BİGA YARIMADASINDAKİ YAĞIŞ VE AKIM DEĞİŞİMLERİNİN VE ATMOSFERİK SALINIM İNDİSLERİ İLE BAĞLANTILARININ İNCELENMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Zahide ACAR

ÇOMÜ BAP 2007/66

2008

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

Tez Adı

Biga Yarımadasındaki Yağış ve Akım Değişimlerinin ve Atmosferik Salınım İndisleri ile Bağlantılarının İncelenmesi

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı Adı
Prof. Dr. Murat TÜRKEŞ

Hazırlayan
Zahide ACAR

Bu Çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından 2007/66 no'lu proje kapsamında desteklenmiştir.

Çanakkale-2008

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Zahide ACAR'a ait "**Biga Yarımadasındaki Yağış ve Akım Değişimlerinin ve Atmosferik Salınım İndisleri ile Bağlantılarının İncelenmesi"** adlı çalışma, jürimiz tarafından Coğrafya Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan..... (imza)
Akademik Ünvanı, Adı Soyadı
Prof. Dr. Murat TÜRKEŞ

Üye..... (imza) K. Koçak
Akademik Ünvanı, Adı Soyadı
Doç. Dr. Kasım KOÇAK

Üye..... (imza)
Akademik Ünvanı, Adı Soyadı
Doç. Dr. Hasan TATLI

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Biga Yarımadası ve çevresindeki hava sıcaklığı, yağış ve akarsu akım dizilerindeki uzun süreli değişiklikleri ve eğilimleri belirlemektir. Ayrıca, bu çalışmada, klimatolojik/hidrolojik dizilerdeki yıllararası değişimler ve çeşitli atmosfer salınımı indisleri arasındaki bağlantılar incelenmiştir. Mann-Kendall sınaması, ortalama, ortalama maksimum ve minimum sıcaklıkların, sonbahar dışında tüm mevsimlerde genel olarak artmakta olduğunu gösterir. Anlamlı ısınma eğilimleri, ilkbahar ve yaz sıcaklıklarında belirgindir. Kış yağışlarında 1970'lerde başlayan ve 1990'larda giderek belirginleşen bir azalma eğilimi gözlenir.

Kışın, El Niño-Güneyli Salınım (EÑSO) dışında, Kuzey Atlantik Salınımı (NAO), Akdeniz Salınımı (MO) ve Arktik Salınım (AO) indisleri ile ortalama, ortalama maksimum ve minimum sıcaklıkların yıllararası değişkenliği arasında, istatistiksel açıdan anlamlı negatif bir ilişki bulunur. İlkbaharda ise, EÑSO ve hava sıcaklıkları arasında anlamlı pozitif bir ilişki görülür. Bağlantının en kuvvetli olduğu değişken, minimum sıcaklıktır.

Çalışmada, ayrıca, atmosferik uzakbağlantı desenlerinin ortalama, ortalama minimum, ortalama maksimum ve toplam yağış verileri üzerindeki etkilerini belirleyebilmek için kümelerarası ilişki analizi uygulandı. Kümelerarası ilişki analizine göre, tüm sıcaklıklar üzerinde en belirleyici olan atmosferik indisler, kışın AO, MO ve NAO'dur. AO daha çok iç bölümde etkili olurken, NAO ve MO kıyı kuşağında daha etkilidir. Tüm ilkbahar sıcaklıkları en iyi EÑSO ile açıklanırken, NAO'nun değişkenliği yaz sıcaklıklarındaki yıllararası değişimleri daha iyi açıklar. Tüm sonbahar sıcaklıklarındaki değişimler ise en iyi AO tarafından açıklanır. Yağış tutarları üzerinde en belirleyici etkiye sahip olan atmosferik salınım indisi, kışın AO ve NAO'dur. İlkbahar yağışlarında AO ve NAO etkili olurken, yaz yağışlarında yerel etkiler daha belirleyicidir. Sonbahar yağışlarındaki yıldan yıla değişimleri ise, en iyi NAO ve AO'nun yıldan yıla değişkenliği açıklar.

ABSTRACT

The aim of this study is to determine long-term changes and trends in air temperature, precipitation and streamflow series in Biga Peninsula and its surroundings. In addition, the linkages between interannual variations of climatological/hydrological series and several atmospheric oscillation indices were investigated. According to results of Mann-Kendall test, mean, maximum and minimum air temperatures have generally tended to increase in all seasons except autumn. The decreasing trend in winter precipitation started in 1970's and gradually become evident in 1990's.

A statistically significant negative correlation was found in winter between interannual variability of mean, maximum and minimum air temperatures and the North Atlantic Oscillation (NAO), Mediterranean Oscillation (MO) and Arctic Oscillation (AO) indices, except the El Niño-Southern Oscillation (EÑSO). Spring air temperatures were found strongly and positively correlated with the EÑSO. The connection is strongest for minimum air temperature.

In the study, canonical correlation analysis was also applied for determining effects of the atmospheric teleconnection patterns on mean, maximum and minimum air temperatures and precipitation total data. According to the canonical correlation analysis, there are diagnostic effects of the AO, MO and NAO indices over all winter air temperature series. While AO is effective inner part of study area, the NAO and MO indices are most effective on the coastal zone. In spring, all air temperature series are better explained with the EÑSO, whereas the NAO variability better explains interannual variations in summer air temperatures. On the other hand, interannual variations in all autumn air temperatures are closely explained with the AO. The most apparent influence among the atmospheric oscillation indices on precipitation total series is of the AO and NAO in winter. The AO and NAO indices have an influence on precipitation in spring, while the summer precipitation is mostly characterized with the local influences. Year-to-year variability of the NAO and AO better explain year-to-year variability in autumn precipitation.

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
ABSTRACT ii
İÇİNDEKİLER iii
KISALTMALAR LİSTESİ v
SEMBOLLER LİSTESİ vi
ÇİZELGE LİSTESİ vii
ŞEKİL LİSTESİ ix
EKLER LİSTESİ xiii
ÖNSÖZ xvi
1. GİRİŞ 1
2. VERİ VE YÖNTEM 12
2.1. Çalışmada kullanılan veriler 13
2.2. Analiz yöntemleri 14
2.2.1. Kruskall-Wallis türdeşlik sınaması 14
2.2.2. Wald-Wolfowitz dizisel ilişki sınaması 16
2.3. Eğilim sınamaları 17
2.3.1. Mann-Kendall sıra ilişki katsayısı 17
2.3.2. Spearman sıra ilişki katsayısı 20
2.2.3. En küçük kareler doğrusal regresyon yaklaşımı 21
2.2.4. Kümelerarası ilişki analizi 23
3. GENEL METEOROLOJİ VE KLİMATOLOJİ 25
3.1. Genel Atmosfer Dolaşımı 25
3.1.1. Yüksek Batı Rüzgarları ve Jet Akımları 26
3.1.2. Walker Dolaşımı 28
3.2. Akdeniz Havzasında Yağış ve Sıcaklığın Alansal ve Zamansal Değişkenliği 29
3.3. Türkiye'de Etkili Olan Hava Kütleleri ve Türkiye yağışları 29
3.3.1. Türkiye Yağışlarının Alansal ve Zamansal Değişkenliği 31
3.3.2. Türkiye Sıcaklıklarının Alansal ve Zamansal Değişkenliği 34
4. ÇÖZÜMLEME SONUÇLARI (BULGULAR) 36
4.1. Biga Yarımadası'nın İklimi 36
4.1.1. Biga Yarımadası ve Çevresinin Sıcaklık Özellikleri 37
4.1.2. Biga Yarımadası ve Çevresinin Yağış Özellikleri 41
4.2. Thornthwaite'in İklim Sınıflandırması 43
4.2.1. Sıcaklık Etkinlik İndisi 44
4.2.2. Yağış Rejimi İndisi 45
4.3. Hidrolojik döngü ve Thornthwaite Yöntemi'ne Göre İstasyonlara Ait Su Bilançoları 45
4.4. Zaman Dizisi Çözümlemeleri 52
4.4.1. Ortalama Hava Sıcaklıklarındaki Değişiklikler ve Eğilimler 52
4.4.2. Ortalama Maksimum Hava Sıcaklıklarındaki Değişiklikler ve Eğilimler 61
4.4.3. Ortalama Minimum Hava Sıcaklıklarındaki Değişiklikler ve Eğilimler 72
4.4.4. Toplam Yağış Dizilerindeki Değişiklikler ve Eğilimler 82
4.4.5. Akarsu Akım Dizilerindeki Değişiklikler ve Eğilimler 92

4.5. Akarsular Üzerindeki Büyük Su İşleri ve Göletler 102
5. PEARSON KORELASYON ANALİZİ SONUÇLARI 104
5.1. Atmosfer Salınımları ve Sıcaklık Değişimleri Arasındaki İlişkiler 106
5.1.1. Kuzey Atlantik Salınımı (NAO) 106
5.1.2. Arktik Salınım (AO) 109
5.1.3. Akdeniz Salınımı (MO) 111
5.1.4. El Niño-Güneyli Salınım (EÑSO) 113
5.2. Atmosfer Salınımları ile Toplam Yağış Değişimleri Arasındaki İlişkiler114
5.2.1. Kuzey Atlantik Salınımı (NAO) 114
5.2.2. Arktik Salınım (AO) 118
5.2.3. Akdeniz Salınımı (MO) 119
5.2.4. El Niño-Güneyli Salınım (EÑSO) 120
5.3. Atmosferik Salınımlar ile Akarsu Akım Değişimleri Arasındaki İlişkiler 122
5.3.1. Kuzey Atlantik Salınımı (NAO) 122
5.3.2. Arktik Salınım (AO) 124
5.3.3. Akdeniz Salınımı (MO) 125
5.3.4. El Niño-Güneyli Salınım (EÑSO) 126
6. KÜMELERARASI İLİŞKİ ANALİZİ SONUÇLARI 128
6.1. Atmosferik Salınımlar ile Sıcaklıklar Arasındaki İlişkiler 128
6.1.1. Ortalama Hava Sıcaklıkları 128
6.1.2. Ortalama Minimum Hava Sıcaklıkları 136
6.1.3. Ortalama Maksimum Hava Sıcaklıkları 142
6.2. Atmosferik Salınımlar ile Yağış Toplamları Arasındaki İlişkiler 145
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 153
KAYNAKÇA 158
EKLER 166

KISALTMALAR

IPCC	: Intergovernmental Panel on Climate Change
K-W	: Kruskall-Wallis homojenlik (türdeşlik) testi
M-K	: Mann-Kendall sıra ilişkili katsayısı sınaması
W-W	: Wald-Walfowitz dizisel ilişki sınaması
EKKDR	: En Küçük Kareler Doğrusal Regresyon
PDİ	: Pozitif dizisel ilişki katsayısı
DK	: Değişim katsayısı
KİA	: Kümelerarası ilişki analizi
KAİD	: Kümelerarası ilişki değişkeni
NAO	: North Atlantic Oscillation (Kuzey Atlantik Salınımı)
AO	: Arctic Oscillation (Arktik Salınım)
MO	: Mediterranean Oscillation (Akdeniz Salınımı)
ENSO	: El-Niño Southern Oscillation (El-Niño Güneyli Salınım)
NCP	: North Sea-Caspian Pattern (Kuzey Denizi-Hazar Deseni)
ITCZ	: İntertropikal Konverjans Zonu
DMİ	: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü
DSİ	: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
EİE	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü
DSB	: Deniz Seviyesi Basıncı
GSG	: Günlük Sıcaklık Genişlikleri

SEMBOLLER

X_K	: Kruskall-Wallis Türdeşlik Sınaması İçin Sınama Örneklem Değeri
χ^2	: Ki-kare testi
Ho	: Sıfır Hipotezi
Ha	: Alternatif Hipotez
α	: Anlamlılık Düzeyi
β	: Regresyon ya da X katsayısı
t	: Student-t için Sınama Örneklem Değeri
(τ)	: Mann-Kendall Sıra İlişki Katsayısı Sınama Örneklem Değeri
$\boldsymbol{t_i}$	: x'in kümelerarası ilişki değişkeni
u	: y'nin kümelerarası ilişki değişkeni
$\mathbf{C_{XX}}$	: **X** veri kümelerinin varyans-kovaryans matrisi
$\mathbf{C_{YY}}$	: **Y** veri kümelerinin varyans-kovaryans matrisi
$\mathbf{C_{XX}^{-1}C_{XY}C_{YY}^{-1}C_{YX}}$	: $\mathbf{w_i}$ matrislerinin özvektörü
$\mathbf{C_{YY}^{-1}C_{YX}C_{XX}^{-1}C_{XY}\,C_{YY}}$	: $\mathbf{v_i}$ matrislerinin özvektörü

