

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE’DEKİ HİDROLOJİK PARAMETRELER VE
OKYANUS SALINIMLARI ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN
SPEKTRAL ANALİZLER İLE BELİRLENMESİ**

DOKTORA TEZİ

ÜMÜT SAKİNE DEMİR

DENİZLİ, MART - 2021

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**TÜRKİYE'DEKİ HİDROLOJİK PARAMETRELER VE
OKYANUS SALINIMLARI ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN
SPEKTRAL ANALİZLER İLE BELİRLENMESİ**

DOKTORA TEZİ

ÜMÜT SAKİNE DEMİR

DENİZLİ, MART - 2021

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

ÜMÜT SAKİNE DEMİR



ÖZET

TÜRKİYE’DEKİ HİDROLOJİK PARAMETRELER VE OKYANUS SALINIMLARI ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN SPEKTRAL ANALİZLER İLE BELİRLENMESİ

DOKTORA TEZİ

ÜMÜT SAKİNE DEMİR

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. ABDULLAH CEM KOÇ)

DENİZLİ, MART - 2021

Yağış ve akımın gelecekteki davranışını tahmin etmek, tarım veya su kaynakları yönetiminin planlanması ve su yapılarının tasarlanması için son derece önemlidir. Yağış ve akımın okyanuslarla arasındaki ilişkilerin belirlenmesi, daha doğru tahminler sağlayabilir. Bu çalışmada, telebağlantı modelleri adı verilen okyanus salınımı indisleri ile Türkiye’deki yağış ve akımlar arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Bu amaçla Kuzey Atlantik salınımı (NAO), Hint Okyanusu dipolü (IOD), Güneyli Salınımı (SO), Antarktika Salınımı (AAO) ve Arktik Salınımı (AO) indisleri kullanılmıştır.

Tez kapsamında, okyanus salınımı indislerinin Türkiye’deki yağış ve akım üzerindeki etkileri, hem aylık toplam yağış (mm) hem de aylık toplam akım (hm^3) ile bu indisler arasında çapraz spektral analiz yapılarak araştırılmıştır. Yağış ve akımlar ile indisler arasında yapılan çapraz spektral analizler sonucunda aralarındaki frekans, periyot, çapraz güç spektral yoğunluğu (ÇGSY) ve faz farkları elde edilmiştir. Buna göre indisler ile yağışların ve indisler ile akımların ilişkilerinin güçlü olduğu periyotlardaki istasyonlar belirlenip ilgili periyotta aralarındaki faz farkları ve ÇGSY değerleri yağışlar için alansal interpolasyon yapılarak akımlar için ise noktasal olarak Türkiye haritası üzerinde gösterilmiştir.

Çapraz spektral analiz sonucu belirlenen periyotlar ve faz farkları arasındaki ilişkiler istatistik analiz ile doğrulanmıştır. Bu amaçla, NAO ve IOD indisi için meteoroloji ve akım gözlem istasyonlarından örnekler belirlenerek bu istasyonlar ile NAO ve IOD indisleri arasında doğrusal model kurulmuş ve performans kriteri olarak determinasyon katsayısı (R^2) ve Akaike bilgi kriteri (AIC) kullanılarak seçilen periyotlardaki faz farkı değerlerinin doğrulukları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

NAO, IOD, SO, AAO, AO indisleri ile yağış ve akım değerleri arasındaki çapraz spektral analizden sonra, genellikle periyot arttıkça maksimum faz farkı değerleri artarken, her periyot için maksimum faz farkı değerinin periyodun neredeyse yarısı olduğu görülmüştür. Benzer şekilde genellikle, periyot arttıkça maksimum çapraz güç spektral yoğunluk (ÇGSY) değerleri de artmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Yağış, Akım, Telebağlantı Modelleri, Çapraz Spektral Analiz, Determinasyon Katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE RELATIONSHIPS BETWEEN THE HYDROLOGICAL PARAMETERS IN TURKEY AND OCEAN OSCILLATIONS WITH THE SPECTRAL ANALYSIS

PH.D THESIS

UMUT SAKINE DEMİR

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

CİVİL MÜHÜRİNG

(SUPERVISOR:PROF. DR. ABDULLAH CEM KOÇ)

DENİZLİ, MARCH 2021

Predicting the future behavior of precipitation and flow is of the utmost importance for planning agriculture or water resource management and in designing water structures. Determining the relationships between precipitation and flow and the oceans may enable more accurate predictions. In this study, the relationship between oceanic indices called teleconnection pattern and the flow and precipitation in Turkey were investigated. For this purpose, North Atlantic Oscillation (NAO), Indian Ocean Dipole (IOD), Southern Oscillation (SO), Antarctic Oscillation (AAO) and Arctic Oscillation (AO) indices were used.

In this study, the effects of the NAO, IOD, SO, AAO and AO indices on precipitation and flow in Turkey were investigated by means of cross spectral analysis for both monthly total precipitation (mm) and monthly total flow (hm³). As a result of cross spectral analysis between precipitation and flow and indices, frequency, period, Cross Power Spectral Density (CPSD) and phase differences were obtained. Accordingly, stations were determined which have strong relationship with ocean indices for both precipitation and flow for related periods. Spatial interpolation was performed on phase difference and CPSD values for precipitation corresponding to period and then were shown in Turkey map. They were shown as a dot for flows on the map of Turkey.

The relationships between the periods and phase differences determined as a result of cross spectral analysis were verified by statistical analysis. For this purpose, sample stations were determined from meteorology and flow gauging stations for both NAO and IOD, phase difference values were also calculated for the selected periods and their accuracy was evaluated statistically, using the determination coefficient (R^2) and Akaike Information Criterion (AIC) as performance criteria for the linear model for NAO and IOD indices.

After cross spectral analysis between the NAO, IOD, SO, AAO, AO indices and precipitation and flow values, generally, the maximum phase shift values increased as the periods increased, while the maximum phase shift value for each period was almost half of the period value. Similarly, generally, the maximum CPSD values increased as the periods increased.

KEYWORDS: Precipitation, Flow, Teleconnection Patterns, Cross Spectral Analysis, Determination Coefficient, Akaike Information Criterion

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ	x
KISALTMALAR	xi
SEMBOL LİSTESİ	xiii
ÖNSÖZ.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Tezin Amacı	4
1.2 Literatür Özeti	4
1.3 Tezin Organizasyonu.....	14
2. MATERYAL.....	16
2.1 Meteoroloji İstasyonları ve Yağış Verileri.....	17
2.2 Akım Gözlem İstasyonları ve Akım Verileri	20
2.3 Okyanus Salınımı İndisleri	24
2.3.1 Kuzey Atlantik Salınımı (North Atlantic Oscillation-NAO).....	24
2.3.2 Hint Okyanusu Dipolü (Indian Ocean Dipole-IOD).....	26
2.3.3 Güneyli Salınımı (Southern Oscillation-SO).....	28
2.3.4 Antarktika Salınımı (Antarctic Oscillation-AAO).....	29
2.3.5 Arktik Salınımı (Arctic Oscillation-AO)	30
3. ANALİZ YÖNTEMLERİ.....	32
3.1 Otospektral Analiz.....	32
3.2 Çapraz Spektral Analiz.....	34
4. ANALİZ SONUÇLARI	36
4.1 Otospektral Analiz Sonuçları	36
4.2 Çapraz Spektral Analiz Sonuçları	46
4.2.1 Yağışlar ile Okyanus Salınımı İndisleri Arasındaki Çapraz Spektral Analiz Sonuçları	47
4.2.1.1 Yağışlar ile NAO İndisi Arasında Yapılan Çapraz Spektral Analiz Sonuçları.....	48
4.2.1.2 Yağışlar ile IOD İndisi Arasında Yapılan Çapraz Spektral Analiz Sonuçları.....	57
4.2.1.3 Yağışlar ile SO İndisi Arasında Yapılan Çapraz Spektral Analiz Sonuçları.....	65
4.2.1.4 Yağışlar ile AAO İndisi Arasında Yapılan Çapraz Spektral Analiz Sonuçları.....	69
4.2.1.5 Yağışlar ile AO İndisi Arasında Yapılan Çapraz Spektral Analiz Sonuçları.....	73
4.2.2 Akımlar ile Okyanus Salınımı İndisleri Arasındaki Çapraz Spektral Analiz Sonuçları	77
4.2.2.1 Akımlar ile NAO İndisi Arasında Yapılan Çapraz Spektral Analiz Sonuçları.....	77
4.2.2.2 Akımlar ile IOD İndisi Arasında Yapılan Çapraz Spektral Analiz Sonuçları.....	82

4.2.2.3 Akımlar ile SO İndisi Arasında Yapılan Çapraz Spektral Analiz Sonuçları.....	87
4.2.2.4 Akımlar ile AAO İndisi Arasında Yapılan Çapraz Spektral Analiz Sonuçları.....	89
4.2.2.5 Akımlar ile AO İndisi Arasında Yapılan Çapraz Spektral Analiz Sonuçları.....	92
5. BULGULAR	95
5.1 Yağış İstasyonları ve İndisler için İstatistik Analiz.....	97
5.2 Akım Gözlem İstasyonları ve İndisler için İstatistik Analiz	106
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	115
7. KAYNAKLAR.....	120
8. EKLER.....	128
9. ÖZGEÇMİŞ.....	138



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. 1: Tez kapsamında kullanılan okyanus salınımı indisleri (Akhmet ve diğ. 2020)	2
Şekil 1. 2: Türkiye'nin yağış bölgeleri. BLS: Karadeniz; MRT: Marmara Geçiş; MED: Akdeniz; MEDT: Akdeniz Geçiş; CMED: Karasal Akdeniz; CCAN: Karasal İç Anadolu; CEAN: Karasal Doğu Anadolu (Türkeş ve Erlat 2005).....	3
Şekil 1. 3: Türkiye Köppen-Geiger iklim sınıfları. BSk: Kurak - Soğuk Step; Bwh: Kurak - Sıcak Çöl; Cfa: Ilıman - Kurak Mevsim Yok, Sıcak Yaz; Cfb: Ilıman - Kurak Mevsim Yok, Serin Yaz; Csa: Ilıman - Kurak Yaz, Sıcak Yaz; Csb: Ilıman - Kurak Yaz, Serin Yaz; Dfa: Soğuk - Kurak Mevsim Yok, Sıcak Yaz; Dfb: Soğuk - Kurak Mevsim Yok, Serin Yaz; Dfc: Soğuk - Kurak Mevsim Yok, Soğuk Yaz; Dsa: Soğuk - Kurak Yaz, Sıcak Yaz; Dsb: Soğuk - Kurak Yaz, Serin Yaz; Dsc: Soğuk - Kurak Yaz, Soğuk Yaz; ET: Polar – Tundra (Yılmaz ve Çiçek 2018)	3
Şekil 2. 1: Tez kapsamında kullanılan meteoroloji istasyonlarının Türkiye haritasındaki yerleri.....	18
Şekil 2. 2: Bodrum Mİ'de ölçülen aylık toplam yağışlar.....	18
Şekil 2. 3: Uzunköprü Mİ'de ölçülen aylık toplam yağışlar.....	19
Şekil 2. 4: Bergama Mİ'de ölçülen aylık toplam yağışlar	19
Şekil 2. 5: Iğdır Mİ'de ölçülen aylık toplam yağışlar	19
Şekil 2. 6: Siirt Mİ'de ölçülen aylık toplam yağışlar	20
Şekil 2. 7: Şanlıurfa Mİ'de ölçülen aylık toplam yağışlar	20
Şekil 2. 8: Tez kapsamında kullanılan akım gözlem istasyonlarının Türkiye haritasındaki yerleri.....	21
Şekil 2. 9: Balıklı AGİ'de ölçülen aylık toplam akımlar	22
Şekil 2. 10: İnanlı AGİ'de ölçülen aylık toplam akımlar.....	22
Şekil 2. 11: Soğucak AGİ'de ölçülen aylık toplam akımlar	22
Şekil 2. 12: Baykan AGİ'de ölçülen aylık toplam akımlar.....	23
Şekil 2. 13: Pınarca AGİ'de ölçülen aylık toplam akımlar	23
Şekil 2. 14: Melekbağçe AGİ'de ölçülen aylık toplam akımlar.....	23
Şekil 2. 15: NAO indisinin hesaplanması için kullanılan iki istasyonun yeri (Cropper ve diğ. 2015)	25
Şekil 2. 16: 1865-2017 yılları arası aylık NAO indisi değerleri	26
Şekil 2. 17: IOD indisinin hesaplanması için kullanılan iki istasyonun yerleri (BOM Avustralya 2019).....	27
Şekil 2. 18: 1870-2017 yılları arası aylık IOD indisi değerleri.....	27
Şekil 2. 19: SO indisinin hesaplanması için kullanılan iki istasyonun yerleri (http://mcirino-coral-paleoclimate.blogspot.com 2019)	28
Şekil 2. 20: 1876-2017 yılları arası aylık SO değerleri.....	29
Şekil 2. 21: 1948-2010 yılları arası aylık AAO indisi değerleri	30
Şekil 2. 22: 1950-2017 yılları arası aylık AO indisi değerleri	31
Şekil 3. 1: Bazı Pencere Türleri	34
Şekil 4. 1: Bodrum Mİ Frekans GSY grafiği	37

Şekil 4. 2: Uzunköprü Mİ Frekans GSY grafiği	37
Şekil 4. 3: Bergama Mİ Frekans GSY grafiği.....	38
Şekil 4. 4: Iğdır Mİ Frekans GSY grafiği	38
Şekil 4. 5: Siirt Mİ Frekans GSY grafiği	39
Şekil 4. 6: Şanlıurfa Mİ Frekans GSY grafiği.....	39
Şekil 4. 7: Balıklı AĞİ Frekans GSY grafiği	40
Şekil 4. 8: İnanlı AĞİ Frekans GSY grafiği.....	40
Şekil 4. 9: Soğucak AĞİ Frekans GSY grafiği	41
Şekil 4. 10: Baykan AĞİ Frekans GSY grafiği.....	41
Şekil 4. 11: Pınarca AĞİ Frekans GSY grafiği	42
Şekil 4. 12: Melekbahçe AĞİ Frekans GSY grafiği	42
Şekil 4. 13: NAO indisi Frekans GSY grafiği.....	43
Şekil 4. 14: IOD indisi Frekans GSY grafiği	44
Şekil 4. 15: SO indisi Frekans GSY grafiği	44
Şekil 4. 16: AAO indisi Frekans GSY grafiği.....	45
Şekil 4. 17: AO indisi Frekans GSY grafiği	45
Şekil 4. 18: Bodrum-NAO indisi Çapraz Spektral Analiz sonuçları	48
Şekil 4. 19: Uzunköprü-NAO indisi Çapraz Spektral Analiz sonuçları.....	49
Şekil 4. 20: Bergama-NAO indisi Çapraz Spektral Analiz sonuçları	49
Şekil 4. 21: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre NAO indisi ile ilişkili meteoroloji istasyonlarının sayıları ve aralarındaki faz farklarının ortalamaları.....	51
Şekil 4. 22: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre NAO indisi ile meteoroloji istasyonlarının aralarındaki faz farklarının varyasyon katsayıları	51
Şekil 4. 23: NAO indisi ile meteoroloji istasyonlarının yağışları arasındaki faz farklarının farklı periyotlara göre dağılımı a) 13 aylık periyot, b) 14 aylık periyot, c) 16 aylık periyot	52
Şekil 4. 24: NAO indisi ile meteoroloji istasyonlarının yağışları arasındaki faz farklarının farklı periyotlara göre dağılımı a) 22-23 aylık periyotlar, b) 46-47-48 aylık periyotlar	54
Şekil 4. 25: NAO indisi ile meteoroloji istasyonlarının yağışları arasında elde edilen ÇGSY dağılımı a) 13 aylık periyot, b) 14 aylık periyot, c) 16 aylık periyot.....	55
Şekil 4. 26: NAO indisi ile meteoroloji istasyonlarının yağışları arasında elde edilen ÇGSY dağılımı a) 22-23 aylık periyotlar, b) 46-47-48 aylık periyotlar	56
Şekil 4. 27: Iğdır-IOD indisi Çapraz Spektral Analiz sonuçları	57
Şekil 4. 28: Siirt-IOD indisi Çapraz Spektral Analiz sonuçları	58
Şekil 4. 29: Şanlıurfa-IOD indisi Çapraz Spektral Analiz sonuçları	58
Şekil 4. 30: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre IOD indisi ile ilişkili meteoroloji istasyonlarının sayıları ve aralarındaki faz farklarının ortalamaları.....	59
Şekil 4. 31: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre IOD indisi ile meteoroloji istasyonlarının aralarındaki faz farklarının varyasyon katsayıları	60
Şekil 4. 32: IOD indisi ile meteoroloji istasyonlarının yağışları arasındaki faz farklarının farklı periyotlara göre dağılımı a) 13 aylık periyot, b) 14 aylık periyot.....	61

Şekil 4. 33: IOD indisi ile meteoroloji istasyonlarının yağışları arasındaki faz farklarının farklı periyotlara göre dağılımı a) 16-17 aylık periyotlar, b) 20-21 aylık periyotlar	62
Şekil 4. 34: IOD indisi ile meteoroloji istasyonlarının yağışları arasında elde edilen ÇGSY dağılımı a) 13 aylık periyot, b) 14 aylık periyot	63
Şekil 4. 35: IOD indisi ile meteoroloji istasyonlarının yağışları arasında elde edilen ÇGSY dağılımı a) 16-17 aylık periyotlar, b) 20-21 aylık periyotlar	64
Şekil 4. 36: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre SO indisi ile ilişkili meteoroloji istasyonlarının sayıları ve aralarındaki faz farklarının ortalamaları.....	65
Şekil 4. 37: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre SO indisi ile meteoroloji istasyonlarının aralarındaki faz farklarının varyasyon katsayıları	66
Şekil 4. 38: SO indisi ile meteoroloji istasyonlarının yağışları arasındaki faz farklarının farklı periyotlara göre dağılımı a) 14-15 aylık periyotlar, b) 18 aylık periyot.....	67
Şekil 4. 39: SO indisi ile meteoroloji istasyonlarının yağışları arasında elde edilen ÇGSY dağılımı a) 14-15 aylık periyotlar, b) 18 aylık periyot.....	68
Şekil 4. 40: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre AAO indisi ile ilişkili meteoroloji istasyonlarının sayıları ve aralarındaki faz farklarının ortalamaları.....	69
Şekil 4. 41: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre AAO indisi ile meteoroloji istasyonlarının aralarındaki faz farklarının varyasyon katsayıları	70
Şekil 4. 42: AAO indisi ile meteoroloji istasyonlarının yağışları arasındaki faz farklarının farklı periyotlara göre dağılımı a) 14 aylık periyot, b) 18 aylık periyot, c) 23-24 aylık periyotlar.....	71
Şekil 4. 43: AAO indisi ile meteoroloji istasyonlarının yağışları arasında elde edilen ÇGSY dağılımı a) 14 aylık periyot, b) 18 aylık periyot, c) 23-24 aylık periyotlar	72
Şekil 4. 44: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre AO indisi ile ilişkili meteoroloji istasyonlarının sayıları ve aralarındaki faz farklarının ortalamaları.....	73
Şekil 4. 45: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre AO indisi ile meteoroloji istasyonlarının aralarındaki faz farklarının varyasyon katsayıları	74
Şekil 4. 46: AO indisi ile meteoroloji istasyonlarının yağışları arasındaki faz farklarının farklı periyotlara göre dağılımı a) 14 aylık periyot, b) 32-33 aylık periyotlar	75
Şekil 4. 47: AO indisi ile meteoroloji istasyonlarının yağışları arasında elde edilen ÇGSY dağılımı a) 14 aylık periyot, b) 32-33 aylık periyotlar	76
Şekil 4. 48: Balıklı-NAO indisi Çapraz Spektral Analiz sonuçları.....	78
Şekil 4. 49: İnanlı-NAO indisi Çapraz Spektral Analiz sonuçları	78
Şekil 4. 50: Soğucak-NAO indisi Çapraz Spektral Analiz sonuçları.....	79
Şekil 4. 51: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre NAO indisi ile ilişkili akım gözlem istasyonlarının sayıları ve aralarındaki faz farklarının ortalamaları.....	80

Şekil 4. 52: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre NAO indisi ile akım gözlem istasyonlarının aralarındaki faz farklarının varyasyon katsayıları.....	80
Şekil 4. 53: NAO indisi ile akım gözlem istasyonlarının akımları arasındaki faz farkı ve ÇGSY değerlerinin Türkiye haritasındaki yerleri a) 13 aylık periyot, b) 20-21 aylık periyotlar	81
Şekil 4. 54: Baykan-IOD indisi Çapraz Spektral Analiz sonuçları.....	82
Şekil 4. 55: Pınarca-IOD indisi Çapraz Spektral Analiz sonuçları	83
Şekil 4. 56: Melekbağçe-IOD indisi Çapraz Spektral Analiz sonuçları.....	83
Şekil 4. 57: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre IOD indisi ile ilişkili akım gözlem istasyonlarının sayıları ve aralarındaki faz farklarının ortalamaları.....	84
Şekil 4. 58: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre IOD indisi ile akım gözlem istasyonlarının aralarındaki faz farklarının varyasyon katsayıları.....	85
Şekil 4. 59: IOD indisi ile akım gözlem istasyonlarının akımları arasındaki faz farkı ve ÇGSY değerlerinin Türkiye haritasındaki yerleri a) 14 aylık periyot, b) 18 aylık periyot.....	86
Şekil 4. 60: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre SO indisi ile ilişkili akım gözlem istasyonlarının sayıları ve aralarındaki faz farklarının ortalamaları.....	87
Şekil 4. 61: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre SO indisi ile akım gözlem istasyonlarının aralarındaki faz farklarının varyasyon katsayıları.....	88
Şekil 4. 62: SO indisi ile akım gözlem istasyonlarının akımları arasındaki faz farkı ve ÇGSY değerlerinin 18 aylık periyot için Türkiye haritasındaki yerleri.....	88
Şekil 4. 63: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre AAO indisi ile ilişkili akım gözlem istasyonlarının sayıları ve aralarındaki faz farklarının ortalamaları.....	89
Şekil 4. 64: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre AAO indisi ile akım gözlem istasyonlarının aralarındaki faz farklarının varyasyon katsayıları.....	90
Şekil 4. 65: AAO indisi ile akım gözlem istasyonlarının akımları arasındaki faz farkı ve ÇGSY değerlerinin Türkiye haritasındaki yerleri a) 14 aylık periyot, b) 18 aylık periyot.....	91
Şekil 4. 66: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre AO indisi ile ilişkili akım gözlem istasyonlarının sayıları ve aralarındaki faz farklarının ortalamaları.....	92
Şekil 4. 67: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre AO indisi ile akım gözlem istasyonlarının aralarındaki faz farklarının varyasyon katsayıları.....	93
Şekil 4. 68: AO indisi ile akım gözlem istasyonlarının akımları arasındaki faz farkı ve ÇGSY değerlerinin Türkiye haritasındaki yerleri a) 14 aylık periyot, b) 18 aylık periyot.....	94
Şekil 5. 1: NAO indisinin 22 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri.....	99
Şekil 5. 2: Bodrum Mİ'nin 22 aylık bant filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri.....	99

Şekil 5. 3: NAO indisinin 23 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri.....	100
Şekil 5. 4: Uzunköprü Mİ'nin 23 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri.....	100
Şekil 5. 5: NAO indisinin 23 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri.....	101
Şekil 5. 6: Bergama Mİ'nin 23 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri.....	101
Şekil 5. 7: IOD indisinin 20 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri.....	102
Şekil 5. 8: Iğdır Mİ'nin 20 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri.....	102
Şekil 5. 9: IOD indisinin 20 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri.....	103
Şekil 5. 10: Siirt Mİ'nin 20 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri.....	103
Şekil 5. 11: IOD indisinin 21 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri.....	104
Şekil 5. 12: Şanlıurfa Mİ'nin 21 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri.....	104
Şekil 5. 13: NAO indisinin 13 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri.....	108
Şekil 5. 14: Balıklı AGİ'nin 13 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri.....	108
Şekil 5. 15: NAO indisinin 13 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri.....	109
Şekil 5. 16: İnanlı AGİ'nin 13 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri.....	109
Şekil 5. 17: NAO indisinin 13 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri.....	110
Şekil 5. 18: Soğucak AGİ'nin 13 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri.....	110
Şekil 5. 19: IOD indisinin 14 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri.....	111
Şekil 5. 20: Baykan AGİ'nin 14 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri.....	111
Şekil 5. 21: IOD indisinin 14 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri.....	112
Şekil 5. 22: Pınarca AGİ'nin 14 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri.....	112
Şekil 5. 23: IOD indisinin 14 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri.....	113
Şekil 5. 24: Melekbağçe AGİ'nin 14 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri.....	113

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 4. 1: Meteoroloji istasyonları ve NAO indisi arasındaki Çapraz Spektral Analiz sonuçları.....	50
Tablo 4. 2: Meteoroloji istasyonları ve IOD indisi arasındaki Çapraz Spektral Analiz sonuçları.....	59
Tablo 4. 3: Akım gözlem istasyonları ve NAO indisi arasındaki Çapraz Spektral Analiz sonuçları	79
Tablo 4. 4: Akım gözlem istasyonları ve IOD indisi arasındaki Çapraz Spektral Analiz sonuçları	84
Tablo 5. 1: NAO ve meteoroloji istasyonları için R^2 ve Akaike bilgi kriteri (AIC) değerleri	105
Tablo 5. 2: IOD ve meteoroloji istasyonları için R^2 ve Akaike bilgi kriteri (AIC) değerleri	105
Tablo 5. 3: NAO ve akım gözlem istasyonları- için R^2 ve Akaike bilgi kriteri (AIC) değerleri	114
Tablo 5. 4: IOD ve akım gözlem istasyonları- için R^2 ve Akaike bilgi kriteri (AIC) değerleri	114

KISALTMALAR

AAO	: Antarctic Oscillation (Antarktika Salınımı)
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AMO	: Atlantik Çoklu Onyıllık Salınımı (Atlantic Multidecadal Oscillation)
AO	: Arctic Oscillation (Arktik Salınımı)
AOF	: Ampirik Ortogonal Fonksiyon
AOŞ	: Aralık Ocak Şubat
BLS	: Black Sea (Karadeniz)
BSk	: Kurak - Soğuk Step
Bwh	: Kurak - Sıcak Çöl
CCAN	: Continental Central Anatolia (Karasal İç Anadolu)
CEAN	: Continental Eastern Anatolia (Karasal Doğu Anadolu)
Cfa	: Ilıman - Kurak Mevsim Yok, Sıcak Yaz
Cfb	: Ilıman - Kurak Mevsim Yok, Serin Yaz
CMED	: Continental Mediterranean (Karasal Akdeniz)
Csa	: Ilıman - Kurak Yaz, Sıcak Yaz
Csb	: Ilıman - Kurak Yaz, Serin Yaz
ÇGSY	: Çapraz güç spektral yoğunluğu
Dfa	: Soğuk - Kurak Mevsim Yok, Sıcak Yaz
Dfb	: Soğuk - Kurak Mevsim Yok, Serin Yaz
Dfc	: Soğuk - Kurak Mevsim Yok, Soğuk Yaz
Dsa	: Soğuk - Kurak Yaz, Sıcak Yaz
Dsb	: Soğuk - Kurak Yaz, Serin Yaz
Dsc	: Soğuk - Kurak Yaz, Soğuk Yaz
DSİ	: Devlet Su İşleri
ECMWF	: European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
EİE	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi
ET	: Polar Tundra
FFT	: Fast Fourier Transform (Hızlı Fourier Dönüşümü)
GSY	: Güç spektral yoğunluğu
HTA	: Haziran Temmuz Ağustos
IOD	: Indian Ocean Dipole (Hint Okyanusu Dipolü)
MED	: Mediterranean (Akdeniz)
MEDT	: Mediterranean Transition (Akdeniz Geçiş)
MJO	: Madden-Julian Salınımı (Madden-Julian Oscillation)
MNM	: Mart Nisan Mayıs
MRT	: Marmara Transition (Marmara Geçiş)
NAO	: North Atlantic Oscillation (Kuzey Atlantik Salınımı)
NCAR	: National Center for Atmospheric Research (Ulusal Atmosferik Araştırmalar Merkezi)
NCEP	: National Centers for Environmental Prediction (Ulusal Çevresel Tahmin Merkezi)
NCP	: North Sea Caspian pattern (Kuzey Hazar Denizi Modeli)
NPGO	: Kuzey Pasifik Döngü Salınımı (North Pacific Gyre Oscillation)
NPO	: Kuzey Pasifik Salınımı (North Pacific Oscillation)
OŞM	: Ocak Şubat Mart
PDO	: Pacific Decadal Oscillation (Pasifik Onyıllık Salınımı)

PNA	: Pacific North American Pattern (Pasifik Kuzey Amerika Paterni)
RTYSA	: Radyal Tabanlı Yapay Sinir Ağı
SO	: Southern Oscillation (Güneyli Salınımı)
SSA	: Singular Spectrum Analysis (Tekil Spektral Analiz)



SEMBOL LİSTESİ

A_i	: Akım değeri
A_{min}	: Minimum akım değeri
A_{max}	: Maksimum akım değeri
An_i	: Normalize edilmiş akım değeri
AAO_i	: Aylık AAO indisi değeri
AAO_{min}	: Minimum aylık AAO indisi değeri
AAO_{max}	: Maksimum aylık AAO indisi değeri
$AAOn_i$	: Normalize edilmiş aylık AAO indisi değeri
AO_i	: Aylık AO indisi değeri
AO_{min}	: Minimum aylık AO indisi değeri
AO_{max}	: Maksimum aylık AO indisi değeri
AOn_i	: Normalize edilmiş aylık AO indisi değeri
θ	: Model katsayısı
Γ_n	: Otokovaryans matrisi
$C(\omega)$	: Eş spektrum fonksiyonu ve çapraz spektralin gerçek kısmı
C	: Model katsayısı
E	: Beklenen değer
ϵ	: Hata terimi
Δt	: Örnekleme aralığı
Δy_t	: Bir sonraki y ile bir önceki y arasındaki fark
δ	: Gerçek sayı
f	: Frekans
f_N	: Nyquist frekansı
f_s	: Örnekleme frekansı
H_0	: Sıfır hipotezi
IOD_i	: Aylık IOD indisi değeri
IOD_{min}	: Minimum aylık IOD indisi değeri
IOD_{max}	: Maksimum aylık IOD indisi değeri
$IODn_i$	: Normalize edilmiş aylık IOD indisi değeri
k	: Sabit terim dahil modelin parametre sayısı sabit terim dahil modelin parametre sayısı
LL	: Benzerlik
N	: Veri sayısı
NAO_i	: Aylık NAO indisi değeri
NAO_{min}	: Minimum aylık NAO indisi değeri
NAO_{max}	: Maksimum aylık NAO indisi değeri
$NAOn_i$	: Normalize edilmiş aylık NAO indisi değeri
$nfft$	: Orijinal x sinyalindeki n adet veri noktası sayısına en yakın ve büyük olan ikinin kuvveti olan sayıdır
$\hat{P}$	: Güç spektral yoğunluğu
$P_{xy}(w)$	: Çapraz güç spektral yoğunluğu
$Q(\omega)$	: İkinci dereceden spektrum fonksiyonudur ve çapraz spektralin sanal kısmı
R^2	: Determinasyon katsayısı
r	: lag-1 otokorelasyonu
$R_{xy}(m)$	: Çapraz korelasyon dizisi
ρ	: Gerçek sayı

$S(f)$	: AR(1) modelin güç spektrumu
S_0	: Güç spektrumunun ortalama değeri
SO_i	: Aylık SO indisi değeri
SO_{min}	: Minimum aylık SO indisi değeri
SO_{max}	: Maksimum aylık SO indisi değeri
SON_i	: Normalize edilmiş aylık SO indisi değeri
t	: Zaman
u_t	: Ortalaması sıfır varyansı sabit, beyaz gürültü hata terimi
x	: verileri içeren vektör
y	: verileri içeren vektör
x_n	: Rastgele durağan süreç
y_n	: Rastgele durağan süreç
Y	: Verileri içeren vektör
Y_i	: Yağış yüksekliği
Y_{min}	: Minimum yağış yüksekliği
Y_{max}	: Maksimum yağış yüksekliği
Yn_i	: Normalize edilmiş yağış yüksekliği
Y_i	: Deneysel olarak saptanmış değerle
$\hat{Y}$	: Regresyon eşitliğinden hesaplanmış değerler
$\bar{Y}$	: Deneysel verilerin ortalaması
$\Phi_{xy}(\omega)$	: Çapraz spektral analiz sonucu olarak açısal olarak elde edilen faz değeri
σ^2	: Varyans

ÖNSÖZ

Bu tezin hazırlanması sırasında yardımlarından ve katkılarından dolayı danışman hocam Prof. Dr. Abdullah Cem KOÇ'a teşekkür ederim.

Tez izleme komitesi ve jüri üyeleri Prof. Dr. Serdar İPLİKÇİ'ye, Prof. Dr. Ülker GÜNER BACANLI'ya, jüri üyeleri Doç. Dr. Okan FISTIKOĞLU'na, Doç. Dr. Ayşegül ÖZGENÇ AKSOY'a katkılarından dolayı teşekkür ederim. Ayrıca Pamukkale Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Ekonometri Bölümü Araş. Gör. Çağın KARUL'a zaman ayırdığı için ve yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

İnsanlığıyla, tertemiz kalbiyle tanıdığım, iyi günümüzde, zor zamanlarımızda yanımda olan zamansız aramızdan ayrılan sevgili hocam, arkadaşım, Araş. Gör. Dr. Ali KALKAN'a teşekkür ederim. İyi ki seni tanıdım ve seni asla unutmayacağım.

Hayatımın her döneminde yanımda olan maddi manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen canım ailemin her bir üyesine, hayatımın her anını paylaşmaktan keyif aldığım, her zaman yanımda olan en büyük destekçim, tez dönemimin her anında bana yardımcı olan, sevgili eşim Ahmet DEMİR'e, varlığıyla bize eşsiz mutluluklar yaşatan kızım Asya'ya sonsuz teşekkürlerimi ve minnetlerimi sunuyorum. İyi ki varsınız.

Tez kapsamında kullanılan yağış verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden, akım verileri DSİ Genel Müdürlüğü Etüt Planlama ve Tahsisler Daire Başkanlığı Rasatlar Şube Müdürlüğü ve Pamukkale Üniversitesi arasında yapılan protokol kapsamında elde edilmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü ve DSİ Genel Müdürlüğü Etüt Planlama ve Tahsisler Daire Başkanlığı Rasatlar Şube Müdürlüğü'ne katkılarından dolayı teşekkür ederim.

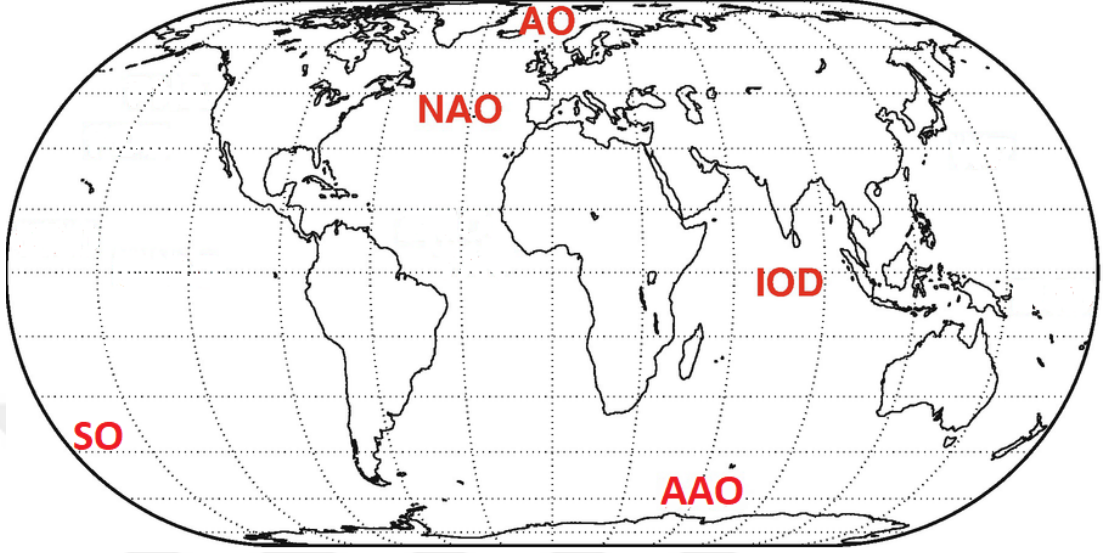
1. GİRİŞ

İklim hidrolojik çevrimi kontrol eden temel etkidir. Bu nedenle iklimde meydana gelen değişiklikler hidrolojik çevrimi de etkilemektedir. Yağış hidrolojik çevrimin en önemli bileşenlerinden biridir, aynı zamanda akım, sızma ve buharlaşma gibi diğer bileşenleri de etkilemektedir. Yağış ve akımların gelecekteki davranışının tahmin edilmesi, tarım veya su yönetiminin planlanması ve su yapılarının tasarımı için önemlidir.

Okyanuslar Dünya ikliminin oluşmasında büyük rol oynamaktadırlar, bu nedenle yağışlar ve okyanuslarla ilgili iklim göstergeleri arasındaki ilişkiyi belirlemek, daha doğru yağış tahminleri yapılmasını sağlamaktadır. Okyanuslarla ilgili iklim göstergeleri, periyodik davranışlarından dolayı okyanus salınımları olarak adlandırılmaktadır. Deniz seviyesi basıncı, deniz yüzeyi sıcaklığı vb. kullanılarak okyanus salınımı indisleri geliştirilmiştir. Bu indisler kullanılarak okyanusların yağış, akım, sıcaklık gibi iklim parametrelerine etkilerini incelemek mümkün olmaktadır.

20. yüzyılın başlarından bu yana, araştırmacılar atmosferik dolaşımdaki düşük frekans dalgalanmaları ile küresel hava modelleri arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Gezegen ölçeğindeki atmosferik dalgaların zamana bağlı davranışının bir sonucu olarak, yeryüzünde birbirinden çok farklı noktalarda eş zamanlı değişiklikler olmaktadır. Bazı bölgeler ortalamadan daha soğuk ya da daha kuru olabilirken, binlerce kilometre ötede daha sıcak ve ıslak koşullar geçerlidir. Meteoroloji literatüründe, iklimdeki bu eş zamanlı değişikliklere yaygın olarak “telebağlantılar” denir (Hurrell 2010). Telebağlantılar uzun dönemli iklim tahminleri için bir temel sağlayabilir (Durkee ve diğ. 2008). Kuzey Atlantik Salınımı (North Atlantic Oscillation - NAO), Güneyli Salınımı (Southern Oscillation - SO), Antarktika Salınımı (The Antarctic Oscillation - AAO), Arktik Salınımı (Arctic Oscillation - AO), Atlantik Çoklu Onyıllık Salınımı (Atlantic Multidecadal Oscillation - AMO), Hint Okyanusu Dipolü (Indian Ocean Dipole - IOD), Madden-Julian Salınımı (Madden-Julian Oscillation - MJO), Kuzey Pasifik Döngü Salınımı (North Pacific Gyre Oscillation - NPGO), Kuzey Pasifik Salınımı (North Pacific Oscillation - NPO), Pasifik Onyıllık

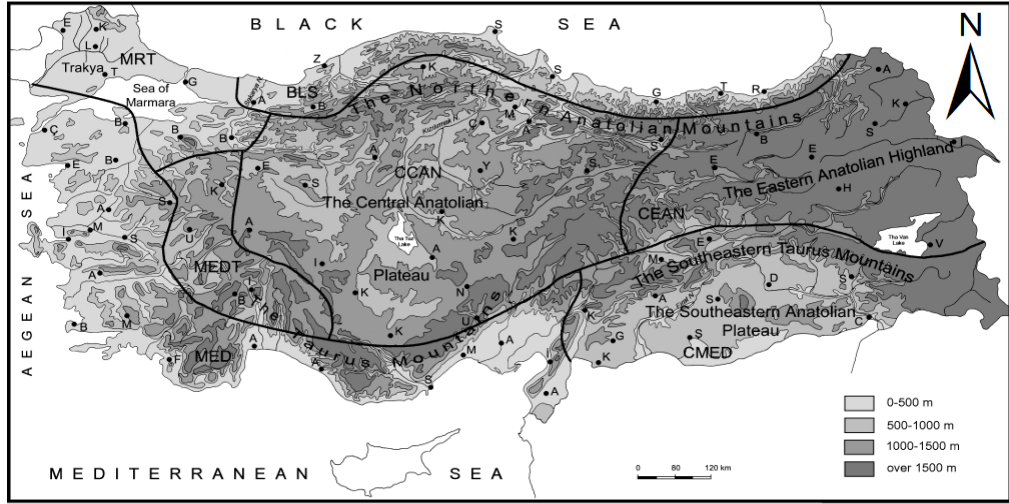
Salınımı (Pacific Decadal Oscillation - PDO), Pasifik Kuzey Amerika Paterni (Pacific-North American Pattern - PNA), telebağlantı modellerinden bazılarıdır. Tez kapsamında, NAO, IOD, AAO, AO ve SO indisleri kullanılmıştır (Şekil 1.1).



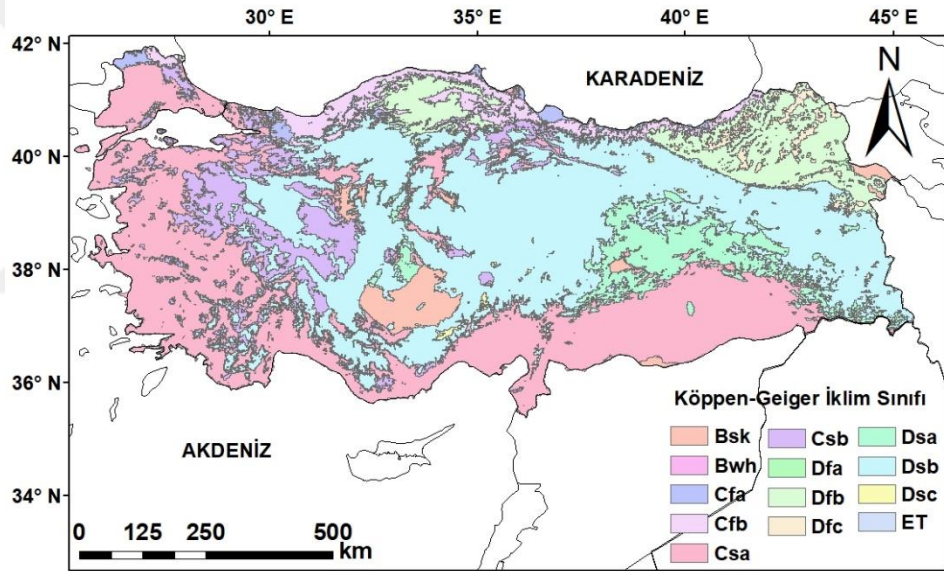
Şekil 1. 1: Tez kapsamında kullanılan okyanus salınımı indisleri (Akhmet ve diğ. 2020)

Türkiye Kuzey yarımkürede Doğu Akdeniz bölgesinde bulunmaktadır. Burası denizel ve karasal hava kütlelerinin etki bölgesindedir. Kış mevsiminde Kuzey Atlas Okyanusundan gelen denizel ve Sibirya'dan gelen karasal kutupsal hava kütleleri, yaz mevsiminde ise Orta (Azor) Atlas Okyanusundan gelen denizel ve Kuzey Afrika'dan gelen karasal tropik hava kütleleri yağışları oluşturmaktadır (Sariş ve diğ. 2010). Türkiye'deki yağışlar, yaz mevsimindeki konveksiyonel yağışlar dışında genellikle yukarıda bahsedilen hava kütlelerinin faaliyeti ile ilişkilidir (Türkeş ve Erlat 2005).

Türkiye, mevsimsel yağış toplamalarının yıllık yağış toplamına oranının yüzdesi cinsinden 7 yağış bölgesine ayrılmaktadır (Türkeş ve Erlat 2005). Bu yağış bölgeleri Şekil 1.2'de verilmiştir. Ayrıca Yılmaz ve Çiçek (2018) çalışmalarında Köppen-Geiger iklim sınıflandırması ile Türkiye iklim tipleri dağılışı haritasını oluşturmuşlardır (Şekil 1.3). Buna göre Türkiye'de 13 farklı Köppen-Geiger iklim sınıfı olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 1. 2: Türkiye'nin yağış bölgeleri. BLS: Karadeniz; MRT: Marmara Geçiş; MED: Akdeniz; MEDT: Akdeniz Geçiş; CMED: Karasal Akdeniz; CCAN: Karasal İç Anadolu; CEAN: Karasal Doğu Anadolu (Türkeş ve Erlat 2005)



Şekil 1. 3: Türkiye Köppen-Geiger iklim sınıfları. BSk: Kurak - Soğuk Step; Bwh: Kurak - Sıcak Çöl; Cfa: Ilıman - Kurak Mevsim Yok, Sıcak Yaz; Cfb: Ilıman - Kurak Mevsim Yok, Serin Yaz; Csa: Ilıman - Kurak Yaz, Sıcak Yaz; Csb: Ilıman - Kurak Yaz, Serin Yaz; Dfa: Soğuk - Kurak Mevsim Yok, Sıcak Yaz; Dfb: Soğuk - Kurak Mevsim Yok, Serin Yaz; Dfc: Soğuk - Kurak Mevsim Yok, Soğuk Yaz; Dsa: Soğuk - Kurak Yaz, Sıcak Yaz; Dsb: Soğuk - Kurak Yaz, Serin Yaz; Dsc: Soğuk - Kurak Yaz, Soğuk Yaz; ET: Polar - Tundra (Yılmaz ve Çiçek 2018)

1.1 Tezin Amacı

Tezin amacı Türkiye’deki iklim parametrelerini etkileyen okyanus salınımlarını ve etki düzeylerini belirlemektir. Bu amaçla farklı havzalarda bulunan ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından işletilen yeterince uzun süre ölçüm yapmış meteoroloji istasyonlarında (Mİ) ölçülen aylık toplam yağış yükseklikleri (mm) ve Devlet Su İşleri (DSİ) ve kapatılan Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) tarafından işletilen akım gözlem istasyonlarının (AGİ) aylık toplam akım değerleri (hm^3) ülkemizin iklim parametreleri olarak kullanılmıştır. Bu veriler ile dünya çapındaki iklim çalışmalarında kullanılan birtakım okyanus salınımı indislerinin değerleri arasında çapraz spektral analizler yapılmıştır. Böylece ülkemizdeki yağış ve akım serilerinin daha doğru modellenmesi amaçlanmaktadır. Ülkemizde yağış ve akım tahminlerinde veya modellemelerinde yine ülkemizde bulunan meteoroloji ve akım gözlem istasyonlarında ölçülen değerler kullanılmaktadır. Oysa iklim dünya çapında gelişen bir dinamiktir. Ülkemiz iklimini etkileyen veya ilişkisi olan doğru parametrelerin bulunması durumunda daha güvenilir yağış ve akım tahminleri yapılabilecektir. Okyanus salınımlarının Türkiye’deki iklim parametrelerine etkilerini inceleyen çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalarda okyanus salınımlarının Türkiye’deki iklim parametrelerini etkilediği belirlenmiştir. Yapılan tez kapsamında çok daha kapsamlı veri kaynakları ve farklı yöntemler kullanılmıştır. Yapılan çalışma ile yağış ve akım verilerinin ilişkili olduğu okyanus salınımları belirlenerek bu salınımların etkilerinin Türkiye ikliminde ne kadar süre sonra görüldüğü çapraz spektral analiz sonuçlarında hesaplanan ilgili periyottaki faz farklarına göre elde edilmiştir.

1.2 Literatür Özeti

Çalışmada kullanılan okyanus salınımı indislerinin Dünya’nın farklı bölgelerindeki yağış ve akıma etkilerini inceleyen çalışmalar ile Türkiye’deki farklı iklim parametrelerine etkilerini inceleyen çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Garcia ve diğ. (2005), NAO ile Galiçya, İspanya’daki yağışların ilişkisini araştırmışlardır. Çalışmada 10 yağış istasyonunun farklı tarih aralıklarındaki yağış verileri kullanılmıştır. NAO indisi verileri Cebelitarık ve Reykjavik, İzlanda arasındaki deniz seviyesi basınç farkı ile elde edilmiş olandır. Tüm serilerde frekanslar

Tekil Spektral Analiz (Singular Spectrum Analysis-SSA) kullanılarak analiz edilirken, sonuçların istatistiksel önemi Monte-Carlo yöntemi ile kontrol edilmiştir. Sonuçlar, 8 yıl periyotlu yağış ve NAO indisi değerlerinin birbirleriyle ilişkili olduğunu göstermiştir.

Durkee ve diğ. (2008), 1961-2001 yılları için NAO'nun mevsimsel evreleri ile ABD'nin doğu bölgelerinde, kış mevsimindeki (Aralık-Mart) farklı türdeki yağışların görülme sıklığı ve dağılımı arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmada, Ulusal Atmosferik Araştırmalar Merkezi'nin (NCAR) mevsimsel (Aralık-Mart) standartlaştırılmış NAO indisi kullanılmıştır. Yağmurun görülme sıklığındaki istatistiksel olarak anlamlı artışlar ve Doğu ABD'nin kuzey kısmındaki kar artışlarının pozitif NAO evreleri ile ilişkili olduğunu görmüşlerdir.

Castro ve diğ. (2011), İspanya'daki yağışlara NAO'nun etkisini araştırmışlardır. Aylık, mevsimlik ve yıllık yağış verileri ile bunlara karşılık gelen NAO indisi değerlerini kullanarak basit ve çoklu doğrusal regresyon modelleri kurmuşlardır. Ayrıca determinasyon katsayılarına göre yapılan alansal interpolasyon haritaları da hazırlanmıştır. Çalışma kapsamında 1961-1998 yılları arasındaki 325 adet meteoroloji istasyonunun yağış verisi ve aynı yıllardaki Ponta Delgada, Azorlar ve Stykkisholmur, İzlanda arasındaki deniz seviyesi basınç farkı ile elde edilen NAO indisleri kullanılmıştır. Eksik veriler normal oran interpolasyon yöntemi ile tamamlanmıştır. NAO indisinin, son yağışlardan elde edilen verilerle birlikte, mevsimsel yağışların, özellikle sonbahar yağışlarının güvenilir tahminleri için kullanılabilir olduğu sonucuna varmışlardır.

Vergni ve diğ. (2016) yılındaki çalışmalarında, 1951-2009 yılları arasında Abruzzo bölgesindeki (Orta İtalya) 75 istasyondaki kış yağışları ve Hurrell'in temel bileşen (principal component) tabanlı NAO indisi arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Analiz Aralık, Ocak, Şubat, Mart ayları ve 3 aylık Aralık-Şubat (AOŞ) ve Ocak-Mart (OŞM) dönemleri, için gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, NAO'nun pozitif ve negatif evreleri kullanılmıştır. İlk olarak, NAO'nun pozitif ve negatif evreleri ile yağışlar arasındaki varyans ve ortalamadaki anlamlı farklılıkları değerlendirmek için Brown-Forsythe ve Mann-Whitney testleri kullanılmıştır. Sonuçlar, NAO'nun pozitif evresinde özellikle OŞM için, daha az, negatif evresinde ise daha fazla yağışların görüldüğünü ortaya koymuştur.

Zamrane ve diğ. (2016), Fas'taki Yüksek Atlas havzalarındaki yağış ve akımın yıllararası değişiminin NAO ile ilişkisini belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmada kullanılan yağış, akım ve NAO indisi serilerinin süresi 30 ile 45 yıl arasında değişmektedir. Çalışmada kullanılan aylık NAO indisi, Portekiz ile Reykjavik arasındaki normalize edilmiş deniz seviyesi basınç farkından elde edilmiş olmaktadır. Çalışmada sürekli dalgacık analizi ve dalgacık tutarlılık analizi yöntemleri kullanılmıştır. Dalgacık analizi, yağış ve akım zaman serileri ile ilgili olarak yıllık ve yıllar arası ölçekte havzaların çoğunda birçok enerji bandının varlığını göstermektedir. Bu bantlar bir yıl, 2-4 yıl, 4-8 yıl ve 8-12 yıl aralıklarına karşılık gelmektedir. Dalgacık tutarlılık analizi sonucunda NAO ile akım ve yağış arasında yıllar arası ölçekte güçlü bir tutarlılık olduğunu görmüşlerdir.

Türkeş ve Erlat (2003), Türkiye'deki yağışlara Kuzey Atlantik Salınımı'nın etkisini incelemişlerdir. Bunun için Türkiye'deki 78 yağış istasyonunun 1930-2000 yıllarındaki aylık toplam yağış verilerini normalize ederek kullanmışlardır. Çalışmalarında kullandıkları NAO indisi ise Ponta Delgada, Azorlar ve Stykkisholmur/Reykjavik, İzlanda arasındaki normalize edilmiş deniz seviyesi basınç farkından elde edilmiş olmaktadır. Yağış anomalileri ile NAO anomalileri arasındaki ilişkinin niteliği ve büyüklüğü arasındaki olası bir ilişkiyi tespit etmek için Pearson korelasyon katsayısını kullanarak Student-t testi ile kontrol etmişlerdir. Türkiye yağış serilerinin yıllar arası değişkenliği ile NAO indisi arasında negatif bir ilişki bulmuşlardır. Özellikle kış aylarında ve kısmen sonbaharda güçlü olan negatif ilişkilerin ilkbaharda daha zayıf, yaz aylarında ise neredeyse hiç olmadığı tespit edilmiştir. Yıllık, kış, ilkbahar, sonbahar ve kısmen yaz yağışları çoğunlukla, negatif NAO evresi boyunca uzun dönem ortalama koşullardan daha yağışlı olarak karakterize edilirken, pozitif NAO evresinde yaz hariç her mevsim çoğunlukla yıllık ve uzun dönem ortalama koşullardan daha kurudur. Aşırı NAO evrelerinde yağış miktarlarında uzaysal olarak tutarlı ve istatistiksel olarak önemli değişikliklerin, Türkiye'nin batısında ve ortasında daha belirgin olduğunu görmüşlerdir.

Türkeş ve Erlat (2005), Türkiye'deki 78 yağış istasyonundaki kış (AOŞM) yağışlarının NAO ile ilişkisini 1930-2001 dönemi için araştırmışlardır. Yağış anomalileri ile NAO indisleri arasındaki ilişki Pearson korelasyon katsayısı ile belirlenmiştir. Çalışmada, Ponta Delgada, Azorlar ve Reykjavik, İzlanda (PD-R) NAO

indisi; Lisbon, Portekiz ve Stykkisholmur/Reykjavik, İzlanda (L-S/R) NAO indisi; Cebelitarık, İber Yarımadası ve Reykjavik, İzlanda (G-R) NAO indisi olmak üzere üç farklı NAO indisinin Türkiye yağışları ile ilişkileri incelenmiştir. PD-R NAO indisi, üç indis arasında en yüksek ilişkiyi göstermiştir. İkinci yüksek ilişkili indis, L-S/R NAO indisi ve sonuncusu G-R NAO indisidir.

Türkeş ve Erlat (2009), Türkiye’deki 70 istasyonda mevsimsel ortalama ve aylık ortalama kış (AOŞ) hava sıcaklıklarının NAO’nun aşırı (zayıf ve kuvvetli) ve normal (negatif ve pozitif) evreleri boyunca değişimini Pearson korelasyon katsayısını kullanarak incelemişlerdir. Çalışmada Ponta Delgada-Reykjavik ve Cebelitarık-Reykjavik bölgelerindeki deniz seviyesi basınç farkından elde edilen 1950-2003 yılları arasındaki normalize NAO indislerini kullanmışlardır. NAO kış indeksi ile Türkiye’nin normalleştirilmiş kış sıcaklık serileri arasında önemli bir negatif korelasyon katsayısı bulunmuştur.

Küçük ve diğ. (2009), NAO’nun, Türkiye’ye dağılmış yedi göldeki göl seviyelerinin değişkenliğine etkisini sürekli dalgacık dönüşümleri ve küresel spektrum yöntemini kullanarak araştırmışlardır. 1960-2002 yılları arasındaki uzun kış (Aralık, Ocak, Şubat ve Mart) göl seviyesi serileri ve Lisbon, Portekiz ve Stykkisholmur / Reykjavik, İzlanda arasındaki normalize edilmiş deniz seviyesi basınç farkından elde edilmiş olan NAO indeksi serilerine dalgacık dönüşümü uygulamışlardır. Göl seviyelerinin küresel dalgacık spektrumu (periyodikliklerin enerji spektrumu) ve kış NAO anomalileri, önemli bir korelasyon ortaya koymuştur. Tuz, Sapanca ve Uluabat göllerinin diğer dört göle göre NAO’nun etkilerini çok daha güçlü yansıttığı gösterilmiştir. Buna karşılık, Akdeniz ve Türkiye’nin doğu bölgelerinde zayıf korelasyonlar bulunmuştur. Türkiye göl seviyelerinin NAO ile ilgili periyodik yapıları 1 ve 10 yıllık arasında bir spektrum ortaya koymuştur.

Kahya (2011), NAO’nun Türkiye, İran, Kuveyt, Umman ve İsrail gibi Doğu Akdeniz ülkelerinin hidrolojisi üzerindeki etkilerini genel bir bakış açısıyla incelemiştir. Çalışma sonuçları, NAO sinyallerinin Türkiye’deki çeşitli hidrolojik değişkenlerde etkili olduğunu göstermiştir. Kış aylarında NAO’nun yağış ve akım modellerini etkilediği bulunmuştur. Ancak sıcaklığın NAO’ya daha az duyarlı olduğu görülmüştür. İran’ın güneybatısında, Ekim-Aralık mevsimi çoğunlukla kuru ve ıslak dönemlerde NAO’dan etkilenmektedir. NAO ile merkez ve güney İsrail’deki toplam

yağış miktarı ve bazı yağış kategorileri arasında pozitif anlamlı korelasyon değerleri bulunmuştur.

Bozyurt ve Özdemir (2014), NAO ile Türkiye’deki minimum sıcaklıklar arasındaki ilişkiyi Pearson korelasyonunu kullanarak incelemişlerdir. Bunun için Türkiye’deki 32 istasyonun 1975-2012 yılları arasındaki minimum sıcaklık değerleri kullanılarak yıllık ortalama sıcaklık değerleri elde edilmiştir ve çalışmada kullanılmıştır. NAO indisi değerleri ise ulusal okyanus ve atmosferik araştırma merkezinden alınmıştır ve 1975-2012 yılları arasındadır. Sonuç olarak Türkiye’deki minimum sıcaklıklar ile NAO indisi arasında negatif bir korelasyon bulunmuştur.

Dubache ve diğ. (2019), tekil değer ayrışması tekniğine dayalı olarak, Hint Okyanusu üzerindeki deniz yüzeyi sıcaklıkları ile Etiyopya’daki ortalama Haziran-Temmuz-Ağustos-Eylül yağışları arasındaki ortak değişkenliği incelemişlerdir. Haziran-Temmuz-Ağustos-Eylül yağışları IOD ile kuzeybatı (güneydoğu) bölgesinde negatif (pozitif) bir korelasyon göstermiştir ve IOD’un pozitif (negatif) evresinin Etiyopya’nın batı (doğu) kesiminde daha az (daha fazla) yağışa sebep olduğu görülmüştür.

Clark ve diğ. (2003), Kenya ve Tanzanya kıyılarında Ekim-Kasım-Aralık “kısa yağmur” mevsimi boyunca aylık yağışları kullanarak yağışların değişiminin, 1950 ile 1999 yılları arasında Hint Okyanusu’ndaki deniz yüzeyi sıcaklığı ile güçlü bir şekilde ilişkili olduğunu göstermişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre, yağmur mevsimi öncesindeki yaz aylarında Sumatra’nın güneybatısında negatif korelasyon, Umman Denizi’nde bölgesel bir pozitif korelasyon görülmüştür. Batı Hint Okyanusu’nda pozitif korelasyon güçlenmekte ve doğu Hint Okyanusu’ndaki negatif korelasyon, sonraki sonbaharda kısa yağmurla birlikte zayıflamaktadır.

