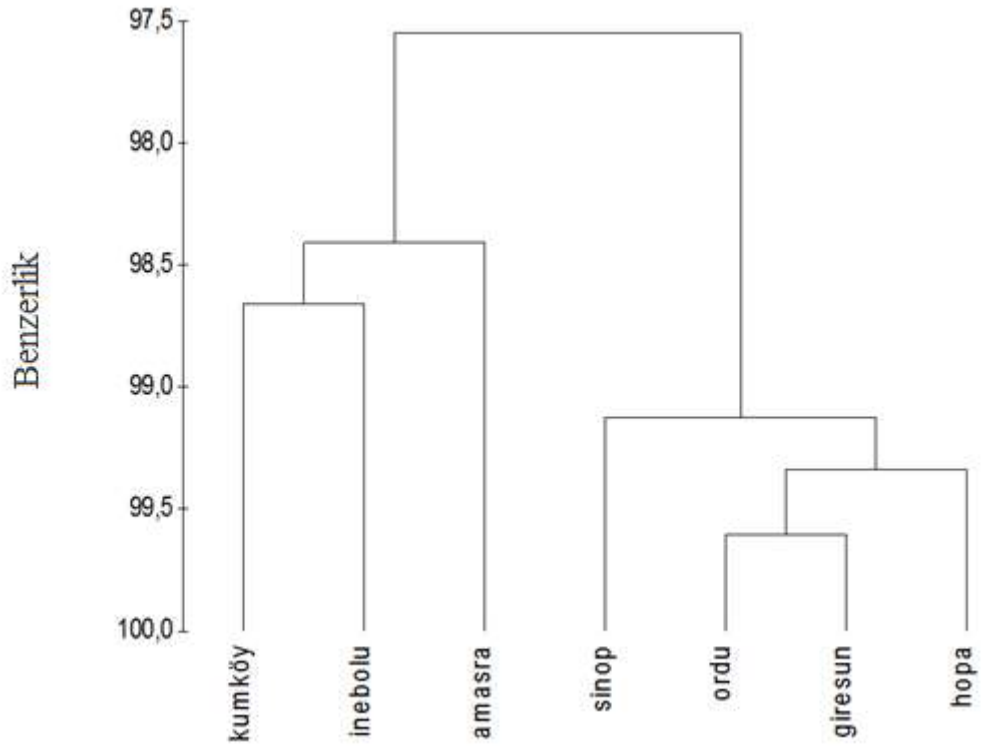
Karadeniz hemen hemen kapalı, İstanbul Boğazı ile Akdeniz'e dar bir kanal ile bağlanan orta enlem kuşağında (41^0-46^0 N) bulunan bir su havzasıdır. Asya ve Avrupa kıtalarının birbirine yaklaştığı bu bölgede, 40° 55' ve 46° 32' kuzey enlemleriyle, 27° 27' ve 41° 42' doğu boylamları arasında yer alır. Çalışmalarda, Karadeniz'in kıyı kesimlerinde bulunan sırasıyla batıdan doğuya doğru; Kumköy Meteoroloji istasyon müdürlüğü, Amasra Meteoroloji istasyon müdürlüğü, İnebolu Meteoroloji istasyon müdürlüğü, Sinop Meteoroloji istasyon müdürlüğü, Ordu Meteoroloji istasyon müdürlüğü, Giresun Meteoroloji istasyon müdürlüğü ve Hopa Meteoroloji istasyon müdürlüklerince ölçülmüş uzun yıllara ait meteorolojik veri setleri kullanılmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Çalışma bölgesi ve ölçüm istasyonları

Belirlenen istasyonlara ait meteorolojik veri setleri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından sağlanan gözlem, sayısal hava tahmin modelleri, uydu, radar verileri ile diğer meteorolojik gözlem verileri kalite kontrol ve format dönüşümleri yapıldıktan sonra arşivlenerek, Meteorolojik Veri Bilgi Sunum ve Satış Sistemi (MEVBİS) tarafından sağlanmıştır (http://mevbis.mgm.gov.tr). Grafikler ve istatiksel analizler (tek yönlü varyans analizi (ANOVA), linear regrasyon) Sigma Plot 11.0 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Çalışma alanında bulunan Meteoroloji Gözlem İstasyonlarından alınan veriler çerçevesinde benzerlik analizi yapılmıştır (PRIMER 5) (Şekil 7). Bu analizler sonucunda Kumköy, İnebolu ve Amasra'dan elde edilen meteorolojik veriler kendi aralarında benzer iklimsel özellikler gösterirken; Sinop, Ordu, Giresun ve Hopa'dan elde edilen meteorolojik veriler ise birbirleri arasında benzer iklimsel özellikleri göstermiştir. Yapılan benzerlik analizi neticesinde Karadeniz, iklimsel özelliklerine göre Batı ve Doğu Havzası olmak üzere iki farklı bölgeye ayrılmıştır (Şekil 8).