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1: Çalışmada kullanılan meteoroloji istasyonlarının genel özellikleri. 13
Çizelge 2: Çalışmada kullanılan akarsu akım istasyonlarının genel özellikleri. 13
Çizelge 3: Nemlilik İndisine karşılık gelen Thornthwaite iklim tipleri. 43
Çizelge 4: Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre Biga Yarımadası ve Çevresinin ayrıntılı iklim tipleri. 44
Çizelge 5: Thornthwaite Sıcaklık Etkinlik İndisi için kabul edilen sınıflandırma. .. 44
Çizelge 6: Ortalama sıcaklık verilerinin ortalamalar için uygulanan Kruskal-Wallis sınama örneklemdeğerleri ve *ki-kare* dağılımına göre anlamlılık düzeyleri..... 53
Çizelge 7: Ortalama sıcaklık verilerinin varyansları için uygulanan Kruskal-Wallis sınama örneklemdeğerleri ve *ki-kare* dağılımına göre anlamlılık düzeyleri..... 53
Çizelge 8: Ortalama sıcaklık verilerinin Wald-Wolfowitz sınama örneklemdeğerleri ve normal dağılımın tek yanlı şekline göre anlamlılık düzeyleri. 54
Çizelge 9: Ortalama sıcaklık verileri için hesaplanan Mann-Kendall , Spearman sınama örneklemdeğerleri ve En Küçük Kareler Doğrusal Regresyon Yaklaşımından elde edilen β katsayısının anlamlılığı için *Student t* sınaması test istatistikleri. 61
Çizelge10: Ortalama maksimum sıcaklık verilerinin Kruskal-Wallis sınama örneklemdeğerleri ve ki-kare dağılımına göre anlamlılık düzeyleri. 62
Çizelge 11: Ortalama maksimum sıcaklık verileri varyansların Kruskal-Wallis sınama örneklemdeğerleri ve ki-kare dağılımına göre anlamlılık düzeyleri..... 62
Çizelge12:Ortalama maksimum sıcaklık verilerinin Wald-Wolfowitz sınama örneklemdeğerleri ve normal dağılımın tek yanlı şekline göre anlamlılık düzeyleri..... 63
Çizelge 13: Ortalama maksimum sıcaklık verileri için hesaplanan Mann-Kendall, Spearman sınama örneklemdeğerleri ve En Küçük Kareler Doğrusal Regresyon Yaklaşımından elde edilen β katsayısının anlamlılığı için *Student t* sınaması test istatistikleri..... 71
Çizelge 14: Ortalama minimum sıcaklık verilerinin Kruskal-Wallis sınama örneklemdeğerleri ve ki-kare dağılımına göre anlamlılık düzeyleri... ... 72
Çizelge 15: Ortalama minimum sıcaklık verileri varyansların Kruskal-Wallis sınama örneklemdeğerleri ve ki-kare dağılımına göre anlamlılık düzeyleri... ... 73
Çizelge16: Ortalama minimum sıcaklık verilerinin Wald-Walfowitz sınama örneklemdeğerleri ve normal dağılımın tek yanlı şekline göre anlamlılık düzeyleri..... 74
Çizelge 17: Ortalama minimum sıcaklık verileri için hesaplanan Mann-Kendall, Spearman sınama örneklemdeğerleri ve En Küçük Kareler Doğrusal Regresyon Yaklaşımı anlamlılığı için *Student t* sınaması test istatistikleri... 80
Çizelge 18: Toplam yağış verilerinin Kruskal-Wallis sınama örneklemdeğerleri ve ki-kare dağılımına göre anlamlılık düzeyleri... 82

Çizelge 19: Toplam yağış verilerinin Wald-Wolfowitz sınama örneklemdeğerleri ve normal dağılımın tek yanlı şekline göre anlamlılık düzeyleri..... 83
Çizelge 20: Toplam yağış verileri için için hesaplanan Mann-Kendall, Spearman sınama örneklemdeğerleri ve En Küçük Kareler Doğrusal Regresyon Yaklaşımı anlamlılığı için *Student t* sınaması test istatistikleri... 91
Çizelge 21: Akarsu akım verilerinin Kruskal-Wallis sınama örneklemdeğerleri ve ki-kare dağılımına göre anlamlılık düzeyleri... 92
Çizelge 22: Akarsu akım verileri için hesaplanan Mann-Kendall, Spearman sınama örneklemdeğerleri ve En Küçük Kareler Doğrusal Regresyon Yaklaşımı anlamlılığı için *Student t* sınaması test istatistikleri... 93
Çizelge 23: Yıllık akarsu akım verileri için hesaplanan Mann-Kendall, Spearman sınama örneklemdeğerleri ve En Küçük Kareler Doğrusal Regresyon Yaklaşımı anlamlılığı için *Student t* sınaması test istatistikleri... 101
Çizelge 24: Mevsimlik toplam yağış dizileri ve mevsimlik NAO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri. 115
Çizelge 25: Mevsimlik toplam yağış dizileri ve mevsimlik AO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri. 119
Çizelge 26: Mevsimlik toplam yağış dizileri ve mevsimlik MO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri. 120
Çizelge 27: Mevsimlik toplam yağış dizileri ve mevsimlik SO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri... 122
Çizelge 28: Mevsimlik akarsu akım dizileri ve mevsimlik NAO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri. 123
Çizelge 29: Mevsimlik akarsu akım dizileri ve mevsimlik AO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri. 125
Çizelge 30: Mevsimlik akarsu akım dizileri ve mevsimlik MO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri. 126
Çizelge 31: Mevsimlik akarsu akım dizileri ve mevsimlik SO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri. 127
Çizelge 32: NAO-AO-MO-EÑSO atmosferik salınım indisleri ile ortalama sıcaklar arasındaki kümelerarası ilişki değişkenleri. 131
Çizelge 33: NAO-AO-MO atmosferik salınım indisleri ile ortalama sıcaklar arasındaki kümelerarası ilişki değişkenleri. 131
Çizelge 34: AO-MO atmosferik salınım indisleri ile ortalama sıcaklar arasındaki kümelerarası ilişki değişkenleri..... 132
Çizelge 35: NAO-AO-MO-EÑSO atmosferik salınım indisleri ile ortalama minimum sıcaklar arasındaki kümelerarası ilişki yükleri. 140
Çizelge 36: NAO-AO-MO atmosferik salınım indisleri ile ortalama minimum sıcaklar arasındaki kümelerarası ilişki yükleri. 140
Çizelge 37: Atmosferik salınım indislerinden AO-MO ile ortalama minimum sıcaklar arasındaki kümelerarası ilişki yükleri. 141

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Üç hücreli genel atmosfer dolaşımı 25
Şekil 2: Subtropikal ve orta enlem jet akımları. 28
Şekil 3: Çalışmada sıcaklık ve yağış dağılışını göstermek için kullanılan meteoroloji istasyonlarının coğrafi dağılışı. 36
Şekil 4: Ortalama sıcaklıkların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı..... 37
Şekil 5: Kış mevsimi ortalama sıcaklıkların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı. 37
Şekil 6: İlkbahar mevsimi ortalama sıcaklıkların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı. 38
Şekil 7: Yaz mevsimi ortalama sıcaklıkların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı. 39
Şekil 8: Sonbahar mevsimi ortalama sıcaklıkların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı. 39
Şekil 9: Minimum ortalama sıcaklıkların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı. 40
Şekil 10: Maksimum ortalama sıcaklıkların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı 40
Şekil 11: Kış mevsimi ortalama yağışların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı. 41
Şekil 12: Sonbahar mevsimi ortalama yağışların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı. 42
Şekil 13: Hidrolojik döngünün şematik gösterimi 46
Şekil 14: Çanakkale istasyonunun Thornthwaite yöntemine göre hesaplanmış iklimsel su bilançosu. 47
Şekil 15: Bayramiç istasyonunun Thornthwaite yöntemine göre hesaplanmış iklimsel su bilançosu..... 48
Şekil 16: Biga istasyonunun Thornthwaite yöntemine göre hesaplanmış iklimsel su bilançosu. 49
Şekil 17: Çan istasyonunun Thornthwaite yöntemine göre hesaplanmış iklimsel su bilançosu. 49
Şekil 18: Edremit istasyonunun Thornthwaite yöntemine göre hesaplanmış iklimsel su bilançosu..... 50
Şekil 19: Bandırma istasyonunun Thornthwaite yöntemine göre hesaplanmış iklimsel su bilançosu..... 51
Şekil 20: Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesine göre, kış ortalama sıcaklık dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. 55
Şekil 21: En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre Edremit istasyonunun ortalama sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi 56
Şekil 22: Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesine göre, yaz ortalama sıcaklık dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. 57
Şekil 23: En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların yaz ortalama sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi 58
Şekil 24: Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesine göre, kış ortalama maksimum sıcaklık dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. 64

Şekil 25: En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların yaz ortalama sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi 65
Şekil 26: Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesine göre, yaz ortalama maksimum sıcaklık dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler..... 67
Şekil 27: En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların yaz ortalama sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi 68
Şekil 28: Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesine göre, kış ortalama minimum sıcaklık dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler..... 75
Şekil 29: En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların kış ortalama minimum sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi 76
Şekil 30: Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesine göre, yaz ortalama minimum sıcaklık dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. 78
Şekil 31: En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların yaz ortalama minimum sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi 79
Şekil 32: Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesine göre kış toplam yağış dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. 84
Şekil 33: En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların kış ortalama yağışlarına uydurulan regresyon çizgisi 85
Şekil 34: Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesine göre, kış ortalama akım dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. 96
Şekil 35: Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesine göre, yaz ortalama akım dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler..... 99
Şekil 36: Kış ortalama minimum sıcaklık dizileri ve mevsimlik NAO indisi arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri 107
Şekil 37: İlkbahar ortalama sıcaklık dizileri ve mevsimlik NAO indisi arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri. 108
Şekil 38: Yaz ortalama maksimum sıcaklık dizileri ve mevsimlik NAO indisi arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri. 108
Şekil 39: Sonbahar ortalama sıcaklık dizileri ve mevsimlik NAO indisi arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri. 109
Şekil 40: İstasyonların mevsimlik ortalama hava sıcaklıkları ve NAO, AO, MO ve EÑSO indisleri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları. 110
Şekil 41: Kış ortalama sıcaklık dizileri ve mevsimlik AO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri 110
Şekil 42: Kış ortalama minimum sıcaklık dizileri ve mevsimlik AO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri 111
Şekil 43: Kış ortalama sıcaklık dizileri ve mevsimlik MO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri... 112
Şekil 44: İlkbahar ortalama minimum sıcaklık dizileri ve mevsimlik MO indisi arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri... 113
Şekil 45: Kış mevsimi ortalama sıcaklıkları ile NAO ve AO arasındaki *KİA* ilişki yükleri 128
Şekil 46: Kış mevsimi ortalama sıcaklıkları ile MO ve EÑSO arasındaki *KİA* ilişki yükleri 129
Şekil 47: Kış mevsimi ortalama sıcaklar ile mevsimlik atmosferik salınım indislerinin ilişkisi 130

Şekil 48: İlkbahar mevsimi ortalama sıcaklıklar ile MO ve EÑSO arasındaki *KİA* ilişki yükleri. 133
Şekil 49: Kış mevsimi ortalama minimum sıcaklıklar ile NAO ve AO arasındaki *KİA* ilişki yükleri. 136
Şekil 50: Kış mevsimi ortalama minimum sıcaklar ile atmosferik salınım indislerinin kümelerarası ilişki değişkenleri. 137
Şekil 51: İlkbahar mevsimi ortalama minimum sıcaklıklar ile EÑSO arasındaki *KİA* ilişki yükleri. 138
Şekil 52: Yaz mevsimi ortalama minimum sıcaklıklar ile NAO ve EÑSO arasındaki *KİA* ilişki yükleri. 139
Şekil 53: Kış mevsimi ortalama maksimum sıcaklıklar ile AO ve MO arasındaki *KİA* ilişki yükleri. 143
Şekil 54: İlkbahar mevsimi ortalama maksimum sıcaklıklar ile EÑSO arasındaki *KİA* ilişki yükleri. 144
Şekil 55: Sonbahar mevsimi ortalama maksimum sıcaklıklar ile AO ve NAO arasındaki *KİA* ilişki yükleri. 144
Şekil 56: Kış mevsimi yağış tutarları ile atmosferik salınım indislerinin kümelerarası ilişki değişkenleri. 146
Şekil 57: Kış mevsimi ortalama yağış tutarları ile AO ve NAO arasındaki *KİA* ilişki yükleri. 147
Şekil 58: İlkbahar mevsimi ortalama yağış tutarları ile AO ve NAO arasındaki *KİA* ilişki yükleri. 148
Şekil 59: Sonbahar mevsimi ortalama yağış tutarları ile AO ve NAO arasındaki *KİA* ilişki yükleri. 148
Şekil 60: Kış mevsimi ortalama yağış tutarları ile NAO-AO-MO ve AO-MO arasındaki *KİA* ilişki yükleri. 149
Şekil 61: İlkbahar mevsimi ortalama yağış tutarları ile NAO-AO-MO ve NAO-AO-MO-SO arasındaki *KİA* ilişki yükleri. 151
Şekil 62: Yaz mevsimi ortalama yağış tutarları ile NAO-AO-MO ve NAO-AO-MO-SO arasındaki *KİA* ilişki yükleri. 151
Şekil 63: Sonbahar mevsimi ortalama yağış tutarları ile AO ve NAO arasındaki *KİA* ilişki yükleri. 152

EKLER LİSTESİ

Ek 1 :Mevsimlik sıcaklık haritaları. 166
Ek 1.1. :Kış mevsimi ortalama minimum sıcaklıkların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı..... 166
Ek 1.2. :İlkbahar mevsimi ortalama minimum sıcaklıkların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı..... 166
Ek 1.3. :Yaz mevsimi ortalama minimum sıcaklıkların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı..... 167
Ek 1.4. :Sonbahar mevsimi ortalama minimum sıcaklıkların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı..... 167
Ek 1.5. :Kış mevsimi ortalama maksimum sıcaklıkların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı..... 168
Ek 1.6 :İlkbahar mevsimi ortalama maksimum sıcaklıkların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı. 168
Ek 1.7 :Yaz mevsimi ortalama maksimum sıcaklıkların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı..... 169
Ek 1.8 :Sonbahar mevsimi ortalama maksimum sıcaklıkların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı. 169
Ek 2 :Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesine göre sıcaklık dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. 169
Ek 2.1 : Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesine göre İlkbahar ortalama sıcaklık dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. 170
Ek 2.2 : Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesine göre Sonbahar ortalama sıcaklık dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. 170
Ek 2.3 : Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesine göre yıllık ortalama sıcaklık dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. 171
Ek 2.4 : Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesine göre İlkbahar ortalama maksimum sıcaklık dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler..... 171
Ek 2.5 : Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesine göre Sonbahar ortalama maksimum sıcaklık dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler..... 172
Ek 2.6 : Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesine göre yıllık ortalama maksimum sıcaklık dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler..... 172
Ek 2.7 : Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesine göre yıllık ortalama minimum sıcaklık dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler..... 173
Ek 2.8 : Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesine göre İlkbahar ortalama yağış dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. 173
Ek 2.9 : Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesine göre Yaz ortalama yağış dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. 174
Ek 2.10 : Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesine göre Sonbahar ortalama yağış dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler..... 174
Ek 2.11 : Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesine göre Yıllık ortalama yağış dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. 175
Ek 2.12 : Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesine göre İlkbahar ortalama akım dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. 175
Ek 2.13 : Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesine göre Sonbahar ortalama akım dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. 176