Chan ve diğ. (2008), Güney Amerika üzerindeki yağışların IOD’dan etkilendiğini belirlemişlerdir. Subtropikal La Plata Havzası ve orta Brezilya arasında, pozitif IOD, bölgesel yağış anomalilerinde bir dipol paterni olarak kendini gösterir, yağış, Brezilya’nın merkezinde azalırken subtropikal La Plata Havzası üzerinde artmaktadır.

Hussain ve diğ. (2016), 1958-2010 dönemine ait verileri kullanarak Kendall tau korelasyonu ve kompozit analiz yöntemleri yardımıyla Hint Okyanusu Dipolü (IOD) ile Pakistan'ın yağışları arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Belucistan Platosu'nun yağışları ile IOD indisi arasında önemli bir pozitif ilişki ortaya çıkmıştır. IOD ile kuzey bölgelerin yağışları ve Pakistan'ın üst İndus Ovası arasında hiçbir bağlantı gözlenmemiştir.

Guetter ve Georkakakos (1996), Iowa Nehri'nin sezonluk akımları ile El Nino ve La Nina olayları arasındaki ilişkiyi incelemiş ve bu dönemlerdeki akımları tahmin etmek için çok değişkenli regresyon modeli geliştirmişlerdir. Normalüstü akımın El Nino ile kuru koşulların La Nina ile ilişkili olduğunu görmüşlerdir.

Shabbar ve diğ. (1997), Kanada yağışlarının Güneyli Salınımı'nın (SO) El Nino ve La Nina evreleriyle ilişkisini incelemişlerdir. Çalışmada 69 istasyonun 1911-1994 yılları arasındaki aylık yağış verileri kullanılmıştır. Kompozit ve korelasyon analizleri, Britanya Kolombiya boyunca ve Great Lakes bölgesine uzanan güney Kanada'nın geniş bir bölgesi üzerindeki yağışların, SO fenomeninden önemli ölçüde etkilendiğini göstermektedir. El Nino (La Nina) olaylarının başlamasını izleyen ilk kış boyunca bu bölgede farklı bir negatif (pozitif) yağış anormalliği modeli görülmüştür.

Wang ve Asefa (2018) doğu Pasifik El Nino (EP-El Nino) ve merkezi Pasifik El Nino (CP-El Nino) olarak adlandırılan iki farklı El Nino olayının Güneydoğu Amerika'daki yağış ve akım üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Bunun için 70 adet akım gözlem istasyonu ve 187 adet yağış gözlem istasyonunun verilerini kullanmışlardır. Analizler, hem EP-El Nino hem de CP-El Nino yıllarının en yoğun sezonunda (Aralık-Ocak-Şubat - AOŞ), mevsimsel ortalama akım ve yağışın uzun vadeli ortalamadan daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, CP-El Nino, geleneksel EP-El Nino'nun getirdiği yağış etkisini zayıflatmaktadır ve bu durum Amerika Birleşik Devletleri'nin güneydoğusundaki çoğu istasyon için mevsimsel yağış / akımda daha küçük artışlara yol açmaktadır. El Nino sinyallerinin azaldığı mevsimde, (Mart-Nisan-Mayıs - MNM) hem EP hem de CP El Nino için akım daha yüksektir. Artan genlik, AOŞ sezonu ile karşılaştırıldığında MNM'de daha büyüktür. La Nina olayları sırasında, özellikle AOŞ ve MNM mevsimi için, SEUS'taki istasyonların büyük çoğunluğunda azalan yağışlar ve akımlar gözlemlenmiştir. Bu çalışma, MNM'de ENSO sinyallerinin azalmasının ardından başlangıç mevsiminde

(Haziran-Temmuz-Ağustos - HTA), EP ve CP-El Nino olayları için yağış ve akım büyüklüğünde büyük bir fark olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durumun, EP-El Nino'nun CP-El Nino olaylarından daha uzun sürmesi ve bir sonraki senenin yaz aylarına kadar uzanmasıyla ilgili olabileceğini düşünmüşlerdir.

Türkeş (1998), Güneyli Salınımı'nın ekstrem evreleri ile Türkiye'nin yağış verileri arasındaki ilişkiyi incelemiş, seçilen 48 yağış gözlem istasyonunun çoğunda olay yılından bir önceki yılda pozitif sinyal gözlemlendiğini, ülkenin batısında ve orta kesimlerinde yağışlarda önemli ölçüde artış olduğunu belirtmiştir. Ayrıca olay yılından önceki (-1) yılda ve sonraki (+1) yılda ters işaretli sinyallerin oluştuğunu ifade etmiştir.

Karabörk (2000), ülkemizdeki 76 adet akım gözlem istasyonunda ölçülen aylık ortalama akım değerleri ve 94 meteoroloji istasyonunda ölçülen aylık toplam yağış değerlerini kullanarak Güneyli Salınımı'nın (SO) El Nino ve La Nina hallerinin Türkiye'nin yağış ve akım serileri üzerindeki etkilerini incelemiş ve bu etkilerin şiddetleri, evreleri ve coğrafik uzanımlarını belirlemiştir. El Nino ve La Nina sinyallerinin kararlılık analizini yaparak El Nino ve La Nina olaylarına tepki veren kararlı bölgeleri tespit edip Güneyli Salınımı'nın ekstrem evrelerinin kararlı bölgelerdeki yağış ve akım serileri ile olan ilişkisinin istatistiksel önemini hipergeometrik dağılımla belirlemiştir. Analizler sonucunda yağış ve akım değerleri için ülkenin doğu ve batısında El Nino ile ilişkili ıslak dönemlere sahip bölgeler ve ülkenin sadece doğusunda La Nina ile ilişkili kurak döneme sahip bölgeleri tespit etmiştir.

Kahya ve Karabörk (2001), Türkiye'deki aylık akımlar ile El Nino ve La Nina olayları arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Kuzeybatı Anadolu ve Doğu Anadolu olmak üzere iki ana bölgede tutarlı ve önemli ilişkiler tespit etmişlerdir. Kuzey Batı Anadolu'daki Susurluk bölgesinde, Nisan-Ekim aylarında mevsimsel pozitif akım anomalilerinin El Nino olaylarıyla oldukça önemli bir ilişkisi olduğu bulunmuştur.

Karabörk ve diğ. (2005), Türkiye'deki yağış, akım ile maksimum ve minimum sıcaklıklar gibi iklim değişkenlerinin Güneyli Salınımı (SO) ve Kuzey Atlantik Salınımı (NAO) ile ilişkisini analiz etmişlerdir. En yüksek ve en düşük aylık sıcaklıklar ile SO'nun ekstrem halleri olan El Nino ve La Nina olayları arasındaki

ilişkileri incelemişlerdir. Batı Anadolu’da en düşük sıcaklıklar ile El Nino arasında bir ilişki saptanırken, La Nina ile ilgili önemli ve tutarlı bir sinyal olmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca iklim değişkenleri ile NAO ve SO arasındaki bağlantıları göstermek için çapraz korelasyon analizi yapmışlardır. Kış aylarında NAO’nun yağış ve akım serilerini etkilediğini tespit etmişlerdir. Ancak yağış ve akım serilerinin sıcaklık serilerinin aksine NAO’ya daha az duyarlı oldukları görülmüştür. İklimsel değişkenler ve SO indeksi arasındaki eşzamanlı ve gecikmeli korelasyonlar, NAO için olanlarla karşılaştırıldığında daha zayıf ilişkiler göstermiştir. Ayrıca SO’nun Türkiye sıcaklık verileri üzerindeki etkilerinin ihmal edilebilir olduğunu ifade etmişlerdir.

Martı (2007), Türkiye’nin 78 akım gözlem istasyonunda ölçülen aylık ortalama akım değerleri, 94 yağış gözlem istasyonunda ölçülen aylık toplam yağış değerleri ile 62 adet sıcaklık gözlem istasyonunda ölçülen ortalama sıcaklık değerlerini kullanarak verilere t testi uygulamıştır ve bu verilerin Tropikal Pasifik’te meydana gelen Güneyli Salınımı’ndan nasıl etkilendiğini araştırmıştır. Yapılan t testi sonuçları Türkiye’nin Güneyli Salınımı’ndan etkilendiğini göstermiştir. Çalışmada El Nino yıllarına ait aylık verileri, incelenen akım ve yağış veri setlerinden çıkararak bu veriler yerine Radyal Tabanlı Yapay Sinir Ağı (RTYSA) modeli ile üretilen veriler yerleştirmiştir. Bunun sonucunda orijinal ve sentetik seriler arasında varyans, ortalama, popülasyon ve otokorelasyon yönünden farklılıkları incelemiştir. RTYSA ile yapılan analizler sonucunda da Türkiye’nin Güneyli Salınımı’ndan etkilendiğini belirtmiştir.

Karabörk ve Kahya (2009), SO salınımının Türkiye’deki sıcaklık, yağış ve akım serileri üzerine olan etkilerini incelemek amacıyla kategorize edilmiş Güneyli Salınımı İndisi (SOI) ve Çok Değişkenli ENSO (El Nino Güneyli Salınımı) indisi serilerini kullanarak bölgesel ve istasyon tabanlı analiz yapmışlardır. Her iki analiz sonuçlarında da SO’nun çeşitli evreleri ve Türkiye’deki iklim ve hidrolojik değişkenler arasında anlamlı korelasyonlar bulmuşlardır.

Hendon ve diğ. (2007), Avustralya’daki yağış ve sıcaklıklara Antarktika Salınımı’nın (AAO) etkisini araştırmışlardır. Çalışmada 1979-2005 yılları arasındaki günlük veriler kullanılmıştır. AAO, kış aylarında, güneydoğu ve güneybatı Avustralya’da günlük yağışların azalmasıyla ilişkilidir. Ancak yaz aylarında Avustralya’nın güneydoğu kıyısında artan günlük yağış ve batı Tazmanya’da azalan yağış ile ilişkilidir.

Babian ve diğ. (2016), AAO ile ilişkili yağışların Max Planck Enstitüsü'nün Dünya Sistemi Modeli'nde ne ölçüde temsil edildiğini değerlendirmektedir. Bu amaçla, AAO uzaysal modellerini (ampirik ortogonal fonksiyonlar-AOF'ler), ilişkili ana bileşenlerin (PC'ler) spektral özelliklerini ve Max Planck Enstitüsü'nün AAO ile ilgili yağış modellerini üç analizle karşılaştırmışlardır: bunlar ECMWF'nin ERA-40 ve ERA-Interim, ve NCEP / NCAR 40 yıllık yeniden analiz projesidir. İlişkili PC'lerin spektral yoğunluk tahminleri, Max Planck Enstitüsü'nün Dünya Sistemi Modeli'nde 4 ila 5 aylık dönemler için azalmış değişkenlik göstermektedir. AAO ile güney yarımküre yağışları arasındaki ilişki, kompozitler ve korelasyon analizi ile değerlendirilmiştir. Hem modelde hem de yeniden analizlerde, negatif AAO indisi 30° G ile 50° G arasında genel bir yağış artışına ve 50° S'nin güneyinde yağışta azalmaya yol açmaktadır.

Choi ve diğ. (2014), Çalışmalarında, Kuzey Kore'deki Ağustos yağışları ile Ağustos'taki Antarktika Salınımı (AAO) arasında pozitif bir korelasyon bulmuşlardır. Pozitif AAO evresinde Kuzey Kore'nin 26 hava gözlem istasyonunun tamamında pozitif yağış anomalisi gözlenmiş ve dağlık bölgeler hariç tüm bölgelerde yağış farklılıkları daha büyük olmuştur. Pozitif AAO evresinde artan yağışların nedenleri, Kore Yarımadası'na inen veya onu etkileyen tropik siklonların görülme sıklığı, güney yarımkürede Avustralya yükseklinin artması ve Ağustos ayında Kuzey Kore'de atmosferik kararsızlıktır.

Matsuo ve Heki (2012), Gravity Recovery and Climate Experiment uydularının verilerini kullanarak Arktik Salınımının (AO) neden olduğu anormal yağışların sinyallerini araştırmışlardır. Pozitif ve negatif AO'nun kuzey yarımkürede sırasıyla yüksek ve orta enlem bölgelerinde kış mevsimindeki yağışları artırdığı düşünülmektedir.

Mao ve diğ. (2011), 1954-2009 yılları arasındaki kış aylarında Arktik Salınımı (AO) ile Çin'deki yağışlar arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. AO, Ocak-Şubat aylarında Çin üzerindeki aşırı yağış olaylarının sıklığı ile önemli ölçüde pozitif bir korelasyon göstermektedir. Çin'deki 287 istasyonun 238'i pozitif korelasyon katsayılarına sahiptir ve 82 istasyon %95 güven seviyesinin üzerinde pozitif anlamlıdır.

Frey ve Smith (2003), Batı Sibirya'daki sıcaklık ve yağışların Arktik Salınımı (AO) ile ilişkisini araştırmışlardır. Bu amaçla Batı Sibirya'daki 10 meteoroloji istasyonunun 1958-1999 yılları arasındaki verileri kullanılmıştır. Ortalama olarak AO, bu çalışmada sıcaklık ile kış mevsiminde %96, ilkbaharda %19, yazın %0, sonbaharda %67 ve yıllık ile %53 oranında doğrusal olarak uyumludur. AO, yağış değişkenliğinde daha az rol oynamıştır ve yağış eğilimlerinin yalnızca %17'si kış, %13'ü ilkbahar, %12'si yaz, %1'i sonbahar ve %26'sı yıllık ile doğrusal olarak uyumludur.

Türkeş ve Erhat (2008), Türkiye kış (Aralık-Ocak-Şubat) ortalama sıcaklıklarına Arktik Salınımının (AO) etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla Türkiye'deki 70 istasyonun 1950-2003 yılları arasındaki verileri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan hemen hemen tüm istasyonlarda kış ortalama hava sıcaklıkları ile AO arasındaki korelasyon analizi sonucunda güçlü bir negatif ilişki olduğu görülmüştür. AO'nun negatif evresinde sıcaklıklarda artış, pozitif evresinde ise sıcaklıklarda azalma gözlenmiştir.

Baltacı ve diğ. (2018), NAO ve AO'nun Türkiye'deki yağış ve sıcaklık aşırılarına olan etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla Türkiye'de üniform olarak dağılmış 94 meteoroloji istasyonunun 1965-2014 yıllarındaki verileri kullanmışlardır. Kış boyunca NAO ve AO Türkiye'deki çoğu istasyon için sıcak aşırılarla önemli negatif korelasyonlar göstermişlerdir. Fakat AO daha güçlü negatif korelasyonlar göstermiştir. Buna göre negatif AO kışları boyunca sıcak gece ve gündüzler görülmektedir.

Sezen ve Partal (2019), AO ve Kuzey Hazar Denizi Paterni'nin (North Sea Caspian pattern-NCP) Türkiye'nin ortalama sıcaklık ve yağış toplamaları ile ilişkisini incelemişlerdir. Bu amaçla Türkiye'deki 84 meteoroloji istasyonunun 1960-2015 yılları arasındaki verileri kullanılmıştır. Çalışmada AO ile NCP ve iklim verileri arasındaki Pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır ve sonuçlar Student's *t* testi kullanılarak değerlendirilmiştir. NCP ve AO'nun kış yağışları ile oldukça güçlü bir ilişkisi olduğu görülmüştür. Sonuçlar bölgeden bölgeye farklılık gösterse de, NCP veya AO ile sıcaklık arasında, özellikle kış aylarında negatif korelasyon katsayıları gözlemlenmiştir.

1.3 Tezin Organizasyonu

Tezin birinci bölümünde, konu ile ilgili genel bilgiler verilmiş ve geniş bir literatür araştırması yapılmıştır. Ayrıca tezin amacı ve kapsamı açıklanmıştır.

İkinci bölümde, tez kapsamında kullanılan materyallerle ilgili bilgiler verilmiştir. Tez kapsamında kullanılan veriler, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ait meteoroloji istasyonlarında ölçülen aylık toplam yağış yükseklikleri (mm), Devlet Su İşleri (DSİ) ve kapatılan Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) tarafından işletilen akım gözlem istasyonlarının aylık toplam akım değerleri (hm^3) ile NAO, IOD, SO, AAO ve AO okyanus salınımı indislerinin aylık değerleridir. Tez kapsamında, 30 yıl ve üzeri kesintisiz veriye sahip 239 adet meteoroloji istasyonunun aylık toplam yağış değerleri kullanılmıştır. Benzer şekilde kesintisiz 30 yıl ve üzeri veriye sahip, membasında baraj olmayan 137 adet akım gözlem istasyonu seçilerek bu istasyonların aylık toplam akım değerleri kullanılmıştır. Okyanus salınımı indisleri de 30 yıl ve üzeri kesintisiz veriye sahiptir.

Üçüncü bölümde, tezde kullanılan otospektral ve çapraz spektral analiz yöntemleri anlatılmıştır.

Dördüncü bölümde, otospektral ve çapraz spektral analiz sonuçları verilmiştir. Yağış, akım ve okyanus salınımı indisleri verilerine otospektral analiz yapılmıştır. Bunun sonucunda her bir yağış ve akım istasyonu değerleri ile okyanus salınımı indislerinin frekans, güç spektral yoğunluğu (GSY) ve periyot değerleri elde edilerek Frekans-GSY grafikleri çizilmiştir. Ardından yağış ile okyanus salınımı indisleri ve akım ile okyanus salınımı indisleri arasında çapraz spektral analizler yapılarak aralarındaki frekans, çapraz güç spektral yoğunluğu (ÇGSY), periyot ve faz farkı değerleri elde edilmiştir, ayrıca Frekans-ÇGSY grafikleri çizilmiştir. Analizler sonucunda indisler ile yağışların ve indisler ile akımların ilişkilerinin güçlü olduğu periyotlardaki istasyonlar belirlenip ilgili periyottaki faz farkları ve ÇGSY değerleri yağışlar için alansal interpolasyon yapılarak akımlar için ise noktasal olarak Türkiye haritası üzerinde gösterilmiştir.

Beşinci bölümde, tezde kullanılan okyanus salınımı indislerinden olan Kuzey Atlantik Salınımı (NAO) ile Bodrum, Bergama, Uzunköprü meteoroloji

istasyonlarının yağış verileri ve Hint Okyanusu Dipolü (IOD) indisi ile Iğdır, Siirt, Şanlıurfa meteoroloji istasyonlarının yağış verileri arasında yapılan çapraz spektral analiz sonucu belirlenen periyotlar ve faz farkları arasındaki ilişkiler istatistik analiz ile doğrulanmıştır. Benzer şekilde Kuzey Atlantik Salınımı (NAO) ile Balıklı, İnanlı, Soğucak akım gözlem istasyonlarının akım verileri ve Hint Okyanusu Dipolü (IOD) indisi ile Baykan, Pınarca, Melekbahçe akım gözlem istasyonlarının akım verileri arasında yapılan çapraz spektral analiz sonucu belirlenen periyotlar ve faz farkları arasındaki ilişkiler istatistik analiz ile doğrulanmıştır.

Altıncı bölümde tez çalışmasında elde edilen sonuçlar özetlenmiş ve gelecek çalışmalar için öneriler sunulmuştur.



2. MATERYAL

Tez kapsamında kullanılan veriler aylık toplam yağış yükseklikleri ve aylık toplam akımlar ile aylık NAO indisi, aylık IOD indisi, aylık AAO indisi, aylık AO indisi ve aylık SO indisi değerleridir. Kullanılan yağış, akım ve NAO, IOD, AAO, AO ve SO indisi verilerine bütün verilerin aynı mertebede olması amacıyla analizlerden önce min-max normalizasyonu yapılarak değerler 0-1 arasına getirilmiştir. Otospektral analizden önce normalize edilmiş okyanus salınımı indisleri değerlerine 5 noktalı medyan filtre uygulanmış ve ardından filtrelili değerlere doğrusal detrend yapılmış, yağış ve akım verilerine ise medyan filtre uygulanmadan normalize edilmiş değerlere sadece doğrusal detrend yapılmıştır. Okyanus salınımı indisi verilerine medyan filtre uygulanmasının nedeni bu indislerin hesaplanması için kullanılan deniz seviyesi atmosfer basınçlarının ya da deniz yüzeyi sıcaklıklarının bu indisler ile ilgili olmayan küçük ölçekli ve kararsız meteorolojik olaylardan önemli ölçüde etkilenmesi ve bu nedenle gürültü içermesidir (Hurrell, 2010). Çapraz spektral analizden önce ise normalize edilmiş okyanus salınımı indisleri ile yağış ve akım değerlerine 5 noktalı medyan filtre uygulandıktan sonraki değerlere doğrusal detrend yapılmıştır.

Medyan filtre, konuşma, sinyal ve görüntü işleme konularında yaygın olarak kullanılan ve Tukey (1971) tarafından geliştirilen bir gürültü giderme yöntemidir. Özellikle tuz-biber gürültülü görüntüler üzerinde medyan filtre çok etkilidir. Medyan filtre doğrusal olmayan bir filtredir. Medyan filtre bir ve iki boyutlu işaretler için uygulanabilir. Medyan filtrenin kullanım amacı belirli bir pencere aralığındaki sayıların ortancasını (medyan) alarak aşırı büyük atlamaları kaldırmaktır. Bir boyutlu medyan filtre, tek sayıda eleman içeren kayan bir pencereden oluşur. Pencerenin merkezindeki eleman, penceredeki elemanların medyanı ile değiştirilir. Örneğin, bir penceredeki elemanların değerleri 0.1, 0.2, 0.9, 0.4, 0.5 ise, bu elemanlar küçükten büyüğe sıralanır, merkezdeki eleman 0.1, 0.2, 0.4, 0.5, 0.9 dizisinin ortanca değeri olan 0.4 değeriyle değiştirilir. Genellikle kullanılacak olan pencere tek elemanlı seçilir. Çift elemanlı seçilmesi durumunda ortada bulunan iki piksel değerinin aritmetik ortalaması alınır (Çayır 2010). Gürültü bastırma için medyan filtrenin uygulanmasında çeşitli stratejiler vardır. Bunlardan biri, 3 uzunluğunda bir pencereye sahip medyan filtredir. Önemli bir sinyal kaybı yoksa medyan filtre için pencere uzunluğu 5'e yükseltilebilir (Pratt 2007). Çayır (2010), gerçek zamanlı iki boyutlu görüntü üzerinde medyan filtre

uygulamıştır ve yüksek çözünürlüklü 720p (1280x720) gerçek zamanlı gürültülü işaretler üzerinde 3x3 kare medyan filtre şablonu kullanmıştır.

Yağış ve Okyanus Salınımları zaman serilerindeki uzun süreli trendi ortadan kaldırmak için MATLAB'ın *detrend* fonksiyonu kullanılmıştır. Bu fonksiyon, kullanıcı tarafından tanımlanan bir veya daha fazla kesme noktasıyla ya girdi vektörüne uyan tek bir düz çizgi olarak tanımlanan doğrusal trendleri ya da girdi vektöründen sürekli, parça parça doğrusal bir trendi kaldırır.

Medyan filtre için Matlab'ın *medfilt1* fonksiyonu kullanılmıştır. Bu fonksiyonun parametreleri x ve n 'dir. Burada, x verileri içeren vektör, n ise medyan filtrenin nokta sayısıdır ve bu çalışmada beş olarak alınmıştır.

2.1 Meteoroloji İstasyonları ve Yağış Verileri

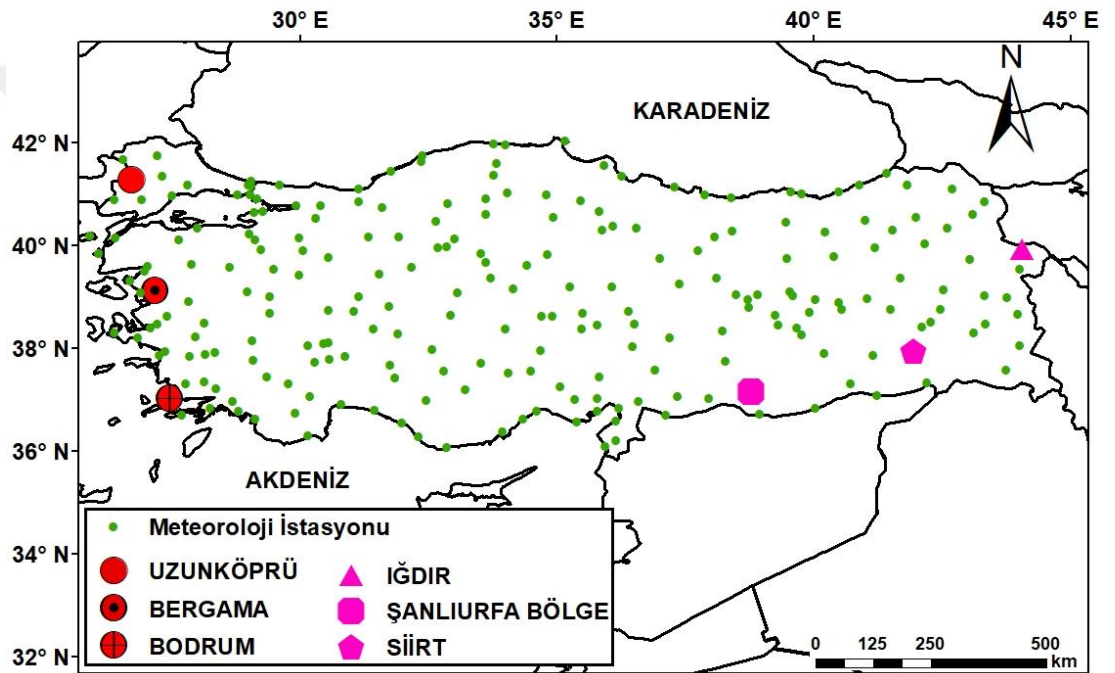
Yağış verisi olarak Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından işletilen Türkiye'nin farklı bölgelerinde bulunan ve uzun süre gözlem yapmış meteoroloji istasyonlarında ölçülen aylık toplam yağış yükseklikleri (mm) kullanılmıştır. Tez kapsamında kesintisiz 30 yıl ve üzeri veriye sahip 239 adet meteoroloji istasyonu seçilmiştir. İstasyonların ölçüm uzunlukları 30 yıl ile 88 yıl arasında değişmektedir. Tezde kullanılan meteoroloji istasyonlarının Türkiye haritasındaki yerleri Şekil 2.1'de istasyonlara ait bilgiler (istasyon adı ve kodu, başlangıç ve bitiş tarihleri, enlem ve boylam) ise Ek A1'de verilmiştir.

Tez kapsamında Bodrum, Uzunköprü, Bergama ve Iğdır, Siirt, Şanlıurfa meteoroloji istasyonları için analiz sonuçları detaylı olarak incelenmiştir (Şekil 2.1). Bodrum Mİ Türkiye'nin güneybatısında olup 1938 ile 2017 yılları arasındaki kesintisiz 80 yıllık yağış verisi kullanılmıştır (Şekil 2.2). Uzunköprü Mİ Türkiye'nin kuzeybatısındadır ve 1965-2011 yılları arasındaki kesintisiz 47 yıllık yağış verisi kullanılmıştır (Şekil 2.3). Bergama Mİ Türkiye'nin batısındadır ve 1963-2011 yılları arasındaki kesintisiz 49 yıllık yağış verisi kullanılmıştır (Şekil 2.4). Iğdır Mİ Türkiye'nin doğusundadır ve 1957 ile 2017 yılları arasındaki kesintisiz yağış verisi kullanılmıştır (Şekil 2.5). Siirt Mİ Türkiye'nin doğusundadır ve 1947 ile 2017 yılları arasındaki kesintisiz 71 yıllık yağış verisi kullanılmıştır (Şekil 2.6). Şanlıurfa

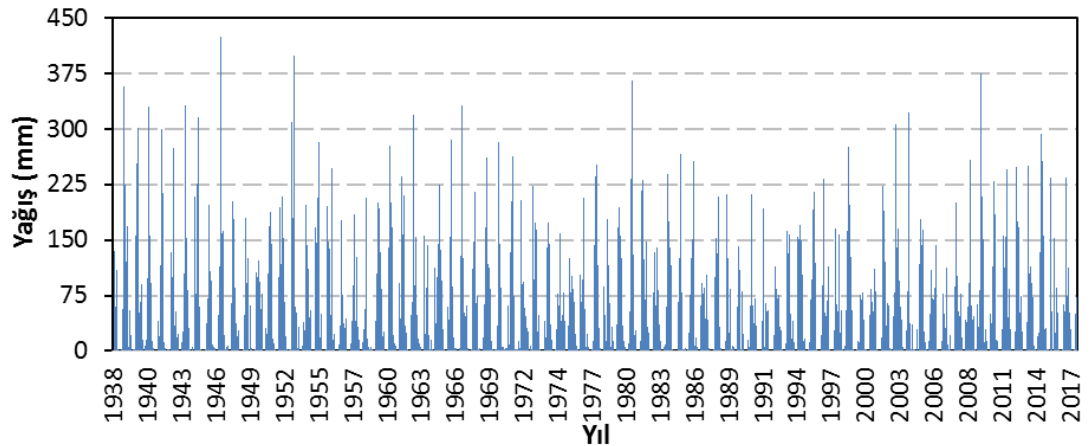
Mİ Türkiye'nin güneydoğusundadır ve 1944 ile 2017 yılları arasındaki kesintisiz 74 yıllık yağış verisi kullanılmıştır (Şekil 2.7). Her bir istasyonun yağış yüksekliği (Y_i) değerlerine min-maks normalizasyonu (Denklem 2.1) yapılarak değerler 0 ile 1 aralığına (Yn_i) getirilmiştir.

$$Yn_i = \frac{Y_i - Y_{min}}{Y_{max} - Y_{min}} \quad (2.1)$$

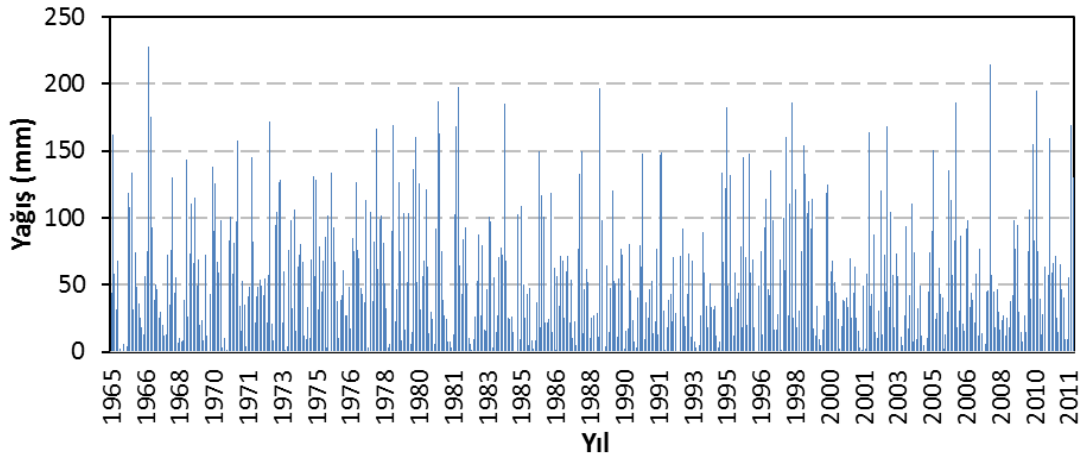
Burada, Y_{min} , en küçük aylık toplam yağış yüksekliği; Y_{max} , en büyük aylık toplam yağış yüksekliğidir.



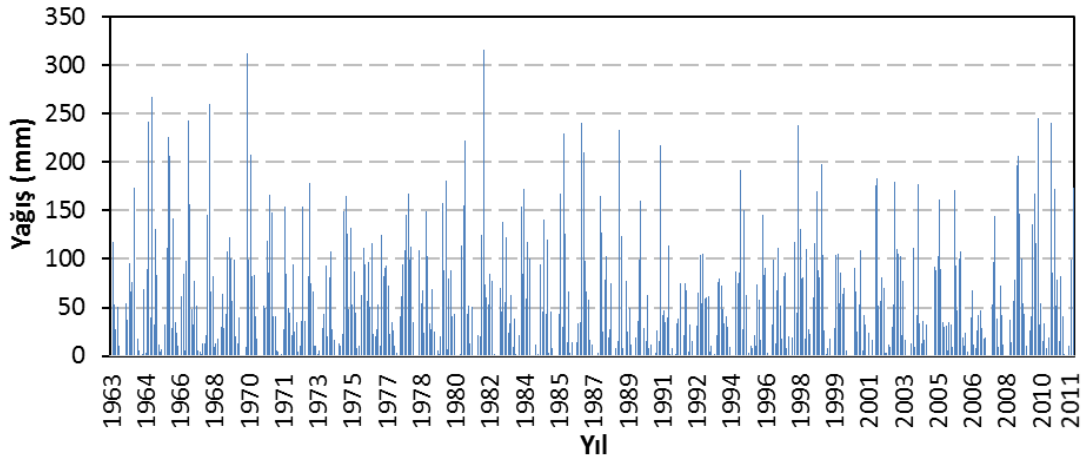
Şekil 2. 1: Tez kapsamında kullanılan meteoroloji istasyonlarının Türkiye haritasındaki yerleri



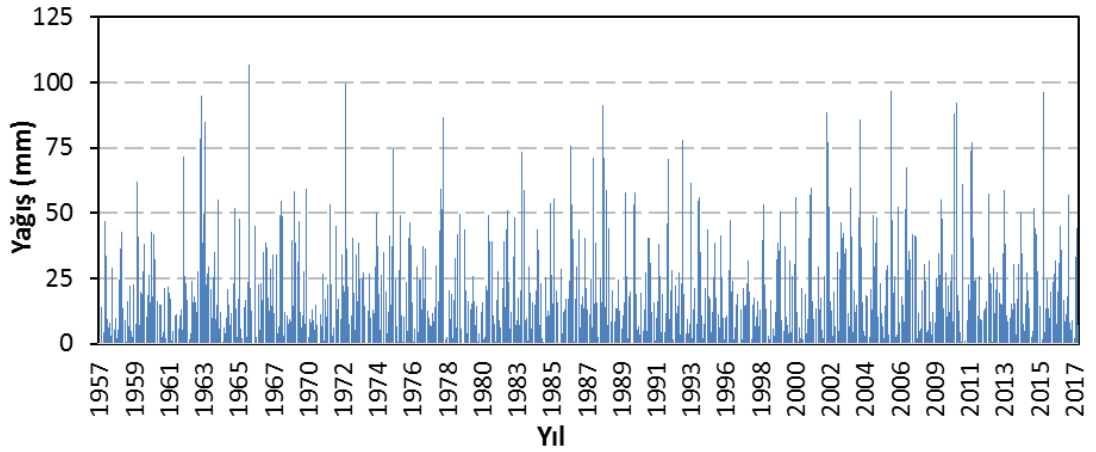
Şekil 2. 2: Bodrum Mİ'de ölçülen aylık toplam yağışlar



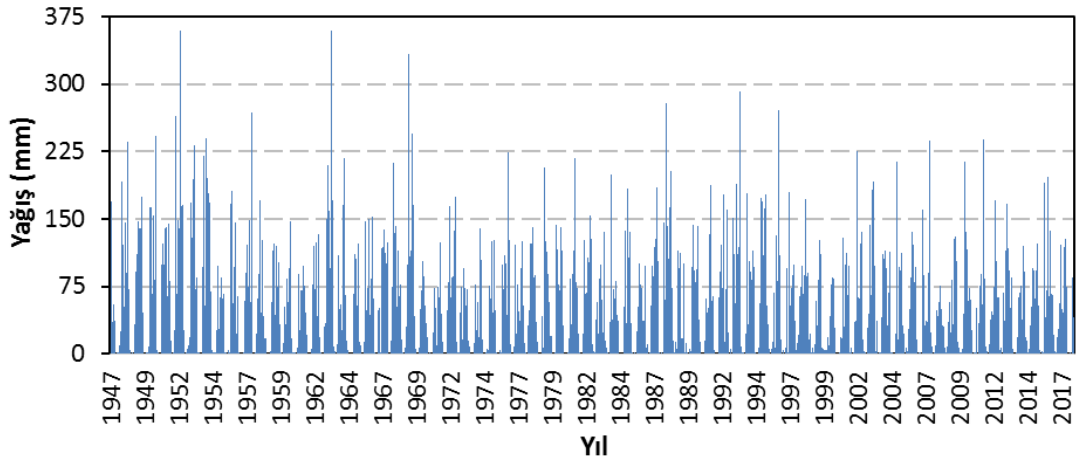
Şekil 2. 3: Uzunköprü Mİ’de ölçülen aylık toplam yağışlar



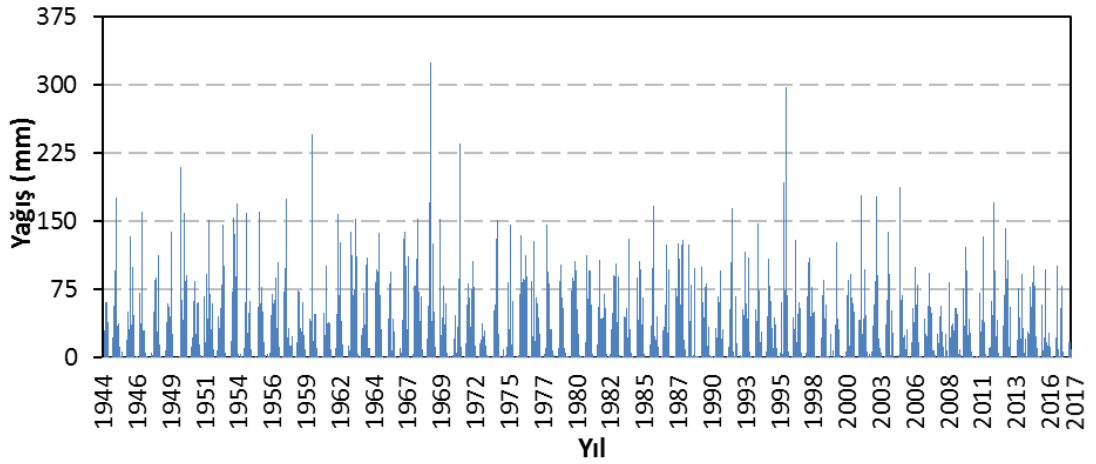
Şekil 2. 4: Bergama Mİ’de ölçülen aylık toplam yağışlar



Şekil 2. 5: Iğdır Mİ’de ölçülen aylık toplam yağışlar



Şekil 2. 6: Siirt Mİ’de ölçülen aylık toplam yağışlar



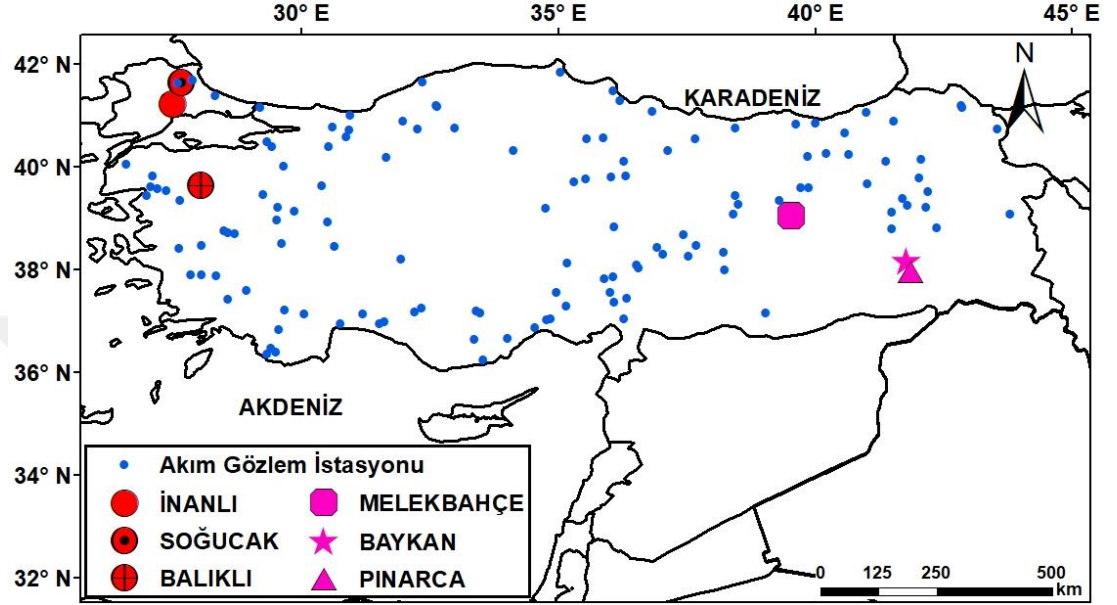
Şekil 2. 7: Şanlıurfa Mİ’de ölçülen aylık toplam yağışlar

2.2 Akım Gözlem İstasyonları ve Akım Verileri

DSİ Genel Müdürlüğü Etüt Planlama ve Tahsisler Daire Başkanlığı Rasatlar Şube Müdürlüğü ve Pamukkale Üniversitesi arasında yapılan protokol kapsamında aylık toplam akım verileri (hm^3) elde edilmiştir. Tez kapsamında Türkiye’nin farklı bölgelerindeki kesintisiz 30 yıl ve üzeri veriye sahip 137 adet istasyon seçilmiştir. İstasyonlar seçilirken membasında baraj olan istasyonlar baraj etkisinden dolayı alınmamıştır. İstasyonların ölçüm uzunlukları 30 yıl ile 76 yıl arasında değişmektedir. Tezde kullanılan akım gözlem istasyonlarının yerleri Şekil 2.8’de ve istasyonlara ait bilgiler (istasyon adı ve kodu, akarsu, başlangıç ve bitiş tarihleri, enlem ve boylam) ise Ek A2’de verilmiştir. Her bir istasyonun akım (A_i) değerlerine min-maks normalizasyonu (Denklem 2.2) yapılarak değerler 0 ile 1 aralığına (An_i) getirilmiştir.

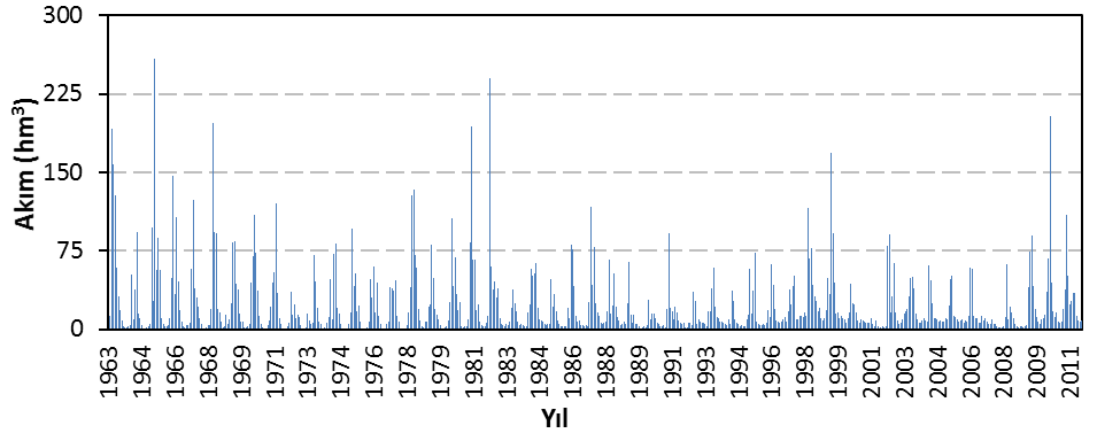
$$An_i = \frac{A_i - A_{min}}{A_{max} - A_{min}} \quad (2.2)$$

Burada, A_{min} , en küçük aylık toplam akım değeri; A_{max} , en büyük aylık toplam akım değeridir.

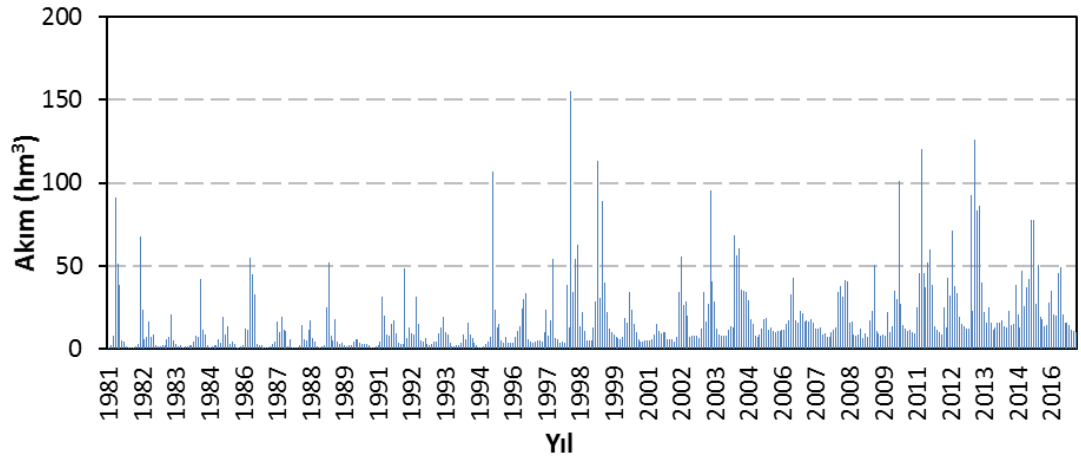


Şekil 2. 8: Tez kapsamında kullanılan akım gözlem istasyonlarının Türkiye haritasındaki yerleri

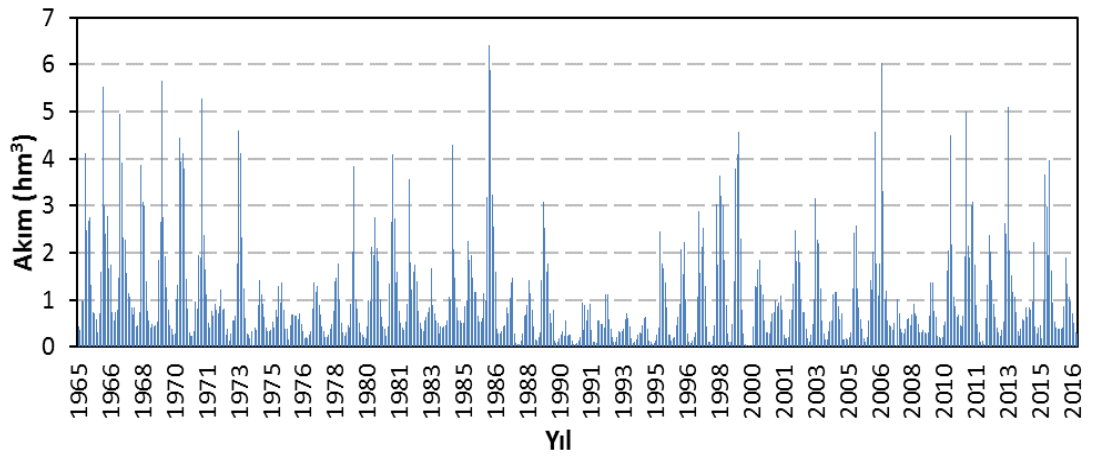
Tez kapsamında Balıklı, İnanlı, Soğucak ve Baykan, Pınarca, Melekbahçe akım gözlem istasyonları için analiz sonuçları detaylı olarak incelenmiştir (Şekil 2.8). Balıklı AGİ Türkiye'nin batısında olup 1963 ile 2011 yılları arasındaki kesintisiz 49 yıllık akım verisi kullanılmıştır (Şekil 2.9). İnanlı AGİ Türkiye'nin kuzeybatısındadır ve 1981-2016 yılları arasındaki kesintisiz 36 yıllık akım verisi kullanılmıştır (Şekil 2.10). Soğucak AGİ Türkiye'nin kuzeybatısındadır ve 1965-2016 yılları arasındaki kesintisiz 52 yıllık akım verisi kullanılmıştır (Şekil 2.11). Baykan AGİ Türkiye'nin doğusundadır ve 1962 ile 2011 yılları arasındaki kesintisiz 50 yıllık akım verisi kullanılmıştır (Şekil 2.12). Pınarca AGİ Türkiye'nin doğusundadır ve 1972 ile 2011 yılları arasındaki kesintisiz 40 yıllık akım verisi kullanılmıştır (Şekil 2.13). Melekbahçe AGİ Türkiye'nin doğusundadır ve 1969 ile 2009 yılları arasındaki kesintisiz 41 yıllık akım verisi kullanılmıştır (Şekil 2.14).



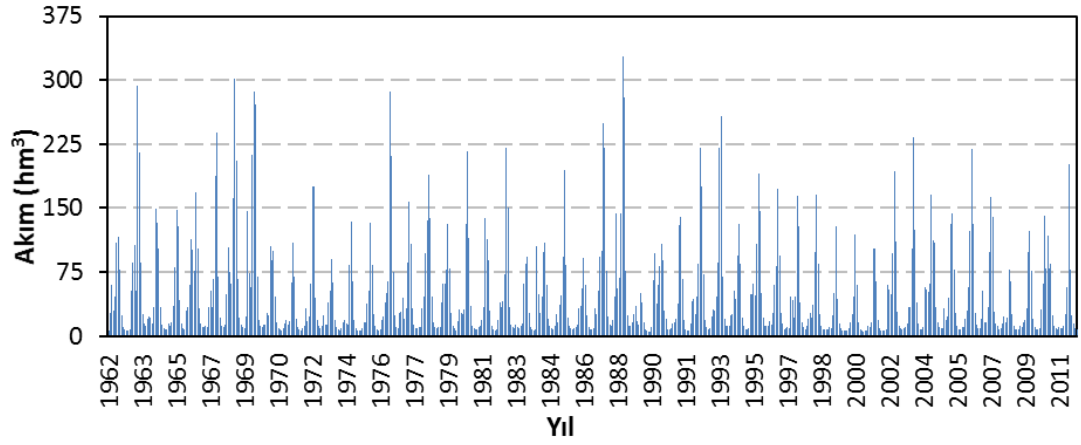
Şekil 2. 9: Balıklı AGİ’de ölçülen aylık toplam akımlar



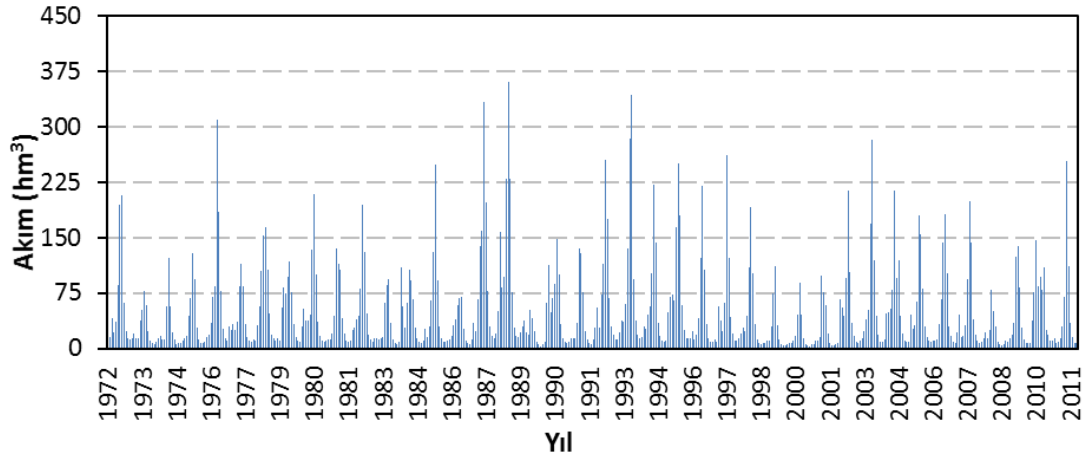
Şekil 2. 10: İnanlı AGİ’de ölçülen aylık toplam akımlar



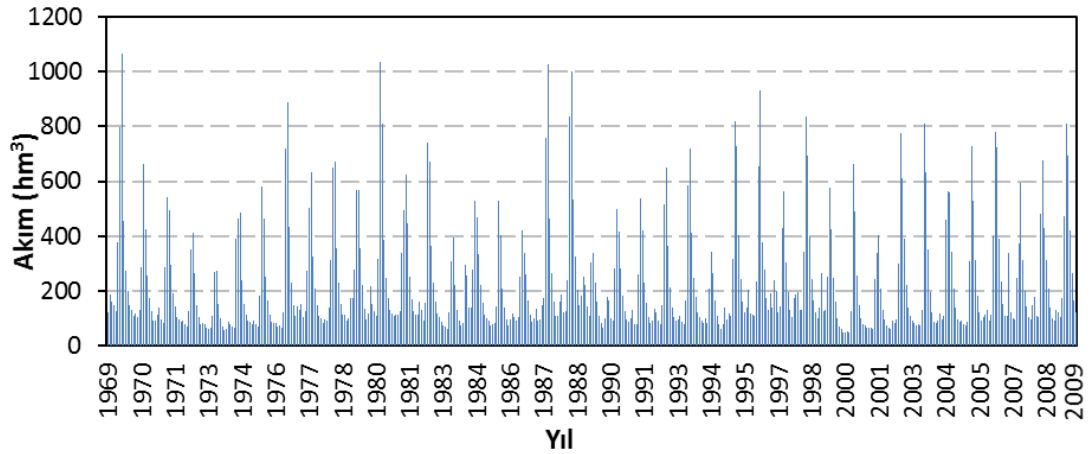
Şekil 2. 11: Soğucak AGİ’de ölçülen aylık toplam akımlar



Şekil 2. 12: Baykan AGİ’de ölçülen aylık toplam akımlar



Şekil 2. 13: Pınarca AGİ’de ölçülen aylık toplam akımlar



Şekil 2. 14: Melekbahçe AGİ’de ölçülen aylık toplam akımlar

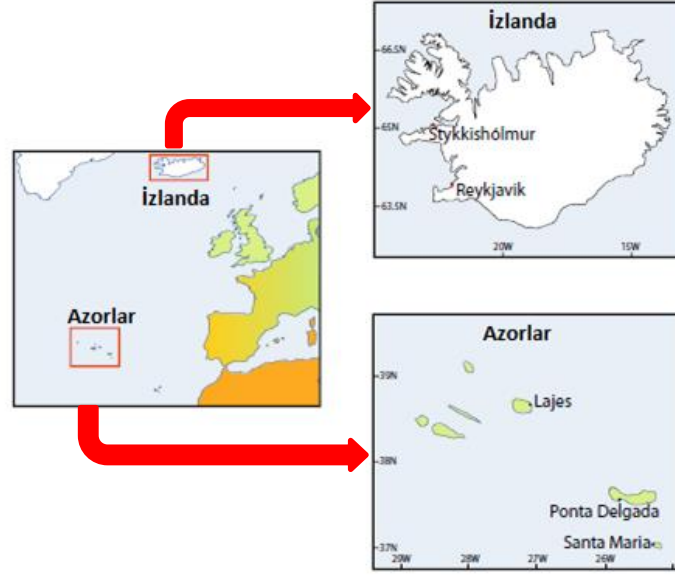
2.3 Okyanus Salınımı İndisleri

Tez kapsamında kullanılan okyanus salınımı indisleri, Kuzey Atlantik Salınımı (North Atlantic Oscillation - NAO), Güneyli Salınımı (Southern Oscillation - SO), Antarktika Salınımı (The Antarctic Oscillation - AAO), Arktik Salınımı (Arctic Oscillation - AO) ve Hint Okyanusu Dipolüdür (Indian Ocean Dipole - IOD).

2.3.1 Kuzey Atlantik Salınımı (North Atlantic Oscillation-NAO)

NAO, Kuzey Atlantik ve Akdeniz kıyılarındaki bölgelerin yağışlarında yıllararası değişkenliğin önemli kaynağıdır. NAO, ABD'nin doğu sahilinden Sibirya'ya ve Kuzey Kutbu'ndan subtropikal Atlantik'e, özellikle kış aylarında iklim değişkenliğini belirler, bu nedenle NAO'daki değişimler toplum ve çevre için önemlidir (Hurrell 2003). NAO'nun negatif evresi boyunca Akdeniz havzasında şiddetli yağışlar görülürken, pozitif evresi sırasında Avrupa'da yağmur yağmaktadır (Tatlı ve Menteş 2019). Kuzey Atlantik Salınımı'nın farklı indisleri vardır. Bu indisler, Ponta Delgada, Azorlar ile Stykkisholmur/Reykjavik, İzlanda; Lisbon, Portekiz ile Stykkisholmur / Reykjavik, İzlanda; Cebelitarık, İber Yarımadası ile Reykjavik, İzlanda arasındaki normalleştirilmiş deniz seviyesi basınç farkları kullanılarak elde edilmektedir (Jones ve diğ. 1997).

Tezde kullanılan aylık NAO indisi; Güney istasyonu Ponta Delgada, Azorlar'daki normalleştirilmiş deniz seviyesi basıncından Kuzey istasyonu Stykkisholmur/Reykjavik İzlanda'daki normalleştirilmiş deniz seviyesi basıncı çıkarılarak elde edilmiş olandır (Şekil 2.15).

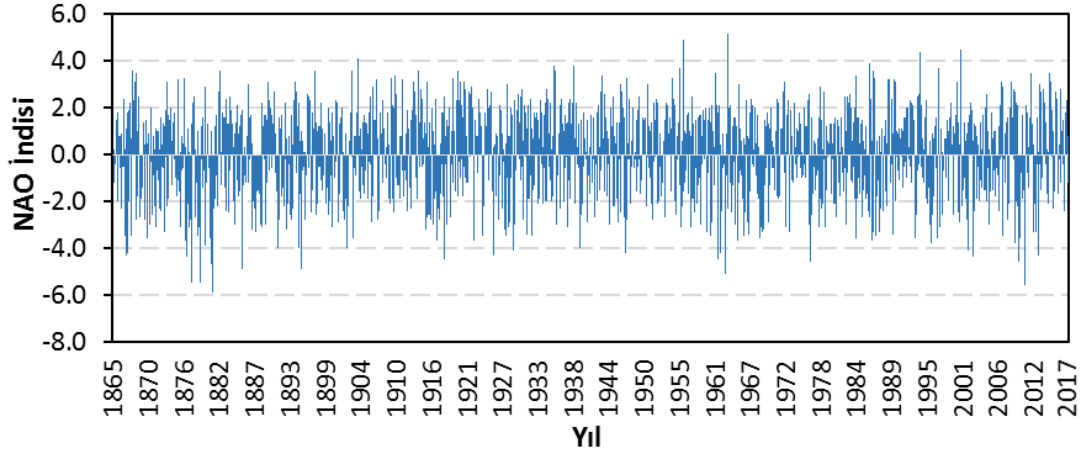


Şekil 2. 15: NAO indisinin hesaplanması için kullanılan iki istasyonun yeri (Cropper ve diğ. 2015)

Şekil 2.16’da verilen 1865 ile 2017 yılları arasındaki aylık değerler tez kapsamında min-maks normalizasyonu (Denklem 2.3) yapılarak 0 ile 1 aralığına getirilmiş ve otospektral analizde kullanılmıştır (<https://climatedataguide.ucar.edu/climatedata/hurrell-north-atlantic-oscillation-naoindex-station-based>).

$$NAOn_i = \frac{NAO_i - NAO_{min}}{NAO_{max} - NAO_{min}} \quad (2.3)$$

Burada, NAO_i , aylık NAO indisi değerleri; NAO_{min} , en küçük aylık NAO indisi değeri; NAO_{max} , en büyük aylık NAO indisi değeri; $NAOn_i$, normalize edilmiş aylık NAO indisi değeridir.