Şekil 7. Meteoroloji Gözlem İstasyonlarından Alınan Verilerin Benzerlik Analizi

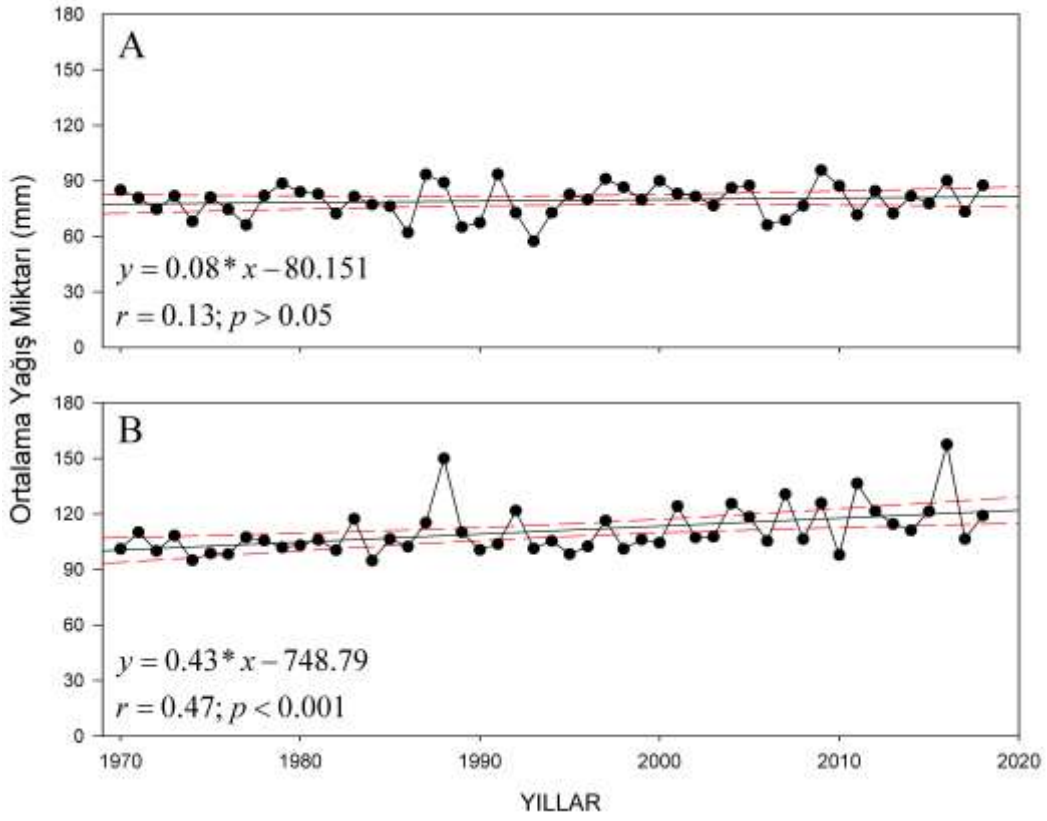


Şekil 8. Karadeniz'in iklimsel özelliklerine göre batı ve doğu havzası

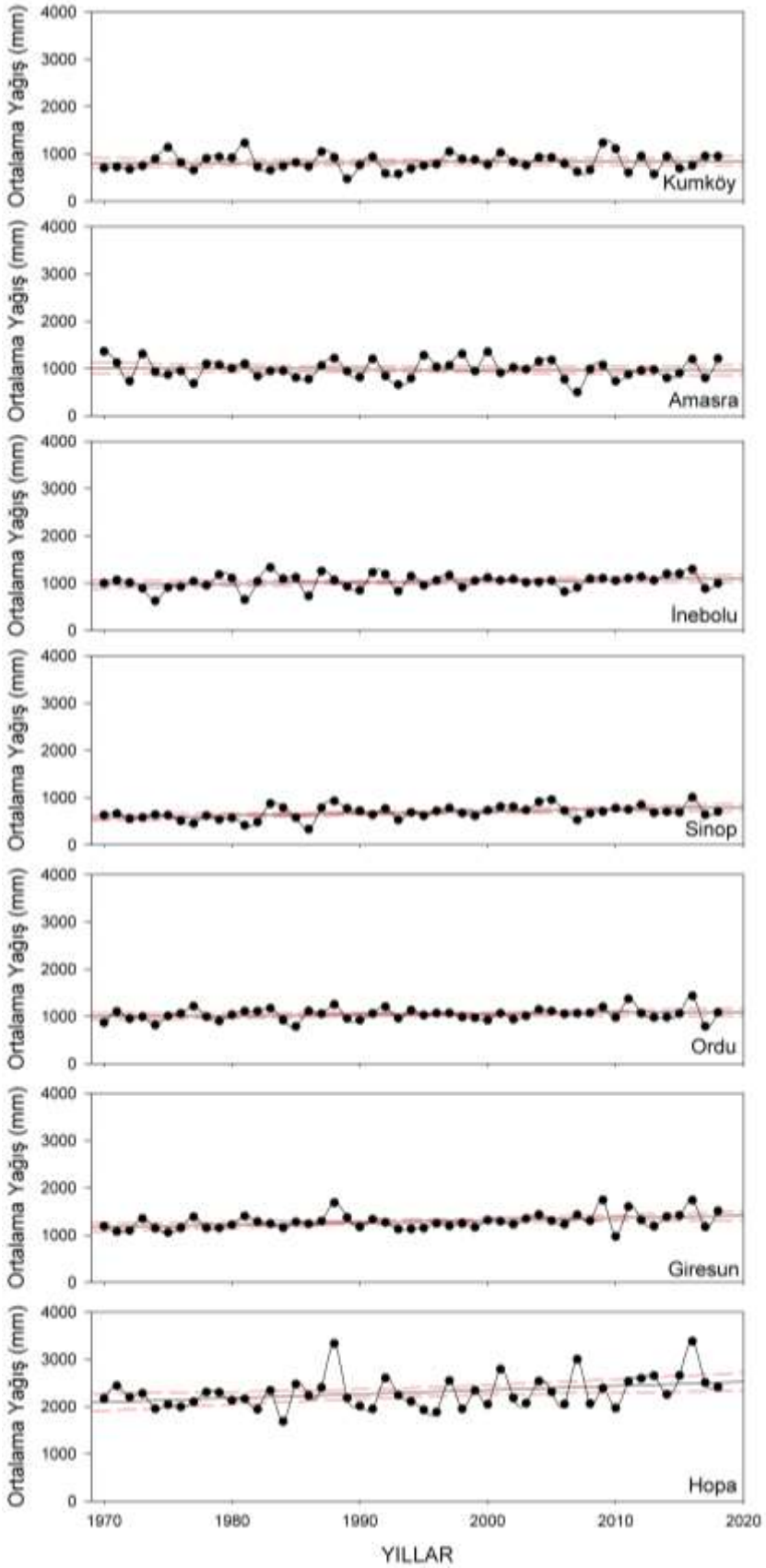
3. BULGULAR

3.1. Yağış Miktarları

Karadeniz'in uzun dönemli yağış miktarları verisi analiz edildiğinde son 49 yıl içerisinde yağış miktarında bir artış olduğu ancak bu artışın Doğu Havza hariç istatistik açıdan önemli olmadığı görülmüştür (Şekil 9). Yapılan regresyon analizleri yıllık bazda ortlama yağış miktarlarında 0,08-0,43 mm arasında bir artış olduğu ve genel olarak Doğu Havza'ya düşen toplam yağış miktarının Batı Havzadan yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ancak istasyonlara tek tek değerlendirildiğinde; yıllara göre düşen yağış miktarlarında önemli bir artış trendi tespit edilmemiştir, ancak Giresun ve Hopa istasyonlarında önemli artışlar görülmüştür (Şekil 10). Genel anlamda istasyonların ortalama yağış miktarları 1000 mm'nin altında kalırken Giresun ve Hopa istasyonlarında 1000 mm'nin çok üstünde hatta 2000 mm'lere kadar ulaştığı tespit edilmiştir.