Ek 2.14 : Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesine göre yıllık ortalama akım dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. 177
Ek 3. : En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların sıcaklıkları 178
Ek 3.1. :En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların İlkbahar ortalama sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi. 178
Ek 3.2. :En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların Sonbahar ortalama sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi 178
Ek 3.3. :En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların yıllık ortalama sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi. 179
Ek 3.4. :En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların İlkbahar ortalama maksimum sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi 179
Ek 3.5. :En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların Sonbahar ortalama maksimum sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi. 180
Ek 3.6. :En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların yıllık ortalama maksimum sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi 180
Ek 3.7.: En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların ortalama minimum sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi 181
Ek 3.8. : En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların Sonbahar ortalama minimum sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi. 181
Ek 3.9. :En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların yıllık ortalama minimum sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi 182
Ek 4. :En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre ortalama yağışlarına uydurulan regresyon çizgisi. 182
Ek 4.1. :En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların ilkbahar ortalama yağış tutarlarına uydurulan regresyon çizgisi. 182
Ek 4.2. :En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların yaz ortalama yağış tutarlarına uydurulan regresyon çizgisi. 183
Ek 4.3. :En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların sonbahar ortalama yağış tutarlarına uydurulan regresyon çizgisi. 183
Ek 4.4. :En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların kış ortalama akım tutarlarına uydurulan regresyon çizgisi. 184
Ek 4.5. :En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların ilkbahar ortalama akımlarına uydurulan regresyon çizgisi. 184
Ek 4.6. :En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların yaz ortalama akımlarına uydurulan regresyon çizgisi. 185
Ek 4.7. :En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların sonbahar ortalama akımlarına uydurulan regresyon çizgisi. 186
Ek 4.8. :En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların yıllık ortalama akımlarına uydurulan regresyon çizgisi. 187
Ek 4.9. :En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların sonbahar ortalama akımlarına uydurulan regresyon çizgisi. 187
Ek 5. :Sıcaklıklar ve mevsimlik atmosferik salınım indisleri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri..... 188
Ek 5.1. :Ortalama sıcaklık ve mevsimlik NAO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri..... 188

Ek 5.2. :Ortalama sıcaklık ve mevsimlik SO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri..... 189
Ek 5.3. :Ortalama sıcaklık ve mevsimlik AO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri..... 189
Ek 5.4. :Ortalama sıcaklık ve mevsimlik MO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri..... 189
Ek 5.5. :Ortalama minimum sıcaklık ve mevsimlik NAO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri. 189
Ek 5.6. :Ortalama minimum sıcaklık ve mevsimlik SO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri. 190
Ek 5.7. :Ortalama minimum sıcaklık ve mevsimlik AO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri. 190
Ek 5.8. :Ortalama minimum sıcaklık ve mevsimlik MO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri. 190
Ek 5.9. :Ortalama maksimum sıcaklık ve mevsimlik NAO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri. 190
Ek 5.10. :Ortalama maksimum sıcaklık ve mevsimlik SO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri. 191
Ek 5.11. :Ortalama maksimum sıcaklık ve mevsimlik AO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri. 191
Ek 5.12. :Ortalama maksimum sıcaklık ve mevsimlik AO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri. 191
Ek 6. :Mevsimlik toplam yağış dizileri ve atmosferik salınım indisleri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri. 191
Ek 6.1. :Mevsimlik toplam yağış dizileri ve mevsimlik NAO indisi arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri. 191
Ek 6.2. :Mevsimlik toplam yağış dizileri ve mevsimlik AO indisi arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri. 192
Ek 6.3. :Mevsimlik toplam yağış dizileri ve mevsimlik MO indisi arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri. 191
Ek 6.4. :Mevsimlik toplam yağış dizileri ve mevsimlik SO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları ve anlamlılık düzeyleri. 192
Ek 7. :Sıcaklıklar ile atmosferik salınım indisleri arasındaki kümelerarası ilişki değişkenleri..... 192
Ek 7.1. :Ortalama sıcaklıklar ve AO arasındaki *KAİD*. 192
Ek 7.2. :Ortalama sıcaklıklar ve NAO arasındaki *KAİD*. 192
Ek 7.3. :Ortalama sıcaklıklar ve EÑSO arasındaki *KAİD*..... 193
Ek 7.4. :Ortalama sıcaklıklar ve MO arasındaki *KAİD*. 193
Ek 7.5. :Ortalama sıcaklıklar ve NAO-AO arasındaki *KAİD*..... 193
Ek 7.6.: Ortalama sıcaklık verileri için KİA ile elde edilen ilişki katsayılarının anlamlılığı için *Student t* sınaması test istatistikleri. 193
Ek 8. : Ortalama minimum sıcaklıklar ile atmosferik salınım indisleri arasındaki kümelerarası ilişki değişkenleri..... 193
Ek 8.1.: Ortalama minimum sıcaklıklar ve AO arasındaki *KAİD*..... 193
Ek 8.2. : Ortalama minimum sıcaklıklar ve NAO arasındaki *KAİD*. 194
Ek 8.3.: Ortalama minimum sıcaklıklar ve EÑSO arasındaki *KAİD*. 194
Ek 8.4. : Ortalama minimum sıcaklıklar ve MO arasındaki *KAİD*. 194

Ek 8.5.: Ortalama minimum sıcaklık verileri için KİA ile elde edilen ilişki katsayılarının anlamlılığı için *Student t* sınaması test istatistikleri. 194
Ek 9. : Ortalama maksimum sıcaklıklar ile atmosferik salınım indisleri arasındaki kümelerarası ilişki değişkenleri..... 194
Ek 9.1.: Ortalama maksimum sıcaklıklar ve AO arasındaki *KAİD*..... 194
Ek 9.2. : Ortalama maksimum sıcaklıklar ve NAO arasındaki *KAİD*. 194
Ek 9.3.: Ortalama maksimum sıcaklıklar ve EÑSO arasındaki *KAİD*. 195
Ek 10. : Ortalama maksimum sıcaklıklar ve MO arasındaki *KAİD*. 195
Ek 10.1.: AO ve ortalama yağış tutarları arasındaki *KAİD*. 195
Ek 10.2.: NAO ve ortalama yağış tutarları arasındaki *KAİD*. 195
Ek 10.3.: EÑSO ve ortalama yağış tutarları arasındaki *KAİD*..... 195
Ek 10.4.: MO ve ortalama yağış tutarları arasındaki *KAİD*. 195

ÖNSÖZ

"*Biga Yarımadası'ndaki Yağış ve Akım Değişimlerinin Atmosferik Salınım İndisleri ile Bağlantılarının İncelenmesi*" konulu yüksek lisans tez çalışması, Kuzeybatı Anadolu'da yer alan çalışma alanındaki sıcaklık, yağış ve akım tutarlarındaki değişimleri ve eğilimleri alansal ve zamansal (6 istasyon ve yağış tutarları için, 5 istasyon ortalama, ortalama minimum, ortalama maksimum sıcaklık dizileri için, 12 akım istasyonu akım dizileri için kullanıldı) değişikliği ve değişkenliğini inceleyen bir çalışmadır.

Yüksek Lisans projesi olarak hazırlanan bu tezin amacı, atmosfer dolaşımına bağlı olarak çalışma alanındaki yağış, sıcaklık ve akım dizilerinde meydana gelen değişiklikleri belirleyerek iklim değişikliği ve değişkenliği açısından alansal ve zamansal değişimleri ortaya çıkarmaktır. Bu amaçla, Akdeniz havzasını ele alan çalışmalardan yararlanılarak klimatolojik/hidrolojik değişimler ve eğilimler de bu çerçevede yorumlanmaya çalışılmıştır.

Yüksek lisans çalışmam sırasında yol gösterici olan ve desteğini esirgemeyen tez danışmanım, Prof. Dr. Murat TÜRKEŞ'e ve yapıcı eleştirileri ve desteğiyle yön veren Araştırma Görevlisi Ozan DENİZ'e ve haritalama kısmında destek sağlayan Yrd. Doç. Dr. Cengiz AKBULAK'a teşekkürü bir borç bilirim. Sınırsız sevgisi ve ilgisiyle, her koşulda yanımda olan Aileme ve tüm dostlarıma içtenlikle teşekkür ederim.

Bu yüksek lisans tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu (BAP) tarafından 2007/66 no'lu proje olarak desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı, BAP komisyonu ve çalışanlarına çok teşekkür ederim.

Zahide ACAR

1. GİRİŞ

İklim, genel olarak "yeryüzünün herhangi bir yerinde uzun yıllar boyunca yaşanan ya da gözlenen tüm hava koşullarının ortalama durumu" olarak tanımlanır. Şüphesiz ki iklim tanımı, gözlenen uç değerleri (ekstremleri) ve tüm istatistiksel değişkenlik biçimlerini de içerir. Bu istatistiksel yaklaşım, son yıllarda iklim terimiyle bütünleşmiş ve iklim, "belirli bir alanda hava koşullarının, atmosfer elemanlarının değişkenlikleri ve ortalama değerleri gibi uzun süreli istatistikleri ile tanımlanan sentezi (bireşimi)" olarak tanımlanmaya başlanmıştır (Türkeş, 2007). İklim, Dünya'nın yaklaşık 4.6 milyar yıllık varlığı boyunca yaşanan jeolojik zamanlarda, Dünya'nın yörüngesi ve eksen eğimindeki değişimler, yüzey sıcaklığında doğal değişimlere neden olmuştur. Durağan olmayan ve doğal bir değişim döngüsü bulunan (buzul dönemleri ve buzul arası dönemler bunun en belirgin örnekleridir) iklim sistemi, günümüzde doğal olmayan bir döngü içine girmiştir. Bu döngüde en büyük rolü insan kaynaklı sera gazları oynar.

Atmosferde sera gazı birikimi buzul çağları boyunca doğal bir seyir izlemiştir. Ancak son yıllarda doğal döngüsü dışına çıkarak artan insan kaynaklı sera gazlarına bağlı olarak Yerküre'nin gelecek yüzyıllarda sıcaklığının artmaya devam etmesi beklenmektedir. Sera gazı salımlarındaki artış nedeniyle sıcaklıklarda önemli yükselmeler olur ve bunun sonucunda ozon tabakasındaki UV-B ışınımını emen ozon moleküllerinde incelme (seyrelme ya da azalma) meydana gelir.

20. yüzyılda, orta enlem ve kutupsal kar örtüsü, kutupsal kara ve deniz buzları ile orta enlemlerin dağ buzulları eriyerek alansal ve hacimsel olarak azalırken, gel-git ve deniz seviyesi ölçerlerinin gözlem kayıtlarına göre küresel ortalama deniz seviyesi, yaklaşık 0.17 m (0.12-0.22 m arasında) yükselmiş ve okyanusların ısı içerikleri artmıştır (IPCC, 2001; IPCC 2007). Yağışlar kuzey yarımkürenin orta ve yüksek

enlem bölgelerinde her on yılda yaklaşık % 0.5 ile % 1 arasında artarken, subtropikal karaların (Akdeniz Havzası'nı da içerir) önemli bir bölümünde her on yılda yaklaşık %3 azalmıştır (IPCC, 2001). IPCC dördüncü değerlendirme raporuna göre; küresel ortalama yüzey sıcaklığı, 1906-2005 döneminde 0.74C° artmıştır. 1901-2005 döneminde Amerika'nın doğu bölgeleri, Avrupa'nın kuzeyi ve Asya'nın kuzeyi ile iç kesimleri yağışların arttığı bölgelerken, Afrika'nın Sahel bölgesi, Akdeniz Havzası, Afrika'nın güneyi, Asya'nın güney kesimleri yağışlarda önemli azalmaların olduğu bölgelerdir. Yağışların azalması ve mevcut yağışların da kısa sürede gerçekleşmesi taşkın, sel gibi afetlerin artmasına yol açmaktadır. İklim değişikliğinin gözlenen etkileri şunlardır:

Buzulların eriyerek, kutuplara doğru çekilmesi, yüksek dağların tepelerindeki buzulların ve kar örtüsünün azalması,

- Deniz su seviyelerinin yükselmesi ve deniz suyu sıcaklıklarının artması,
- Deniz suyu sıcaklığının artışına bağlı olarak tropikal bitki ve balıkların kuzey bölgelerine doğru sokulmaya başlaması,
- Kuraklıkların artmasına bağlı göçlerin gerçekleşmesi, açlığa bağlı ölümlerin artmasıdır.

IPCC'nin (Hükümetlerarası İklim Değişimi Paneli) yaptığı çeşitli projeksiyonlara göre iklim değişikliğinin kuzey ve görece daha güneyde yer alan bölgeler üzerinde farklı etkileri olacaktır. Kuzey enlemlerde tahıl veriminin artması pozitif etkiler arasında yer alırken orta ve güney enlemlerin sıcak iklimlerinde yaşanan ve yaşanabilecek olası negatif etkiler canlı yaşamı için büyük tehditler oluşturur. IPCC tarafından 2030 yılı için yapılan senaryolara göre artacak olan olası iklimsel ekstrem olaylar şunlardır:

• Sıcak ve soğuk hava dalgaları,
• Orman yangınları,
• Tarımsal zararlılar,
• Kuraklık,
• Şiddetli yağışlar (sel),

• Tropikal fırtınaların sayısı ve şiddeti,
• Sıtma gibi bulaşıcı hastalıkları taşıyan böceklerin normalde bulundukları bölgeden çıkarak yayılması (IPCC, 2001).