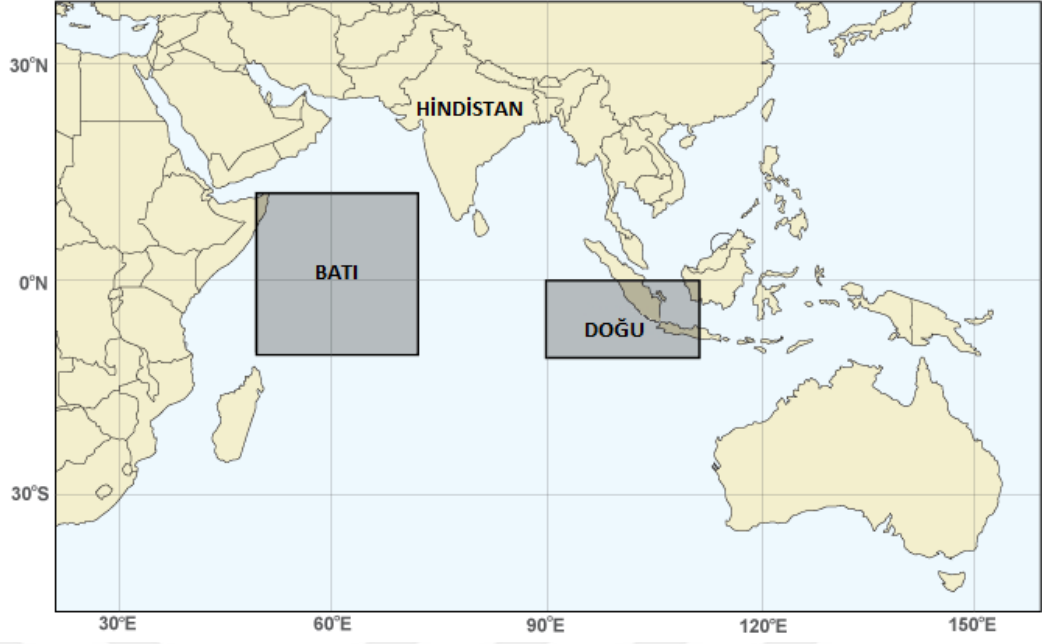


Şekil 2. 16: 1865-2017 yılları arası aylık NAO indisi değerleri

2.3.2 Hint Okyanusu Dipolü (Indian Ocean Dipole-IOD)

Saji ve diğ. (1999), Hint Okyanusu bölgesinde yıllar arası iklim değişikliğine neden olan diğer okyanus atmosfer olaylarına benzer bir olay keşfetmiştir. Hint okyanusu dipolü olarak adlandırdığı bu model Sumatra açıklarında anormal derecede düşük deniz yüzeyi sıcaklıkları ve batı Hint Okyanusu'nda yüksek deniz yüzeyi sıcaklıkları ile birlikte rüzgar ve yağış anomalilerinin eşlik ettiği bir değişkenlik modelidir (Saji ve diğ. 1999). Saji ve diğ. (1999) Hint Okyanusu Dipolü (IOD) olarak adlandırılan ve tropikal Hint Okyanusu'nda yıllar arası iklim değişikliğine neden olan bir çift kutuplu mod indeksi geliştirmiştir.

Bu indis, batı (50° – 70° E, 10° S– 10° N) Hint Okyanusu deniz yüzeyi sıcaklık anomalilerinden doğu Hint Okyanusu (90° – 110° E, 10° – 0° S) deniz yüzeyi sıcaklık anomalilerinin çıkarılmasıyla elde edilmiştir (Saji ve diğ. 1999; NOAA 2019) (Şekil 2.17).

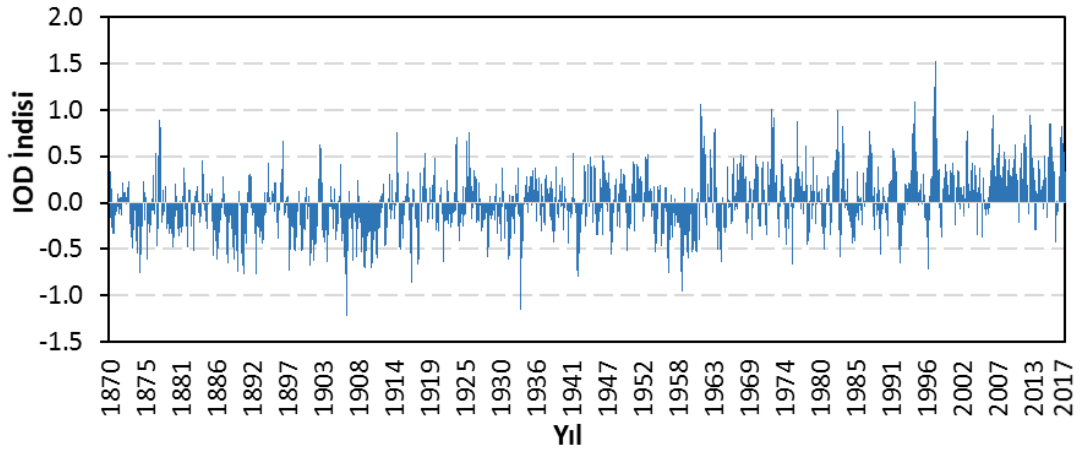


Şekil 2. 17: IOD indisinin hesaplanması için kullanılan iki istasyonun yerleri (BOM Avustralya 2019)

Şekil 2.18’de verilen 1870 ile 2017 yılları arasındaki aylık değerler tez kapsamında min-maks normalizasyonu (Denklem 2.4) yapılarak 0 ile 1 aralığına getirilmiş ve otospektral analizde kullanılmıştır.

$$IODn_i = \frac{IOD_i - IOD_{min}}{IOD_{max} - IOD_{min}} \quad (2.4)$$

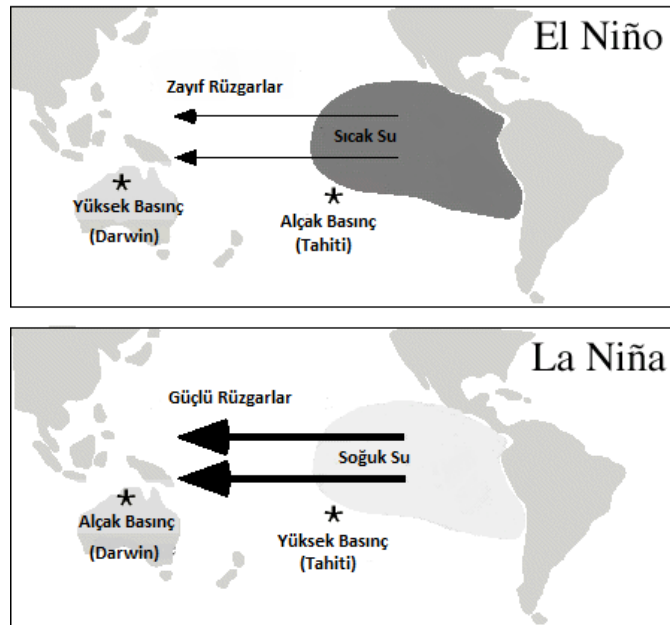
Burada, IOD_i , aylık IOD indisi değerleri; IOD_{min} , en küçük aylık IOD indisi değeri; IOD_{max} , en büyük aylık IOD indisi değeri; $IODn_i$, normalize edilmiş aylık IOD indisi değerleridir.



Şekil 2. 18: 1870-2017 yılları arası aylık IOD indisi değerleri

2.3.3 Güneyli Salınımı (Southern Oscillation-SO)

1930’larda, Sir Gilbert Walker, tropikal Pasifik Okyanusu merkezli basınç, yağış ve sıcaklık anormalliklerinde değişime neden olan Güneyli Salınımı’nın özelliklerini belirtmiştir (Walker ve Bliss 1932, 1937). SO indisi, Büyük Okyanusun ortasında bulunan Tahiti adası ve Kuzey Avustralya’da bulunan Darwin’de gözlenen deniz seviyesi atmosfer basınç farklarına dayalı standartlaştırılmış bir indistir. Güneyli Salınımı (SO), batı ve doğu Pasifik Okyanusu arasında büyük ölçekli önemli bir atmosferik basınç değişimidir ve yıllar arası iklim değişikliklerinde etkisi büyüktür (Rasmusson, 1987). Güneyli Salınımı, El Nino, La Nina ve nötr adı verilen üç halden oluşur. El Nino hali, doğu tropik Pasifik Okyanusunda yüzey sularının normalden daha sıcak olmasını temsil eder, La Nina hali ise El Nino’nun tam tersi olup doğu tropik Pasifik suları normalden daha soğuktur. SO’nun negatif evresi, Tahiti’deki normalaltı hava basıncını ve Darwin’deki normalüstü hava basıncını temsil eder. Negatif SO değerlerinin uzun süreli periyotları El Nino dönemindeki doğu tropik Pasifik’te anormal derecede sıcak okyanus suları ile aynı zamana denk gelmektedir. Pozitif SO değerlerinin uzun süreli periyotları ise La Nina dönemindeki tropik Pasifik’te anormal derecede soğuk okyanus suları ile aynı döneme denk gelmektedir. SO değerleri standardize edilmiş Tahiti’den standardize Darwin’in değerleri çıkarılarak elde edilmiştir (Şekil 2.19).

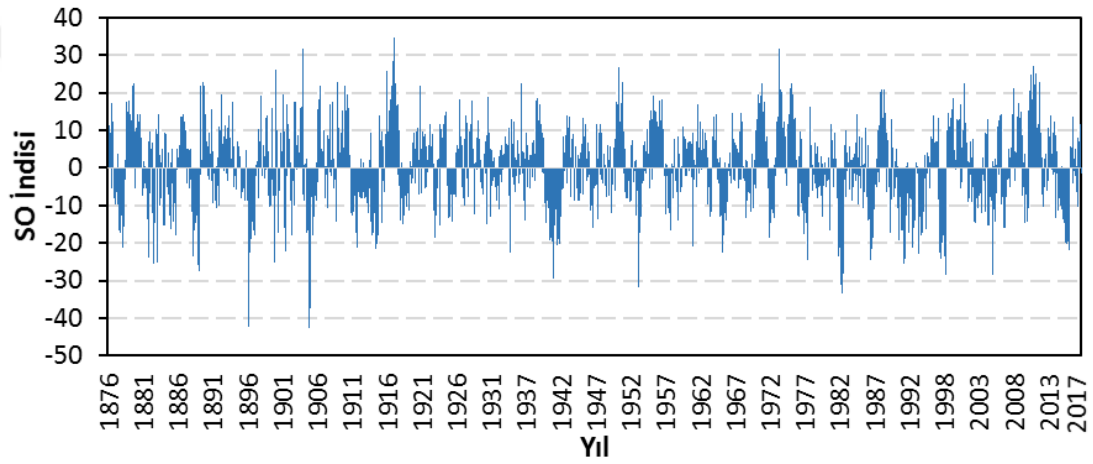


Şekil 2. 19: SO indisinin hesaplanması için kullanılan iki istasyonun yerleri (<http://mcirino-coral-paleoclimate.blogspot.com> 2019)

Şekil 2.20’de verilen 1876 ile 2017 yılları arasındaki aylık değerler tez kapsamında min-maks normalizasyonu (Denklem 2.5) yapılarak 0 ile 1 aralığına getirilmiş ve otospektral analizde kullanılmıştır (<http://www.bom.gov.au/climate/current/soihtm1.shtml>).

$$SO_{n_i} = \frac{SO_i - SO_{min}}{SO_{max} - SO_{min}} \quad (2.5)$$

Burada, SO_i , aylık SO indisi değerleri; SO_{min} , en küçük aylık SO indisi değeri; SO_{max} , en büyük aylık SO indisi değeri; SO_{n_i} , normalize edilmiş aylık SO indisi değerleridir.



Şekil 2. 20: 1876-2017 yılları arası aylık SO değerleri

2.3.4 Antarktika Salınımı (Antarctic Oscillation-AAO)

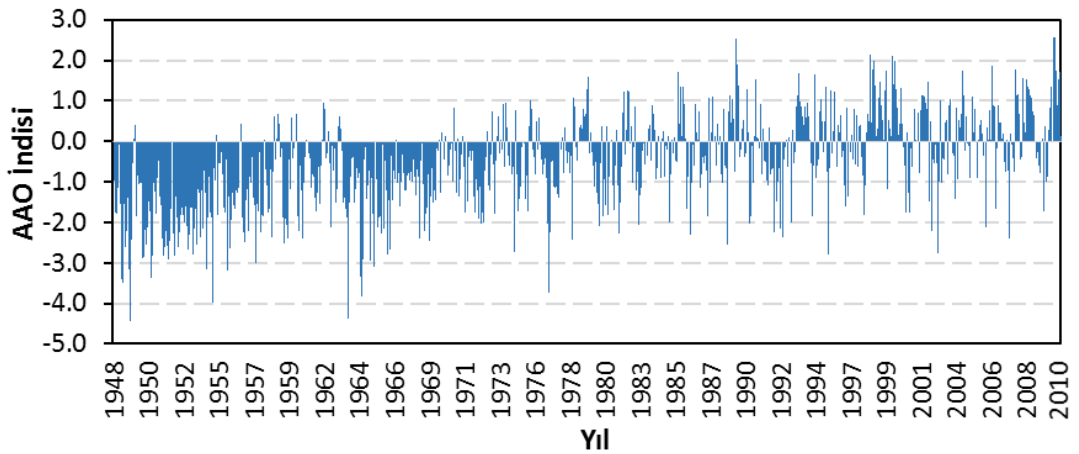
Antarktika Salınımı, orta enlemler ve yüksek enlemler yüzey basıncı arasındaki büyük ölçekli atmosferik kütle değişimini ifade eder. Antarktika Salınım İndisi 40°S ile 65°S arasındaki ortalama deniz seviyesi basıncının farkı olarak tanımlanır (Gong ve Wang 1999). Bu durum, güney okyanuslarının orta enlemleri ve Antarktika denizi buzul bölgesi arasında rüzgâr ve fırtına hareketlerindeki değişimlerle görülür. Pozitif (sıcak) evrede, AAO, orta enlemlere, güneydeki okyanuslar üzerinde yükselen batı rüzgârlarıyla birlikte nispeten hafif rüzgârlar ve daha kararlı hava getirir. Negatif (soğuk) evrede, güney okyanuslarında rüzgâr ve fırtına hafiflerken batı rüzgârları daha

kararsız havaya sahip orta enlemler üzerinde daha kuvvetlidir. AAO ayrıca Güney Dairesel Mod (Southern Annular Mode - SAM) olarak da adlandırılır.

Şekil 2.21’de verilen 1948 ile 2010 yılları arasındaki aylık değerler tez kapsamında min-maks normalizasyonu (Denklem 2.6) yapılarak 0 ile 1 aralığına getirilmiş ve otospektral analizde kullanılmıştır (<http://research.jisao.washington.edu/data/aao/slp/>).

$$AAOn_i = \frac{AAO_i - AAO_{min}}{AAO_{max} - AAO_{min}} \quad (2.6)$$

Burada, AAO_i , aylık AAO indisi değerleri; AAO_{min} , en küçük aylık AAO indisi değeri; AAO_{max} , en büyük aylık AAO indisi değeri; $AAOn_i$, normalize edilmiş aylık AAO indisi değerleridir.



Şekil 2. 21: 1948-2010 yılları arası aylık AAO indisi değerleri

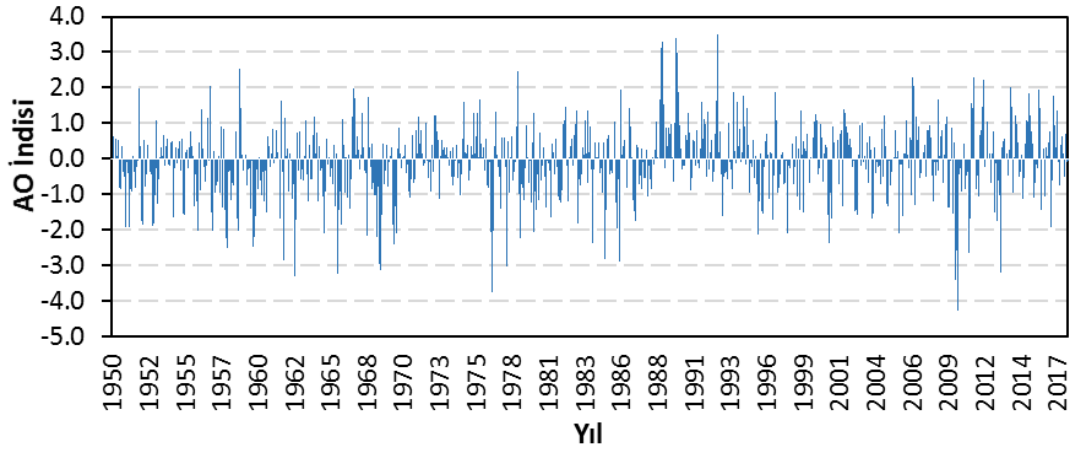
2.3.5 Arktik Salınımı (Arctic Oscillation-AO)

AAO’nun Kuzey Yarımküredeki benzeridir. Arktik salınımı Kuzey Yarımküre’deki iklim değişikliğinin önemli bir kaynağıdır. Yüksek kuzey enlemindeki kış ve sonraki bahar iklimini de etkiler. AO’nun iki evresi vardır. AO’nun pozitif (negatif) değerleri, Avrasya (Kuzey Amerika) üzerinde bir sonraki ilkbaharda daha sıcak (soğuk) ve yüksek (düşük) bitki örtüsü aktivitesine neden olur. AO, 20N kuzey enleminde deniz seviyesi basınç değişimlerinin baskın modelidir ve Kuzey Kutbu’ndaki 37N-45N merkezli basınç anomalileri ile karakterize edilir (Cho ve diğ.

2014). Şekil 2.22’de verilen 1950 ile 2017 yılları arasındaki aylık değerler tez kapsamında min-maks normalizasyonu (Denklem 2.7) yapılarak 0 ile 1 aralığına getirilmiş ve otospektral analizde kullanılmıştır. (https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/monthly.ao.index.b50.current.ascii.table).

$$AO_{n_i} = \frac{AO_i - AO_{min}}{AO_{max} - AO_{min}} \quad (2.7)$$

Burada, AO_i , aylık AO indisi değerleri; AO_{min} , en küçük aylık AO indisi değeri; AO_{max} , en büyük aylık AO indisi değeri; AO_{n_i} , normalize edilmiş aylık AAO indisi değerleridir.



Şekil 2. 22: 1950-2017 yılları arası aylık AO indisi değerleri

3. ANALİZ YÖNTEMLERİ

Tez kapsamında kullanılan analiz yöntemleri otospektral ve çapraz spektral analizdir. Otospektral ve çapraz spektral analiz uygulanarak verilerin başlıca periyotları ve faz farkları belirlenmiştir.

3.1 Otospektral Analiz

Otospektral analiz, bir x sinyalinde bulunan varyans dağılımını frekans veya dalga boyunun bir fonksiyonu olarak tanımlamayı amaçlamaktadır. Böylece sinyalin frekans ve güç spektral yoğunlukları (GSY) hesaplanabilmektedir. Güç spektrumlarını hesaplamak için kullanılan yaygın bir yöntem Blackman ve Tukey (1958) yönteminin özel durumu olan periodogram yöntemidir. Periodogram, durağan rasgele bir sürecin GSY'sinin parametrik olmayan tahminidir. Periodogram, otokorelasyon dizisinin yanlış tahmininin Fourier dönüşümüdür ve Denklem 3.1'deki gibi hesaplanır.

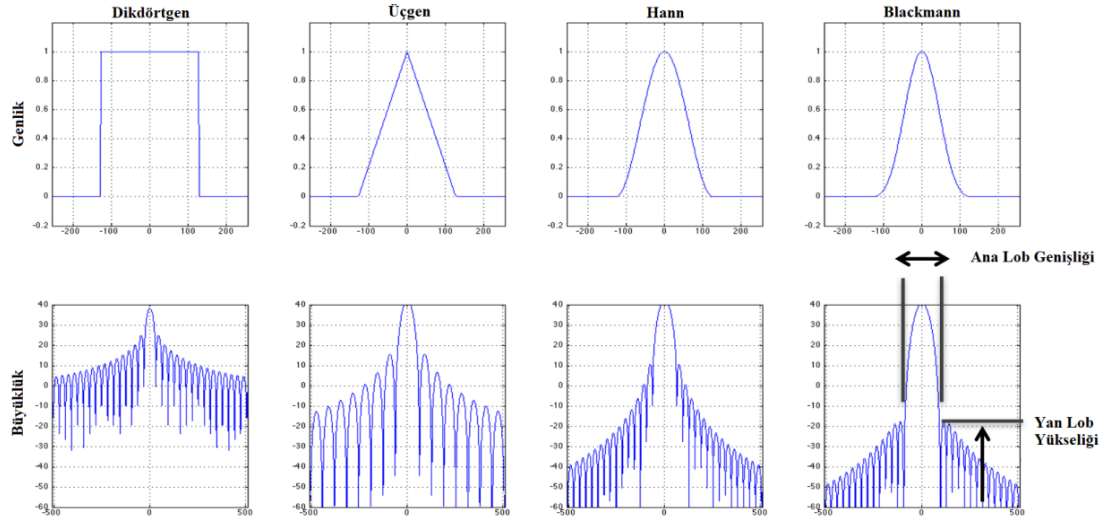
$$\hat{P}(f) = \frac{\Delta t}{N} \left| \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{-j2\pi f \Delta t n} \right|^2, \quad \frac{-1}{2\Delta t} < f < \frac{1}{2\Delta t} \quad (3.1)$$

Burada, $\hat{P}$, güç spektral yoğunluğu; Δt , örnekleme aralığı; f , frekans ve N veri sayısıdır.

Güç spektrumunun hesaplanması yalnızca bir Hızlı Fourier Dönüşümü (FFT) kullanılarak sınırlı sayıda farklı frekansta gerçekleştirilebilir. FFT, Ayırık Fourier dönüşümünü kısa sürede hesaplamak için bir yöntemdir. Çoğu FFT algoritması, dönüşümü her adımında, $\frac{N}{2}$ büyüklüğünde iki parçaya böler. Dolayısıyla dönüşüm, 2'nin kuvvetine eşit boyutlara sahiptir. Uygulamada, spektrum orijinal x sinyalindeki veri noktalarının sayısına yakın frekans kullanılarak hesaplanmaktadır. Ayırık Fourier dönüşümü, sürekli Fourier dönüşümünün bir yaklaşımıdır. Sürekli Fourier dönüşümü sonsuz bir sinyal varsayar, ancak ayırık gerçek veriler her iki uçta da sınırlanır, yani sinyal genliği, zaman serisinin her iki ucunun ötesinde sıfırdır (Trauth 2014).

Yağış, akım ve NAO, IOD, SO, AAO, AO okyanus salınımı indisleri zaman serilerinin otospektral analizinde MATLAB'ın "İşaret İşleme" araç kutusunda bulunan *periodogram* fonksiyonu kullanılarak yağış, akım ve okyanus salınımı indislerinin frekansları ile GSY'leri hesaplanmıştır. MATLAB'ın *periodogram* fonksiyonunun

parametreleri x , $window$, $nfft$ ve f_s şeklindedir. Burada x , verileri içeren vektör; $window$, kullanılan pencerenin türünü belirten bir parametre bu çalışmada *Hann* penceresi kullanılmıştır. Şekil 3.1’de bazı pencere türleri ve onların ana lob genişliği ve yan lob yükseklikleri verilmiştir. Bu yan lobların varlığı spektral sızıntı olarak adlandırılır ve ana lobun (pikin) güç kaybetmesine neden olur. Spektral sızıntı probleminin üstesinden gelmenin yollarından birisi de veri dizisinin kenarlara doğru azalan pozitif değerler içeren bir eğri ile çarpıldığı pencerelemedir. Bu amaçla oluşturulmuş bazı pencere şekilleri mevcuttur, örneğin Bartlett (üçgen), Hamming (cosinusoidal) ve Hann (biraz farklı cosinusoidal). Tez kapsamında yapılan otospektral analizlerde, spektral sızıntıları önlemek için Hann penceresi kullanılmıştır. Bu sayede pencere kullanmadan önceki duruma göre spektral sızıntıların büyük ölçüde azaldığı gözlenmiştir. İdeal olarak ana lob genişliği dar olmalı ve yan lob yüksekliği küçük olmalıdır (Hayes 1999). Hann penceresi periyodik ve rastgele (random) sinyaller için uygulanabilir (Wickramarachi ve diğ. 2003). Genellikle, Hann penceresi çoğu durumda iyi bir sonuç sağlamaktadır. Bunun sonucunda iyi bir frekans çözünürlüğü elde edilmekte ve spektral sızıntı azaltılmış olmaktadır. Hann penceresi her iki uç noktasında da sıfıra dokunur ve bütün süreksizlikleri yok eder. Eğer, sinyalin türü bilinmiyorsa Hann penceresi uygulanabilmektedir. $nfft$, orijinal x sinyalindeki n adet veri noktası sayısına en yakın ve büyük olan ikinin kuvveti olan sayıdır, bu çalışmada 2048 değeri alınmıştır; f_s , örnekleme frekansıdır ve bu çalışmada 1 alınmıştır. $nfft$ çift sayı olduğu için Fourier dönüşümü simetriktir. Bu nedenle $\frac{nfft}{2} + 1 = 1025$ adet frekans değeri alınıp kalan değerler birbirinin aynısı olduğu için alınmamaktadır. Frekans değerleri $\frac{f_s}{nfft-1}$ aralıklarla artmaktadır ve 0 ile $\frac{f_s}{2}$ aralığındadır. Burada $\frac{f_s}{2}$ Nyquist frekansıdır ve maksimum frekans değeri Nyquist frekans değeridir yani örnekleme frekansının yarısı kadardır (Trauth 2014).



Şekil 3. 1: Bazı Pencere Türleri

3.2 Çapraz Spektral Analiz

Çapraz spektral analiz frekans alanındaki iki zaman serisini ilişkilendirmektedir (Denklem 3.2 ve 3.3).

$$P_{xy}(w) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} R_{xy}(m) e^{-jwm} \quad (3.2)$$

$$R_{xy}(m) = E\{x_{n+m}y_n^*\} = E\{x_n y_{n-m}^*\} \quad (3.3)$$

Burada, $P_{xy}(w)$, çapraz güç spektral yoğunluğu; $R_{xy}(m)$, çapraz korelasyon dizisi; x_n ve y_n , rastgele durağan süreçler; E , beklenen değerdir.

NAO, IOD, AAO, AO, SO indislerinin her biri ile aylık toplam yağış yüksekliği ve benzer şekilde, bu indisler ile aylık toplam akımlar arasında yapılan çapraz spektral analiz için MATLAB'ın İşaret İşleme araç kutusunda bulunan *cpsd* (cross power spectral density) fonksiyonu kullanılmıştır. Bu fonksiyonun parametreleri x , y , *window*, *noverlap*, *nfft* ve f_s şeklindedir. Çapraz spektral analizde, otospektral analiz parametrelerinden farklı olarak y ve *noverlap* parametreleri yer almaktadır. Tez kapsamında, x vektörü yağış ya da akım değerlerini, y vektörü ise NAO, IOD, AAO, AO, SO indisi değerlerini içermektedir. Diğer parametrelerin değerleri otospektral analizde kullanılanların aynısı olarak alınmıştır. *noverlap*, örtüşen (üst üste binen) örneklerin sayısıdır ve bu çalışmada 0 olarak alınmıştır. *cpsd* fonksiyonu kullanılarak iki zaman serisinin genlik ve faz bilgisini içeren P_{xy} değerleri

hesaplanmaktadır. P_{xy} çapraz güç spektral yoğunluğudur. Büyük çapraz güç spektral yoğunluğu değerleri iki sinyal arasında daha yüksek bir ilişki olduğunu göstermektedir (Ansell ve diğ. 2000). Faz farkı, aynı frekanstaki sinyaller arasındaki zaman kaymalarını tespit etmek için kullanılır ve iki sinyalin hangisinin önde veya geride olduğunu belirlenmesinde önemlidir. Faz normalde frekans alanında derece veya radyan olarak ifade edilir, ayrıca 2π tam periyodu için normalize edilerek zaman alanı eşdeğeri de belirlenebilir. Bu çalışmada çapraz spektral analize giren iki sinyal arasındaki faz farkını hesaplamak için MATLAB'ın $angle(P_{xy})$ fonksiyonu kullanılmıştır. Faz fonksiyonu Denklem 3.4'te verilmiştir. Bunun sonucunda elde edilen faz değerleri ilgili frekans değeri ve 2π değerine bölünerek zamana çevrilmiştir. Çalışmada aylık veriler kullanıldığı için faz farklarının zaman dönüşümü ay olarak değerlendirilmiştir (Rahnemaei ve diğ. 2005). Faz farkı pozitif çıkarsa x vektörünü temsil eden veri öndedir, negatif çıkarsa y vektörünü temsil eden veri öndedir. Faz farkı Denklem 3.5'teki (Rahnemaei ve diğ. 2005) gibi zaman alanında ifade edilebilir.

$$\Phi_{xy}(\omega) = \tan^{-1} \left(\frac{Q(\omega)}{C(\omega)} \right) \quad (3.4)$$

Burada, $Q(\omega)$, ikinci dereceden spektrum fonksiyonudur ve çapraz spektralin sanal kısmıdır. $C(\omega)$, eş spektrum fonksiyonu ve çapraz spektralin gerçek kısmıdır.

$$t = \frac{\Phi_{xy}(\omega)}{2\pi f} \quad (3.5)$$

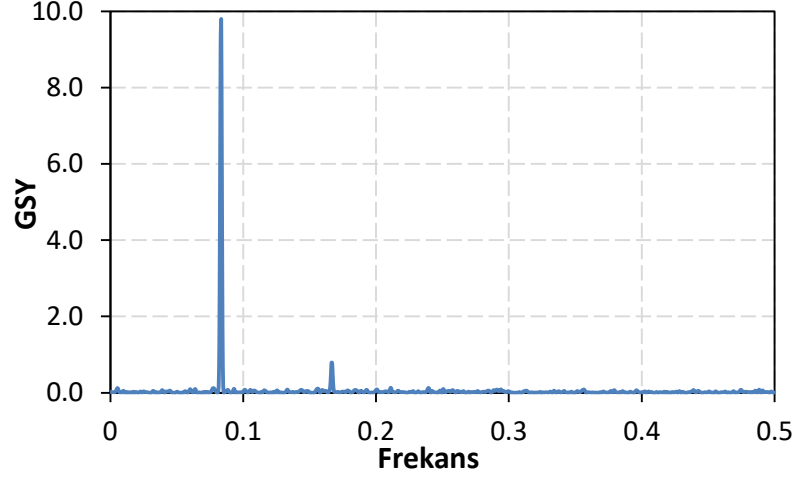
Burada $\Phi_{xy}(\omega)$, çapraz spektral analiz sonucu olarak açısal olarak elde edilen faz değeri; f , frekans ve t , zamandır.

4. ANALİZ SONUÇLARI

Aylık toplam yağış, aylık toplam akım ve aylık NAO, IOD, AAO, AO ve SO indisi değerleri için yapılan otospektral ve çapraz spektral analiz sonuçları bu bölümde verilmiştir.

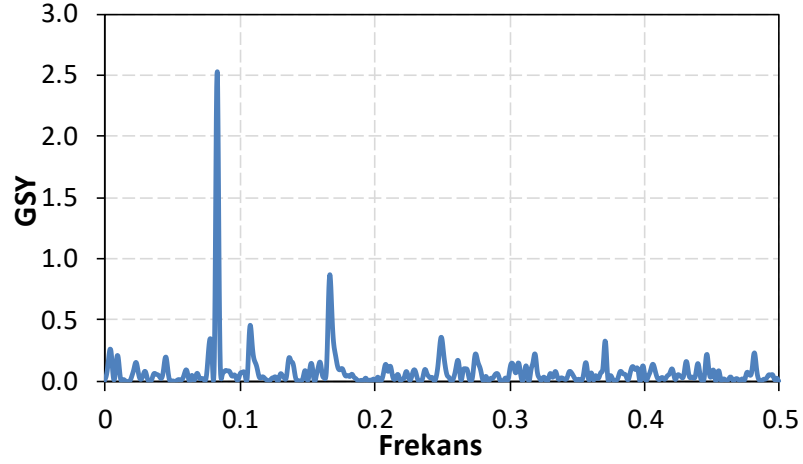
4.1 Otospektral Analiz Sonuçları

Otospektral analizden sonra, aylık NAO, IOD, AAO, AO ve SO indisleri ile aylık toplam yağış ve akım verileri için güç spektral yoğunlukları elde edilmiştir. Otospektral analizde NAO indisinin 1865-2017, IOD indisinin 1870-2017, SO indisinin 1876-2017, AAO indisinin 1948-2010, AO indisinin 1950-2017 yılları arasındaki min-maks normalizasyonu, 5 noktalı medyan filtre ve detrend yapılmış değerleri kullanılmıştır. Otospektral analizi yapılan 239 adet meteoroloji istasyonu ve 137 adet akım gözlem istasyonu verileri kesintisiz 30 yıl ve üzeri veriye sahiptir ve detaylı olarak incelenen meteoroloji istasyonları olan Bodrum Mİ'nin 1938-2017, Uzunköprü Mİ'nin 1965-2011, Bergama Mİ'nin 1963-2011, Iğdır Mİ'nin 1957-2017, Siirt Mİ'nin 1947 ile 2017, Şanlıurfa Mİ'nin 1944 ile 2017 yılları arasındaki min-maks normalizasyonu ve detrend yapılmış değerleri kullanılmıştır. Detaylı olarak incelenen akım gözlem istasyonları olan Balıklı AGİ'nin 1962-2011, İnanlı AGİ'nin 1981-2016, Soğucak AGİ'nin 1965-2016, Baykan AGİ'nin 1961-2011, Pınarca AGİ'nin 1972 ile 2011, Melekbahçe AGİ'nin 1969 ile 2009 yılları arasındaki min-maks normalizasyonu ve detrend yapılmış değerleri kullanılmıştır. Bodrum, Uzunköprü, Bergama ve Iğdır, Siirt, Şanlıurfa Mİ'leri için Frekans GSY grafikleri Şekil 4.1-4.6'da verilmiştir. Balıklı, İnanlı, Soğucak ve Baykan, Pınarca, Melekbahçe AGİ'leri için ise Frekans GSY grafikleri Şekil 4.7-4.12'de verilmiştir.



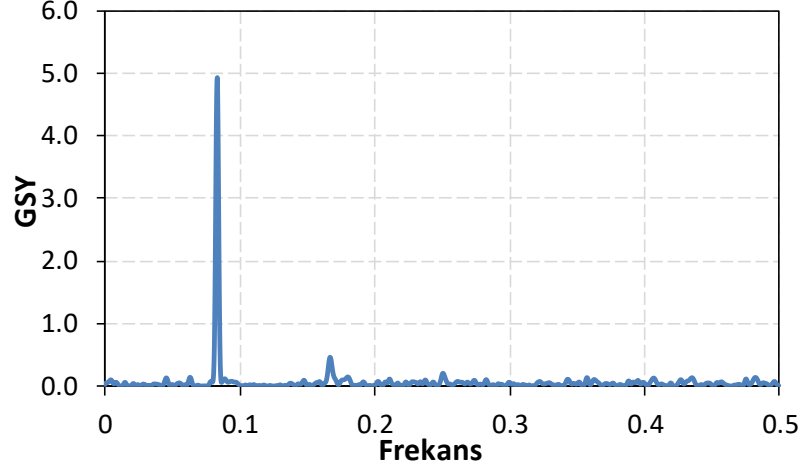
Şekil 4. 1: Bodrum Mİ Frekans GSY grafiği

Şekil 4.1'e göre beklendiği gibi en büyük GSY değerine karşılık gelen frekans (0.083) 12 aylık yani yıllık periyodu göstermektedir, sonra 6 aylık periyoda karşılık gelen frekanstaki GSY değeri gelmektedir. Diğer periyotlara karşılık gelen frekansların GSY değerleri ihmal edilecek kadar küçüktür.



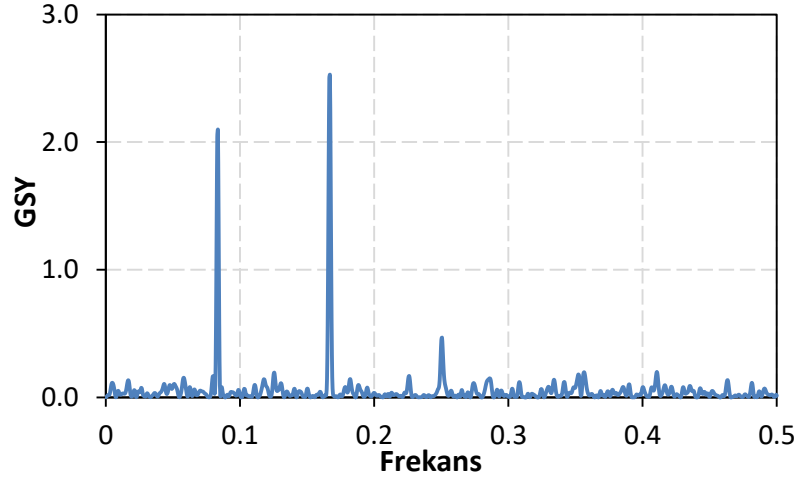
Şekil 4. 2: Uzunköprü Mİ Frekans GSY grafiği

Şekil 4.2'ye göre beklendiği gibi en büyük GSY değerine karşılık gelen frekans (0.083) 12 aylık yani yıllık periyodu göstermektedir, sonra 6 aylık periyoda karşılık gelen frekanstaki GSY değeri gelmektedir.



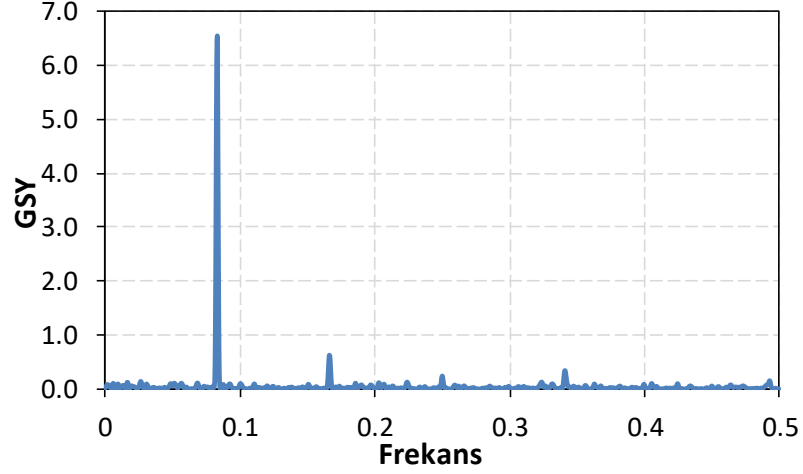
Şekil 4. 3: Bergama Mİ Frekans GSY grafiği

Şekil 4.3'e göre beklendiği gibi en büyük GSY değerine karşılık gelen frekans (0.083) 12 aylık yani yıllık periyodu göstermektedir, sonra 6 aylık periyoda karşılık gelen frekanstaki GSY değeri gelmektedir. Diğer periyotlara karşılık gelen frekansların GSY değerleri ihmal edilecek kadar küçüktür.



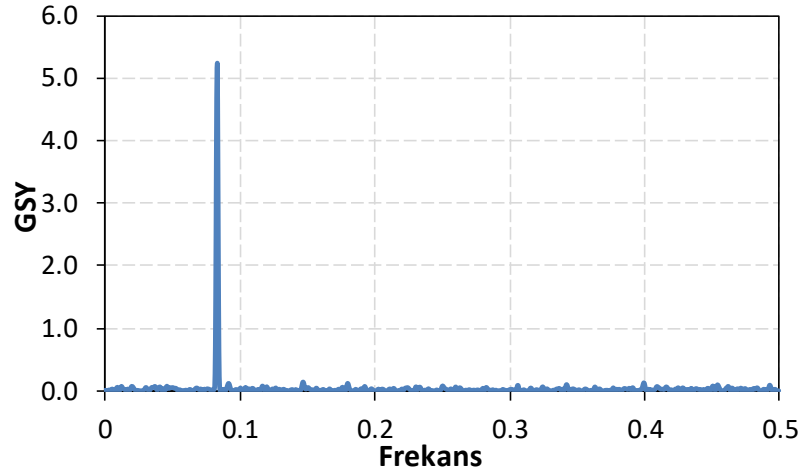
Şekil 4. 4: Iğdır Mİ Frekans GSY grafiği

Şekil 4.4'e göre Iğdır meteoroloji istasyonunda en büyük GSY değerine karşılık gelen frekans (0.167) 6 aylık, periyodu göstermektedir, sırasıyla 12 ve 4 aylık periyoda karşılık gelen frekanstaki GSY değeri gelmektedir.



Şekil 4. 5: Siirt Mİ Frekans GSY grafiği

Şekil 4.5'e göre beklendiği gibi en büyük GSY değerine karşılık gelen frekans (0.083) 12 aylık yani yıllık periyodu göstermektedir, sonra 6 aylık periyoda karşılık gelen frekanstaki GSY değeri gelmektedir. Diğer periyotlara karşılık gelen frekansların GSY değerleri ihmal edilecek kadar küçüktür.

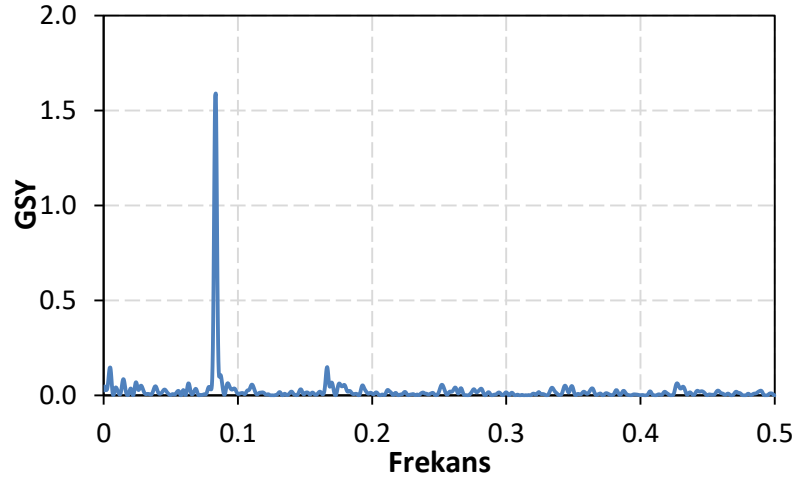


Şekil 4. 6: Şanlıurfa Mİ Frekans GSY grafiği

Şekil 4.6'ya göre beklendiği gibi en büyük GSY değerine karşılık gelen frekans (0.083) 12 aylık yani yıllık periyodu göstermektedir. Diğer periyotlara karşılık gelen frekansların GSY değerleri ihmal edilecek kadar küçüktür.

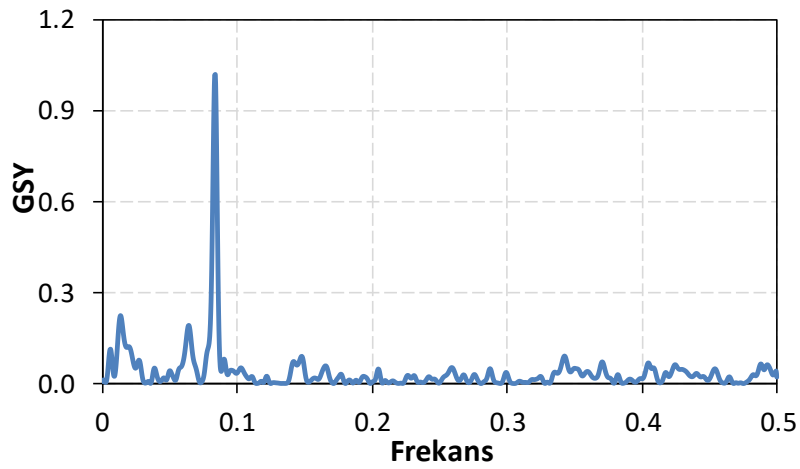
İncelenen diğer yağış istasyonlarından yalnızca birkaçında 3 ya da 4 aylık periyoda karşılık gelen frekansta dikkate değer bir GSY değeri bulunmuştur. Hiçbir

yağış istasyonunun verisine filtre uygulanmadığı halde 1 yıldan büyük periyotlarda önemli bir salınım gözlenmemiştir.



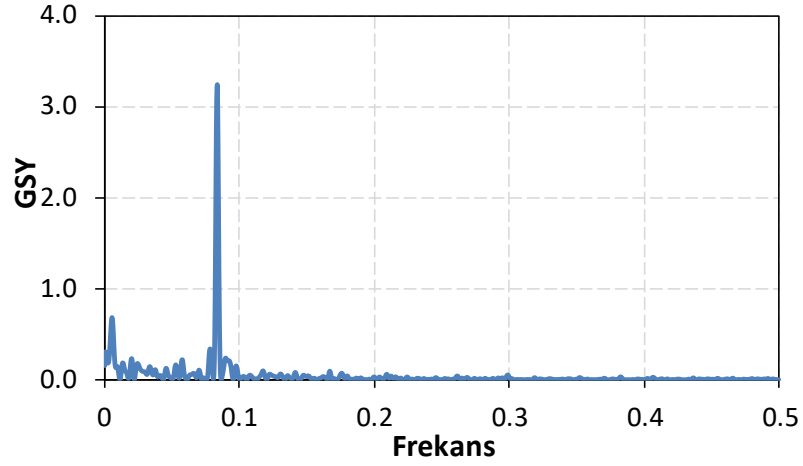
Şekil 4. 7: Balıklı AGİ Frekans GSY grafiği

Şekil 4.7'ye göre beklendiği gibi en büyük GSY değerine karşılık gelen frekans (0.083) 12 aylık yani yıllık periyodu göstermektedir.



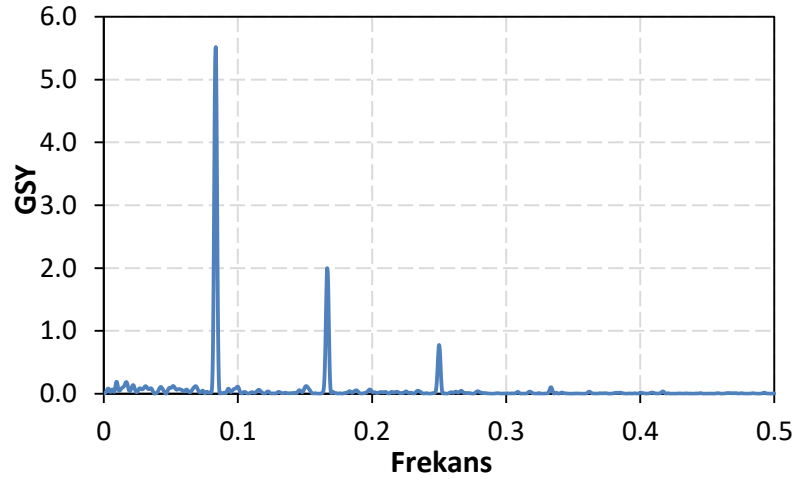
Şekil 4. 8: İnanlı AGİ Frekans GSY grafiği

Şekil 4.8'e göre beklendiği gibi en büyük GSY değerine karşılık gelen frekans (0.083) 12 aylık yani yıllık periyodu göstermektedir.



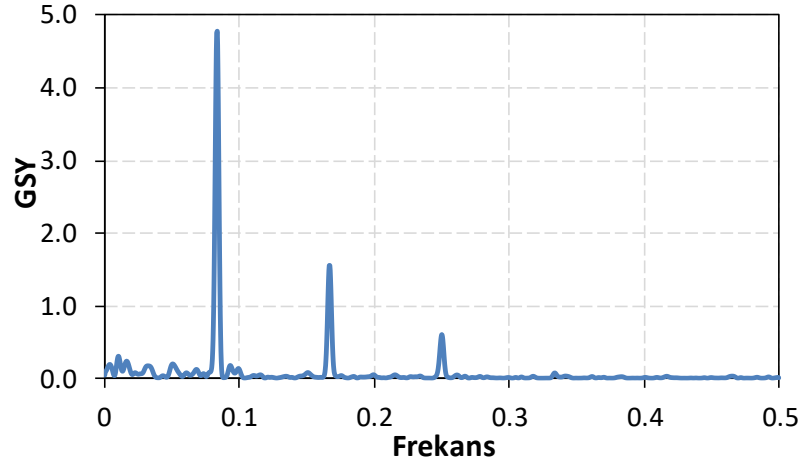
Şekil 4. 9: Soğucak AGİ Frekans GSY grafiği

Şekil 4.9'a göre beklendiği gibi en büyük GSY değerine karşılık gelen frekans (0.083) 12 aylık yani yıllık periyodu göstermektedir.



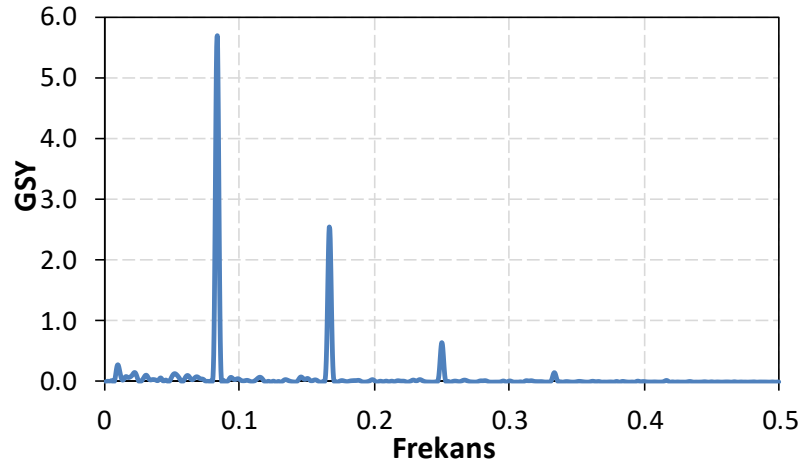
Şekil 4. 10: Baykan AGİ Frekans GSY grafiği

Şekil 4.10'a göre beklendiği gibi en büyük GSY değerine karşılık gelen frekans (0.083) 12 aylık yani yıllık periyodu göstermektedir, sonra 6 aylık periyoda karşılık gelen frekanstaki GSY değeri ve son olarak 4 aylık periyoda karşılık gelen GSY değeri gelmektedir.



Şekil 4. 11: Pınarca AGİ Frekans GSY grafiği

Şekil 4.11'e göre beklendiği gibi en büyük GSY değerine karşılık gelen frekans (0.083) 12 aylık yani yıllık periyodu göstermektedir, sonra 6 aylık periyoda karşılık gelen frekanstaki GSY değeri ve son olarak 4 aylık periyoda karşılık gelen GSY değeri gelmektedir.

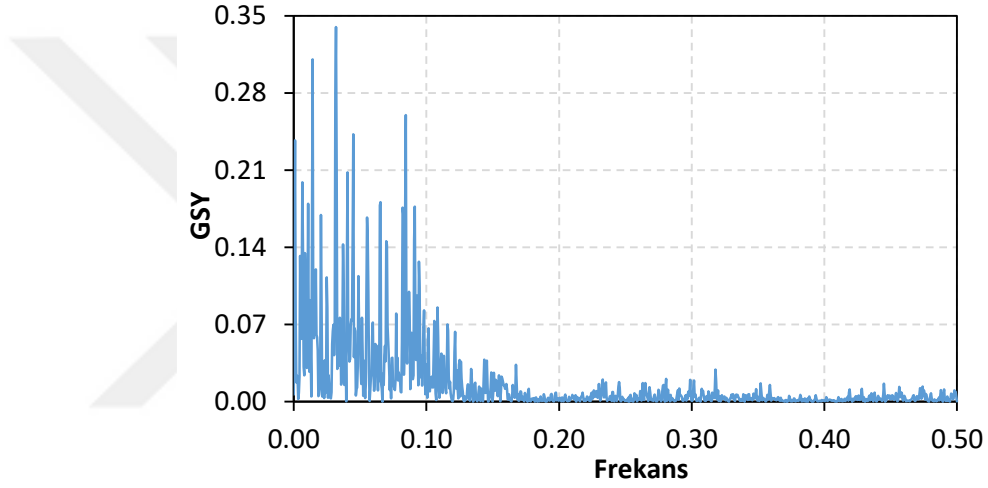


Şekil 4. 12: Melekbahçe AGİ Frekans GSY grafiği

Şekil 4.12'ye göre beklendiği gibi en büyük GSY değerine karşılık gelen frekans (0.083) 12 aylık yani yıllık periyodu göstermektedir, sonra 6 aylık periyoda karşılık gelen frekanstaki GSY değeri ve son olarak 4 aylık periyoda karşılık gelen GSY değeri gelmektedir.

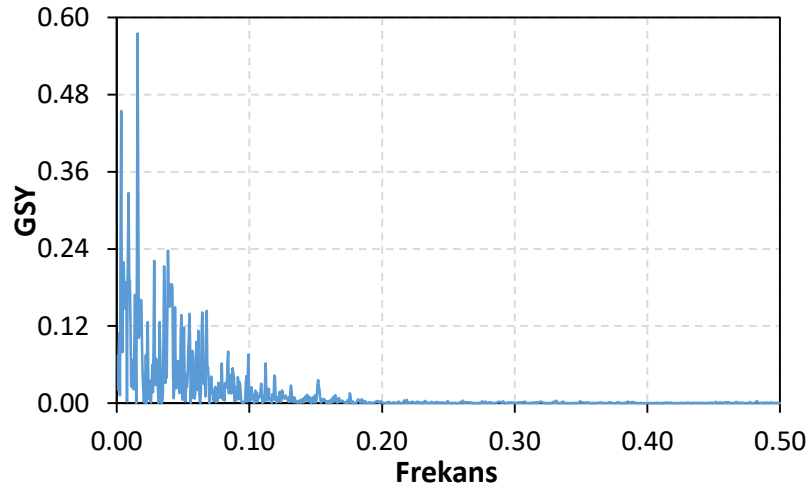
İncelenen diğer akım gözlem istasyonlarında genellikle 1 yıllık periyoda karşılık gelen frekansta büyük GSY değerleri görülmüştür. Yağışlardan farklı olarak bazı akım gözlem istasyonlarında 1 yıldan büyük periyotlara karşılık gelen frekanslarda büyük GSY değerleri bulunmaktadır. Bazı istasyonlarda da 3 ya da 4 aylık periyoda karşılık gelen frekanslarda dikkate değer bir GSY değeri görülmektedir.

Aylık NAO, IOD, SO, AAO, AO indisi değerlerine min-maks normalizasyonu, 5 noktalı medyan filtre ve detrend yapıldıktan sonra uygulanan otospektral analiz sonucunda elde edilen frekans ve GSY değerlerinin grafiği Şekil 4.13-4.17’de verilmiştir.



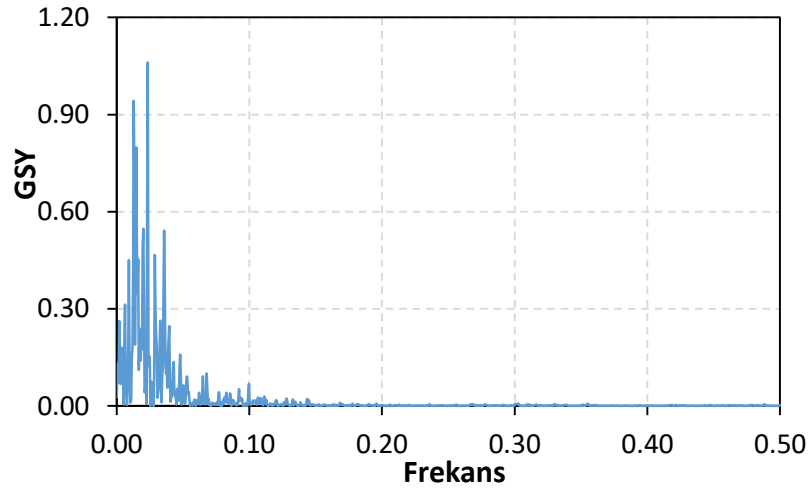
Şekil 4. 13: NAO indisi Frekans GSY grafiği

Şekil 4.13’te NAO indisinin frekans GSY grafiği incelendiği zaman beklendiği gibi 1 yıldan uzun süreli periyotlarda güçlü salınımlar görülmektedir. En güçlü ilk üç salınımın frekansları sırasıyla 0.032, 0.014 ve 0.085 olup bunlar 32, 71 ve 12 aylık periyotlara karşılık gelmektedir.



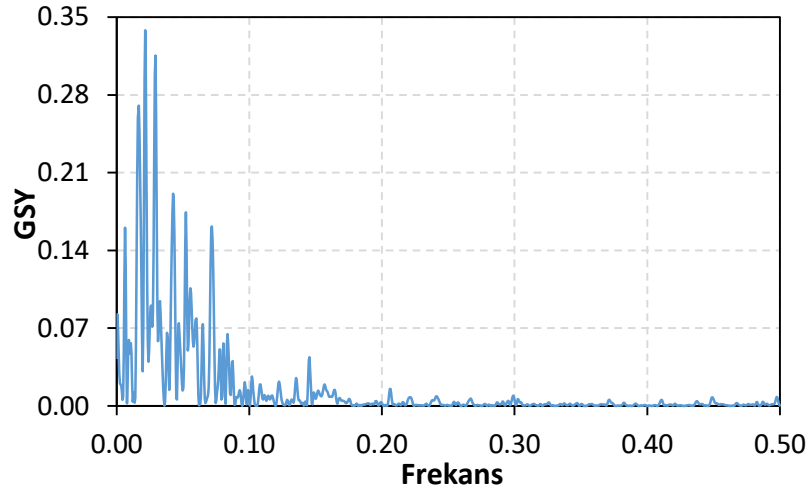
Şekil 4. 14: IOD indisi Frekans GSY grafiği

Şekil 4.14'te NAO indisinde olduğu gibi IOD indisinin frekans GSY grafiği incelendiği zaman beklendiği gibi 1 yıldan uzun süreli periyotlarda güçlü salınımlar görülmektedir. En güçlü ilk üç salınının frekansları sırasıyla 0.015, 0.003 ve 0.008 olup bunlar 64, 293 ve 114 aylık periyotlara karşılık gelmektedir.



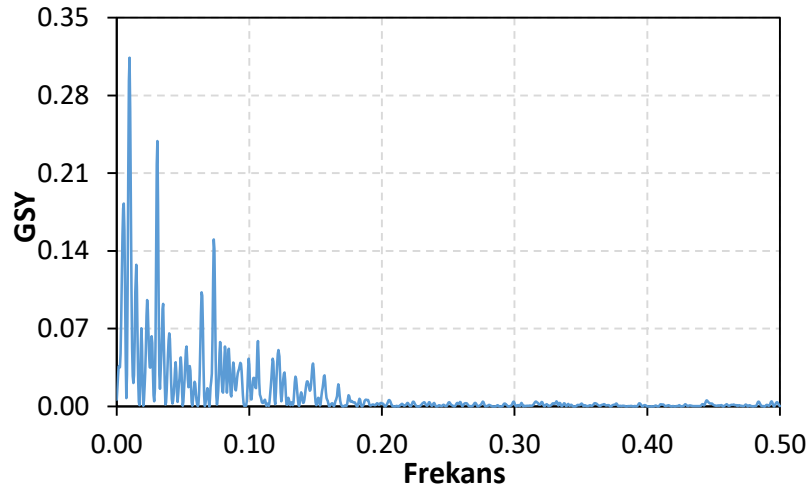
Şekil 4. 15: SO indisi Frekans GSY grafiği

Şekil 4.15'te SO indisinin frekans GSY grafiğinde 1 yıldan uzun süreli periyotlarda güçlü salınımlar görülmektedir. En güçlü ilk üç salınının frekansları sırasıyla 0.023, 0.013 ve 0.015 olup bunlar 43, 79 ve 68 aylık periyotlara karşılık gelmektedir.



Şekil 4. 16: AAO indisi Frekans GSY grafiği

Şekil 4.16'da AAO indisinin frekans GSY grafiğinde 1 yıldan uzun süreli periyotlarda güçlü salınımlar görülmektedir. En güçlü ilk üç salınının frekansları sırasıyla 0.021, 0.029 ve 0.017 olup bunlar 47, 34 ve 60 aylık periyotlara karşılık gelmektedir.



Şekil 4. 17: AO indisi Frekans GSY grafiği

Şekil 4.17'de AO indisinin frekans GSY grafiğinde 1 yıldan uzun süreli periyotlarda güçlü salınımlar görülmektedir. En güçlü ilk üç salınının frekansları sırasıyla 0.0098, 0.031 ve 0.0054 olup bunlar 102, 33 ve 186 aylık periyotlara karşılık gelmektedir.