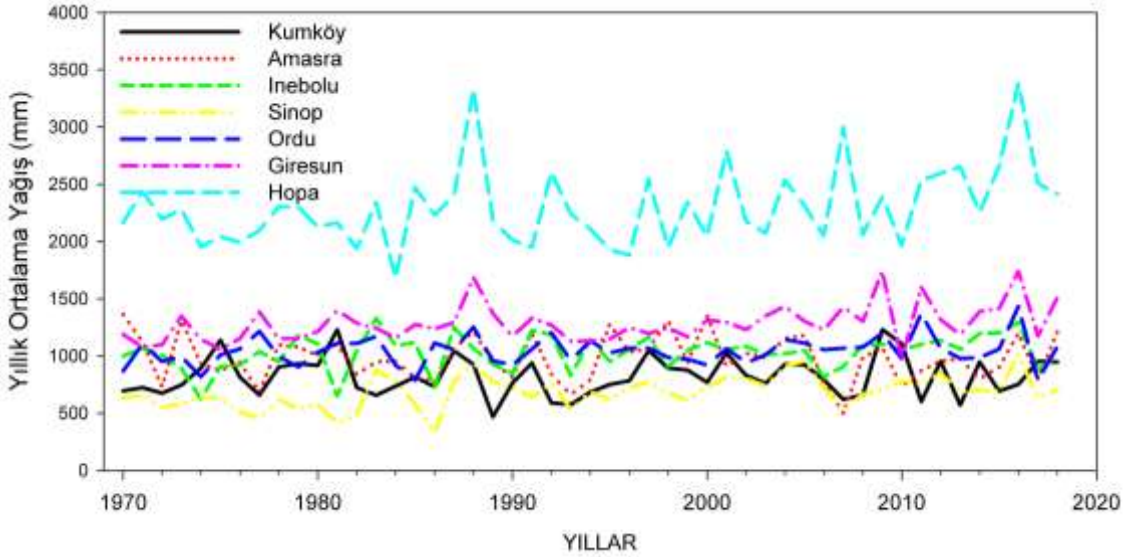


Şekil 9. Yıllara göre ortalama yağış miktarındaki değişim (A: Batı Havza, B: Doğu Havza).



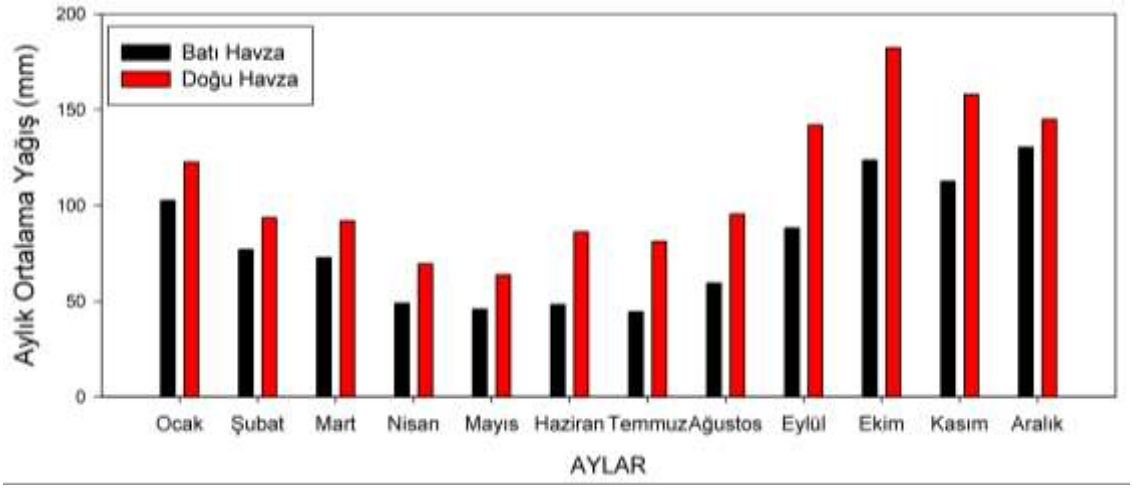
Şekil 10. Yıllara göre istasyonların ortalama yağış miktarındaki değişim

Uzun zaman serisi boyunca istasyonlara düşen toplam yağış miktarları 333 mm (Sinop, 1986) ile 3380 mm (Hopa, 2016) arasında değişim göstermiş (Şekil 11) ve yıllara göre istasyonlara düşen yağış miktarları arasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Kruskal-Wallis, $p<0,001$). Çalışma bölgesinde Hopa istasyonu (1685-3380 mm) diğer istasyonlara göre en fazla yağış alan istasyon olurken en az yağış alan istasyon Sinop (333-1009 mm) ve Kumköy (471-1231 mm) istasyonları olmuştur.



Şekil 11. Yıllara göre istasyonların toplam yağış miktarındaki değişim

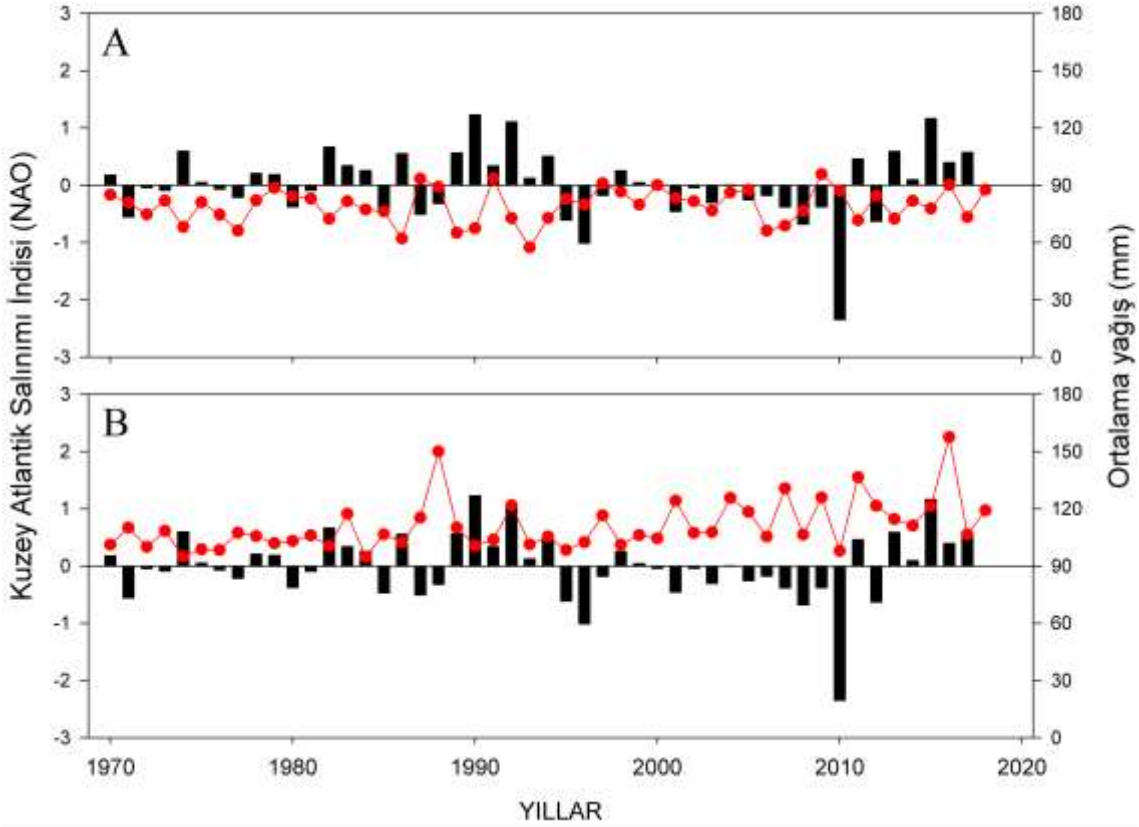
Çalışmanın yürütüldüğü dönem içerisinde aylık yağış ortalamalar açısından bir karşılaştırma yapıldığında Doğu Havza'nın ait aylık yağış ortalamalarının Batı Havza'dan yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 12) ve gözlemlenen bu farklılığın istatistiki olarak önemli olduğu görülmüştür (t-testi, $p<0,05$). Aylık ölçekte Batı Havza'da yağış miktarları 44 mm (Temmuz)-130 mm (Aralık) arasında değişim gösterirken Doğu Havza'da ise 64 mm (Mayıs)-182 mm (Ekim) arasında değişmiştir. Yağışların en düşük olduğu aylar genel anlamda Nisan-Mayıs-Haziran ayları olurken en yüksek yağışlar Eyül-Ekim-Kasım aylarında kaydedilmiştir.