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nde, İngiltere Meteoroloji Servisi Hadley İklim Tahmin ve Araştırma Merkezi tarafından geliştirilen bölgesel iklim modeli (PRECIS) ve HadAMP3 atmosferik genel dolaşım modeli kullanılarak A2 senaryosuna göre 1961-1990 dönemi referans veri alınarak, 2071-2100 dönemi için sıcaklık, yağış, kar kalınlığı, yağış-buharlaşma farkına ilişkin simülasyonlar yapılmaktadır. A2 senaryosuna göre, 2071-2100'de 1961-1990'a göre ortalama sıcaklıklar, Türkiye'nin kıyı sahili boyunca 4-5°C, iç bölgelerde ise 5-6°C oranında artacaktır. Maksimum sıcaklıklarda, İskenderun Körfezi ve kıyı şeridi dışında ülke genelinde 5-6°C artış öngörülürken, minimum sıcaklıklarda, değişim oranı Doğu ve Güneydoğu Anadolu ile İç Ege, Göller Yöresi ve İç Anadolu'nun kuzeybatısı ve güneyinde 5-6°C, diğer alanlarda 4-5°C'lik bir artış beklenmektedir. Türkiye yağışlarında A2 senaryosu dikkate alındığında gelecekte, azalma yönünde ve bölgesel değişiklikler öngörülürken, kar potansiyeli yüksek olan bölgelerimizden Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz'de kar kalınlıklarında azalma öngörülmektedir (Demir vd., 2008).

Amaç

Bu yüksek lisans tezinin amacı, kayıtları uzun süreli olan meteoroloji ve akım istasyonlarının toplam yağış (mm) ve ortalama akım (m^3/s) verilerini kullanarak, genel olarak Akdeniz ve Marmara yağış rejimine sahip olan Biga Yarımadası'ndaki uzun süreli ve yıllararası değişimlerin ve atmosferik salınım indisleriyle olan ilişkilerinin ortaya çıkarılmasıdır. Bu çerçevede öncelikle, Biga Yarımadası'nın iklimini temsil eden ve verileri yeterli uzunluğa sahip olan istasyonlar belirlenmiştir. Uzun süreli toplam yağış ve ortalama akım dizilerindeki eğilimler ve değişiklikler, Kruskal-Wallis homojenlik (türdeşlik) testi (sınaması) (*K-W*), Wald-Wolfowitz

dizisel ilişki (*W-W*) ve Mann-Kendall sıra ilişkili katsayısı (trend) sınamaları (*M-K*) ve en küçük kareler doğrusal regresyon (*EKKDR*) yöntemi ve düşük geçirimli Gaussian süzgeci gibi istatistiksel zaman dizisi analiz yöntemleri ile incelenmiştir. Klimatolojik veri dizilerinden sıcaklık ve yağış ile atmosferik salınım indisleri arasındaki doğrusal (lineer) bağlantı kümelerarası ilişki analizi (KİA) yöntemiyle değerlendirilmiştir. İstatistiksel ve klimatolojik analizler açısından, çalışma alanındaki bölgesel ya da ondan daha küçük ölçekte olan iklimsel değişimleri denetleyen geniş ölçekli dolaşım desenleri ile yörenin sıcaklık, yağış ve akım değişimleri arasındaki ilişkiler belirlenmeye çalışıldı.

Biga yarımadası ve çevresini kapsayan bu çalışmanın yapılmasının temel amacı, çalışma alanında ortalama, ortalama minimum ve ortalama maksimum sıcaklıklar, toplam yağış ile akarsu akımlarından oluşan uzun yıllık veri dizilerinin atmosferik salınım indisleriyle olan ilişkilerini bütüncül olarak ortaya koyan ayrıntılı bir çalışmanın olmamasıdır. Bu amaçla, "Biga Yarımadası'ndaki yağış ve akım değişimlerinin ve atmosferik salınım indisleri ile bağlantılarının incelenmesi" yüksek lisans tez konusu olarak belirlenmiştir. Klimatolojik ve hidrolojik verilerin uzun süreli değişkenliğinin ve bu değişkenliklerin atmosferik nedenlerinin incelendiği bu çalışmayla, sıcaklıklar, yağış ve akarsu akımlarının iklim değişikliğine bağlı olarak değişimleri ve/veya eğilimleri ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Bu çalışmanın, incelenen bölgede yapılacak olan su yönetimi ve planlamalarında etkili olan karar organlarına ve ilgili kurumlara, su hizmetleri ve su kaynakları işletiminde iklim kaynaklı etki ve tehlikeleri dikkate alarak su temini, su yapılarında kayıpları önleme, daha tutarlı ve akılcı planlamaların yapılmasını sağlama konusunda bir katkı sağlayacağına inanmaktayız.

Buna göre, yüksek lisans tezinin amaçları şöyle sıralanabilir:

1) Meteoroloji istasyonlarına ait ortalama, ortalama minimum ve ortalama maksimum sıcaklık veri dizilerinde, istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir eğilim olup olmadığını objektif olarak belirlemek,

2) Hidrolojik verileri oluşturan akarsu akımlarının, ölçüme başladıkları yıldan son veri yılana kadar olan veri dizilerinin yıllararası değişimlerini ve hidrolojik verilerdeki istatistiksel olarak anlamlı bir eğilim içerip içermediklerini belirlemek,

3) Klimatolojik ve hidrolojik veri dizilerinin atmosferik uzakbağlantı desenlerinden Kuzey Atlantik Salınımı (NAO), Arktik Salınım (AO), Akdeniz Salınımı (MO) ve Güneyli Salınımı (EÑSO), gibi uzakbağlantı desenleriyle olan ilişkilerinin istatistiksel olarak anlamlılığını belirlemek ve aralarındaki ilişkilerin etkilerini açıklamak,

4) Çalışmanın bu bölümüne kadar yapılan istatistiksel sınamaların sonuçlarını, Türkiye için yapılan çalışmaların sonuçlarıyla ilişkilendirmek, benzer sonuçları ve farklılıkları belirlemek,

5) Çalışmada kullanılan akarsu akımlarına müdahale edilip edilmediğini, akarsular üzerinde kurulu olan baraj, rezervuar, gölet vb. işletmelerin kuruldukları tarihleri ve akım verilerinde herhangi bir değişikliğe sebep olup olmadığını belirlemek,

6) Elde edilen tüm sonuçları, Akdeniz Havzası ve Türkiye'yi içeren çalışmaların sonuçlarıyla karşılaştırarak Biga Yarımadası'nın su kaynaklarının iklimsel değişiklik ve değişkenlik açısından değerlendirmek ve olası tehlikelere (kuraklaşma) dikkat çekmektir.

Çalışmanın kapsamı Biga Yarımadası ve çevresidir. Çalışmada, kullanılan klimatolojik ve hidrolojik verilerin uzun süreli ve kesintisiz olmasına, atmosferik desenler ile ilişkilerinin belirlenmesi konusunda ise uzakbağlantı desenlerine ait indisler ile aynı uzunlukta olmasına dikkat edildi. Seçilen klimatolojik ve hidrolojik veri dizilerinin, alansal ve zamansal olarak çalışma alanını temsil edebilecek özellikte olması amaçlandı.

Önceki Çalışmalar

Yüksek lisans tez konusu olarak ele alınan alanla ilgili Akdeniz Havzası ve Türkiye kapsamında yapılan literatür çalışmalarına göre, bazı eski çalışmalar bulunmasına karşın yağış ve sıcaklık değişkenliğiyle ilgili çalışmalar ağırlıklı olarak 1990'larda başlamıştır.

Akdeniz'de iklim koşullarının alansal dağılışına kontrol eden fiziki coğrafik faktörler; atmosferik dolaşım, enlem, yükselti ve genel olarak orografi, kara-deniz etkileşimi ve daha küçük ölçekli süreçlerdir (Lolis vd., 1999; Xoplaki vd., 2000; Xoplaki, 2002; Xoplaki vd., 2003). Xoplaki vd. (2003), Akdeniz yaz mevsimi hava sıcaklık değişkenliği ve onun geniş ölçekli atmosferik sirkülasyon ve deniz seviyesi sıcaklıkları ile bağlantısını inceledikleri çalışmalarında, Akdeniz havzasında 1950-1999 periyodunda, 213 istasyona ait yaz hava sıcaklığı verilerini kullanarak, 1950'lerde, 1980'lerde ve 1990'larda yaz sıcaklıklarının daha yüksek, 1960'ların ve 1970'lerin ortalarında ise daha düşük olduğunu bulmuşlardır. Giorgi (2002), Akdeniz havzasında 1901-1998 dönemindeki (30°K-48°K ve 20°B-40°D noktaları arasında) kış, yaz ve yıllık hava sıcaklıklarındaki değişkenlik ve eğilimleri incelediği çalışmasında, Akdeniz'de 0.75°C civarında 20. yüzyıl ve özellikle de son onyıllarda daha belirgin olan istatistiksel olarak anlamlı bir ısınma eğilimi olduğunu belirlemiştir. Maheras ve Kutiel (1999)'da Akdeniz'deki sıcaklık rejimindeki alansal ve zamansal değişimleri ve bu değişimlerin ilgili dolaşımla ilişkisini inceledikleri çalışmalarında, Akdeniz havzasının mevsimlere göre (ilkbahar dışında) etkili olan dolaşıma bağlı olarak 4 farklı sıcaklık özelliği gösteren bölgelere ayırmışlardır.

Türkiye istasyonlarının çoğunda, yıllık yağışlar ve kış yağışları, 1960'lı yılların sonuna kadar genel bir artış eğilimiyle birlikte düşük sıklıklı bir dalgalanma gösterirken, 1970'li yıllardan başlayarak ortalamanın altındaki yağışların birbirini daha fazla izlediği, daha az değişken bir gidiş sergilemiştir (Türkeş, 1996; 1998). Bölgesel deniz seviyesi basıncı (DSB) değişimleri ile Türkiye'deki uzun süreli yağış değişimleri arasında ilişkinin en kuvvetli olduğu dönem kıştır (Kutiel vd., 2001).

Türkiye yağışları kışın esas olarak bölgesel atmosferik dolaşım koşullarına ve basınç merkezlerine büyük bağlılık gösterirler (Kutiel vd., 2001; Türkeş, 1998; Türkeş vd., 2003).

Koçak ve Şaylan (2003), Trakya'daki yağış rejimindeki değişimi belirledikleri çalışmalarında, Kırklareli, Edirne, İstanbul ve Tekirdağ illerinin uzun yıllık toplam yağışlarında, Edirne yağış rejiminde dikkat çekici değişiklikler buldular.

Türkeş vd. (2002), Türkiye'nin günlük ortalama, maksimum ve minimum hava sıcaklıkları ile sıcaklık genişliğindeki eğilimler ve değişiklikler adlı çalışmasında, Türkiye'nin 70 istasyonunda 1929-1999 dönemindeki uzun süreli değişimleri ve eğilimleri incelemiştir. Bu çalışmaya göre; yıllık, kış ve ilkbahar ortalama sıcaklıklarında özellikle Türkiye'nin batı bölümlerinde çok sayıda istasyonda zayıf bir ısınma; geri kalan bölümünde ise, genel bir soğuma gözlenmiştir. Yıllık maksimum sıcaklıklar ülkenin batı ve doğu bölümleri üzerinde zayıf bir artma eğilimi, İç Anadolu bölgesinde genellikle zayıf bir azalma eğilimi gözlenir. Türkiye'nin kentleşmiş ve hızla kentleşen istasyonlarının çoğu, çalışma dönemi boyunca bir gece ısınması yaşamıştır. Türkiye'nin güney bölgelerinde artma eğilimi, minimum sıcaklıklarda yaz mevsiminde daha yüksek olmakla birlikte ilkbahar ve yıllık ortalamalarda anlamlı ısınma eğilimi olduğunu belirlemişlerdir. Maksimum sıcaklıklarda da batı ve doğu bölgelerde zayıf bir artma eğilimi, İç Anadolu Bölgesi'nde zayıf bir azalma eğilimi bulmuşlardır.

Türkeş ve Sümer (2004), Türkiye'nin birçok bölgesinde ve mevsimlerin çoğunda gece minimum sıcaklıklarında anlamlı ısınma ve benzer olarak günlük maksimum sıcaklıklarda zayıf bir ısınma ve soğuma eğilimi bulmuştur. Yıllık günlük sıcaklık genişlikleri (GSG), 33 istasyonda azalmıştır. Anlamlı eğilim oranları -0.05 ile -0.53C°/on yıl arasında değişir. İlişki çözümlemesi sonuçları, GSG'lerdeki yıldan yıla değişebilirliğin maksimum sıcaklıklar tarafından yakından kontrol edildiğini ortaya koymuştur.

Koç (2001)'de kuzeybatı Anadolu'nun ayrıntılı fiziki iklim özelliklerini ve tiplerini belirlediği çalışmasında, sıcaklık ve yağışın alana ve zamana dağılışını da incelemiştir. Yıllık sıcaklıkların yıllararası değişiminde genel hatları ile bir paralellik vardır. Sıcak yıllar 1952, 1955, 1996 ve 1994, sıcak dönemler olarak ise çalışmada kullanılan istasyonlara göre değişik derecelerde olmakla birlikte, 1962-70, 1978-80, 1988-90'dır.

Akdeniz havzasında ve çevresindeki belirli alanlarda, hava sıcaklığı değişkenliği ve sıcaklık değişkenliklerinin Kuzey Atlantik Salınımı, Doğu Atlantik Deseni, İskandinavya Deseni, Avrasya Deseni, Kuzey Denizi-Hazar Deseni ve El Niño Güneyli Salınımı gibi atmosferik salınım indisleri arasındaki ilişkiler ile ilgili birçok çalışma yapılmaktadır (Hurrell, 1995; Kutiel ve Maheras 1998; Kutiel vd., 2002; Türkeş ve Erlat, 2003; 2005; Tatlı, 2006).

Feidas vd. (2007)'ne göre, Yunanistan'ın birçok istasyonunda kış ve yıllık yağışlarda 1984 yılında başlayan bir azalma eğilimi vardır. Kuzey Atlantik Salınımı (NAO), Akdeniz Salınımı (MO) ve Akdeniz Dolaşım (MC) indisleri ile yağışlar arasındaki ilişkide en anlamlı sonuçlar NAO indisi ile bulmuşlardır. NAO indisi, Yunanistan yağış rejimi üzerinde önemli bir rol oynar. Yıllık ve kış yağışlarının varyanslarının anlamlı bir oranı NAO ile açıklanır. MO, NAO gibi yıllık yağışların varyansını eşit bir oranla yakalar.

NAO, jet akımlarının yerinde ve şiddetinde, geniş ölçekli meridyonel ve zonal sıcaklık ve nem transferinde değişiklikler meydana getirir. Kuzey ve Batı Amerika'dan, Batı ve Merkez Avrupa ile Sibirya'ya kadar yağış ve sıcaklık koşullarını yeniden yapılandırır (Hurrell vd., 2003). Ben-Gai vd. (1999) çalışmalarında, İsrail'de 1950-1994 döneminde minimum, maksimum sıcaklık ve basınç anomalileri ile NAO arasında anlamlı negatif korelasyon (ilişki) bulmuşlardır. NAO, Batı Avrupa ve Orta Doğuda sıcaklık ve yağış ile pozitif bir ilişki gösterirken, kış ayları boyunca, Batı Akdeniz yağışları üzerinde negatif bir ilişki gösterir (Hurrell, 1995; Rodo vd., 1997; Esteban Parra vd., 1998; Delitala vd., 2000; Goodess ve Jones, 2002).

Erlat (2002); Türkeş ve Erlat (2003; 2005) çalışmalarında, Türkiye yağışları ve NAO indisi arasında, negatif bir ilişki buldular ve kuvvetli NAO indisi evresinde, genellikle kurak koşullar oluştuğunu gözlemlediler. Türkeş ve Erlat (2005)'te, Türkiye'deki 78 istasyonun normalleştirilmiş kış yağış serileri ile Ponta Delgada-Reykjavik (PD-R), Cebelitarık-Reykjavik (G-R) ve Lisbon-Stykkisholmur/Reykjavik (L-S/R) istasyonlarının normalleştirilmiş DSB verilerini kullanarak, Türkiye kış yağışları ve NAO kış indisleri arasındaki yıllararası değişkenliğin istatistiksel bağlantısını araştırmıştır. Ekstrem NAO indisi evrelerinde yağışlarda oluşan alansal olarak tutarlı ve anlamlı değişiklikler (yağışlı ve kurak koşullar), Türkiye'nin Karasal İç Anadolu bölgesinde ve genel olarak Akdeniz yağış rejimi özellikle batı bölgelerinde daha belirgindir.

NAO'nun negatif evresinde, subtropikal kuzey-doğu Atlantik, Kuzey Afrika ve Akdeniz Havzası'nda Türkiye'ye doğru ortalamadan daha güçlü batılı ve güney batılı dolaşım gözlenirken, İskandinavya ve orta enlem, sub-Arktik kuzey doğu Atlantik'te özellikle kışın, ilkbahar ve yıllık olarak ortalamadan daha güçlü kuzeydoğulu bir dolaşım gözlenir. NAO'nun pozitif evresinde, orta enlemler ve İskandinavya'da batılı akışlar artar ve artan doğulu, kuzeydoğulu dolaşım geniş taşıyıcı bir zon üzerinden Türkiye ile subtropikal Atlantik'ten geçerek Akdeniz havzası ve Kuzey Afrika'ya ulaşır (Türkeş ve Erlat 2006). Türkiye'nin minimum sıcaklıkları ve NAO arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif ilişkiler saptanmıştır. Buna göre; NAO kış indisinin pozitif olduğu yıllarda genel bir azalma, negatif ve normale yakın değerler gösterdiği yıllarda ise artma eğilimi gözlenir (Erlat, 2002).

Kutiel vd. (2002), Yunanistan, İsrail ve Türkiye'den toplam 33 istasyonun aylık toplam yağış verilerinin kullanıldığı ve Kuzey Denizi-Hazar Deseni'ni (NCP) tanımladıkları çalışmalarında, NCP'nin 500 hPa seviyesinde, daha çok geçiş mevsimleri ile kış mevsiminde belirgin ve etkili olduğunu bulmuşlardır. Balkanlar ve Orta Doğu'da NCP'nin pozitif evresinde yağışların normalin üzerinde olduğunu ve NCP'nin negatif evresinde tam tersi bir durumun yaşandığını belirlemişlerdir. Normalin altındaki sıcaklıklar NCP'nin pozitif evresinde gözlenirken, normalin

üzerindeki sıcaklıklar, NCP'nin negatif evresinde gözlenir. Kuzey Hazar Denizi bölgesi üzerindeki artan bir siklonik anomali dolaşım deseni ve Kuzey Denizi bölgesi üzerinde artan bir antisiklonik dolaşım deseni etkisinin birleşmesi sonucunda, NCP'nin pozitif evresinde, artan kuzeydoğulu anomali dolaşımı, negatif sıcaklık anomalilerine neden olur. Öte yandan, pozitif sıcaklık anomalileri, NCP'nin negatif evresi boyunca artan güneyli ve/veya güneybatılı anomali dolaşımıyla ilgilidir (Kutiel vd., 2002). Kutiel ve Türkeş (2005), NCP'nin Türkiye'nin karasal iç bölgelerindeki sıcaklık ve yağış rejimindeki rolü için yeni kanıtlar buldukları çalışmalarında, Kapadokya bölümüne ait 6 istasyonun aylık sıcaklık ve yağış zaman serilerini kullandılar. Toplam yağışlarda, NCP'nin pozitif ve negatif evrelerinin her ikisinde de anlamlı farklılıkların bulunmadığını ama alansal olarak farklılıklar gösterdiğini belirtmişlerdir. Sıcaklıklar NCP'nin negatif evresinde, pozitif evresinden oldukça yüksektir. NCP bu bölgenin sıcaklık rejimini kontrol eden bir atmosferik salınım indisidir.

Kiladis ve Diaz (1989) ile Bartholy ve Pongracz (2006)'a göre, aletsel kayıtların başladığı 1877'den 1998 yılına kadar El Niño 35 kez (her 2-5 yılda) olurken, La Niña (normal ya da soğuk olaylar) 22 kez olmuştur. Rodo vd. (1997), İber Yarımadası'nın daha çok doğu kısmında ilkbaharda yağışların El Niño yıllarında azaldığını göstermiştir. Mart-Nisan aylarının sıcak olduğu ekstrem yıllarda, batı Akdeniz'de negatif basınç anomalili günlerin sayısında ve siklonik günlerde bir azalma vardır (Laita ve Grimalt, 1997; Rodo vd., 1997). Diaz vd. (2001)'ne göre, 1948-2000 periyodundaki Ağustos-Ekim aylarındaki Akdeniz yağışları ile EÑSO indisi arasında pozitif ilişki vardır. Rodriguez-Pueble vd. (1998), bir önceki yılın ekim ayındaki bir EÑSO indisi ile İber Yarımadası'nın güneydoğusunda yıllık yağışların kısmen ilişkili olduğu bir bölge tanımlamışlardır. Türkeş (1998)'in jeopotansiyel yüksekliklerin, siklon sıklığının ve Güneyli Salınımının 1930-1999 dönemindeki Türkiye yıllık ve mevsimlik yağış dizilerine etkilerini incelediği çalışmasında, Türkiye'de yıllık yağışlar, El Niño olaylarından bir önceki yıllarda belirgin bir artış, olayların başladığı yıllarda genel olarak azalma ve olaylardan bir sonraki yıllarda genel olarak artma eğilimi gösterir. Kahya vd. (2002); Kahya ve Karabörk (2001)'de, Türkiye nehir

akımlarında El Niño ve La Niña sinyallerinin klimatolojik analizlerini yaptıkları çalışmalarında, El Niño olayları süresince akım kayıtları Türkiye'nin doğu ve batı bölgelerinde nemli dönemler halinde kendini gösterirken La Niña olayları söz konusu olduğunda Türkiye'nin sadece doğu bölgelerinde yeterli kararlılık gösteren kurak dönemler görülür.

AO, kuzey yarımkürede arktik bölge ve orta enlemler arasındaki atmosferik basınç değişiklikleri tarafından nitelenen bir atmosferik salınım indisidir (Xoplaki, 2002; Türkeş ve Erlat, 2007). AO'nun pozitif evresinde, orta enlemlerdeki yüksek basınç koşulları daha kuzeye çekilir; Kuzey Avrupa ve Kuzey Amerika'da negatif evreden daha nemli ve daha sıcak koşullara yol açan batılı bir dolaşım etkisini gösterir (Xoplaki, 2002; Türkeş ve Erlat, 2007). Türkeş ve Erlat (2008) Türkiye kış ortalama sıcaklıklarındaki değişkenliğinde AO etkilerini inceledikleri çalışmalarında, AO ve sıcaklıklar arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif ilişkiler buldular. 70 istasyona ait kış ortalama sıcaklık verisi 500 hPa jeopotansiyel yükseklik seviyesinde dolaşım tipleri ile AO'nun ekstrem ve normal evreleri sıcaklık değişimleri ile atmosferik kontroller açıklandı. AO negatif evresindeyken sıcaklıklarda artma, AO pozitif evresindeyken ise sıcaklıkların azalma eğilimleri gösterdiğini buldular.

Türkiye'de 64 istasyonun kış ve uzun kış mevsiminde yaşanan don olaylı gün sayıları ile Arktik salınım indisi arasındaki ilişkileri iklimsel değişkenlik açısından inceleyen Erlat ve Türkeş (2008), AO indisleri ile 52 istasyonun donlu gün sayıları arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif ilişkiler bulmuşlardır. Buna göre, arktik Salınım ve buna bağlı olarak atmosfer dolaşımında ortaya çıkan uzun dönemli dalgalanmalar ile Türkiye'de don olaylı gün sayıları arasında çok yakın bir bağlantı vardır (Erlat ve Türkeş, 2008).

2.VERİ VE YÖNTEM

Tezin hazırlanma aşamasında aşağıdaki yöntemler izlendi:

1- Öncelikle, çalışma konusun belirlendi ve çalışmada kullanılacak olan veriler Devlet Meteoroloji İşleri Genele Müdürlüğü (DMİ), Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü (EİE) ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nden (DSİ) sağlandı.

2- Çalışmada, uzun süreli klimatolojik/hidrolojik veri değişimlerini izleyebilmek için kesintisiz ve istasyonların kuruluşundan günümüze kadar ölçülen veri dizilerinden yararlanıldı.

3- Bu kapsamda, ortalama sıcaklık, ortalama maksimum sıcaklık, ortalama minimum sıcaklık verileri, toplam yağış ve akarsu akım gözlemleri değerlendirildi. Veri dizlerindeki uzun süreli değişimleri ve/veya değişiklikleri görebilmek için bazı testler uygulandı. Öncelikle, veri dizilerinin güvenirliğini sınamak için Kruskall-Wallis (*K-W*) türdeşlik sınaması uygulandı.

4- Klimatolojik ve hidrolojik veri dizilerindeki dizisel ilişkilerin ve ani değişikliklerin belirlenmesi için, Wald-Walfowitz (*W-W*) dizisel ilişki sınaması, uzun süreli eğilim ve değişiklikler Mann-Kendall (*M-K*) sıra ilişki katsayısı yöntemleri kullanıldı. Dizilerdeki önemli değişiklik noktaları ve/veya eğilimler *M-K* sınamasının grafiksel gösterimi ile sunuldu. En küçük kareler doğrusal regresyon yaklaşımıyla elde edilen β katsayısının anlamlılığı için, *Student t* sınaması yapıldı.

5- Atmosferik uzakbağlantı desenlerinden, Kuzey Atlantik Salınımı (NAO), Arktik Salınım (AO), Güneyli Salınım (EÑSO) ve Akdeniz Salınımı (MO) indisleri ile klimatolojik/hidrolojik veri dizileri arasındaki ilişkilerin doğasını ve büyüklüğünü belirlemek için *Pearson korelasyon* (ilişki) *katsayısı* (*r*) kullanıldı. İlişki katsayılarının istatistiksel anlamlılığı, *Student* dağılımının iki yanlı biçimine ve *N-2* bağımsızlık katsayısına göre, *Student t* sınamasıyla belirlendi. Ayrıca, sıcaklıklar ve yağış tutarlarındaki yıllararası değişkenliğin ve atmosferik salınım indislerindeki değişimler arasındaki ilişki, *Kümelerarası ilişki analizi* ile belirlenmeye çalışılmıştır.

6- Yapılan analizlerin test istatistikleri kullanılarak, sıcaklık, yağış ve akarsu akımlarındaki zamansal değişikliklerin ve/veya eğilimlerin alansal dağılımını

gösteren haritalar yapıldı. Haritaların hazırlanması sırasında, Coğrafi Bilgi Sistemleri programı olan ARC-GIS 9.2 yazılımı kullanılmıştır.

2.1. Çalışmada Kullanılan Veriler

Biga Yarımadası ve çevresindeki sıcaklık, yağış ve akarsu akımlarındaki zamansal ve alansal değişikliklerin ve bunların atmosferik salınım indisleri ile ilişkilerinin sorgulandığı bu çalışmada, kullanılan veriler DMİ, DSİ ve EİE tarafından sağlanmıştır. Kullanılan veriler, ölçümlerin başladığı tarihten son ölçüm zamanlarına kadar olan veri dizilerinden oluşur. Çalışmada kullanılan istasyonlara ait veriler Çizelge 1 ve Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1: Çalışmada kullanılan meteoroloji istasyonlarının genel özellikleri.

İstasyonlar	İstasyon Numarası	Veri Süresi (yıl)	Enlem Derecesi	Boylam Derecesi	Yükselti (metre)
Çanakkale	17112	75	40.08 K	26.24 D	5.5
Bandırma	17114	56	40.19 K	27.59 D	63.0
Edremit	17145	45	40.08 K	26.24 D	20.7
Mustafakemalpaşa	17675	42	40.02 K	28.24 D	60.0
Gönen	17674	35	40.06 K	27.39 D	37.0
Biga	17630	60	40.13 K	27.15 D	25.0

Çizelge 2: Çalışmada kullanılan akarsu akım istasyonlarının genel özellikleri.

İstasyonlar	İstasyon Numarası	Veri Süresi (yıl)	Enlem Derecesi	Boylam Derecesi	Yükselti (metre)
Mustafakemalpaşa	302	60	39 57 41	28 30 58	40
Orhaneli çayı	311	55	39 37 31	29 27 52	795
Kocaçay	314	50	40 04 35	27 58 11	25
Simav çayı	316	50	39 59 10	28 10 34	32
Nilüfer çayı	321	50	40 16 50	28 56 11	63
Karamenderes	407	30	39 50 01	26 19 40	35
Sarıçay	2-65	22	40 03	26 35	70
Tuzla çayı	4-11	28	39 36	26 27	244
Havran çayı	4-4	31	39 34	27 11	93
Kocabaş	2-10	35	40 10	27 13	29
Uludere	2-36	25	40 14	26 40	20
Üzümcü	0321	35	39 32	27 54	104

2.2. Analiz Yöntemleri

2.2.1. Kruskal-Wallis Türdeşlik Sınaması

Biga Yarımadası ve çevresindeki 6 meteoroloji istasyonunda uzun yıllar kaydedilen ortalama, ortalama maksimum ve ortalama minimum hava sıcaklıkları ile aylık toplam yağış verileri ve akarsuların aylık akım verileri kullanılarak yıllık ve mevsimlik zaman dizileri oluşturuldu. Zaman dizilerinin ortalamasında herhangi bir önemli değişikliğin olup olmadığına karar vermek için, bu dizilere Kruskal-Wallis (*K-W*) ortalamaların ve varyansların türdeşliği sınamaları uygulandı (Sneyers, 1990; Türkeş vd., 2002; Türkeş, 2004). İnhomojenlik (türdeş olmama) durumu, bir dizinin ortalamasındaki doğal olmayan kuvvetli sıçramaları karşılar.

Verilerin türdeş olup olmayışı, zaman dizisi çözümlemelerinde, özellikle iklimsel değişebilirlik araştırmalarında tümüyle dikkate alınması gereken önemli bir etmendir. *K-W* test istatistiği ortalamaların ve varyansların türdeşliğini doğrulamak için kullanılan etkili bir parametrik olmayan (evrendeğersiz) türdeşlik sınamasıdır (Türkeş, 2004). Bu test istatistiğinde orijinal gözlemlerin (X_i) yerine onların küçükten büyüğe doğru sıralanmasıyla oluşturulan toplam sıralı dizideki sıra numaraları (rank) kullanılır. Yöntem şu şekilde ifade edilebilir (Sneyers 1990'a göre Türkeş, 2004):

$$Rj = \sum_{i=1}^{nj} rij \qquad (1)$$

$$n = \sum_{j=1}^{k} nj \qquad (2)$$

$$X_k = \left[\frac{12}{n(n+1)} \sum_{j=1}^{k} \frac{Rj}{nj} \right] - 3(n+1) \qquad (3)$$

Rj = Bağımsız dizideki sıra numaralarının toplamı

r_{ij} = j alt dizilerindeki i gözlemlerinden oluşan toplam sıralı dizideki sıra numaraları

n = Toplam sıralı dizinin gözlem sayısı

$n_j = j = 1, \ldots . k$' ya kadar j alt dizilerinin örneklem boyutu (gözlem sayısı)

X_k = Sınama örneklem değeri

Sınama örneklemdeğerini hesaplamadan önce, *Rj* değerlerinin doğru olup olmadığı, eşitlik 2 ile kontrol edilir.

$$\sum_{j=1}^{k} Rj = \frac{n(n+1)}{2} \tag{4}$$

Eşit değerlerin sıra numaraları için gerekli olan değişiklikler yapılmışsa, X_k örneklemdeğeri denklem 3 teki eşitlik ile verilen düzeltme katsayısına bölünür.

$$C_c = 1 - \frac{\sum T}{n^3 - n} \tag{5}$$

$$T = t^3 - t \tag{6}$$

Burada, ΣT ve t, eşit değerler grubundaki eşit değerlerin sayısı olmak üzere, tüm eşit değerler gruplarının toplamını verir. Ortalamaların ve varyansların türdeşliğini sınamak için, aşağıdaki hipotezler oluşturulmuştur.

Ho: Gözlem dizisinin ortalaması (varyansı) aynı evrenden çekilmiştir.

Ha: Gözlem dizisinin ortalaması (varyansı) aynı evrenden çekilmemiştir.

Ortalamalar homojendir boş hipotezi altında, X_k örneklem değeri, (k-1) bağımsızlık sayısıyla yaklaşık (χ^2) dağılır. Boş hipotezin kabul ya da reddedilmesi, istenilen bir anlam düzeyinde (α = 0,05 ya da α = 0,01) ve *f*= (k-1) bağımsızlık sayısına göre χ^2 tablosundan bulunarak X_k ile karşılaştırılacak olan χ^2 kritik değerinin büyüklüğüne bağlıdır. Boş hipotez, X_k'nın büyük değerleri için ($X_k \geq \chi^2$) reddedilir (Türkeş, 2004).

Ortalamaların türdeşliğindeki X_k, varyansların türdeşliğinde, orijinal gözlemlerin genel ortalamadan sapmaları (farkları) kullanılarak elde edilen diziler temel alınır (Sneyers, 1990). Varyansların türdeşliğinde, değerlerin ortalamadan sapmaları hesaplandıktan sonra, küçükten büyüğe sıralanmasıyla oluşturulan sıra numaraları kullanılır. Mutlak fark, 25'te eşitlik ile hesaplanır.

$$d = \left| X_i - \bar{X} \right| \tag{7}$$

2.2.2. Wald-Wolfowitz dizisel ilişki sınaması

Klimatolojik ve hidrolojik verileri dizilerindeki yıldan yıla değişebilirlikteki dizisel bağımlılığın ve/veya ani değişikliklerin doğası ve büyüklüğünü belirlemek için dizilere, gecikme aralığı bir olan parametrik (evrendeğerli) özilişki (otokorelasyon) katsayısının evrendeğersiz bir sınama olan Wald-Wolfowitz (*W-W*) dizisel ilişki sınaması uygulanmıştır (Sneyers, 1990). Dizisel ilişki sınaması ile genel olarak, dizilerdeki ardışık gözlemler arasında bir dizisel ilişkinin ya da bağımlılığın bulunup bulunmadığı kontrol edilir. *W-W* dizisel ilişki sınaması, gözlem dizilerindeki rasgele olmama durumunun göreceli olarak düşük sıklıklı değişimlerle (uzun dönemli dalgalanmalarla) ilişkili olarak açıklanabileceği varsayımına dayanmaktadır (Türkeş 2004). Bu sınamada, oluşturulan gözlem dizilerinin yerine onların küçükten büyüğe sıralanmasıyla oluşturulan sıra numaraları kullanılmaktadır. *W-W* sınaması, 8'deki eşitlik ile hesaplanır (Sneyers, 1990'a göre Türkeş, 2004).

$$R=S_2-\left[\sum_{i=1}^{n} (y_1'-y'_{i+1})^2 / 2\right] \quad (8)$$

Buradaki değerler aşağıda yazılı formüller yardımıyla bulunur.

$$y_i'=y_i-\bar{y} \quad (9)$$

$$S_2=\sum_{i=1}^{n} y_i'^2 \quad (10)$$

Burada y_i'inci sıradaki gözlemin sıra numarası; $\bar{y}$, dizideki sıra numaralarının ortalamasıdır. *R* örneklemdeğerinin yerine r fonksiyonu konur. (*r*) örneklemdeğeri de *u*(*r*) eşitliği ile sınama örneklemdeğerine (*u*(*r*)) dönüştürülür.

$$r = R / S_2 \quad (11)$$

$$u(r) = \left[(n-1)r+1\right] / \sqrt{n-1} \quad (12)$$

W-W sınaması, bir dizideki -özellikle olasılığı 0.01'den küçük olan- istatistiksel olarak anlamlı bir inhomojenliğin, klimatolojik olmayan bir sıçramadan ya da doğal düşük sıklıklı dalgalanmalardan mı, yoksa kuvvetli bir ısrardan mı kaynaklandığına karar vermede çok yararlı bir araçtır (Türkeş, 2004). Ortalamaların homojenliğini sınamak için, aşağıdaki hipotezler oluşturuldu:

Ho: Gözlemler pozitif dizisel ilişkiye karşı rasgeledir.

Ha: Gözlemler pozitif dizisel ilişkiye karşı rasgele değildir.

Sınama sonucuna göre, boş hipotez $u(r)$'nin büyük değerleri için reddedilir.

2.3. Eğilim Sınamaları

Bu sınamalar kendi aralarında, kullanılan yöntemlere ve avantajlarına göre ayrılmaktadır. Mann-Kendall sıra korelasyon katsayısı ve Spearman korelasyon katsayısı testlerinde, parametrik olmayan (evrendeğersiz) yöntemler kullanılır. Çözümlenen her bir dizideki orijinal gözlemlerin yerine, onların küçükten büyüğe dizilmesiyle oluşturulan toplam sıralı dizideki sıra numaraları kullanılır (Türkeş, 2005).

En küçük kareler doğrusal regresyon (*EKKDR*) yaklaşımında parametrik (evrendeğerli) veriler, orijinal verilerinden oluşan gözlem dizileri kullanılmaktadır. *EKKDR* eşitliğinden elde edilen doğru denklemi ile tahmin edilen ve verilere uydurulan regresyon eğrisinden yola çıkarak, değişim oranı belirlenebilir. Fakat çizilen bu doğru denklemi, dizilerdeki yıllararası değişkenliği göz ardı etmektedir. Bu çalışmada kullanılan test istatistiklerinden *M-K* sıra korelasyon katsayısı ve *EKKDR* yaklaşımı'nın kendine özgü zaman dizisi çizimleri vardır.

2.3.1. Mann-Kendall Sıra İlişki Katsayısı

Orijinal X_i değerleri yerine sıralı dizideki sıra numaralarına karşılık gelen y_i değerleri kullanılarak, her y_i değeri için, $(i>j)$ olmak üzere kendisinden önceki y_i elemanlarının sayısı şeklinde tanımlanan bir n_i sayısı, $y_i>y_j$ olan sıra numaralarının sayısı hesaplanarak bulunur: Dizideki ilk sıra numarası y_1, dizide kendinden önceki tüm y_i' lerin sıra numaralarıyla karşılaştırılır. Sonra ikinci sıra numarası y_2, kendinden önceki tüm terimlerin sıra numaralarıyla karşılaştırılır; y_2'den küçük

önceki terimlerin sayısı hesaplanır ve bu sayı n_2 olarak gösterilir. Bu işlem, dizideki her y*i* terimi için y_n'e kadar sürdürülür. Sınama örneklemdeğeri, *t*, denklem 13'deki eşitlik ile gösterilir.

$$t = \sum_{i=1}^{n} ni \tag{13}$$

Sınama örneklemdeğerinin dağılım fonksiyonu, boş hipotez asimtotik normaldir. Dağılım fonksiyonunun ortalaması ($E(t)$) ve varyansı ($var(t)$), denklem 14'deki eşitliklerle gösterilir.

$$E(t) = \frac{n(n-1)}{4} \tag{14}$$

$$\text{var}(t) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72} \tag{15}$$

Sınama örneklemdeğeri, $u(t)$,

$$u(t) = \left[t - E(t)\right] / \sqrt{\text{var}(t)} \tag{16}$$

eşitliği ile gösterildiğinde, boş hipotez $|u(t)|$'nin büyük değerleri için reddedilir. Eğer α_1 olasılığı, bir standart normal dağılım tablosu kullanılarak,

$$\alpha_1 = P(|u| \rangle |u(t)|) \tag{17}$$

şeklinde belirlenirse, Ho, $\alpha_1 > \alpha_0$ ya da $\alpha_1 < \alpha_0$ olma durumuna bağlı olarak kabul ya da reddedilir. Hesaplanan $u(t)$ değerinin, %5 ya da %1 düzeyinde anlamlı olması durumunda, $u(t)>0$ ise artan, $u(t)<0$ ise azalan yönde bir eğilimin varlığından söz edilebilir (Türkeş, 2005). Boş hipotez u(*t*)'nin büyük değerleri için reddedilir. Çalışmada, iki anlamlılık düzeyi (kritik değer) dikkate alındı:

$\alpha_0 = 0.05$ (1.96)

$\alpha_1 = 0.01$ (2.58)

M-K, $u(t)$ sınama örneklemdeğerinin ardışık analizi, gözlem dizisinde anlamlı bir eğilimin bulunması durumunda, eğilimin başlangıcı ve genel olarak gözlem dizisindeki değişiklik noktasını ya da noktalarını bulmak için kullanılan bir yöntemdir. Ardışık analiz iki aşamada gerçekleştirilir (Türkeş, 2005).

(i) *u*(*t*)'lerin elde edilmesi:

Önce *t*i'ler bulunur. Bu ise, her *t*i değeri için *nk* değerlerinin toplamına eşittir. Başka sözlerle, i = 1,2,3,…..,n'e kadar bir dizi için *t*'nin değeri, *i*'inci terime kadar *nk*'ların toplamından, oluşur.

$$ti = \sum_{i=1}^{n} nk \tag{18}$$

Bu işlem *i*'inci terime kadar sürdürülür:

$$t1 = \sum_{i=1}^{1} ni, t2 = \sum_{i=1}^{2} ni, ... \tag{19}$$

Dağılımın ortalaması ve varyansı

$$E(ti) = \frac{i(i-1)}{4} \tag{20}$$

$$\text{var}(ti) = \frac{i(i-1)(2i+5)}{72} \tag{21}$$

anlamlılık ya da hipotez sınaması,

$$u(ti) = \left[ti - E(ti)\right] / \sqrt{\text{var}(ti)} \tag{22}$$

yazılır. Yukarıda verilen basit eşitlikler kullanılarak da, *u*(*ti*)'ler hesaplanır. Böylece, ardışık analiz için gerekli olan *u*(*ti*) dizisi elde edilmiş olur (Türkeş, 2005).

(ii) *u'*(*t*)'lerin elde edilmesi:

Bu aşamada, *u*'(*t*)'ler, *u*(*t*)'lerin bulunmasında kullanılan yöntem, bu kez büyükten küçüğe sıralanan *i*' dizisinden elde edilen *y*'i sıra numaralarından oluşan dizinin sonundan başlangıcına doğru geri yönde yinelenerek hesaplanır. Bu durumda, *i*<*j* olmak üzere, *y*'*i*> *y*'*j* sayılarak her *y*'*i* değeri için *y*'*j* değerlerinin *n*'*i* sayısı hesaplanır. Bu değerler, *ni* + *n*'*i* = *yi*-1 olduğu için, ilk hesaplamanın (n_i değerlerinin) kontrol edilmesini de sağlar. Ayrıca, *n*'*i* değerleri, ilk bulunan y_i değerlerinden yararlanarak da elde edilebilir. Bunun için, $i = 1,2,3,…..$n'e kadar her *i* değerine karşılık gelen *yi* değerinden sonra ve ondan küçük olan (*y*i> *y*i+1) değerlerinin sayısı, o *y*i değeri için *n*'*i* olarak bulunur.

ni+ *n*'*i* = *y*'i-1 kontrolü yapılır. Bu aşamada, *t*'*i*' leri hesaplamak için, yukarıda *ti*'ler için yapılan işlem $i = 1,2,3,\ldots..$,n'e kadar t'*i*'ler için de yapılır. Sonra yine her t'*i* değeri için, u'(*t*'*i*) değerleri hesaplanır. İşaretleri değiştirilen u'(*t*'*i*) değerleri (u'(*t*'*i*)=u'(*t*'*i*)), u(*t*'*i*) sütununu oluşturur. Bu noktada, u'(*t*'*i*) = u'(*t*n) kontrolü de yapılır (Türkeş, 2005).

Sıralı dizide, birbirini izleyen eşit değerlerin sıra numaralarının ortalaması alındıktan sonra, sınama örneklemdeğeri için *t*'nin hesaplanmasında gereksinim duyulan n_i değerlerinin de düzeltilmesi gerekmektedir. Uygun n_i değerlerini elde edebilmek için, $i > j$ için $yi > yj$ ilişkilerinin sayısını $yi = yj$ ilişkisinin yarısı kadar arttırmak gerekir (Türkeş, 2005).

2.3.2. Spearman Sıra İlişki Katsayısı

Yine $i = 1,2,3,\ldots..,n$'e kadar orijinal *Xi* değerleri yerine, küçükten büyüğe oluşturulan sıralı dizideki sıra numaralarına karşılık gelen y*i* değerleri kullanılır. Sınama örneklemdeğeri, *i* ve y_i dizileri arasındaki korelasyon katsayısı olan r_s'dir. Bu katsayı,

$$r_s = 1 - \frac{6}{n(n^2 - 1)} \sum (y_i - i)^2 \qquad (23)$$

eşitliği ile gösterilir. Ortalaması ($E(r_s)$) ve varyansı ($var(r_s)$),

$$E(r_s) = 0 \qquad (24)$$

$$\text{var}(r_s) = \frac{1}{n-1} \qquad (25)$$

eşitlikleriyle verilen bu örneklemdeğerinin dağılımı, asimtotik normaldir. Sınama örneklemdeğeri, $u(r_s)$,

$$u(r_s) = r_s \sqrt{n-1} \qquad (26)$$

eşitliği ile gösterildiğinde, boş hipotez $|u(r_s)|$'nin büyük değerleri için reddedilir. Mann-Kendall trend sınamasında olduğu gibi, incelenen gözlem dizisinde herhangi bir eğilimin bulunduğuna karar verebilmek için, öncelikle sınama örneklemdeğerinin

anlamlı olması gerekmektedir. Eğilimin azalan ya da artan yönde olması ise, $r_s > 0$ ya da $r_s < 0$ olmasına bağlıdır (Türkeş, 2005).

Oluşturulan hipotezler:

Ho : Gözlemler herhangi bir eğilim içermiyor.

Ha : Gözlemler herhangi bir eğilim içeriyor.

Sınamalardan, *M-K* sıra ilişki katsayısı ve Spearman sıra ilişki katsayısı sınamaları, evrendeğersiz sınamalar olduğundan, orijinal değerler yerine onların toplam sıralı dizideki sıra numaraları kullanılmaktadır. *M-K* ve Spearman sınamalarında, değerlerin küçükten büyüğe doğru sıralanmasıyla oluşan yeni dizide bazen eşit değerler bulunmaktadır. Bu eşit değerlere, hata oluşmaması için eşit sıra numarası vermek gerekmektedir. Bu nedenle, eşit değerlerin sıra numaralarının ortalaması alınarak bu değerlere aynı sıra numarası verilir. Bu işlemden sonra, Spearman sıra ilişki katsayısı r_s'nin hesaplanmasında,

$$\sum_{i=1}^{n} i = \sum_{i=1}^{n} yi \tag{27}$$

Özelliğinden yararlanılarak,

$$r_s = \frac{\sum_{i=1}^{n} i.y_i - (\sum_{i=1}^{n} i)^2 / n}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} i^2 - (\sum_{i=1}^{n} i)^2 / n}.\sqrt{\sum_{i=1}^{n} y_i^2 - (\sum_{i=1}^{n} i)^2 / n}} \tag{28}$$

orijinal eşitliğine dönülür (Türkeş, 2005).

2.3.3. En Küçük Kareler Doğrusal Regresyon Yaklaşımı

Bu test istatistiği parametrik olup, uzun süreli değişim tiplerinin belirlenmesinde parametrik olmayan yöntemlerle birlikte kullanılır. İklimsel zaman dizilerindeki değişimlerin doğrusal olmaması, belirgin yıllararası değişkenlik ve/veya dalgalanmalar bulunması dağılıma bağlı olmasına ek olarak, onun zayıf yanını

oluşturur (Türkeş vd., 2002). Bu yöntem kullanılarak çizilen doğrusal regresyon trendin doğasını ve büyüklüğünü vermektedir.

$$Y=\beta_o + \beta_1 X + \epsilon \quad (29)$$

1) En küçük kareler hesaplamaları için gerekli temel eşitlikler:

i = 1,2,3,…..,*n*'e kadar, *Xi* ve *Yi*, iki değişkene ait diziler olmak üzere:

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Xi}{n} \quad (30)$$

$$a = \overline{Y} \quad x = X_i - \overline{X} \quad (31)$$

$$\overline{Y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Xi}{n} \quad (32)$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{n} Xi.Y_i}{\sum_{i=1}^{n} x_i^2} \quad (33)$$

$$\hat{Y}_i = a + b.x_i \quad (34)$$

$$Y = a + b.x \quad (35)$$

2) $\hat{\beta}$ 'nın (regresyon ya da *X* katsayısının) anlamlılığı için hipotez sınaması (*Student t* sınaması):

1) *Y*'nin varyansı, s^2, aşağıdaki eşitlikle kestirilir:

$$s^2 = \frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^{n} (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad (36)$$

Burada, *i*, $i = a + \hat{\beta} x_i$ eşitliği ile kestirilen regresyon çizgisi üzerindeki *Y*'nin uydurulan değeridir. $s^{2'}$ye 'residual varyans' da denir; s ise, *Y*'nin standart hatası olarak adlandırılır.

2) β'nın (eğiminin) anlamlılığı için *Student t* sınaması:

t, (*n-2*) bağımsızlık sayısıyla birlikte *Student t* dağılır. Yukarıda verilen eşitlik daha kolay yazılabilir:

$$t = \frac{\hat{\beta}}{\sqrt{s^2} / \sum_{i=1}^{n} x_i^2} \tag{37}$$

$$t = \frac{\hat{\beta} - \beta}{s_\beta} \tag{38}$$

$$s_\beta = \frac{s}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} xi^2}} \tag{39}$$

β'nın standart hatası ya da tahmini, standart sapma olarak adlandırılır. Sınama örneklemdeğeri *t*, (n-2) bağımsızlık sayısıyla birlikte *Student t* dağılır. "Gözlemler bir eğilim göstermiyor" (ya da gözlemlerde herhangi bir eğilim yoktur) boş hipotezi, dağılımın iki yanlı şekline göre $|t|$'nin büyük değerleri için ($|t| \geq t_{a/2}$) reddedilir. Sınama örneklemdeğeri *t*, (n-2) bağımsızlık sayısıyla birlikte *Student t* dağılır (Türkeş, 2005).

2.3.4. Kümelerarası İlişki Analizi

Kümelerarası ilişki analizi (KİA), çok değişkenli bir istatistiksel yöntemlerden biridir. Bu yöntemin amacı, rasgele iki veri kümesinin değişkenleri arasındaki veya iki klimatolojik veri kümesinin elemanları arasındaki doğrusal (lineer) bağlantıyı incelemektir (Cheery, 1996). Kısaca, *KİA* iki farklı veri kümesini, aralarındaki ilişkiyi en büyük (maximum) yapacak şekilde (lineer anlamda dönüştürerek) kümelerarası değişkenleri, aşağıdaki şekilde elde edilir:

$$\mathbf{t}_i = \mathbf{w}_i^T \mathbf{x}_i \tag{40}$$

$$\mathbf{u}^{i} = \mathbf{v}_{i}^{T}\mathbf{y} \tag{41}$$

Burada, t_i **x**'in ve **u** y'nin kümelerarası ilişki değişkenleridir (KAİD). t_i ve u_i arasındaki ilişkinin en büyük olması için aşağıdaki kısıtların sağlanması gerekir (Tatlı, 2004):

$$\mathbf{w}_{i}^{T}\mathbf{C}_{XX}\mathbf{w}_{j} = \mathbf{0},\ \mathbf{v}_{i}^{T}\mathbf{C}_{YY}\mathbf{v}_{j} = \mathbf{0} \qquad \forall i \neq j \text{ için} \tag{42}$$

$$\mathbf{w}_{i}^{T}\mathbf{C}_{XX}\mathbf{w}_{j} = \mathbf{1},\ \mathbf{v}_{i}^{T}\mathbf{C}_{YY}\mathbf{v}_{j} = \mathbf{1} \tag{43}$$

$\mathbf{C_{XX}}$ ve $\mathbf{C_{YY}}$, sırasıyla **X** ve **Y** veri kümelerinin varyans-kovaryans matrislerini temsil etmektedirler. Kümelerarası ilişki vektörleri olan $\mathbf{w}_i$ ve $\mathbf{v_i}$ ilgili matrislerin dikleştirerek ayrıklaştırma (orthogonal decomposition) yöntem ile elde edilebilir. $\mathbf{w_i}$ ve $\mathbf{v_i}$ sırasıyla $\mathbf{C_{XX}^{-1}C_{XY}C_{YY}^{-1}C_{YX}}$ ve $\mathbf{C_{YY}^{-1}C_{YX}C_{XX}^{-1}C_{XY}}$ matrislerinin özvektörleridir. Bu iki matrisin özdeğerlerinin karekökleri ise eşittir ve her bir t_i ve u_i çifti arasındaki kümelerarası ilişki katsayısını gösterir. *KİA* yöntemi çift yönlü ortogonallik özelliği (biorthogonality) gösterir, yani aşağıdaki koşulu sağlar.

$$\mathbf{W}^{T}\mathbf{C}_{XY}\mathbf{V} = \mathbf{D} \tag{44}$$

Son ifadedeki D, bir diyagonal (köşegen) matris ve köşelerinde bulunan elemanları ise kümelerarası ilişki katsayılarının karesidir (yani özdeğerleridir). Bununla birlikte, *KİA* yaklaşımı simetriktir ve hangi değişken kümesinin tahmin edici (predictors) ve/veya tahmin edilen (predictands) olduğunu dikkate almaz. Yani, değişkenlerin yerleri değişse de denklem (45) yine geçerlidir:

$$\mathbf{V}^{T}\mathbf{C}_{YX}\mathbf{W} = \mathbf{D} \tag{45}$$

Ayrıca, **X** ve **Y** matrislerinin "*yapı matrisleri"* olarak adlandırılan kümelerarası ilişki değişkenleri arasındaki ilişki-matrisidir.

X için yapı matrisi $\mathbf{C_{XX}W}$ dönüşümü ve

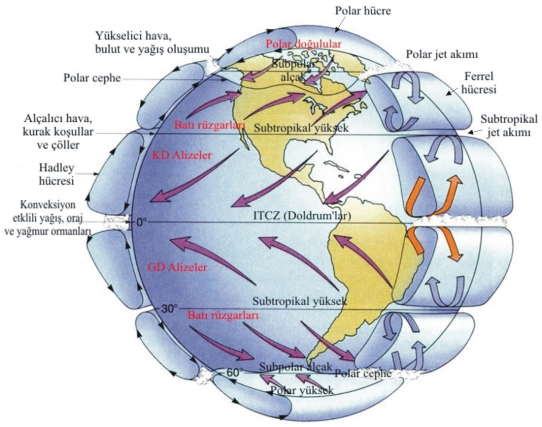
Y için ise $\mathbf{C_{YY}V}$ dönüşümü ile elde edilir.

$\mathbf{C_{XX}W}$ ve $\mathbf{C_{YY}V}$ ile oluşturulan haritalar ise sırasıyla kümelerarası ilişki desenlerini (canonical correlation patterns) gösterir (Statheropoulos vd., 1998; Tatlı, 2004).

3. GENEL METEOROLOJİ VE KLİMATOLOJİ

3.1 Genel Atmosfer Dolaşımı

Genel atmosfer dolaşımı, yeryüzündeki büyük iklim bölgeleri ve bu iklim bölgelerinin özelliklerini belirlemek açısından önemlidir. Tüm bu iklim tipleri genel atmosfer dolaşımının kontrolünde oluşur ve karakteristik özellikleri bu dolaşıma bağlı olarak şekillenir. Genel dolaşım, yıl içinde güneşten alınan enerjinin kutup bölgeleri ve ekvatoral bölge arasında farklı olmasıyla oluşur. Ekvator ve çevresi, yıl içinde kutup bölgelerinden fazla enerji alır ve "dolaşım motoru" diye de adlandırılan genel dolaşım bu bölgeler arasındaki enerji bilançosu farkına dayanır. Kutup bölgelerindeki enerji açığını tamamlamak üzere ekvatordan her iki kutup bölgesine doğru hava hareketi meridyonel yönde ilerler. Bu hava, koriyolis etkisiyle sapmalara uğrar. Hava kuzey yarımkürede sağa, güney yarımkürede sola sapar (Şekil 1).



Şekil 1: Üç hücreli genel atmosfer dolaşımı (www.earth.rochester.edu).

Ekvatoral bölge, devamlı bir alçak basınç alanıdır. Buradaki hava ısınarak (güneşten alınan enerji fazlalığı nedeniyle) konvektif olarak yükselir. Yükselen hava her iki yarımkürede de yaklaşık 30° enlemlerinde sübsidansa uğrar. Alçalan hava kütlesi, adyabatik olarak ısındığı için doyma noktasından uzaklaşır ve bu enlemler genellikle yağış oluşturan hava özelliklerinin zayıf olduğu kurak alanları oluşturur.

Dünyayı çevreleyecek biçimde bu enlemlere komşu alanların iklimleri, sıcak ve kuraktır; hava açık ve yağmur seyrektir (Türkeş, 1990). Sübsidansa uğrayan hava, yeryüzüne yakın alanlardan ekvatora ve kutuplara doğru harekete devam eder. Ekvatora doğru yönelen bu sürekli rüzgar kuşağına "alize rüzgarları" denir. Alize rüzgarları da koriyolis etkisiyle sapmaya uğrar ve kuzey yarımkürede kuzeydoğu, güney yarımkürede güneydoğu yönünden eserler. Kuzey ve güney yarımküreden ekvatora doğru esen alize rüzgarları birbirlerine bir konverjans hattı boyunca yaklaşırlar. Bu hat, "intertropikal konverjans zonu" (ITCZ) olarak da bilinen tropikler arası yaklaşım kuşağıdır. Bu kuşak yıl içinde, Dünya'nın Güneş etrafındaki hareketiyle yarımkürelerdeki enerji farklarıyla (kuzey yarımküre için) yazın kuzey yarımküreye, kışın güney yarım küreye doğru yer değiştir. Subtropikal basınç alanlarından kutuplara doğru yönelen rüzgarlar ise 30-60° enlemleri arasında (kuzey yarımkürede) "batı rüzgarları" kuşağı olarak eser.

Polar bölge, göreli olarak ekvatora oranla aldığı daha az enerji ve havanın yoğunluğu nedeniyle (soğuk olan hava çökme eğilimindedir) termik yüksek basınç alanıdır. Burada, yağış oluşma olasılığı zayıftır. Bu akım da, sağa saparak "doğulu rüzgarlar" olarak ekvatora doğru güneybatı yönünde ilerler.

Batı rüzgarları, daha çok yüksek enlemlerde (40-60° enlemleri arasında) polar bölgeden ekvatora doğru akan soğuk ve yoğun havayla karşılaşır (Türkeş, 1990). Yoğunlukları farklı olan batı rüzgarları ve doğu rüzgarlarının karşılaştığı "polar cephe" olarak bilinen gezegensel cephe boyunca batı rüzgarlarının bir bölümü yükselerek ekvatora doğru yönelir, doğu rüzgarlarının bir bölümü ise göreceli olarak ısınarak kutba doğru yönelir.

3.1.2. Yüksek Batı Rüzgarları ve Jet Akımları

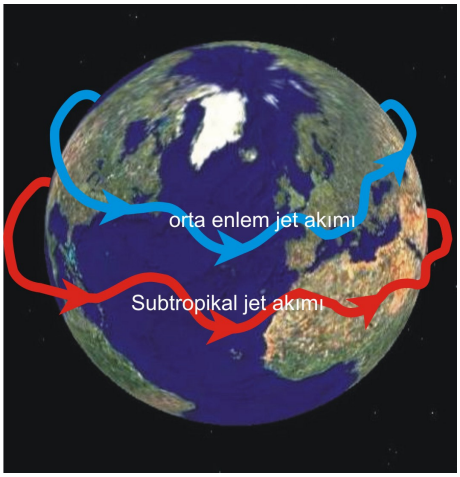
Batı rüzgarları, 30-60° enlemleri arasında güçlü olmakla beraber, yüksek batı rüzgarları batıdan doğuya paralellere uygun uzanışlı güçlü bir hava akımı

oluştururlar. Troposferin üst sınırında yeryüzünden yaklaşık 10-12 km yükseklikte hızlı akımlar şeklini alır. Belirli oluklar halinde esen bu rüzgarlar "jet rüzgarlarını" oluşturur (Erol, 1999; Erinç, 1996). Bu kuşak mevsime göre yer ve şekil değiştirir. Kuzey yarımkürede, kışın batı rüzgarları kuşağı genişleyince birbirine paralel esen iki ya da üç jet akımı birden gelişirken, yazın batı rüzgarları kuşağı daralıp kuzeye çekildiğinde tek bir jet akımı halini alır. Yüksek batı rüzgarları, her zaman aynı hızda esmez belirli zamanlarda bazı dalgalanmalar gerçekleşir. Gezegensel dalgalar olarak da bilinen bu dalgalara "Rossby dalgaları" denir.

Üst seviyedeki havanın batı rüzgarlarındaki büyük sırtlar ve oluklar ile yaklaşık 2000 km civarındaki bir dalga uzunluğu 1939'da C. J. Rossby tarafından keşfedildi. Rossby dalgalarının Dünya yüzeyinin eşit olmayan ısınmasına bir tepki olduğu da düşünülür. Rossby dalgaları, kuzey yarımkürenin orta enlemlerindeki depresyonlar ve antisiklonların oluşumu ile yakından ilgilidir. Üst seviyedeki havanın konverjansı, Rossby dalgalarının önünde sırtlardan ve yer seviyesinde yüksek basınç sistemlerini oluşturarak, yeryüzüne doğru bir akış yaratır (Mayhew, 2004).

Rossby dalgalarındaki yavaş hareketli büyük dalgaların bir bölümü olan küçük dalgacıklar, günlük hava haritalarında her zaman görülen ve hızlı hareket eden gezici siklon ve antisiklonlardır. Bu dalgacıkların ekvatora doğru girinti yapan bölümleri alçak basınç oluklarını, kutuplara doğru çıkıntı yapan bölümleri ise yüksek basınç sırtlarını oluşturur. Siklonlar, içinde atımlar halinde kuzeye sokulan tropikal hava subpolar alçak basınçlarını, gezici antisiklonlar içinde yine atımlar halinde güneye sokulan polar hava, subtropikal dinamik yüksek basınçları besler (Erinç, 1996; Erol, 1999).

Subtropikal yüksek basınçlar ve polar cephe arasında oluşan batı rüzgarları kuşağının yıl içindeki konumunun değişmesi (yazın dolup kutuplara doğru çekilirken, kışın gelişerek ekvatora doğru sokulur), kışın batı rüzgarlarının etkisiyle gezici siklon ve antisiklonların etkinliklerinin artmasına yol açar ve yıllık yağışın büyük bir kısmını kış mevsiminde alan Akdeniz iklimi oluşur.



Şekil 2: Subtropikal ve orta enlem jet akımları.

3.1.3. Walker Dolaşımı

Walker dolaşımı, merkez Pasifik'te doğudan batıya doğru esen alt seviye rüzgarları batı Pasifik'in ılık suları üzerinde bir hareket oluşturur. Üst troposferde akış batıdan doğuya doğru geri döner ve doğu Pasifik'in soğuk suları üzerinde hareket azalır (Lau ve Yang, 2003). Walker dolaşımı; hareketin, ısının ve tropiklerdeki büyük alanlardan geçerek bozulan hareketin içindeki su buharının küresel değişimini denetler. Bu nedenle, tropiklerdeki iklim ve havanın özelliğini belirlemede, ekvatoral bölgedeki atmosferik enerji bilançosu önemli bir rol oynar. Pasifik okyanusu kıyılarındaki subtropikal bölgelerde ve tropikler üzerinde Walker dolaşımının değişmesi ile bağlantılı güçlü atmosferik etkiler vardır. El Niño boyunca zayıflayan Walker dolaşımı, kuzeydoğu Brezilya'da geniş ölçekli kuraklıklara, Peru, Ekvator, güney doğu Brezilya ve Arjantin'in kuzeyinde büyük zararlara yol açan sellere neden olur. La Niña boyunca, Walker dolaşımı şiddetlenir ve Walker dolaşımı ayrıca, doğu Pasifik yüzey sıcaklık değişimi ile Asya-Avustralya musonunun değişikliği arasındaki temel bağlantıyı sunar. Walker dolaşımı, ekvatoral kuşak boyunca doğu-batı atmosferik dolaşım hücrelerinden oluşur. El Niño-Güneyli Salınımı, iklim sisteminin ayrılmaz bir parçası ve mevsimsel ve yıllararası zaman

ölçeklerindeki belirgin değişkenliğe sahiptir. Walker dolaşımındaki dalgalanmalar, dünyanın farklı parçalarındaki ekstrem hava koşullarını yönetebilir.

3.2. Akdeniz Havzasında Yağış ve Sıcaklığın Alansal ve Zamansal Değişkenliği

Akdeniz havzasındaki sıcaklık ve yağış değişkenliği ile uzun süreli eğilimleri içeren çalışmalardan bazıları şunlardır: Xoplaki vd. (2003), Akdeniz yaz hava sıcaklık değişkenliği ve onunla bağlantılı geniş ölçekli atmosferik dolaşım ve deniz seviyesi basınçları adlı çalışmalarında; Akdeniz havzasındaki 213 istasyonun verisini kullanmışlar, 1950-1999 periyodundaki sıcaklık değişkenliğini ele almışlardır. Buna göre; Akdeniz havzasında sıcak dönemler 1950'lerde, 1980'lerde ve 1990'larda gözlenirken, soğuk dönemler; 1960'ların ortalarından 1970'lerin ortalarına kadar etkilidir. Akdeniz havzasında 1980-1999 döneminde 0.05°C anlamlı bir sıcaklık artışı vardır. Maheras ve Kutiel (1999), Akdeniz'deki sıcaklığın alansal ve zamansal değişkenliğini asal bileşen analiziyle inceledikleri çalışmalarında, Akdeniz'de ilkbahar dışındaki her mevsimde dört farklı sıcaklık rejimi gösteren bölgeler buldular.

3.3. Türkiye'de Etkili Olan Hava Kütleleri ve Türkiye yağışları

Türkiye, subtropikal karalarının batı kıyılarında oluşan Akdeniz makroklimaası alanı içindedir. Genel olarak yazın tropikal kökenli hava akımlarının, kışın polar kökenli hava akımlarının etkisi altındadır. Türkiye üzerinde oluşan yere yakın hava akımları, kış mevsiminde Sibirya antisiklonu, polar cephe depresyonları ve Akdeniz depresyonlarıdır. Yaz mevsiminde ise Azor antisiklonunun etki alanının ekvatora doğru kaymasıyla beraber, *ITCZ* kuzey yarımküreye kayarak güneybatı Asya üzerine yerleşir. Böylece Türkiye ve çevresi yazın, Muson alçak basıncının etkisi altına girer. Muson alçak basıncındaki doğulu akımlar, genel hava akımının güneydoğulu ve doğulu olmasına neden olur. Polar cephenin daha kuzey enlemlere çekilmesiyle

Karadeniz bölgesi dışında cephesel yağışların oluşma olasılığı azalır (Erinç, 1996; Erol, 1999; Türkeş, 1990).

Kış mevsiminde Türkiye'ye, Baltık ve Atlantik kaynaklı olmak üzere iki tipte denizel polar (maritim polar (mP)) hava kütleleri ulaşır. Baltık kaynaklı mP hava, Kuzey denizi ya da Baltık üzerinden kuzey ve kuzeybatılı hava akımlarıyla Karadeniz havzasına ve Anadolu'ya ulaşır (Erinç, 1996; Türkeş, 1990). Soğuk ve karla kaplı Avrupa kıtası üzerinden Türkiye'ye sokulan bu hava, nem içeriği bakımından zengindir. Deniz üzerinden geçtiğinde kararsızlığı artarak Karadeniz kıyı kuşağı ve Ege bölgesi ile kuzey Ege kıyılarına yağış bırakır. Bu hava, genellikle soğuk cephe arkasından geldiği için (Türkeş, 1990), Ege ve Akdeniz kıyı kuşağı dışındaki bölgelerde etkili kar yağışlarına neden olur. Atlantik kaynaklı mP hava ise Batı Avrupa üzerinden güneye doğru ilerlemesiyle batılı ve kuzeybatılı hava akımları ile sokulur. Bu hava kütlesi, kara üzerinde daha fazla bulunduğu için sahip olduğu nemin büyük bir kısmını kaybeder. Akdeniz havzasına inen bu polar kaynaklı hava, deniz üzerinde yeni özellikler kazanır. Akdeniz hava kütlesi olarak da bilinen bu havanın sıcaklık ve nem özelliğinin artmasıyla birlikte, Ege ve Akdeniz kıyılarında orografik yağışlar oluşur. Türkiye'yi kışın etkileyen karasal polar (continental polar (cP)) hava kütleleri, Sibirya ve Aral-Hazar (havzası) kaynaklı olmak üzere iki tipe ayrılır (Türkeş, 1990). Termik oluşumlu ve sığ çekirdekli Sibirya yüksek basıncı, Doğu Avrupa, Doğu Akdeniz ve Anadolu üzerine üst atmosferde gelişen alçak basınç oluğu ile soğuk havanın görece sıcak olan bu alanlara akmasına yol açar. Türkiye'ye Balkanlar üzerinden sokulan karasal polar hava kütleleri, şiddetli soğuk ve Trakya ile Marmara bölgesi gibi kuzey kesimlerde etkili kar yağışlarını oluşturur. Kışın etkisi olan bir diğer hava kütlesi de, