

**KUZEY ATLANTİK SALINIMININ HİDROLOJİK  
DEĞİŞKENLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİ**

**Sibel HIZARCIOĞLU**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Yrd. Doç. Dr İbrahim CAN**

**2010**

**Her hakkı saklıdır**

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KUZEY ATLANTİK SALINIMININ  
HİDROLOJİK DEĞİŞKENLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Sibel HIZARCIOĞLU

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ERZURUM

2010

Her hakkı saklıdır

Yrd.Doç.Dr. İbrahim CAN danışmanlığında Sibel HIZARCIOĞLU tarafından hazırlanan bu çalışma 28/01/2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç.Dr.Reşat ACAR.

İmza : 

Üye : Yrd.Doç.Dr. İbrahim CAN

İmza : 

Üye : Yrd.Doç.Dr. Vahdettin TOSUNOĞLU

İmza : 

Üye : .....

İmza :

Üye : .....

İmza :

**Yukarıdaki sonucu onaylarım**

.....

**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### KUZHEY ATLANTİK SALINIMININ HİDROLOJİK DEĞİŞKENLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Sibel HIZARCIOĞLU

Atatürk Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. İbrahim CAN

Bu çalışmada, Kuzey Atlantik Salınımı'nın yağış, akış, buharlaşma gibi hidrolojik değişkenlere etkisini araştıran yerli ve yabancı bilimsel çalışmalar derlenmiş ve Kuzey Atlantik Salınımı'nın ülkemizdeki bazı akarsu havzalarında ölçülen pik debiler üzerinde tesirinin olup olmadığı araştırılmıştır. Bunun için Türkiye genelindeki 32 adet akım gözlem istasyonunda ölçülen yıllık maksimum akım değerleri kullanılmıştır. Elde edilen akım değerlerine Student t testi ve Mann-Whitney U testi uygulanarak Kuzey Atlantik Salınımı ile maksimum akım değerleri arasında bir ilişkinin olup olmadığı incelenmiştir. Çalışmada kullanılan veriler Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) Akım Gözlem Yıllıklarındaki kayıtlardan alınmıştır.

Yapılan istatistiki analizler sonucunda (316, 706, 712, 713, 1401, 1905, 1907) numaralı akım gözlem istasyonlarının (1974-2000) yılları arası pik debilerinde (1955-1973) yılları arası pik debilerine göre istatistiki olarak önemli azalma olduğu belirlenmiştir. Türkiye'de Kuzey Atlantik Salınımı negatif evredeyken (1955-1973) yağışlı iklim şartları, Kuzey Atlantik Salınımı pozitif evredeyken (1974-2000) ise kurak iklim şartları hakim olduğu için bu akım gözlem istasyonlarında gözlenen pik debilerin Kuzey Atlantik Salınımı'ndan etkilenmiş olabileceği yargısına varılmıştır.

**2010, 58 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Kuzey Atlantik Salınımı, hidrolojik değişkenler, pik debi

## **ABSTRACT**

Ms Thesis

Sibel HIZARCIOĞLU

Ataturk University

Graduate school of Natural and Applied sciences

Department of Civil Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. İbrahim CAN

The North Atlantic Oscillation rainfall, flow, evaporation hydrological variables, such as researching the effect of domestic and foreign scientific studies compiled and some river basins on the measured peak flow of whether effect in our country as North Atlantic Oscillation were investigated in this study. This flow of 32 observation stations across Turkey for the annual maximum current values measured are used. Current values obtained from Student t test and Mann-Whitney U test by applying any relationship between the North Atlantic Oscillation and the maximum current value of whether has examined. The data as used in this study has taken from the current records of Electrical Power Resources Survey Administration (EIE) Annual Observation.

Made as a result of statistical analysis, numbered (316, 706, 712, 713, 1401, 1905, 1907) current observation stations, between the years of (1974-2000), the peak flow were determined to be statistically significant decrease according to the years between (1955-1973). North Atlantic Oscillation in Turkey when the negative phase (1955-1973) rainy weather conditions, the North Atlantic Oscillation phase, while positive (1974-2000) dominated the arid climatic conditions, this current is observed at the observation station of the peak flow from the North Atlantic Oscillation may have influenced the judiciary has been reached.

**2010, 58 pages**

**Keywords:** North Atlantic Oscillation, hydrologic variables, max. discharge

## TEŞEKKÜR

Bu alıŐma sűresince her tűrlű yardım ve desteęini esirgemeyen tez danıŐmanım Sayın Yrd. Doę. Dr. İbrahim CAN'a itenlikle teŐekkűrlerimi sunarım.

Yűksek lisans alıŐmamı her zaman ve her konuda yanımda olan, desteklerini hibir zaman esirgemeyen aileme ve zellikle anneme ithaf ediyorum.

Sibel HIZARCIOğLU

Ocak 2010

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
KISALTMALAR .....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	ix
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1. Geniş Ölçekli Bağlantı (Teleconnection) .....	7
1.2. Bazı Önemli Salınımlar .....	8
1.2.1 El Nino salınımı / (El Nino South Oscillation, ENSO) .....	8
1.2.2. Güneyli salınım / (South Oscillation, SO) .....	10
1.2.3. Arktik salınım (Arctic Oscillation, AO) .....	11
1.2.4. Kuzey Atlantik salınımı (North Atlantic Oscillation, NAO).....	11
1.2.4.a. Kuzey Atlantik salınım indisi .....	14
1.2.4.b. Kuvvetli (pozitif) Kuzey Atlantik Salınım evresi.....	16
1.2.4.c. Zayıf (negatif) KAS evresi.....	18
<b>2.KAYNAK ÖZETLERİ.....</b>	<b>21</b>
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM .....</b>	<b>28</b>
3.1 Materyal.....	28
3.2 Yöntem .....	37
3.2.1. Çalışmada kullanılan istatistiki testler .....	38
3.2.1.a. Değişkenliğin (varyansların) sınanması F (Fisher) testi .....	38
3.2.1.b. Ortalamaların sınanması student t testi.....	39
3.2.1.c. Mann–Whitney U testi.....	40
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI .....</b>	<b>43</b>
4.1.Anderson Darling Normalite Testi ve Sonuçları .....	43
4.2. F (Fisher) Testi ve Sonuçları .....	44
4.3. Student t Testi ve Sonuçları.....	45

4.4. Mann–Whitney U Testi ve Sonuçları .....	48
<b>5. TARTIŞMA ve SONUÇ .....</b>	<b>53</b>
KAYNAKLAR .....	56
ÖZGEÇMİŞ ... ..	



## SİMGELER DİZİNİ

$d_f$	Serbestlik derecesi
F	Fisher testi F değeri
max.	Maksimum
min	Minimum
m	Metre
$m^3$	Metreküp
N	Herhangi bir gruptaki eleman sayısı
$N^*$	1. ve 2. Grup toplam eleman sayısı
$n_1$	1. Örnek eleman sayısı
$n_2$	2. Örnek eleman sayısı
p	Olasılık
$R_1$	1. Örneğin rank değeri
$R_2$	2. Örneğin rank değeri
s	Saniye
s	Standart sapma
$s^2$	Varyans
$S_e$	Standart sapma
$S_1$	1. Örneğin standart sapması
$S_2$	2. Örneğin standart sapması
$S_u$	Standart sapma
<b>t</b>	Herhangi bir rank seviyesinde birbirine eşit olan değerlerin sayısı
t	Student t testi hesaplanan t değeri
$t_0$	Student t testi kritik değer
U	Mann-Whitney U istatistiği
$U_1$	1. Örneğin U istatistiği
$U_2$	2. Örneğin U istatistiği
z	Mann-Whitney U testi kritik değer
$\bar{X}_1$	1. Grup ortalaması
$\bar{X}_2$	2. Grup ortalaması

## KISALTMALAR

AO	Arctic Oscillation
EİE	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
ENSO	El-Nino South Oscillation
GAP	Güneydoğu Anadolu Projesi
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KAS	Kuzey Atlantik Salınımı
NAO	North Atlantic Oscillation
PDO	Pacific Decadal Oscillation
SO	South Oscillation

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil 1.1.</b>	KAS'nın meydana geldiği bölgeyi gösteren harita .....	13
<b>Şekil 1.2.</b>	1864–2000 yılları arası Aralık-Mart aylarına ait KAS indisi değişimi .....	15
<b>Şekil 1.3.</b>	Kuvvetli (pozitif) Kuzey Atlantik Salınımı evresi .....	16
<b>Şekil 1.4.</b>	Kuvvetli KAS evresi, alçak ve yüksek basınç merkezleri.....	17
<b>Şekil 1.5.</b>	Zayıf (negatif) Kuzey Atlantik Salınımı evresi.....	18
<b>Şekil 1.6.</b>	Zayıf (negatif) KAS evresi, alçak ve yüksek basınç merkezleri .....	19
<b>Şekil 1.7.</b>	Kuzey yarımkürede kuvvetli ve zayıf KAS evreleri yaşanırken görülen hava koşulları .....	19
<b>Şekil 3.1</b>	Çalışmada kullanılan akım gözlem istasyonlarının yer bulduru haritası .....	35
<b>Şekil 3.2.</b>	Yıllık Kuzey Atlantik Salınım indisleri değişim tablosu .....	36
<b>Şekil 4.1.</b>	706 no.lu akım gözlem istasyonuna ait max. debinin yıllara göre değişimi .....	47
<b>Şekil 4.2.</b>	1401 no.lu akım gözlem istasyonuna ait max. debinin yıllara göre değişimi .....	47
<b>Şekil 4.3.</b>	1907 no.lu akım gözlem istasyonuna ait max. debinin yıllara göre değişimi .....	48
<b>Şekil 4.4.</b>	316 no.lu akım gözlem istasyonuna ait max. debinin yıllara göre değişimi .....	50
<b>Şekil 4.5.</b>	712 no.lu akım gözlem istasyonuna ait max. debinin yıllara göre değişimi .....	51
<b>Şekil 4.6.</b>	713 no.lu akım gözlem istasyonuna ait max. debinin yıllara göre değişimi .....	51
<b>Şekil 4.7.</b>	1905 no.lu akım gözlem istasyonuna ait max. debinin yıllara göre değişimi .....	52
<b>Şekil 4.8.</b>	Kuzey Atlantik Salınımı'ndan etkilenen akım gözlem istasyonlarının yer bulduru haritası.....	54

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b>Çizelge 3.1.</b> Çalışmada kullanılan akım gözlem istasyonları ve ait oldukları akarsu Havzaları .....	28
<b>Çizelge 3.2.</b> Çalışmada kullanılan akım gözlem istasyonları koordinatları ve diğer özellikleri.....	29
<b>Çizelge 3.3.</b> Çalışmada kullanılan (101, 302, 311, 314, 316, 321, 701) no.lu akım gözlem istasyonlarına ait (1955-2000) yılları arası pik debi değerleri ....	30
<b>Çizelge 3.4.</b> Çalışmada kullanılan (706, 712, 713, 809, 902, 1203, 1221) no.lu akım gözlem istasyonlarına ait (1955-2000) yılları arası pik debi değerleri .....	31
<b>Çizelge 3.5.</b> Çalışmada kullanılan (1222, 1237, 1302, 1401, 1413, 1414, 1501) no.lu akım gözlem istasyonlarına ait (1955-2000) yılları arası pik debi değerler.....	32
<b>Çizelge 3.6.</b> Çalışmada kullanılan (1801, 1905, 1906, 1907, 2006, 2009, 2131) no.lu akım gözlem istasyonlarına ait (1955-2000) yılları arası pik debi değerleri.....	33
<b>Çizelge 3.7.</b> Çalışmada kullanılan (2218,2603,2605,2610) no.lu akım gözlem istasyonlarına ait (1955-2000) yılları arası pik debi değerleri .....	34
<b>Çizelge 4.1.</b> Çalışmada kullanılan 32 adet akım gözlem istasyonuna ait pik debi değerlerine uygulanan Anderson Darling Normalite testi sonuçları.....	43
<b>Çizelge 4.2.</b> Normal dağılım gösteren 9 adet akım gözlem istasyonuna ait (1955–1973) ile (1974–2000) yılları arası pik debi değerlerine uygulanan F (Fisher) testi sonuçları .....	45
<b>Çizelge 4.3.</b> Normal dağılım gösteren 9 adet akım gözlem istasyonuna (1955–1973) yıllarının pik debilerinin ortalamasının, (1974–2000) yıllarının pik debilerinin ortalamasından büyük olduğu hipotezi için uygulanan student t testi sonuçları.....	46
<b>Çizelge 4.4.</b> Normal dağılım göstermeyen akım gözlem istasyonlarında ölçülen pik debi değerlerine uygulanan Mann – Whitney U testi sonuçları.....	49
<b>Çizelge 4.5.</b> (1955–1973) yılları pik debi değerleri (1974–2000) yılları arasında pik debi değerlerinden istatistiki olarak büyük olan akım gözlem istasyonları, bağlı oldukları havzalar ve Mann–Whitney U testi sonuçları.....	49

## 1. GİRİŞ

Çok geniş alanlarda sürekli olmayan atmosfer hareketinin bir sonucu olan geniş ölçekli salınımlar (basınç dalgalanmaları) dönemsel karaktere sahip iklim anomalileridir. Bu olay birbirinden binlerce kilometre uzakta bulunan bölgelerde sıcaklık ve nemlilik bakımından zıt koşulların ortaya çıkmasını sağlar. Azor adaları üzerinde egemen yüksek basınç merkezi ile Görnland ve İzlanda üzerinde egemen alçak basınç merkezi arasındaki geniş ölçekli atmosferik basınç dalgalanması olarak tanımlanan Kuzey Atlantik Salınımı jet akımlarının yerinde ve şiddetinde fırtına hatlarında geniş ölçekli meridyonel ve zonal sıcaklık ve nem transferinde değişiklikler meydana getirir.

Yeryüzünde insanın var olabilmesi için iklimin elverişli şartlarda olması ve onun bir parçası olan su kaynaklarının yeterince bulunması gereklidir. Özellikle dünya atmosferi, canlıların hayatlarını sürdürebilmesi için değişik kimyasal bileşiklerini uygun ortamlarda bir arada tutarak, bu canlılığın sürmesine meydan vermektedir. İklimin en önemli bileşenleri atmosferdeki kimyasal terkip ile bunun hareketini sağlayan güneş ışınımı enerjisi ve bu ışınımın yeryüzü ile olan etkileşimleridir. Atmosferin, değişik insan faaliyetlerinden meydana gelen salgıları (emisyon) içine alarak hazmetmesi gerekir. Ancak bu hazmetme sürecinde bir doyumluk veya ona yakın durumlar ortaya çıkarsa, denge konumunda rahatsızlıklar belirir. Bunun sonucunda sadece atmosfer değil, onunla doğrudan ilişki içinde bulunan canlılar ve ilk aşamada bunların hayatlarını devam ettirmek için gerekli olan su kaynaklarında azalma veya bazı bölgelerde gerektiğinden fazla çoğalma, su kalitesinde değişme veya kuraklığın hakim hale gelmesi gibi durumlar dolayısıyla önemli etkiler ortaya çıkabilir (Şen 2009).

İklim, yeryüzünün belli bir yerinde gözlenen atmosferik değişkenlerin uzun süreli ortalama durumudur. Ancak iklim, yalnızca ortalamaya yakın şartları değil istatistiksel olarak anlamlı değişimleri de içerir. Bu kapsamda iklim, atmosferik parametrelerin anlık değerleri olarak tanımlanan hava durumundan belirgin bir şekilde ayrılır. Bir bölgenin iklimini tanımlarken sıcaklık, yağış, rüzgâr yönü ve şiddeti, bağıl nem, deniz seviyesi

basıncı vb. gibi atmosferik değişkenlerin tercihan en az 30 yıllık istatistiksel değerleri kullanılmalıdır. İklim değişikliğini de günlük değişimlerle değil, uzun yıllar boyunca gözlenen anlamlı değişikliklerle ifade etmek gerekir. Örneğin, bir bölgede 24 saat süresince gözlenen çok şiddetli ekstrem bir sağanak yağış, iklim değişimi değil, bir hava durumu olayıdır. Ancak bu tür ekstrem hava durumu olayları, iklim değişikliğinin bir sonucu veya ürünü olabilir veya bölgesel iklim değişimi neticesinde meteorolojik afetlerin frekansında bir artma gözlenebilir (Şen 2009).

İklim değişikliği yerkürenin yaklaşık 4,5 milyar senelik tarihi boyunca değişik zamanlarda atmosfer kimyasının farklılaşmasıyla ortaya çıkmıştır. Doğal iklim değişiklikleri bugüne kadar insanların ihtiyacı olan teneffüs edilebilen hava, tatlı su kaynakları, petrol, kömür yatakları ve diğer yeraltı ve yerüstü servetlerinin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Mesela basit bir düşünce olarak dünya 4,5 milyar senelik ömrü boyunca bugüne kadar hiç iklim değişikliğine maruz kalmamış olsaydı, her şey ilk yaratıldığı biçimde ve miktarda kalacak ve yeryüzünde hayatın sürmesi mümkün olmayacaktı (Şen 2009).

İklim değişikliği gıda üretimini, içme suyu kaynaklarını ve sürdürülebilir kalkınmayı dünya çapında tehdit etmektedir. Yükselen deniz seviyesi, aşırı hava olayları ve kuraklık etkilerden sadece birkaçıdır ve özellikle az gelişmiş ülkelerde yaşayan milyonlarca insanı olumsuz etkilemektedir. Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli raporu (IPCC 2001) küresel ısınmanın başlıca insan faaliyetlerinden kaynaklandığına bir realite olduğunu ve bu ısınmanın hızlanacağını gösteren elde korkutucu veriler olduğunu ifade etmektedir (Şen 2009).

Geniş alanlar içerisinde etkili, aralarında pozitif ve negatif bağın bulunduğu salınım alanları içerisindeki bir bölgede, normalin üzerinde sıcaklık, yağış, rüzgâr gibi iklim parametreleri görülürken diğer bir bölgede ise ortalamanın üstünde yağış, sıcaklık durumları görülebilir (Hurrell *et al.* 2000). Bu tür bağlar atmosferdeki yüksek ve alçak basınç bölgelerini, rüzgârın yerini, hızını, gelen hava kütesinin sıcak ve soğuk olmasını

belirleyerek yerel hava koşullarını doğrudan etkiler. Ayrıca nemi, atmosfer statüğünü, fırtına ve fırtına alanlarını belirler.

Bu anlamda Kuzey Atlantik Salınımı değışkenliğini kontrol eden mekanizmaları anlamak iklim değışimini kontrol eden sistemleri de anlamamıza yardımcı olacaktır. Kuzey Atlantik Salınımı özellikle kış 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 (Hurrell *et al.* 2003). Etkili olduğu bölgelerde Kuzey Atlantik Salınımı nem ve sıcaklık naklini, fırtınaların sayısını, özelliklerini, yönünü, hava durumlarını belirler (Hurrell *et al.* 2003). İklim sosyo-ekonomik hayatın, gelecek için planlanan dünya politikalarının en önemli etkenlerindedir. Açlık, kuraklık, fırtınalar, seller gibi doğal afetler ve bunların ardından gelen salgın hastalıklar, gelecekte dünyanın şekillenmesinde etkin rol oynayacak önemli konular arasında bulunmaktadır. Bu anlamda Kuzey Atlantik Salınımı, Kuzey Yarımküre'de etkili olduğu alanlarda, tarımsal üretim, su yönetimi, enerji ihtiyacı ve üretimi, balıkçılık, açık deniz petrol araştırmaları, tür popülasyonlarını etkilemesi bakımından araştırılması gereken bilim konuların başında yer almaktadır (Hurrell *et al.* 2003).

Ayrıca; IPCC tarafından hazırlanan raporda bölgesel iklim değışimleri ile ilişkili fizik ve biyolojik sistem değışiklikleri arasında şunlar yer almaktadır. Fizik sistemlerindeki değışiklikleri aşğıdaki şekilde sıralayabiliriz:

**Deniz buzu:** Kuzey kutbu deniz buzu boyutu 1950'den bu yana %10-15 oranında azalmıştır. Antartika deniz buzu boyutlarında ise önemli bir gidiş (trend) görünmemektedir.

**Buzullar ve daimi buzul tabakası:** Bütün tabakalarda buzullar azalırken kuzey yarımkürede daimi buzul tabakası çözölmektedir.

**Kar örtüsü:** 1960'ların sonları ve 1970'lerde kuzey yarım kürede kar örtüsünün boyutları yaklaşık %10 oranında azalmıştır.

**Kar erimesi ve yüzeydeki su akıntısı:** 1940'ların sonlarından bu yana Kaliforniya 'da kar erimesi ve yüzey su akıntısı gittikçe daha erken meydana gelmektedir.

**Göl ve nehir buzu:** Kuzey yarım kürede orta ve yüksek rakımlarda yıllık göl ve nehir buzu kalış süresi yaklaşık 2 hafta azalmış ve değişken hale gelmiştir.

**Aşırı yağış:** Kuzey yarım kürede orta ve yüksek rakımlarda aşırı yağış sıklığı artmıştır. İklim değişikliği beklentileri şimdiye kadar alışılacelmiş olan su kaynakları planlamalarında, proje değerlendirmelerinde, yağış ve akış bağlantıları ile bunların karşılıklı zaman ve konum değişimlerinde, bazı değişikliklerin bulundurulması gereklidir (Şen 2009).

İklim değişikliğine bağlı mevcut ve gelecekteki değişiklikler (Kundzewicz *et al.* 2007) yapılan çalışma ile en son yayınlanan IPCC 2007 raporunda bulunan iklim değişikliğine karşı mevcut ve gelecekteki duyarlılıklar, gidişler (trendler), etkiler, korunmaya muhtaçlıklar ve uyarlamaya (adaptasyona) ilişkin olarak ortaya çıkan yedi anahtar bulguyu şu şekilde sunmuşlardır:

**Su çevrimi:** Yüzey suyu, buharlaşma, yer altı suyu, toprak nemi ve kar örtüsünde önemli iklim bağlantılı değişiklikler öngörülmektedir. Gelecek yıllarda daha güçlü değişiklikler öngörülmektedir.

**Taşkın ve kuraklıklar:** Bazı bölgelerde daha ağır hale gelen taşkın ve kuraklıkların zararlarının daha da artması büyük bir ihtimaldir. Yağış karakteristiklerinin değiştiği, daha yoğun ve düzensiz dönemler yönünde değişeceği tahmin edilmiştir.



**Suya talep:** İklim değışikliği sebebi ile küresel düzeyde su talebinin artması mümkündür. Özellikle yüksek nüfus artışının olduğu bölgelerde, sulama amaçlı su ihtiyaçları önemli ölçüde artarken, mevcut su kaynaklarının azalması beklenmektedir.

**Su kalitesi:** Genel olarak küresel ısınma neticesinde yüksek su sıcaklıkları yolu ile su kalitesi bozulabilir. Su aşırılıklarının büyüyen yoğunluğunun olumsuz etkileri çok iyi belirlenmelidir.

**Su kaynakları:** İklim değışikliği su kaynakları üzerindeki baskılardan birisidir. Su sıkıntısı olan bölgelerde nüfus, ekonomik büyüme ve toprak kullanımı değışikliği gibi insan kaynaklı baskılar ve iklim değışikliği tatlı su kaynaklarındaki olumsuz değışikliklerin ardındaki belirleyici faktörlerdir.

**Havza karakteristikleri:** Temel su yönetimi birimi olan bir su toplama havzasının hidrolojik karakteristiklerindeki değışikliğe ilişkin nicel öngörüler çok belirsizdir. Su sistemleri için ana girdi olan yağış, iklim modellerinde güvenilir biçimde benzeştirilememektedir. Bunun iki sonucu vardır; birincisi nehir debisi, yer altı suyu vs. deki değışikliklere ilişkin hassas tahminlere dayanmayan, uyarılma (adaptasyon) usullerinin geliştirilmesi gerekmektedir. İkincisi ise şimdiye kadar yapılan araştırmalara dayalı olarak iklim politikalarının suyla bağlantılı sonuçlarının ve emisyon yollarının yüksek güvenilirlikte değerlendirilmesi zordur.

**Su yönetimi:** entegre su yönetiminin mutlaka iklim değışikliğinin etkilerini içerecek şekilde genişletilmesi gerekir. Buna karşın somut öngörüler yapmak güçtür. Hidrolojik karakteristiklerin gelecekte değışeceği bilinmektedir. Bu yüzden su yönetiminde geçmiş, artık geleceğin anahtarı olamaz. Gittikçe karmaşıklaşan su sorunlarını çözmek için gerekli olan su entegre yönetiminin, iklim değışikliğini dikkate alması ve uyarılma (adaptasyon) seçeneklerini değerlendirmesi gerekir (Şen 2009).

Kuzey Atlantik Salınım'ında meydana değişiklikler de, Kuzey Atlantik Salınımı'nın etki sahasında iklimi ve dolayısıyla iklimle bağlantılı birçok olayı etkilemiştir. Bu çevresel etkilerin en önemlileri aşağıda verilmiştir:

**Sıcaklık:** Kuzey Yarımküre'de, kış ayları boyunca Kuzey Atlantik Salınımı'nın sıcaklık üzerinde etkileri görülmektedir. Kuzey Atlantik'te, Akdeniz Havzası'nda, Kuzey Amerika'dan Sibirya'ya kadar olan bölgede deniz seviyesi sıcaklıkları ve hava sıcaklıkları büyük ölçüde Kuzey Atlantik Salınımı'yla ilişkilidir. Yapılan çalışmalarda, son yüzyılda Kuzey Yarımküre'de kış sıcaklık değişimlerinin 1/3'ünün Kuzey Atlantik Salınımındaki değişmelerle ilişkili olduğu belirlenmiştir (Marshall *et al.* 2001).

**Yağış ve Fırtınalar:** Kuzey Atlantik Salınımı'ndaki değişimler Kuzey Atlantik'teki fırtınaların gücünü, frekansını ve yönünü büyük ölçüde kontrol eder. Dolayısıyla bu alanla ilişkili bölgelerdeki hava durumları da bundan etkilenir. Son 25 yılda İskandinav yarımadasında ve Orta Avrupa'da yaşanan yağış zıtlıkları bu bölgelerdeki buzulların gelişimini de zıt yönde etkilemiştir. İskandinavya, son yıllarda buzulların gerileme göstermediği çok az yerlerden biridir. Alp'lerde ise aynı dönemde kar kalınlığı ve karın yerde kalma süresi 20. yüzyılın en düşük değerlerine ulaşmıştır. Bu nedenle Alp'lerdeki buzullar gerilemiştir (Hurrell *et al.* 2003).

**Okyanustaki Değişimler ve Deniz Buzları:** Deniz seviyesi sıcaklıkları ile Kuzey Atlantik Salınım indisleri arasındaki ilişkiler uzun bir süreden beri bilinmektedir. Deniz seviyesi sıcaklıklarındaki değişimler, Kuzey Atlantik'te subtropikal ve subpolar bölgelerde belirgindir. Okyanus suları yavaş ısındığı için, deniz seviyesi sıcaklıklarının etkisi ancak kış mevsimi sonlarına doğru ortaya çıkar.

**Ekoloji:** Sıcaklık faktörü besin varlığı, balıkların yumurtlama yerleri, balık ve kabuklu deniz canlılarının dağılışında çok etkilidir. Kuzey Atlantik Salınım indisindeki değişimler Kuzey Atlantik'teki sıcaklık dağılışını etkilediği için bu alandaki ekosistemler de bu değişikliklerden önemli ölçüde etkilenir. Kuzey Atlantik Salınım indislerindeki değişimlerle ilişkili olan deniz seviyesi sıcaklıkları ve rüzgârlardaki

değişimler, Kuzey Atlantik'teki önemli bazı balık stokları ve zooplankton üretimindeki değişimleri de etkilemektedir. Karalar üzerinde, Kuzey Atlantik Salınım indislerindeki değişimler daha çok bitkilerin çiçeklenme dönemini etkiler. Norveç'te, son yıllarda kış aylarının daha sıcak ve nemli geçmesi çoğu bitki türünde erken çiçeklenmeye yol açmıştır. Bazı bitkilerde ise tersi bir durum gözlenmiştir.

**Ekonomi:** Kuzey Atlantik Salınımı'nın etki bölgesinde, iklim koşullarından etkilenen ekonomik faaliyetler, Kuzey Atlantik Salınım indisinin yıllar arası oynamalarından etkilenmektedir. Kuzey Akdeniz ülkelerinde ve Alp'lerde Kuzey Atlantik Salınımı'ndaki değişimlerden dolayı son 30 yılda ortaya çıkan kurak koşullar, bu bölgedeki kış turizmini olumsuz etkilemektedir.

Bu çalışmanın amacı, Kuzey Atlantik Salınımı'nın yağış, akış, buharlaşma gibi hidrolojik değişkenlere etkisini araştıran yerli ve yabancı bilimsel çalışmaları derlemek ve Kuzey Atlantik Salınımı'nın ülkemizdeki bazı akarsu havzalarında ölçülen pik debiler üzerinde tesirinin olup olmadığını araştırmaktır.

### **1.1. Geniş Ölçekli Bağlantı (Teleconnection)**

Çok geniş alanlarda, sürekli olmayan atmosfer hareketinin bir sonucu olan geniş ölçekli salınımlar (basınç dalgalanması), dönemsel karaktere sahip iklim anomalileridir. Bu olay, birbirinden binlerce kilometre uzakta bulunan bölgelerde sıcaklık ve nemlilik bakımından zıt koşulların ortaya çıkmasını sağlar. Dünya'nın birbirinden uzak bölgelerinde meydana gelen iklimdeki bu eş zamanlı aynı zamanda zıt karakterli değişimler, meteoroloji literatüründe "teleconnections" olarak adlandırılmaktadır (Hurrell *et al.* 2003).

Geniş ölçekli bağlantı, Amerikan Meteoroloji Topluluğu (American Meteorological Society) tarafından da şu şekilde tanımlanmıştır:

1. Birbirinden ayrılmış geniş ölçekli alanlarda hava değişimindeki bağlantı.

2.Geniş ölçüde birbirinden ayrılmış noktaların etki alanlarındaki dalgalanmaların negatif ve pozitif korelasyonu (Çiftçioğlu 2006).

Salınımları incelerken daha çok aylık ve uzun zaman serilerindeki deniz yüzeyi anomalilerine bakmak gerekir. Geniş alanlar içerisinde etkili, aralarında pozitif ve negatif bağın bulunduğu salınım alanları içerisindeki bir bölgede, normalin üzerinde sıcaklık, yağış, rüzgâr gibi iklim parametreleri görülürken diğer bir bölgede ise ortalamanın üstünde yağış, sıcaklık durumları görülebilir (Hurrell *et al.* 2000). Bu da güneyde soğuk havayı, kuzeyde ılık havayı sınırlandırmıştır. Atmosferin belli bir durumda kararlı olmaması veya aynı koşulların uzun zaman geçerliliğini korumaması, çalışmaları zorlaştırmaktadır. Yapılan araştırmalar iklim elemanlarında görülen bu değişimin temelinde atmosferdeki dolaşım sistemlerinde zaman içinde düzenli dalgalanma şeklinde kendini gösteren geniş ölçekli bağlantı veya literatürde teleconnection olarak anılan olgularla ilgili olduğunu göstermiştir (Çiftçioğlu 2006).

1960’larda ise Bjerknes deniz yüzeyi sıcaklıkları ve zayıf, doğulu rüzgârlar ile alçak basınç koşullarındaki kuvvetli rüzgârlar arasındaki bağı bulmuş ve bu bağın, bölgesel troposferik sıcaklıklardaki değişimin sonucu olan, geniş ölçekli basınç ve rüzgâr alanlarında farklılaşmalarla veya rüzgârlar yardımıyla taşınan toz ve diğer materyallerin yayılması ile de oluşabileceğini belirtmiştir.

## **1.2. Bazı Önemli Salınımlar**

### **1.2.1. El Nino salınımı / (El Nino South Oscillation, ENSO)**

El Niño terimi, yüzyıllardan beri yerli halk tarafından, ekvatorial batı Pasifik Okyanusu’ndan doğuya akan sıcak yüzey sularının kıyısal Humbolt Akıntısı’nın besince zengin soğuk sularının yerine geçmesi sonucunda, her 2-5 yılda bir Güney Amerika’nın batı kıyılarında okyanus akıntılarının yönünde ve yüzey sularının sıcaklığında gözlenen ani değişikliği açıklamak için kullanılmaktadır. 1990’lı yıllarda oluşanlar bir yana, El Niño’nun etkileri genel olarak 1-2 yıl sürmektedir. Bu dönemlerde, tropikal doğu

Pasifik Okyanusu'nda ve Peru kıyısı boyunca, alize rüzgârları zayıflar ve deniz yüzeyi sıcaklığı yaklaşık 4-5°C kadar yükselir. Bu sıcak sular besin açısından fakir ve yerli türler için olağandışı olduğu için, El Niño olayları Güney Amerika'nın Pasifik kıyısındaki balıkçılık etkinliklerinde, özellikle hamsi üretiminde ve öteki deniz canlılarının nüfusunda çok büyük azalmalara neden olmaktadır (Türkeş 2000).

El Niño'nun etkin olduğu yıllarda Pasifik'te basınç düşmeye başlar, Hint Okyanusu'nda ise yükselir. Gün değişim çizgisinin batısındaki alizeler kesilir ve doğusundakiler de zayıflar. Zayıflayan rüzgârlar yüzeydeki suları batıya sürükleyemez. Batı Pasifik'te biriken sıcak sular doğuya ilerlemeye başlar. Böylece Endonezya kıyılarında deniz seviyesi düşer. Dünya ikliminin önemli elemanı "sıcak havuz" doğuya kayarak yer değiştirir. Orta ve doğu Pasifik'in yüzey suları ısınmaya baslar. Sıcak havuzun üzerindeki sıcak ve nemli hava kütlesi de doğuya kayar. Normal dönemlerdeki tropik yağış düzeni bozulur, rüzgâr düzeni değişir. Walker Dolanımı durur ve Pasifik'teki normal iklim şartları bütünüyle değişmeye başlar. Okyanus sularının bu ilerleyişi Güney Amerika kıyılarına ulaştığında kuzeye ve güneye yönelerek Kanada'ya ve Şili'nin güneyine kadar ulaşır. Dünya'nın birçok bölgesinde hava durumu mevsim normallerinin dışına çıkar. Endonezya, Filipinler ve Avustralya'daki yağışlar azalır ya da kesilir. Musonlar daha az yağış bırakır. Kuraklık başladığından çayır ve orman yangınları için uygun ortam oluşmuş olur. Peru'nun çöl iklimi olan bölgelerinde şiddetli yağışlar nedeniyle su baskınları görülür. Batı Pasifik'te oluşan fırtına ve kasırgalar orta ve doğu kesimlere yönelir. Bu dönemde Amerika'nın güneydoğu kıyıları da normalin üzerinde yağış alır (Henson *et al.* 2001).

Güneyli Salınım'ın harekete geçişi, Peru kıyılarında görülen El Niño sıcak su akıntısından kısa bir süre sonra başlar. Bu nedenle bu olaylara El Niño / Southern Oscillation (ENSO) olayları adı veriliyor. El Niño, ENSO çeviriminin sıcak fazını oluşturmaktadır. Bu fazda okyanus yüzey suyu sıcaklıkları normalin üzerine çıkar. Bir de ENSO'nun soğuk fazı vardır. Bu fazda ise alizelerin şiddeti artar. Orta ve doğu Pasifik'te yüzey suyu sıcaklıkları normalin altına düşer.

El Niño-Güneyli Salınım, etkileri açısından küresel bir olay olarak kabul edilmekle birlikte, onun Avrupa'daki hava olayları ve iklim üzerindeki etkisi, güney yarımkürenin tropikal iklim kuşağındaki kadar etkili ve belirgin değildir (Türkeş 2000).

### **1.2.2. Güneyli salınım / (Southern Oscillation, SO)**

Güneyli Salınım (SO), tropikal Pasifik Okyanusu üzerinde gözlenen geniş alanlı bir atmosferik basınç oynamasıdır. Bu olay, Endonezya alçak basınç ve güneydoğu Pasifik yüksek basınç alanları arasında hava kütlesi değişimi ile karakterize edilir. Güneyli Salınım'ın oluşma zamanı değişken olmakla birlikte, ortalaması yaklaşık 2,5 yıldır. Basıncıdaki değişiklik, rüzgâr şiddeti, okyanus akıntıları, deniz yüzeyi sıcaklıkları ve yağış olaylarındaki dalgalanmalar ile yakından ilişkilidir. Güneyli Salınım, atmosfer dolaşım desenleri (patern) ile yüzey ve derin okyanus koşulları arasındaki bağlantıların en iyi belgelenenlerinden biridir. Bugünkü bilgilerimizle, deniz yüzeyi sıcaklığı anomalisi oluşumlarının, atmosfer dolaşımı tiplerinin kesintiye uğraması ile uyumlu olduğunu söyleyebiliriz.

Walker 1904 yılında Güneyli Salınım ile ilgili bir çalışma yapmış, 1899 kıtlığından sonra musonların azalmasına sebep olan Hindistan'daki muson düzensizliğinin nasıl tahmin edilebileceğini anlamaya çalışmıştır. Tüm dünyaya ait hava kayıtlarını sınıflandırdığında Güney Amerika'daki bazı yağış sınıflarının ve okyanus sıcaklıklarındaki değişikliklerin birbirleriyle ilişkili olduğuna karar vermiştir. Ayrıca Pasifik'in doğu ve batı kıyısındaki istasyonların barometre kayıtları arasında ilişki bulmuştur. Doğuda basınç yükseldiği zaman genellikle batıda basıncın düştüğünü görmüştür. Bu olaya, doğu-batı yönlü yükselim ve alçalımlara dikkat çekmek amacı ile Güneyli Salınım (Southern Oscillation) ismini vermiştir. Walker, uygun barometrik şartlar altında Asya muson mevsimlerinin, Avustralya, Endonezya, Hindistan, Afrika'nın bazı bölümlerindeki kuraklıklar ve Batı Kanada'daki ılıman kışlarla ilişkisi olduğunu tespit etmiştir.

### **1.2.3. Arktik salınım (Arctic Oscillation, AO)**

Kış aylarında kutuplardaki jeopotansiyel yüksekliğin normal değerinden daha düşük olduğu dönemlerde, orta enlemler normal değerinden daha fazla jeopotansiyel yüksekliğe sahiptir. Bu dönemde, polar bölgeyi kuşatan stratosferik batı rüzgarları güçlenir ve kışın, kutupsal jet rüzgarlarının en güçlü olduğu dönemde oluşan kutupsal siklon sistemi şiddetini arttırıp anormal derecede soğur. Alt stratosferde, Polar bölge ile orta enlemler arasında gerçekleşen, halka biçimindeki değişime Arktik Salınım (Arctic Oscillation / AO) denir (Hurrell 2000).

### **1.2.4. Kuzey Atlantik salınımı (North Atlantic Oscillation, NAO)**

Kuzey Atlantik Salınımı (KAS), Azor adaları üzerinde egemen yüksek basınç merkezi ile Grönland ve İzlanda üzerinde egemen alçak basınç merkezi arasındaki geniş ölçekli atmosferik basınç dalgalanması olarak tanımlanmaktadır (Hurrell *et al.* 2003).

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 (Hurrell *et al.* 2003). Etkili olduğu bölgelerde Kuzey Atlantik Salınımı nem ve sıcaklık naklini, fırtınaların sayısını, özelliklerini, yönünü, hava durumlarını belirler (Hurrell *et al.* 2003). İklim sosyo-ekonomik hayatın, gelecek için planlanan dünya politikalarının en önemli belirleyicilerindendir. Özellikle açlık, kuraklık, fırtınalar, seller gibi doğal afetler ve bunların ardından gelen salgın hastalıklar, gelecekte dünyanın şekillenmesinde etkin rol oynayacaktır. Bu çerçeveden bakılınca Kuzey Atlantik Salınımı, Kuzey Yarımküre'de etkili olduğu alanlarda, tarımsal üretim, su yönetimi, enerji ihtiyacı ve üretimi, balıkçılık, açık deniz petrol araştırmaları, tür popülasyonlarını etkilemesi bakımından araştırılması gereken bilimsel konuların başında yer almaktadır (Hurrell *et al.* 2003).

Arktik ve subtropikal Atlantik arasındaki atmosfer kütlelerinin yeniden dağılımını gösteren Kuzey Atlantik Salınımı'nın etki alanı özellikle Aralık-Şubat aylarında en

geniş boyutlara ulaşır (Hurrell *et al.* 2003). Geniş alanları etkileyen Kuzey Atlantik Salınımı, jet akımlarının yerinde ve şiddetinde, fırtına hatlarında, geniş ölçekli meridyonel ve zonal sıcaklık ve nem transferinde değişiklikler meydana getirir. Bu da Kuzey ve Batı Amerika'dan Batı ve Merkez Avrupa'ya ve Sibirya'ya, Arktik'ten subtropikal Atlantik'e uzanan yağış ve sıcaklık koşullarını yeniden yapılandırır (Hurrell *et al.* 2003). Bölgesel iklim parametreleri üzerindeki belirleyici etkisiyle Kuzey Atlantik Salınımı, su bilânçosu, tarımsal üretim, balıkçılık, enerji planlamaları gibi pek çok sosyo- ekonomik olayda doğrudan ve dolaylı etkiye sahiptir.

Kuzey Atlantik Salınımı değişkenliğini kontrol eden mekanizmaları anlamak iklim değişimini kontrol eden sistemleri de anlamamıza yardımcı olacaktır. Kuzey Atlantik Salınımı'nın alansal yapısını tanımlamanın tek bir yolu olmamakla birlikte üzerinde durulan bazı mekanizmalar mevcuttur (Hurrell *et al.* 2003). Bunlar;

1. Ana rüzgârların atmosfer içindeki etkileşimi
2. Stratosferik ve troposferik gezegensel dalga etkileşimleri
3. Tropiklerin uzaktan baskısı
4. Okyanusla karışan tabakaların termik bileşimi (Boberg 2002).

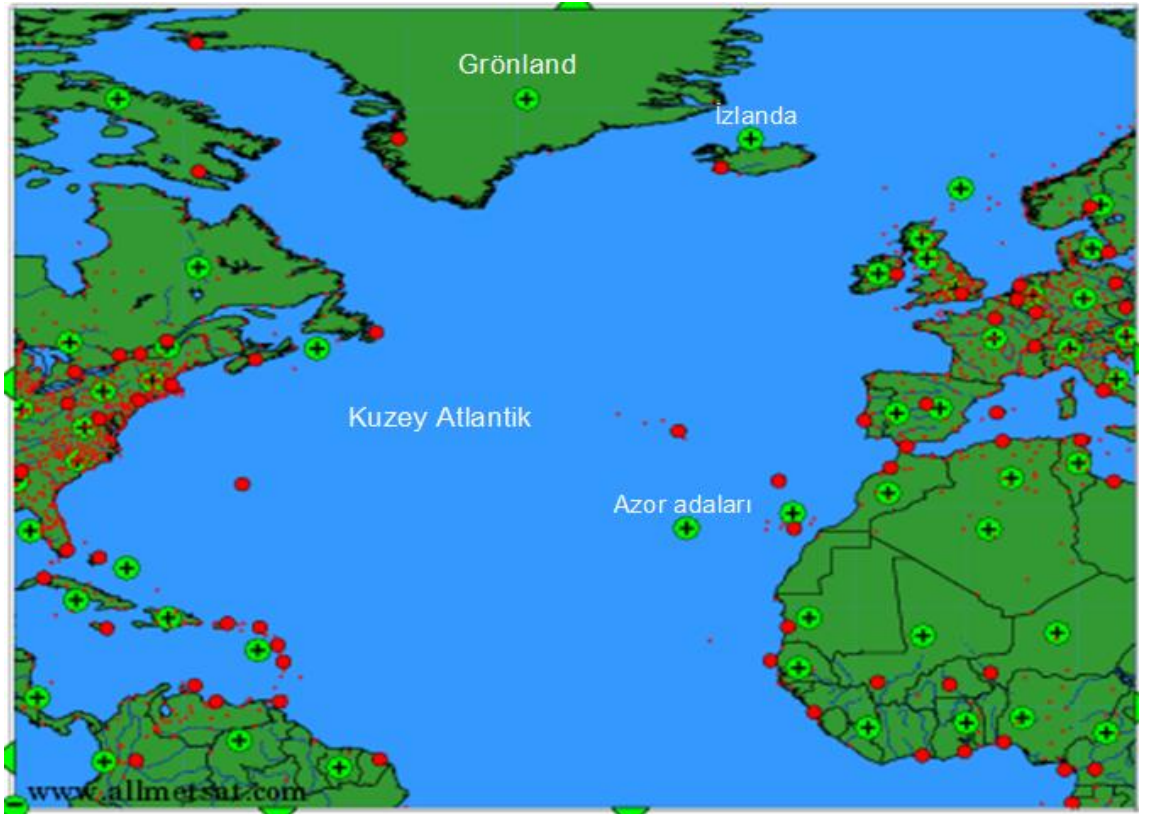
Bu mekanizmalar geniş zaman serileri için geçerlidir ve farklı zaman serileri için çalışabilir (Boberg 2002). Kuzey Atlantik Salınımı'nın yapısını tanımlayan kesinleşmiş bir mekanizmanın olmaması, onun henüz kararlılık kazanmamasından kaynaklanmaktadır (Boberg 2002).

Alt stratosferde, jeopotansiyel yükseklik değişkenliğinin önde gelen deseni, troposferdekinden çok daha farklıdır. Çünkü alt stratosfer çok yıllık yapılar tarafından karakterize edilir. Kutup bölgesindeki jeopotansiyel yükseklikler normalden fazladır. Kuzey Atlantik Salınımı'nın pozitif olma eğiliminde olduğu dönemlerde 90° enlemini çevreleyen Stratosferik batı rüzgârları artar ve kutupsal rüzgarlar daha güçlü ve anormal biçimde soğuk karakter kazanır (Hurrell *et al.* 2003).



Güçlü tropik volkanik patlamalarla meydana gelen dumanlar, alçak enlemlerde güneş ışınlarını emerek, alt stratosfer'in sıcaklığını artırır. Bu da kutup üzerinde daha düşük jeopaotansiyel yükseklikler ile daha güçlü stratosferik batı rüzgârlarını oluşturur. Bu durum pozitif Kuzey Atlantik Salınım dönemini karakterize eder (Hurrell *et al.* 2003).

Kuzey Atlantik Salınımı'nı yöneten pek çok gezegensel sistem olmakla birlikte onu kontrol eden uzaysal değişkenler de söz konusudur. Uzaysal değişkenlerden biri de güneş rüzgârlarıdır. Güneş rüzgârları ve Kuzey Atlantik Salınımı arasındaki etkileşimi bulmak amacı ile (Boberg 2002), güneş lekesi ve Kuzey Atlantik Salınım indis değerlerini kıyaslamıştır. Kesin olmayan sonuçlarla güneş rüzgârlarının oluşturduğu elektrik alanının, Kuzey Atlantik Salınımı'nı etkilediğini sonucuna ulaşmıştır.



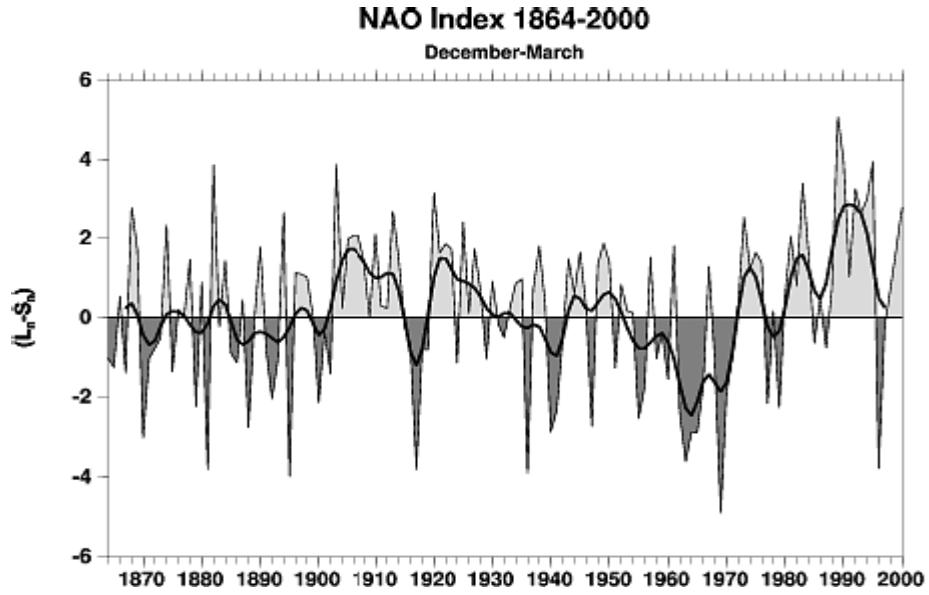
**Şekil 1.1.** KAS'nın meydana geldiği bölgeyi gösteren harita (<http://www.allmetsat.com>)

#### 1.2.4.a. Kuzey Atlantik Salınım indisi

Paleoklimatolojik araştırmalar Kuzey Atlantik Salınımı'nın varlığını 1000 yıl öncesine dayandıracak ispatlayacak deliller sunmaktadır. Fakat onu ilk olarak İzlanda'nın iki yanındaki sıcaklık farkına dikkat eden misyonerler fark etmiştir.

Bir Kuzey Atlantik Salınım indisi, genellikle Azor Adaları'nda ve İzlanda'da bulunan iki ayrı istasyonda ölçülen deniz seviyesi basınçlarının standardize edilmiş değerleri arasındaki farka eşittir. İzlanda için Stykkisholmur İzlanda, Azor için ise Ponta Delgada-Azor Adaları, Lizbon-Portekiz ya da Cebelitarık istasyonlarının deniz seviyesine indirgenmiş basınç değerleri kullanılmaktadır. İndisler yıllık, mevsimlik veya aylık olarak hazırlanmaktadır. Fakat Kuzey Atlantik Salınımı'nın etkinliğinin en fazla olduğu dönem, Aralık-Mart ayları arasındaki zaman dilimini kapsadığından, bu dört ayı içine alan bir indis de hazırlanmaktadır Şekil 1.2.

İlk Kuzey Atlantik Salınım indislerini Walker 1932'de Atlantik havzasındaki yüzey basıncının ve hava istasyonlarının sıcaklık ölçümlerinin doğrusal bileşkesini kullanarak oluşturmuşlardır. Daha sonraki dönemlerde ise dönemsel ortalamalı, orta enlem yüzey batı rüzgârlarındaki değişimleri karakterize eden indisler kullanılmıştır (Wallace *et al.* 2000). Azor-İzlanda arasındaki basınç değişimini görmek için Kuzey Atlantik Salınımı merkezlerine yakın istasyonların işlevsel kayıtları baz alınarak yapılmaktadır. İstasyon bazlı ölçümleri kullanmanın dezavantajı, bunların uzayda sabitlenmiş olmalarına rağmen Kuzey Atlantik Salınımı'nın hareket merkezlerinin yıl boyunca yer değiştirmesidir. Ayrıca bazen bu istasyon ölçümleri, Kuzey Atlantik Salınımı ile ilgisi olmayan geçici meteorolojik değişkenlerden etkilenebilmektedir. Kuzey Atlantik'de atmosfer dolaşımında pek çok sezon içi değişimin olması, herhangi bir atmosfer dolaşım anomalisinin, Kuzey Atlantik Salınımı'nın pozitif evresine benzerlik göstermesine neden olabileceği gibi bazı durumların da negatif indis dönemlerine benzemesine sebep olabilir. Bunların her biri analizlerin güvenilirliğini düşüren unsurlardır.

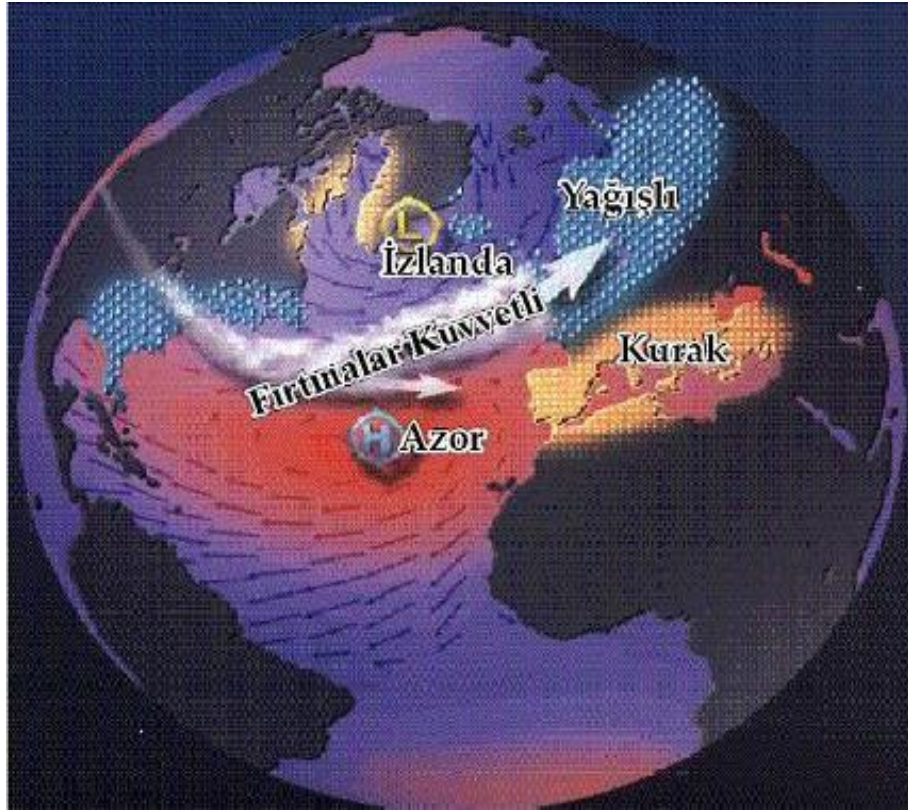


**Şekil 1.2.** 1864–2000 yılları arası Aralık-Mart aylarına ait KAS indisi değişimi (<http://www.cgd.ucar.edu/cas/jhurrell/indices.data.html#naostatmon>)

Kuzey Atlantik Salınımı indis değeri +1'e eşit veya daha büyükse etkisi pozitif (kuvvetli), -1'e eşit veya daha küçük ise etkisi negatiftir (zayıf). Kuzey Atlantik Salınımı dönemler ve yıllar arasında değişiklikler sergiler ve bu özellikle kış aylarında belirginleşir. Geleneksel Kuzey Atlantik Salınımı indislerinin hepsi de genelde 1900'den 1930'a kadar 1916–1919 yılları hariç pozitif değerler alır (Hurrell *et al.* 2002). 1950'nin ortasından 1978-1979 kışına kadar hava dolaşımında negatif Kuzey Atlantik Salınımı dönemi etkindir. Fakat 1956–1957, 1960–1961, 1966–1967, kışlarında ise pozitif Kuzey Atlantik Salınımı dönemleri yaşanmıştır. Aslında art arda iki yıl içinde hiç gözükmeyen pozitif evrelere giriş boyunca mevsimler ortasında sadece üç zaman belirgindir. Bu da bize bir kıtadan diğerine büyük değişimler olabileceğini ve her mevsimin de kendi içinde önemli değişimler içerebileceğini gösterir. 1967-1978 kışlarında negatif Kuzey Atlantik Salınımı dönemi yaşanırken 1979–80 kışında ise Kuzey Atlantik Salınımı ani bir değişimle pozitif evreye dönüşmüş ve bu durum 1984–1985, 1985–1986 hariç 1994–1995 kışına kadar devam etmiştir. Şekil 1.2 incelendiğinde Kuzey Atlantik Salınımı'nın dönemsel değişimlerini belirleyen zaman ölçüsünün bulunmadığı görülür (Cook *et al.* 1998).

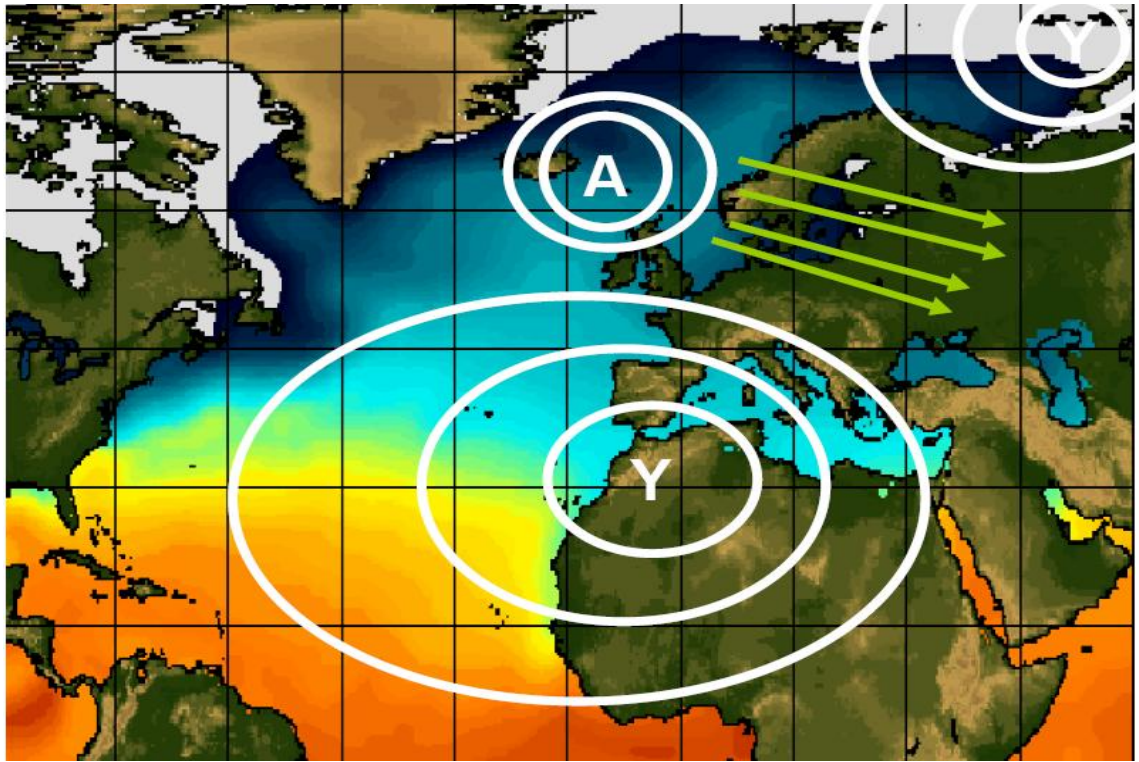
#### 1.2.4.b. Kuvvetli (pozitif) Kuzey Atlantik Salınım evresi

Kuvvetli Kuzey Atlantik Salınım evrelerinde, kış aylarında Atlantik üzerindeki batı rüzgârları, basınç merkezleri arasındaki farka bağlı olarak daha meridyonel akım kazanır. Kuzey Avrupa ve Doğu Amerika'da normalin üstünde sıcaklık yaşanırken, Grönland, Güney-Orta Avrupa, Akdeniz, Kuzey Afrika'da ise Batı Rüzgârlarının taşıdığı nemli hava kütlelerinden yararlanamadığı için kurak ve soğuk hava koşulları görülür. Ayrıca Güney ve Orta Avrupa'da normalin altında yağış düşerken Kuzey Avrupa ve İskandinavya'da normalin üstünde yağış düşmektedir. Şekil 1.3, Şekil 1.4 Kuzey Atlantik Salınımı kuvvetli (pozitif) evresindeyken kuzey yarım kürede görülen basınç farklılıklarını ve iklimde meydana gelen değişiklikleri ifade etmektedir.



**Şekil 1.3.** Kuvvetli (pozitif) Kuzey Atlantik Salınımı evresi  
(<http://www.Ideo.columbia.edu/NAO/main.html>)

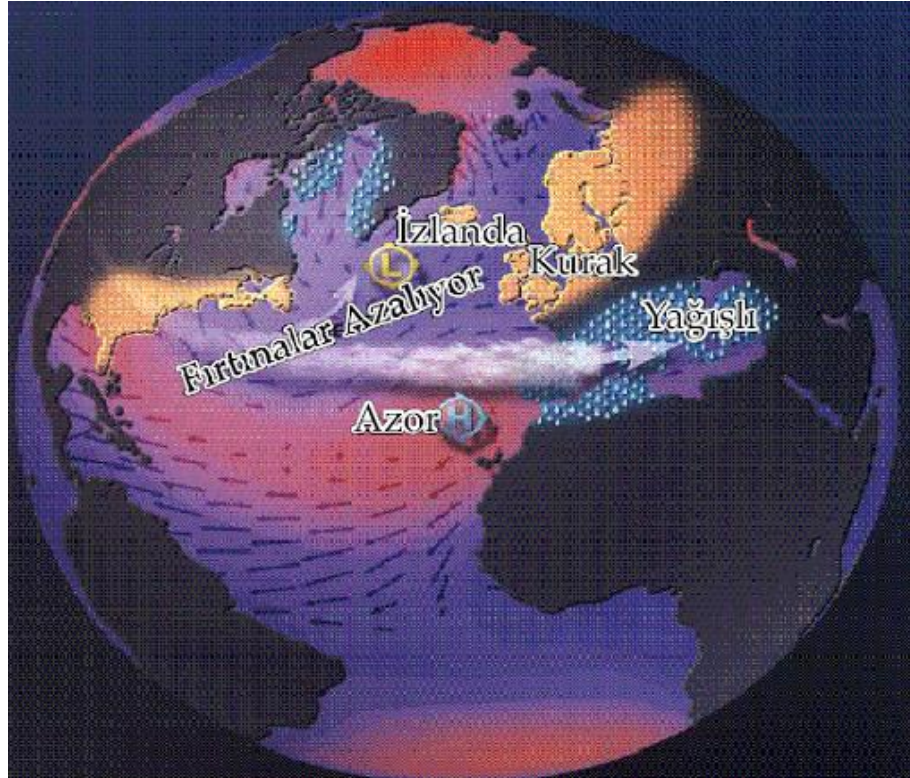
Kuzey Atlantik Salınımı pozitif evresindeyken, Azor antisiklon alanında basınç değerleri normalden daha yüksektir. Aynı anda İzlanda siklon alanında ise basınç değerleri normalin altında seyrederek. Bu dönemde yer seviyesine yakın Batı Rüzgârları kuvvetlenir ve indisin negatif evresine oranla yaklaşık 8 m/s daha hızlı eser (Hurrell 1995). Kuvvetli Kuzey Atlantik Salınımı evrelerinde, kış aylarında Atlantik üzerindeki batı rüzgârları, basınç merkezleri arasındaki farka bağlı olarak daha meridyonal akım kazanır (Erlat 2002b). Pozitif Kuzey Atlantik Salınımı evresi, Kuzey Atlantik'in yüksek enlemleri boyunca normalin altındaki deniz seviyesi basıncı ve jeopotansiyel yükseklik değerleri ile kendisini gösterirken, orta-Kuzey Atlantik Amerika Birleşik Devletlerinin doğusu ve Batı Avrupa'da normalin üzerindeki deniz seviyesi basıncı ve jeopotansiyel yüksekliklerle tanımlanmaktadır. Pozitif Kuzey Atlantik Salınımı evresinde, Akdeniz Havzası'na ve dolayısıyla Türkiye ve bölgesine ulaşan cephesel depresyonların sıklığında bir azalma ve bununla ilişkili olarak da özellikle kış döneminde kurak koşullar ortaya çıkmaktadır (Erlat 2002b).



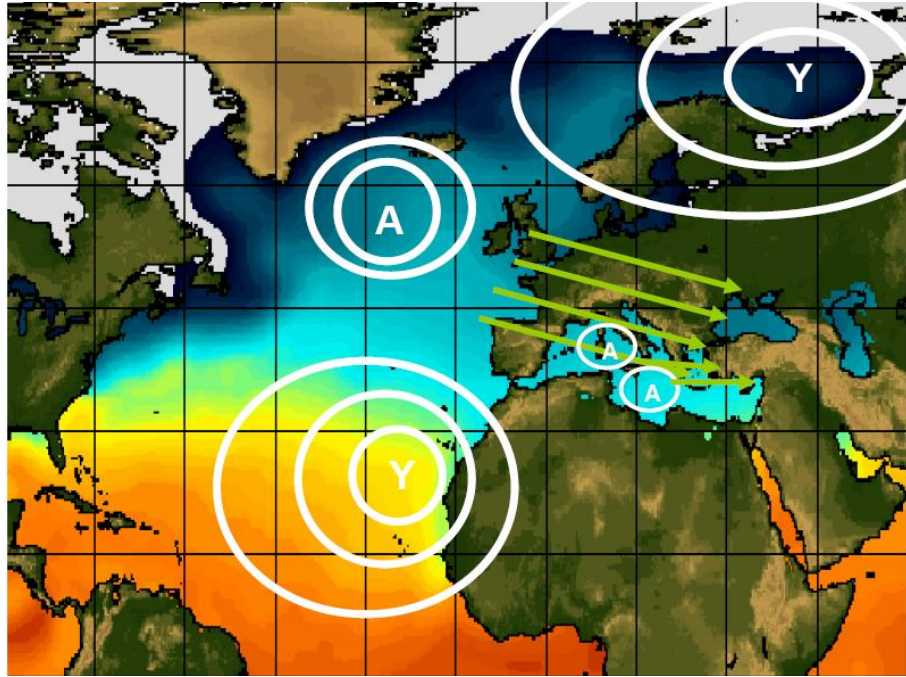
**Şekil 1.4.** Kuvvetli KAS evresi, alçak ve yüksek basınç merkezleri (<http://www.Ideo.columbia.edu/NAO/main.html>)

#### 1.2.4.c. Zayıf (negatif) Kuzey Atlantik Salınım evresi

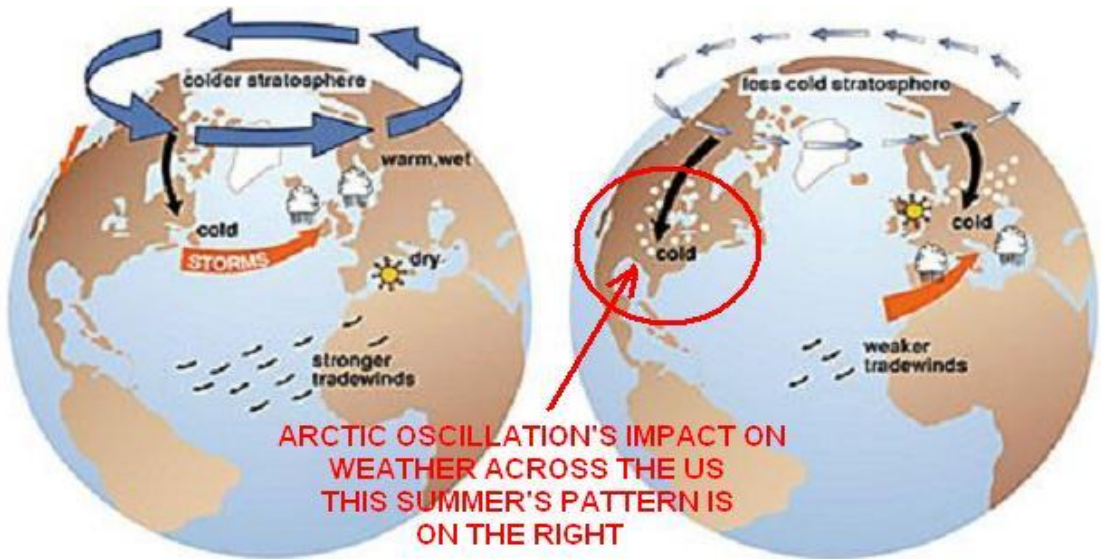
Kuzey Atlantik Salınımı negatif fazındayken Azor ile İzlanda arasındaki basınç farkı azalmaktadır. Azor, normal basınç değerinin altında; İzlanda ise normal basınç değerinin üstündedir. Bu dönemde Batı Rüzgârları zayıflamaktadır. Böyle kış mevsimlerinde batı rüzgârları ılık ve nemli hava kütlelerini Akdeniz havzasına taşımaktadır. Bu nedenle Kuzey Avrupa ve İskandinavya'da kurak ve soğuk hava koşulları yaşanır (Hurrell *et al.* 2000). Negatif Kuzey Atlantik Salınımı evresinde deniz seviyesi basıncı ve jeopotansiyel yükseklik anomalilerinde zıt desenler oluşturmaktadır. Kuvvetli ve zayıf Kuzey Atlantik Salınım evrelerinde zıt sıcaklık ve yağış anomalisi desenleri de gözlenir. Her iki Kuzey Atlantik Salınım evresi de Kuzey Atlantik jet akımının ve depresyon yolunun şiddeti ve konumundaki havza ölçekli değişiklikler ile zonal ve meridyonel ısı ve nem taşınımının normal desenlerindeki geniş ölçekli bozulmalarla bağlantı arz eder (Hurrell *et al.* 1995).



**Şekil 1.5.** Zayıf (negatif) Kuzey Atlantik Salınımı evresi  
(<http://www.Ideo.columbia.edu/NAO/main.html>)



Şekil 1.6. Zayıf (negatif) KAS evresi, alçak ve yüksek basınç merkezleri (<http://www.Ideo.columbia.edu/NAO/main.html>)



Şekil 1.7. Kuzey yarımkürede kuvvetli ve zayıf KAS evreleri yaşanırken görülen hava koşulları ([http://www.liveweatherblogs.com/liveweatherblogs/images/blogimage/arctic\\_oscillation.jpg](http://www.liveweatherblogs.com/liveweatherblogs/images/blogimage/arctic_oscillation.jpg))

Şekil 1.7’de soldaki resimde Atlantik üzerindeki batı rüzgârlarının, basınç merkezleri arasındaki farka bağlı olarak daha meridyonel akım kazandığı belirtilmiş, bu meridyonel akım etkisine binaen Güney ve Orta Avrupa’da normalin altında yağış düşerken Kuzey Avrupa ve İskandinavya’da normalin üstünde yağış düştüğü ifade edilmiştir. Sağdaki resimde ise Kuzey Atlantik Salınımı negatif fazındayken Azor ile İzlanda arasındaki basınç farkı azalmaktadır. Bu dönemde Batı Rüzgârları etkisini kaybettiğinden kış mevsimlerinde ılık ve nemli hava kütlelerini Akdeniz havzasına taşımaktadır.

Kuzey Atlantik Salınımı’nın oluşum nedeni henüz tam belirlenebilmiş değildir. Araştırmacıların bir kısmı, bunun atmosferin doğal değişkenliğinin bir sonucu olduğu, bir kısmıysa El Niño-Güneyli Salınım olayında olduğu gibi Kuzey Atlantik Salınımı’nın da dinamik bir okyanus atmosfer etkileşiminden doğduğunu belirtmektedir. Ayrıca yeryüzü ve stratosfere ait özelliklerle antropojenik etkilerle oluşan küresel ısınmanın, Kuzey Atlantik Salınımı’nın evre ve büyüklüğünü etkilediği düşünülmektedir. Yapılan çalışmalar Kuzey Atlantik Salınımı’nın 2,1 ile 24,8 yıllık periyotlar içinde bir dönemselliğe sahip olduğunu göstermektedir (Erlat 2002b). Kuzey Atlantik Salınımı periyotlarındaki belirsizlik, Türkiye’de yağış ve dolaylı olarak akarsu akımları hakkında uzun dönemlik tahminlerde bulunmayı güçleştirmektedir.



## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Yeryüzünde meydana gelen iklim salınımları ve uzak bölgelere olan etkileri, insanlar için hep bir merak konusu olmuştur. Özellikle Kuzey Atlantik Salınımı ve El Niño / Güneyle Salınım gibi etkileri iyi tanımlanmış, farklı nitelikleri için indisleri oluşturulmuş ve geleceğe yönelik davranışları yorumlanmaya çalışılan iklim örnekleri, üzerinde en çok çalışma yapılan atmosfer olaylarından. Bu konularla ilgili geçtiğimiz yüzyılda iklim salınımlarının etkileri üzerine yapılan bazı önemli bilimsel çalışmalar; Walker 1924, Bjerknes 1969, Loon and Rogers 1978, Barnston and Livezey 1987, Hurrell 1995 tarafından yapılmıştır. Son dönemlerde, atmosferdeki dolaşım modelleri ile ilgili yapılan bazı çalışmalarsa aşağıda verilmiştir:

Hurrell *et al.* (1997) yaptıkları çalışmada, iklimdeki on yıllık değişimlerin Kuzey Atlantik Salınımı indisinin farklılıklarına bağlı olduğunu tespit etmişlerdir. Geçen 130 yılda Kuzey Atlantik Salınımının, farklı zaman skalalarında büyük değişkenlik ortaya koyduğunu ve bu yüzyılın ikinci çeyreğinde iklim üzerinde büyük ölçüde etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Petriello (1999) yaptığı çalışmada, 1959-1998 yılları arasında Avrupa, Amerika ve Afrika'da deniz seviyesi basınçları, sıcaklık ve yağışın Kuzey Atlantik Salınımı ile ilişkili olduğunu belirtmiştir.

Hurrell *et al.* (2000) yaptıkları çalışmada, geçen yıllarda kış aylarındaki Kuzey Atlantik Salınımı indisinin Atlantik okyanusunda görülen büyük değişimlerde önemli rol oynadığını göstermişlerdir.

Hurrell (2000) yaptığı çalışmasında, Kuzey Yarımküre'de çok sayıda teleconnection saptandığını ve bunlar içinde en iyi bilinenin Kuzey Atlantik Salınımı olduğunu belirtmiştir. Kuzey Atlantik Salınımı'nın kontrol ettiği iklim değişiklikleri ile etki alanında Kuzey Atlantik Salınımı ile ilişkili iklim olaylarını ve bunların

toplumsal/çevresel etkilerini anlatmıştır. Kuzey Atlantik Salınımı'nın işleyiş mekanizması ile Arktik Salınım'ın işleyişinin birbirine benzer olduğunu ve negatif ile pozitif evrelerinin örtüştüğünü ifade etmiştir.

Cullen and Menocal (2000) yaptıkları çalışmada, Kuzey Atlantik Salınımı'nın Dicle ve Fırat nehirlerinin akımına etkisini incelemişlerdir. Bu nehirlerin akımında meydana gelen değişimlerin Kuzey Atlantik Salınımı ile ilişkili olduğunu saptamışlardır. Ayrıca bu nehirlerin Türkiye'de kalan kısmına düşen yağış miktarında meydana gelen değişimlerin %27'sinin Kuzey Atlantik Salınımı ile ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Visbeck *et al.* (2000) yaptıkları çalışmada, Kuzey Atlantik Salınımı'nın geçmişteki ve günümüzdeki etkileri ile Kuzey Atlantik Salınım indisinde meydana gelebilecek olası değişiklikler anlatılmıştır. Kuzey Atlantik Salınımı'nın negatif ve pozitif fazları arasındaki geçişin nedeni olabilecek stratosferik, antropojenik veya yeryüzünden (kara deniz) kaynaklanan süreçlerin etkisinden söz etmişlerdir.

Tomasino *et al.* (2000) yaptıkları çalışmada, doğal iklim ve güneş döngülerinde hidrolojik zaman serilerinin bir analizini yapmışlar, nehir akışlarının Kuzey Atlantik Salınımının negatif ve pozitif evrelerinden açıkça etkilendiğini ortaya koymuşlardır.

Ben-Gai *et al.* (2001) yaptıkları çalışmada, İsrail'de Kuzey Atlantik Salınımı ile sıcaklık ve yüzey basınç anomalileri arasındaki ilişkiyi araştırmışlar, bu çalışma sonucunda da deniz yüzeyi basıncının Kuzey Atlantik Salınımı ile pozitif korelasyona, sıcaklığın ise negatif korelasyona sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Launianen *et al.* (2001) yaptıkları çalışmada, Kuzey Atlantik Salınımı indislerinin doğa şartları ve çeşitli fiziksel uygulamalar için sebep teşkil ettiğini, gelecekteki bölgesel iklim değişiklikleri ve atmosferik ölçümlerde etkili tahminler için ümit vaat ettiğini belirtmişlerdir.

Marshall *et al.* (2001) yaptıkları çalışmada, 10 yıllık zaman ölçüsü için civardaki Kuzey Atlantik taraflarındaki kıtalar ve okyanusların yıllık iklim değişimini araştırmış ve Kuzey Atlantik Salınımı'nın, bu doğa olaylarına etkisinin olduğunu belirlemişlerdir.

Allen (2002) yaptığı çalışmada, su iklimi ve döngü anomalilerinin Kuzey Atlantik subtropikal yükseği ile ilişkisini araştırmış, bunun sonucunda da Kuzey Atlantik Salınımı'nın özellikle Borel'da ve Kuzey Atlantik Subtropikal yükseğinin güney kısımlarında kış aylarında yıllık atmosferik döngü çeşitliliğinin anlamlı ölçüde ilişkili olduğunu saptamıştır.

Erlat (2002) yaptığı çalışmasında yıllık ve uzun kış yağış anomalileri ile Kuzey Atlantik Salınım indisi arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. 1930-2000 dönemini kapsayan araştırmada, zayıf (negatif) Kuzey Atlantik Salınım indisi yıllarında yağış değerlerinde artma, kuvvetli (pozitif) Kuzey Atlantik Salınım indisi yıllarında ise yağış değerlerinde uzun yıllar ortalamasına göre önemli bir azalma belirlemiştir.

Fowler *et al.* (2002) yaptıkları çalışmada, Yorkshire'de Kuzey Atlantik Salınımı ile toplam yıllık, sezonal ve aylık yağış zaman skalaları arasındaki bağlantıyı araştırmış, toplam kış yağışları ile kış Kuzey Atlantik Salınım indisleri arasında özellikle batı Yorkshire yüzey su kaynaklarında kuvvetli bir bağlantı saptamışlardır.

Wettstein *et al.* (2002) yaptıkları çalışmada, Kuzey Atlantik Salınımı'nın Amerika kış iklimi üzerindeki etkisini araştırmışlar ve pozitif Kuzey Atlantik Salınımı evresinde doğu Kanada kışlarının normalden daha soğuk, zayıf Kuzey Atlantik Salınım evresinde ise doğu Amerika kışlarının normalden daha soğuk olduğunu saptamışlardır.

Hurrell *et al.* (2003) yaptıkları çalışmada, Kuzey Atlantik Salınımı'nı oluşturan süreçler, Kuzey Atlantik Salınımı'nın etki alanında sıcaklık, yağış ve fırtınalarda meydana gelen değişiklikler ile bunların toplum, çevre, ekonomi ve ekosistemler üzerindeki etkileri incelemişlerdir. Ayrıca yeryüzündeki diğer önemli iklim salınımları ve bunların Kuzey Atlantik Salınımı ile ilişkilerine değinmişlerdir.

Türkeş ve Erlat (2003) yaptıkları çalışmada Kuzey Atlantik Salınımı indisleri ile Türkiye'deki yıllık ve mevsimlik yağışlar arasında negatif bir ilişki saptamışlardır. Bu ilişkinin özellikle kış ve sonbahar mevsimlerinde ve yıllık olarak kuvvetli olduğunu belirlemişlerdir.

Stenseth *et al.* (2003) yaptıkları çalışmada, iklim sistemlerinin ekoloji üzerindeki etkileri anlatılmışlardır. Kuzey Atlantik Salınımı ve El Niño / Güneyli Salınım'ın ekolojik süreçler üzerindeki olası etkilerine dikkat çekmişlerdir.

Tatlı vd (2003) yaptıkları çalışmada, Türkiye yağışları ve Kuzey Atlantik Salınımı indeksi arasında anlamlı bir ilişki tespit edememişler ancak, Kuzey Atlantik Salınımı indeksi negatif evrede iken Deniz Seviyesi Basıncı ile yağışlar arasındaki ilişki, Kuzey Atlantik Salınımı indeksinin pozitif evrede olduğu zamandan istatistiksel olarak daha anlamlı olduğunu ortaya koymuşlardır.

Vinther *et al.* (2003) yaptıkları çalışmada, Almanya kış sıcaklıkları ve Kuzey Atlantik Salınımı arasında kuvvetli bir ilişki olduğunu ve bu ilişkinin güçlü pozitif Kuzey Atlantik Salınımı şartları için doğrusal olmadığını saptamışlardır.

Ricardo *et al.* (2004) yaptıkları çalışmada, İber yarımadasındaki üç önemli nehir havzasında Kuzey Atlantik Salınımı kış yağışlarına ve nehir akım rejimlerine etkisini belirlemişlerdir. Sonuçlar, bu üç nehrin yıllık akış rejimindeki değişimin büyük oranda Kuzey Atlantik Salınımı tarafından belirlendiğini göstermiştir.

Karabörk vd (2005) yaptıkları çalışmalarında, Kuzey ve Güney Atlantik Salınımları'nın Türkiye'deki iklim çeşitliliğine etkisini araştırmış; yağış, nehir akışı ve maksimum-minimum sıcaklık ile Kuzey Atlantik Salınım indisleri arasında negatif korelasyon bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Çiftçioğlu (2006) çalışmasında; Doğu Anadolu Bölgesi genelinde yapılan analizlerin bütününde Kuzey Atlantik Salınımı'nın, kar yağışları ve kar örtüsü üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını saptamıştır.

Foland *et al.* (2005) yaptıkları çalışmada, geçen 150 yılda deniz yüzeyi sıcaklığına Kuzey Atlantik Salınımı'nda ki değişimlerin etkisini araştırmış ve Tripolar Atlantik yüzey suyu sıcaklığı anomalilerinin Kuzey Atlantik Salınımı ile güçlü bir şekilde ilişkili olduğunu ve pozitif Kuzey Atlantik Salınımı evresinde güney Avrupa'nın daha kuru, kuzey Avrupa'nın ise daha yağışlı iklime sahip olduğunu saptamışlardır.

Gürgen vd (2006) yaptıkları çalışmada, Büyük Menderes Havzası'nda yağış ve akım ile Kuzey Atlantik Salınımı arasındaki ilişkiyi incelemişler, yıllık ve mevsimlik akım verilerinde saptanan anlamlı azalma eğilimlerini pozitif Kuzey Atlantik Salınımı indeksiyle ilişkilendirmişlerdir. Yağış ile yıllık ve mevsimlik Kuzey Atlantik Salınımı indeksi arasında genel olarak negatif bir ilişki belirlemişlerdir.

Joanna (2006) yaptığı çalışmada, Kuzey Atlantik Salınımı'nın bir bölgedeki hidrolojik ve meteorolojik şartlara etkisini incelemiş, Kuzey Atlantik Salınımı ve nehir akışları arasındaki ilişkiyle ilgili literatüre genel bir bakış sağlamıştır. Bununla birlikte nehirlerin ana suları Kuzey Atlantik Salınımı'ndan etkilenirse, Kuzey Atlantik Salınımı'nın nehir hidrolojisi üzerindeki bölgesel etkisinin fazla olacağı kanaatine varmıştır. Bu konuda Avrupa'nın bazı bölgelerinde birçok araştırmalar yapıldığını ve etkili bir şekilde anlamlılığı olan bağlantıların bulunamadığını saptamıştır.

Yetmen (2006) çalışmasında, her bir ay için haritalanan Kuzey Atlantik Salınımı kış indisinin GAP alanı genelinde yağışlara etkisinin negatif yönlü olduğunu belirlemiştir. Ayrıca yağış ve akım ile Kuzey Atlantik Salınımı kış indisi arasında genel olarak negatif yönlü bir ilişki saptamıştır. Bu ilişkinin de Mart ve Nisan aylarında, diğer aylardan daha belirgin olduğunu ifade etmiştir.

Brolley (2007) yaptığı çalışmada, Kuzey Atlantik Salınımı, ENSO ve PDO gibi bazı salınımların Amerika ve Kanada 'da aylık ekstrem sıcaklık ve yağışa etkilerini araştırmış, özellikle kış aylarında bu hidrolojik değişkenlerin Kuzey Atlantik Salınımı'ndan etkilendiğini ortaya koymuştur.

Cancelliere *et al.* (2007) yaptıkları çalışmada, Kuzey Atlantik Salınımı indisini kullanarak standardize edilmiş yağış indeksinin mevsimsel tahminleri için bir stokastik model oluşturmaya ve önceki araştırmaları geliştirmeye çalışmışlardır.

Güney vd (2008) çalışmalarında; Kuzey Atlantik Salınımı'nın Doğu Karadeniz ve Çoruh havzalarına ait hidrometeorolojik veriler üzerindeki etkilerini araştırmışlar ve Doğu Karadeniz havzası akım istasyonlarının hepsinde Kuzey Atlantik Salınımı'nın yıllık döngü üzerinde dikkate değer herhangi bir etkisinin olmadığını belirlemişlerdir. Fakat Çoruh Havzasında Kuzey Atlantik Salınımı'nın söz konusu etkisinin açık bir şekilde görüldüğünü vurgulamışlardır. Ayrıca bu ilişkinin sadece, yıllık baz döngünün pik değerinin Kuzey Atlantik Salınımı ekstrem negatif fazda iken artması veya Kuzey Atlantik Salınımı ekstrem pozitif fazda iken azalması şeklinde gerçekleşmiş olduğunu ortaya koymuşlardır.

Jovanovic *et al.* (2008) yaptıkları çalışmada, kış ayları süresince Kuzey Atlantik Salınımının Sırbistan 'da ki yağış rejimine baskın etkisinin olduğunu Sırbistan'da gözlemlendiği istasyonlardaki verilerle Kuzey Atlantik Salınımı indisleri arasında anlamlı ilişki tespit etmek suretiyle ortaya koymuştur.

Kahya (2008) yaptığı çalışmada, Kuzey Atlantik Salınımı'nın Türkiye 'deki Beyşehir gölü su seviyesine etkisini araştırmış, 10 yıldan daha fazla bir zaman skalasında göl su seviyesindeki değişikliklerin Kuzey Atlantik Salınımı indeksindeki değişikliklerle ilgili olduğunu ortaya koymuştur.

Kerimoğlu (2008) yaptığı çalışmada büyük ölçekli atmosfer sistemlerinin Türkiye'deki göllerin hidroloji ve ekolojisine etkilerini araştırmış, Mogan gölündeki klorofil artışı ile

Kuzey Atlantik Salınımı arasında da pozitif ilişki tespit etmiştir. Ayrıca; birkaç yüzey iklim çeşitliliği ile döngü indislerinin ilişkisini analiz etmiş ve %99,9 oranında güvenilirlikle korelasyon saptamıştır.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

Bu çalışmada, Kuzey Atlantik Salınımı'nın Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından işletilen akım gözlem istasyonlarına ait pik debiler üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışma esnasında parametrik ve parametrik olmayan istatistiki testler kullanılarak Kuzey Atlantik Salınımı'nın iklim üzerindeki etkisi ile ilgili bir takım yargılara ulaşmak hedeflenmiştir. Çalışmada kullanılan akım gözlem istasyonları Şekil 3.1, Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Çalışmada kullanılan akım gözlem istasyonları ve ait oldukları akarsu havzaları

Havza No	Havza Adı	Seçilen Akım Gözlem İstasyonlarının Numaraları
1	Meriç Havzası	101
3	Susurluk Havzası	302, 311, 314, 316, 321
7	B. Menderes Havzası	701, 706, 712, 713
8	Müt. Batı Akdeniz Sul.	809
9	Müt. Orta Akdeniz Sul.	902
12	Sakarya Havzası	1203, 1221, 1222, 1237
13	Müt. Batı Karadeniz Sul.	1302
14	Yeşilirmak Havzası	1401, 1413, 1414
15	Kızılırmak Havzası	1501
18	Seyhan Havzası	1801
19	Hatay Suları	1905, 1906, 1907
20	Ceyhan Havzası	2006, 2009
21	Fırat Havzası	2131
22	Müt. Doğu Karadeniz Sul.	2218
26	Dicle Havzası	2603, 2605, 2610



**Çizelge 3.2.** Çalışmada kullanılan akım gözlem istasyonları koordinatları ve diğer özellikleri

İstasyon No	İstasyon Adı	Koordinatlar		Yağış Alanı (km <sup>2</sup> )	Yaklaşık Kot (m)
101	Şeytan Deresi-Babaeski	27° 6' 4" D	41° 25' 39" K	478,4	50
302	Kemalpaşa Çayı-Döllük	28° 30' 58" D	39° 57' 38" K	9629,2	40
311	Orhaneli Çayı-Küçükilet	29° 27' 49" D	39° 37' 28" K	1621,6	795
314	Kocaçay-Kayaca	27° 6' 58" D	40° 4' 36" K	2308,8	25
316	Simav Çayı-Yahyaköy	28° 10' 35" D	39° 58' 8" K	6454	32
321	Nilüfer Çayı-Geçitköy	28° 56' 14" D	40° 16' 51" K	1290,8	63
701	Çine Çayı-Kayırılı	28° 7' 53" D	37° 25' 19" K	948	262
706	B. Menderes Nehri-Aydın Köprüsü	27° 50' 26" D	37° 47' 0" K	19595,6	25
712	B. Menderes Nehri-Burhaniye	28° 44' 25" D	37° 56' 56" K	12798,8	120
713	B. Menderes Nehri-Çıtak Köprüsü	29° 38' 23" D	38° 9' 25" K	3945,6	802
809	Eşen Çayı-Kavaklıdere	29° 33' 44" D	36° 49' 36" K	546,8	1115
902	Köprüçay-Beşkonak	31° 11' 18" D	37° 8' 30" K	1942,4	117
1203	Porsuk Çayı-Beşdeğirmen	30° 2' 12" D	39° 31' 41" K	3938,4	855
1221	Sakarya Nehri-Doğançay	30° 19' 54" D	40° 37' 32" K	52531,6	41
1222	Kocasu-Rüstümköy	29° 46' 6" D	40° 15' 23" K	2021,6	198
1237	Mudurnu Çayı-Dokurcun	30° 51' 52" D	40° 34' 31" K	1072,4	286
1302	Büyük Melen-Yakabaşı	30° 59' 8" D	40° 51' 22" K	1988	115
1401	Kelkit Nehri-Fatlı	36° 59' 56" D	40° 28' 42" K	10048,8	375
1413	Yeşilirmak Nehri-Durucasu Hes	36° 6' 43" D	40° 44' 40" K	21667,2	301
1414	Yeşilirmak-Sütlüce	36° 7' 4" D	40° 0' 29" K	5409,2	470
1501	Kızılırmak Nehri-Yamula	35° 15' 26" D	38° 53' 18" K	15581,6	995
1801	Göksu-Himmetli	36° 3' 34" D	37° 51' 57" K	2596,8	665
1905	Karasu-Torun Köprüsü	36° 24' 40" D	36° 30' 17" K	1768	84
1906	Afrin Deresi-Müşrüflü	36° 32' 35" D	36° 18' 25" K	2764,4	98
1907	Asi Nehri-Demirköprü	36° 13' 14" D	36° 15' 10" K	16170	85
2006	Göksu-Karaahmet	36° 33' 46" D	38° 1' 26" K	739,2	1324
2009	Göksu Nehri-Poskoflu	37° 0' 4" D	37° 8' 54" K	1387,2	1040
2131	Beyderesi-Kılayık	38° 12' 36" D	38° 19' 21" K	277,6	925
2218	İyidere-Şimşirli	40° 29' 33" D	40° 48' 57" K	834,9	307
2603	Garzan Çayı-Beşiri	41° 20' 41" D	37° 57' 48" K	2450,4	545
2605	Dicle Nehri-Diyarbakır	40° 13' 43" D	37° 53' 4" K	5655,2	570
2610	Bitlis Çayı-Baykan	41° 46' 51" D	38° 9' 37" K	640,4	910

**Çizelge 3.3.** Çalışmada kullanılan (101, 302, 311, 314, 316, 321, 701) no.lu akım gözlem istasyonlarına ait (1955-2000) yılları arası pik debi değerleri

Yıllar	İstasyon Numarası						
	101	302	311	314	316	321	701
1955	-	208,8	41,2	239,6	373,2	48,32	350
1956	-	738	53,5	-	549,8	101,66	222,6
1957	-	150,8	18,48	-	132,6	-	16,4
1958	-	505,2	34,6	-	442,3	-	237
1959	-	280,4	-	-	546,4	82,3	175
1960	-	507	16,72	211,6	1069	86,94	254
1961	25,8	826	86	361	1120	131	548
1962	45	317	39,3	451	804	119	335
1963	91,5	-	85,4	1148	1553	321	261
1964	31,5	-	106	-	1430	355	80
1965	91,5	817	49,5	707	2350	149	224
1966	136	968	126	649	1250	102	552
1967	102	331	26	833	1165	61,8	211
1968	95,9	1430	149	1481	2100	163	403
1969	140	425	74,4	500	777	169	199
1970	53,2	1570	145	627	847	273	324
1971	59,5	546	26,3	427	960	164	311
1972	24,6	899	39,2	222	628	153	118
1973	111	293	50,4	928	547	102	362
1974	320	845	62,8	328	730	174	320
1975	52,6	501	501	1070	758	133	183
1976	127	679	50,3	458	619	125	72
1977	68,8	1079	63,6	685	513	121	354
1978	60	969	114	851	925	113	274
1979	106	574	155	458	836	120	232
1980	70	858	183	404	815	104	480
1981	119	1061	110	1115	1218	131	328
1982	257	2420	169	1325	1223	359	287
1983	25,6	251	62	384	356	144	246
1984	94,8	1090	119	167	722	146	269
1985	84,6	175	60,7	271	310	69	290
1986	68,1	1090	46,3	632	649	68	197
1987	23,5	1622	112	582	924	162	149
1988	40,9	243	11,5	783	566	138	140
1989	164	131	21,7	1141	362	28,1	83,6
1990	19,6	889	44,5	250	511	326	233
1991	52,7	1152	25,5	616	597	148	352
1992	54,3	219	40	246	270	74,8	21,4
1993	142	345	36	577	434	79,2	186
1994	20	419	5,98	552	676	31,3	57,1
1995	224	644	42,7	592	563	113	153
1996	127	245	24,6	468	356	85	250
1997	50,4	450	20,4	505	466	91,8	133
1998	88	444	48	1693	568	114	338
1999	68,8	534	52	490	605	106	275
2000	12,5	456	52,5	627	496	134	187

**Çizelge 3.4.** Çalışmada kullanılan (706, 712, 713, 809, 902, 1203, 1221) no.lu akım gözlem istasyonlarına ait (1955-2000) yılları arası pik debi değerleri

Yıllar	İstasyon Numarası						
	706	712	713	809	902	1203	1221
1955	298,5	95,13	72	-	548,8	-	296
1956	321,2	-	-	-	516	19,48	639,4
1957	95	-	-	-	280,2	9,3	100,6
1958	252,6	-	-	-	1032,3	22,58	411,6
1959	190,2	104,9	-	-	969,8	31	536
1960	214,1	96	26,76	23,66	557	27,08	234
1961		219,00	26,40	44,20	468	26,00	262,00
1962	311	130	25,7	50	822	30,5	
1963	297	201	84,6	104	863	59,2	841
1964	-	171	49	26,4	349	124	659
1965	350	217	71,8	36,4	1410	94	774
1966	390	310	45,1	74,5	1486	74,5	525
1967	358	137	40,5	36,2	536	29,8	371
1968	329	484	106	128	798	213	996
1969	272	194	46,1	50,5	923	53,2	703
1970	286	180	41,4	67,7	775	54,6	1006
1971	254	129	38,5	48	413	34,6	424
1972	164	138	30,5	8,75	764	44,9	610
1973	194	156	30,3	41	752	24,2	274
1974	255	198	27,8	26,8	352	27,8	303
1975	111	106	26,5	54,4	1400	58,1	312
1976	132	117	32	68	1260	36,1	299
1977	130	92,4	46,5	64	2200	25,5	333
1978	207	420	37,3	74,8	1200	58,3	392
1979	195	162	31,4	57	850	64,6	430
1980	245	535	35	147	845	75,2	368
1981	241	212	32,7	74	1066	81,3	520
1982	287	195	33,5	82	2560	99,7	502
1983	152	110	32	19	685	24,7	267
1984	208	189	43,5	67	1176	89,8	557
1985	202	84,4	38	48,2	833	64,2	369
1986	160	79,1	33	55	472	35,8	363
1987	176	87,5	38,3	148	668	61,5	620
1988	120	66,3	40	60,1	910	17,4	298
1989	87,4	58,2	32,3	150	730	9,45	276
1990	94,6	69,4	33,1	45,5	1356	10,3	381
1991	103	62,4	32,3	20,5	274	27,5	514
1992	69	50,5	29,4	52,5	512	16,5	414
1993	150	45,6	27,1	47,8	808	67,8	276
1994	64,6	46,4	29,6	17,6	563	4,69	184
1995	132	60,1	30,1	140	794	49,4	357
1996	148	41,5	20,6	44	1326	47,4	285
1997	107	37,5	16,5	19,6	477	56,2	440
1998	167	50	24	40,8	1017	20,1	451
1999	214	70,4	39,6	193	1109	26,4	512
2000	140	47,6	32,1	26,2	322	25,9	551

**Çizelge 3.5.** Çalışmada kullanılan (1222, 1237, 1302, 1401, 1413, 1414, 1501) no.lu akım gözlem istasyonlarına ait (1955-2000) yılları arası pik debi değerleri

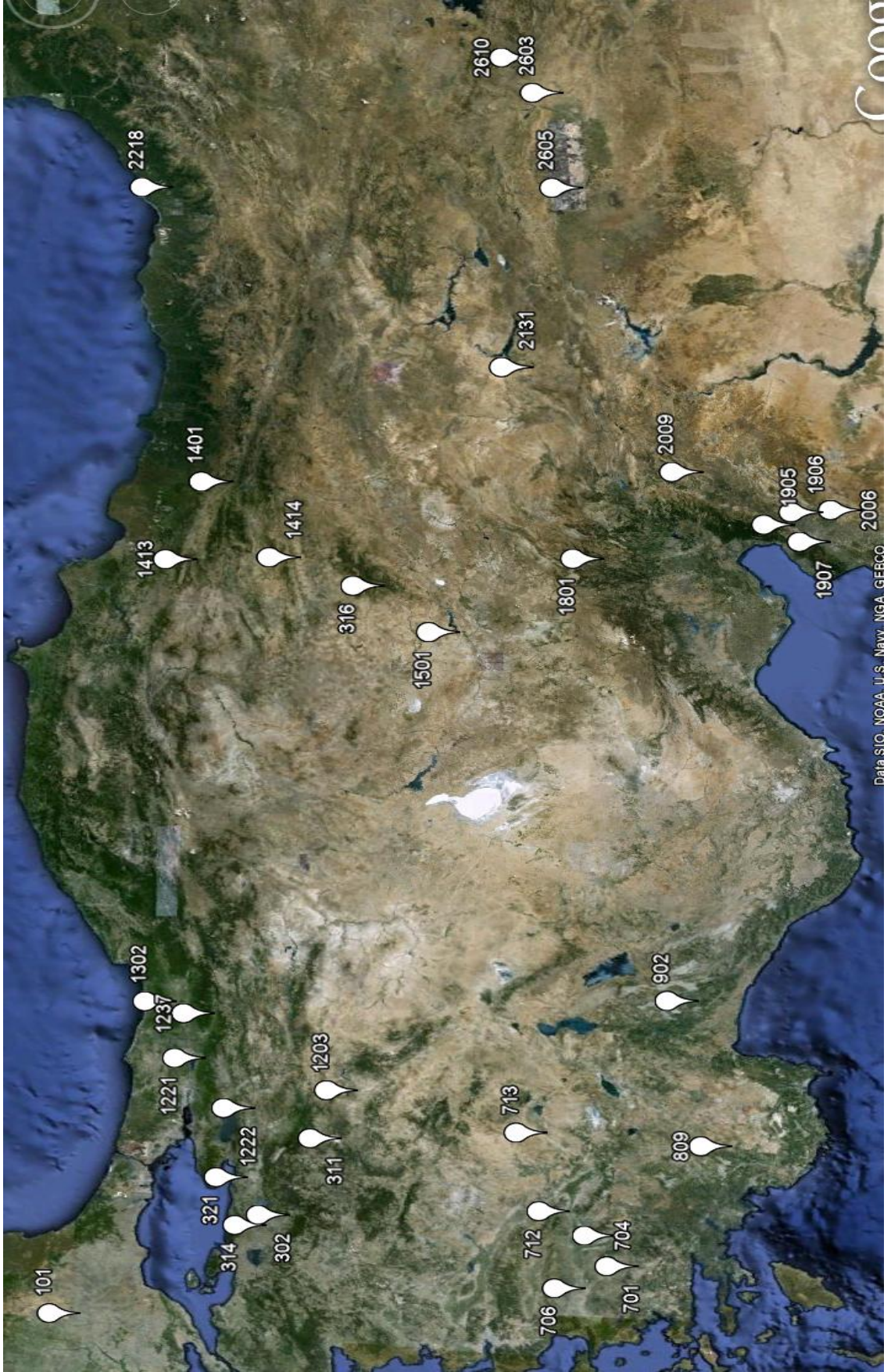
Yıllar	İstasyon Numarası						
	1222	1237	1302	1401	1413	1414	1501
1955	31,04	-	141,4	248	-	69,4	150,6
1956	120,92	62,24	277,9	515,8	-	131,1	388,8
1957	43,62	17,08	102,7	436	208,4	141	354,5
1958	101,6	94,8	262,5	531,8	329,68	229,55	447
1959	103,68	79,6	-	503	418	160	307,5
1960	67,34	46,78	184,2	802	232,56	215	495
1961	76,30	37,50	301,00	378,0	219,0	99,20	197,00
1962	207	91	168	557	255	125	425
1963	251	-	540	682	355	211	385
1964	158	57,5	280	776	246	126	465
1965	146	133	453	591	218	142	376
1966	121	43,7	166	489	326	123	348
1967	106	31,5	188	508	517	138	678
1968	226	255	305	1020	695	168	901
1969	162	38,2	293	685	302	108	617
1970	185	79	316	424	341	108	343
1971	132	42,3	263	275	372	128	245
1972	266	145	463	388	202	104	388
1973	89,6	24,7	162	242	94,5	69,1	275
1974	142	52,8	225	686	101	42	335
1975	182	105	299	506	454	236	602
1976	104	26,9	136	548	454	101	638
1977	203	51,5	200	364	425	193	424
1978	171	47,2	324	726	330	142	315
1979	174	147	277	391	364	255	229
1980	189	162	271	614	739	194	1089
1981	258	127	343	352	366	109	442
1982	296	121	242	585	164	99,4	497
1983	126	79,2	204	569	360	106	553
1984	243	42,2	307	409	409	105	355
1985	51,5	30,5	187	360	234	83,2	591
1986	82,7	32,1	204	439	201	134	391
1987	270	215	262	670	505	158	86,5
1988	183	25,4	280	658	338	135	685
1989	39,7	41,4	173	258	450	142	369
1990	315	33,9	231	550	550	134	331
1991	271	35,7	251	225	324	121	317
1992	132	63,5	207	214	297	89,6	481
1993	77,1	47,8	185	308	448	146	752
1994	66,8	17,5	94,2	179	158	54,9	214
1995	161	35,7	192	193	303	86,9	363
1996	196	34,3	169	254	432	116	500
1997	256	79,7	376	218	168	65,1	272
1998	394	215	479	305	365	109	710
1999	123	38,5	171	187	122	27,7	274
2000	196	60,9	-	409	490	160	619

**Çizelge 3.6.** Çalışmada kullanılan (1801, 1905, 1906, 1907, 2006, 2009, 2131) no.lu akım gözlem istasyonlarına ait (1955-2000) yılları arası pik debi değerleri

Yıllar	İstasyon Numarası						
	1801	1905	1906	1907	2006	2009	2131
1955	71,2	84,8	810	107,5	28,64	38,1	-
1956	109,6	123	464,2	274,65	45,8	64,4	-
1957	226,4	12,75	84,05	96	67,1	51,2	-
1958	274,6	69,5	80	154,25	84,1	75,4	-
1959	464,8	28,4	37	189,2	22,01	83,7	10,13
1960	129,6	78,2	213,5	-	28,15	-	12,86
1961	39,90	61,20	33,20	106,00	20,60	30,80	11,40
1962	148	70,1	98	193	54,4	62	15,2
1963	181	102	-	186	43	65,2	70,5
1964	78,7	46	-	128	31	105	42,5
1965	120	89,1	-	186	44,6	70,3	26,2
1966	253	133	121	140	56,5	138	16,8
1967	211	141	128	189	41,8	63,6	22,9
1968	557	134	520	173	60,4	89,4	16
1969	271	268	710	169	100	179	44
1970	128	59,8	28,4	105	34,3	-	8,28
1971	89,6	94,5	223	167	46,1	64,3	31,9
1972	194	94,5	320	146	75	82	57
1973	92,3	9,5	305	70	18	33,8	9,02
1974	201	131	991	161	71,8	101	14,7
1975	318	100	376	167	99	148	129
1976	311	132	268	167	65,7	94	38,2
1977	292	134	180	172	95	106	27
1978	183	174	258	163	51,8	63,1	7,92
1979	551	97,4	102	148	114	226	11
1980	708	165	565	157	141	496	64,4
1981	324	98,5	159	134	75	138	17,1
1982	209	152	196	140	58	95,2	12,9
1983	188	41	108	151	52	154	53,2
1984	98,5	63	119	106	23,4	43,2	4,5
1985	87	91,4	80,1	153	19,4	30,4	11,7
1986	123	92,7	95	124	13,4	37,1	6,59
1987	188	240	388	149	48	68,8	15,2
1988	355	254	217	162	46,4	101	45,7
1989	90,5	148	370	111	18,7	40,2	9,61
1990	171	163	336	97,2	28,5	43,4	9,29
1991	101	56,2	68,3	63,4	21,5	65,6	176
1992	176	97,3	300	141	68,2	90,9	20,8
1993	174	154	169	93,2	45,6	68,3	28,9
1994	53,5	109	166	125	17,1	20,7	3,47
1995	186	123	185	50	57,3	73,6	25,2
1996	379	157	324	71,2	67,6	86,8	16,9
1997	101	100	220	101	50,9	54,9	13,5
1998	94,8	98,7	94,4	75,5	38,8	61,5	19,2
1999	224	98,7	109	65	47	64,8	13,5
2000	431	51,7	55,2	50,2	55	64,8	7,96

**Çizelge 3.7.** Çalışmada kullanılan (2218, 2603, 2605, 2610) no.lu akım gözlem istasyonlarına ait (1955-2000) yılları arası pik debi değerleri

Yıllar	İstasyon Numarası			
	2218	2603	2605	2610
1955	-	333		112,18
1956	-	448	1054	126,1
1957	-	721	1770	347,5
1958	-	298	1014	123
1959	-	315,2	464	102,94
1960	-	280,6	761	132,3
1961	-		463,00	96,00
1962	-	312	1055	110
1963	135	1210	1963	275
1964	239	581	1533	216
1965	166	455	786	223
1966	310	892	2640	296
1967	219	443	1470	144
1968	148	640	1940	331
1969	264	609	1976	295
1970	94,7	524	941	143
1971	305	293	1217	115
1972	121	801	1084	393
1973	277	231	326	92,6
1974	135	721	3248	206
1975	239	589	675	153
1976	166	772	1966	416
1977	310	421	1156	220
1978	219	615	1847	217
1979	148	489	1018	172
1980	264	645	930	303
1981	94,7	490	2633	351
1982	305	487	1536	337
1983	121	417	405	90,8
1984	277	564	1248	281
1985	103	856	538	274
1986	166	379	645	167
1987	112	884	1311	338
1988	175	1261	2864	449
1989	134	137	288	101
1990	154	1020	2888	yok
1991	143	726	1194	188
1992	143	995	511	174
1993	117	1005	1073	242
1994	95	570	720	142
1995	112	964	634	249
1996	128	524	798	235
1997	129	526	702	201
1998	168	742	-	246
1999	112	712	-	166
2000	93,6	218	-	72

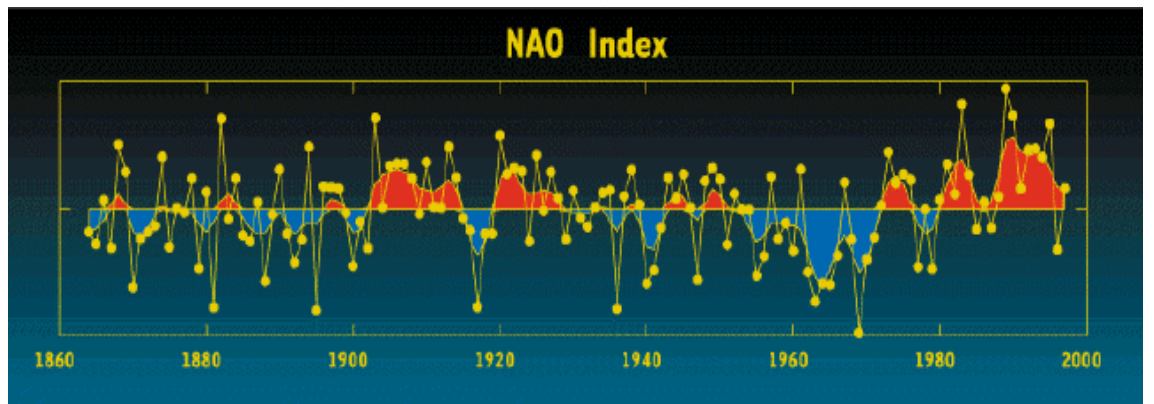


Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan akım gözlem istasyonlarının yer bulduru haritası

Türkiye yağışları ile Kuzey Atlantik Salınım indisleri arasında yapılan ilişki çözümlenmesinin sonuçları yıllık ve yaz dışında mevsimlik yağış dizilerinin çoğu ile Kuzey Atlantik Salınım indisleri arasında negatif bir ilişkinin bulunduğunu ortaya koymuştur (Türkeş vd 2003).

Genel olarak, Doğu Akdeniz Havzası'nın ve Türkiye'nin yıllık ve özellikle kış yağışlarında gözlenen önemli azalma eğilimleri, bu bölgede egemen olan cephesel orta enlem ve Akdeniz alçak basınçlarının sıklıklarında özellikle kışın gözlenen azalma ile yüksek basınç koşullarında gözlenen artışlarla bağlantılı olabilir. Türkiye'deki şiddetli ve geniş alanlı kış kuraklıklarının önemli bir bölümü, Kuzey Atlantik Salınımı'nın kuvvetli (ekstrem) pozitif anomali dönemlerine karşılık gelmektedir (Türkeş ve Erlat 2003a ve 2003b). Öte yandan, özellikle karasal yağış rejimine sahip iç bölgelerdeki bazı akım gözlem istasyonlarının ilkbahar ve yaz yağışlarında ve yıllık kuraklık indislerinde ise bir artış eğilimi, başka sözlerle daha nemli koşullara doğru bir gidiş gözlenmiştir (Türkeş 1998a, 1998b ve 1999).

Daha önce yapılan çalışmalardan da anlaşılacağı üzere, zayıf Kuzey Atlantik Salınımı indisi evresinde, yıllık kış, ilkbahar, sonbahar ve kısmen de yaz yağışlarında bir artma; kuvvetli Kuzey Atlantik Salınım indisi evresinde ise (yaz dışında) yıllık ve mevsimlik yağışlarda bir azalma eğilimi tespit edilmiştir.



**Şekil 3.2.** Yıllık Kuzey Atlantik Salınım indisleri değişim tablosu (<http://www.ldeo.columbia.edu/res/pi/NAO/>)



Şekil 3.2’de görüldüğü üzere Kuzey Atlantik Salınımı (1955-1973) yılları arasında negatif evrede, (1974-2000) yılları arasında ise pozitif evrede seyretmektedir. Kuzey Atlantik Salınım indisleri ve Türkiye’deki yağışlar arasında negatif bir ilişki saptanmıştır (Türkeş ve Erlat 2003). Dolayısıyla Şekil 1.3’de görüldüğü gibi Kuzey Atlantik Salınımı pozitif evredeyken Türkiye’de kurak iklim şartları, Şekil 1.5’de görüldüğü gibi ise Kuzey Atlantik Salınımı negatif evredeyken Türkiye’de yağışlı iklim şartları hakim olmaktadır. Bu nedenle Kuzey Atlantik Salınımı’ndan etkilenen Türkiye akarsu havzalarındaki akım gözlem istasyonlarında (1955-1973) yılları arasında gözlenen pik debiler ile (1974-2000) yılları arasında gözlenen pik debiler arasında istatistiki olarak anlamlı farklılıkların olması beklenir.

### 3.2. Yöntem

Herhangi bir akım gözlem istasyonunda ölçülen pik debilerin Kuzey Atlantik Salınımı’ndan etkilenip etkilenmediğini tespit etmek için;

- 1) Her bir akım gözlem istasyonunda ölçülen pik debilerin normal dağılıp dağılmadıkları Anderson Darling testi ile test edilmiştir.
- 2) Çalışmada kullanılan her bir akım gözlem istasyonuna ait (1955-1973) ve (1974-2000) yılları arası pik debi değerlerinin F (Fisher) testi ile istatistiki olarak varyanslarının farklılığı test edilmiştir.
- 3) F (Fisher) testi ile varyanslarının farklılık durumu tespit edilen ve normal dağılım gösteren her bir akım gözlem istasyonu için, (1955-1973) ve (1974-2000) yılları arası pik debi değerlerine varyans farklılık durumuna göre Student t testi uygulanmıştır. Bu testin uygulanma amacı, pik debiler Kuzey Atlantik Salınımı’ndan etkileniyorsa (1955-1973) yılları arası ölçülen pik debilerin ortalamasının (1974-2000) yılları arası ölçülen pik debilerin ortalamasından istatistiki olarak büyük olduğunu sınamak içindir.
- 4) Son olarak Mann-Whitney U testi ile de normal dağılım göstermeyen her bir akım gözlem istasyonunun (1955-1973) ve (1974-2000) yıllarına ait pik debilerin farklı popülasyonlardan gelip gelmediği belirlenmiştir. Test sonucunda bu iki devreye ait pik debilerin farklı popülasyonlardan geldiği hipotezinin kabul edilmesi, bu akım gözlem

istasyonlarına ait pik debilerin Kuzey Atlantik Salınımı'ndan etkilenmiş olduğunu gösterir.

### 3.2.1. Çalışmada kullanılan istatistiki testler

İstatistiklerin örnekleme dağılımları genellikle ancak normal dağılmış toplumlar için ya da büyük örnekler için bilindiğinden normal dağılmış olmayan toplumlardan alınan küçük örnekler halinde hipotezlerin kontrolünde güçlüklerle karşılaşılır. Bu durumlarda bazı istatistikler için toplumun rastgele değişkeninin dağılımından ve parametrelerinde bağımsız olan (parametrik olmayan) testler düzenlenmiştir. Bu gibi testler rastgele değişkenin normal dağılmış olması halinde parametrik testlere göre biraz daha az güçlü olmakla birlikte, normal dağılmamış toplumlarda parametrik testlerden çok daha güçlü olduklarından tercih edilmelidirler.

#### 3.2.1.a. Değişkenliğin (varyansların) sınanması F (Fisher) testi

İki örneğin varyansları açısından aynı toplumdaki gelip gelmediklerinin kontrolünde F istatistiği kullanılır. Standart sapmaları  $s_1$  ve  $s_2$  olan  $N_x$  ve  $N_y$  elemanlı iki ayrı örnek için;

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2} \quad (s_1^2 > s_2^2) \text{ olmak üzere} \quad (3.3)$$

s: standart sapma,  $s^2$  : Varyans

$F > 1$  olmak üzere;

Elde edilen  $F$  değeri, payın ve paydanın örnek büyüklüğü göz önüne alınarak  $m=N_x-1$  payının serbestlik derecesi,  $n=N_y-1$  paydanın serbestlik derecesi olmak üzere  $F$  dağılımı

tablosunda istenilen önem seviyesindeki kritik değer ile kıyaslanır. Kritik değer in aşılması halinde varyanslar arası fark önemlidir.

### 3.2.1.b. Ortalamaların sınanması Student t testi

Bir istatistiki test çoğu kez farklı ana kütlelerden elde edilen gruplar arasında karşılaştırmalar için kullanılır. Bu t-test formu, her iki veri kümesinin eşit olmayan varyanslı dağılımlardan geldiğini varsayar. Buna, heteroscedastic t-test de denir. Yukarıdaki eşit varyanslar durumunda olduğu gibi, bu t-testini, iki örneğin büyük bir olasılıkla eşit popülasyon ortalamalı dağılımlardan gelmiş olup olmadığını belirlemek için aşağıda tanımlanan, çiftli sınama formülleri kullanılır.

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{(n_1 + n_2 - 2)} \quad (3.1)$$

$$S_e = S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} \quad (3.2)$$

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_e} \quad (3.3)$$

Burada,  $n_1$  ve  $n_2$ , birinci ve ikinci veri setlerindeki eleman sayılarını,  $s_1$  ve  $s_2$  ise standart sapmaları temsil etmektedir. Eğer  $n > 25$  ise  $S_e = \sigma$  olarak alınabilir, aksi halde (3.1), (3.2) ve (3.3) denklemlerindeki gibi alınır.

$$d_f = \frac{\left( \frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} \right)^2}{\frac{\left( \frac{s_1^2}{n_1} \right)}{n_1 - 1} + \frac{\left( \frac{s_2^2}{n_2} \right)}{n_2 - 1}} \quad (3.4)$$

Formül (3.4) yardımıyla bulunan  $d_f$  serbestlik derecesi değeri ile student t tablosuna  $\alpha=0,025$  için kritik  $t_o$  değeri bulunur. Formül (3.1), (3.2), (3.3) ile hesaplanan  $t$  değeri  $t_o$  değerinden büyükse %95 oranında güvenilirlikle bu iki grubun farklı iki popülasyondan geldiği söylenebilir.

### 3.2.1.c. Mann–Whitney U testi

Teorik olarak iç bağımlılığı olmayan iki örnek fonksiyonun bulunduğu konumlardan dolayı aralarında farklılık var mıdır sorusuna cevap vermek için geliştirilmiştir. Her iki örnek fonksiyonun aynı konumdan geldikleri yani farklı olmadıkları temel varsayımı yapılır. Bu durumda iki örnek fonksiyonun aynı toplumdaki kaynaklandığı ve verilerinin kendi aralarında karşılıklı değiştirilebilmesi mümkündür. Örnek fonksiyonların veri sayısı  $n_1$  ve  $n_2$  ise bunların karışımları ile elde edilen örnek fonksiyonunun veri sayısı

$n=n_1+n_2$  dir.

Mertebe toplam sınamaya büyüklüğü veri değerlerinin değil de onların  $n$  veri sayılı örnek fonksiyonlarındaki mertebelerin toplamının bir fonksiyonudur. Toplam örnek fonksiyonlarındaki mertebeler arasında iki örnek fonksiyonun ayrı ayrı mertebe verilerinin toplamı sırası ile  $R_1$  ve  $R_2$  ile gösterilsin. Toplam örnek fonksiyondaki mertebelerin toplamı

$R_1+R_2=1+2+3+\dots+n=n(n+1)/2$  olur.

İki örnek fonksiyonun tek tür ve  $n_1=n_2$  olması halinde  $R_1$  ve  $R_2$  miktarları birbirine benzer yani yakın değerlerdir. Örnek fonksiyonlardaki veri sayılarının farklı olması halinde ise  $R_1/n_1$  ve  $R_2/n_2$  oranlarının birbirine yakın olduğu zaman tek türlükten söz edilir. Tektürlüğün geçerli, yani örnek fonksiyonların aynı toplumdaki gelmeleri halinde  $n_1$  ve  $n_2$  verili örnek fonksiyonları bu toplumdaki elde edilebilecek örnek fonksiyonlardan iki tanesini temsil eder. Halbuki verilerden  $n!/n_1!/n_2!$  tane farklı sayıda iki örnek fonksiyonu çıkarılabilir.  $n_1=n_2=10$  olması halinde bile bu sayı çok büyük olup 184756 ya eşittir. Mann-Whitney tarafından sınama için gerekli büyüklüğü

$$U_1 = R_1 - \frac{n_1}{2} \binom{n_1 + 1}{2}$$

veya

$$U_2 = R_2 - \frac{n_2}{2} \binom{n_2 + 1}{2}$$

$$U = \min(U_1, U_2)$$

şeklinde verilmiştir. Herbir örnek fonksiyon için değişik Mann-Whitney sınama büyüklüğü hesap edilir. Yukarıda  $n_1=n_2=10$  için bile çok fazla sayıda olan bu Mann-Whitney U istatistiği büyüklüğünün teorik aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri sırası ile,

$$\bar{U} = \frac{n_1 n_2}{2}$$

ve

$$S_u = \left[ \frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12} \right]^{1/2}$$

Şeklinde verilmiştir. İşte Mann-Whitney sınaama büyüklüğü yaklaşık olarak bu parametrelerle normal (Gaussian) dağılımına uyar.

$$z = \frac{U - \bar{U}}{S_u}$$

Şeklinde hesaplanan standart normal değişkenin iki yönlü test ile sınaanması sonucu örnekler arasında önemli bir fark olup olmadığına karar verilebilir.

Eldeki örneklerin non-parametrik bir yaklaşım ile “farklı popülasyonlara ait olup olmadıkları” yönünden test edilmeleri için Mann-Whitney  $U$  testi kullanılmıştır. Burada şunu vurgulamak gerekir: Literatürde birden fazla parametrik olmayan “fark” testi mevcuttur. Bu testler genel bir soru olan “farklı popülasyonlara ait olup olmama” sorusunun cevabını ararlar. Non-parametrik testler uygulanırken örneklere ait ortalama, varyans vb. hiçbir büyüklük hesaplanmaz ve testler bunlar üzerinden yapılmaz. Dolayısıyla parametrik olmayan testlerle genel anlamda “farklı popülasyonlara ait olup olmama” sorusuna cevap aranır (Şen 2002).

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

### 4.1. Anderson Darling Normalite Testi Sonuçları

Çalışmada kullanılan 32 adet akım gözlem istasyonuna ait (1955–2000) yılları arası pik debi değerlerine normal dağılıp dağılmadıklarını tespit etmek amacıyla Anderson Darling Normalite testi uygulanmıştır. (Anderson Darling testi ile ilgili detaylı bilgi için; Scholz and Stephens (1987). K-Sample Anderson-Darling Tests. Journal of the American Statistical Association, 82(399), 918- 924). Minitab programı kullanılarak uygulanan bu teste ait istatistik sonuçlar Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelgede p değeri (p=olasılık, bold fontta yazılan istasyonlar) 0,05 den büyük olan değerlere sahip akım gözlem istasyonlarındaki pik debiler normal dağılım göstermektedir.

**Çizelge 4.1.** Çalışmada kullanılan 32 adet akım gözlem istasyonuna ait pik debi değerlerine uygulanan Anderson Darling Normalite testi sonuçları

İstasyon Numarası	A	p değeri	N
101	1,526	0,001	40
302	1,236	0,003	44
311	1,943	0,000	45
314	1,263	0,002	41
316	1,800	0,000	46
321	2,821	0,000	44
<b>701</b>	0,293	<b>0,589</b>	46
<b>706</b>	0,453	<b>0,259</b>	45
712	2,629	0,000	43
713	3,612	0,000	42
809	2,212	0,000	41
902	1,196	0,004	46
1203	1,901	0,001	45
1221	1,097	0,006	45
<b>1222</b>	0,341	<b>0,480</b>	46
1237	2,957	0,000	44
1302	1,000	0,011	44
<b>1401</b>	0,391	<b>0,368</b>	46
<b>1413</b>	0,346	<b>0,467</b>	44
<b>1414</b>	0,683	<b>0,070</b>	46

Çizelge 4.1.(devam)

İstasyon Numarası	A	p değeri	N
1501	0,878	0,020	46
1801	1,888	0,000	46
1905	0,778	0,040	46
1906	2,219	0,000	43
<b>1907</b>	0,520	<b>0,176</b>	45
2006	0,797	0,036	46
2009	4,378	0,000	44
2131	4,633	0,000	42
2218	1,851	0,000	38
<b>2603</b>	0,391	<b>0,366</b>	45
2605	1,318	0,020	42
<b>2610</b>	0,650	<b>0,084</b>	45

#### 4.2. F (Fisher) Testi ve Sonuçları

Anderson Darling Normalite testi ile normal dağılım gösterdiğini tespit ettiğimiz (701, 706, 1222, 1401, 1413, 1414, 1907, 2603, 2610) 9 adet akım gözlem istasyonuna ait (1955–1973) ile (1974–2000) yılları arası pik debi değerlerinin varyanslarının istatistiki olarak birbirinden farklı olup olmadığını tespit etmek amacıyla F (Fisher) testi uygulanmıştır. Minitab programı kullanılarak uygulanan bu teste ait istatistiki sonuçlar Çizelge 4.2’de verilmiştir.



**Çizelge 4.2.** Normal dağılım gösteren 9 adet akım gözlem istasyonuna ait (1955–1973) ile (1974–2000) yılları arası pik debi değerlerine uygulanan F (Fisher) testi sonuçları

İstasyon Numarası	$d_f$ serbestlik derecesi	p değeri	f değeri
701	18-26	0,207	1,709
706	17-26	0,123	1,946
1222	18-26	0,255	0,593
1401	18-26	0,507	1,320
1413	16-26	0,858	0,906
<b>1414</b>	18-26	<b>0,000</b>	0,083
1907	17-26	0,352	1,488
2603	17-26	0,982	0,996
2610	18-25	0,810	1,100

F (Fisher) testi uygulanarak normal dağılım gösteren 9 adet akım gözlem istasyonuna ait (1955–1973) ile (1974–2000) yılları arası pik debi değerlerine ait varyansların farklılıkları irdelenmiştir. Çizelge 4.2’de (1414) numaralı akım gözlem istasyonunda p değerinin ( $p$ =olasılık, bold fontta yazılan istasyon) 0,05 den küçük olduğu tespit edilmiştir. Bu durum %95 güvenilirlikle bu istasyonun (1955–1973) ile (1974–2000) yılları arası pik debi değerlerinin varyanslarının farklı olduğu anlamına gelmektedir. F (Fisher) testi ile varyanslarının farklılık durumu tespit edilen bu 9 akım gözlem istasyonuna varyans farklılık durumu gözönüne alınarak student t testi uygulanmıştır.

### 4.3. Student t Testi ve Sonuçları

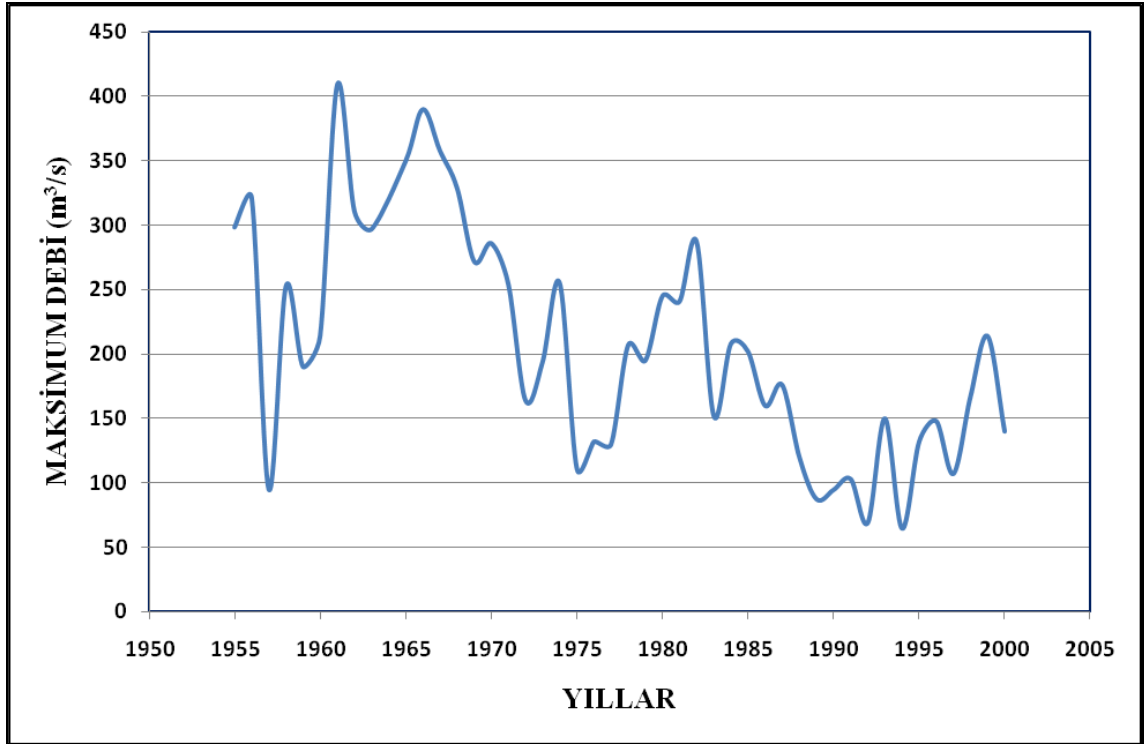
Çalışmada kullanılan ve normal dağılım gösteren 9 adet akım gözlem istasyonuna (1955–1973) ile (1974–2000) yılları arası pik debi değerleri kullanılarak çift kuyruklu Student t testi uygulanmıştır. Student t testi ile (1955–1973) yılları pik debi değerlerinin (1974–2000) yılları arası pik debi değerlerinden istatistiki olarak büyük olup olmadığı sınanmıştır. Bu test uygulanırken F (Fisher) testi sonuçlarına göre (1414) numaralı istasyonda varyanslar birbirinden farklı, diğer istasyonlarda ise aynı kabul edilmiştir. Minitab programı kullanılarak uygulanan bu teste ait istatistiki sonuçlar Çizelge 4.3’de verilmiştir.

**Çizelge 4.3.** Normal dağılım gösteren 9 adet akım gözlem istasyonuna (1955–1973) yıllarının pik debilerinin ortalamasının, (1974–2000) yıllarının pik debilerinin ortalamasından büyük olduğu hipotezi için uygulanan student t testi sonuçları

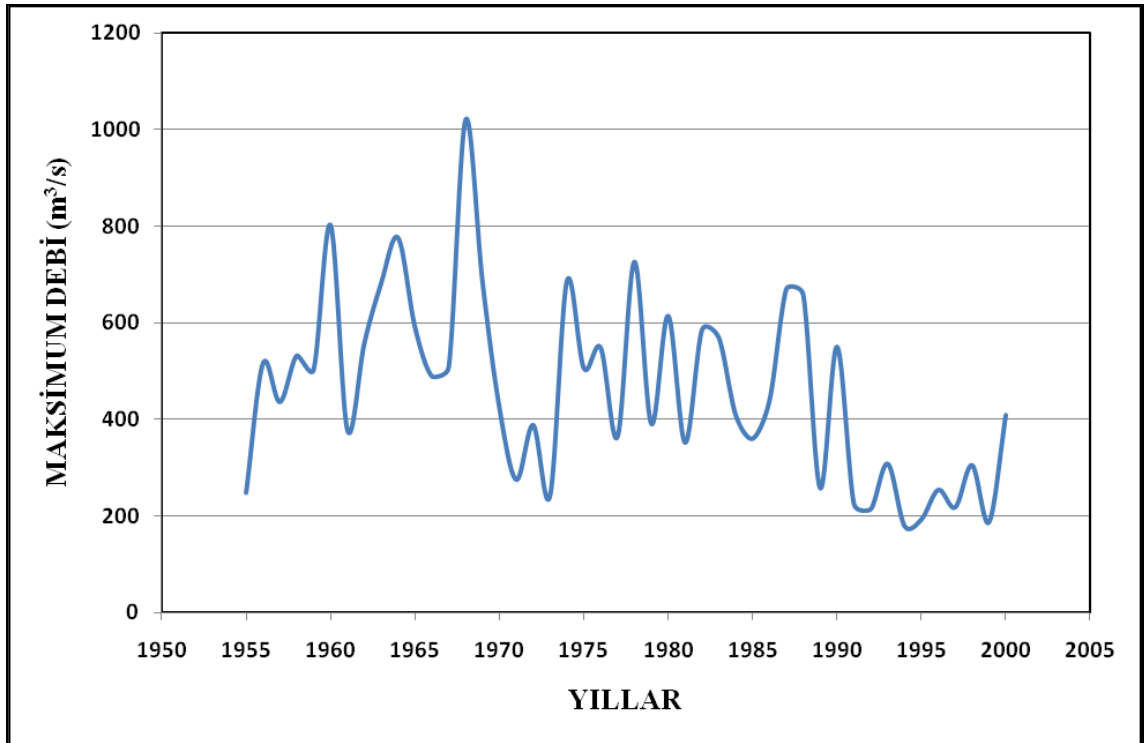
İstasyon Numarası	$d_f$	<b>p</b>	$t$
701	44	0,098	1,31
<b>706</b>	43	<b>0,000</b>	5,62
1222	44	0,968	-1,90
<b>1401</b>	44	<b>0,022</b>	2,08
1413	42	0,815	-0,91
1414	42	0,192	0,88
<b>1907</b>	43	<b>0,009</b>	2,46
2603	43	0,953	-1,72
2610	43	0,895	-1,27

Çizelge 4.3’de normal dağılım gösteren 9 adet akım gözlem istasyonuna (1955–1973) yıllarının pik debilerinin ortalamasının, (1974–2000) yıllarının pik debilerinin ortalamasından büyük olduğu hipotezi için student t testi uygulanmış ve  $t$  değerlerinin 3 adet akım gözlem istasyonunda (706, 1401, 1907) %95 güvenilirlikle normal dağılım eğrisinin kritik değerleri arasında kalan alanının dışında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu istasyonlara ait  $p$  değerinin ( $p$ =olasılık, bold fontta yazılan istasyonlar) 0,05 den küçük olması da bu 3 akım gözlem istasyonundaki (1955-1973) yılları arasındaki maksimum debi ortalamalarının (1974-2000) yılları arasındaki maksimum debi ortalamalarından istatistiki olarak büyük olduğunu göstermektedir.

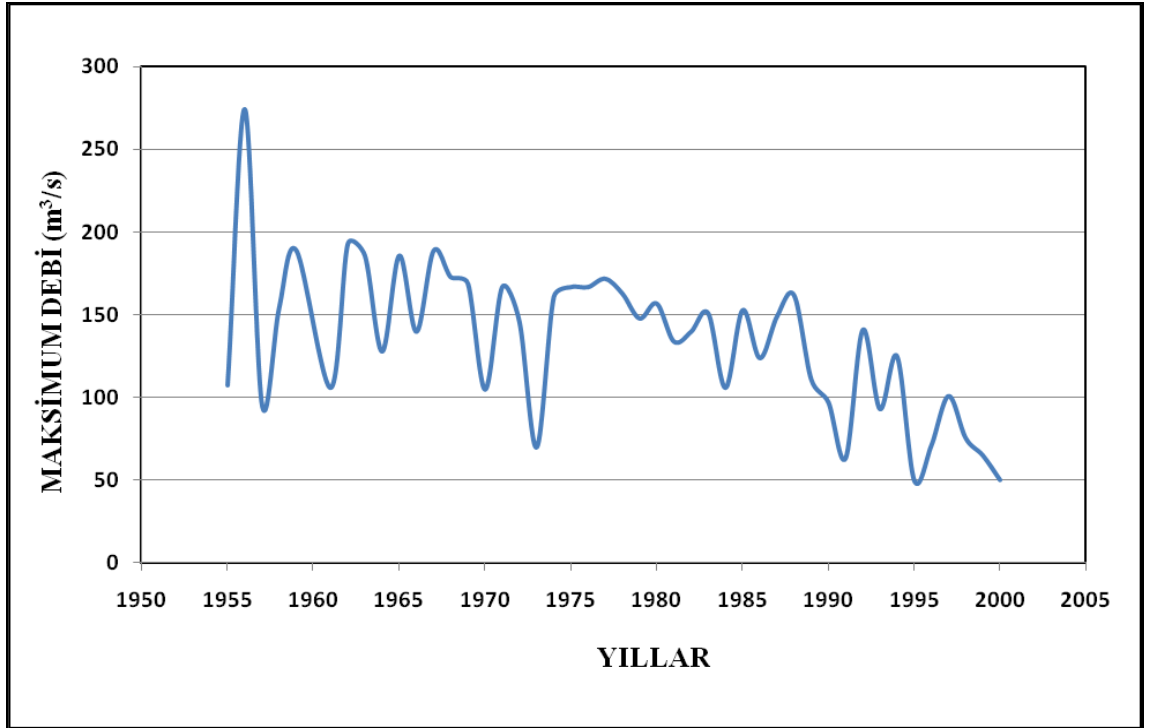
Dolayısıyla (1955-1973) yılları arasında Kuzey Atlantik Salınımı negatif evrede iken ülkemizde yağışlı iklim şartları, (1974-2000) yılları arasında ise Kuzey Atlantik Salınımı pozitif evrede iken ülkemizde kurak iklim şartları (Türkeş ve Erlat 2003) görülüyorsa, tespit edilen bu 3 istasyona ait (1955-1973) yılları arası pik debi ortalamalarının (1974-2000) yılları arasında azalma eğiliminde olması, bu istasyonların Kuzey Atlantik Salınımı’ndan etkilenmiş olabileceğini gösterir.



Şekil 4.1. 706 no.lu akım gözlem istasyonuna ait max. debinin yıllara göre değişimi



Şekil 4.2. 1401 no.lu akım gözlem istasyonuna ait max. debinin yıllara göre değişimi



**Şekil 4.3.** 1907 no.lu akım gözlem istasyonuna ait max. debinin yıllara göre değişimi

Nitekim bu 3 akım gözlem istasyonunda Şekil 4.1, 4.2, 4.3, de verilen pik debi değişim grafiklerine bakacak olursak (1955–1973) aralığından sonra (1974–2000) yılları arasında pik debi değerlerindeki düşüş belirgin bir şekilde göze çarpmaktadır.

#### 4.4. Mann–Whitney U Testi ve Sonuçları

Çizelge 4.1’de belirtilen p değeri (p=olasılık) 0,05 den küçük olan, yani normal dağılım göstermeyen akım gözlem istasyonlarına (101, 302, 311, 314, 316, 321, 712, 713, 809, 902, 1203, 1221, 1237, 1302, 1501, 1801, 1905, 1906, 2006, 2009, 2131, 2218, 2605) Matlab bilgisayar programı kullanılarak (1955– 1973) ile (1974–2000) yılları arasında pik debi ortalamaları değerlendirilerek Mann–Whitney U testi uygulanmış, bu iki devre arasındaki pik debi değerlerinin değişimi izlenmiştir. Çizelge 4.4’de uygulanan Mann–Whitney U testi sonuçları görülmektedir.

**Çizelge 4.4.** Normal dağılım göstermeyen akım gözlem istasyonlarında ölçülen pik debi değerlerine uygulanan Mann–Whitney U testi sonuçları

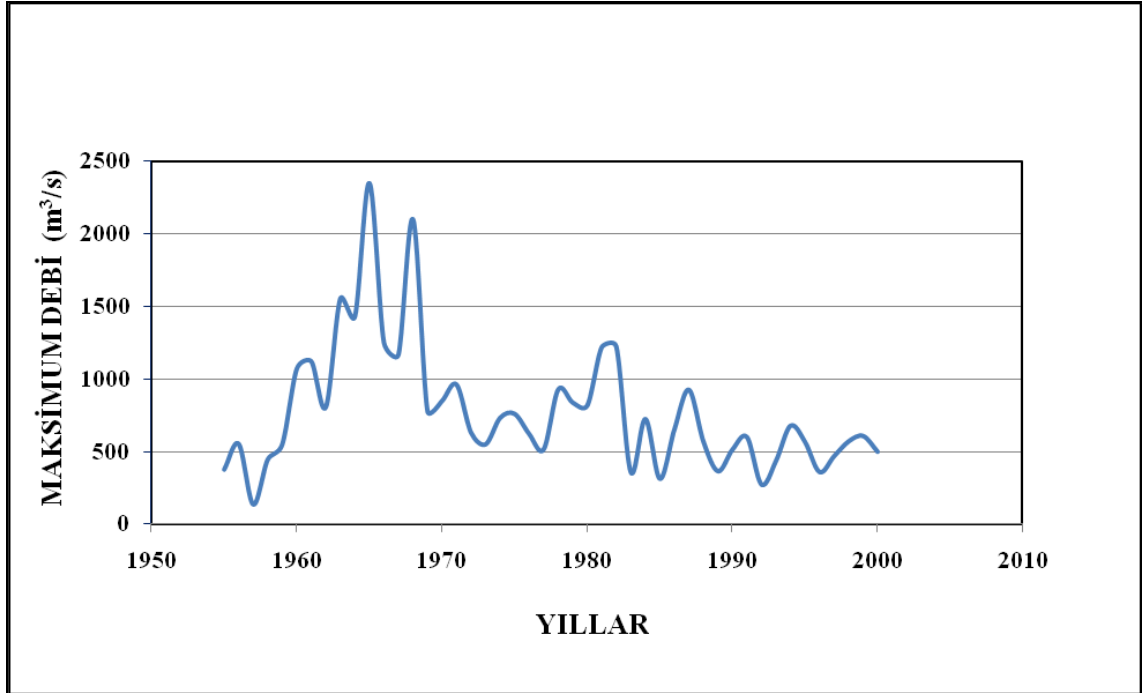
İstasyon No	R <sub>a</sub>	R <sub>b</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	z
101	263	557	179	172	0,0866
302	361	629	251	208	0,5062
311	401	634	256	230	0,2896
314	288,5	572,5	194,5	183,5	0,1375
<b>316</b>	547	534	156	357	<b>2,2309</b>
321	417,5	572,5	194,5	264,5	0,8316
<b>712</b>	476	470	92	340	<b>3,1031</b>
<b>713</b>	408	495	117	288	<b>2,2312</b>
809	255	606	228	150	1,0585
902	390	691	313	200	1,2493
1203	424	611	233	253	0,2201
1221	490	545	167	319	1,7492
1237	395	595	217	242	0,2892
1302	424,5	565,5	214,5	253,5	0,4535
1501	410	671	293	220	0,8031
1801	401	680	302	211	1,0039
<b>1905</b>	336	745	367	146	<b>2,4540</b>
1906	338	608	230	202	0,3392
2006	408,5	672,5	294,5	218,5	0,8366
2009	355,5	634,5	256,5	202,5	0,6387
2131	346,5	556,5	178,5	226,5	0,6169
2218	266	475	97	200	1,6415
2605	399	504	204	228	0,2923

**Çizelge 4.5.** (1955–1973) yılları pik debi değerleri (1974–2000) yılları arasında pik debi değerlerinden istatistik olarak büyük olan akım gözlem istasyonları, bağlı oldukları havzalar ve Mann–Whitney U testi sonuçları

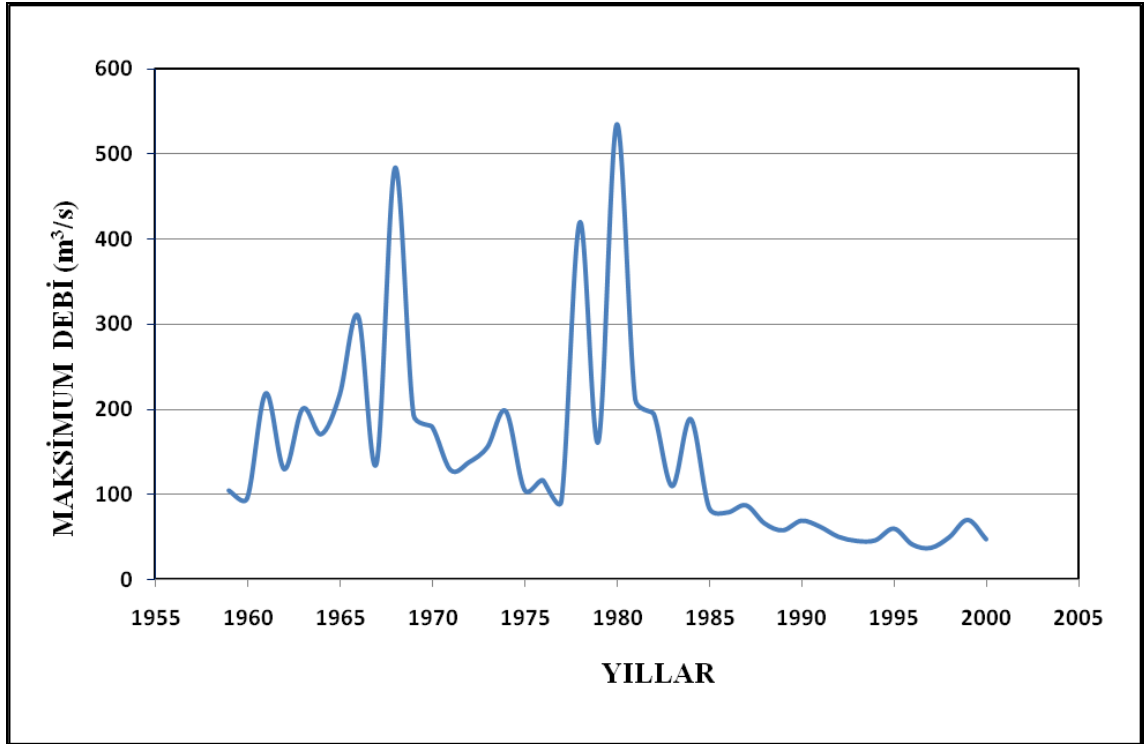
İstasyon No	Havza Adı	R <sub>a</sub>	R <sub>b</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	z
316	Susurluk Havzası	547	534	156	357	2,2309
712	B. Menderes Havzası	476	470	92	340	3,1031
713	B. Menderes Havzası	408	495	117	288	2,2312
1905	Hatay Suları	336	745	367	146	2,4540

Kuzey Atlantik Salınım indisleri ve Türkiye’deki yağışlar arasında negatif bir ilişki saptanmıştır (Türkeş ve Erlat 2003). Dolayısıyla Şekil 1.3’de görüldüğü gibi Kuzey Atlantik Salınımı pozitif evredeyken Türkiye’de kurak iklim şartları, Şekil 1.5’de

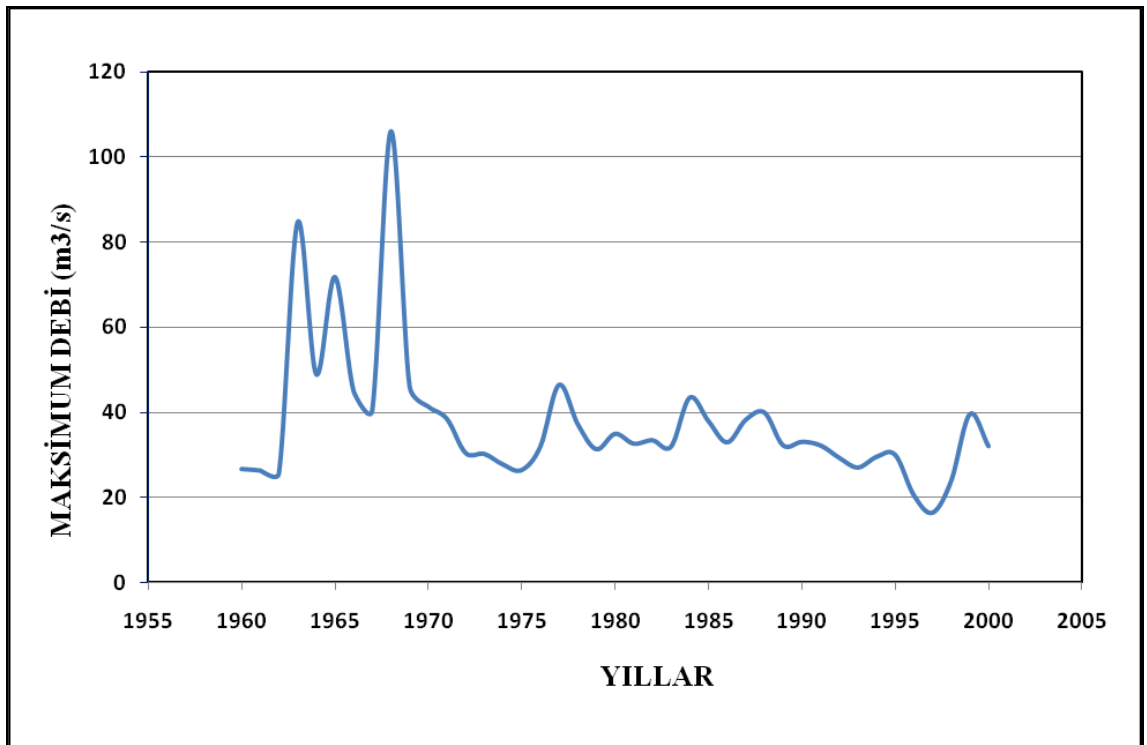
görüldüğü gibi ise Kuzey Atlantik Salınımı negatif evredeyken Türkiye’de yağışlı iklim şartları hakim olmaktadır. Bu nedenle Kuzey Atlantik Salınımı’ndan etkilenen Türkiye akarsu havzalarında (1974-2000) yılları arasında gözlenen pik debilerde bir azalma olabileceği düşüncesi hakimdir. (316, 712, 713, 1905) numaralı istasyonlarda z değerinin 1,96 dan büyük olması nedeniyle adı geçen istasyonlarda (1974-2000) yılları arasındaki pik debi değerlerinde istatistiki olarak önemli azalmalar olduğu anlaşılır. Bu azalmalar Şekil 4.4, 4.5, 4.6, ve 4.7’de verilen grafiklerde de açıkça görülmektedir. Dolayısıyla bu akım gözlem istasyonlarında gözlenen pik debilerin Kuzey Atlantik Salınımı’ndan etkilendiği söylenebilir.



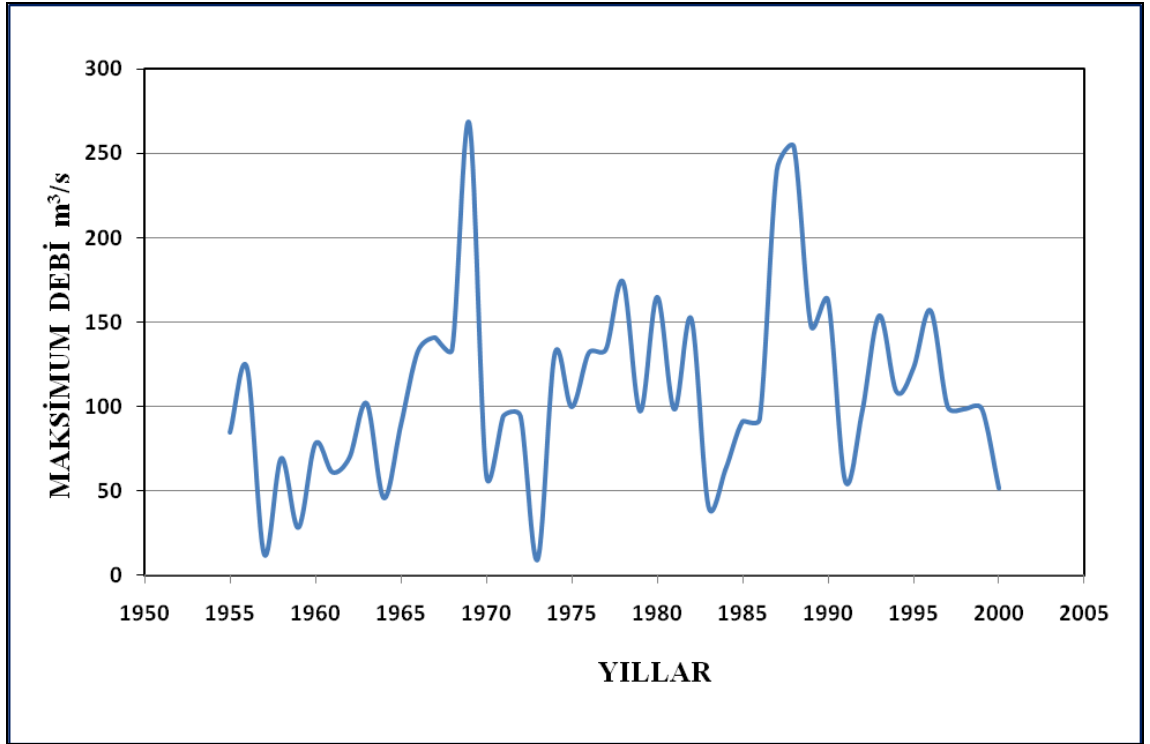
**Şekil 4.4.** 316 no.lu akım gözlem istasyonuna ait max. debinin yıllara göre değişimi



Şekil 4.5. 712 no.lu akım gözlem istasyonuna ait max. debinin yıllara göre değişimi



Şekil 4.6. 713 no.lu akım gözlem istasyonuna ait max. debinin yıllara göre değişimi



Şekil 4.7. 1905 no.lu akım gözlem istasyonuna ait max. debinin yıllara göre değişimi



## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışma, 32 adet akım gözlem istasyonuna ait (1955-2000) yılları arası pik debi değerleri kullanılarak uygulanan Student t ve Mann-Whitney U testi sonucunda Kuzey Atlantik Salınımı ile pik debi değerleri arasında bir ilişkinin olup olmadığını araştırmıştır. Student t testi sonucunda (706, 1401, 1907) numaralı 3 adet akım gözlem istasyonundaki (1955-1973) yılları arasındaki maksimum debi ortalamalarının (1974-2000) yılları arasındaki maksimum debi ortalamalarından istatistiki olarak büyük olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla; (1955-1973) yılları arasında Kuzey Atlantik Salınımı negatif evrede iken ülkemizde yağışlı iklim şartları, (1974-2000) yılları arasında ise Kuzey Atlantik Salınımı pozitif evrede iken ülkemizde kurak iklim şartları görülüyorsa, tespit edilen bu 3 istasyona ait (1955-1973) yılları arası pik debi ortalamalarının (1974-2000) yılları arasındaki pik debi ortalamalarından istatistiki olarak büyük olması, bu istasyonların Kuzey Atlantik Salınımı'ndan etkilenmiş olabileceğini göstermiştir. Mann-Whitney U testi sonucunda ise (316, 712, 713, 1905) numaralı 4 adet akım gözlem istasyonunda (1955-1973) yıllarından sonraki (1974-2000) zaman aralığında pik debi ortalamalarında istatistiki olarak %95 güvenilirlikle azalma tespit edilmiştir. Şekil 4.4, 4.5, 4.6, ve 4.7'de de görüldüğü üzere (1955-1973) yılları arasında Kuzey Atlantik Salınımı negatif evrede iken pik debi değerlerinin artması, Kuzey Atlantik Salınımı (1974-2000) yılları arasında pozitif evrede iken ise pik debi değerlerinin azalması ülkemizde bu 4 istasyonda Kuzey Atlantik Salınımı ile akış ve dolayısıyla yağış arasında zıt bir ilişkinin olabileceğini ifade etmektedir. Türkiye'nin Karasal İç Anadolu bölgesinde ve genel olarak Akdeniz yağış rejimi özellikli batı bölgelerinde Kuzey Atlantik Salınımı'nın sinyalleri daha belirgindir (Erlat 2002). Bu 4 istasyonun çoğunlukla batı ve Akdeniz bölgelerinde olmuş olması da Kuzey Atlantik Salınımı'ndan çoğunlukla bu bölgelerin etkilendiği fikrini desteklemektedir. Şekil 4.8'de Kuzey Atlantik Salınımı'ndan etkilenmiş istasyonlar görülmektedir.



Şekil 4.8. Kuzey Atlantik Salınımı'ndan etkilenen akım gözlem istasyonlarının yer bulduru haritası

Tüm bu istatistiki testler sonucunda bu 7 akım gözlem istasyonu (316, 706, 712, 713, 1401, 1905, 1907) pik debi değerleri ile Kuzey Atlantik Salınımı arasında negatif ilişki olabileceği belirlenmiştir. Yani Kuzey Atlantik Salınımı negatif fazda iken bu akım gözlem istasyonlarında normalin üzerinde yağış görüldüğünden maksimum pik debi ortalamalarında istatistiki olarak anlamlı artma, Kuzey Atlantik Salınımı pozitif fazda iken ise bu akım gözlem istasyonlarında maksimum pik debi ortalamalarında anlamlı azalma görülmektedir.

Sonuç olarak, istatistiki testler bu çalışmada Kuzey Atlantik Salınımı olaylarının Türkiye yağış ve akım değerleri üzerinde etkileri olabileceğini göstermektedir. Türkiye'nin su kaynakları için yapılacak olan planlama ve yönetme çalışmalarında Kuzey Atlantik Salınımı gibi büyük ölçekli atmosferik osilasyon paternlerinin etkilerini göz ardı etmemek gerektiği ifade edilmelidir. Türkiye için genelde istatistik bazlı olarak gerçekleştirilen çalışmalar bu atmosferik salınım hareketlerinin su kaynakları üzerindeki etkilerini yeteri şekilde ortaya koymuştur. Bu sebeple bundan sonraki çalışmalarda, ilk olarak istatistik esaslı tahmin modelleri daha sonra da fiziksel modellerle büyük ölçekli atmosferik salınım paternlerinin Türkiye'nin su kaynakları üzerindeki etkilerini tahmin etmeye yönelik çalışmak gereklidir.

Pozitif ve negatif Kuzey Atlantik Salınımı dönemlerinde, hangi yörelerin yağış ve akımlarında artış ve azalmaların meydana geldiği bilindiğine göre, bu yörelerdeki tarımsal faaliyetler veya hidroelektrik üretimi ile ilgili planlamalar yeniden gözden geçirilmelidir. Ayrıca yapılan bu çalışma sonucunda elde ettiğimiz sonuçlar, Kuzey Atlantik Salınımı indislerinin negatif ve pozitif evrelerinin yakından takip edilmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

Türkiye'deki iklim parametrelerinin ve su potansiyelinin değerlendirilmesinde, Kuzey Atlantik Salınım indislerinin yıllar arasında gösterdiği değişebilirlik ve etkileri mutlaka önemsenmelidir. İklimsel olayların ekonomi ve çevre üzerindeki belirleyiciliğini konu alan bu tür çalışmaların sayısı artmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Allen, T., (2002). **Hydroclimatic and Circulation Anomalies Associated With The North Atlantic Subtropical High.** (Master Thesis), Graduate Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College, Mississippi, USA.
- Bayazıt, M., Oğuz, B., (2005). **Mühendisler İçin İstatistik.** İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi, 147, İstanbul, Türkiye.
- Boberg, F., (2002). **Solar Wind Variations Related to Fluctuations of the North Atlantic Oscillation.** Geophysical Reserach Letters, (29), 15.
- Brolley, J., (2007). **Effects Of Enso, Nao (Pvo), And Pdo On Monthly Extreme Temperature And Precipitation.** (Doctor Thesis), The Florida State University The College Of Arts And Sciences, Florida, USA.
- Ben-Gail, T., Bitan, A., Manes, A., Alpert, P., Kushnir, Y., (2001). **Temperature and surface pressure anomalies in Israel and the North Atlantic Oscillation,** Theor. Appl. Climatol. (69), 171-177.
- Cancelliere, A., Di Mauro, G., Bonaccorso, B. and Rossi G. (2007). **Investigating the potential of NAO index to forecast droughts in Sicily.** Hydrology days, USA.
- Cook E. R., D'Arrigo R. D., and Briffa, K. R. (1998). **A reconstruction of the North Atlantic Oscillation using tree-ring chronologies from North America and Europe.** Holocene, (8), 9–17.
- Cullen, H.M., deMenocal, P.B., (2000). **North Atlantic Influence On Tigris-Euphrates Streamflow.** International Journal Of Climatology, (20), 853-863.
- Çiftçioğlu, Z., (2006). **Kuzey Atlantik Salınımı'na Bağlı Olarak Doğu Anadolu'daki Karlı Gün Sayısındaki Değişimler.** (Y. Lisans Tezi), Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Erlat, E., (2002). **Nao Ve Türkiye.** Bilim ve Teknik Dergisi, 411.
- Erlat, E., (2002a). **Türkiye'de Minimum Sıcaklıklar İle Kuzey Atlantik Salınımı Arasındaki İlişkiler.** Klimatoloji Çalıştayı 2002, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Erlat, E., (2002b). **Türkiye'de Yağış Anomalileri Ve Kuzey Atlantik Salınımı Arasındaki İlişkiler.** Klimatoloji Çalıştayı 2002, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Folland, C., Scaife, A., Fereday, D., Knight, J., Toniazzo, T., Jacobeit, J., Philipp, A., Marta, P., (2005). **Assessment of the variability of the observed North Atlantic and European atmospheric circulation for the last 150 years in relation to SST patterns.** Emulate Deliverables, D7.
- Güney, Ş., Akyüz, İ., Yılmaz, M., Erdirk, T., Kahya, E., (2008). **Doğu Karadeniz Ve Çoruh Havzalarının Hidrolojik Verilerinde Kuzey Atlantik Salınımının Sinyallerinin Aranması.** Taşkın, Heyelan Ve Dere Yataklarının Korunması Konferansı, Trabzon, Türkiye.
- Henson, B. ve Trenberth, K.E. (2001). **Children Of The Tropics: El Niño And La Niña.** <http://www.ucar.edu/communications/factsheets/elnino/> .
- Hurrell, J.W., Kushnir, Y., Ottersen, G., Visbeck, M., (2003). **An Overview Of The North Atlantic Oscillation: Climatic Significance And Environmental Impact.** Geophysical Monograph, (134), 1-35.

- Hurrell, J.W., Hoerling, M.P., Folland, C.K., (2000). **Climatic Variability Over The North Atlantic**. Meteorology at the Millennium : 150th Anniversary of the Royal Meteorological Society, British.
- Hurrell, J.W., Hoerling, M.P., Folland, C.K., (2000). **Climate: North Atlantic And Arctic Oscillation (NAO/AO)**. Encyclopedia of Atmospheric Sciences, USA.
- Hurrell, J.W., van Loon H., (1997). **Decadal Variations In Climate Associated With The North Atlantic Oscillation**. Climatic Change, (36), 301-326.
- Hurrell, J.W., Kushnir, Y., Ottersen, G., Visbeck, M., (2003). **An Overview Of The North Atlantic Oscillation: Climatic Significance And Environmental Impact**. Geophysical Monograph, 134, American Geophysical Union.
- Joanna, P., (2006). **River Hydrology and the North Atlantic Oscillation: A General Review**, A Journal of The Human Environment (6), 312-314.
- Jovanovic G., (2008). **The Influence Of Arctic And North Atlantic Oscillation On Precipitation Regime In Serbia**. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (4), Slovenia.
- Karabörk, M., Kahya, E., Karaca, M., (2005). **The influences of the Southern and North Atlantic Oscillations on climatic surface variables in Turkey**, Hydrological Process (19), 1185–1211.
- Kahya, E., Cengiz, T., (2008). **North Atlantic Oscillation signals in the series of Beyşehir Lake Levels (Turkey)**. Hydrological Processes, 23 (6), 893-906.
- Kerimoğlu, O., (2008). **Büyük Ölçekli Atmosfer Sistemlerinin Türkiye'deki Göllerin Hidroloji Ve Ekolojisine Etkileri**. Y.Lisans Tezi, ODTÜ, Biyoloji Bölümü.
- Kundzewicz, Z.W., Schellnhuber, H.-J. (2004). **Floods in the IPCC TAR Perspective**, Natural Hazards, 31(1), 111-128.
- Launianen, J., Seinä, A., Johansson, M., Lahtinen, M., Alenius, P., Bareiss, A., (2001). **Northern Atlantic Forcing Reflections To Sea Ice And Hydrological Conditions In The Northern Seas**, Third Study Conference on Baltex. Mariehamn, Finland.
- Marshall, J., Kushnir, Y., Hurrell, J., (2001). **North Atlantic Climate Variability: Phenomena, Impacts And Mechanisms**, Int. J. Climatol. (21), 1863–1898.
- Martı, A., (2007). **Türkiye'deki Akım, Yağış Ve Sıcaklık Verilerinin Güneyli Salınımla Olan İlişkilerinin İncelenmesi**. (Doktora Tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Petriello, P., (1999). **The North Atlantic Oscillation 1959-1998: A Data Study**. (Master Thesis), Faculty of Graduate Studies and Research in partial fulfillment of the requirements, Montreal, Kanada.
- Ricardo, T., Va' Zquez, D., Osborn, T., (2004). **North Atlantic Oscillation Influence On Precipitation, River Flow And Water Resources In The Iberian Peninsula**, Int. J. Climatol. (24), 925–944.
- Stenseth, N.C., Ottersen, G., Hurrell, J.W., Mysterud, A., Lima, M., Chan, K-S., Yoccoz, N.G., Adlandsvik, B., (2003). **Studying Climate Effects On Ecology Through The Use Of Climate Indices: The North Atlantic Oscillation, El Nino Southern Oscillation And Beyond**. Proceedings of the Royal Society of London, (270), 2087-2096.
- Sharif, T., (2008). **Relationship of the North Atlantic Oscillation and the Total Seasonal Rainfall over Libya**. MedCLIVAR Workshop Trieste, Italy.

- Scholz, F., and Stephens, M., (1987). **K-Sample Anderson-Darling Tests**. Journal of the American Statistical Association, 82(399), 918- 924.
- Stenseth, N.C., Ottersen, G., Hurrell, J.W., Mysterud, A., Lima, M., Chan, K-S., Yoccoz, N.G., Adlandsvik, B., (2003). **Studying Climate Effects On Ecology Through The Use Of Climate Indices: The North Atlantic Oscillation, El Nino Southern Oscillation And Beyond**, Proceedings of the Royal Society of London (270), 2087-2096.
- Şen, Z., (2002). **İstatistik Veri İşleme Yöntemleri**. Su Vakfı Yayınları, İstanbul, Türkiye.
- Şen, Z., (2009). **İklim Değişikliği Tatlı Su Kaynakları ve Türkiye**. Su Vakfı Yayınları, 1-12, İstanbul, Türkiye.
- Tatlı, H., Dalfes, H., Menteş S., (2003). **Türkiye Yağışlarını Etkileyen Deniz Seviyesi Basınçlarının Asal Bileşen Faktör ve Kümeler Arası İlişki Analizi, III**. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, İstanbul.
- Tayanç, M., (2008). **Türkiye’de Güncel Veri Bankası İle İklim Değişikliğinin İncelenmesi**. Marmara Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Trigo, B., Pozo-Va’ Zquez, D., Osborn, T., Mız-Fortise, Y., Parrae, M., (2004). **North Atlantic Oscillation Influence On Precipitation, River Flow And Water Resources In The Iberian Peninsula**. International Journal Of Climatology, (24), 925-944.
- Türkeş, M., Erlat, E. (2003). **Precipitation changes and variability in Turkey linked to the North Atlantic Oscillation during the period 1930-2000**. International Journal Climatology, 23, 1771–1796.
- Türkeş, M., Erlat, E., (2003). **Precipitation Changes and Variability in Turkey Linked To The North Atlantic Oscillation During The Period 1930-2000**. International Journal of Climatology, (23), 1771-1796.
- Türkoğlu, N., Gürgen, G., Çiçek, İ., Ceylan, A., (2006). **Kuzey Atalntik Salınımının Büyük Menderes Havzası’ nda Yağış ve Akım Üzerine Etkileri**. Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 15 (2), 17-19.
- Tomasino, M., Vale, F., (2000). **Natural climatic changes and solar cycles: An Analysis of Hydrological Time Series**. Hydrological Sciences-Journal-des Sciences Hydrologiques, 45(3), 477-489.
- Vinther, B., Hansen A., Storch, H., (2003). **A Major Deviation From the NAO Temperature Seesaw Pattern**, American Geophysical Union.
- Visbeck, M., Hurrell, J. W., Polvani, L., Cullen, H.M., (2000). **The North Atlantic Oscillation: Past, Present And Future**. Proceedings at the 12th Annual Symposium on Frontiers of Science, (98), 12876-12877.
- Wettstein, J.J., Mearns, L.O., (2002). **The influence of the North Atlantic-Arctic Oscillation on Mean, Variance, and Extremes of Temperature in The Northeastern United States and Canada**. Journal of Climate, (15), 3586-3600.
- Yetmen, H., (2006). **Gap Alanında Kuzey Atlantik Salınımı’na Bağlı Yağış ve Akım Değişmeleri**. (Y. Lisans Tezi), Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

## ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Erzurum'da doğdu. İlk, orta ve lise tahsilini Erzurum'da tamamladı. 1999 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden 2003 yılında mezun oldu. 2006 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Yüksek Lisans öğrenimine başladı.

Erzurum Büyükşehir Belediyesinde 2008 yılından beri İnşaat Mühendisi olarak görev yapmaktadır.