Şekil 12. Aylık ortalama yağış miktarındaki değişim

3.2. Kuzey Atlantik Salınım İndisi (NAO İndex)

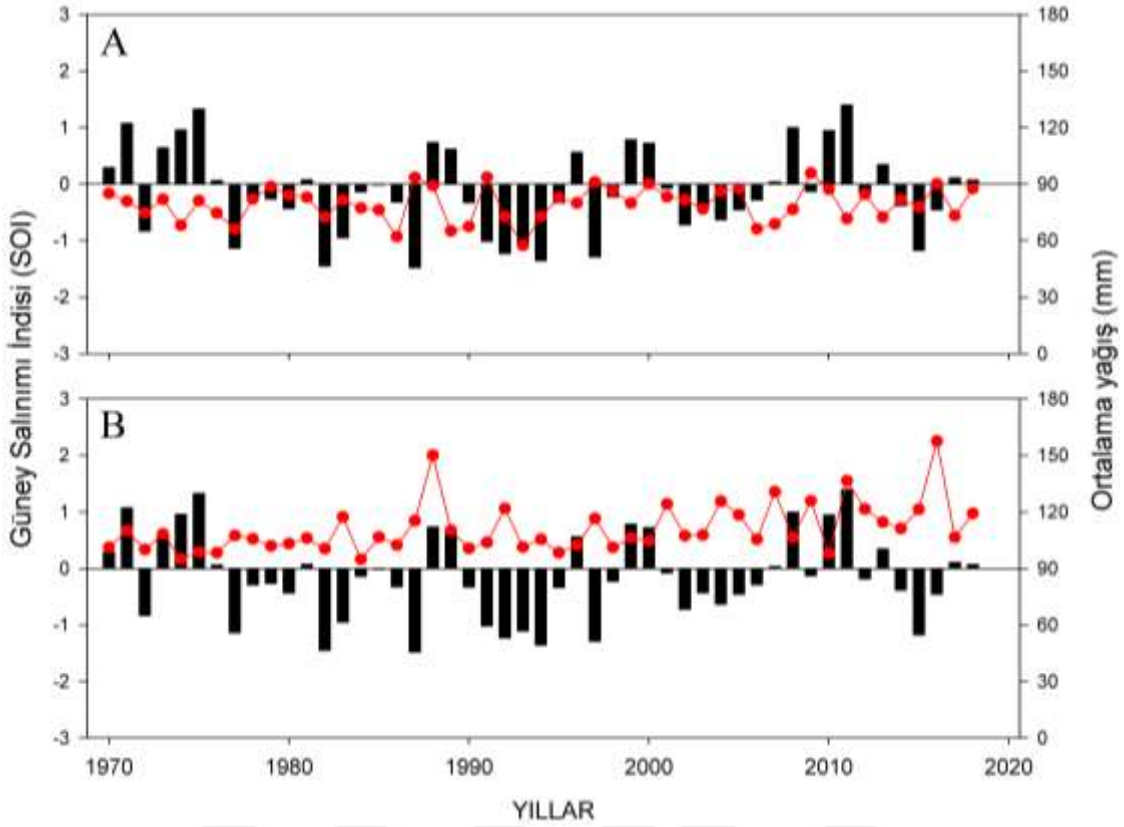
NAO indisi ile ortalama yağış miktarkları değerlendirildiğinde, her iki havzada da negatif ve düzensiz ilişkiler görülmektedir (Şekil 13). Batı Havzada 1980-1995 dönemi ve kısmen 2010 yılından sonra bir paralellik sözkonusu iken diğer dönemlerde ise negatif bir ilişki sözkonusudur. Doğu Havza ise 1985-1995 ve 2010-2018 dönemleri için benzer bir eğilim sergilerken ve diğer dönemlerde ise negatif bir ilişki sergilemiştir. Yapılan korelasyon analizlerinde Batı havza için NAO ile yağış miktarları arasında iststistik açıdan önemli ilişkiler (Spearman korelasyonu= -0,38; $p<0,05$) tespit edilmiştir.



Şekil 13. Ortalama Yağış Miktarı ile Kuzey Atlantik Salınım İndisi arasındaki ilişki (A: Batı Havza, B:Doğu Havza, Bar grafiği: NAO indeksi, Çizgi grafiği: Ortalama yağış).

3.3. Güney Salınımı İndisi (SO Index)

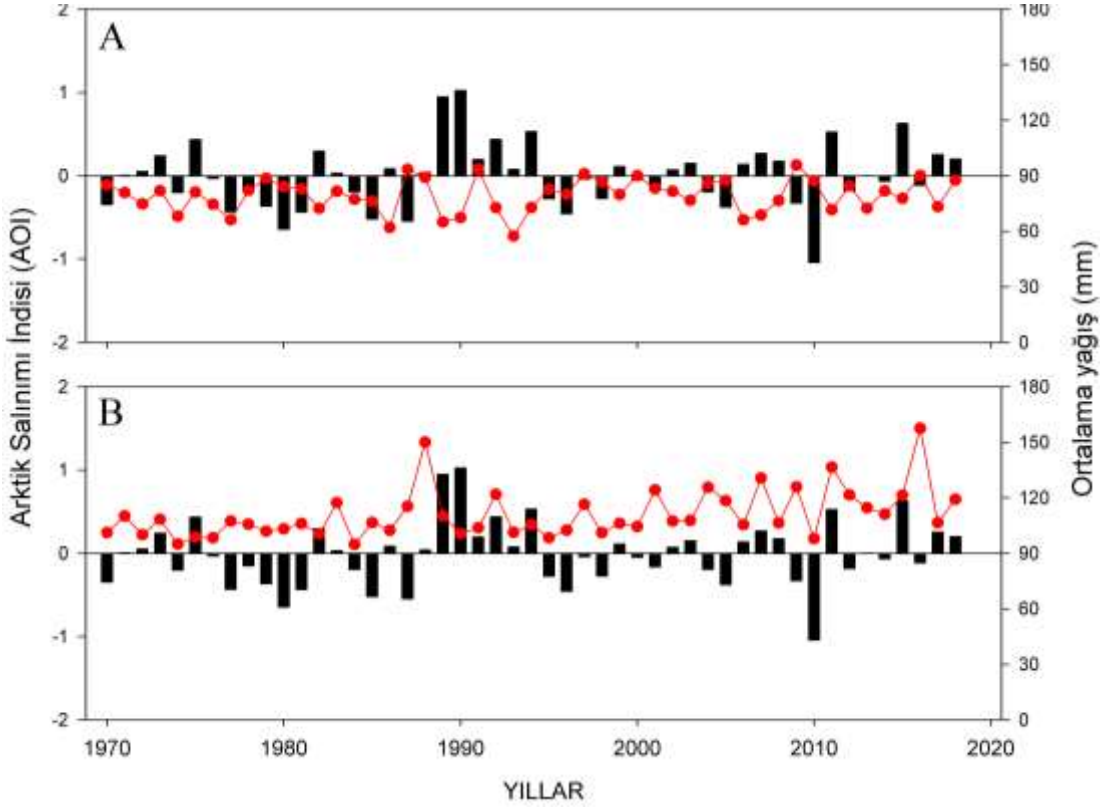
SO indisi ile her iki havza için ortalama yağış miktarları arasında düzensiz bir ilişki görülmektedir (Şekil 14). Spearman korelasyon analizi yağış mikatrı ile SO indisi arasında negatif ancak istatistiki açıdan önemli olmayan ilişkiler olduğunu ortaya koymuştur (Spearmen Korelasyonu, $p>0,05$).



Şekil 14. Ortalama Yağış Miktarı ile Güney Salınım İndisi arasındaki ilişki (A: Batı Havza, B:Doğu Havza, Bar grafiği: SO indeksi, Çizgi grafiği: Ortalama yağış).

3.4. Arktik Salınımı İndisi (AO Index)

AO indisi ile ortalama yağış miktarı ilişkilendirildiğinde, Batı Havzada 1990-2000'li yıllar arası hariç genel anlamda bir paralellik gösterdiği ve diğer dönemlerde ise negatif bir ilişki sergilediği tespit edilmiştir (Şekil 13). Doğu Havza ise 1990-1995 ve 2010-2018 dönemleri için benzer bir eğilim sergilerken ve diğer dönemlerde ise negatif bir ilişki sergilemiştir. Yapılan korelasyon analizlerinde Batı havza için AO ile yağış miktarları arasında iststistik açıdan önemli ilişkiler (Spearman korelasyonu= -0,48; $p<0,001$) tespit edilmiştir.

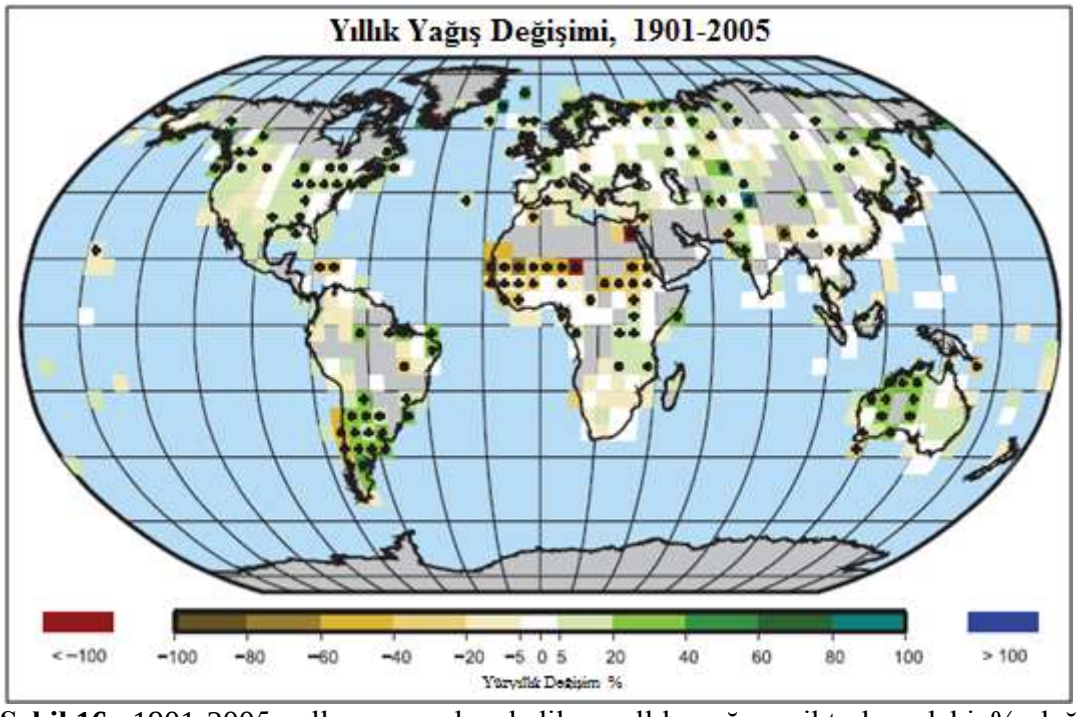


Şekil 15. Ortalama Yağış Miktarı ile Arktik Salınım İndisi arasındaki ilişki (A: Batı Havza, B:Doğu Havza, Bar grafiği: AO indeksi, Çizgi grafiği: Ortalama yağış).

4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

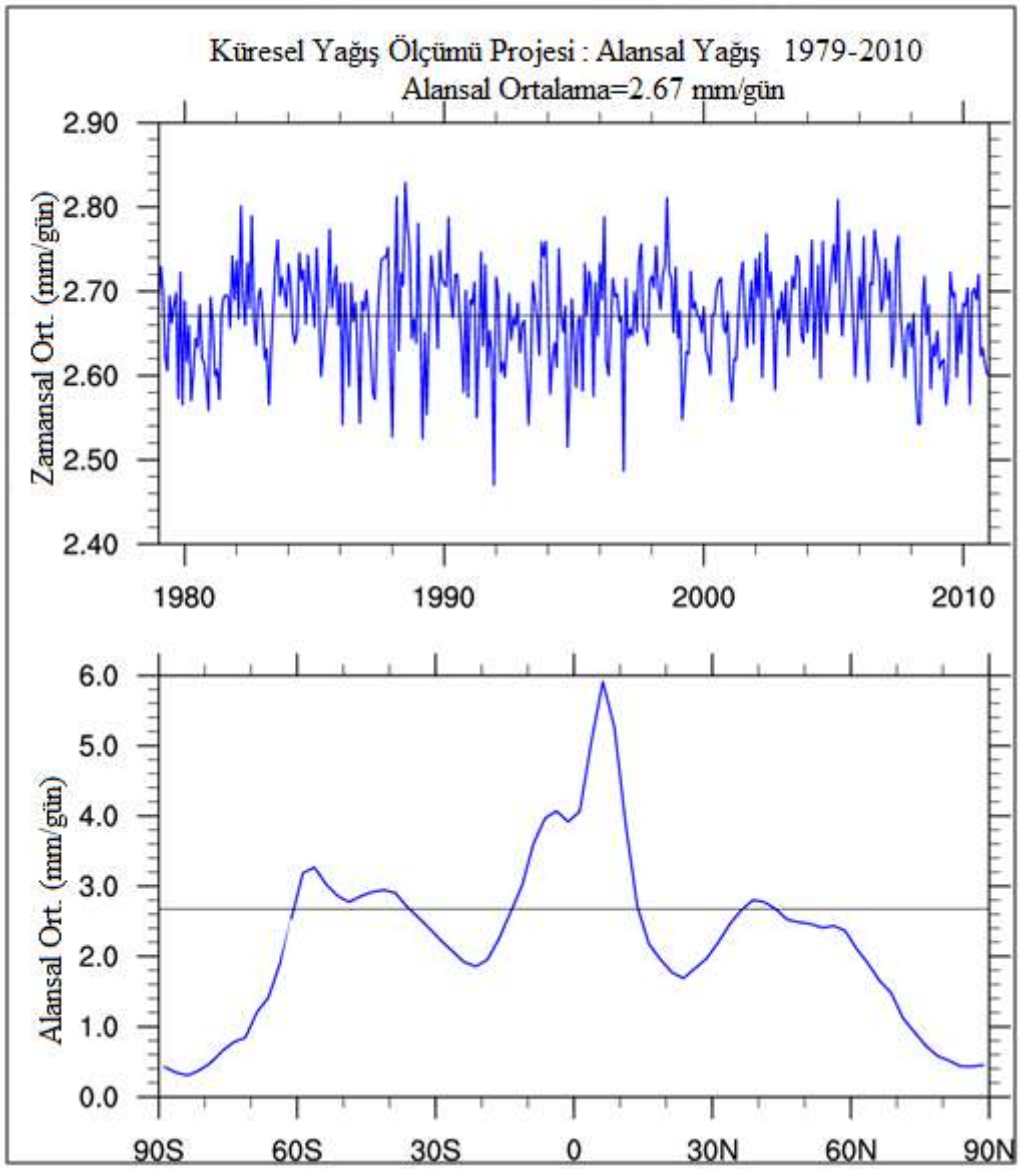
Bu çalışma kapsamında Karadeniz kıyılarında bulunan 7 adet meteoroloji gözlem istasyonundan alınan yağış veri setlerinde zaman içerisinde (1970-2018) bir değişim olup olmadığı araştırılmış ve elde edilden bulgular ikimsel salınım indisleri ile değerlendirilerek trend analizi uygulanmıştır.

Gerek küresel ve gerekse bölgesel ölçekte olsun iklim değişikliği beraberinde ekstrem hava olaylarının sıklığında, şiddetinde, gölgesel dağılışında, sürekliliğinde ve fenolojisinde değişiklikler olmasına deden olmaktadır. Örneğin, küresel yıllık yağış ortalamalarında alansal ve zamansal olarak önemli değişimler kaydedilmiştir (Trenberth vd., 2007). 1901-2005 dönemi için yıllık yağışlar miktarı kuzey yarımkürenin orta ve yüksek enlemlerinde yaklaşık % 5-10 arasında artış gösterirken, Akdeniz Havzasınında yer aldığı subtropikal kuşağın büyük bir bölümünde yaklaşık %30 dolaylarında azalımlar gözlenmiştir (Şekil 16). Türkiye'de ise özellikle Akdeniz yağış rejiminin etkili olduğu bölgelerde toplam yağış miktarlarında belirgin bir azalma eğilimi tahmin edilmektedir (Türkeş, 2012).



Şekil 16. 1901-2005 yılları arası kaydedilen yıllık yağış miktarlarındaki % değişim (Trenberth vd., 2007).

Başka bir çalışmada ise 1979-2010 dönemi için küresel yağış miktarını ortalama 2,67 mm/gün olarak rapor edilmiştir (Şekil 17, URL-4). Yağış miktarları yıllar içerisinde gerek alansal ve gerekse zamansal ölçekte önemli değişimler göstermiştir. Alansal olarak en fazla yağışı ekvator ve çevresi alırken an az yağışı yüksek enlemler almıştır. Kuzey yarım küre bahsi geçen zaman dilimi içerisinde ortalamanın altında yağış alırken Türkiye'nin de içinde yer aldığı coğrafi konum (36°-42° Kuzey) ise ortalamaya yakın ve artan miktarda yağış almıştır.

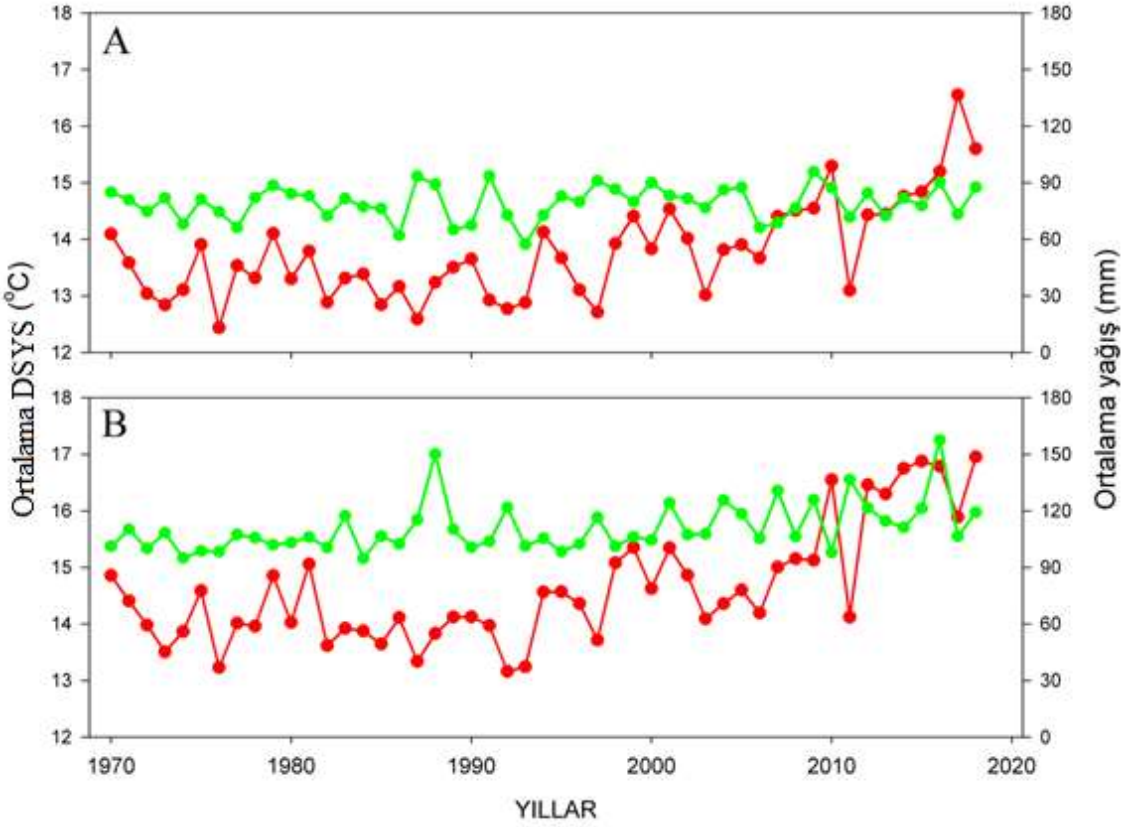


Şekil 17. 1979-2010 yılları arası kaydedilen günlük ortlama yağış miktarlarındaki alansal ve zamansal değişim (URL-4).

Mevcut çalışmada ise 1970-2018 dönemi için yıllık ortalama yağış miktarlarında yıllık 0,08-0,43 mm arasında bir artış olup bu değer 1979-2010 yılı için rapor edilen ortlamanın (2,67 mm) çok altındadır. Ancak yapılan analizler son dönemlerde özellikle yağış Doğu Havza'ya düşen toplam yağış miktarının Batı Havzadan yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Havzaların yıllık toplam yaşış miktarları değerlendirildiğinde Batı Havza 689-1149 mm (ortalama 953 mm) yağış alırken Doğu Havza 1137-1891 mm (ortalama 1330 mm) yağış almıştır.

İklimsel salınım indisleri ile yapılan regresyon analizleri neticesinde en iyi ilişki NAO ve AO ile Batı Havzasına ait yağış miktarları arasında elde edilmiştir. Güney salınım indisi ile istatistiki açıdan herhangi bir ilişki tespit edilememiş ve yağış verilerinin değerlendirilmesinde bölge için bir gösterge olamayacağı sonucuna ulaşılmıştır. Rodo vd. (1997), güney salınımı ve NAO'nun İber Yarımadası'ndaki yağış rejimine etki ettiğini rapor etmişlerdir. Aynı araştırma grubu NAO'nun etkisinin yirminci yüzyıl boyunca sürdüğünü ancak güney salınımının ise özellikle yirminci yüzyılın ikinci yarısından sonra etkili olduğunu belirtmiştir. Türkiye'nin yağış miktarları açısından güney salınımının güney kesimlerinde değişimlere neden olduğunun ve bu bölgelerde kış mevsiminde yağışlarda azalmaların olacağını öngörmektedirler (Kadioglu vd.,1999). NAO, Türkiye iklimini, özellikle yağışlı dönemler olan kış ve ilkbahar aylarında etkileyen bölgesel ölçekte bir salınım sistemdir. Bu anlamda Türkiye'de yağış/kuraklık olaylarını da etkileyen bir salınım olarak değerlendirilmelidir.

Diğer taraftan DSYS ile yağış verileri arasında gerçekleştirilen korelasyon analizleri istatistiki açıdan anlamlı ve pozitif sonuçlar ortaya koymuştur (Şekil 17). Benzer şekilde IPCC (2001) raporuna göre son yıllarda sıcaklıklarda tespit edilen 0.6^0C artışın yağışlarda düzensizliğe ve yağış miktarlarında % 1'lik artışa neden olacağını öngörmektedir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar da sıcaklık ve yağış arasındaki ilişkiyi doğrulamaktadır.



Şekil 18. 1970-2018 döenmi için DSYS ile yıllık yağış miktarları arasındaki ilişki (A: Batı Havza, B: Doğu Havza).

Türkeş vd. (2007), iklim değişikliğinin en belirgin ve göreli olarak daha kolay belirlenen sonuçlarından birisi olan küresel ısınmanın Türkiye'de etkili olduğunu rapor etmiştir. Türkiye'de yıllık yağış miktarı ve yağış yoğunluğu miktarlarında özellikle Akdeniz ve Karadeniz yağış rejimi bölgelerinde kuvvetli azalmalar olacağı öngörülmektedir. Aksine mevcut çalışmada 1970-2018 dönemi içerisinde çalışma bölgesinde yağış miktarlarının ve özellikle de Doğu Havza'da önemli oranda arttığı tespit edilmiştir. Bu artış 2000'li yıllardan sonra kendini daha da hissettirmiştir.

IPCC tarafından yayınlandığı 5. rapora (AR5) göre Türkiye'nin de içinde bulunduğu bölgeyle ilgili farklı senaryolar kullanılarak yapılan çalışmalarda yağış miktarları Türkiye'nin güney kısımlarında azalacaktır. Kuzey ve özellikle kuzeydoğu kısımlarında ise bir miktar artabilir (Şen, 2013). Rapor bulguları mevcut çalışmadan elde edilen sonuçlarla tutarlılık göstermektedir.

5. ÖNERİLER

Sonuç olarak, bu çalışma sonucunda elde edilen bulgular çalışma bölgesinde önemli değişimlerin olduğunun bir göstergesidir. Ancak bunu kesin olarak söyleyebilmek için bölgenin çok daha yönlü (multi-disipliner) olarak çalışması gerekliliği sonucuna varılmakta olup ve bu bulguların ileriye dönük çalışmalara ışık tutacağı inancını taşımaktayım. Aynı zamanda Karadeniz sahip olduğu kendine has dinamikleri ile sürekli izlenmesi gereken bir deniz özelliğindedir. Diğer taraftan ülkemiz balıkçılığı açısından da büyük bir önem taşımaktadır.

Bulunan sonuçlar akış ve sıcaklık gibi iklim değişiminin diğer önemli meteorolojik paramerteleri ile kıyaslanarak genel bir iklim değişimi olup olmadığı konusunda yorum yapılabilecektir.

Bütün dünyada özellikle son yıllarda iklim değişimini araştırılmasına yönelik çalışmalar giderek artmaktadır. Ülkemizde de bu çalışmaların artması hali hazırda var olan kaynakların ve ileride yapılacak projelerin belirlenmesinde etkili olacaktır. Gelecekte iklim sisteminde meydana gelebilecek olası değişikliklerin boyutları ve etkilerinin kestirilmesi, uyum çabaları, uyum araçları ve politikaların geliştirilmesi için iklim simülasyonlarının rolü ve önemi artmaktadır.

KAYNAKLAR

Bayazıt, M., 1998. Hidroloji. İTÜ İnsaat Fakültesi matbaası, İstanbul, 228 s.

Cullen, H.M. and Menocal, P.B., 2000. North AtlanticInfluence on Tigris-Euphrates Streamflow. International Journal of Climatology, 20, 853-869.

Demir, İ., Gönül, K., Mustafa, C. ve Utku, S., 2008. Türkiye'de Maksimum, Minimum ve Ortalama Hava Sıcaklıkları ile Yağış Dizilerinde Gözlenen Değişiklikler ve Eğilimler. TMMBO İklim Değişimi Sempozyomu Bildiriler Kitabı, Ankara 13-14 Mart 2008, TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası, Ankara 2008, 69-84.

Doğan, E., Gönenç, E., Örmeci, İ., Müftüoğlu, H., Yüce, O. ve Türker, A., 1996. Uzaktan Algılama Yöntemi İle Tuna Nehri Bağlantılı Karadeniz İstanbul Boğazı Kirlenme Araştırması Sonuç Raporu, İSKİ.

Hurrel, J.W., 1995. Decadal trends in the North Atlantic Oscillation and relationships to regional temperature and precipitation. Science, 269, 676-679.

IPCC, 2001. Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, U.K.

Kadıoğlu, M., Toros, H. ve Kurtulus, B., 1994. Küresel Isınma ve Türkiye' de Yağıs Trendleri. T.C. Bayındırlık ve İskan Bak. DSİ Genel Müd., 40. Kurulus Yılı, Su ve Toprak Kaynaklarının Gelistirme Konferansı Bildirileri, Cilt. 1, Ankara, 467–476.

Kadioglu, M., Tulunay, Y. ve Borhan, Y., 1999. Variability of Turkish precipitation compared to El Nino events. Geophysical Research Letters, 26, 1597-1600. DOI 10.1029/1999.900.305.

Ölgen, M., 2010. Türkiye'de Yıllık ve Mevsimsel Yağış Değişkenliğinin Alansal Dağılımı, 19, 85-89.

Öztekin, T., 2011. Samsun, Sinop, Ordu ve Tokat İlleri Günlük En Yüksek Yağışları için En Uygun Dağılımların Belirlenmesi, Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 26, 194-202.

Rodo, X., Baert, E. and Comin, F., 1997. Variations in seasonal rainfall in Southern Europe during the present century, relationships with the North Atlantic Oscillation and the El Niño-Southern Oscillation. Climate Dynamics, 13, 275-284.

Sen, O., 1988. Variations of Aerosols at Izmir, Turkey Determinde by Neutron Analysis, Atmos. Environ. 22,795-801. Platt, T. and Sathyendranath, S., 2005. Modelling Marine Primary Production, EU-JRC Ocean Color Course Notes, Italy, 282 s.

Şensoy, S., Demircan, M., Ulupınar, Y. ve Balta, İ., 2008. Türkiye İklimi, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, P.O. Box 401, Ankara, Türkiye.

Tatlı, H., Dalfes N. and Menteş, S., 2004. A statical Downscaling Method for Monthly Total Precipitation Over Turkey. International Journal of Climatology, 24 (2), 161- 180. DOI 10.1002/joc.997.

Trenberth, K.E. and Jones, P.D., 2007. Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Eds. S. Solomon, et al.), Cambridge University Press, Cambridge.

Türkes, M., 1996. Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey. International Journal of Climatology 16, 1057–1076.

Türkeş, M., 1998. İklimsel Değisebilirlik Açısından Türkiye'de Çöllesmeye Eğilimli Alanlar. DMİ/İTÜ II. Hidrometeoroloji Sempozyumu Bildiri Kitabı, 45-57, T.C. Basbakanlık Devlet Meteoroloji İsleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

URL-1, 2019. https://www.windows2universe.org/earth/climate/nao.html&edu=high (25 Ağustos 2019).

URL-2, 2019. http://theweathercentre.blogspot.com/2013/08/arctic-oscillation-2013-2014-winter.html (15 Haziran 2019).

URL-3, 2019. https://www.allstate.com/blog/what-el-nino-la-nina-mean/ (23 Ağustos 2019).

URL-4, 2019. https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/gpcp-monthly-global-precipitation-climatology-project (11 Temmuz 2019).

Yılmaz, F., 2008. Antalya'nın günlük yağış Özellikleri ve şiddetli yağışların Doğal Afetler Üzerine Etkisi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt 10, Sayı 1, 45-69.

ÖZGEÇMİŞ

13.01.1988'de Ankara'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Ankara'da tamamladıktan sonra 2006 yılında Trabzon Meydan Meteoroloji Müdürlüğü'nde Rasatçı olarak göreve başlamıştır ve aynı birimde meslek hayatına devam etmektedir. 2009 yılında Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi Tarım Önlisans Programından mezun olmuştur. 2015 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri Fakültesi Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği'nde lisans öğrenimini tamamlamıştır. Halen Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine devam etmektedir.