4.2 Çapraz Spektral Analiz Sonuçları

Çapraz spektral analizden önce yağış, akım ve indis değerlerine sırasıyla min-maks normalizasyonu, 5 noktalı medyan filtre ve detrend yapılmıştır. Çapraz spektral analizde veri uzunlukları aynı olması gerektiği için yağış-indis ve akım-indis çapraz spektral analizinde veriler aynı uzunlukta alınmıştır. Yağış ile okyanus salınımı indisleri ve akım ile okyanus salınımı indisleri arasında yapılan çapraz spektral analizlerin sonucunda aralarındaki frekans, periyot, ÇGSY ve faz farkı değerleri elde edilmiştir.

Medyan filtre uygulanmasına rağmen büyük ÇGSY değerlerine ulaşan gürültüleri belirlemek için çapraz spektral analiz sonucunda Frekans ÇGSY grafiği üzerinde kırmızı gürültü eğrisi çizilmiştir. Kırmızı gürültü, beyaz gürültünün sistemin yavaş tepki bileşenleri ile etkileşiminden kaynaklanan düşük frekans dalgalanmalarını içeren gürültüyü tanımlamak için kullanılır. Kırmızı gürültü modelinin, uzun vadeli iklim kayıtları (Kutzbach ve Bryson 1974), tarihsel deniz ve hava yüzey sıcaklığı (Allen 1992; Allen ve Smith 1994) ve istasyon yağış verileri (Gilman 1963) olmak üzere çeşitli iklimsel ve hidrolojik zaman serileri için gürültü spektrumlarının uygun bir tanımını sağladığına dair önemli ampirik kanıtlar da vardır (Mann 1996). Kırmızı gürültü spektrumu, birinci dereceden otoregresif (AR (1)) modelin spektral yoğunluğu ile tanımlanır (Matyasovszky 2013). AR(1) modelin güç spektrumu Denklem 4.1 ve 4.2’de verilmiştir (Ghil ve diğ. 2002).

$$S(f) = S_0 \frac{1-r^2}{1-2rcos\left(\frac{2\pi f}{f_N}\right)+r^2} \quad (4.1)$$

$$S_0 = \frac{\sigma^2}{1-r^2} \quad (4.2)$$

Burada, $0 < S_0 < \infty$ güç spektrumunun ortalama değeri, r lag-1 otokorelasyonu, $f_N = 1/\Delta t$ Nyquist frekansı (en büyük frekans); Δt , örnekleme aralığı; f , frekans; σ^2 , zaman serisinin varyansdır.

Bu eğrinin üstünde kalan ÇGSY pik değerleri seçilerek bu piklere karşılık gelen frekans, periyot, ÇGSY ve faz farkı değerleri belirlenmiş ve bu değerler kullanılmıştır. Tezin amacı okyanuslardaki değişimlerin Türkiye’deki yağışlara ve

akımlara olan etkisinin belirlenmesi olduğu için değişimin önce okyanusta başladığı yani indisler ile yağışlar ve indisler ile akımlar arasındaki çapraz spektral analiz sonucunda elde edilen faz farkında indisin önce, yağış ve akım değerlerinin sonra olduğu durumlar gözönüne alınmıştır. P_{xy} (ÇGSY) değerleri hesaplanırken yağış ve akım değerleri x , indis değerleri y olarak girildiği için indislerin önce olduğu faz farkları negatif olanlardır.

Çapraz spektral analizde, yağış, akım ve indis değerlerine 5 noktalı medyan filtre uygulandığından, 1 yıllık ve daha kısa periyotlara karşılık gelen, 0.083'ten büyük frekans değerlerine sahip olan ve kırmızı gürültü eğrisinin altında kalan pikler dikkate alınmamıştır.

Meteoroloji istasyonlarının yağışları ve akım gözlem istasyonlarının akımları ile okyanus salınımı indislerinin çapraz spektral analizi sonucunda indis ile ilişkili istasyon sayısının fazla olduğu ve ilgili faz farklarının varyasyon katsayılarının küçük olduğu periyotlar göz önüne alınmıştır. İstasyon sayısını arttırmak amacıyla faz farklarının varyasyon katsayıları birbirine yakın olan bazı komşu periyotlar birleştirilmiştir. Çapraz spektral analizler sonucunda indisler ile yağışların ve indisler ile akımların ilişkilerinin güçlü olduğu periyotlardaki istasyonlar belirlenip ilgili periyotta aralarındaki faz farkları ve ÇGSY değerleri yağışlar için alansal interpolasyon yapılarak, akımlar için ise noktasal olarak Türkiye haritası üzerinde yağış ve akım istasyonları için gösterilmiştir.

4.2.1 Yağışlar ile Okyanus Salınımı İndisleri Arasındaki Çapraz Spektral Analiz Sonuçları

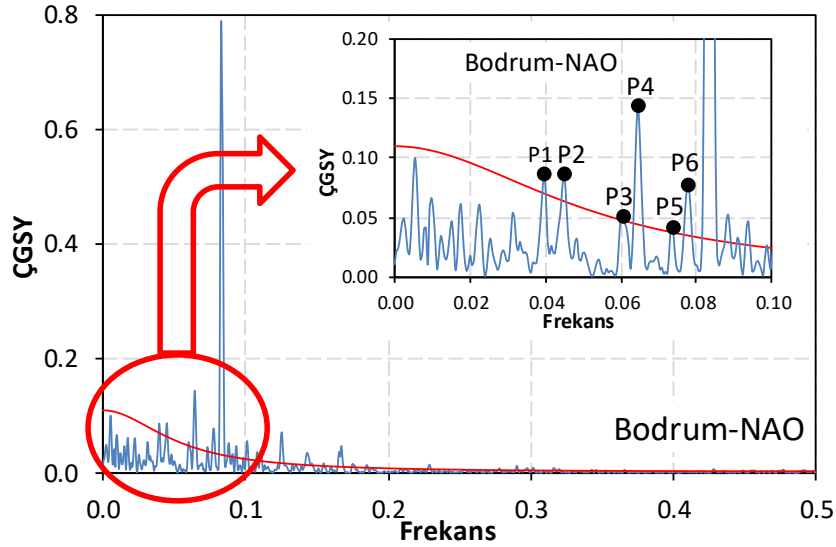
239 adet meteoroloji istasyonunun aylık toplam yağış verileri ile aylık NAO, aylık IOD, aylık SO, aylık AAO, aylık AO indisleri arasında yapılan çapraz spektral analizler sonucunda aralarındaki frekans, periyot, ÇGSY ve faz farkı değerleri elde edilmiştir.

4.2.1.1 Yağışlar ile NAO İndisi Arasında Yapılan Çapraz Spektral Analiz Sonuçları

239 adet meteoroloji istasyonunun her birinin aylık toplam yağış verileri ile aylık NAO indisi arasındaki çapraz spektral analizler sonucunda frekans, periyot, ÇGSY ve faz farkı değerleri elde edilmiştir. Kırmızı gürültü eğrisinin üstünde kalan ÇGSY pik değerlerine karşılık gelen frekans, periyot, ÇGSY ve faz farkı değerleri belirlenmiştir. Belirlenen faz farkı değerlerinden negatif olanlar seçilerek, bunlara karşılık gelen frekans, periyot ve ÇGSY değerleri ele alınmıştır.

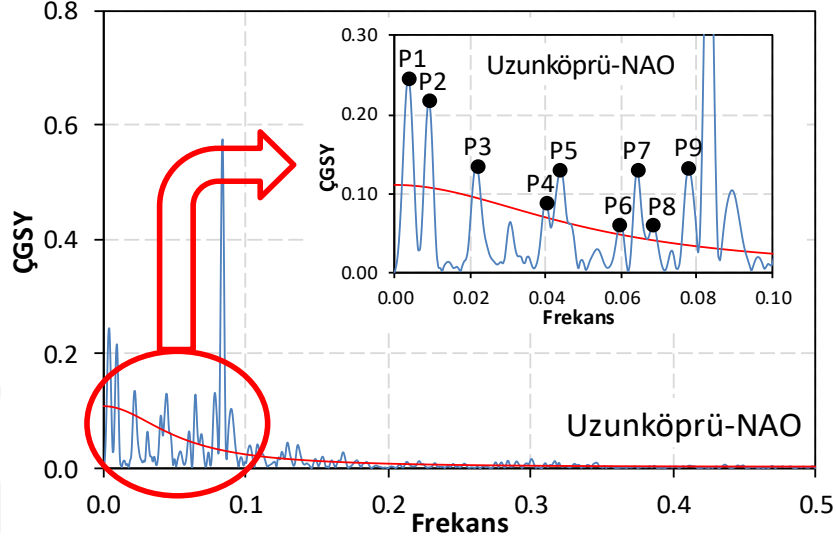
Örnek meteoroloji istasyonları Bodrum, Uzunköprü, Bergama ve NAO indisi için çapraz spektral analiz grafikleri Şekil 4.18-4.20’de detaylı olarak incelenmiş, kırmızı gürültü çizgisinin altında kalan pikler hesaba katılmamıştır. Örnek istasyonlara ait piklerin frekansları, periyotları (Ay), ÇGSY değerleri ve faz farkları (Ay) Tablo 4.1’de verilmiştir.

Bodrum Mİ yağışları ile NAO indisinin çapraz spektral analizi sonucunda NAO indisinin önde olduğu durumlara karşılık gelen faz farkları negatif olanlar olduğu için Tablo 4.1’deki 13, 14, 16 ve 22 aylık periyotlardaki pikler dikkate alınmıştır.



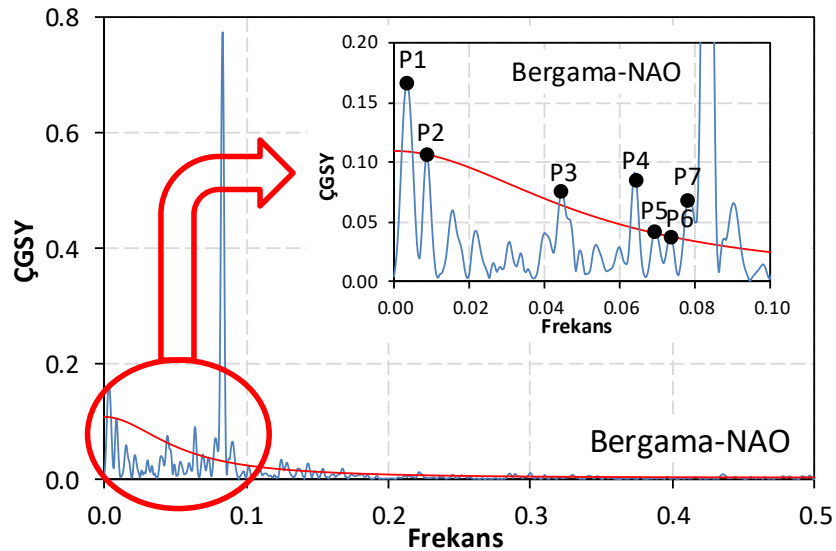
Şekil 4. 18: Bodrum-NAO indisi Çapraz Spektral Analiz sonuçları

Uzunköprü Mİ yağışları ile NAO indisinin çapraz spektral analizi sonucunda NAO indisinin önde olduğu durumlara karşılık gelen faz farkları negatif olanlar olduğu için Tablo 4.1'deki 13, 23 ve 46 aylık periyotlardaki pikler dikkate alınmıştır.



Şekil 4. 19: Uzunköprü-NAO indisi Çapraz Spektral Analiz sonuçları

Bergama Mİ yağışları ile NAO indisinin çapraz spektral analizi sonucunda NAO indisinin önde olduğu durumlara karşılık gelen faz farkları negatif olanlar olduğu için Tablo 4.1'deki 13, 14 ve 23 aylık periyotlardaki pikler dikkate alınmıştır.

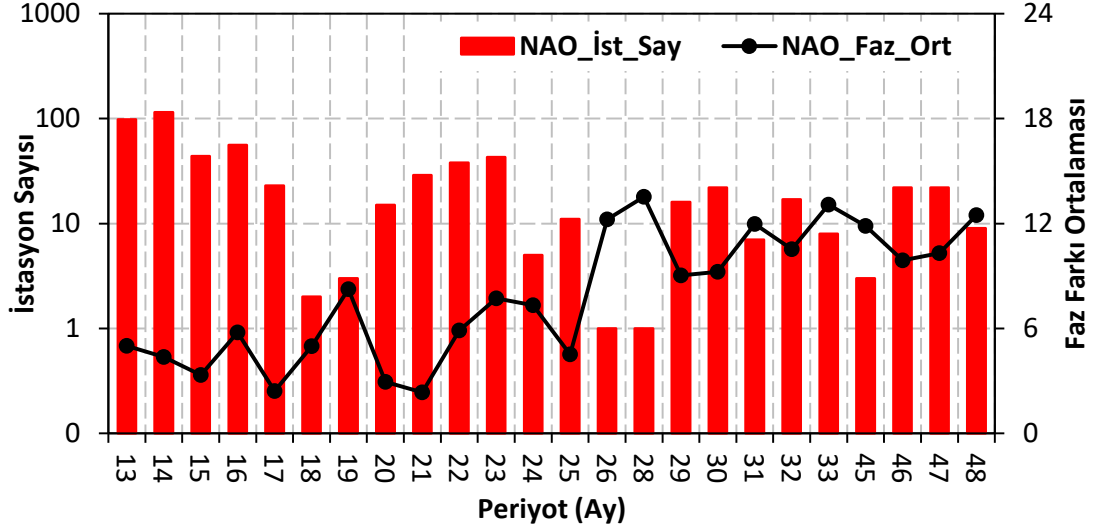


Şekil 4. 20: Bergama-NAO indisi Çapraz Spektral Analiz sonuçları

Tablo 4. 1: Meteoroloji istasyonları ve NAO indisi arasındaki Çapraz Spektral Analiz sonuçları

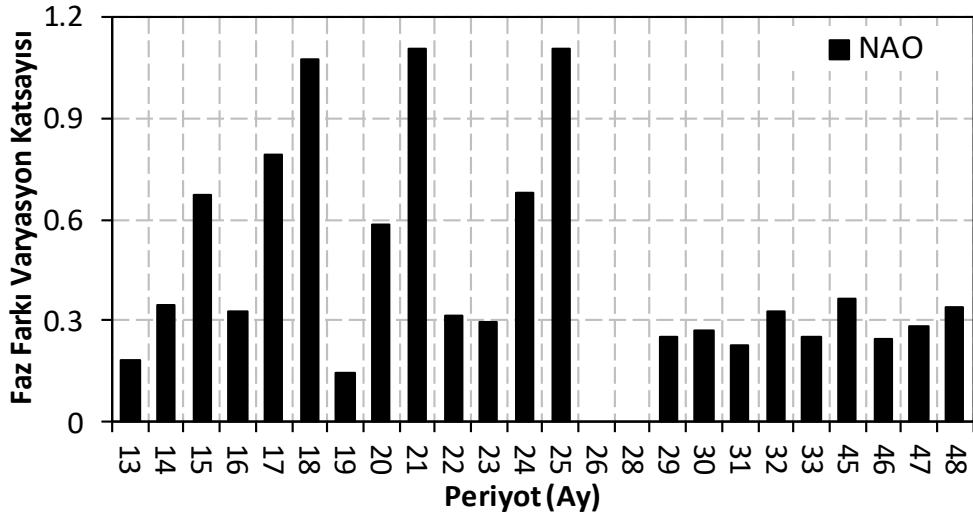
İstasyon	Pik Numarası	Frekans	Periyot (Ay)	ÇGSY	Faz farkı (Ay)
Bodrum- NAO	P1	0.03955	25	0.08670	6
	P2	0.04492	22	0.08721	-8
	P3	0.06006	17	0.05360	3
	P4	0.06445	16	0.14394	-7
	P5	0.07324	14	0.04507	-6
	P6	0.07764	13	0.07800	-5
Uzunköprü- NAO	P1	0.00391	256	0.24496	-112
	P2	0.00928	108	0.21721	38
	P3	0.02197	46	0.13528	-8
	P4	0.04004	25	0.09232	4
	P5	0.04395	23	0.13062	-8
	P6	0.06006	17	0.06494	4
	P7	0.06445	16	0.12920	7
	P8	0.06885	15	0.05970	-2
	P9	0.07813	13	0.13238	-5
Bergama- NAO	P1	0.00342	293	0.16665	-142
	P2	0.00879	114	0.10561	-51
	P3	0.04443	23	0.07503	-10
	P4	0.06397	16	0.09074	7
	P5	0.06934	14	0.04266	-4
	P6	0.07373	14	0.03751	5
	P7	0.07861	13	0.07129	-5

NAO indisi ile 13 ay veya daha uzun periyotlarda ilişki gösteren meteoroloji istasyonu sayısı ve her periyot için ortalama faz farkı değerleri Şekil 4.21’de verilmiştir.

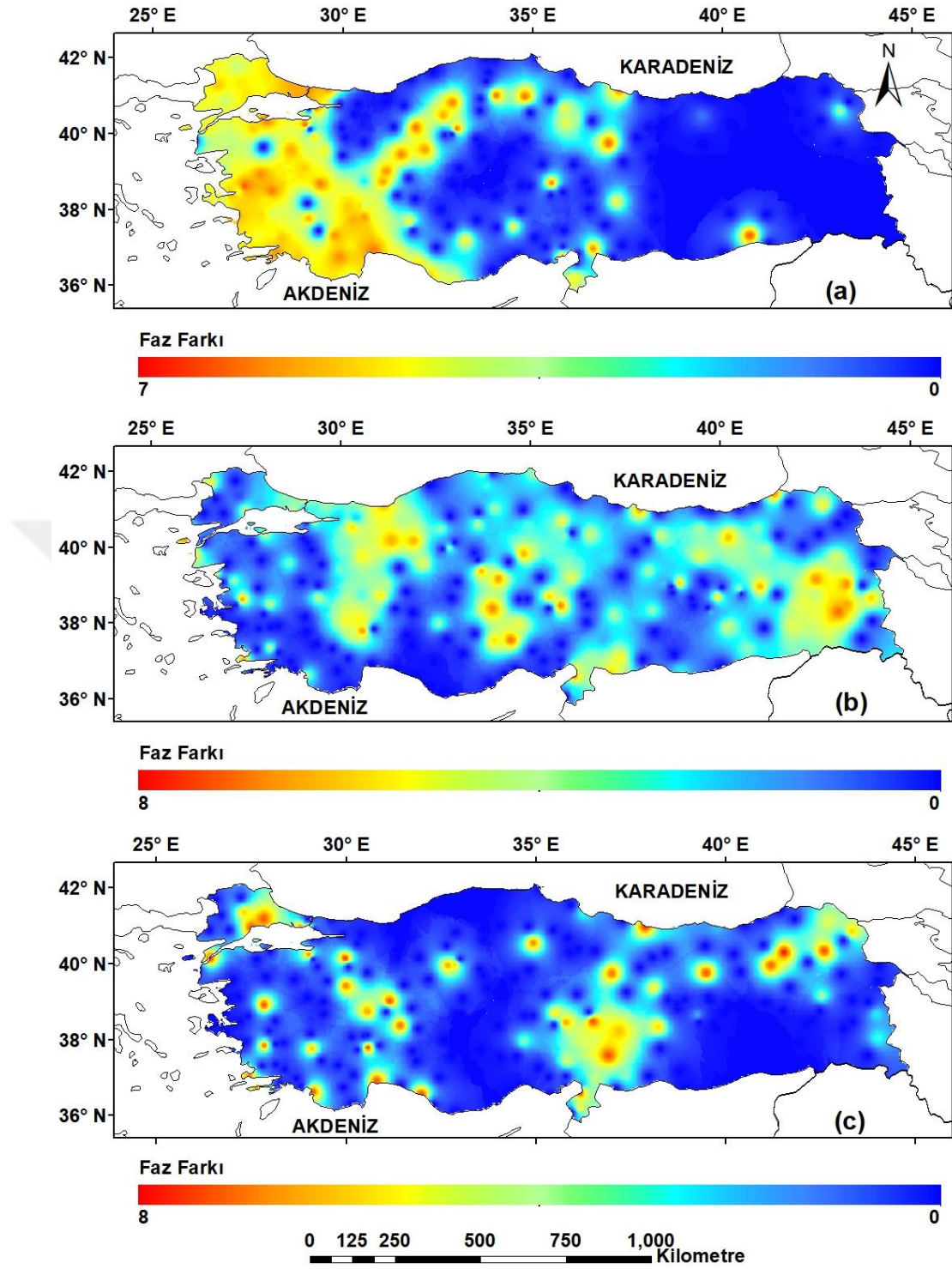


Şekil 4. 21: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre NAO indisi ile ilişkili meteoroloji istasyonlarının sayıları ve aralarındaki faz farklarının ortalamaları

Her periyot için faz farkı değerlerinin varyasyon katsayıları da Şekil 4.22’de verilmiştir. Böylece istasyon sayısının fazla olduğu ve ilgili faz farklarının varyasyon katsayılarının küçük olduğu periyotlar göz önüne alınmıştır. Buna göre meteoroloji istasyonlarının yağışlarının NAO indisi ile çapraz spektral analizi sonucunda 13, 14, 16, 22-23 ve 46-47-48 aylık periyotlar seçilmiştir.



Şekil 4. 22: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre NAO indisi ile meteoroloji istasyonlarının aralarındaki faz farklarının varyasyon katsayıları



Şekil 4. 23: NAO indisi ile meteoroloji istasyonlarının yağışları arasındaki faz farklarının farklı periyotlara göre dağılımı a) 13 aylık periyot, b) 14 aylık periyot, c) 16 aylık periyot

Şekil 4.23 NAO indisi ile yağışlar arasındaki çapraz spektral analiz sonucu farklı periyotlarda ilişkili meteoroloji istasyonlarını ve bu istasyonların NAO indisi ile aralarındaki faz farklarını göstermektedir. Buna göre 13 aylık periyotta NAO indisi ile

yağışlar arasındaki faz farkları batıda,14 aylık periyotta içbatı ve doğuda, 16 aylık periyotta güneyde kümelenmektedir.

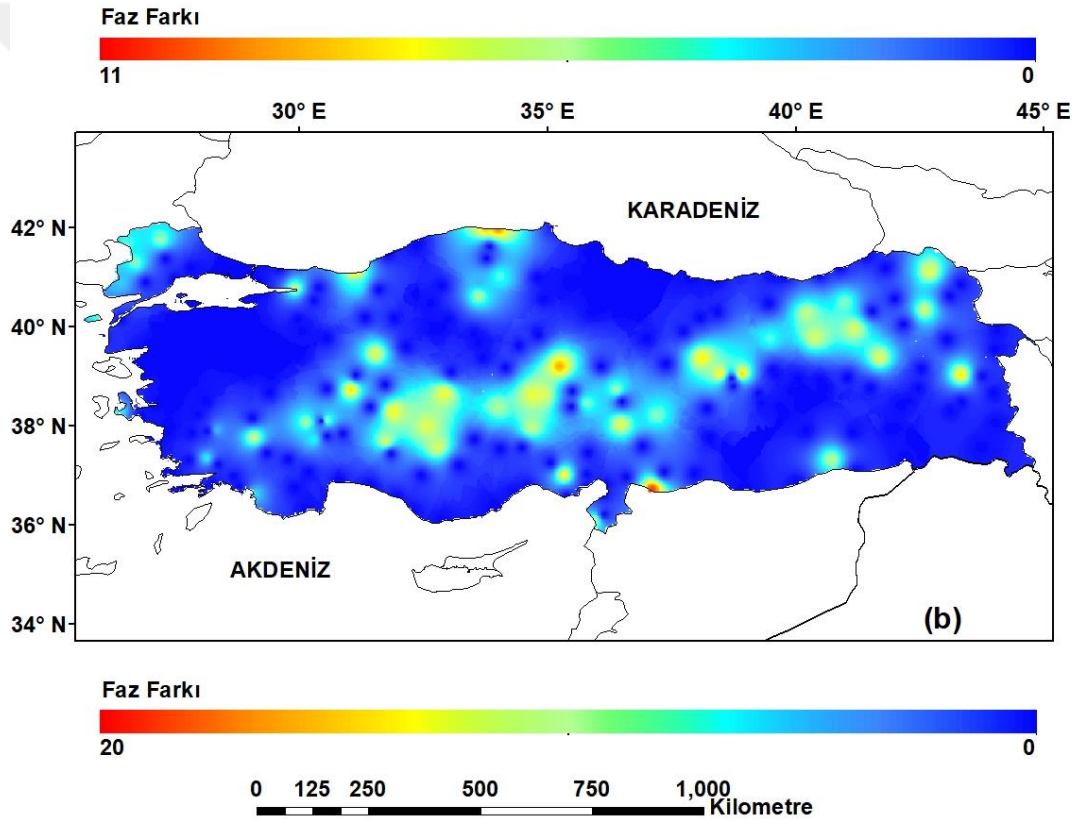
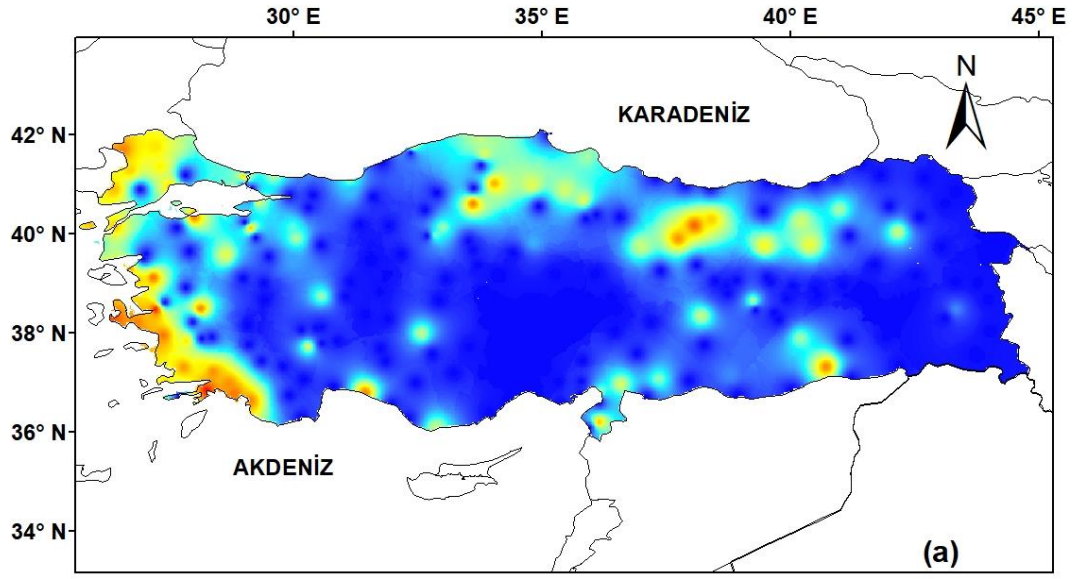
Şekil 4.24'te faz farkları, 22-23 aylık periyotta batı ve kuzeyde yoğunlaşmaktadır ve 46-47-48 aylık periyotta içbatıdan kuzeydoğuya doğru bir şerit şeklinde uzanmaktadır.

Ayrıca periyot arttıkça en büyük faz farkı değeri genellikle artmaktadır ve her bir periyot için en büyük faz farkı değeri periyodun yaklaşık yarısı kadardır.

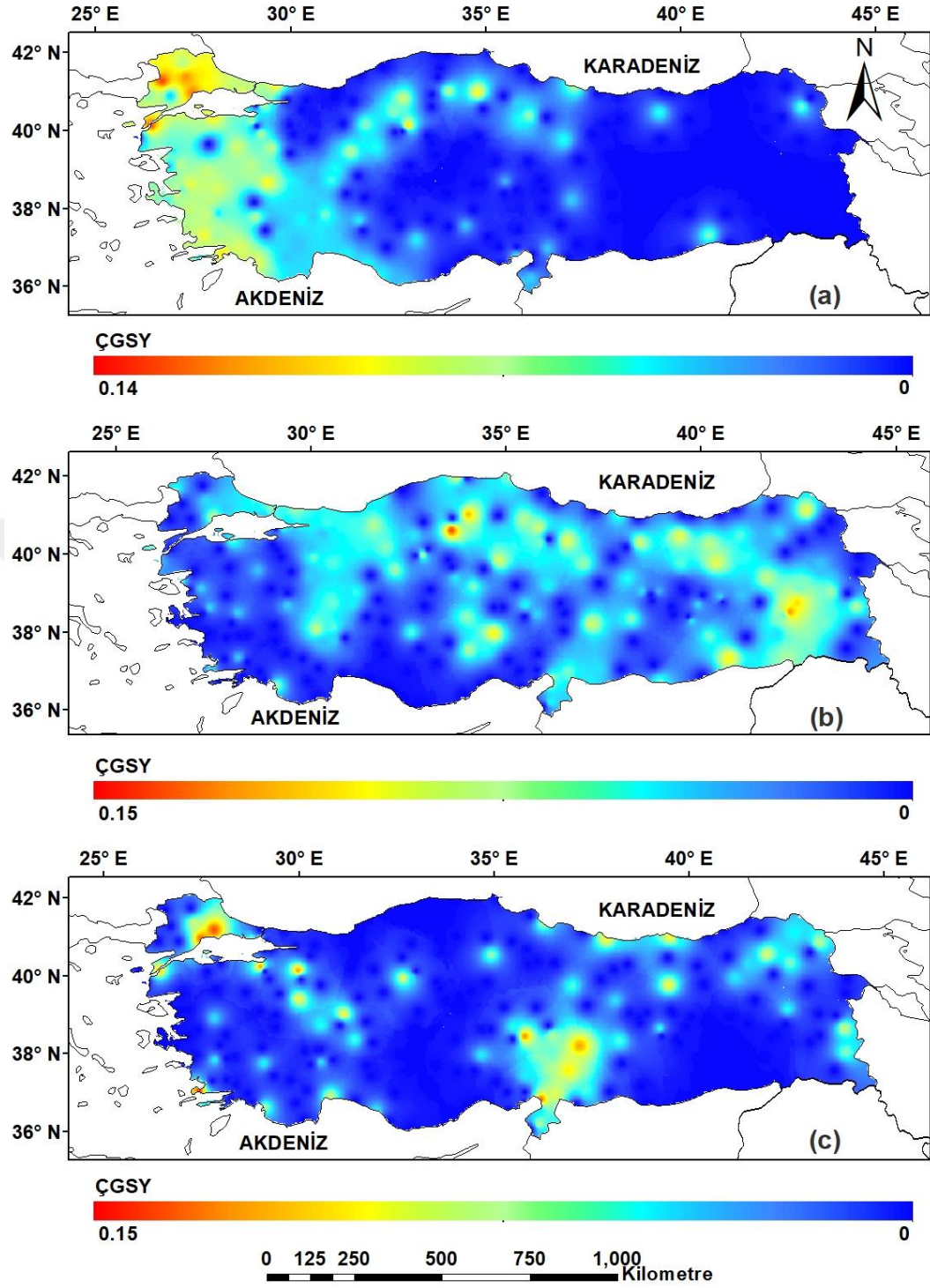
Şekil 4.25 NAO indisi ile yağışlar arasındaki çapraz spektral analiz sonucu farklı periyotlarda ilişkili meteoroloji istasyonlarını ve bu istasyonların NAO indisi ile aralarında elde edilen ÇGSY değerlerini göstermektedir. Buna göre 13 aylık periyotta NAO indisi ile yağışlar arasındaki ÇGSY değerleri batıda,14 aylık periyotta merkezde ve doğuda, 16 aylık periyotta güneyde yoğunlaşmaktadır.

Şekil 4.26'da ÇGSY değerleri, 22-23 aylık periyotta batı ve kuzeyde yoğunlaşmaktadır. 46-47-48 aylık periyotta içbatıdan kuzeydoğuya doğru bir şerit şeklinde uzanmaktadır ve kuzey ile kuzeybatıda da yüksek ÇGSY değerleri bulunmaktadır.

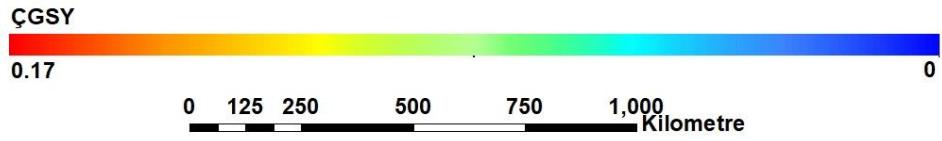
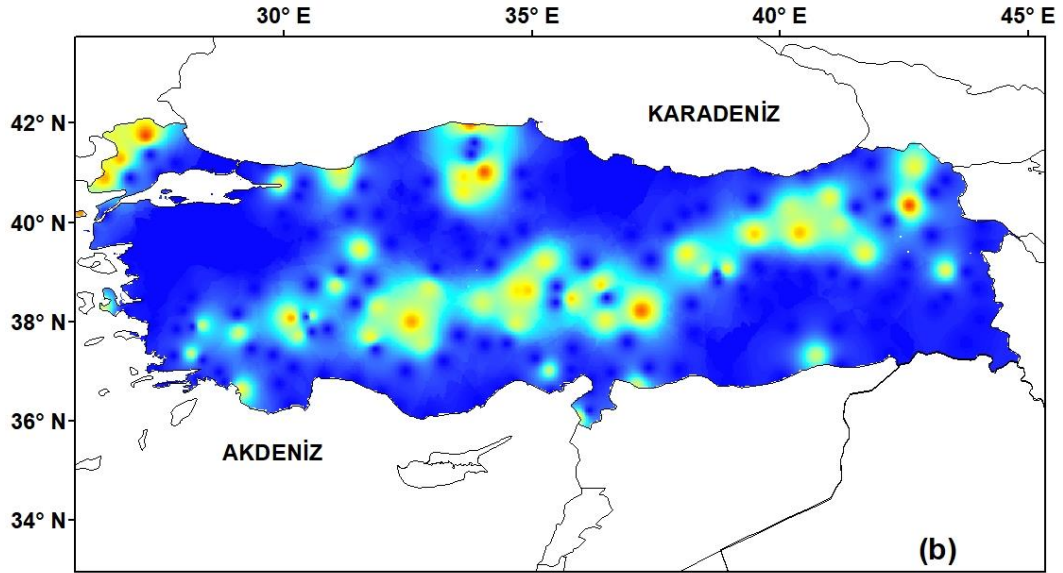
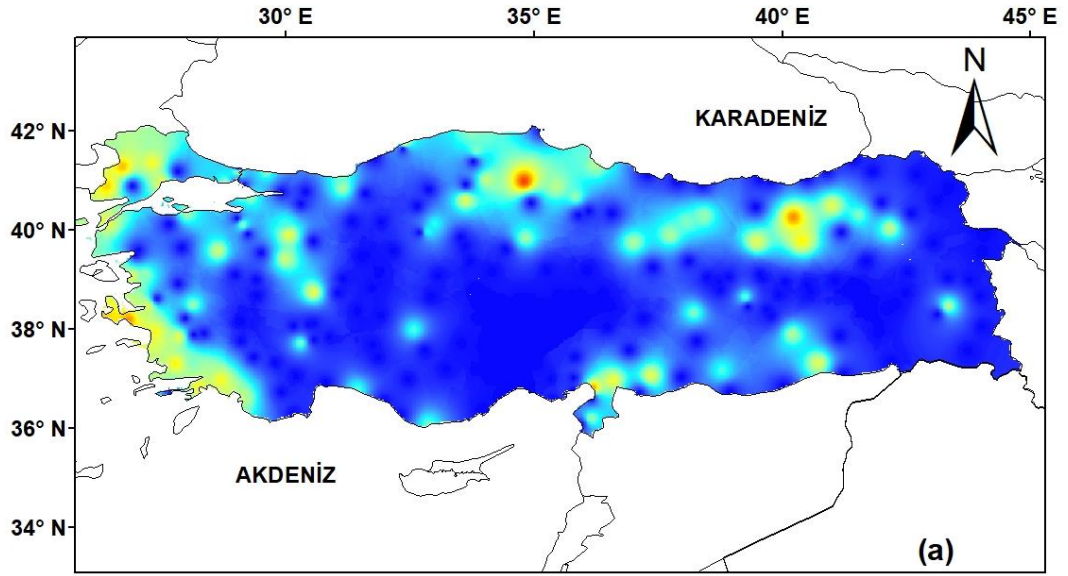
Ayrıca periyot arttıkça en büyük ÇGSY değeri genellikle artmaktadır ve Türkiye'nin batısında büyük ÇGSY değerleri bulunmaktadır. Buna göre batıda NAO indisi ile yağışlar arasında daha güçlü ilişkiler görülmüştür.



Şekil 4. 24; NAO indisi ile meteoroloji istasyonlarının yağışları arasındaki faz farklarının farklı periyotlara göre dağılımı a) 22-23 aylık periyotlar, b) 46-47-48 aylık periyotlar



Şekil 4. 25: NAO indisi ile meteoroloji istasyonlarının yağışları arasında elde edilen ÇGSY dağılımı a) 13 aylık periyot, b) 14 aylık periyot, c) 16 aylık periyot



0 125 250 500 750 1,000 Kilometre

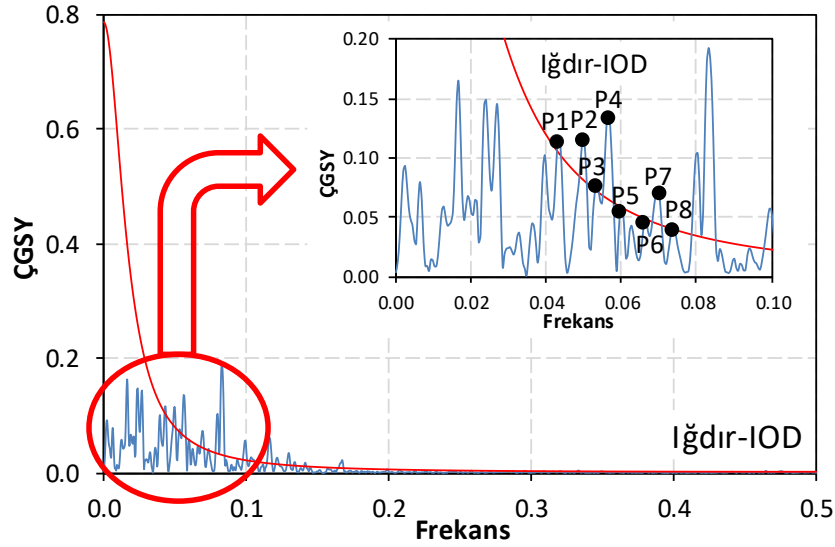
Şekil 4. 26: NAO indisi ile meteoroloji istasyonlarının yağışları arasında elde edilen ÇGSY dağılımı a) 22-23 aylık periyotlar, b) 46-47-48 aylık periyotlar

4.2.1.2 Yağışlar ile IOD İndisi Arasında Yapılan Çapraz Spektral Analiz Sonuçları

239 adet meteoroloji istasyonunun her birinin aylık toplam yağış verileri ile aylık IOD indisi arasındaki çapraz spektral analizler sonucunda frekans, periyot, ÇGSY ve faz farkı değerleri elde edilmiştir. Kırmızı gürültü eğrisinin üstünde kalan ÇGSY pik değerlerine karşılık gelen frekans, periyot, ÇGSY ve faz farkı değerleri belirlenmiştir. Belirlenen faz farkı değerlerinden negatif olanlar seçilerek, bunlara karşılık gelen frekans, periyot ve ÇGSY değerleri ele alınmıştır.

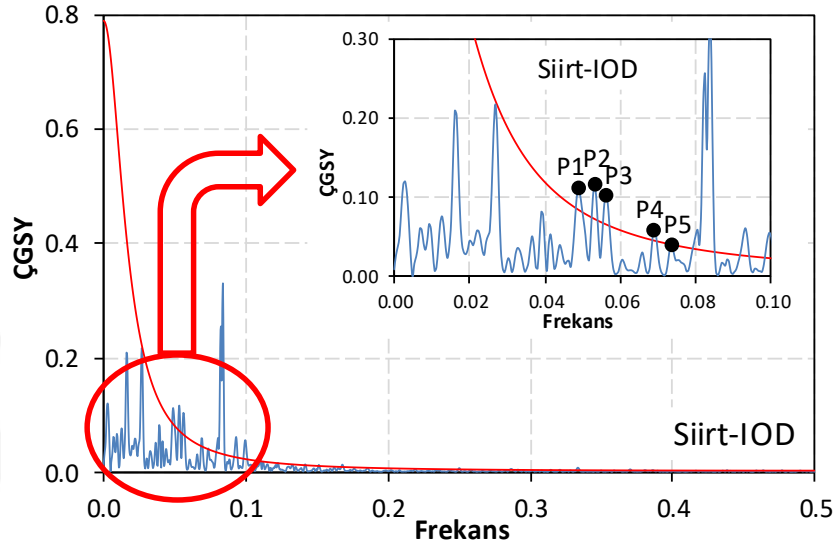
Örnek istasyonlar Iğdır, Siirt, Şanlıurfa ve IOD indisi için çapraz spektral analiz grafikleri Şekil 4.27-4.29'da detaylı olarak incelenmiş, kırmızı gürültü çizgisinin altında kalan pikler hesaba katılmamıştır. Piklerin frekansları, periyotları (Ay), ÇGSY değerleri ve faz farkları (Ay) Tablo 4.2'de verilmiştir.

Iğdır meteoroloji istasyonu yağışları ile IOD indisinin çapraz spektral analizi sonucunda IOD indisinin önde olduğu durumlara karşılık gelen faz farkları negatif olanlar olduğu için Tablo 4.2'deki 14, 17 ve 20 aylık periyotlardaki pikler dikkate alınmıştır.



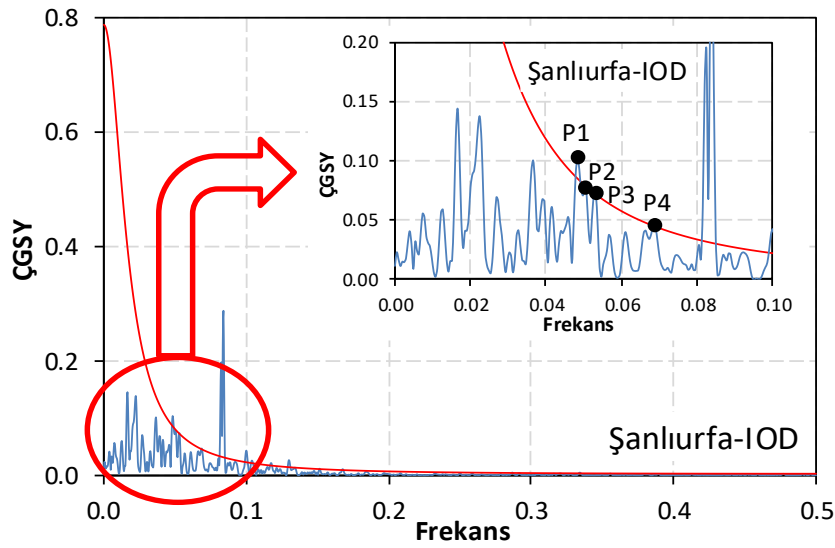
Şekil 4. 27: Iğdır-IOD indisi Çapraz Spektral Analiz sonuçları

Siirt meteoroloji istasyonu yağışları ile IOD indisinin çapraz spektral analizi sonucunda IOD indisinin önde olduğu durumlara karşılık gelen faz farkları negatif olanlar olduğu için Tablo 4.2'deki 14 ve 20 aylık periyotlardaki pikler dikkate alınmıştır.



Şekil 4. 28: Siirt-IOD indisi Çapraz Spektral Analiz sonuçları

Şanlıurfa meteoroloji istasyonu yağışları ile IOD indisinin çapraz spektral analizi sonucunda IOD indisinin önde olduğu durumlara karşılık gelen faz farkları negatif olanlar olduğu için Tablo 4.2'deki 21 aylık periyottaki pik dikkate alınmıştır.

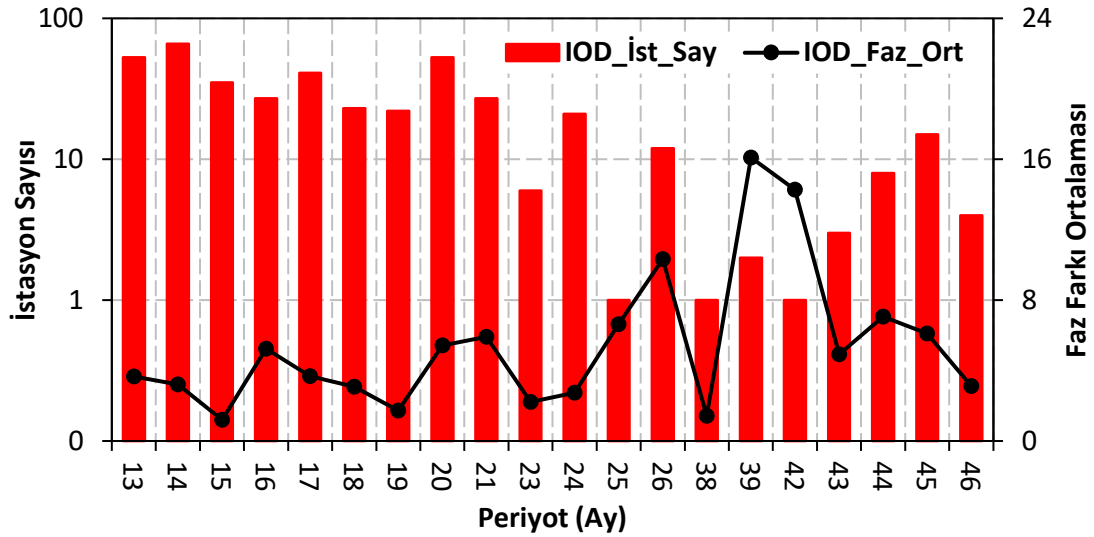


Şekil 4. 29: Şanlıurfa-IOD indisi Çapraz Spektral Analiz sonuçları

Tablo 4. 2: Meteoroloji istasyonları ve IOD indisi arasındaki Çapraz Spektral Analiz sonuçları

İstasyon	Pik Numarası	Frekans	Periyot (Ay)	ÇGSY	Faz farkı (Ay)
İğdır- IOD	P1	0.04346	23	0.11700	-5
	P2	0.04981	20	0.11622	-4
	P3	0.05322	19	0.07696	1
	P4	0.05615	18	0.13680	3
	P5	0.06006	17	0.05865	-5
	P6	0.06641	15	0.04686	2
	P7	0.06934	14	0.07418	-3
	P8	0.07373	14	0.04256	4
Siirt- IOD	P1	0.04883	20	0.11192	-7
	P2	0.05322	19	0.11666	-1
	P3	0.05615	18	0.10390	5
	P4	0.06885	15	0.05888	1
	P5	0.07373	14	0.04116	-3
Şanlıurfa- IOD	P1	0.04834	21	0.10350	-4
	P2	0.05029	20	0.07794	-4
	P3	0.05273	19	0.07340	3
	P4	0.06885	15	0.04670	1

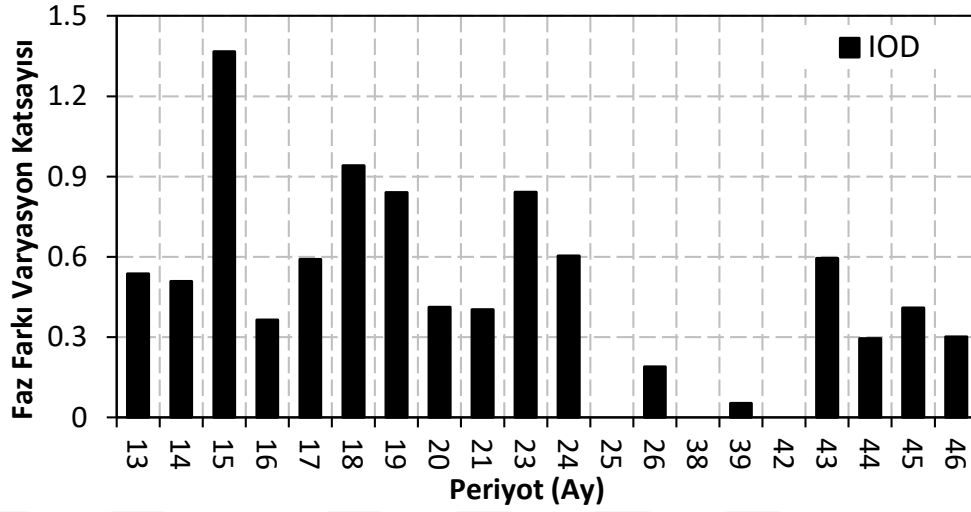
IOD indisi ile 13 ay veya daha uzun dönemlerde ilişki gösteren meteoroloji istasyonu sayısı ve her periyot için ortalama faz farkı değerleri Şekil 4.30'da verilmiştir.



Şekil 4. 30: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre IOD indisi ile ilişkili meteoroloji istasyonlarının sayıları ve aralarındaki faz farklarının ortalamaları

Her periyot için faz farkı değerlerinin varyasyon katsayıları da Şekil 4.31'de verilmiştir. Böylece istasyon sayısının fazla olduğu ve ilgili faz farklarının varyasyon katsayılarının küçük olduğu periyotlar göz önüne alınmıştır. Buna göre meteoroloji

istasyonlarının yağışlarının IOD indisi ile çapraz spektral analizi sonucunda 13, 14, 16-17 ve 20-21 aylık periyotlar seçilmiştir.



Şekil 4. 31: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre IOD indisi ile meteoroloji istasyonlarının aralarındaki faz farklarının varyasyon katsayıları

Şekil 4.32 IOD indisi ile yağışlar arasındaki çapraz spektral analiz sonucu farklı periyotlarda ilişkili meteoroloji istasyonlarını ve bu istasyonların IOD indisi ile aralarındaki faz farklarını göstermektedir. Buna göre 13 aylık periyotta IOD indisi ile yağışlar arasındaki faz farkı değerleri batıda, 14 aylık periyotta merkezde yoğunlaşmaktadır.

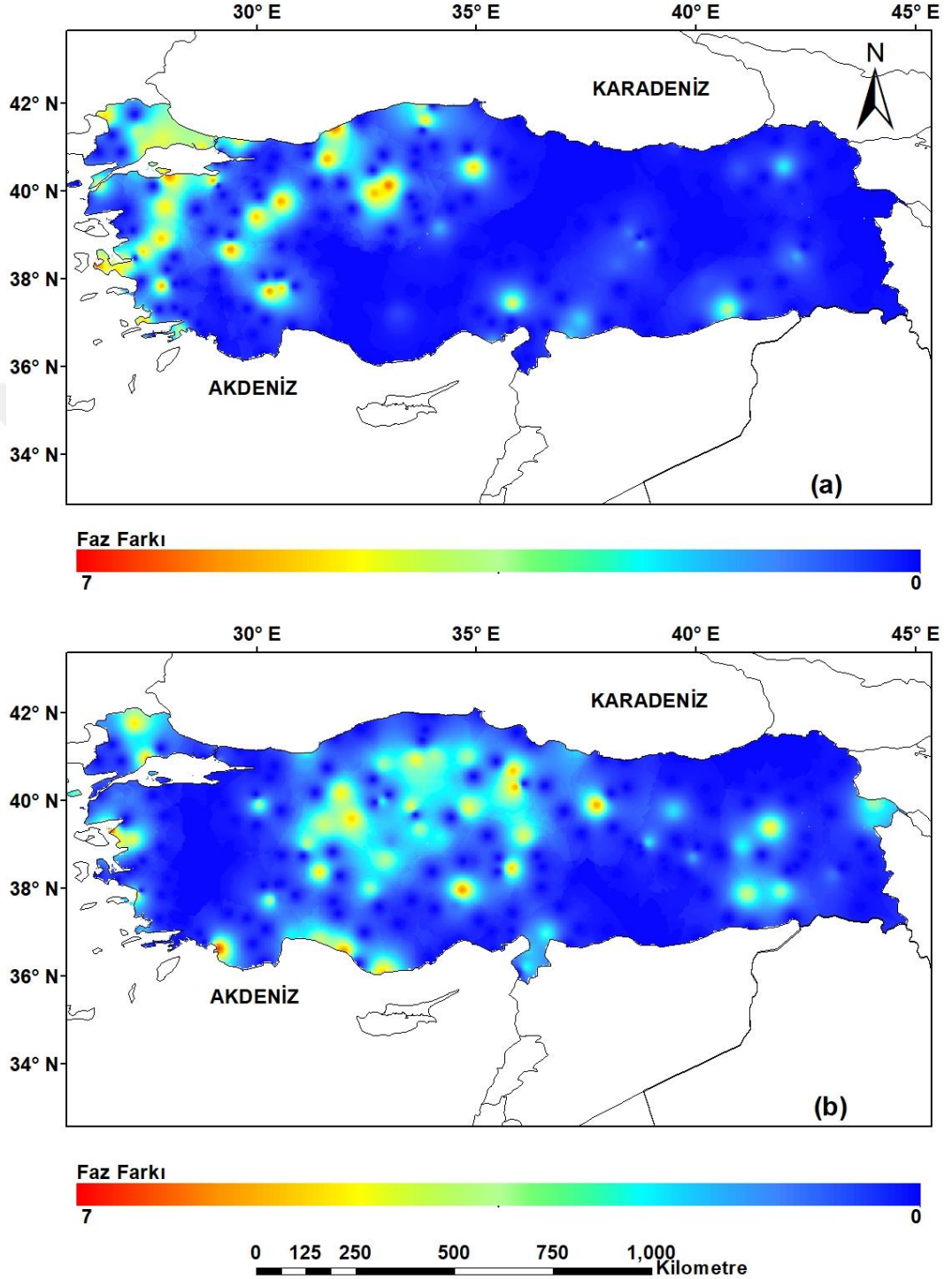
Şekil 4.33'te faz farkları, 16-17 aylık periyotta doğuda, 20-21 aylık periyotta doğu ve güneydoğuda yoğunlaşmaktadır.

Ayrıca periyot arttıkça en büyük faz farkı değeri genellikle artmaktadır ve her bir periyot için en büyük faz farkı değeri periyodun yaklaşık yarısı kadardır.

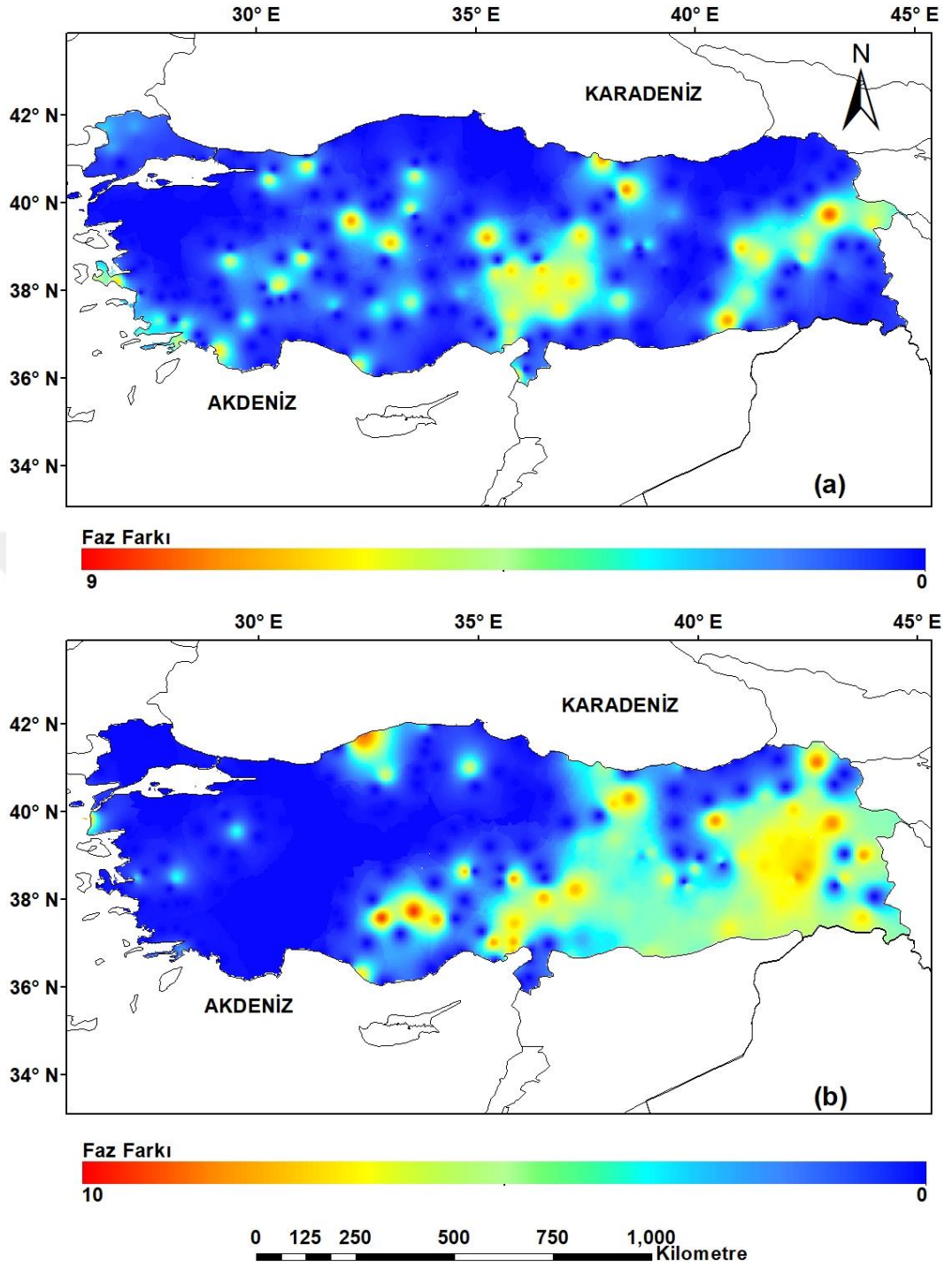
Şekil 4.34 IOD indisi ile yağışlar arasındaki çapraz spektral analiz sonucu farklı periyotlarda ilişkili meteoroloji istasyonlarını ve bu istasyonların IOD indisi ile aralarında elde edilen ÇGSY değerlerini göstermektedir. Buna göre 13 aylık periyotta IOD indisi ile yağışlar arasındaki ÇGSY değerlerinde batıdan doğuya farklı bölgelerde dağılımlar mevcuttur. 14 aylık periyotta ÇGSY'ler merkezde ve doğuda yoğunlaşmaktadır.

Şekil 4.35'te ÇGSY değerleri, 16-17 aylık periyotta doğu ve kuzeybatıda 20-21 aylık periyotta doğu ve güneydoğuda yoğunlaşmaktadır.

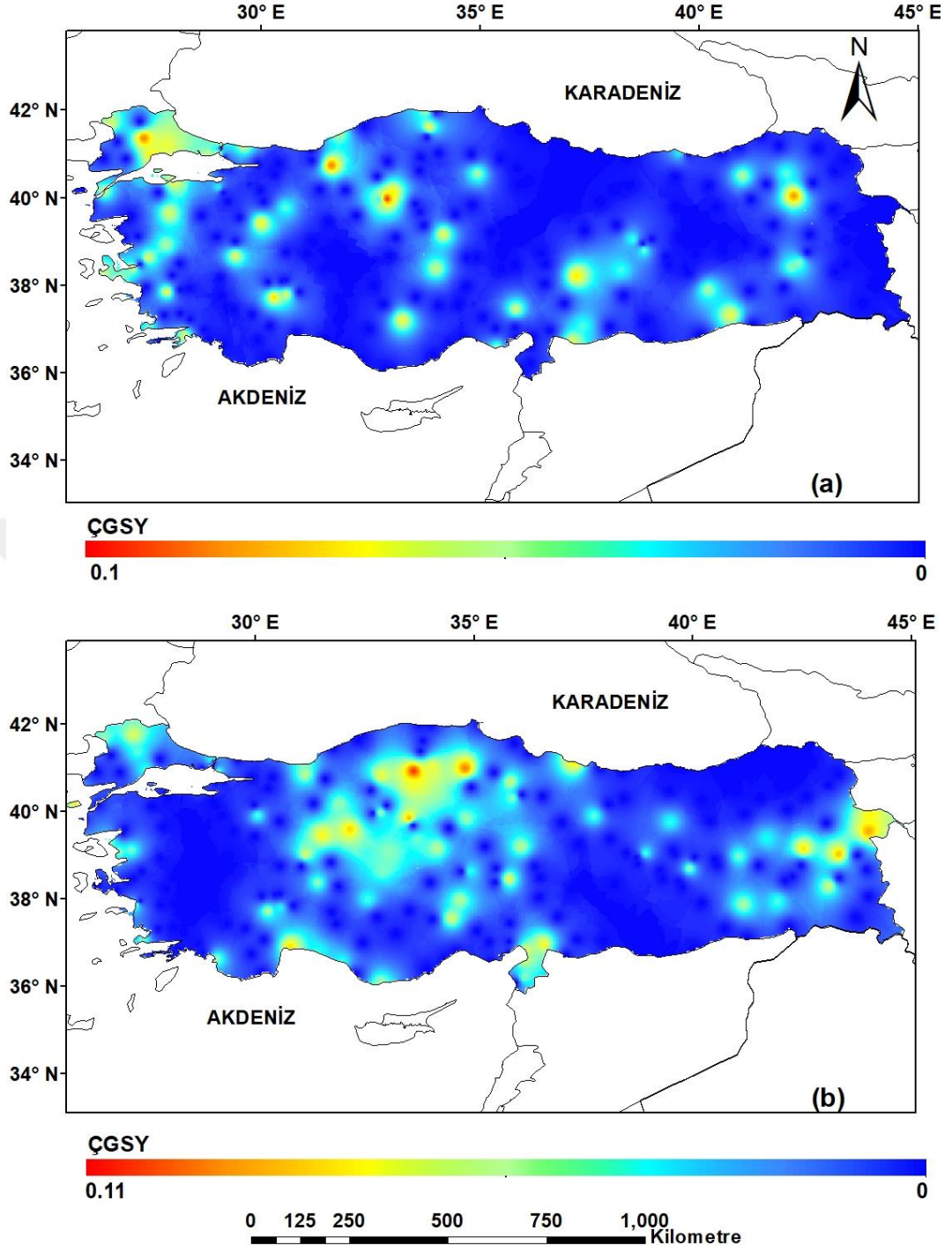
Ayrıca periyot arttıkça genellikle en büyük ÇGSY değeri artmaktadır ve Türkiye'nin doğusunda büyük ÇGSY değerleri bulunmaktadır. Buna göre doğuda IOD indisi ile yağışlar arasında daha güçlü ilişkiler görülmüştür.



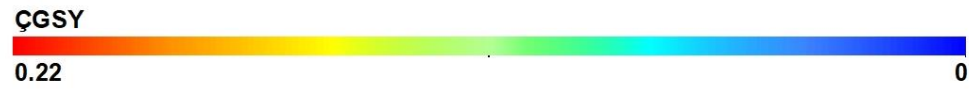
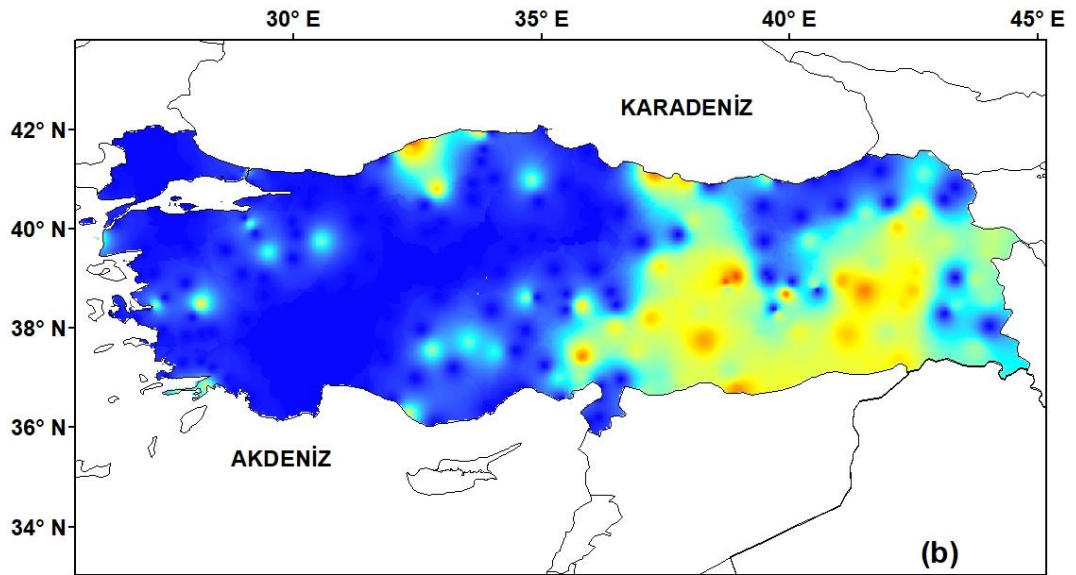
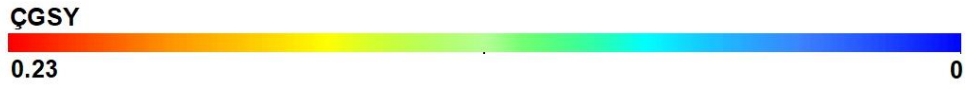
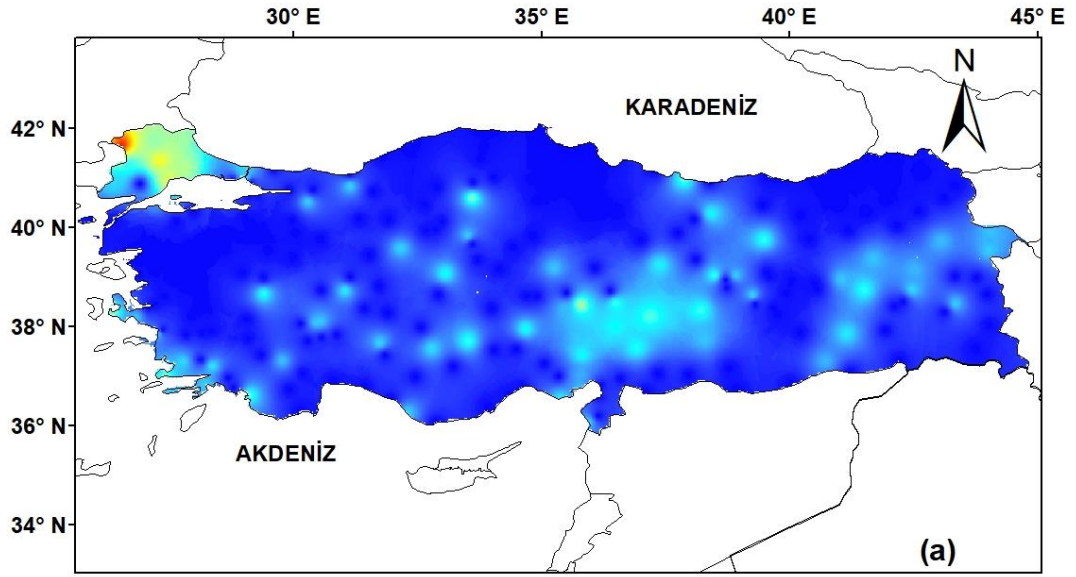
Şekil 4. 32: IOD indisi ile meteoroloji istasyonlarının yağışları arasındaki faz farklarının farklı periyotlara göre dağılımı a) 13 aylık periyot, b) 14 aylık periyot



Şekil 4. 33: IOD indisi ile meteoroloji istasyonlarının yağışları arasındaki faz farklarının farklı periyotlara göre dağılımı a) 16-17 aylık periyotlar, b) 20-21 aylık periyotlar



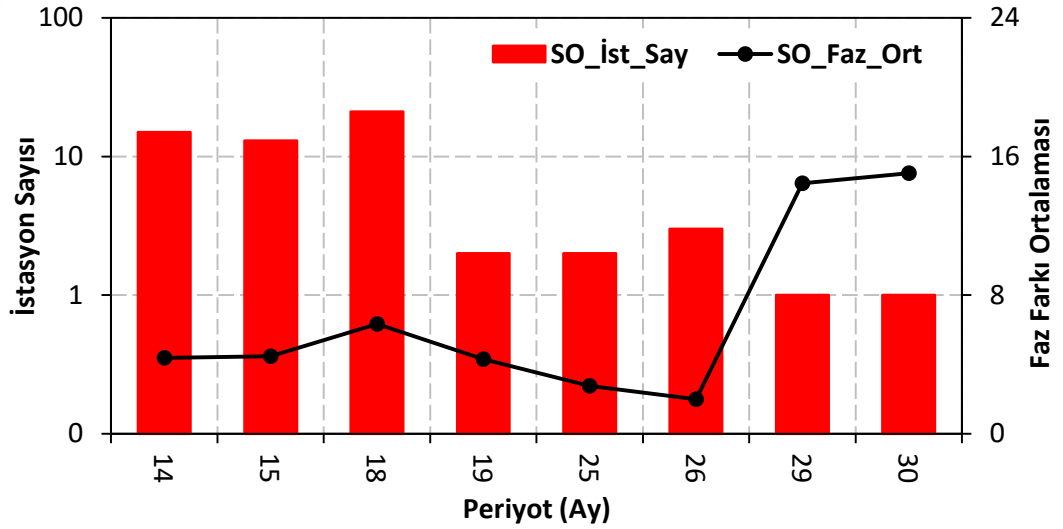
Şekil 4. 34: IOD indisi ile meteoroloji istasyonlarının yağışları arasında elde edilen ÇGSY dağılımı
a) 13 aylık periyot, b) 14 aylık periyot



Şekil 4. 35: IOD indisi ile meteoroloji istasyonlarının yağışları arasında elde edilen ÇGSY dağılımı
a) 16-17 aylık periyotlar, b) 20-21 aylık periyotlar

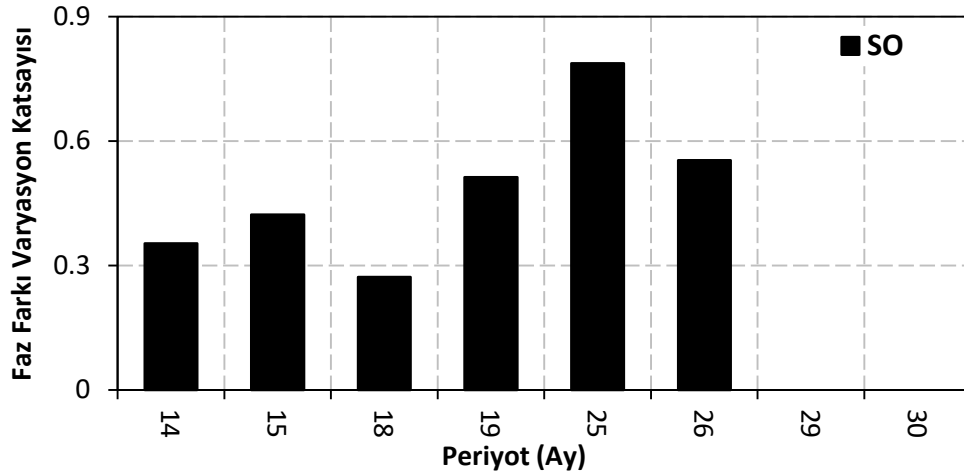
4.2.1.3 Yağışlar ile SO İndisi Arasında Yapılan Çapraz Spektral Analiz Sonuçları

239 adet meteoroloji istasyonunun her birinin aylık toplam yağış verileri ile aylık SO indisi arasındaki çapraz spektral analizler sonucunda frekans, periyot, ÇGSY ve faz farkı değerleri elde edilmiştir. Kırmızı gürültü eğrisinin üstünde kalan ÇGSY pik değerlerine karşılık gelen frekans, periyot, ÇGSY ve faz farkı değerleri belirlenmiştir. Belirlenen faz farkı değerlerinden negatif olanlar seçilerek, bunlara karşılık gelen frekans, periyot ve ÇGSY değerleri ele alınmıştır. SO indisi ile 13 ay veya daha uzun dönemlerde ilişki gösteren meteoroloji istasyonu sayısı ve her periyot için ortalama faz farkı değerleri Şekil 4.36’da verilmiştir.



Şekil 4. 36: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre SO indisi ile ilişkili meteoroloji istasyonlarının sayıları ve aralarındaki faz farklarının ortalamaları

Her periyot için faz farkı değerlerinin varyasyon katsayıları da Şekil 4.37’de verilmiştir. Böylece istasyon sayısının fazla olduğu ve ilgili faz farklarının varyasyon katsayılarının küçük olduğu periyotlar göz önüne alınmıştır. Buna göre meteoroloji istasyonlarının yağışlarının SO indisi ile çapraz spektral analizi sonucunda 14-15 ve 18 aylık periyotlar seçilmiştir.

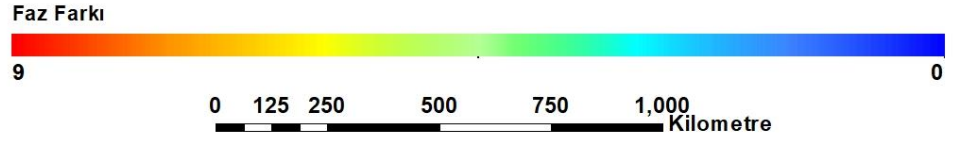
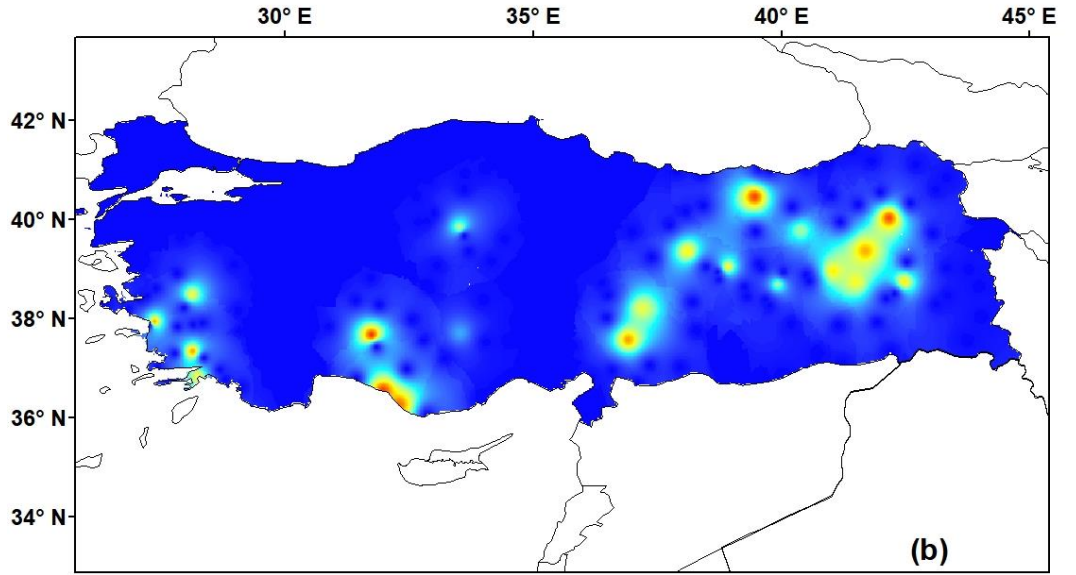
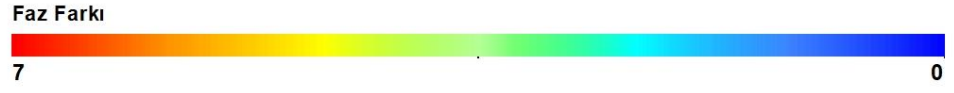
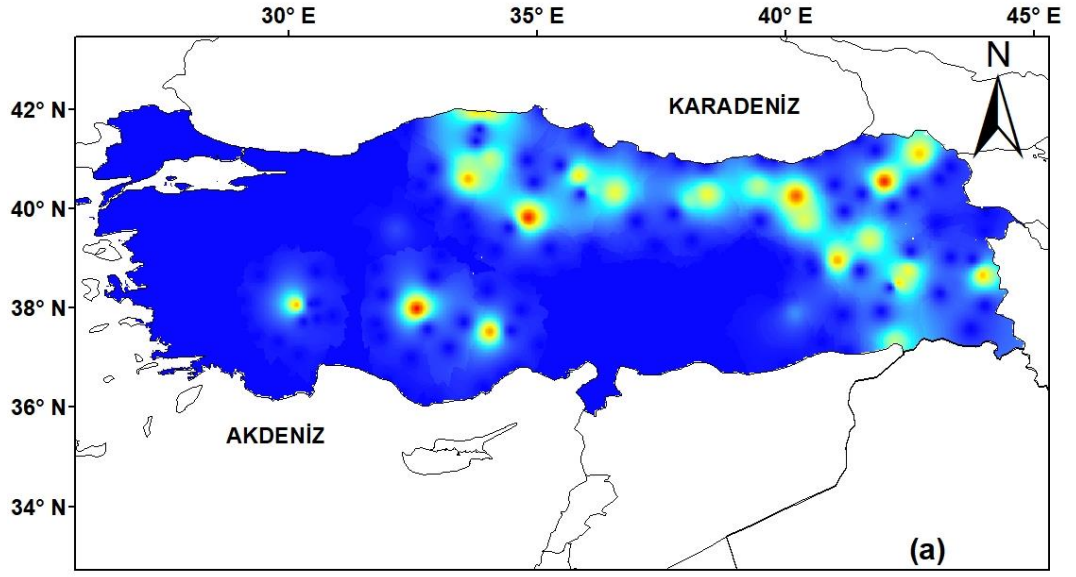


Şekil 4. 37: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre SO indisi ile meteoroloji istasyonlarının aralarındaki faz farklarının varyasyon katsayıları

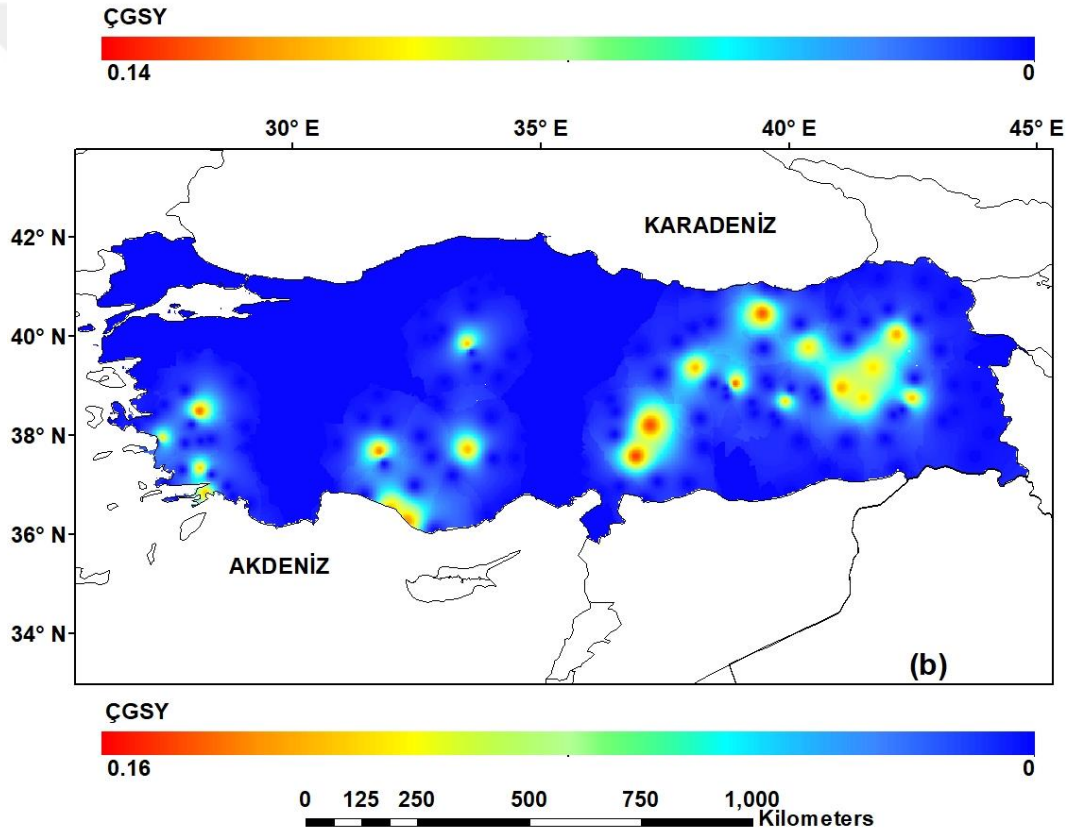
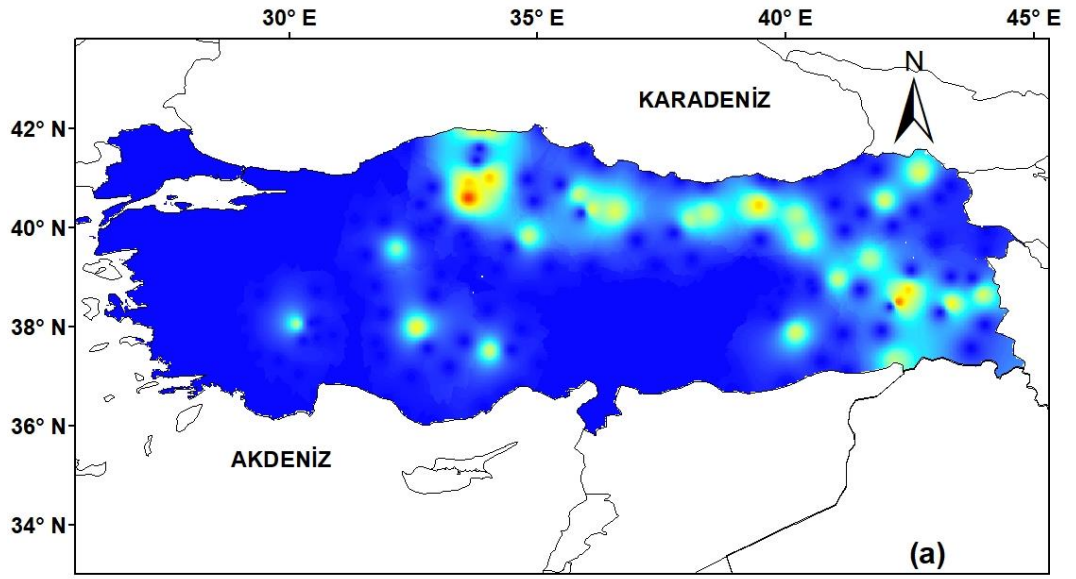
Şekil 4.38 SO indisi ile yağışlar arasındaki çapraz spektral analiz sonucu farklı periyotlarda ilişkili meteoroloji istasyonlarını ve bu istasyonların SO indisi ile aralarındaki faz farklarını göstermektedir. Buna göre 14-15 aylık periyotta SO ile yağışlar arasındaki faz farkı kuzeyde ve doğuda, 18 aylık periyotta doğuda yoğunlaşmaktadır.

Şekil 4.39 SO indisi ile yağışlar arasındaki çapraz spektral analiz sonucu farklı periyotlarda ilişkili meteoroloji istasyonlarını ve bu istasyonların SO indisi ile aralarında elde edilen ÇGSY değerlerini göstermektedir. Buna göre 14-15 aylık periyotta SO ile yağışlar arasındaki ÇGSY'ler kuzeyde ve doğuda, 18 aylık periyotta doğuda yoğunlaşmaktadır.

Ayrıca periyot arttıkça en büyük faz farkı ile ÇGSY değeri artmaktadır ve her bir periyot için en büyük faz farkı değeri periyodun yaklaşık yarısı kadardır. Türkiye'nin kuzeyinde ve doğusunda büyük ÇGSY değerleri bulunmaktadır.



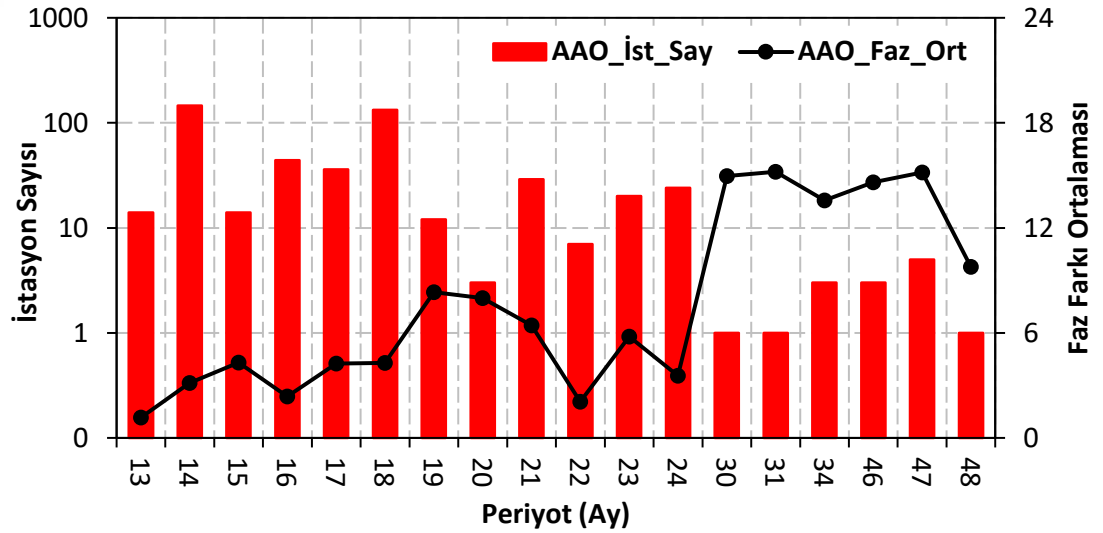
Şekil 4. 38: SO indisi ile meteoroloji istasyonlarının yağışları arasındaki faz farklarının farklı periyotlara göre dağılımı a) 14-15 aylık periyotlar, b) 18 aylık periyot



Şekil 4. 39: SO indisi ile meteoroloji istasyonlarının yağışları arasında elde edilen ÇGSY dağılımı
a) 14-15 aylık periyotlar, b) 18 aylık periyot

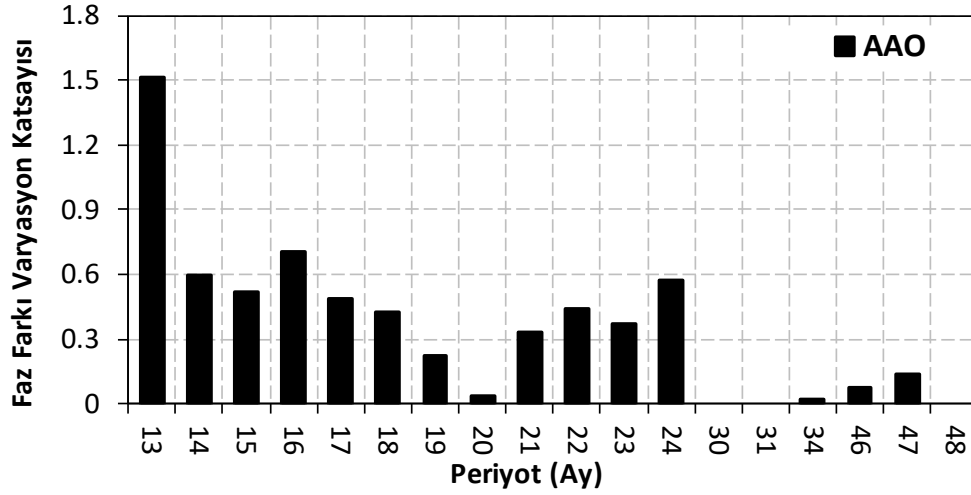
4.2.1.4 Yağışlar ile AAO İndisi Arasında Yapılan Çapraz Spektral Analiz Sonuçları

239 adet meteoroloji istasyonunun her birinin aylık toplam yağış verileri ile aylık AAO indisi arasındaki çapraz spektral analizler sonucunda frekans, periyot, ÇGSY ve faz farkı değerleri elde edilmiştir. Kırmızı gürültü eğrisinin üstünde kalan ÇGSY pik değerlerine karşılık gelen frekans, periyot, ÇGSY ve faz farkı değerleri belirlenmiştir. Belirlenen faz farkı değerlerinden negatif olanlar seçilerek, bunlara karşılık gelen frekans, periyot ve ÇGSY değerleri ele alınmıştır. AAO indisi ile 13 ay veya daha uzun dönemlerde ilişki gösteren meteoroloji istasyonu sayısı ve her periyot için ortalama faz farkı değerleri Şekil 4.40'ta verilmiştir.



Şekil 4. 40: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre AAO indisi ile ilişkili meteoroloji istasyonlarının sayıları ve aralarındaki faz farklarının ortalamaları

Her periyot için faz farkı değerlerinin varyasyon katsayıları da Şekil 4.41'de verilmiştir. Böylece istasyon sayısının fazla olduğu ve ilgili faz farklarının varyasyon katsayılarının küçük olduğu periyotlar göz önüne alınmıştır. Buna göre meteoroloji istasyonlarının yağışlarının AAO indisi ile çapraz spektral analizi sonucunda 14, 18 ve 23-24 aylık periyotlar seçilmiştir.

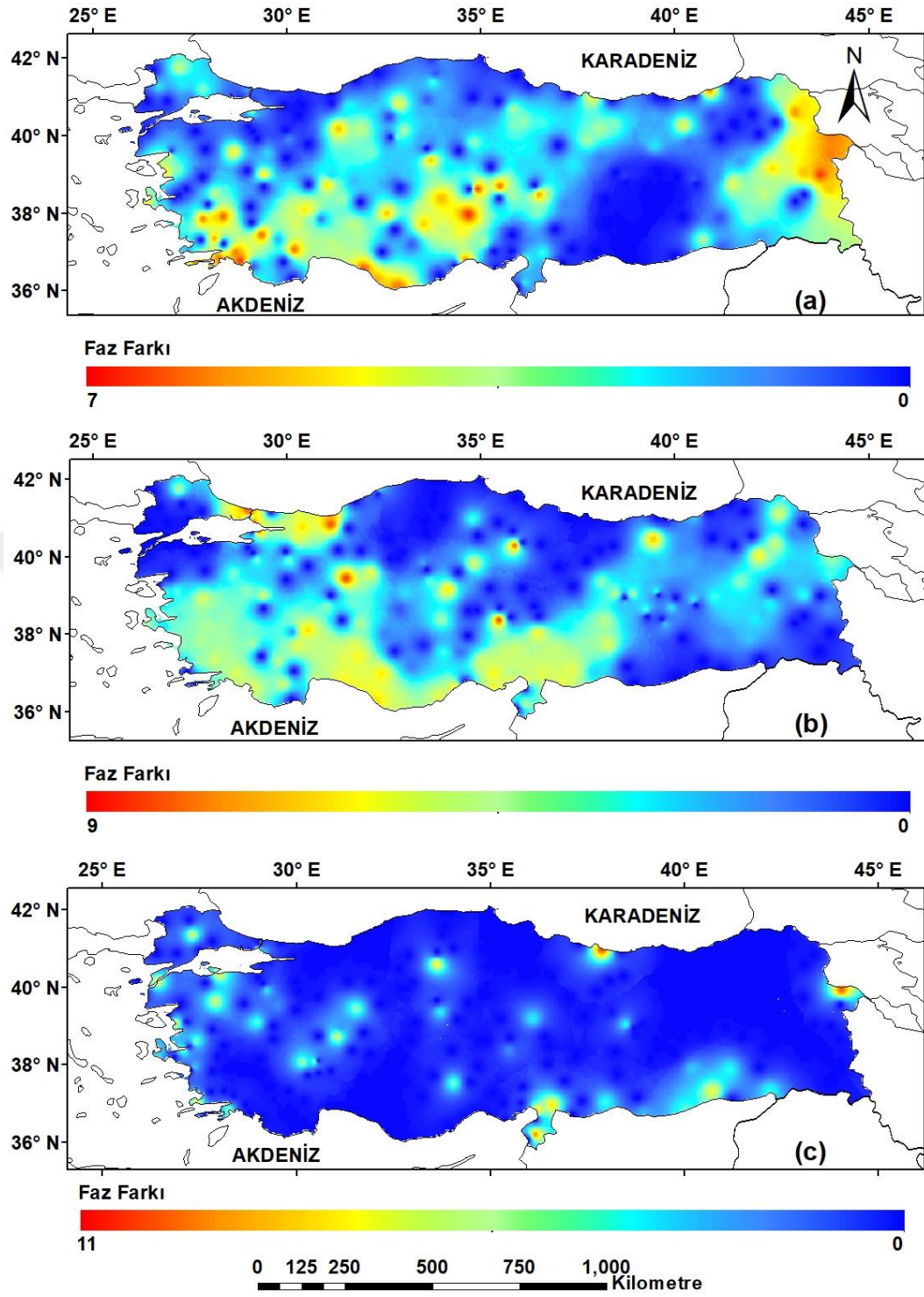


Şekil 4. 41: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre AAO indisi ile meteoroloji istasyonlarının aralarındaki faz farklarının varyasyon katsayıları

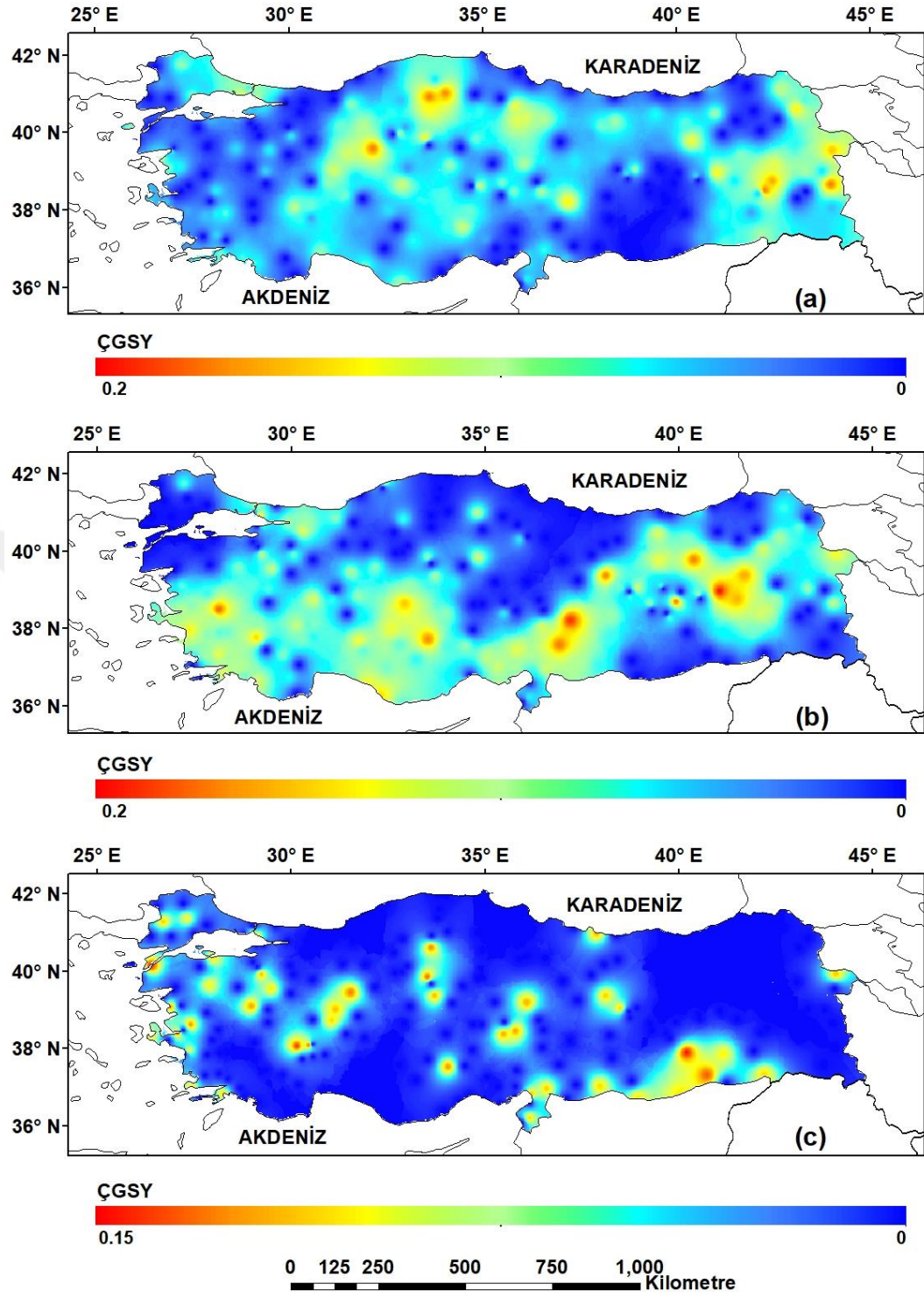
Şekil 4.42 AAO indisi ile yağışlar arasındaki çapraz spektral analiz sonucu farklı periyotlarda ilişkili meteoroloji istasyonlarını ve bu istasyonların AAO indisi ile aralarındaki faz farklarını göstermektedir. Buna göre 14 aylık periyotta AAO indisi ile yağışlar arasındaki faz farkı değerleri güneyde ve doğuda, 18 aylık periyotta batı ve güneyde, 23-24 aylık periyotta güneydoğuda yoğunlaşmıştır.

Şekil 4.43 AAO indisi ile indisi ile yağışlar arasındaki çapraz spektral analiz sonucu farklı periyotlarda ilişkili meteoroloji istasyonlarını ve bu istasyonların AAO indisi ile aralarında elde edilen ÇGSY değerlerini göstermektedir. Buna göre 14 aylık periyotta ÇGSY değerleri merkezde ve doğuda, 18 aylık periyotta batı, doğu ve güneyde, 23-24 aylık periyotta batıdan güneydoğuya doğru yoğunlaşmaktadır.

Ayrıca periyot arttıkça en büyük faz farkı değeri artmaktadır ve her bir periyot için en büyük faz farkı değeri periyodun yaklaşık yarısı kadardır.



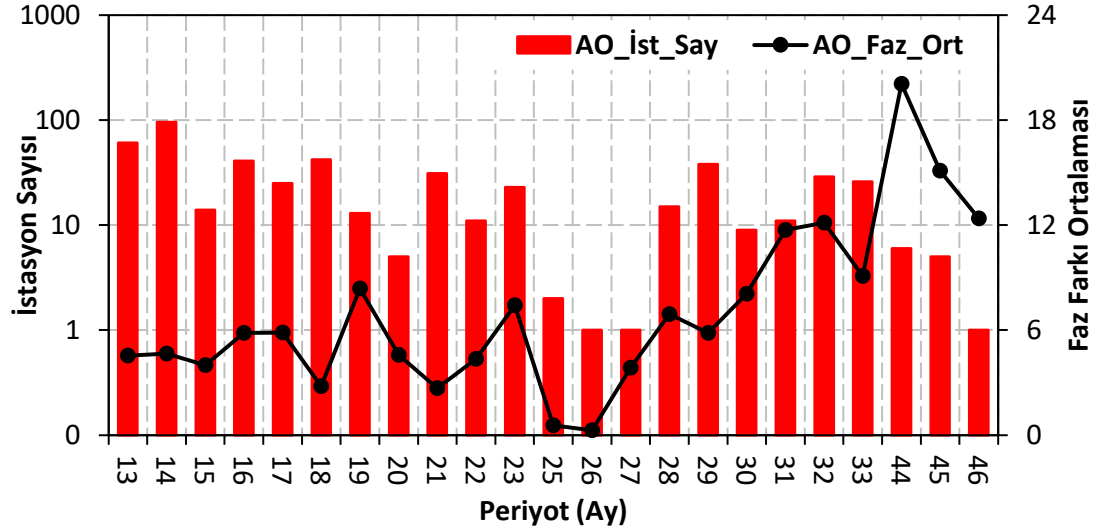
Şekil 4. 42: AAO indisi ile meteoroloji istasyonlarının yağışları arasındaki faz farklarının farklı periyotlara göre dağılımı a) 14 aylık periyot, b) 18 aylık periyot, c) 23-24 aylık periyotlar



Şekil 4. 43: AAO indisi ile meteoroloji istasyonlarının yağışları arasında elde edilen ÇGSY dağılımı a) 14 aylık periyot, b) 18 aylık periyot, c) 23-24 aylık periyotlar

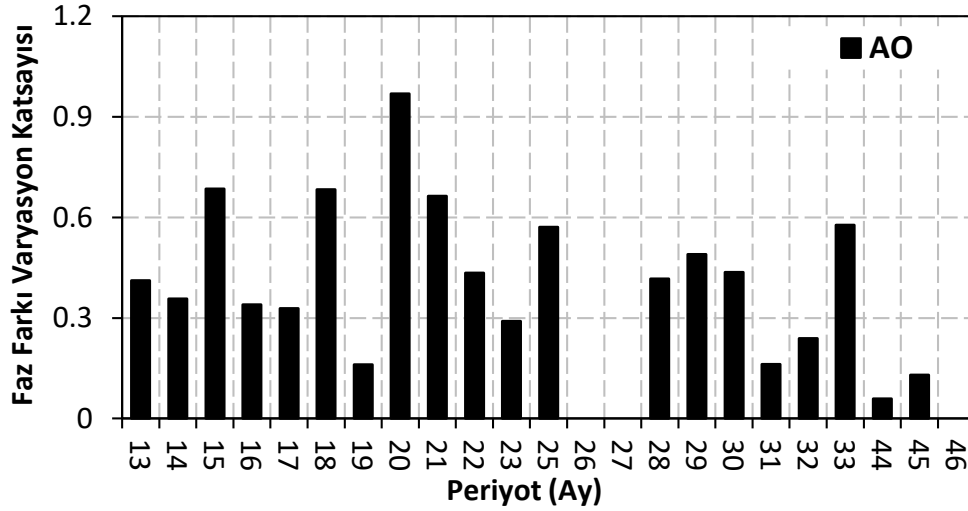
4.2.1.5 Yağışlar ile AO İndisi Arasında Yapılan Çapraz Spektral Analiz Sonuçları

239 adet meteoroloji istasyonunun her birinin aylık toplam yağış verileri ile aylık AO indisi arasındaki çapraz spektral analizler sonucunda frekans, periyot, ÇGSY ve faz farkı değerleri elde edilmiştir. Kırmızı gürültü eğrisinin üstünde kalan ÇGSY pik değerlerine karşılık gelen frekans, periyot, ÇGSY ve faz farkı değerleri belirlenmiştir. Belirlenen faz farkı değerlerinden negatif olanlar seçilerek, bunlara karşılık gelen frekans, periyot ve ÇGSY değerleri ele alınmıştır. AO indisi ile 13 ay veya daha uzun dönemlerde ilişki gösteren meteoroloji istasyonu sayısı ve her periyot için ortalama faz farkı değerleri Şekil 4.44'te verilmiştir.



Şekil 4. 44: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre AO indisi ile ilişkili meteoroloji istasyonlarının sayıları ve aralarındaki faz farklarının ortalamaları

Her periyot için faz farkı değerlerinin varyasyon katsayıları da Şekil 4.45'te verilmiştir. Böylece istasyon sayısının fazla olduğu ve ilgili faz farklarının varyasyon katsayılarının küçük olduğu periyotlar göz önüne alınmıştır. Buna göre meteoroloji istasyonlarının yağışlarının AO indisi ile çapraz spektral analizi sonucunda 14 ve 32-33 aylık periyotlar seçilmiştir.



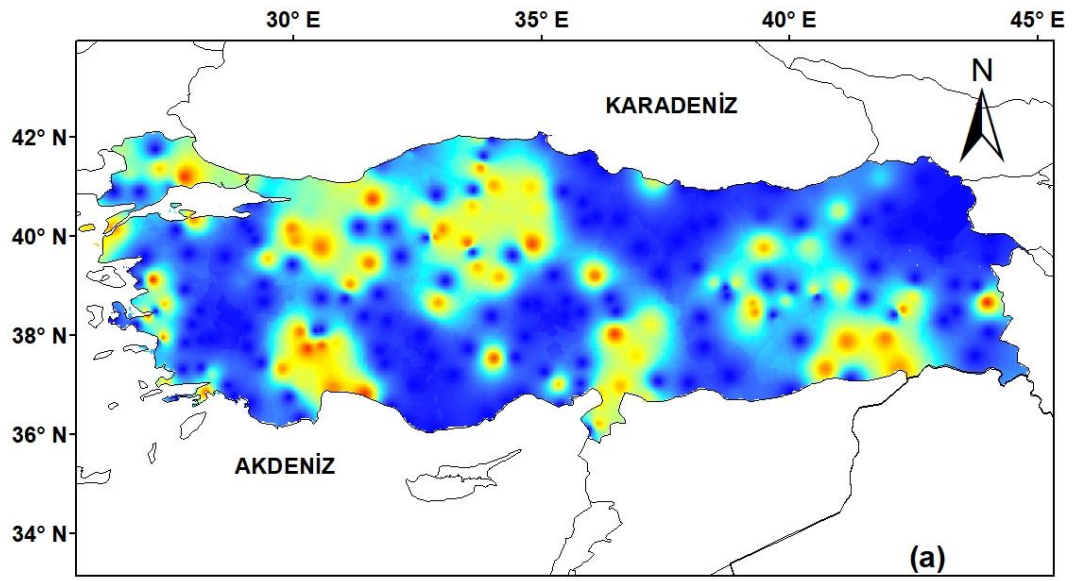
Şekil 4. 45: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre AO indisi ile meteoroloji istasyonlarının aralarındaki faz farklarının varyasyon katsayıları

Şekil 4.46 AO indisi ile yağışlar arasındaki çapraz spektral analiz sonucu farklı periyotlarda ilişkili meteoroloji istasyonlarını ve bu istasyonların AO indisi ile aralarındaki faz farkı değerlerini göstermektedir. Buna göre 14 aylık periyotta AO indisi ile yağışlar arasındaki faz farkı değerleri batıda, merkezde ve doğuda, 32-33 aylık periyotta doğu ve güneydoğuda yoğunlaşmaktadır.

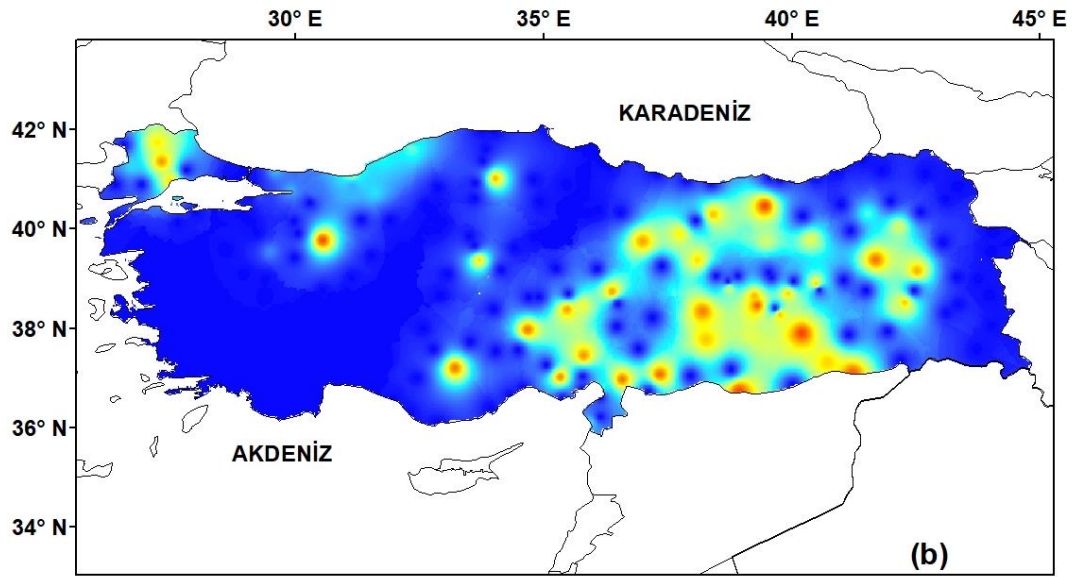
Ayrıca periyot arttıkça en büyük faz farkı değeri artmaktadır ve her bir periyot için en büyük faz farkı değeri periyodun yaklaşık yarısı kadardır.

Şekil 4.47 AO indisi ile yağışlar arasındaki çapraz spektral analiz sonucu farklı periyotlarda ilişkili meteoroloji istasyonlarını ve bu istasyonların AO indisi ile aralarındaki ÇGSY değerlerini göstermektedir. Buna göre 14 aylık periyotta AO indisi ile yağışlar arasındaki ÇGSY değerleri merkezde ve doğuda, 32-33 aylık periyotta doğu ve güneydoğuda yoğunlaşmaktadır.

Ayrıca periyot arttıkça en büyük ÇGSY değeri artmaktadır. Türkiye'nin merkezinde büyük ÇGSY değerleri bulunmaktadır.



Faz Farkı

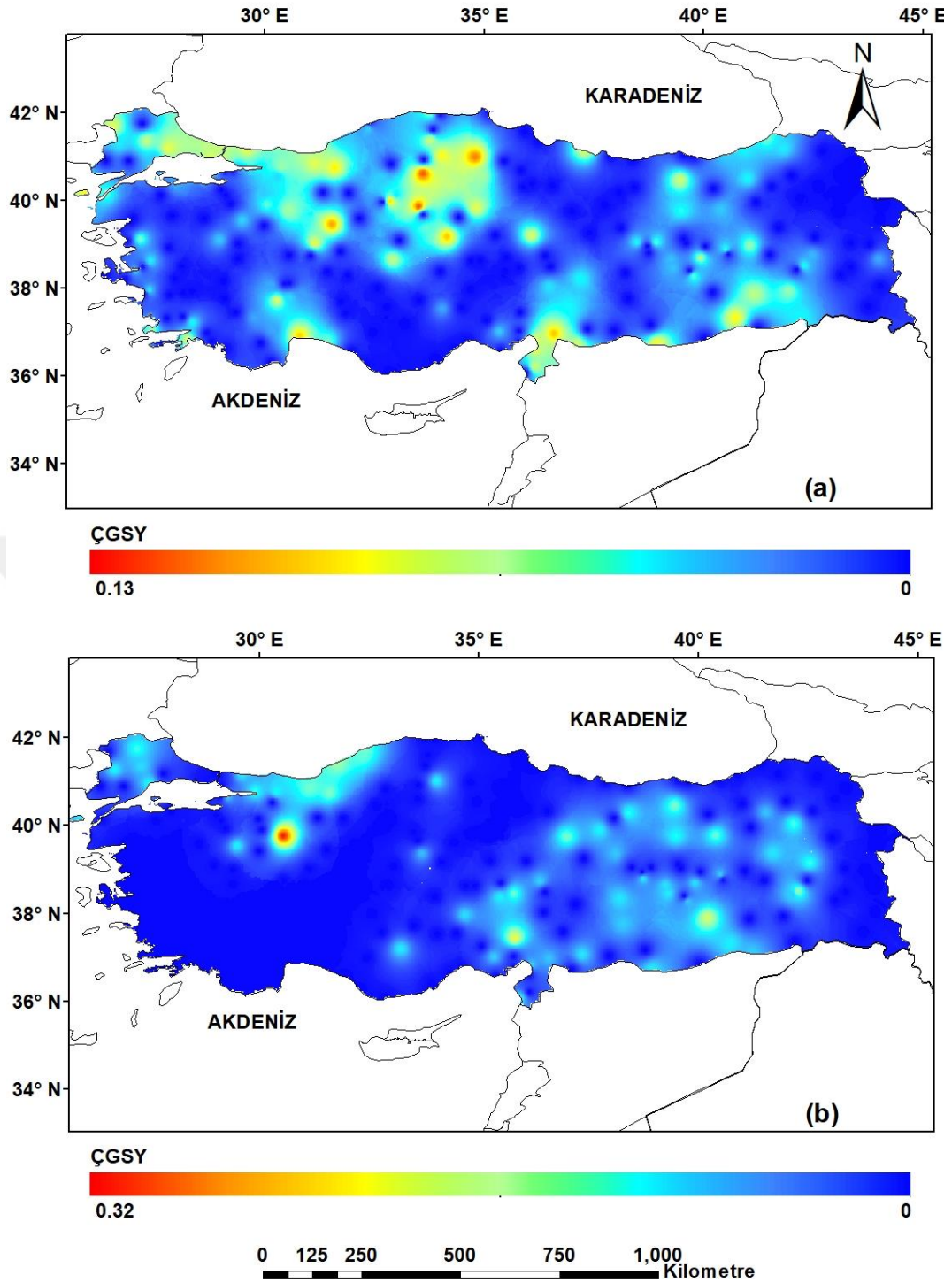


Faz Farkı



0 125 250 500 750 1,000 Kilometre

Şekil 4. 46: AO indisi ile meteoroloji istasyonlarının yağışları arasındaki faz farklarının farklı periyotlara göre dağılımı a) 14 aylık periyot, b) 32-33 aylık periyotlar



Şekil 4. 47: AO indisi ile meteoroloji istasyonlarının yağışları arasında elde edilen ÇGSY dağılımı
a) 14 aylık periyot, b) 32-33 aylık periyotlar

Faz farkı ve ÇGSY değerleri yağış ve iklim bölgelerine göre dağılım göstermemektedirler. Periyoda göre faz farkı ve ÇGSY değerleri doğu batı yönünde değişiklik göstermektedir.

4.2.2 Akımlar ile Okyanus Salınımı İndisleri Arasındaki Çapraz Spektral Analiz Sonuçları

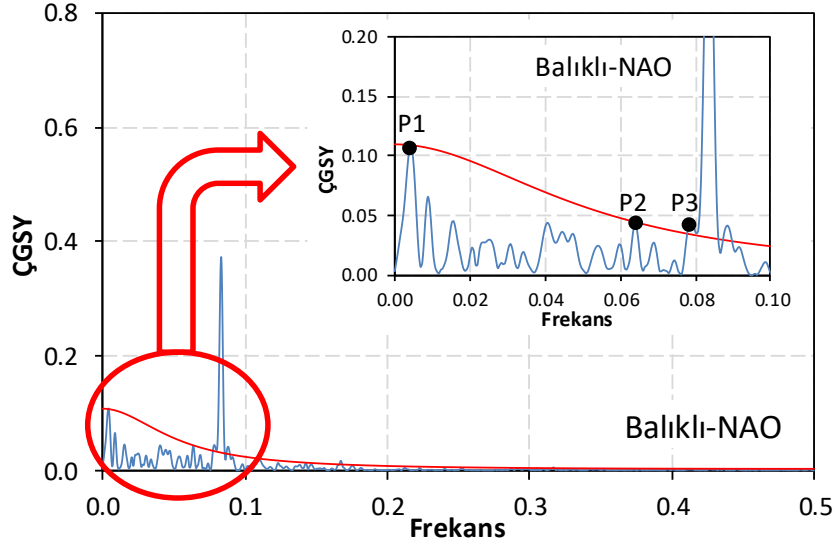
137 adet akım gözlem istasyonunun aylık toplam akım verileri ile aylık NAO, aylık IOD, aylık SO, aylık AAO, aylık AO indisleri arasında yapılan çapraz spektral analizler sonucunda aralarındaki frekans, periyot, ÇGSY ve faz farkı değerleri elde edilmiştir.

4.2.2.1 Akımlar ile NAO İndisi Arasında Yapılan Çapraz Spektral Analiz Sonuçları

137 adet akım gözlem istasyonunun her birinin aylık toplam akım verileri ile aylık NAO indisi arasındaki çapraz spektral analizler sonucunda frekans, periyot, ÇGSY ve faz farkı değerleri elde edilmiştir. Kırmızı gürültü eğrisinin üstünde kalan ÇGSY pik değerlerine karşılık gelen frekans, periyot, ÇGSY ve faz farkı değerleri belirlenmiştir. Belirlenen faz farkı değerlerinden negatif olanlar seçilerek, bunlara karşılık gelen frekans, periyot ve ÇGSY değerleri ele alınmıştır.

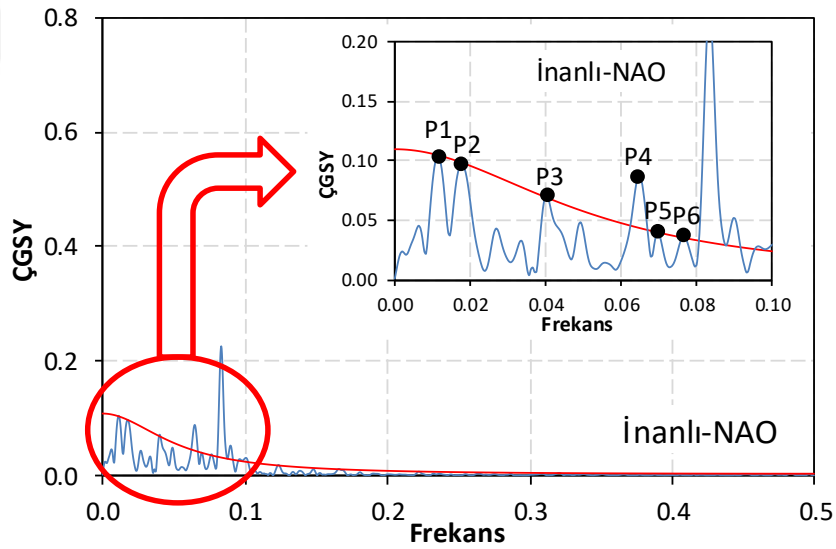
Örnek istasyonlar Balıklı, İnanlı, Soğucak ve NAO indisi için çapraz spektral analiz grafikleri Şekil 4.48-4.50’de detaylı olarak incelenmiş, kırmızı gürültü çizgisinin altında kalan pikler hesaba katılmamıştır. Piklerin frekansları, periyotları (Ay), ÇGSY değerleri ve faz farkları (Ay) Tablo 4.3’te verilmiştir.

Balıklı AGİ akımları ile NAO indisinin çapraz spektral analizi sonucunda NAO indisinin önce olduğu durumlara karşılık gelen faz farkları negatif olanlar olduğu için Tablo 4.3’te 13 aylık periyottaki pik dikkate alınmıştır.



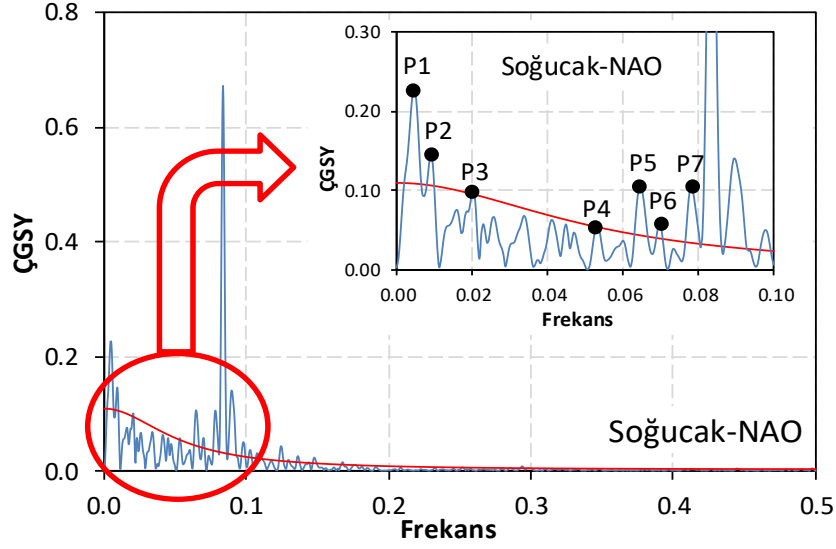
Şekil 4. 48: Balıklı-NAO indisi Çapraz Spektral Analiz sonuçları

İnanlı AGİ akımları ile NAO indisinin çapraz spektral analizi sonucunda NAO indisinin önce olduğu durumlara karşılık gelen faz farkları negatif olanlar olduğu için Tablo 4.3'te 13 aylık periyottaki pik dikkate alınmıştır.



Şekil 4. 49: İnanlı-NAO indisi Çapraz Spektral Analiz sonuçları

Soğucak AGİ akımları ile NAO indisinin çapraz spektral analizi sonucunda NAO indisinin önce olduğu durumlara karşılık gelen faz farkları negatif olanlar olduğu için Tablo 4.3'te 13 aylık periyottaki pik dikkate alınmıştır.

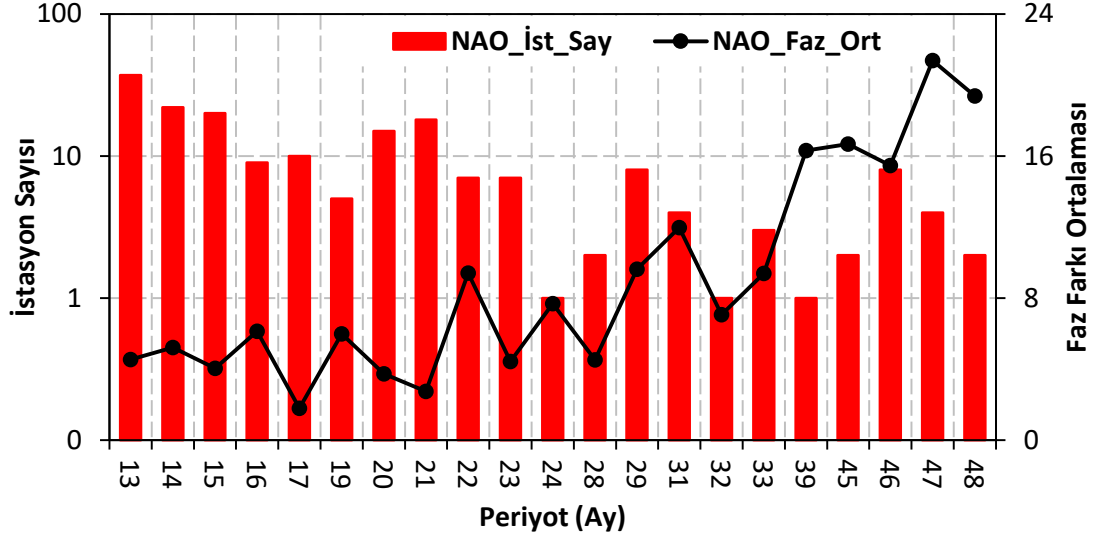


Şekil 4. 50: Soğucak-NAO indisi Çapraz Spektral Analiz sonuçları

Tablo 4. 3: Akım gözlem istasyonları ve NAO indisi arasındaki Çapraz Spektral Analiz sonuçları

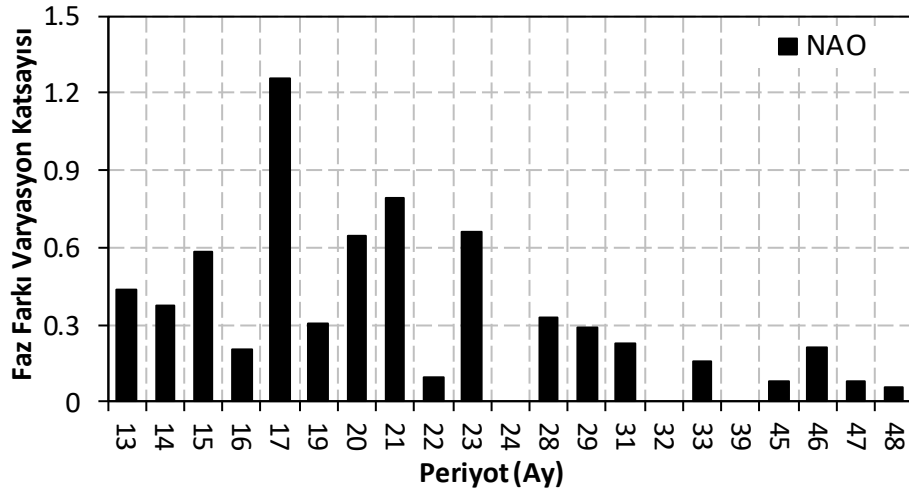
İstasyon	Pik Numarası	Frekans	Periyot (Ay)	ÇGSY	Faz farkı (Ay)
Balıklı-NAO	P1	0.00440	228	0.10881	94
	P2	0.06397	16	0.04311	4
	P3	0.07861	13	0.04495	-6
İnanlı-NAO	P1	0.01123	89	0.10472	34
	P2	0.01758	57	0.09748	2
	P3	0.04004	25	0.07153	8
	P4	0.06494	15	0.08890	1
	P5	0.06982	14	0.04024	7
	P6	0.07666	13	0.03730	-3
Soğucak-NAO	P1	0.00488	205	0.22613	70
	P2	0.00928	108	0.14531	40
	P3	0.02051	49	0.09997	8
	P4	0.05322	19	0.05726	-4
	P5	0.06445	16	0.10587	2
	P6	0.06982	14	0.05749	7
	P7	0.07813	13	0.10536	-5

NAO indisi ile 13 ay veya daha uzun dönemlerde ilişki gösteren akım gözlem istasyonu sayısı ve her periyot için ortalama faz farkı değerleri Şekil 4.51’de verilmiştir.



Şekil 4. 51: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre NAO indisi ile ilişkili akım gözlem istasyonlarının sayıları ve aralarındaki faz farklarının ortalamaları

Her periyot için faz farkı değerlerinin varyasyon katsayıları da Şekil 4.52’de verilmiştir. Böylece istasyon sayısının fazla olduğu ve ilgili faz farklarının varyasyon katsayılarının küçük olduğu periyotlar göz önüne alınmıştır. Buna göre akım gözlem istasyonlarının akımlarının NAO indisi ile çapraz spektral analizi sonucunda 13 ve 20-21 aylık periyotlar seçilmiştir.

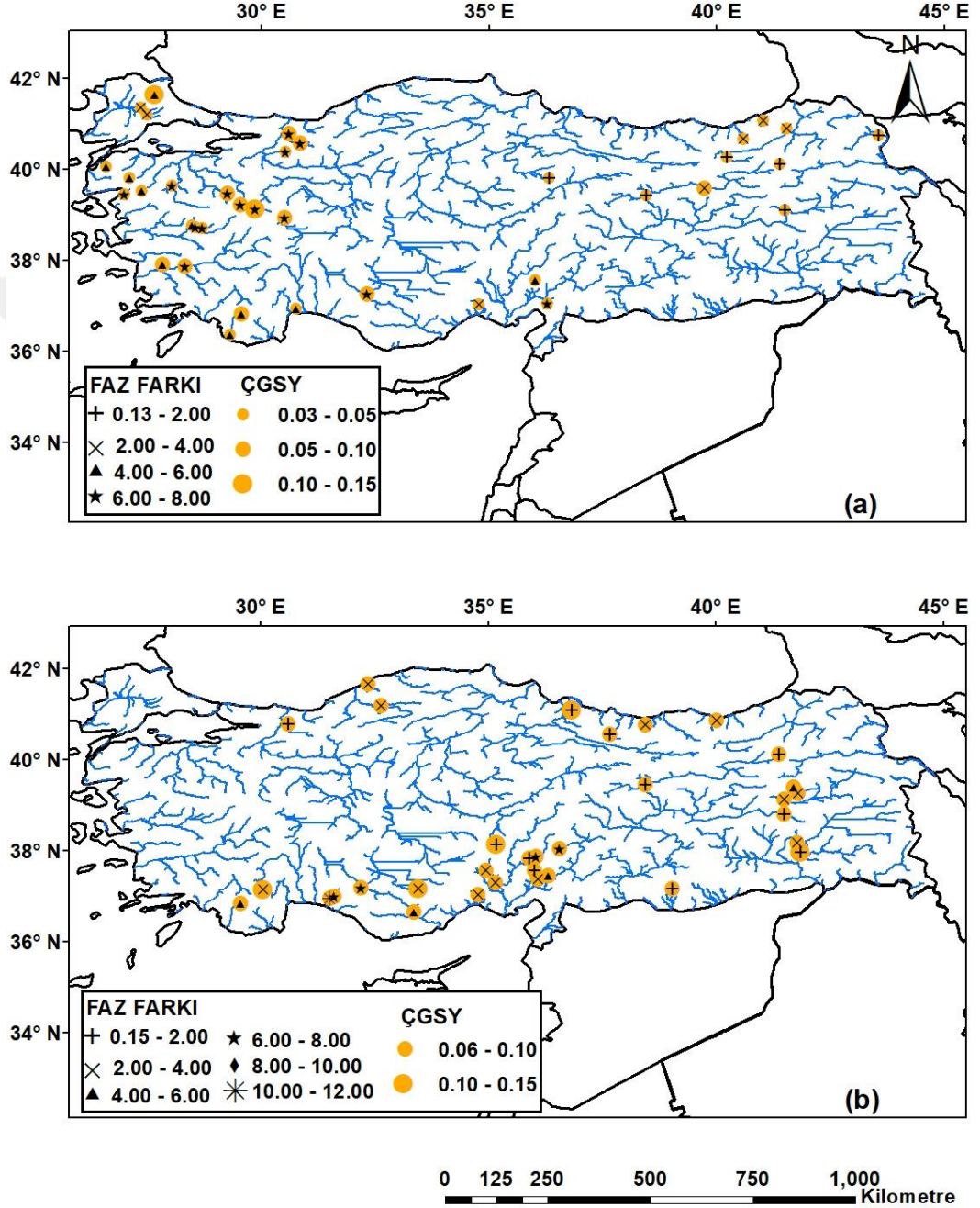


Şekil 4. 52: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre NAO indisi ile akım gözlem istasyonlarının aralarındaki faz farklarının varyasyon katsayıları

Şekil 4.53 NAO indisi ile akımlar arasındaki çapraz spektral analiz sonucu farklı periyotlarda ilişkili akım gözlem istasyonlarını ve bu istasyonların NAO indisi ile aralarındaki faz farkı ve ÇGSY değerlerini göstermektedir. Buna göre 13 aylık periyotta NAO indisi ile akımlar arasındaki faz farkı ve ÇGSY değerleri batıda ve

doğuda, 20-21 aylık periyotta faz farkı ve ÇGSY değerleri doğuda ve güneyde yoğunlaşmaktadır.

Ayrıca periyot arttıkça en büyük faz farkı değeri artmaktadır ve her bir periyot için en büyük faz farkı değeri periyodun yaklaşık yarısı kadardır.



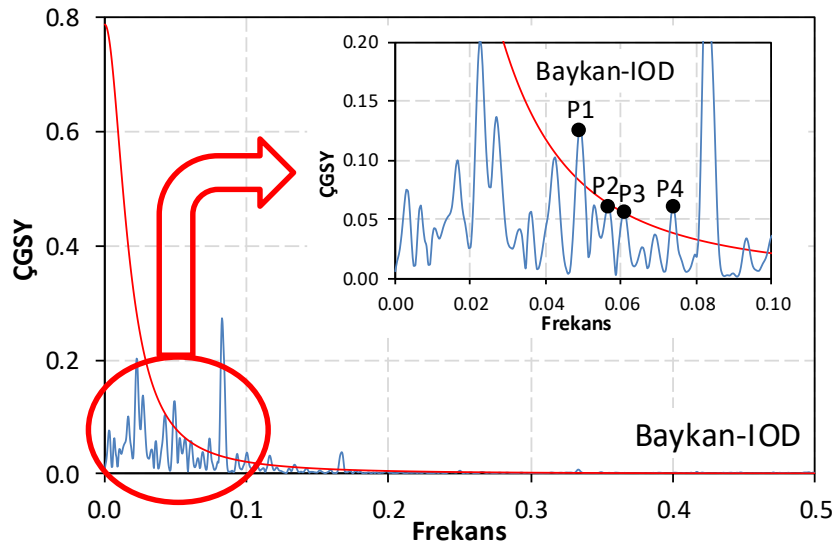
Şekil 4. 53: NAO indisi ile akım gözlem istasyonlarının akımları arasındaki faz farkı ve ÇGSY değerlerinin Türkiye haritasındaki yerleri a) 13 aylık periyot, b) 20-21 aylık periyotlar

4.2.2.2 Akımlar ile IOD İndisi Arasında Yapılan Çapraz Spektral Analiz Sonuçları

137 adet akım gözlem istasyonunun her birinin aylık toplam akım verileri ile aylık IOD indisi arasındaki çapraz spektral analizler sonucunda frekans, periyot, ÇGSY ve faz farkı değerleri elde edilmiştir. Kırmızı gürültü eğrisinin üstünde kalan ÇGSY pik değerlerine karşılık gelen frekans, periyot, ÇGSY ve faz farkı değerleri belirlenmiştir. Belirlenen faz farkı değerlerinden negatif olanlar seçilerek, bunlara karşılık gelen frekans, periyot ve ÇGSY değerleri ele alınmıştır.

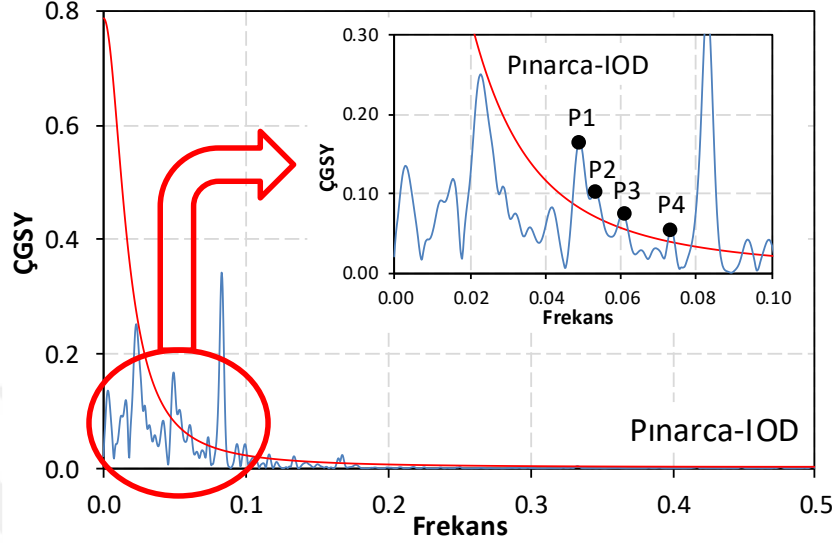
Örnek istasyonlar Baykan, Pınarca, Melekbahçe ve IOD indisi için çapraz spektral analiz grafikleri Şekil 4.54-4.56'da detaylı olarak incelenmiş, kırmızı gürültü çizgisinin altında kalan pikler hesaba katılmamıştır. Piklerin frekansları, periyotları (Ay), ÇGSY değerleri ve faz farkları (Ay) Tablo 4.4'te verilmiştir.

Baykan AGİ akımları ile IOD indisinin çapraz spektral analizi sonucunda IOD indisinin önde olduğu durumlara karşılık gelen faz farkları negatif olanlar olduğu için Tablo 4.4'te 14 aylık periyottaki pik dikkate alınmıştır.



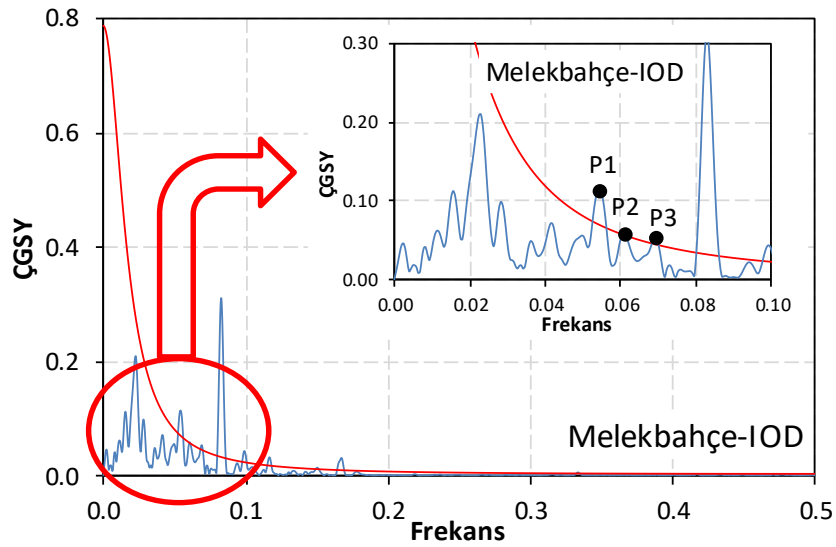
Şekil 4. 54: Baykan-IOD indisi Çapraz Spektral Analiz sonuçları

Pınarca AGİ akımları ile IOD indisinin çapraz spektral analizi sonucunda IOD indisinin önde olduğu durumlara karşılık gelen faz farkları negatif olanlar olduğu için Tablo 4.4'te 14 aylık periyottaki pik dikkate alınmıştır.



Şekil 4. 55: Pınarca-IOD indisi Çapraz Spektral Analiz sonuçları

Melekbahçe AGİ akımları ile IOD indisinin çapraz spektral analizi sonucunda IOD indisinin önde olduğu durumlara karşılık gelen faz farkları negatif olanlar olduğu için Tablo 4.4'te 14 ve 18 aylık periyottaki pikler dikkate alınmıştır.

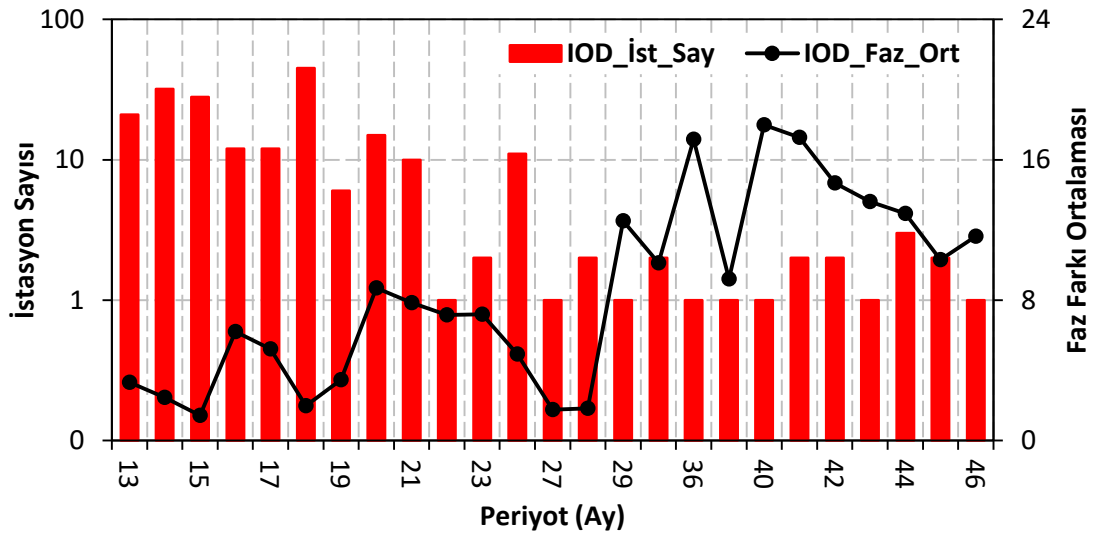


Şekil 4. 56: Melekbahçe-IOD indisi Çapraz Spektral Analiz sonuçları

Tablo 4. 4: Akım gözlem istasyonları ve IOD indisi arasındaki Çapraz Spektral Analiz sonuçları

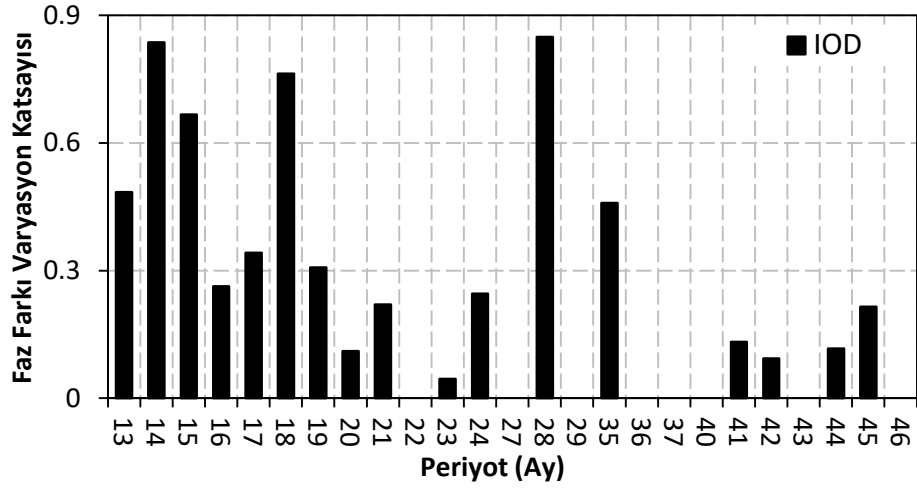
İstasyon	Pik Numarası	Frekans	Periyot (Ay)	ÇGSY	Faz farkı (Ay)
Baykan- IOD	P1	0.04932	20	0.12682	-9
	P2	0.05664	18	0.06137	4
	P3	0.06055	17	0.05675	-7
	P4	0.07373	14	0.06152	-6
Pınarca- IOD	P1	0.04932	20	0.16781	-8
	P2	0.05322	19	0.10261	-2
	P3	0.06055	17	0.07618	-7
	P4	0.07373	14	0.05466	-6
Melek- bahçe- IOD	P1	0.05420	18	0.11437	-4
	P2	0.06104	16	0.05814	-8
	P3	0.06934	14	0.05343	-2

IOD indisi ile 13 ay veya daha uzun dönemlerde ilişki gösteren akım gözlem istasyonu sayısı ve her periyot için ortalama faz farkı değerleri Şekil 4.57’de verilmiştir.



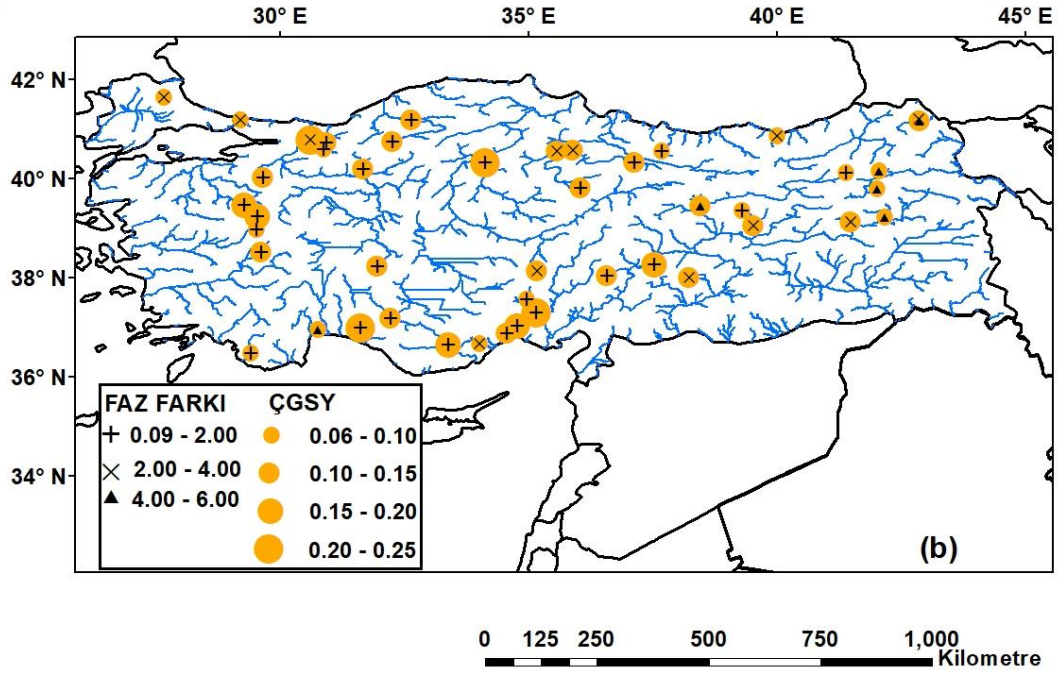
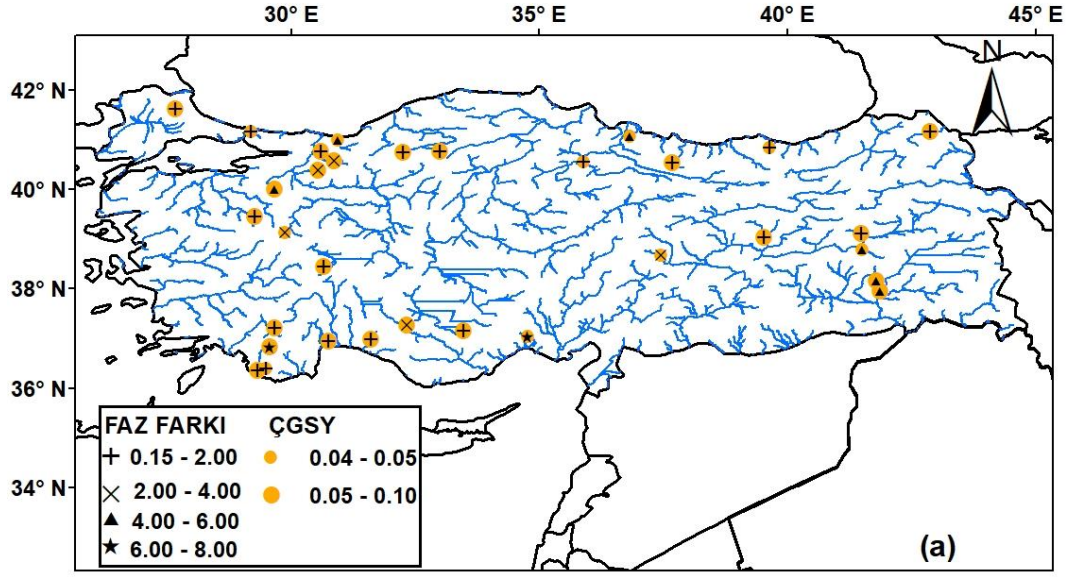
Şekil 4. 57: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre IOD indisi ile ilişkili akım gözlem istasyonlarının sayıları ve aralarındaki faz farklarının ortalamaları

Her periyot için faz farkı değerlerinin varyasyon katsayıları da Şekil 4.58’de verilmiştir. Böylece istasyon sayısının fazla olduğu ve ilgili faz farklarının varyasyon katsayılarının küçük olduğu periyotlar göz önüne alınmıştır. Buna göre akım gözlem istasyonlarının akımlarının IOD indisi ile çapraz spektral analizi sonucunda 14 ve 18 aylık periyotlar seçilmiştir.



Şekil 4. 58: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre IOD indisi ile akım gözlem istasyonlarının aralarındaki faz farklarının varyasyon katsayıları

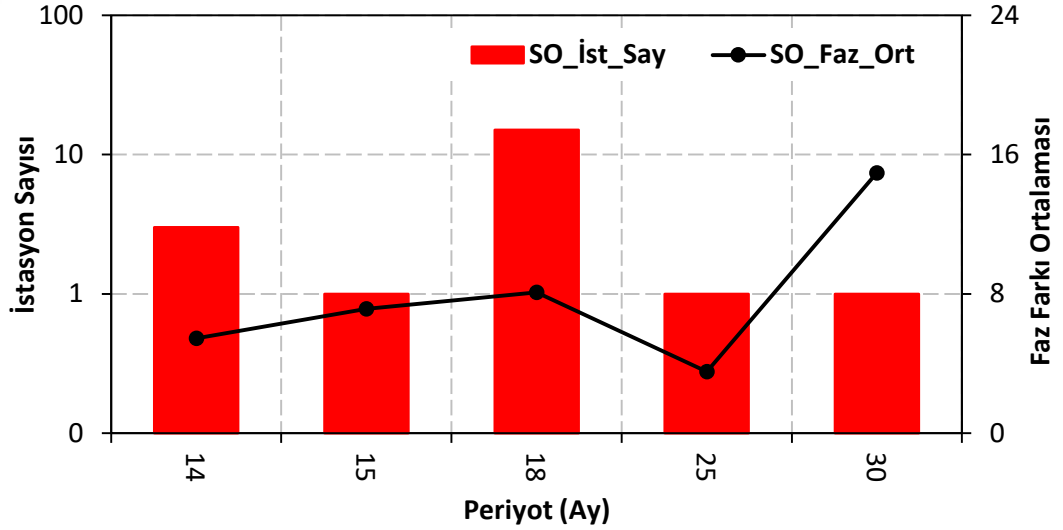
Şekil 4.59 IOD indisi ile akımlar arasındaki çapraz spektral analiz sonucu farklı periyotlarda ilişkili akım gözlem istasyonlarını ve bu istasyonların IOD indisi ile aralarındaki faz farkı ve ÇGSY değerlerini göstermektedir. Buna göre 14 aylık periyotta IOD indisi ile akımlar arasındaki faz farkı ve ÇGSY değerleri batıda yoğunlaşmaktadır. 18 aylık periyotta büyük ÇGSY değerleri çoğunluktadır. Buna göre daha güçlü bir ilişki görülmüştür. Ayrıca periyot arttıkça en büyük ÇGSY değeri artmaktadır.



Şekil 4. 59: IOD indisi ile akım gözlem istasyonlarının akımları arasındaki faz farkı ve ÇGSY değerlerinin Türkiye haritasındaki yerleri a) 14 aylık periyot, b) 18 aylık periyot

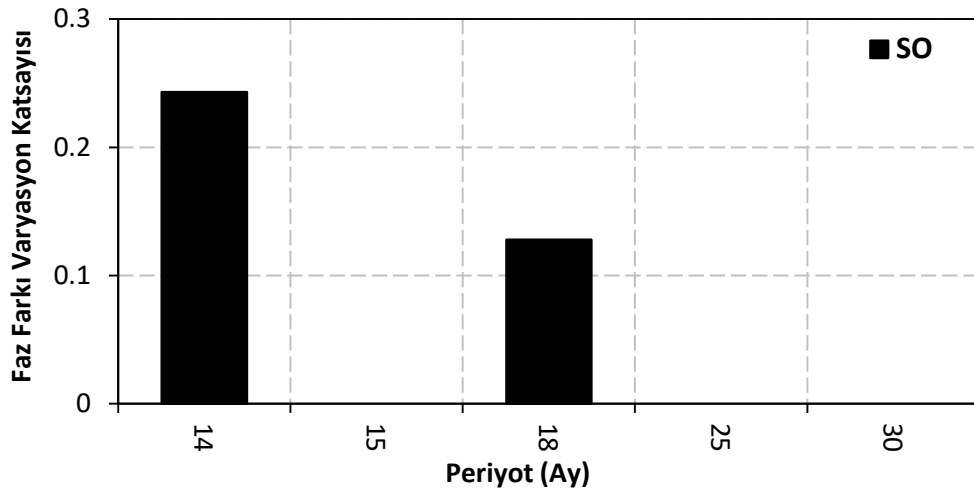
4.2.2.3 Akımlar ile SO İndisi Arasında Yapılan Çapraz Spektral Analiz Sonuçları

137 adet akım gözlem istasyonunun her birinin aylık toplam akım verileri ile aylık SO indisi arasındaki çapraz spektral analizler sonucunda frekans, periyot, ÇGSY ve faz farkı değerleri elde edilmiştir. Kırmızı gürültü eğrisinin üstünde kalan ÇGSY pik değerlerine karşılık gelen frekans, periyot, ÇGSY ve faz farkı değerleri belirlenmiştir. Belirlenen faz farkı değerlerinden negatif olanlar seçilerek, bunlara karşılık gelen frekans, periyot ve ÇGSY değerleri ele alınmıştır. SO indisi ile 13 ay veya daha uzun dönemlerde ilişki gösteren akım gözlem istasyonu sayısı ve her periyot için ortalama faz farkı değerleri Şekil 4.60'ta verilmiştir.



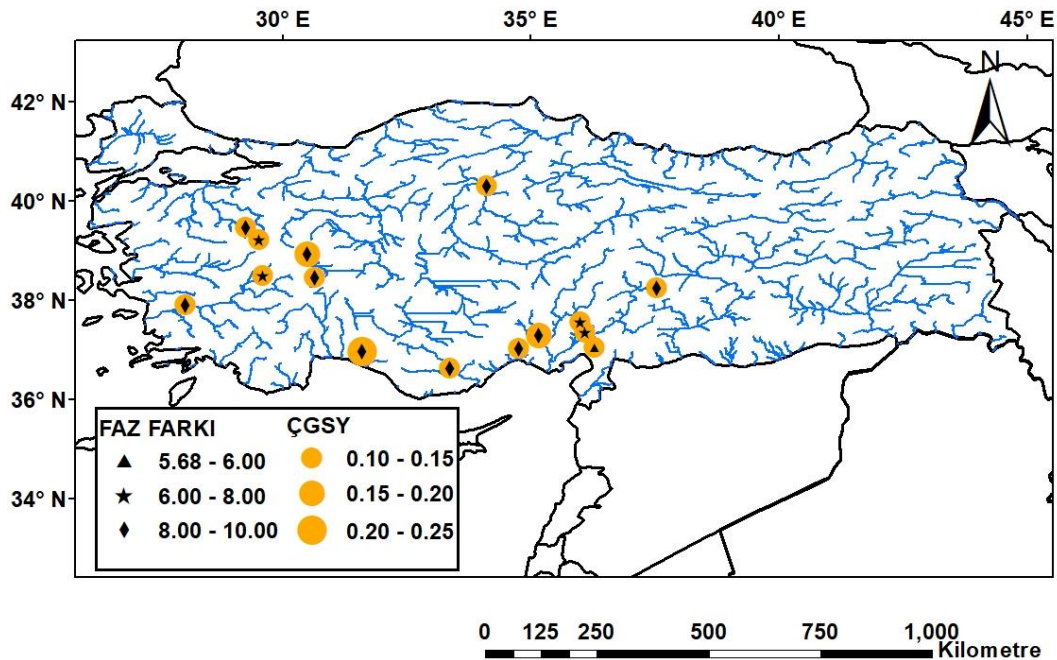
Şekil 4. 60: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre SO indisi ile ilişkili akım gözlem istasyonlarının sayıları ve aralarındaki faz farklarının ortalamaları

Her periyot için faz farkı değerlerinin varyasyon katsayıları da Şekil 4.61'de verilmiştir. Böylece istasyon sayısının fazla olduğu ve ilgili faz farklarının varyasyon katsayılarının küçük olduğu periyotlar göz önüne alınmıştır. Buna göre akım gözlem istasyonlarının akımlarının SO indisi ile çapraz spektral analizi sonucunda 18 aylık periyot seçilmiştir.



Şekil 4. 61: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre SO indisi ile akım gözlem istasyonlarının aralarındaki faz farklarının varyasyon katsayıları

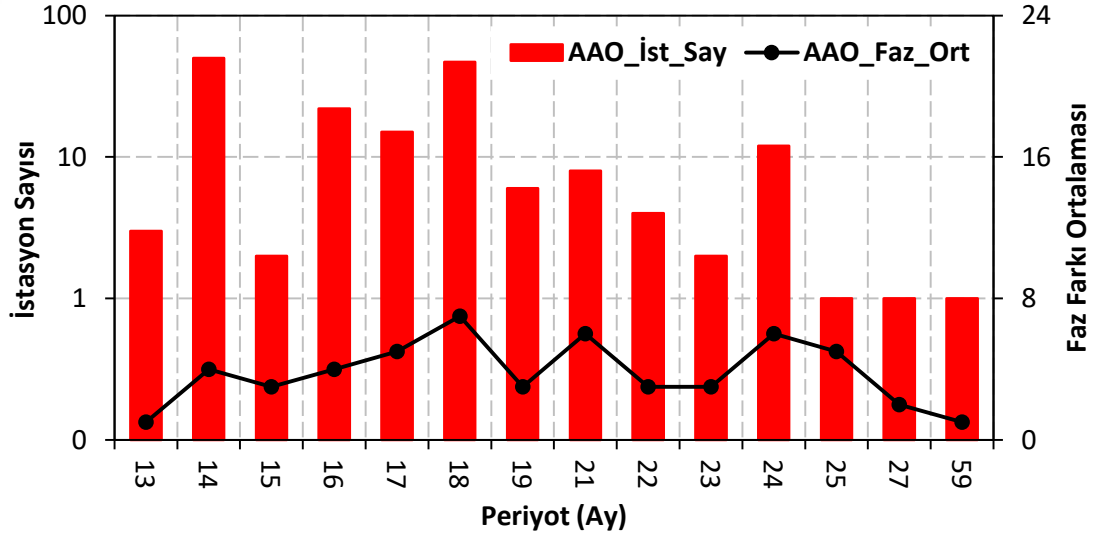
Şekil 4.62 SO indisi ile akımlar arasındaki çapraz spektral analiz sonucu farklı periyotlarda ilişkili akım gözlem istasyonlarını ve bu istasyonların SO indisi ile aralarındaki faz farkı ve ÇGSY değerlerini göstermektedir. Buna göre 18 aylık periyotta SO ile akımlar arasındaki faz farkı ve ÇGSY değerleri güneyde yoğunlaşmaktadır ve büyük ÇGSY değerleri olduğundan güçlü bir ilişki görülmüştür.



Şekil 4. 62: SO indisi ile akım gözlem istasyonlarının akımları arasındaki faz farkı ve ÇGSY değerlerinin 18 aylık periyot için Türkiye haritasındaki yerleri

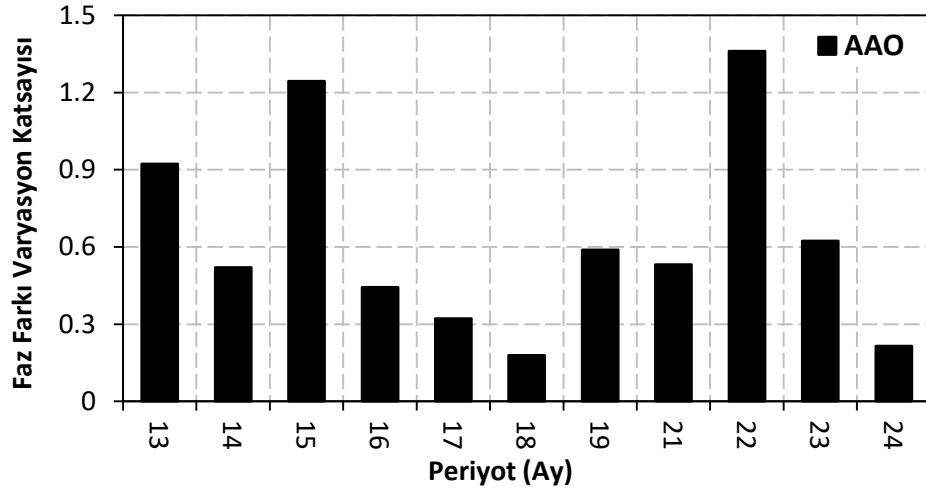
4.2.2.4 Akımlar ile AAO İndisi Arasında Yapılan Çapraz Spektral Analiz Sonuçları

137 adet akım gözlem istasyonunun her birinin aylık toplam akım verileri ile aylık AAO indisi arasındaki çapraz spektral analiz sonucunda frekans, periyot, ÇGSY ve faz farkı değerleri elde edilmiştir. Kırmızı gürültü eğrisinin üstünde kalan ÇGSY pik değerlerine karşılık gelen frekans, periyot, ÇGSY ve faz farkı değerleri belirlenmiştir. Belirlenen faz farkı değerlerinden negatif olanlar seçilerek, bunlara karşılık gelen frekans, periyot ve ÇGSY değerleri ele alınmıştır. AAO indisi ile 13 ay veya daha uzun dönemlerde ilişki gösteren akım gözlem istasyonu sayısı ve her periyot için ortalama faz farkı değerleri Şekil 4.63'te verilmiştir.



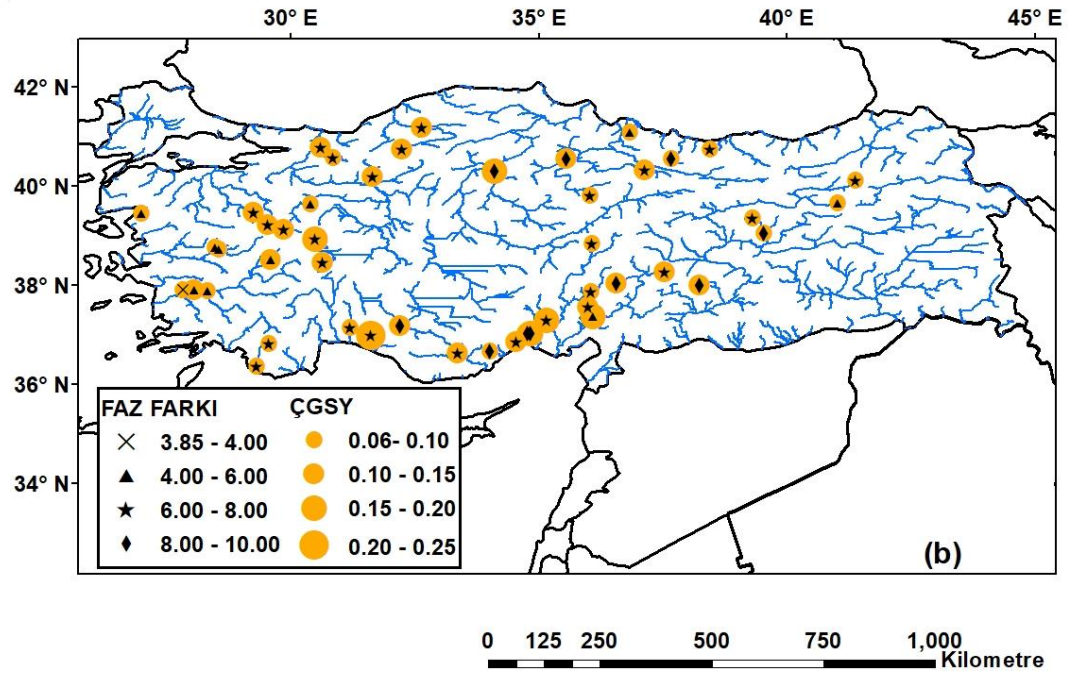
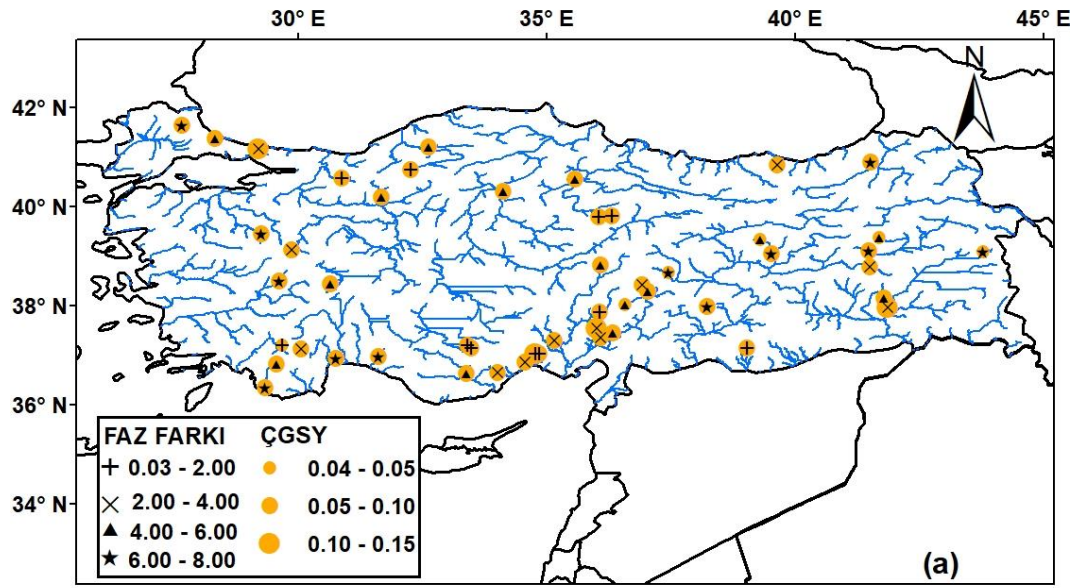
Şekil 4. 63: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre AAO indisi ile ilişkili akım gözlem istasyonlarının sayıları ve aralarındaki faz farklarının ortalamaları

Her periyot için faz farkı değerlerinin varyasyon katsayıları da Şekil 4.64'te verilmiştir. Böylece istasyon sayısının fazla olduğu ve ilgili faz farklarının varyasyon katsayılarının küçük olduğu periyotlar göz önüne alınmıştır. Buna göre akım gözlem istasyonlarının akımlarının AAO indisi ile çapraz spektral analizi sonucunda 14 ve 18 aylık periyotlar seçilmiştir.



Şekil 4. 64: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre AAO indisi ile akım gözlem istasyonlarının aralarındaki faz farklarının varyasyon katsayıları

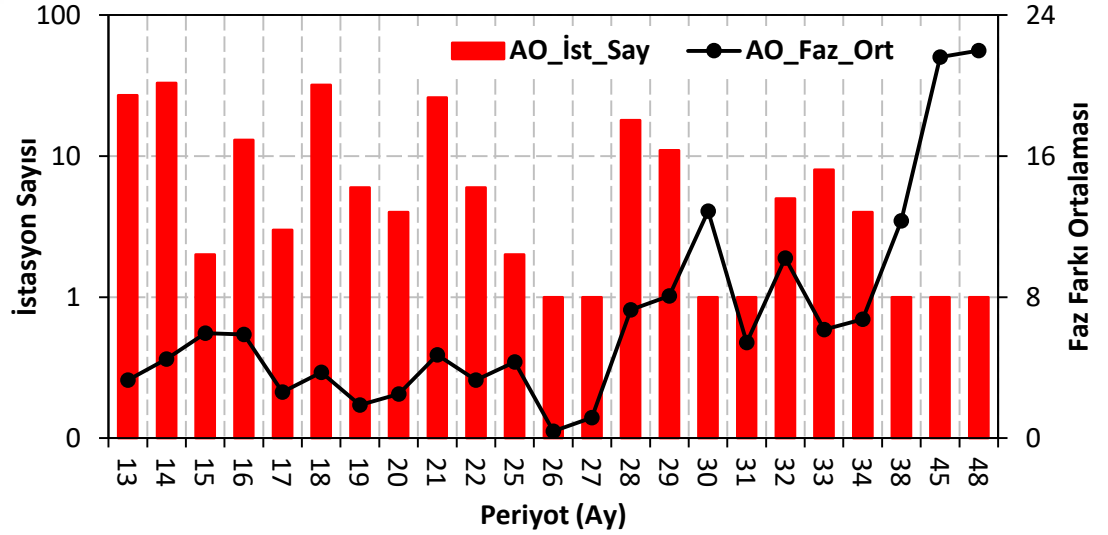
Şekil 4.65 AAO indisi ile akımlar arasındaki çapraz spektral analiz sonucu farklı periyotlarda ilişkili akım gözlem istasyonlarını ve bu istasyonların AAO indisi ile aralarındaki faz farkı ve ÇGSY değerlerini göstermektedir. Buna göre AAO indisi ile akımlar arasındaki faz farkı ve ÇGSY değerleri 14 aylık periyotta merkezde ve güneyde, 18 aylık periyotta kuzey, batı ve güneyde yoğunlaşmaktadır. Ayrıca bu periyotta büyük ÇGSY değerleri çoğunluktadır. Buna göre daha güçlü bir ilişki görülmüştür. Ayrıca periyot arttıkça en büyük faz farkı ile ÇGSY değeri artmaktadır ve her bir periyot için en büyük faz farkı değeri periyodun yaklaşık yarısı kadardır.



Şekil 4. 65: AAO indisi ile akım gözlem istasyonlarının akımları arasındaki faz farkı ve ÇGSY değerlerinin Türkiye haritasındaki yerleri a) 14 aylık periyot, b) 18 aylık periyot

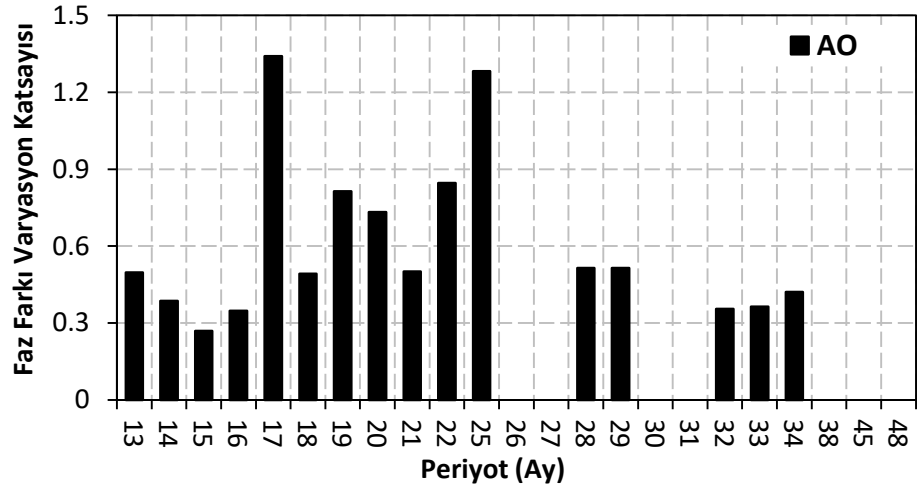
4.2.2.5 Akımlar ile AO İndisi Arasında Yapılan Çapraz Spektral Analiz Sonuçları

137 adet akım gözlem istasyonunun her birinin aylık toplam akım verileri ile aylık AO indisi arasındaki çapraz spektral analizler sonucunda frekans, periyot, ÇGSY ve faz farkı değerleri elde edilmiştir. Kırmızı gürültü eğrisinin üstünde kalan ÇGSY pik değerlerine karşılık gelen frekans, periyot, ÇGSY ve faz farkı değerleri belirlenmiştir. Belirlenen faz farkı değerlerinden negatif olanlar seçilerek, bunlara karşılık gelen frekans, periyot ve ÇGSY değerleri ele alınmıştır. AO indisi ile 13 ay veya daha uzun dönemlerde ilişki gösteren akım gözlem istasyonu sayısı ve her periyot için ortalama faz farkı değerleri Şekil 4.66’da verilmiştir.



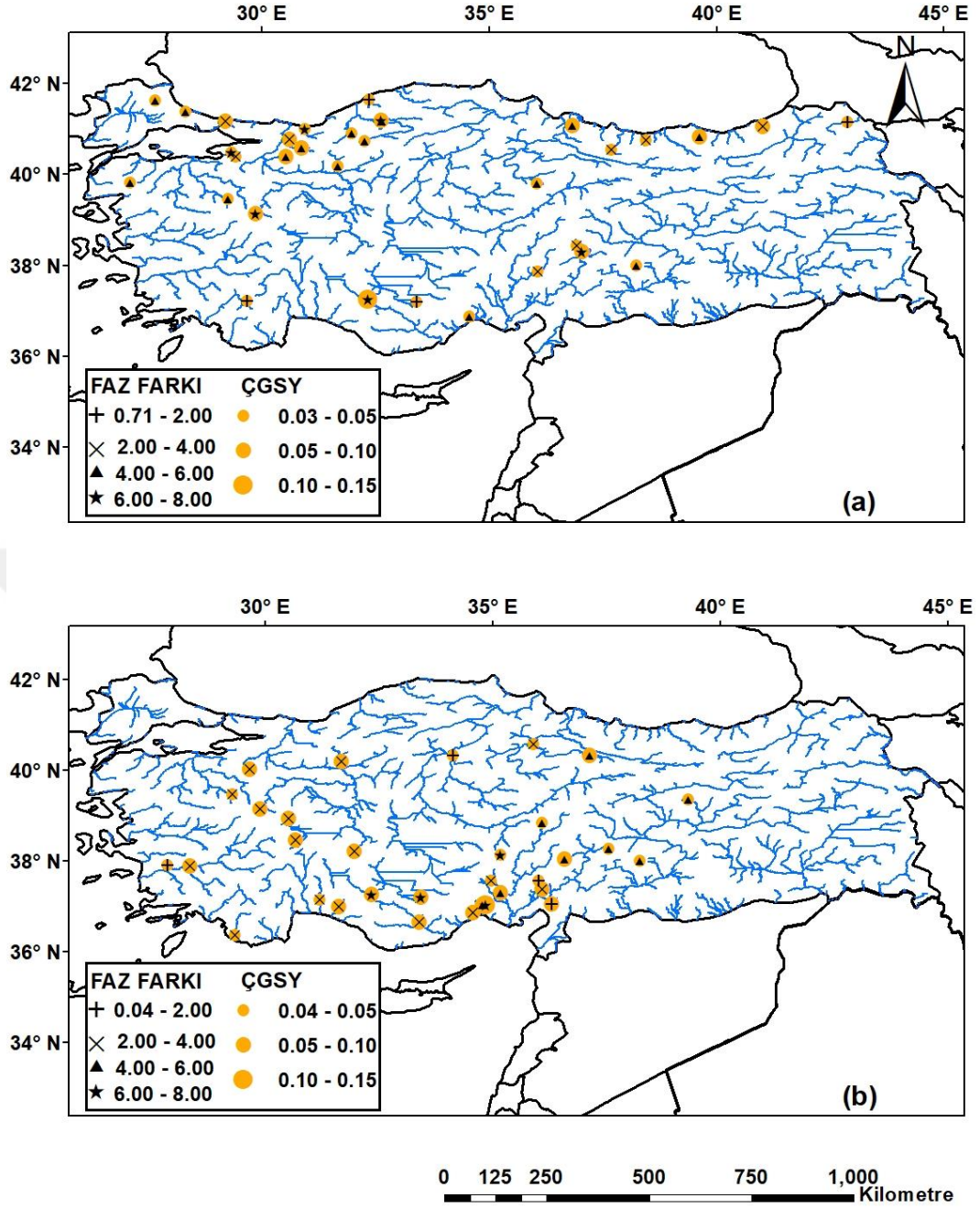
Şekil 4. 66: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre AO indisi ile ilişkili akım gözlem istasyonlarının sayıları ve aralarındaki faz farklarının ortalamaları

Her periyot için faz farkı değerlerinin varyasyon katsayıları da Şekil 4.67’de verilmiştir. Böylece istasyon sayısının fazla olduğu ve ilgili faz farklarının varyasyon katsayılarının küçük olduğu periyotlar göz önüne alınmıştır. Buna göre akım gözlem istasyonlarının akımlarının AO indisi ile çapraz spektral analizi sonucunda 14 ve 18 aylık periyotlar seçilmiştir.



Şekil 4. 67: Çapraz spektral analiz sonucunda periyoda göre AO indisi ile akım gözlem istasyonlarının aralarındaki faz farklarının varyasyon katsayıları

Şekil 4.68 AO indisi ile akımlar arasındaki çapraz spektral analiz sonucu farklı periyotlarda ilişkili akım gözlem istasyonlarını ve bu istasyonların AO indisi ile aralarındaki faz farkı ve ÇGSY değerlerini göstermektedir. Buna göre 14 aylık periyotta AO indisi ile akımlar arasındaki faz farkı ve ÇGSY değerleri kuzeybatıda, 18 aylık periyotta faz farkı ve ÇGSY değerleri güneyde yoğunlaşmaktadır.



Şekil 4. 68: AO indisi ile akım gözlem istasyonlarının akımları arasındaki faz farkı ve ÇGSY değerlerinin Türkiye haritasındaki yerleri a) 14 aylık periyot, b) 18 aylık periyot

Yağışlarda olduğu gibi akım verileri için de faz farkı ve ÇGSY değerleri yağış ve iklim bölgelerine göre dağılım göstermemektedirler. Periyoda göre faz farkı ve ÇGSY değerleri doğu batı yönünde değişiklik göstermektedir.

5. BULGULAR

Dördüncü bölümde verilen haritalarda okyanus salınımları ile yağış ve akım değerleri arasındaki çapraz spektral analizler sonucunda elde edilen periyotlar ve bu periyotlara karşılık gelen faz farkları gösterilmiştir. Bu bölümde çapraz spektral analiz sonucu belirlenen periyotlar ve faz farkları arasındaki ilişkiler istatistik analiz ile doğrulanmıştır.

Öncelikle sırasıyla, min-maks normalizasyonu yapılan, 5 noktalı medyan filtre ve detrend uygulanan yağış, akım ve indis değerlerine incelenecek periyot için ilgili frekansı geçiren bant filtre uygulanmıştır. Bant filtreden sonraki akım ve yağış ile indis değerlerine Dickey Fuller durağanlık testi yapılarak durağan oldukları görülmüştür (Dickey ve Fuller 1979) (Denklem 5.1-5.5). Bunun sonucunda Bodrum, Uzunköprü, Bergama meteoroloji istasyonları ile NAO indisi ve Iğdır, Siirt, Şanlıurfa meteoroloji istasyonları ile IOD arasında, Balıklı, İnanlı, Soğucak akım gözlem istasyonları ile NAO indisi ve Baykan, Pınarca, Melekbahçe akım gözlem istasyonları ile IOD arasında en küçük kareler yöntemi kullanılarak doğrusal regresyon modelleri (Denklem 5.6) belirlenmiştir. Regresyon modelleri önce faz farkı gözönüne alınmadan (sıfır lag) okyanus salınımı indisi ile yağış ve akım değerleri arasında elde edilmiş, daha sonra aynı modeller 1 ay ile 10 ay arasında değişen faz farkları (lag) gözönüne alınarak tekrar kurulmuştur. Burada çapraz spektral analiz sonucu bulunan faz farkı ile oluşturulan doğrusal modelin diğerlerinden daha iyi uygunluğa sahip olduğu gösterilmiştir.

Dickey Fuller testi, bir zaman serisinin durağan olup olmadığını test etmek için kullanılan yaygın bir istatistiksel testtir. Dickey Fuller test sonucuna göre, sıfır hipotezi reddedilir.

Basit bir AR(1) süreci incelenirse;

$$y_t = \rho y_{t-1} + u_t \quad (5.1)$$

Denklemin her iki tarafından y_{t-1} 'i çıkarılırsa;

$$y_t - y_{t-1} = \rho y_{t-1} - y_{t-1} + u_t \quad (5.2)$$

$$\Delta y_t = (\rho - 1)y_{t-1} + u_t \quad (5.3)$$

$$\Delta y_t = \delta y_{t-1} + u_t, \quad \delta = \rho - 1 \quad (5.4)$$

$$\Delta y_t = (y_t - y_{t-1}) \quad (5.5)$$

y_t , veri değerleri; $u_t(0, \sigma^2)$, ortalaması sıfır varyansı sabit, beyaz gürültü hata terimi; Δy_t , bir sonraki y ile bir önceki y arasındaki fark; ρ ve δ , gerçek sayıdır.

$H_0: \rho = 1$ hipotezini test etmekle $H_0: \delta = 0$ hipotezini test etmek aynı şeydir.

$H_0: \rho = 1$ birim kök vardır, seri durağan değildir.

Hipotezini test etmek için kullanılan t istatistiği, τ istatistiği olarak bilinmektedir. τ istatistiğinin eşik değerleri Dickey – Fuller tarafından belirlenmiştir. Eğer hesaplanan t değeri, 0.01, 0.05 ve 0.10 kritik t değerlerinden daha negatifse H_0 reddedilir ve serinin durağan olduğuna karar verilir.

$H_0: \rho \geq 1$ veya $H_0: \delta \geq 0$ (seri birim kök taşımaktadır, durağan değildir)

$H_0: \rho < 1$ veya $H_0: \delta < 0$ (seride birim kök yoktur, seri durağandır)

Şeklinde hipotez test edilir.

Doğrusal modellerin Uygunluk Kriteri olarak Determinasyon Katsayısı (R^2) ve Akaike Bilgi Kriteri (AIC) değerleri kullanılmıştır. Determinasyon katsayısı (R^2) (Denklem 5.7), bir modelin uyumunun iyiliği hakkında bilgi sağlayan bir ölçüdür (Cheng ve diğ. 2014). R^2 , 0 ve 1 aralığında değerler almaktadır ve 1'e yaklaştığında modelin uyumu artmaktadır (Ucal 2006). Akaike Bilgi Kriteri (AIC) (Denklem 5.8-5.10), istatistikte yaygın olarak kullanılan ilk model seçim kriteridir ve günümüzde de en çok bilinen ve kullanılan model seçim araçlarından biri olmaya devam etmektedir. Modeller karşılaştırılırken her zaman en düşük AIC değerini veren model tercih edilmektedir (Cavanaugh ve Neath 2019).

$$y_i = c + \beta x_{i-j} + \varepsilon \quad (5.6)$$

Burada, c ve β modelin katsayıları; x indis değeri (NAO, IOD) (bağımsız değişken); y , yağış veya akım değeri (bağımlı değişken); ε , hata terimi; j faz farkı; $j = 0, 1, 2, \dots, 9, 10$ değerleri tez kapsamında kullanılmıştır.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2} \quad (5.7)$$

Burada, Y_i , deneysel olarak saptanmış değerler; $\hat{Y}$, regresyon eşitliğinden hesaplanmış değerler; $\bar{Y}$, Deneysel verilerin ortalamasıdır.

$$AIC = -2 \log(L) + 2k \quad (5.8)$$

$$L(\beta, \sigma^2) = \frac{e^{(-\frac{1}{2}Y^T \Gamma_n^{-1} Y)}}{\sqrt{(2\pi)^n \det(\Gamma_n)}} \quad (5.9)$$

$$LL = -\frac{n}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \ln \det(\Gamma_n) - \frac{1}{2} Y^T \Gamma_n^{-1} Y \quad (5.10)$$

Burada, k , sabit terim dâhil modelin parametre sayısı; L , benzerliktir. Maksimum benzerliğe sahip model verilere en iyi uyan modeldir. Γ_n , otokovaryans matrisi; Y , verileri içeren vektördür.

5.1 Yağış İstasyonları ve İndisler için İstatistik Analiz

Bodrum meteoroloji istasyonunda ölçülen aylık toplam yağışlar ile NAO indisi arasında yapılan çapraz spektral analiz sonucunda 22 aylık periyotta aralarında 7.67 aylık faz farkı olduğu görülmüştü. NAO indisi ve Bodrum istasyonunun aylık toplam yağış değerlerine 22 aylık periyot için bant geçiren filtre uygulanmıştır. NAO ve Bodrum meteoroloji istasyonu yağışlarının 22 aylık bant geçiren filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri Şekil 5.1 ve Şekil 5.2’de verilmiştir. Bunun sonucunda 22 aylık periyotlu veriler elde edilmiştir ve bu verilere Dickey Fuller durağanlık testi yapılarak durağan oldukları görülmüştür. Bu veriler kullanılarak doğrusal model oluşturulmuştur. Öncelikle incelenen yağış istasyonu ve indis değerleri arasında faz farkı olmadan model kurulmuştur. Sonra sırasıyla 1’den başlayarak 10’a kadar faz farkı eklenerek modeller oluşturulmuştur. Buna göre çapraz spektral analiz sonucunda elde edilen, indis ve yağış istasyonu arasındaki faz farkı eklenerek oluşturulan modelin yüksek R^2 ve düşük AIC değerlerine sahip olduğu için daha iyi olduğu görülmüştür. Farklı faz farkı değerlerine göre R^2 ve AIC değerleri Tablo 5.1-5.2’de verilmiştir. NAO indisi ve Bodrum istasyonu arasında kurulan modelde en büyük ilişkinin 7 veya 8 aylık faz farkında olması beklenmektedir. Nitekim Tablo 5.1’de de görüldüğü gibi 7 aylık faz farkında en büyük ilişki gözlenmiştir.

Uzunköprü meteoroloji istasyonunda ölçülen aylık toplam yağışlar ile NAO indisi arasında yapılan çapraz spektral analiz sonucunda 23 aylık periyotta aralarında 8.05 aylık faz farkı olduğu hesaplanmıştır. NAO indisi ve Uzunköprü istasyonunun aylık toplam yağış değerlerine 23 aylık periyot için bant geçiren filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri Şekil 5.3 ve Şekil 5.4'te verilmiştir. Benzer işlemler Uzunköprü ve NAO için de yapılarak en yüksek ilişkinin 8 aylık faz farkında olduğu görülmüştür (Tablo 5.1).

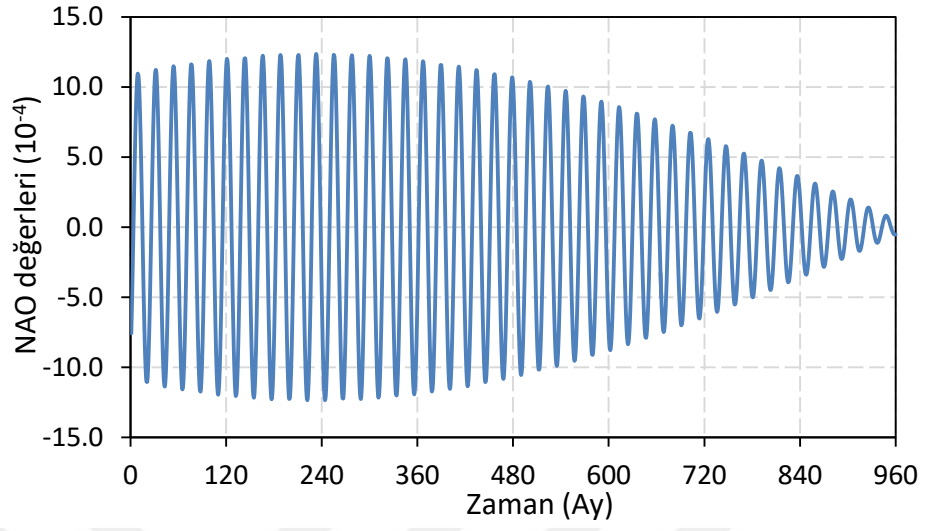
Bergama meteoroloji istasyonunda ölçülen aylık toplam yağışlar ile NAO indisi arasında yapılan çapraz spektral analiz sonucunda 23 aylık periyotta aralarında 9.65 aylık faz farkı olduğu hesaplanmıştır. NAO indisi ve Bergama istasyonunun aylık toplam yağış değerlerine 23 aylık periyot için bant geçiren filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri Şekil 5.5 ve Şekil 5.6'da verilmiştir. NAO indisi ve Bergama istasyonu arasında kurulan modelde en büyük ilişkinin 9 veya 10 aylık faz farkında olması beklenmektedir. Nitekim Tablo 5.1'de de görüldüğü gibi 9 aylık faz farkında en büyük ilişki gözlenmiştir.

Benzer şekilde IOD ve Iğdır meteoroloji istasyonu yağışlarının 20 aylık bant geçiren filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri Şekil 5.7 ve Şekil 5.8'de verilmiştir. Benzer işlemler IOD indisi ve Iğdır meteoroloji istasyonuna 20 aylık periyot için uygulanmıştır. Çapraz spektral analiz sonucunda 20 aylık periyotta Iğdır istasyonu ile IOD indisi arasında 4.33 aylık faz farkı olduğu hesaplanmıştır. Beklendiği gibi en büyük ilişki 4 aylık faz farkında gözlenmiştir (Tablo 5.2).

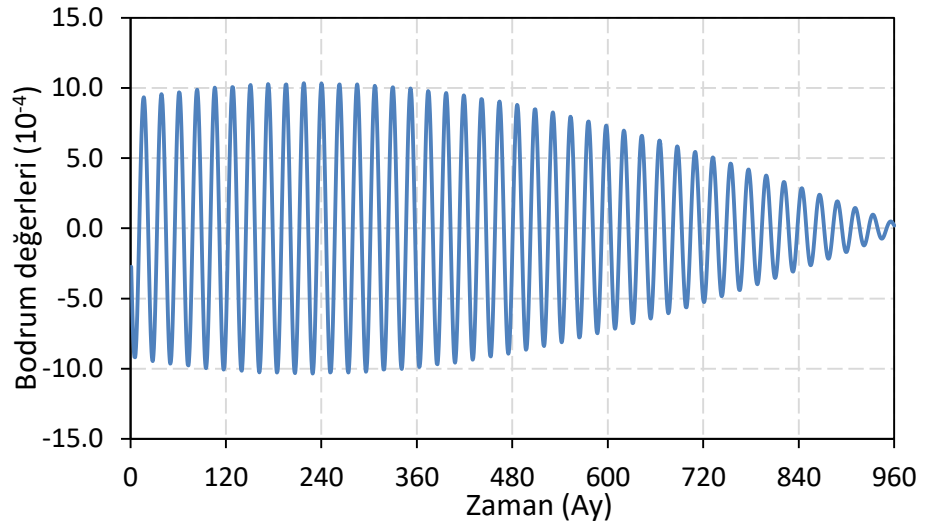
IOD ve Siirt meteoroloji istasyonu yağışlarının 20 aylık bant geçiren filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri Şekil 5.9 ve Şekil 5.10'da verilmiştir. Benzer işlemler IOD indisi ve Siirt meteoroloji istasyonuna 20 aylık periyot için uygulanmıştır. Çapraz spektral analiz sonucunda 20 aylık periyotta IOD indisi ile Siirt arasında 6.65 aylık faz farkı olduğu hesaplanmıştır. Beklendiği gibi en büyük ilişki 7 aylık faz farkında gözlenmiştir (Tablo 5.2).

IOD ve Şanlıurfa meteoroloji istasyonu yağışlarının 21 aylık bant geçiren filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri Şekil 5.11 ve Şekil 5.12'de verilmiştir. Benzer işlemler IOD indisi ve Şanlıurfa meteoroloji istasyonuna 21 aylık periyot için uygulanmıştır. Çapraz spektral analiz sonucunda 21 aylık periyotta IOD indisi ile

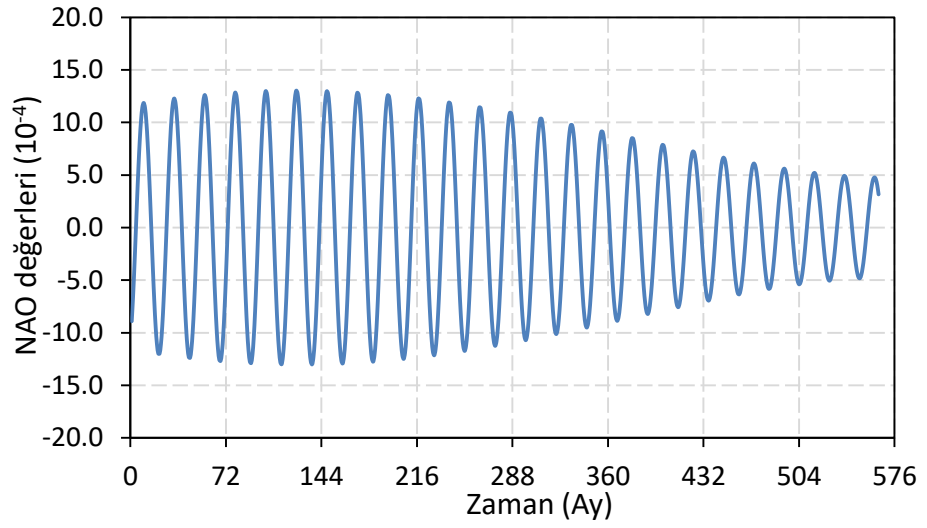
Şanlıurfa arasında 4.15 aylık faz farkı olduğu hesaplanmıştı. Beklendiği gibi en büyük ilişki 4 aylık faz farkında gözlenmiştir (Tablo 5.2).



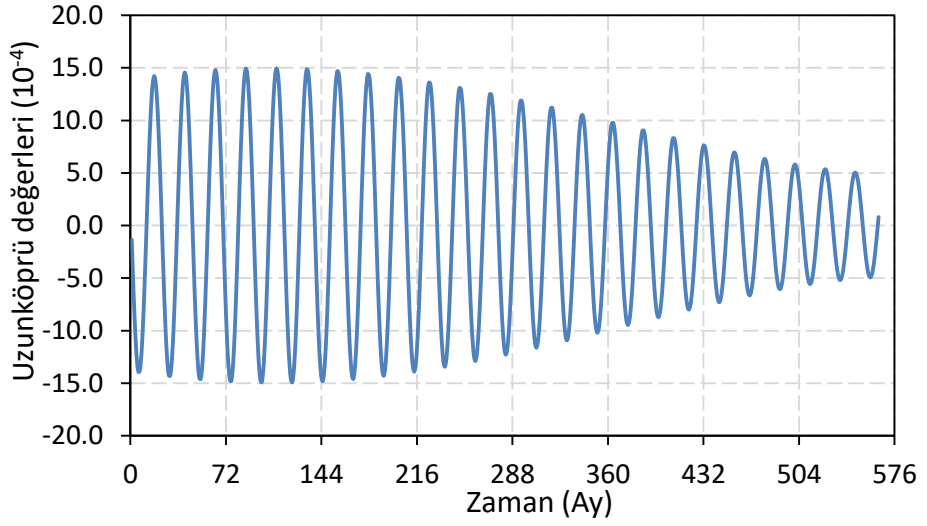
Şekil 5. 1: NAO indisinin 22 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri



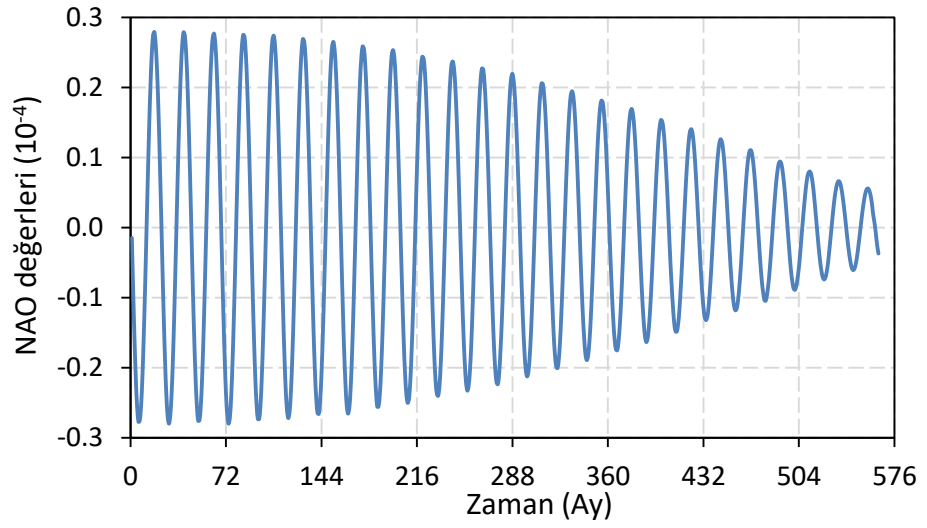
Şekil 5. 2: Bodrum Mİ'nin 22 aylık bant filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri



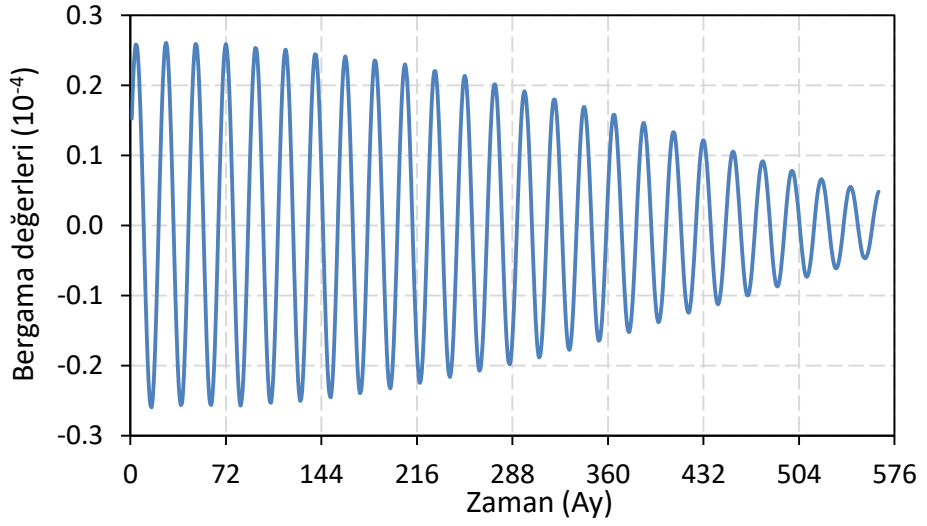
Şekil 5. 3: NAO indisinin 23 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri



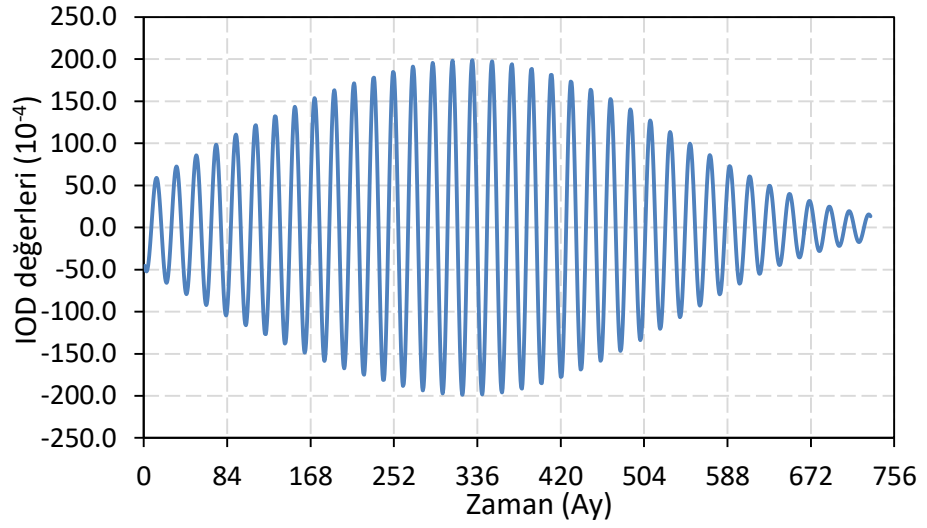
Şekil 5. 4: Uzunköprü Mİ'nin 23 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri



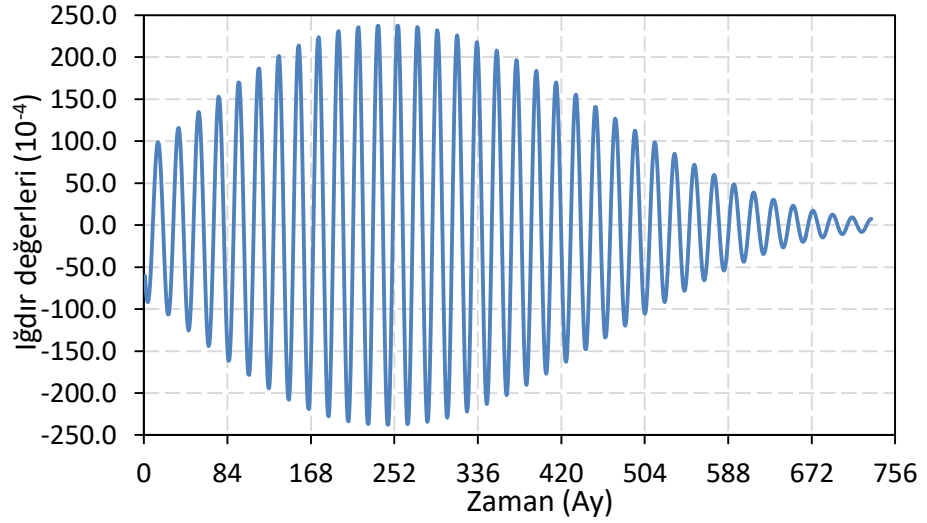
Şekil 5. 5: NAO indisinin 23 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri



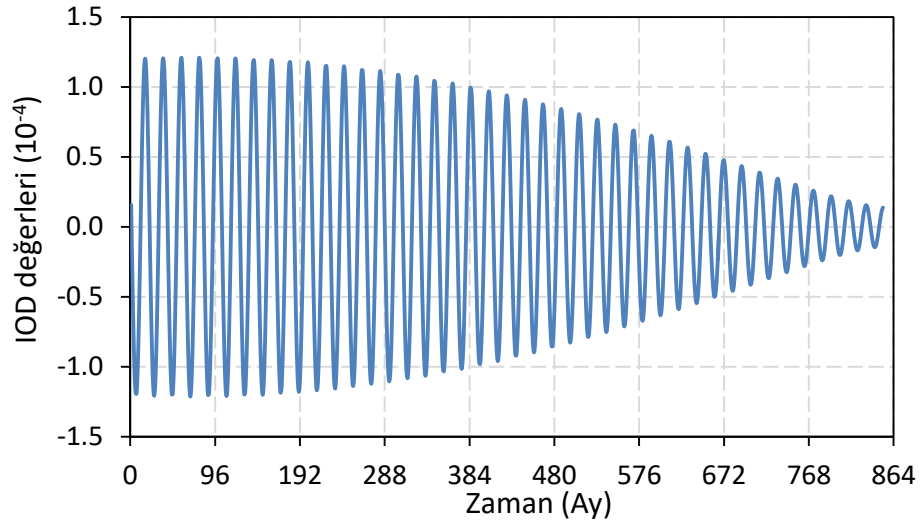
Şekil 5. 6: Bergama MI'nin 23 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri



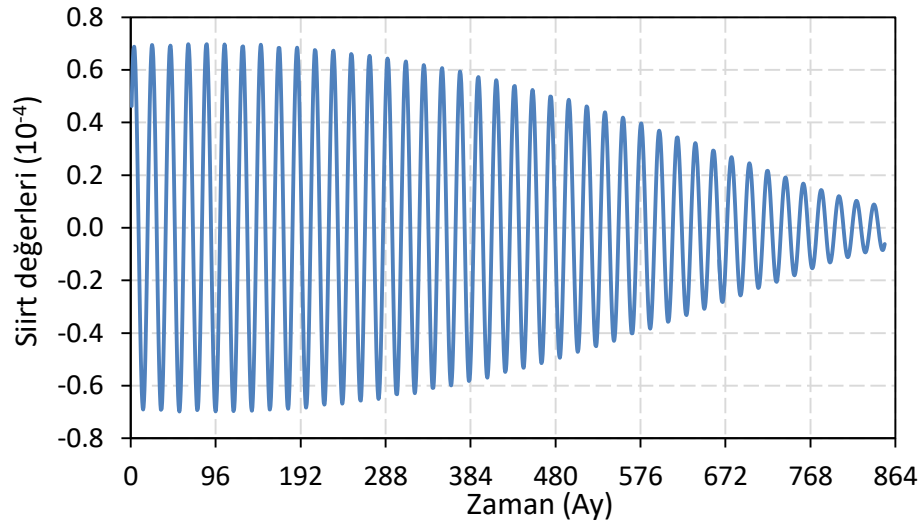
Şekil 5. 7: IOD indisinin 20 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri



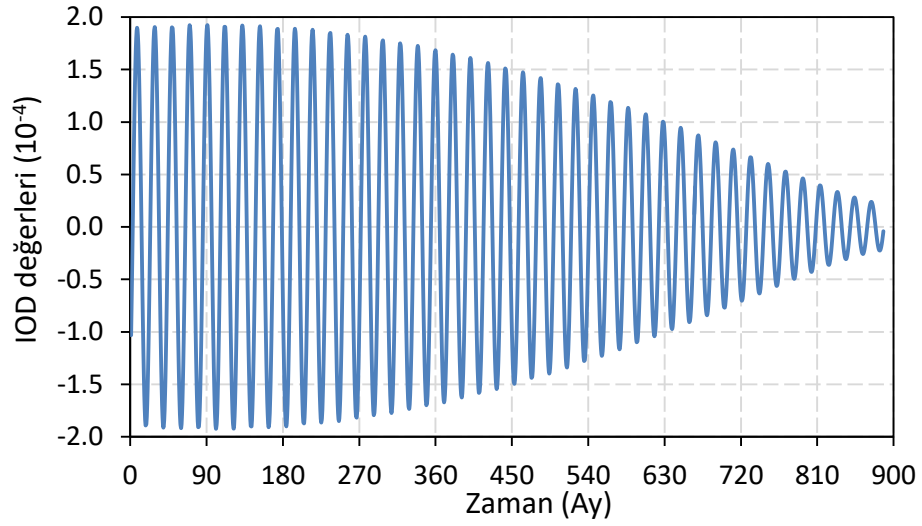
Şekil 5. 8: İğdır MI'nin 20 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri



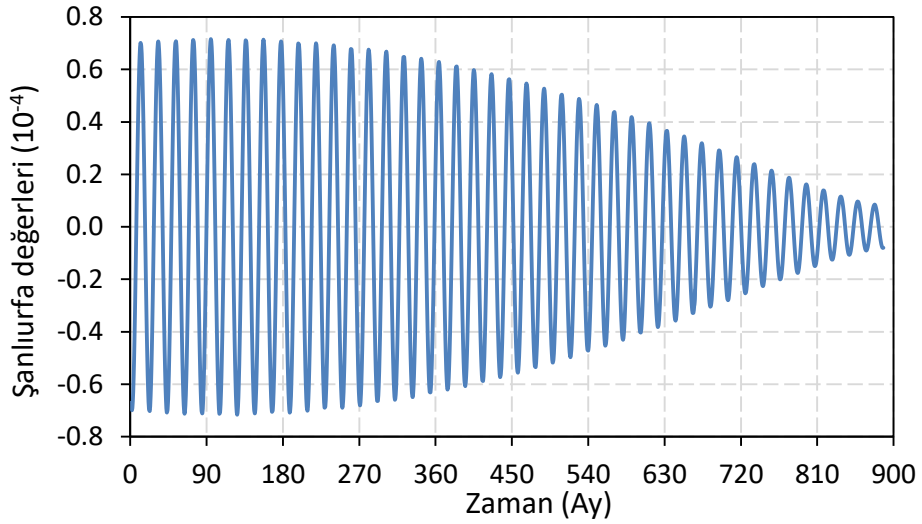
Şekil 5. 9: IOD indisinin 20 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri



Şekil 5. 10: Siirt Mİ'nin 20 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri



Şekil 5. 11: IOD indisinin 21 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri



Şekil 5. 12: Şanlıurfa Mİ'nin 21 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri

Tablo 5.1'de görüldüğü gibi Bodrum-NAO için en yüksek R^2 ve en küçük AIC değerleri 7 ay, Uzunköprü-NAO için en yüksek R^2 ve en küçük AIC değerleri 8 ay, Bergama-NAO için en yüksek R^2 ve en küçük AIC değerleri 9 ay faz farkı için elde edilmiştir. Buna göre çapraz spektral analiz sonucunda elde edilen Tablo 4.1'deki faz farkı değerleri doğrulanmıştır.

Tablo 5. 1: NAO ve meteoroloji istasyonları için R^2 ve Akaike bilgi kriteri (AIC) değerleri

Faz Farkı (Ay)	Bodrum-NAO		Uzunköprü-NAO		Bergama-NAO	
	R^2	AIC	R^2	AIC	R^2	AIC
0	0.204	-12.323	0.337	-11.757	0.693	-20.758
1	0.035	-12.130	0.116	-11.467	0.421	-20.123
2	0.009	-12.103	0.006	-11.348	0.172	-19.769
3	0.133	-12.237	0.038	-11.381	0.022	-19.606
4	0.369	-12.557	0.203	-11.571	0.017	-19.604
5	0.646	-13.137	0.454	-11.951	0.158	-19.764
6	0.879	-14.208	0.718	-12.617	0.404	-20.113
7	0.994	-17.240	0.920	-13.875	0.680	-20.737
8	0.957	-15.246	0.998	-17.706	0.900	-21.903
9	0.778	-13.608	0.930	-14.023	0.997	-25.545
10	0.514	-12.822	0.736	-12.690	0.943	-22.453

Tablo 5.2’de görüldüğü gibi Iğdır-IOD için en yüksek R^2 ve en küçük AIC değerleri 4 ay, Siirt-IOD için en yüksek R^2 ve en küçük AIC değerleri 7 ay, Şanlıurfa-IOD için en yüksek R^2 ve en küçük AIC değerleri 4 ay faz farkı için elde edilmiştir. Buna göre çapraz spektral analiz sonucunda elde edilen Tablo 4.2’deki faz farkı değerleri doğrulanmıştır.

Tablo 5. 2: IOD ve meteoroloji istasyonları için R^2 ve Akaike bilgi kriteri (AIC) değerleri

Faz Farkı (Ay)	Iğdır-IOD		Siirt-IOD		Şanlıurfa-IOD	
	R^2	AIC	R^2	AIC	R^2	AIC
0	0.114	-6.223	0.394	-18.051	0.086	-17.585
1	0.360	-6.547	0.133	-17.693	0.320	-17.882
2	0.644	-7.132	0.005	-17.556	0.618	-18.463
3	0.857	-8.045	0.056	-17.612	0.875	-19.581
4	0.918	-8.596	0.270	-17.872	0.997	-23.210
5	0.802	-7.719	0.568	-18.399	0.939	-20.307
6	0.555	-6.908	0.842	-19.404	0.724	-18.790
7	0.271	-6.414	0.989	-22.104	0.429	-18.061
8	0.060	-6.158	0.957	-20.710	0.159	-17.674
9	0.003	-6.097	0.758	-18.976	0.011	-17.512
10	0.120	-6.220	0.465	-18.183	0.038	-17.541

5.2 Akım Gözlem İstasyonları ve İndisler için İstatistik Analiz

Balıkli akım gözlem istasyonunda ölçülen aylık toplam akımlar ile NAO indisi arasında yapılan çapraz spektral analiz sonucunda 13 aylık periyotta aralarında 6.28 aylık faz farkı olduğu hesaplanmıştı. NAO indisi ve Balıklı istasyonunun aylık toplam akım değerlerine 13 aylık periyot için bant geçiren filtre uygulanmıştır. NAO ve Balıklı akım gözlem istasyonu akımlarının 13 aylık bant geçiren filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri Şekil 5.13 ve Şekil 5.14'te verilmiştir. Bunun sonucunda 13 aylık periyotlu veriler elde edilmiştir ve bu verilere Dickey Fuller durağanlık testi yapılarak durağan oldukları görülmüştür. Bu veriler kullanılarak doğrusal model oluşturulmuştur. Öncelikle incelenen akım gözlem istasyonu ve indis değerleri arasında faz farkı olmadan model kurulmuştur. Sonra sırasıyla 1'den başlayarak 10'a kadar faz farkı eklenerek modeller oluşturulmuştur. Buna göre çapraz spektral analiz sonucunda elde edilen, indis ve akım gözlem istasyonu arasındaki faz farkı eklenerek oluşturulan modelin yüksek R^2 ve düşük AIC değerlerine sahip olduğu için daha iyi olduğu görülmüştür. Farklı faz farkı değerlerine göre R^2 ve AIC değerleri Tablo 5.3-5.4'te verilmiştir. NAO indisi ve Balıklı istasyonu arasında kurulan modelde en büyük ilişkinin 6 aylık faz farkında olması beklenmektedir. Tablo 5.3'te görüldüğü gibi 6 aylık faz farkında en büyük ilişki gözlenmiştir.

İnanlı akım gözlem istasyonunda ölçülen aylık toplam akımlar ile NAO indisi arasında yapılan çapraz spektral analiz sonucunda 13 aylık periyotta aralarında 2.58 aylık faz farkı olduğu hesaplanmıştı. NAO indisi ve İnanlı istasyonunun aylık toplam akım değerlerine 13 aylık periyot için bant geçiren filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri Şekil 5.15 ve Şekil 5.16'da verilmiştir. Benzer işlemler İnanlı ve NAO için de yapılarak en yüksek ilişkinin 3 aylık faz farkında olduğu görülmüştür (Tablo 5.3).

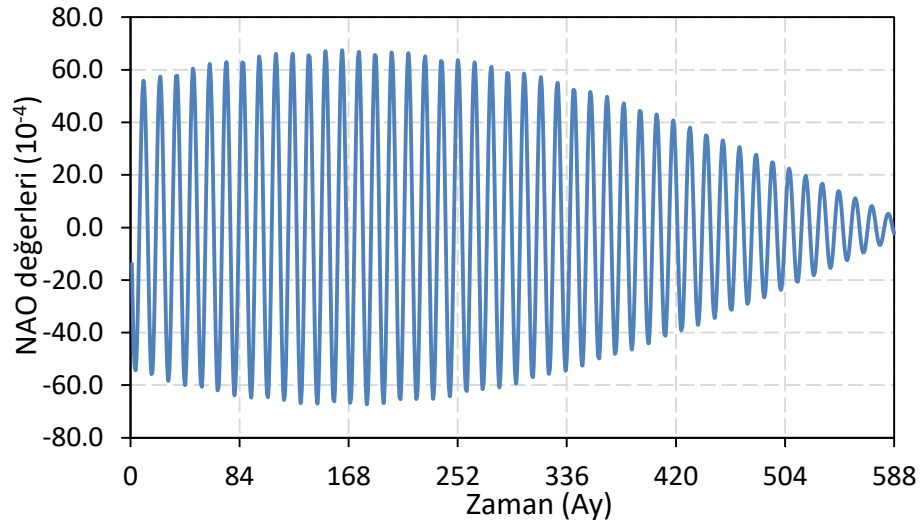
Soğucak akım gözlen istasyonunda ölçülen aylık toplam akımlar ile NAO indisi arasında yapılan çapraz spektral analiz sonucunda 13 aylık periyotta aralarında 5.16 aylık faz farkı olduğu hesaplanmıştı. NAO indisi ve Soğucak istasyonunun aylık toplam akım değerlerine 13 aylık periyot için bant geçiren filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri Şekil 5.17 ve Şekil 5.18'de verilmiştir. NAO indisi ve Soğucak

istasyonu arasında kurulan modelde en büyük ilişkinin 5 aylık faz farkında olduğu görülmüştür (Tablo 5.3).

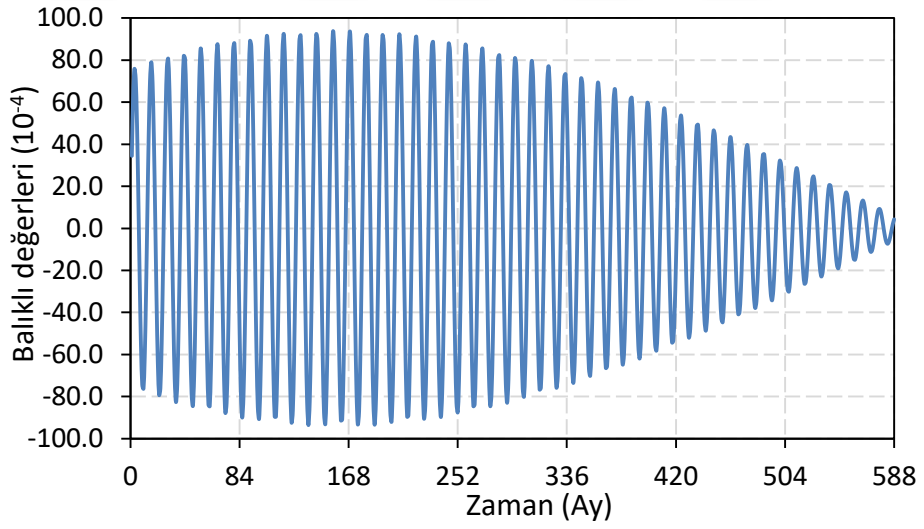
Benzer şekilde IOD ve Baykan akım gözlem istasyonu akımlarının 14 aylık bant geçiren filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri Şekil 5.19 ve Şekil 5.20’de verilmiştir. Benzer işlemler IOD indisi ve Baykan akım gözlem istasyonuna 14 aylık periyot için uygulanmıştır. Çapraz spektral analiz sonucunda 14 aylık periyotta Baykan istasyonu ile IOD indisi arasında 5.6 aylık faz farkı olduğu hesaplanmıştır. Beklendiği gibi en büyük ilişki 6 aylık faz farkında gözlenmiştir (Tablo 5.4).

IOD ve Pınarca akım gözlem istasyonu akımlarının 14 aylık bant geçiren filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri Şekil 5.21 ve Şekil 5.22’de verilmiştir. Benzer işlemler IOD indisi ve Pınarca akım gözlem istasyonuna 14 aylık periyot için uygulanmıştır. Çapraz spektral analiz sonucunda 14 aylık periyotta IOD indisi ile Pınarca arasında 5.93 aylık faz farkı olduğu hesaplanmıştır. Beklendiği gibi en büyük ilişki 6 aylık faz farkında gözlenmiştir (Tablo 5.4).

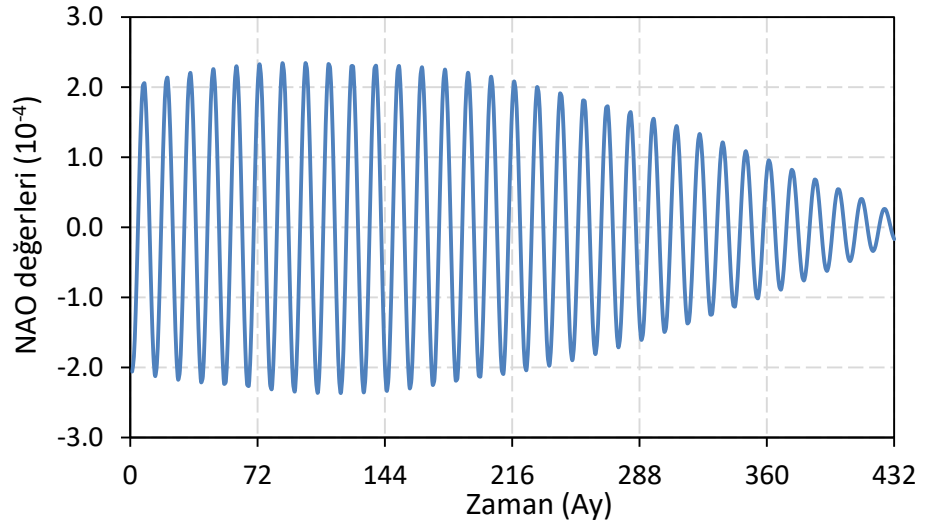
IOD ve Melekbahçe akım gözlem istasyonu akımlarının 14 aylık bant geçiren filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri Şekil 5.23 ve Şekil 5.24’te verilmiştir. Benzer işlemler IOD indisi ve Melekbahçe akım gözlem istasyonuna 14 aylık periyot için uygulanmıştır. Çapraz spektral analiz sonucunda 14 aylık periyotta IOD indisi ile Melekbahçe arasında 1.58 aylık faz farkı olduğu hesaplanmıştır. IOD indisi ve Melekbahçe istasyonu arasında kurulan modelde en büyük ilişkinin 1 veya 2 aylık faz farkında olması beklenmektedir. Buna göre Tablo 5.4’te de görüldüğü gibi 1 aylık faz farkında en büyük ilişki gözlenmiştir.



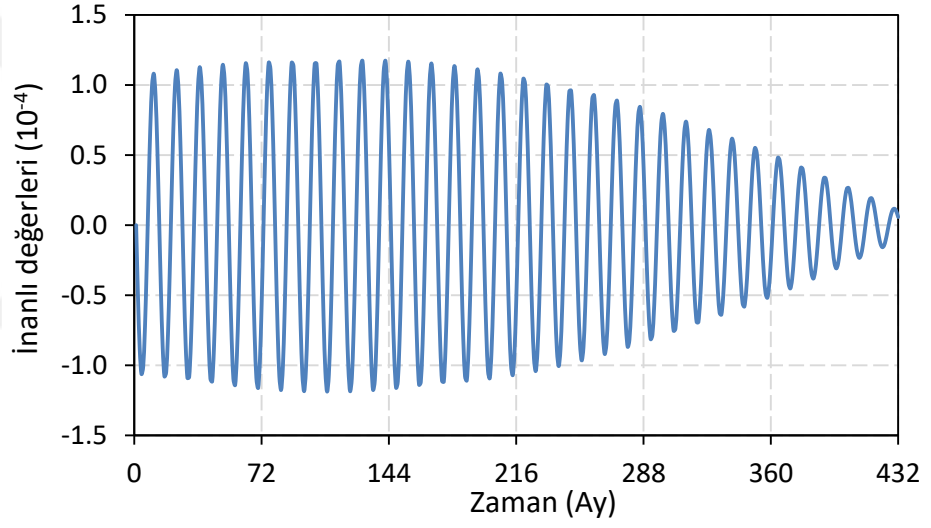
Şekil 5. 13: NAO indisinin 13 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri



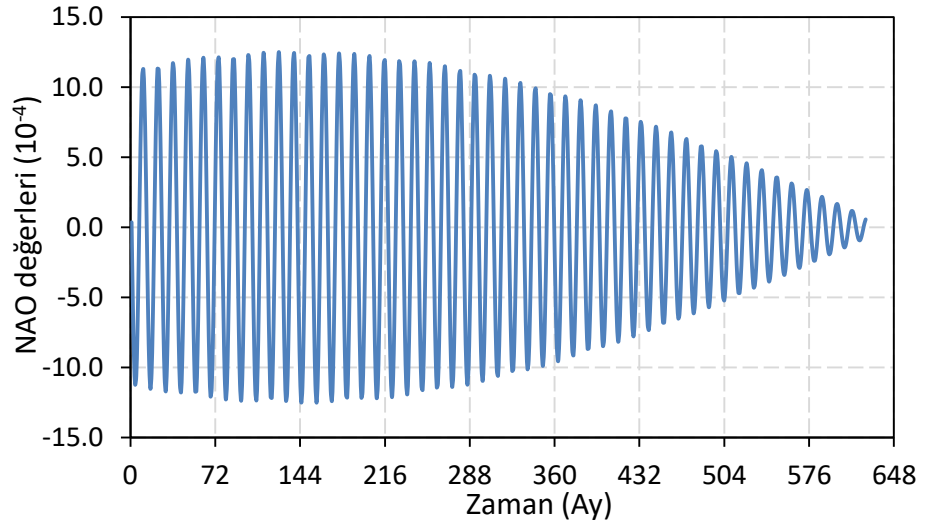
Şekil 5. 14: Balıklı AGİ'nin 13 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri



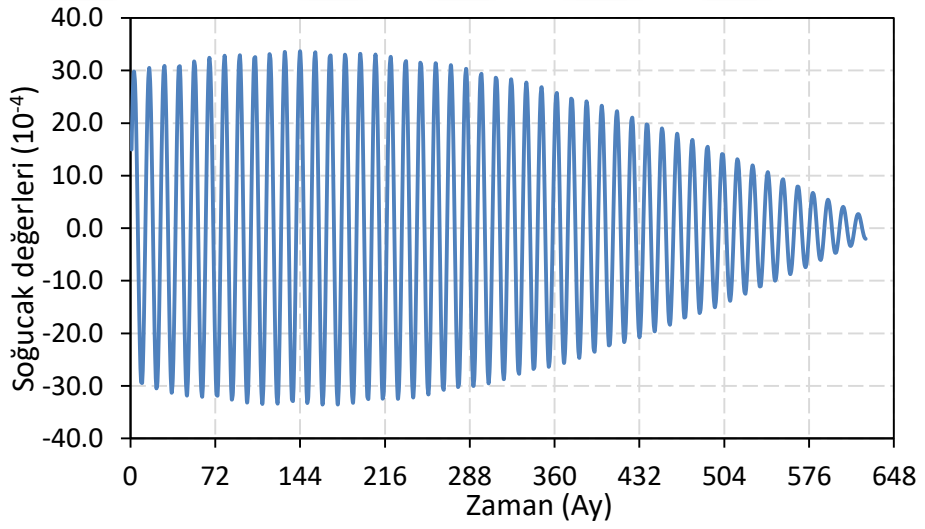
Şekil 5. 15: NAO indisinin 13 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri



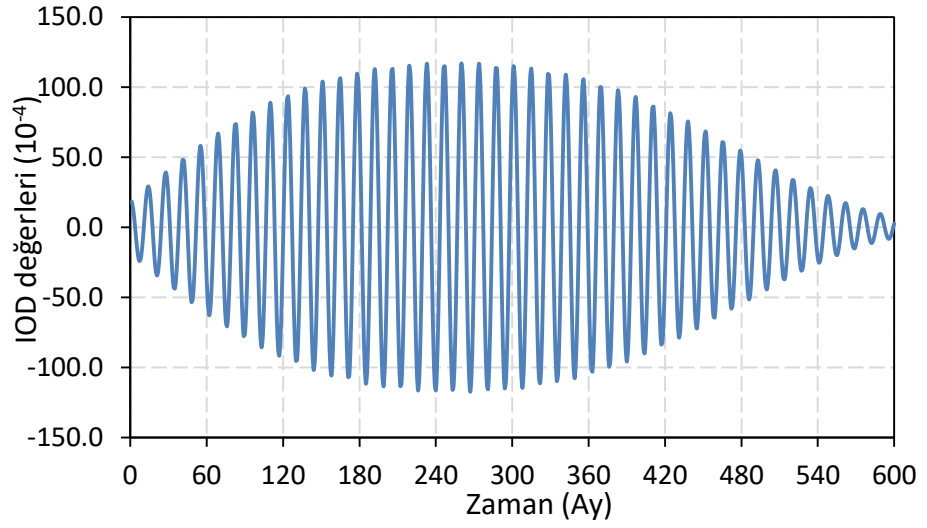
Şekil 5. 16: İnanlı AGİ'nin 13 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri



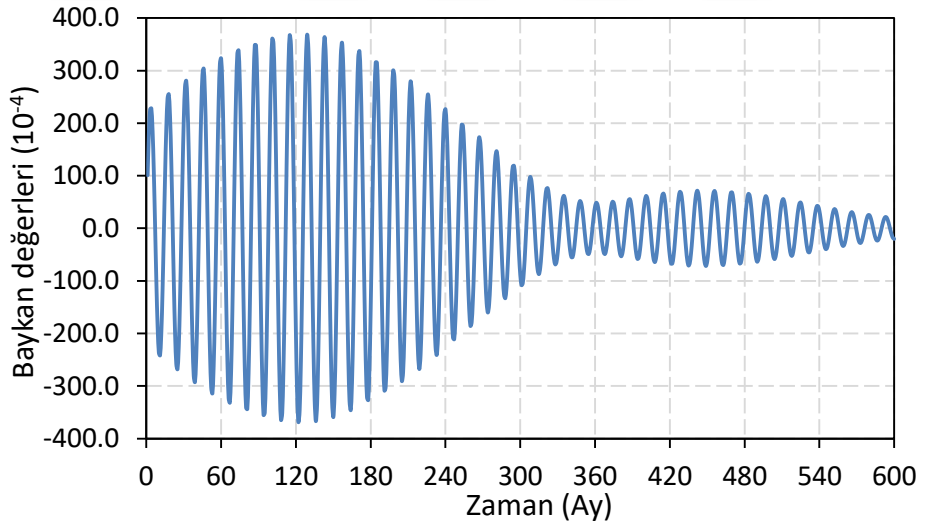
Şekil 5. 17: NAO indisinin 13 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri



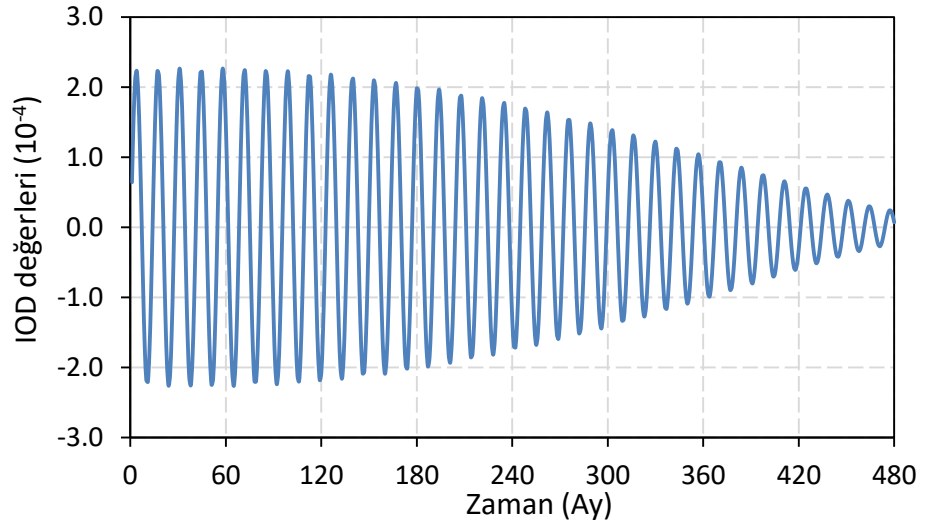
Şekil 5. 18: Soğucak AGİ'nin 13 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri



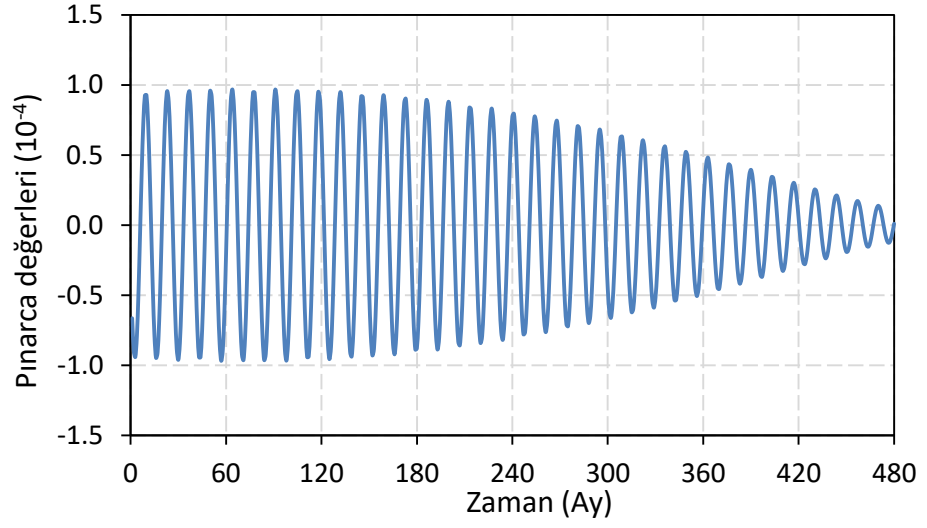
Şekil 5. 19: IOD indisinin 14 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri



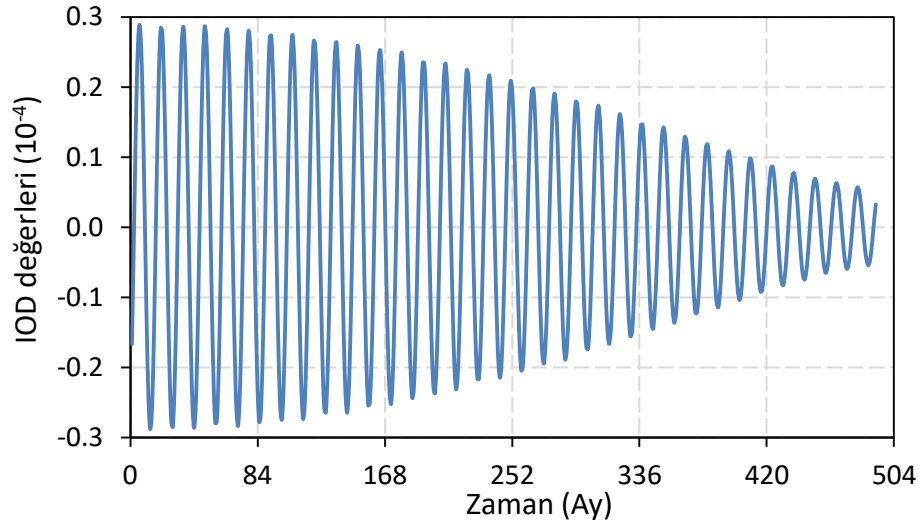
Şekil 5. 20: Baykan AGI'nin 14 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri



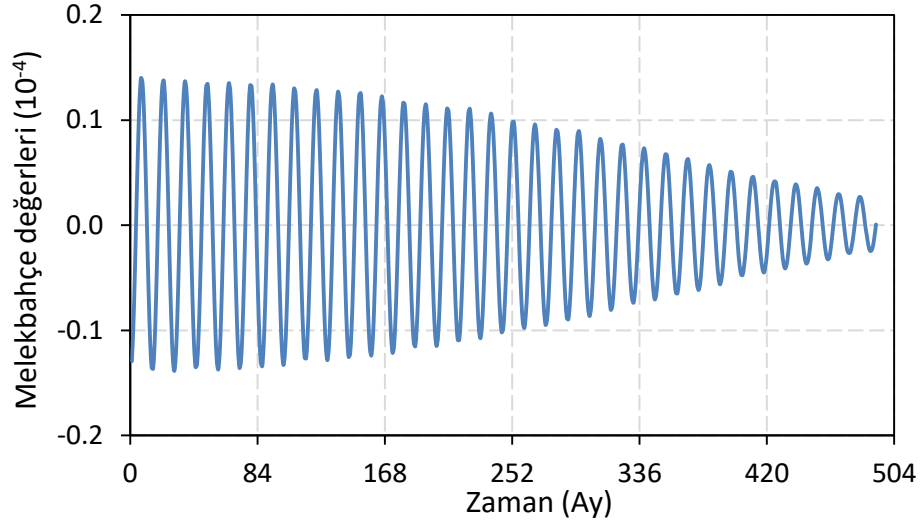
Şekil 5. 21: IOD indisinin 14 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri



Şekil 5. 22: Pınarca AGİ'nin 14 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri



Şekil 5. 23: IOD indisinin 14 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri



Şekil 5. 24: Melekbağçe AGİ'nin 14 aylık filtre uygulandıktan sonra elde edilen değerleri

Tablo 5.3'te görüldüğü gibi Balıklı-NAO için en yüksek R^2 ve en küçük AIC değerleri 6 ay, İnanlı-NAO için en yüksek R^2 ve en küçük AIC değerleri 3 ay, Soğucak-NAO için en yüksek R^2 ve en küçük AIC değerleri 5 ay faz farkı için elde edilmiştir. Buna göre çapraz spektral analiz sonucunda elde edilen Tablo 4.3'teki faz farkı değerleri doğrulanmıştır.

Tablo 5. 3: NAO ve akım gözlem istasyonları- için R^2 ve Akaike bilgi kriteri (AIC) değerleri

Faz Farkı (Ay)	Balıklı-NAO		İnanlı-NAO		Soğucak-NAO	
	R^2	AIC	R^2	AIC	R^2	AIC
0	0.944	-10.567	0.002	-16.365	0.693	-10.904
1	0.554	-8.493	0.250	-16.648	0.225	-9.978
2	0.116	-7.809	0.710	-17.597	0.00016	-9.725
3	0.021	-7.709	0.991	-21.123	0.219	-9.974
4	0.355	-8.128	0.856	-18.300	0.688	-10.893
5	0.819	-9.399	0.416	-19.905	0.990	-14.295
6	0.996	-13.278	0.047	-16.416	0.855	-11.661
7	0.729	-8.991	0.067	-16.435	0.406	-10.247
8	0.257	-7.983	0.455	-16.970	0.040	-9.768
9	0.002	-7.689	0.880	-18.486	0.081	-9.814
10	0.192	-7.904	0.983	-20.449	0.494	-10.414

Tablo 5.4'te görüldüğü gibi Baykan-IOD için en yüksek R^2 ve en küçük AIC değerleri 6 ay, Pınarca-IOD için en yüksek R^2 ve en küçük AIC değerleri 6 ay, Melekbahçe-IOD için en yüksek R^2 ve en küçük AIC değerleri 1 ay faz farkı için elde edilmiştir. Buna göre çapraz spektral analiz sonucunda elde edilen Tablo 4.4'teki faz farkı değerleri doğrulanmıştır.

Tablo 5. 4: IOD ve akım gözlem istasyonları- için R^2 ve Akaike bilgi kriteri (AIC) değerleri

Faz Farkı (Ay)	Baykan-IOD		Pınarca-IOD		Melekbahçe-IOD	
	R^2	AIC	R^2	AIC	R^2	AIC
0	0.411	-6.061	0.809	-18.479	0.681	-21.983
1	0.176	-5.724	0.375	-17.296	0.974	-24.475
2	0.013	-5.544	0.039	-16.869	0.925	-23.442
3	0.047	-5.581	0.068	-16.905	0.572	-21.692
4	0.251	-5.824	0.443	-17.422	0.168	-21.026
5	0.464	-6.160	0.863	-18.821	0.00014	-20.842
6	0.519	-6.267	0.992	-21.628	0.186	-21.051
7	0.373	-6.000	0.730	-18.142	0.595	-21.755
8	0.142	-5.686	0.286	-17.171	0.937	-23.623
9	0.004	-5.538	0.011	-16.850	0.965	-24.224
10	0.066	-5.605	0.124	-16.976	0.659	-21.935

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, okyanus salınımlarının Türkiye'deki iklim parametreleri (yağış ve akım) üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, farklı havzalarda bulunan meteoroloji ve akım gözlem istasyonları dikkate alınmıştır. Seçilen meteoroloji ve akım gözlem istasyonları ile 5 farklı okyanus salınımı ele alınmış ve spektral analizler yapılmıştır.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından işletilen yeterince uzun süre ölçüm yapmış meteoroloji istasyonlarında ölçülen aylık toplam yağış yükseklikleri (mm) ve Devlet Su İşleri (DSİ) ve kapatılan Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) tarafından işletilen akım gözlem istasyonlarının aylık toplam akım değerleri (hm^3) ülkemizin iklim parametreleri olarak kullanılmıştır. Yağış verisi olarak kesintisiz 30 yıl ve üzeri veriye sahip 239 adet istasyon seçilmiştir. Meteoroloji istasyonlarının ölçüm uzunlukları 30 yıl ile 88 yıl arasında değişmektedir. Akım verisi olarak ise kesintisiz 30 yıl ve üzeri veriye sahip 137 adet istasyon seçilmiştir. Akım gözlem istasyonlarının ölçüm uzunlukları 30 yıl ile 76 yıl arasında değişmektedir. Akım gözlem istasyonları seçilirken membasında baraj olan istasyonlar baraj etkisinden dolayı alınmamıştır.

Tez kapsamında Kuzey Atlantik Salınımı (North Atlantic Oscillation - NAO), Güneyli Salınımı (Southern Oscillation - SO), Antarktika Salınımı (The Antarctic Oscillation - AAO), Arktik Salınımı (Arctic Oscillation - AO) ve Hint Okyanusu Dipolüdür (Indian Ocean Dipole - IOD) olmak üzere 5 farklı okyanus salınımı indisi kullanılmıştır. Analizlerden önce yağış, akım ve indis değerlerine aynı mertebede olmaları amacıyla min-maks normalizasyonu yapılarak değerler 0 ile 1 aralığına getirilmiştir.

Kullanılan analiz yöntemleri otospektral ve çapraz spektral analizdir. Otospektral ve çapraz spektral analiz uygulanarak verilerin başlıca periyotları ve faz farkları belirlenmiştir.

Yağış ile okyanus salınımı indisleri ve akım ile okyanus salınımı indisleri arasında yapılan çapraz spektral analizlerin sonucunda aralarındaki frekans, periyot, ÇGSY ve faz farkı değerleri elde edilmiştir. Tezin amacı okyanuslardaki değişimlerin Türkiye'deki yağışlara ve akımlara olan etkisinin belirlenmesi olduğu için değişimin

önce okyanusta başladığı yani indisler ile yağışlar ve indisler ile akımlar arasındaki çapraz spektral analiz sonucunda elde edilen faz farkında indisin önce, yağış ve akım değerlerinin sonra olduğu durumlar gözönüne alınmıştır. Buna göre indislerin önce olduğu faz farkları negatif olanlardır.

Meteoroloji istasyonlarının yağışları ve akım gözlem istasyonlarının akımları ile okyanus salınımı indislerinin çapraz spektral analizi sonucunda indis ile ilişkili istasyon sayısının fazla olduğu ve ilgili faz farklarının varyasyon katsayılarının küçük olduğu periyotlar göz önüne alınmıştır. Buna göre indisler ile yağışların ve indisler ile akımların ilişkilerinin güçlü olduğu periyotlardaki istasyonlar belirlenip ilgili periyotta aralarındaki faz farkları ve ÇGSY değerleri yağışlar için alansal interpolasyon yapılarak, akımlar için ise noktasal olarak Türkiye haritası üzerinde yağış ve akım istasyonları için gösterilmiştir.

Son olarak çapraz spektral analiz sonucu belirlenen periyotlar ve faz farkları arasındaki ilişkiler istatistik analiz ile doğrulanmıştır. İstatistik analizde değerlendirme kriteri olarak Determinasyon Katsayısı (R^2) ve Akaike Bilgi Kriteri (AIC) değerleri kullanılmıştır. Bodrum, Uzunköprü, Bergama meteoroloji istasyonları ile NAO indisi ve Iğdır, Siirt, Şanlıurfa meteoroloji istasyonları ile IOD arasında, Balıklı, İnanlı, Soğucak akım gözlem istasyonları ile NAO indisi ve Baykan, Pınarca, Melekbahçe akım gözlem istasyonları ile IOD arasında en küçük kareler yöntemi kullanılarak doğrusal regresyon modelleri belirlenmiştir. Regresyon modelleri önce faz farkı gözönüne alınmadan okyanus salınımı indisi ile yağış ve okyanus salınımı indisi ile akım değerleri arasında elde edilmiş, daha sonra aynı modeller sırasıyla 1 aydan başlayarak 10 aya kadar faz farkları (lag) gözönüne alınarak tekrar kurulmuştur.

Otospektral, çapraz spektral analiz ve istatistiksel değerlendirmeler sonucunda aşağıda maddeler halinde ifade edilen sonuçlara ulaşılmıştır:

- Yağış ve akımların otospektral analiz sonuçlarında genellikle 1 yıllık periyotta güçlü salınımlar gözlenmiştir. Okyanus salınımı indislerinin otospektral analiz sonuçlarında genellikle uzun süreli periyotlarda güçlü salınımlar görülmüştür.
- Yağış-indis ve akım-indis çapraz spektral analiz sonuçlarında elde edilen büyük ÇGSY değerleri yağış-indis ya da akım-indis arasında

daha yüksek bir ilişki olduğunu küçük ÇGSY değerleri ise daha düşük bir ilişki olduğunu göstermektedir. Elde edilen faz farkı değerleri ise ilgili periyotta bir zaman serisinde gerçekleşen durumun diğerinde faz farkı süresi kadar daha sonra gerçekleştiğini göstermektedir.

- Faz farkı ve ÇGSY değerleri yağış (bkz. Şekil 1.2) ve iklim bölgelerine (bkz. Şekil 1.3) göre dağılım göstermemektedirler. Periyoda göre faz farkı ve ÇGSY değerleri doğu batı yönünde değişiklik göstermektedir.
- Yağışlar ile indisler ve akımlar ile indisler arasında yapılan çapraz spektral analizler sonucunda periyot arttıkça en büyük faz farkı ve ÇGSY değeri genellikle artmaktadır ve her bir periyot için en büyük faz farkı değeri periyodun yaklaşık yarısı kadardır.
- NAO ve meteoroloji istasyonlarının çapraz spektral analiz sonuçlarına göre, 22-23 aylık periyot incelendiğinde aralarındaki faz farkı ve ÇGSY değerleri, çoğunlukla Türkiye'nin batısında kümelenmiştir. Batıda büyük ÇGSY değerlerinin olması daha güçlü bir ilişki olduğunu gösterir. NAO Türkiye'nin batısına daha yakın olduğu için bu bölgelerde 22-23 aylık periyotta daha yüksek ilişkiler gözlenmiştir. Benzer şekilde 20-21 aylık periyot için IOD ve meteoroloji istasyonları arasındaki faz farkı ve ÇGSY değerleri çoğunlukla Türkiye'nin doğusunda kümelenmiştir. Doğuda büyük ÇGSY değerlerinin olması daha güçlü bir ilişki olduğunu gösterir. IOD Türkiye'nin doğusuna daha yakın olduğu için bu bölgelerde 20-21 aylık periyotta daha yüksek ilişkiler gözlenmiştir. Bu nedenle yukarıda belirtilen dönemler için NAO ve IOD indisleri ile batıda Bodrum, Uzunköprü, Bergama ve doğuda Iğdır, Siirt, Şanlıurfa meteoroloji istasyonu örnek olarak seçilerek batıdaki istasyonların NAO ile doğudaki istasyonların IOD ile çapraz spektral analiz sonuçları detaylı olarak incelenmiştir. Benzer şekilde NAO ve IOD indisi ile akım gözlem istasyonları arasında yapılan çapraz spektral analizler sonucunda belirlenen periyotlardan olan 13 ya da 14 aylık periyot için batıda Balıklı, İnanlı, Soğucak ve doğuda Baykan, Pınarca, Melekbahçe akım gözlem istasyonları örnek olarak seçilerek batıdaki istasyonların NAO ile doğudaki istasyonların IOD ile çapraz spektral analiz sonuçları detaylı incelenmiştir.

- NAO indisi ile Uzunköprü meteoroloji istasyonun yağışları arasında yapılan çapraz spektral analiz sonucu elde edilen 23 aylık periyotta aralarındaki 8 aylık faz farkı örnek olarak verildiğinde, bunun anlamı NAO'nun etkisinin Uzunköprü istasyonu yağışlarında 8 ay sonra görülmesidir.
- İstatistik analizde çapraz spektral analiz sonucu bulunan faz farkı ile oluşturulan doğrusal modelin diğerlerinden daha iyi uygunluğa sahip olduğu gösterilmiştir. Buna göre çapraz spektral analiz sonucu elde edilen faz farklarının doğruluğu istatistiksel olarak görülmüştür.

NAO'nun negatif evresi boyunca Akdeniz havzasında şiddetli yağışlar görülürken, pozitif evresi sırasında Avrupa'da yağmur yağmaktadır (Tatlı ve Menteş 2019). Negatif NAO evresi boyunca yıllık, kış, ilkbahar, sonbahar ve kısmen yaz yağışları çoğunlukla uzun dönem ortalama koşullardan daha yağışlı olmaktadır, pozitif NAO evresinde yaz hariç her mevsim çoğunlukla uzun dönem ortalama koşullardan daha kurudur (Türkeş ve Erlat 2003). Karabörk (2000) çalışmasında Türkiye'deki yağış ve akımlar için ülkenin doğu ve batısında El Nino ile ilişkili ıslak dönemlere sahip bölgeler ve ülkenin sadece doğusunda La Nina ile ilişkili kurak döneme sahip bölgeleri tespit etmiştir. AO'nun negatif evresinde sıcaklıklarda artış, pozitif evresinde ise sıcaklıklarda azalma gözlenmiştir (Türkeş ve Erlat 2008). Pozitif IOD sırasında güney rüzgarlarının Arap Denizi, Kızıldeniz ve Basra Körfezi'nden İran'ın güney kısmına daha fazla nemli hava taşımaktadır. Buna karşılık, negatif IOD sırasında nem akışı, İran'ın kuzeyine doğru olmaktadır (Pourasghar ve diğ. 2012). IOD ile Türkiye'deki iklim parametreleri arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışma bulunamamıştır. Ancak Türkiye'nin doğusunun İran'a yakınlığı dolayısıyla IOD ile benzer şekilde ilişkili olduğu düşünülebilir.

Okyanus salınımı indisleri ile Türkiye'deki hidrolojik parametreler arasındaki ilişkileri inceleyen ve bu ilişkilerin varlığını gösteren yukarıdakiler gibi çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalara göre okyanus salınımları Türkiye iklimini etkilemektedir. Bazı bölgelerde yağış, bazılarında kurak koşulların oluşmasına neden olmaları gibi çeşitli etkileri bulunmaktadır. Yapılan tez kapsamında çapraz spektral analiz yapılarak bu ilişkilerin varlığı belirlenmiş ve farklı olarak indisler ile akım ve indisler ile yağışlar

arasında faz farkları bulunmuştur. İncelenen okyanus salınımı indislerinin Türkiye iklimini ilgili periyottaki faz farkına göre belli bir süre sonra etkilediği elde edilmiştir.

Bu çalışmada elde edilen ilişkileri kullanarak tahmin modelleri oluşturmanın daha iyi sonuçlar vereceği düşünülmektedir. Hem okyanus salınımı hem de yağış ve akım verileri (sinyaller) farklı periyotlu sinüs dalgalarının üst üste binmesi olduğundan, tahmin modeli geliştirilirken orijinal sinyal periyotlara göre filtrelenmeli ve ilgili periyot için faz farkı değerleri modele eklenmelidir. Buna göre yağış ve indis değerleri ile tahmin modeli kurulurken orijinal yağış ve indis verileri periyotlarına göre ilgili frekans için bant geçiren filtre uygulandıktan sonra filtreden geçirilmiş veriler ilgili periyottaki faz farkı değerleri ile birlikte doğrusal ve doğrusal olmayan modellere eklenmelidir. Benzer şekilde akım ve indis değerleri ile tahmin modeli kurulurken orijinal akım ve indis verileri periyotlarına göre ilgili frekans için bant geçiren filtre uygulandıktan sonra filtreden geçirilmiş veriler ilgili periyottaki faz farkı değerleri ile birlikte doğrusal ve doğrusal olmayan modellere eklenmelidir.

7. KAYNAKLAR

Akhmet, M., Fen, M. O., Alejaily, E. M., *Dynamics with Chaos and Fractals*, 29, Springer, Cham, 139-172, (2020).

Allen, M.R., Smith, L.A., “Investigating the Origins and Significance of Low-Frequency Modes of Climate Variability”, *Geophys. Res. Lett.* 21, 883–886, (1994).

Allen, M.R., “Interactions between the Atmosphere and Oceans on Time-Scales of Weeks to Years”, Ph.D. Thesis, University of Oxford, Oxford, UK, (1992).

Ansell, T. J., Reason, C. J. C., Smith, I. N., Keay, K., “Evidence for decadal variability in southern australian rainfall and relationships with regional pressure and sea surface temperature”, *Int. J. Climatol.*, 20, 1113-1129, (2000).

Babian, S., Rust, H. W., Grieger, J., Prömmel, K., Cubasch, U., “Representation of the Antarctic Oscillation and related precipitation patterns in the MPI Earth System Model”, *Meteorol. Z.*, 25 (6), 767-774, (2016).

Baltacı, H., Akkoyunlu, B. O., Tayanç, M., “Relationships between teleconnection patterns and Turkish climatic extremes”, *Theor. Appl. Climatol.*, 134, 1365-1386, (2018).

Blackman, R.B., Tukey, J.W., “The Measurement of Power Spectra”, *Bell Syst. Tech.*, 37, 185, (1958).

<http://www.bom.gov.au/climate/current/soihtm1.shtml> [online] (12 September 2019).

<http://www.bom.gov.au/climate/enso/indices/iod-area-map.gif> (12 September 2019).

Bozyurt, O., Özdemir, M.A., “The relations between North Atlantic Oscillation and minimum temperature in Turkey”, *Procedia Soc. Behav. Sci.*, 120, 532–537, (2014).

Castro, A., Vidal, M.I., Calvo, A.I., Fernández, R.M., Fraile, R., “May the NAO index be used to forecast rain in Spain?”, *Atmosfera*, 24, 251–265, (2011).

Cavanaugh, J. E., Neath, A. A., “The Akaike information criterion: Background, derivation, properties, application, interpretation, and refinements”, *WIREs Comput Stat.*, 11, e1469, (2019).

Chan, S.C., Behera, S.K., Yamagata, T., “Indian Ocean Dipole influence on South American rainfall”, *Geophys. Res. Lett.*, 35, L14S12, (2008).

Cheng, C. L., Shalabh, Garg, G., “Coefficient of determination for multiple measurement error models”, *J. Multivar. Anal.*, 126, 137-152, (2014).

Choi, K. S., Oh, S. B., Kim, D. W., Byun, H. R., “Possible influence of AAO on North Korean rainfall in August”, *Int. J. Climatol.*, 34 (6), 1785-1797, (2014).

Cho, M. H., Lim, G. H., Song, H. J., “The Effect of the Wintertime Arctic Oscillation on Springtime Vegetation over the Northern High Latitude Region”, *Asia-Pac. J. Atmos. Sci.*, 50 (S), 15-21, (2014).

Clark, C.O., Webster, P.J., Cole, J.E., “Interdecadal variability of the relationship between the Indian Ocean zonal mode and East African coastal rainfall anomalies”, *J. Clim.*, 16, 548–554, (2003).

ClimateDataGuide.Avaliableonline:<https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/hurrell-north-atlantic-oscillation-the-NAO-index-station-based>.climatedataguide.ucar.edu [online] (12 September 2019).

https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/monthly.ao.index.b50.current.ascii.table [online] (12 September 2019).

Cropper, T., Hanna, E., Valente, M. A., Jonsson, T., “A daily Azores–Iceland North Atlantic Oscillation index back to 1850”, *Geosci. Data J.*, 2, 12-24, (2015).

Çayır, T., “FPGA Üzerinde Görüntü İyileştirme Uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, (2010).

Dickey, D.A., Fuller, W.A., “Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root”, *J. Am. Stat. Assoc.*, 74, 427–431, (1979).

Dubache, G., Ogwang, B.A., Ongoma, V., Islam, A.R.M.T., “The effect of Indian Ocean on Ethiopian seasonal rainfall”, *Meteorol. Atmos. Phys.*, 131, 1753–1761, (2019).

Frey, K. E., Smith, L. C., “Recent temperature and precipitation increases in West Siberia and their association with the Arctic Oscillation”, *Polar Res.*, 22(2), 287-300, (2003).

Garcia, N.O., Gimeno, L., Torre, D.L.L., Nieto, R., Añel, J.A., “North Atlantic Oscillation (NAO) and precipitation in Galicia (Spain)”, *Atmosfera*, 18, 25–32, (2005).

Ghil, M., Allen, M.R., Dettinger, M.D., Ide, K., Kondrashov, D., Mann, M.E., Robertson, A.W., Saunders, A., Tian, Y., Varadi, F., Yiou, P., “Advanced spectral methods for climatic time series”, *Rev. Geophys.*, 40, 1–41, (2002).

Gilman, D.L., Fuglister, F.J., Mitchell, J.M., Jr., “On the Power Spectrum of “Red Noise”, *J. Atmos. Sci.*, 20, 182–184, (1963).

Gong, D., Wang, S., “Definition of Antarctic oscillation index”, *Geophys. Res. Lett.*, 26 (4), 459-462, (1999).

Guetter, A.K., Georgakakos, K.P., “Are the El Niño and La Niña predictors of the Iowa river seasonal flow”, *Journal of Applied Meteorology*, 690-705 (1996).

Hayes, M. H., “*Digital Signal Precessing*”, United States of America: McGraw Hill, (1999).

Hendon, H. H., Thompson, D. W. J., Wheeler, M. C., “Australian Rainfall and Surface Temperature Variations Associated with the Southern Hemisphere Annular Mode”, *J. Clim.*, 20 (11), 2452-2467, (2007).

Hurrell, J.W., “North Atlantic climate variability: The role of the North Atlantic Oscillation”, *J. Mar. Syst.*, 79, 231–244, (2010).

Hurrell, J.W., Kushnir, Y., Visbeck, M., Ottersen, G., “An overview of the North Atlantic Oscillation”, *Geophys. Monogr.*, 134, 1-35, (2003).

Hussain, M.S., Kim, S., Lee, S., “On the relationship between Indian Ocean Dipole events and the precipitation of Pakistan”, *Theor. Appl. Climatol.*, 130, 673–685, (2016).

Jones, P.D., Jonsson, T., Wheeler, D., “Extension to the North Atlantic Oscillation using early instrumental pressure observations from Gibraltar and south-west Iceland”, *Int. J. Climatol.*, 17, 1433–1450, (1997).

Kahya, E., “The impacts of NAO on the hydrology of the Eastern Mediterranean”, *Adv. Glob. Chang. Res.*, 46, 57–71, (2011).

Kahya, E., Karabörk, M., “The analysis of El Nino and La Nina signals in streamflows of turkey”, *Int. J. Climatol.*, 1231-1250, (2001).

Karabörk, M. Ç., Kahya, E., “The links between the categorised Southern Oscillation indicators and climate and hydrologic variables in Turkey”, *Hydrol. Process.*, 1927-1936, (2009).

Karabörk, M. Ç., Kahya, E., Karaca, M., “The influences of the Southern and North Atlantic Oscillations on climatic surface variables in Turkey”, *Hydrol. Process.*, 1185-1211, (2005).

Karabörk, M. Ç., “El Nino ve La Nina Olaylarının Türkiye'deki Nehir Akımları ve Yağış Değerleri Üzerindeki Etkileri”, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı*, Konya, (2000).

Kutzbach, J.E.; Bryson, R.A., “Variance spectrum of Holocene climatic fluctuations in the north Atlantic sector”, *J. Atmos. Sci.*, 31, 1958–1963, (1974).

Küçük, M., Kahya, E., Cengiz, T.M., Karaca, M., “North Atlantic Oscillation influences on Turkish lake levels”, *Hydrol. Process*, 23, 893–906, (2009).

Mann, M.E., Lees, J.M., “Robust estimation of background noise and signal detection in climatic time series”, *Clim. Chang.*, 33, 409–445, (1996).

Mao, R., Gong, D. Y., Yang, J., Bao, J. D., “Linkage between the Arctic Oscillation and winter extreme precipitation over central-southern China”, *Clim. Res.*, 50, 187-201, (2011).

Martı, A. İ., “Türkiye’deki Akım, Yağış ve Sıcaklık Verilerinin Güneyli Salınımı Olan İlişkilerinin İncelenmesi”, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı*, Konya, (2007).

Matsuo, K., Heki, K., “Anomalous precipitation signatures of the Arctic Oscillation in the time-variable gravity field by GRACE”, *Geophys. J. Int.*, 190, 1495-1506, (2012).

Matyasovszky, I., “Estimating red noise spectra of climatological time series”, *Idoejaras*, 117, 187–200, (2013).

<http://mcirino-coral-paleoclimate.blogspot.com> (12 September 2019).

NOAA.Availableonline:https://psl.noaa.gov/gcos_wgsp/Timeseries/Data/dmi.long.data [online] (12 September 2019).

Pourasghar, F., Tozuka, T., Jahanbakhsh, S., Sarraf, B. S., Ghaemi, H., Yamagata, T., “The interannual precipitation variability in the southern part of Iran as linked to large-scale climate modes”, *Clim. Dyn.*, 39, 2329-2341, (2012).

Pratt, William K., *Digital Image Processing*, 4th Ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, (2007).

<http://research.jisao.washington.edu/data/ao/slp/> [online] (12 September 2019).

Rahnemaei, M., Zare, M., Nematollahi, A. R., Sedghi, H., “Application of spectral analysis of daily water level and spring discharge hydrographs data for comparing physical characteristics of karstic aquifers”, *J. Hydrol.*, 311, 106-116, (2005).

Rasmusson EM., “Global prospects for the prediction of drought: a meteorological perspective”, *In Planning for Drought Toward a Reduction of Societal Vulnerability*, Wilhite DA, Easterling WE (eds). Westview: Boulder, CO, (1987).

Saji, N.H., Goswami, B.N., Vinayachandran, P.N., Yamagata, T., “A dipole mode in the tropical Indian Ocean”, *Nature*, 401, 360–363, (1999).

Sariş, F., Hannah, D.M., Eastwood, W.J., “Spatial variability of precipitation regimes over Turkey”, *Hydrol. Sci. J.*, 55, 234–249, (2010).

Sezen, C., Partal, T., “The impacts of Arctic oscillation and the North Sea Caspian pattern on the temperature and precipitation regime in Turkey”, *Meteorol. Atmos. Phys.*, 131, 1677-1696, (2019).

Shabbar, A., Bonsal, B., Khandekar, M., “Canadian Precipitation Patterns Associated with the Southern Oscillation”, *J. Clim.*, 10 (12), 3016-3027, (1997).

Tatlı, H., Menteş, S.S., “Detrended cross-correlation patterns between North Atlantic oscillation and precipitation”, *Theor. Appl. Climatol.*, 138, 387–397, (2019).

Trauth, M.H., *MATLAB Recipes for Earth Sciences Fourth Edition*, Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, (2014).

Tukey, J. W., *Exploratory Data Analysis*, Addison-Wesley, Reading, MA, (1971).

Türkeş, M., Erhat, E., “Winter mean temperature variability in Turkey associated with the North Atlantic Oscillation”, *Meteorol. Atmos. Phys.*, 105, 211–225, (2009).

Türkeş, M., Erhat, E., “Influence of the Arctic Oscillation on the variability of winter mean temperatures in Turkey”, *Theor. Appl. Climatol.*, 92, 75-85, (2008).

Türkeş, M., Erhat, E., “Climatological responses of winter precipitation in Turkey to variability of the North Atlantic Oscillation during the period 1930–2001”, *Theor. Appl. Climatol.*, 81, 45–69, (2005).

Türkeş, M., Erhat, E., “Precipitation changes and variability in Turkey linked to the north atlantic oscillation during the period 1930–2000”, *Int. J. Climatol.*, 23, 1771–1796, (2003).

Türkeş, M., “Influence of geopotential heights, cyclone frequency and Southern Oscillation on rainfall variations in Turkey”, *Int. J. Climatol.*, 649-680, (1998).

Ucal, M. Ş., “Ekonometrik Model Seçim Kriterleri Üzerine Kısa Bir İnceleme”, *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 7 (2), 41-57, (2006).

Vergni, L., Lena, B.D., Chiaudani, A., “Statistical characterization of winter precipitation in the Abruzzo region (Italy) in relation to the North Atlantic Oscillation (NAO)”, *Atmos. Res.*, 178–179, 279–290, (2016).

Walker, G.T., Bliss, E.W., “World Weather VI, Memoirs of the Royal Meteorological Society”, 4 (39), 119–139, (1937).

Walker, G.T., Bliss, E.W., “Memoirs of the Royal Meteorological Society”, *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, 4, 53–84, (1932).

Wang, H., Asefa, T., “Impact of different types of ENSO conditions on seasonal precipitation and streamflow in the Southeastern United States”, *Int. J. Climatol.*, 1438-1451, (2018).

Wickramarachi, P., Corporation, D. P., Jose S., “Effects of Windowing on the Spectral Content of a Signal”, *Sound and Vibration*, 10-11, (2003).

Yılmaz, E., Çiçek, İ., “Detailed Köppen-Geiger climate regions of Turkey”, *Int. J. Hum. Sci.*, 15, 225–242, (2018).

Zamrane, Z., Turki, I., Laignel, B., Mahé, G., Laftouhi, N.E. Characterization of the interannual variability of precipitation and streamflow in Tensift and Ksob basins (Morocco) and links with the NAO. *Atmosphere*, 7 (6), 84, (2016).



EKLER

8. EKLER

Ek A1: Yağış istasyonlarının bilgileri

Sıra	İst. No	Bölge	Enlem	Boylam	İst. Adı	Baş. Yılı	Son. Yılı	Top. Yıl
1	17351	ADANA	37.0041	35.3443	ADANA BÖLGE	1958	2017	60
2	17320	ADANA	36.0686	32.8649	ANAMUR	1948	2017	70
3	17372	ADANA	36.2048	36.1513	ANTAKYA	1940	2017	78
4	17960	ADANA	37.0153	35.7955	CEYHAN	1970	2011	42
5	17962	ADANA	36.8244	36.1981	DÖRTYOL	1930	2011	82
6	17958	ADANA	36.6268	34.3380	ERDEMLİ-ALATA	1963	2011	49
7	17370	ADANA	36.5924	36.1582	İSKENDERUN	1940	2017	78
8	17936	ADANA	37.2505	35.0628	KARAIŞALI	1965	2011	47
9	17981	ADANA	36.5683	35.3894	KARATAŞ	1964	2011	48
10	17262	ADANA	36.7085	37.1123	KİLİS	1959	2017	59
11	17908	ADANA	37.4337	35.8188	KOZAN	1959	2011	53
12	17340	ADANA	36.7808	34.6031	MERSİN	1940	2017	78
13	17986	ADANA	36.0814	35.9492	SAMANDAĞ	1964	2011	48
14	17330	ADANA	36.3824	33.9373	SİLİFKE	1959	2017	59
15	17979	ADANA	36.7687	35.7903	YUMURTALIK	1965	2011	47
16	17870	ADANA	38.2038	37.1982	ELBİSTAN	1960	2011	52
17	17866	ADANA	38.0240	36.4823	GOKSUN	1960	2011	52
18	17255	ADANA	37.5760	36.9150	K.MARAS	1959	2016	58
19	17261	ADANA	37.0585	37.3510	GAZİANTEP	1940	2017	78
20	17964	ADANA	36.9585	36.5882	İSLAHİYE	1938	2010	73
21	17190	AFYON	38.7380	30.5604	A.KARAHISAR BOLGE	1930	2017	88
22	17890	AFYON	37.4337	29.3498	ACIPAYAM	1979	2011	33
23	17796	AFYON	38.7268	31.0477	BOLVADİN	1969	2011	43
24	17237	AFYON	37.7620	29.0921	DENİZLİ	1957	2017	61
25	17862	AFYON	38.0597	30.1531	DİNAR	1964	2011	48
26	17752	AFYON	39.0098	31.1463	EMİRDAĞ	1964	2011	48
27	17824	AFYON	38.1515	29.0587	GUNEY	1964	2011	48
28	17188	AFYON	38.6712	29.4040	USAK	1946	2014	69
29	17072	ANKARA	40.8437	31.1488	DUZCE	1963	2017	55
30	17015	ANKARA	41.0895	31.1374	AKCAKOCA	1963	2017	55
31	17130	ANKARA	39.9727	32.8637	ANKARA BOLGE	1930	2017	88
32	17680	ANKARA	40.1608	31.9172	BEYPAZARI	1963	2011	49
33	17080	ANKARA	40.6082	33.6102	CANKIRI	1948	2017	70
34	17646	ANKARA	40.8150	32.8831	CERKES	1978	2011	34
35	17128	ANKARA	40.1240	32.9992	ESENBGA MEYDAN	1956	2005	50
36	17648	ANKARA	40.9156	33.6258	ILGAZ	1977	2011	35
37	17730	ANKARA	39.6682	33.6118	KESKİN	1977	2011	35
38	17135	ANKARA	39.8433	33.5181	KIRIKKALE	1963	2017	55
39	17664	ANKARA	40.4729	32.6441	KIZILCAHAMAM	1959	2011	53
40	17679	ANKARA	40.1733	31.3320	NALLIHAN	1965	2011	47
41	17728	ANKARA	39.5834	32.1624	POLATLI	1965	2011	47
42	17667	ANKARA	39.9500	32.6833	ETİMESGUT	1962	1991	30
43	17602	ANKARA	41.7526	32.3827	AMASRA	1970	2011	42

Ek A1 Devam: Yağış istasyonlarının bilgileri

Sıra	İst. No	Bölge	Enlem	Boylam	İst. Adı	Baş. Yılı	Son. Yılı	Top. Yıl
44	17020	ANKARA	41.6248	32.3569	BARTIN	1965	2017	53
45	17070	ANKARA	40.7329	31.6022	BOLU	1930	2017	88
46	17022	ANKARA	41.4492	31.7779	ZONGULDAK BOLGE	1939	2017	79
47	17310	ANTALYA	36.5507	31.9803	ALANYA	1952	2017	66
48	17300	ANTALYA	36.9063	30.7990	ANTALYA MEYDAN	1933	2017	85
49	17290	ANTALYA	37.0328	27.4398	BODRUM	1938	2017	80
50	17294	ANTALYA	36.7719	28.7986	DALAMAN	1957	2011	55
51	17297	ANTALYA	36.7083	27.6919	DATÇA	1965	2017	53
52	17952	ANTALYA	36.7372	29.9121	ELMALI	1958	2011	54
53	17296	ANTALYA	36.6266	29.1238	FETHIYE	1958	2017	60
54	17375	ANTALYA	36.3024	30.1458	FINIKE	1960	2017	58
55	17974	ANTALYA	36.2715	32.3045	GAZIPASA	1970	2017	48
56	17926	ANTALYA	37.0565	30.1910	KORKUTELI	1969	2011	43
57	17924	ANTALYA	36.9700	28.6869	KOYCEGİZ	1959	2011	53
58	17954	ANTALYA	36.7895	31.4410	MANAVGAT	1959	2011	53
59	17298	ANTALYA	36.8395	28.2452	MARMARIS	1959	2017	59
60	17884	ANTALYA	37.3027	27.7804	MILAS	1959	2011	53
61	17292	ANTALYA	37.2095	28.3668	MUGLA	1956	2017	62
62	17886	ANTALYA	37.3395	28.1369	YATAGAN	1968	2011	44
63	17238	ANTALYA	37.7220	30.2940	BURDUR	1940	2017	78
64	17892	ANTALYA	37.3161	29.7792	TEFENNI	1964	2011	48
65	17882	ANTALYA	37.8377	30.8720	EGİRDİR	1968	2011	44
66	17240	ANTALYA	37.7848	30.5679	ISPARTA BOLGE	1930	2017	88
67	17826	ANTALYA	38.1047	30.5577	SENİRKENT	1970	2011	42
68	17864	ANTALYA	38.0860	30.4582	ULUBORLU	1969	2011	43
69	17282	DİYARBAKIR	37.8636	41.1562	BATMAN	1959	2017	59
70	17950	DİYARBAKIR	37.3326	42.2027	CİZRE	1962	2017	56
71	17280	DİYARBAKIR	37.8973	40.2027	DİYARBAKIR MEYDAN	1931	2017	87
72	17847	DİYARBAKIR	38.2670	39.7660	ERGANI	1964	2011	48
73	17275	DİYARBAKIR	37.3103	40.7284	MARDİN	1940	2017	78
74	17948	DİYARBAKIR	37.0833	41.2343	NUSAYBIN	1966	2011	46
75	17210	DİYARBAKIR	37.9319	41.9354	SIIRT	1947	2017	71
76	17980	DİYARBAKIR	36.7276	38.9473	AKCAKALE	1965	2011	47
77	17966	DİYARBAKIR	37.0281	37.9638	BİRECİK	1964	2011	48
78	17968	DİYARBAKIR	36.8406	40.0307	CEYLANPINAR TAR.İSL.G45	1957	2011	55
79	17270	DİYARBAKIR	37.1608	38.7863	ŞANLIURFA BOLGE	1944	2017	74
80	17766	ELAZIĞ	38.9413	38.7182	AGIN	1980	2010	31
81	17203	ELAZIĞ	38.8847	40.5007	BİNGÖL	1961	2017	57
82	17768	ELAZIĞ	39.0401	38.9177	CEMİSGEZİK	1969	2011	43
83	17201	ELAZIĞ	38.6443	39.2561	ELAZIĞ BOLGE	1939	2017	79
84	17808	ELAZIĞ	38.7616	40.5577	GENÇ	1980	2011	32
85	17774	ELAZIĞ	38.9425	40.0428	KARAKOCAN	1980	2011	32
86	17804	ELAZIĞ	38.7947	38.7442	KEBAN	1963	2011	49
87	17846	ELAZIĞ	38.3924	39.6757	MADEN-ELAZIĞ	1980	2010	31
88	17736	ELAZIĞ	39.0180	39.6015	MAZGİRT	1982	2011	30

Ek A1 Devam: Yağış istasyonlarının bilgileri

Sıra	İst. No	Bölge	Enlem	Boylam	İst. Adı	Baş. Yılı	Son. Yılı	Top. Yıl
89	17806	ELAZIĞ	38.6907	39.9260	PALU	1966	2011	46
90	17844	ELAZIĞ	38.4507	39.3101	SIVRICE	1979	2011	33
91	17776	ELAZIĞ	38.9597	41.0503	SOLHAN	1965	2011	47
92	17165	ELAZIĞ	39.1058	39.5408	TUNCELI	1964	2017	54
93	17265	ELAZIĞ	37.7553	38.2775	ADIYAMAN	1963	2017	55
94	17764	ELAZIĞ	39.0405	38.4875	ARAPGİR	1964	2010	47
95	17199	ELAZIĞ	38.3367	38.2173	MALATYA BOLGE	1930	2017	88
96	17046	ERZURUM	41.1061	42.7055	ARDAHAN	1961	2017	57
97	17094	ERZURUM	39.7523	39.4868	ERZINCAN	1938	2017	80
98	17096	ERZURUM	39.9529	41.1897	ERZURUM MEYDAN	1930	2017	88
99	17740	ERZURUM	39.3688	41.6957	HINIS	1960	2011	52
100	17690	ERZURUM	40.0383	42.1705	HORASAN	1969	2011	43
101	17666	ERZURUM	40.4868	40.9997	ISPIR	1965	2011	47
102	17668	ERZURUM	40.5497	41.9951	OLTU	1981	2011	31
103	17718	ERZURUM	39.7769	40.3906	TERCAN	1962	2011	50
104	17688	ERZURUM	40.3013	41.5409	TORTUM	1959	2011	53
105	17099	ERZURUM	39.7253	43.0522	AGRI	1969	2017	49
106	17656	ERZURUM	40.8431	43.3278	ARPACAY	1978	2011	34
107	17720	ERZURUM	39.5396	44.0180	DOGUBEYAZIT	1962	2009	48
108	17100	ERZURUM	39.9227	44.0523	IGDIR	1957	2017	61
109	17097	ERZURUM	40.6042	43.1073	KARS BOLGE	1958	2017	60
110	17692	ERZURUM	40.3329	42.5983	SARIKAMIS	1959	2011	53
111	17120	ESKİŞEHİR	40.1414	29.9772	BILECIK	1939	2017	79
112	17702	ESKİŞEHİR	39.9039	30.0525	BOZUYUK	1964	2011	48
113	17116	ESKİŞEHİR	40.2308	29.0133	BURSA	1930	2017	88
114	17126	ESKİŞEHİR	39.7656	30.5502	ESKİŞEHİR BOLGE	1930	1977	48
115	17750	ESKİŞEHİR	38.9947	29.4003	GEDİZ	1975	2011	37
116	17695	ESKİŞEHİR	39.9150	29.2313	KELES	1966	2011	46
117	17155	ESKİŞEHİR	39.4171	29.9891	KUTAHYA	1930	2017	88
118	17748	ESKİŞEHİR	39.0925	28.9786	SIMAV	1960	2011	52
119	17726	ESKİŞEHİR	39.4453	31.5354	SIVRIHISAR	1959	2011	53
120	17704	ESKİŞEHİR	39.5384	29.4941	TAVSANLI	1966	2011	46
121	17676	ESKİŞEHİR	40.1075	29.1290	ULUDAG-ZIRVE	1969	2011	43
122	17619	İSTANBUL	41.1667	28.9833	BAHCEKOY OR. FAK.	1948	2005	58
123	17658	İSTANBUL	40.6427	29.1063	CINARCIK	1982	2011	30
124	17054	İSTANBUL	41.1798	27.8160	CORLU	1958	2011	54
125	17050	İSTANBUL	41.6767	26.5508	EDİRNE	1952	2017	66
126	17636	İSTANBUL	40.9758	28.7865	FLORYA	1937	2015	79
127	17662	İSTANBUL	40.5214	30.2960	GEYVE A.F.P.	1959	2011	53
128	17632	İSTANBUL	40.8900	26.3900	IPSALA	1979	2011	33
129	17062	İSTANBUL	40.9883	29.0190	KADIKOY RIHTIM	1930	2006	77
130	17638	İSTANBUL	40.9111	29.1594	KARTAL	1965	2003	39

Ek A1 Devam: Yağış istasyonlarının bilgileri

Sıra	İst. No	Bölge	Enlem	Boylam	İst. Adı	Baş. Yılı	Son. Yılı	Top. Yıl
131	17052	İSTANBUL	41.7382	27.2178	KIRKLARELİ	1963	2017	55
132	17066	İSTANBUL	40.7663	29.9173	KOCAELİ-İZMİT	1961	2017	57
133	17059	İSTANBUL	41.2505	29.0384	KUMKOY-KILYOS	1952	2017	66
134	17631	İSTANBUL	41.3513	27.3108	LULEBURGAZ TAR. İSL.	1941	2010	70
135	17634	İSTANBUL	40.8873	26.9080	MALKARA	1980	2010	31
136	17069	İSTANBUL	40.7676	30.3934	SAKARYA	1956	2017	62
137	17061	İSTANBUL	41.1464	29.0502	SARIYER	1954	2017	64
138	17610	İSTANBUL	41.1688	29.6007	SİLE	1940	2011	72
139	17056	İSTANBUL	40.9585	27.4965	TEKİRDAĞ	1940	2017	78
140	17608	İSTANBUL	41.2726	26.7056	UZUNKÖPRÜ	1965	2011	47
141	17119	İSTANBUL	40.6589	29.2796	YALOVA	1958	2017	60
142	17184	İZMİR	38.9118	27.8233	AKHISAR	1937	2017	81
143	17234	İZMİR	37.8402	27.8379	AYDIN	1941	2017	77
144	17742	İZMİR	39.1098	27.1710	BERGAMA	1963	2011	49
145	17790	İZMİR	38.4667	27.2167	BORNOVA(EĞE ÜN)	1973	2006	34
146	17221	İZMİR	38.3036	26.3724	CESME	1964	2017	54
147	17180	İZMİR	39.0737	26.8880	DIKILI	1941	2017	77
148	17220	İZMİR	38.3949	27.0819	İZMİR BOLGE	1938	2017	80
149	17232	İZMİR	37.8597	27.2652	KUSADASI	1964	2017	54
150	17186	İZMİR	38.6153	27.4049	MANİSA	1930	2017	88
151	17860	İZMİR	37.9135	28.3437	NAZILLI	1972	2011	40
152	17822	İZMİR	38.2157	27.9642	ODEMİS	1959	2011	53
153	17792	İZMİR	38.4831	28.1234	SALİHLİ	1965	2011	47
154	17820	İZMİR	38.1990	26.8350	SEFERİHİSAR	1972	2011	40
155	17854	İZMİR	37.9445	27.3673	SELCUK	1964	2011	48
156	17850	İZMİR	37.8843	28.1504	SULTANHİSAR	1972	2011	40
157	17112	İZMİR	40.1410	26.3993	CANAKKALE	1937	2017	81
158	17111	İZMİR	39.8326	26.0728	BOZCAADA	1981	2015	35
159	17110	İZMİR	40.1910	25.9075	GÖKÇEADA	1965	2015	51
160	17152	İZMİR	39.6394	27.8936	BALIKESİR	1938	1997	60
161	17175	İZMİR	39.3113	26.6861	AYVALIK	1964	2017	54
162	17114	İZMİR	40.3315	27.9965	BANDIRMA	1950	2011	62
163	17722	İZMİR	39.4983	26.9755	BURHANIYE	1975	2011	37
164	17700	İZMİR	39.5778	28.6322	DURSUNBEY	1965	2011	47
165	17145	İZMİR	39.5895	27.0192	EDREMIT	1962	2017	56
166	17674	İZMİR	40.1135	27.6426	GÖNEN	1970	2011	42
167	17760	KAYSERİ	39.1897	35.2532	BOGAZLIYAN	1964	2011	48
168	17836	KAYSERİ	38.3744	35.4797	DEVELİ	1965	2011	47
169	17196	KAYSERİ	38.6870	35.5000	KAYSERİ BOLGE	1938	2017	80
170	17802	KAYSERİ	38.7251	36.3904	PINARBASI-KAYSERİ	1964	2009	46
171	17840	KAYSERİ	38.4781	36.5035	SARIZ	1968	2010	43

Ek A1 Devam: Yağış istasyonlarının bilgileri

Sıra	İst. No	Bölge	Enlem	Boylam	İst. Adı	Baş. Yılı	Son. Yılı	Top. Yıl
172	17837	KAYSERİ	38.4522	35.7912	TOMARZA	1966	2009	44
173	17140	KAYSERİ	39.8243	34.8159	YOZGAT	1954	2017	64
174	17732	KAYSERİ	39.6067	34.4235	CICEKDAGI	1972	2011	40
175	17756	KAYSERİ	39.3652	33.7064	KAMAN	1966	2011	46
176	17160	KAYSERİ	39.1639	34.1561	KIRSEHIR BOLGE	1937	2017	81
177	17193	KAYSERİ	38.6163	34.7025	NEVSEHIR	1959	2017	59
178	17835	KAYSERİ	38.6218	34.9144	URGUP	1972	2011	40
179	17734	KAYSERİ	39.3618	38.1142	DIVRIGI	1964	2011	48
180	17162	KAYSERİ	39.1850	36.0805	GEMEREK	1964	2016	53
181	17762	KAYSERİ	39.2428	37.3890	KANGAL	1981	2011	31
182	17090	KAYSERİ	39.7437	37.0020	SIVAS	1930	2017	88
183	17684	KAYSERİ	40.1623	38.0752	SUSEHRI	1976	2010	35
184	17716	KAYSERİ	39.8928	37.7473	ZARA	1965	2011	47
185	17239	KONYA	38.3688	31.4297	AKSEHIR	1959	2017	59
186	17242	KONYA	37.6777	31.7463	BEYSEHIR	1960	2017	58
187	17191	KONYA	38.6503	32.9226	CIHANBEYLI	1960	2017	58
188	17900	KONYA	37.5658	32.7900	CUMRA	1972	2011	40
189	17248	KONYA	37.5255	34.0485	EREGLI-KONYA	1965	2017	53
190	17928	KONYA	36.9893	32.4557	HADIM	1964	2011	48
191	17832	KONYA	38.2763	31.8940	ILGIN	1969	2011	43
192	17246	KONYA	37.1932	33.2202	KARAMAN	1959	2017	59
193	17902	KONYA	37.7143	33.5267	KARAPINAR	1964	2011	48
194	17244	KONYA	37.9837	32.5740	KONYA MEYDAN	1930	2017	88
195	17754	KONYA	39.0788	33.0657	KULU	1969	2011	43
196	17250	KONYA	37.9587	34.6795	NIGDE	1935	2017	83
197	17898	KONYA	37.4267	31.8490	SEYDISEHIR	1964	2011	48
198	17906	KONYA	37.5480	34.4867	ULUKISLA	1963	2011	49
199	17798	KONYA	38.8205	31.7258	YUNAK	1971	2011	41
200	17192	KONYA	38.3705	33.9987	AKSARAY	1964	2017	54
201	17622	SAMSUN	41.5515	35.9247	BAFRA	1963	2011	49
202	17084	SAMSUN	40.5461	34.9362	CORUM	1930	2017	88
203	17033	SAMSUN	40.9838	37.8858	ORDU	1961	2017	57
204	17652	SAMSUN	40.9787	34.8011	OSMANCIK	1976	2011	36
205	17030	SAMSUN	41.3435	36.2553	SAMSUN BOLGE	1930	2017	88
206	17026	SAMSUN	42.0299	35.1545	SINOP	1938	2017	80
207	17624	SAMSUN	41.1430	37.2930	UNYE	1980	2011	32
208	17085	SAMSUN	40.6668	35.8353	AMASYA	1961	2017	57
209	17083	SAMSUN	40.8793	35.4585	MERZIFON	1940	2011	72
210	17086	SAMSUN	40.3312	36.5577	TOKAT BOLGE	1960	2017	58
211	17683	SAMSUN	40.3753	36.0988	TURHAL	1975	2011	37
212	17681	SAMSUN	40.2960	35.8905	ZILE	1964	2011	48

Ek A1 Devam: Yağış istasyonlarının bilgileri

Sıra	İst. No	Bölge	Enlem	Boylam	İst. Adı	Baş. Yılı	Son. Yılı	Top. Yıl
213	17606	SAMSUN	41.9597	34.0037	KASTAMONU BOZKURT	1960	2011	52
214	17618	SAMSUN	41.5996	33.8345	DEVREKANI	1982	2011	30
215	17024	SAMSUN	41.9789	33.7636	INEBOLU	1951	2017	67
216	17074	SAMSUN	41.3710	33.7756	KASTAMONU	1930	2017	88
217	17650	SAMSUN	41.0132	34.0367	TOSYA	1965	2011	47
218	17626	TRABZON	41.0325	39.5615	AKCAABAT	1965	2011	47
219	17045	TRABZON	41.1752	41.8187	ARTVIN	1949	2017	69
220	17089	TRABZON	40.2547	40.2207	BAYBURT	1959	2017	59
221	17034	TRABZON	40.9227	38.3878	GİRESUN	1939	2017	79
222	17088	TRABZON	40.4598	39.4653	GUMUSHANE	1965	2017	53
223	17042	TRABZON	41.4065	41.4330	HOPA	1962	2017	56
224	17628	TRABZON	41.1777	40.8993	PAZAR-RİZE	1964	2011	48
225	17040	TRABZON	41.0400	40.5013	RİZE	1934	2017	84
226	17682	TRABZON	40.2872	38.4193	SEBINKARAHISAR	1965	2011	47
227	17037	TRABZON	40.9985	39.7649	TRABZON BOLGE	1938	2005	68
228	17810	VAN	38.7487	42.4750	AHLAT	1966	2011	46
229	17880	VAN	38.0435	44.0173	BASKALE	1964	2011	48
230	17784	VAN	39.0197	43.3382	ERCİS	1965	2011	47
231	17852	VAN	38.2963	43.1197	GEVAS	1982	2011	30
232	17285	VAN	37.5745	43.7388	HAKKARI	1978	2017	40
233	17780	VAN	39.1436	42.5308	MALAZGİRT	1961	2011	51
234	17786	VAN	38.9898	43.7630	MURADIYE-VAN	1978	2011	34
235	17204	VAN	38.7509	41.5023	MUS	1964	2017	54
236	17812	VAN	38.6573	43.9767	OZALP	1969	2011	43
237	17205	VAN	38.5033	42.2808	TATVAN	1965	2016	52
238	17172	VAN	38.4693	43.3460	VAN BOLGE	1939	2017	79
239	17207	VAN	38.4108	42.1119	BITLİS MET İST	1959	2009	51

Ek A2: Akım gözlem istasyonlarının bilgileri

Sıra	İst. No	Akarsu	Enlem	Boylam	İst. Adı	Baş. Yılı	Son. Yılı	Top. Yıl
1	D01A008	ERGENE N.	41.3508	27.3517	LÜLEBURGAZ	1981	2015	35
2	D01A020	ERGENE N.	41.2022	27.4767	İNANLI	1981	2016	36
3	D01A031	SOĞUCAK D.	41.6347	27.6539	SOĞUCAK	1965	2016	52
4	D01A039	POYRALI D.	41.6286	27.5969	POYRALI	1966	2015	50
5	D02A028	ISTIRANCA D.	41.3800	28.3128	KARAMANDERE	1967	2017	51
6	D02A030	KOCADERE	40.3928	29.4172	SÖLÖZ	1967	2017	51
7	D02A057	PAPUÇ D.	41.6833	27.8833	KIZILAĞAÇ	1982	2016	35
8	D02A065	SARIÇAY	40.0578	26.5817	NİSANKAYA	1978	2008	31
9	D02A084	KOCAÇAY	39.8172	27.0994	AŞAĞIÇAVUŞ	1985	2016	32
10	E02A013	OLUK DERESİ	40.4908	29.3267	ORHANGAZİ	1981	2017	37
11	D03A018	KIZIK S.	39.2211	29.5333	AĞARI	1974	2007	34
12	D03A024	MADRA Ç.	39.5294	27.3686	AYAKLI	1967	2015	49
13	E03A011	ORHANELİ Ç.	39.1278	29.8644	KÜÇÜKİLET	1959	2012	54
14	E03A024	ATNOS Ç.	39.6322	28.0286	BALIKLI	1963	2011	49
15	E03A028	EMET Ç.	39.4622	29.2583	DERELİ	1967	2012	46
16	D04A017	KARINCA D.	39.4397	26.9928	REŞİTKÖY	1965	1997	33
17	D04A031	EYBEK D.	39.6189	27.0619	ÇAMCI	1979	2017	39
18	E04A008	HAVRAN Ç.	39.5722	27.1903	İNBOĞAZI	1969	2004	36
19	E04A010	YAĞCILI Ç.	39.3375	27.6386	YAĞCILI	1981	2016	36
20	D05A021	TABAK D.	38.4642	28.0503	ÇALTILI	1970	2003	34
21	E05A014	SELENDİ Ç.	38.6994	28.7000	DEREKÖY	1964	2016	53
22	E05A015	DELİNİŞ DERESİ	38.7233	28.5550	TOPUZDAMLARI	1966	2006	41
23	E05A022	DEMİRCİ Ç.	38.7531	28.4828	BORLU	1971	2012	42
24	E05A024	MURAT Ç.	38.9572	29.5125	SAZKÖY	1973	2014	42
25	E05A025	YİĞİTLER DERESİ	38.4122	27.6131	YİĞİTLER	1976	2015	40
26	D07A014	İKİZDERE ÇAYI	37.9000	27.8333	DEREAĞZI	1966	1996	31
27	D07A030	KÖŞK D.	37.9000	28.0500	MEZEKÖY	1969	2000	32
28	D07A032	BÜYÜK MENDERES N.	37.8758	28.3275	NAZİLLİ KÖP.	1963	1992	30
29	E07A025	BANAZ Ç.	38.5042	29.6033	AZİZLER	1972	2002	31
30	E07A030	YENİDERE	37.5947	28.9236	ÇALIKÖY	1981	2010	30
31	E07A033	SARHOŞ Ç.	37.4306	28.5608	GÖKTEPE	1981	2017	37
32	D08A018	BALLIK D.	37.2158	29.6664	BALLIK BOĞAZI	1962	1992	31
33	D08A083	DARGAZ D.	36.4000	29.4928	LENGÜME	1979	2017	39
34	E08A009	EŞEN Ç.	36.8253	29.5619	KAVAKLIDERE	1957	2017	61
35	E08A015	EŞEN Ç.	36.3564	29.3167	KINIK	1972	2017	46
36	E08A018	KARAÇAY	36.4733	29.4033	KAYADİBİ	1978	2012	35
37	D09A011	KORKUTELİ Ç.	37.1333	30.0500	SALAMUR BOĞAZI	1964	2017	54
38	D09A056	DÜDEN Ç.	36.9375	30.7553	REGÜLATÖR ÇIKIS	1972	2017	46
39	E09A001	MANAVGAT Ç.	36.9475	31.5169	HOMA	1941	1984	44
40	E09A002	KÖPRÜÇAY	37.1417	31.1886	BEŞKONAK	1941	2016	76

Ek A2 Devam: Akım gözlem istasyonlarının bilgileri

Sıra	İst. No	Akarsu	Enlem	Boylam	İst. Adı	Baş. Yılı	Son. Yılı	Top. Yıl
41	E09A012	MANAVGAT Ç.	36.9794	31.6086	SİNANHOCA	1964	2016	53
42	D11A013	KALİ Ç.	38.4489	30.6464	SELEVİR BRJ. GİRİŞ	1966	2015	50
43	E11A002	SİVRİKAYA D.	38.9358	30.5019	GAZLIGÖL	1965	2011	47
44	E12A019	DİNSİZ Ç.	40.7753	30.6006	YAĞBASAN	1971	2011	41
45	E12A033	ALADAĞ Ç.	40.1878	31.6578	KARAKÖY	1963	2010	48
46	E12A037	MUDURNU Ç.	40.5753	30.8603	DOKURCUN	1957	2011	55
47	E12A050	AKSU D.	40.0117	29.6522	KINIK	1981	2017	37
48	D12A063	ULU DERE	39.6333	30.4000	ULUÇAYIR	1965	2008	44
49	D12A146	GÖYNÜK Ç.	40.3833	30.5333	YENİKÖY	1979	2009	31
50	D13A036	HACILAR DERESİ	40.7619	32.9908	YALAKÖZÜ	1985	2016	32
51	D13A050	İSPA Ç.	41.8492	35.0483	ŞAMLIOĞLU	1984	2017	34
52	E13A014	SOĞANLI Ç.	41.1697	32.6431	KARABÜK	1963	2011	49
53	E13A019	MENGEN ÇAYI	40.8964	31.9672	GÖKÇESU	1965	2004	40
54	E13A027	ULUSU Ç.	40.7422	32.2508	AFATLAR	1968	2011	44
55	E13A030	YENİÇİFTLİK D.	41.1633	29.1864	MAHMUT ŞEVKET PAŞA	1967	2007	41
56	E13A031	KOCAIRMAK	41.6422	32.3558	BARTIN	1970	2003	34
57	E13A033	ARAÇ Ç.	41.1958	32.6239	KARABÜK	1965	1998	34
58	E13A038	LAHANA D.	40.9978	30.9375	ORTAKÖY	1981	2011	31
59	E13A039	AKSU D.	40.7156	30.9206	ÇİFTEKESE	1981	2011	31
60	E14A018	YEŞİLIRMAK N.	40.3117	37.1286	GÖMELEÖNÜ	1964	2016	53
61	D14A014	KÜRTÜN Ç.	41.2861	36.1953	AHULLU	1964	1996	33
62	D14A023	MECİTÖZÜ Ç.	40.5519	35.5594	KALEBOĞAZI	1973	2006	34
63	D14A024	DELİÇAY	40.5686	35.8858	MAHMATLAR	1976	2017	42
64	D14A062	SARSI D.	40.1156	36.2739	ARTOVA	1968	2006	39
65	D14A080	GÜNDELEN D.	39.7992	36.0383	KIZILLI	1970	2017	48
66	D14A092	GERMUGA D.	39.8125	36.3153	EKECİK	1972	2004	33
67	D14A093	SARAYÖZÜ S.	39.7667	35.5333	KARAMAĞARA	1970	1999	30
68	D15A015	DÜNDARLI SUYU	38.1308	35.1661	HACİBEYLİ	1985	2014	30
69	D15A026	ENGİZ D.	41.4864	36.0675	BALLICA	1987	2017	31
70	D15A108	KALEYCİK D.	39.1911	34.7506	DOYDUK	1967	2005	39
71	D15A131	BAĞIRGANÖZÜ	39.7039	35.3017	BAHADIN	1980	2017	38
72	E15A041	DELİCE Ç.	40.3086	34.1192	ÇADIRHÖYÜK	1981	2010	30
73	D16A003	ÇARŞAMBA S.	37.2594	32.3258	MAVİ	1952	1987	36
74	D16A028	İBRALA Ç.	37.1514	33.4694	NALAMA ÇİFTLİĞİ	1959	2016	58
75	D16A137	BULCUK D.	38.2122	31.9431	BULCUK	1985	2016	32
76	E16A011	ÇARŞAMBA SUYU	37.1733	32.2094	BOZKIR	1964	2011	48
77	E16A012	İBRALA SUYU	37.2019	33.4056	DENİRCİK	1962	1994	33
78	D17A007	PAMUK D.	37.0306	34.7683	KEŞBÜKÜ	1972	2017	46

Ek A2 Devam: Akım gözlem istasyonlarının bilgileri

Sıra	İst. No	Akarsu	Enlem	Boylam	İst. Adı	Baş. Yılı	Son. Yılı	Top. Yıl
79	D17A011	EFRENK D.	36.8617	34.5531	HAMZABEYLİ	1969	2001	33
80	D17A024	KORUCAK D.	36.2367	33.5367	ÇATALDEĞİRMEN	1978	2017	40
81	E17A008	TARSUS IRMAĞI	37.0325	34.8422	MUHAT KÖPRÜSÜ	1961	1993	33
82	E17A017	LAMAS Ç.	36.6600	34.0056	KIZILGEÇİT	1967	2017	51
83	E17A020	GÖKSU N.	36.6358	33.3694	HAMAM	1969	2015	47
84	D18A008	TACİN SUYU	38.8311	36.0789	TACİN	1964	1994	31
85	D18A012	KÖRKÜN S.	37.5564	34.9558	KAMIŞLI	1981	2017	37
86	D18A019	ASMACA Ç.	37.8225	35.9022	FEKE	1983	2017	35
87	E18A001	GÖKSU	37.8664	36.0589	HİMMETLİ	1954	2011	58
88	E18A020	KÖRKÜN SUYU	37.2956	35.1547	HACILI KÖPRÜSÜ	1970	2017	48
89	D20A007	HURMAN S.	38.2892	37.0336	KUŞKAYASI	1967	1996	30
90	D20A008	KARAÇAY	37.0483	36.2803	OSMANİYE	1983	2015	33
91	D20A013	ANDIRIN S.	37.4483	36.3264	TOKMAKLI	1962	2002	41
92	D20A016	KÖMÜR S.	38.0972	36.5311	ALIŞLIBUCAK	1962	1995	34
93	D20A043	KESİK S.	37.5586	36.0036	TAŞKÖPRÜ	1976	2014	39
94	E20A006	GÖKSUN Ç.	38.0319	36.5697	KARAAHMET	1955	2016	62
95	E20A008	SAVRUN D.	37.3619	36.0847	KADİRLİ	1970	2015	46
96	E20A015	HURMAN SUYU	38.4225	36.9206	TANIR	1957	1995	39
97	E20A022	SÖĞÜTLÜ SUYU	38.2556	37.5336	HANKÖY	1973	2015	43
98	D21A001	KARASU	40.1081	41.3856	KIRKGÖZE	1962	2016	55
99	D21A040	AKPINAR D.	39.5875	39.7181	GİRLEVİK	1985	2017	33
100	D21A116	LEZGİ Ç.	39.6611	41.0219	AŞAĞI ÇAT	1968	1998	31
101	D21A167	KİSRE Ç.	39.3775	41.6972	NECMETTİN AĞA KOMU	1979	2016	38
102	D21A169	AHİRÇİMEN Ç.	39.2567	41.7936	HALİL ÇAVUŞ	1979	2016	38
103	D21A193	KOZLUK Ç.	39.0853	38.4069	AŞAĞIŞIHLAR	1985	2016	32
104	D21A213	ADA D.	39.5075	42.1978	AĞAÇLI	1986	2016	31
105	E21A009	FIRAT N.	39.2650	38.5011	KEMALİYE	1938	1974	37
106	E21A024	TOHMA S.	38.6731	37.4431	YAZIKÖY	1963	2017	55
107	E21A031	BEY DERESİ	38.3297	38.2106	KILAYIK	1957	2015	59
108	E21A032	CULLAP SUYU	37.1603	39.0339	İNCİRLİ	1970	1999	30
109	E21A033	MUNZUR S.	39.0458	39.5261	MELEKBAHÇE	1969	2009	41
110	E21A035	BULAM Ç.	37.9939	38.2369	FATOPAŞA	1967	2015	49
111	E21A045	TOHMA S.	38.4761	37.6856	HİSARCIK	1963	2011	49
112	E21A047	MUNZUR SUYU	39.3444	39.2981	DEDİKUŞAĞI	1965	1997	33
113	E21A056	FIRAT N.	39.4347	38.4511	BAĞIŞTAŞ	1969	2011	43
114	E21A057	KARASU	38.7839	41.4953	KARAKÖPRÜ	1969	2007	39
115	E21A058	BİNGÖL Ç.	39.1083	41.4872	ABDURRAHMAN PAŞA KÖPRÜSÜ	1970	2017	48
116	E21A076	TACİK D.	39.5900	39.8706	MUTU BOĞAZI	1984	2016	33
117	E21A077	HINIS Ç.	39.2194	42.1683	ADIVAR	1986	2015	30
118	E22A002	KARA DERE	40.8494	40.0069	AĞNAS	1967	2017	51

Ek A2 Devam: Akım gözlem istasyonlarının bilgileri

Sıra	İst. No	Akarsu	Enlem	Boylam	İst. Adı	Baş. Yılı	Son. Yılı	Top. Yıl
119	E22A006	DEĞİRMENDERE	40.8361	39.6317	KANLIPELİT	1951	1989	39
120	E22A013	AKSU	40.7478	38.4456	DERELİ	1962	2004	43
121	E22A032	FIRTINA DERESİ+F40	41.0661	41.0078	TOPLUCA	1964	2015	52
122	E22A033	TOZKÖY DERESİ	40.6658	40.5789	TOZKÖY	1965	2017	53
123	E22A038	MELET Ç.	40.5494	37.6756	ARICILAR	1965	2015	51
124	E22A045	TERME Ç.	41.0831	36.8264	GÖKÇELİ	1969	2017	49
125	D23A006	PULUR Ç.	40.2028	39.8614	CİBRE	1966	2002	37
126	D23A016	ÇORUH N.	40.2328	40.6592	MESCİTLİ	1966	1996	31
127	E23A004	ÇORUH N.	40.2589	40.2267	BAYBURT	1962	2011	50
128	E23A021	PARHAL DERESİ	40.8900	41.5264	DUTDERE	1972	2011	40
129	D24A018	KANTARLI Ç.	41.1978	42.8483	ÇAYAGZI	1969	2017	49
130	D24A058	KIŞLA D.	40.1475	42.0575	ÇAYIRDÜZÜ	1980	2016	37
131	D24A060	KÖYALTİ D.	39.7886	42.0269	ÇATALÖREN	1983	2016	34
132	E24A015	KURA N.	41.1606	42.8719	UR KÖPRÜSÜ	1970	2017	48
133	E24A018	KARS Ç.	40.7356	43.5533	ŞAHNALAR	1970	2001	32
134	E25A005	BENDİMAHI Ç.	39.0878	43.7936	GÖNDÜRME	1972	2011	40
135	E25A007	SÜFREZOR D.	38.8119	42.3661	KINALIKOÇ	1969	2002	34
136	E26A010	BİTLİS Ç.	38.1614	41.7825	BAYKAN	1962	2011	50
137	E26A024	KEZER Ç.	37.9614	41.8572	PINARCA	1972	2011	40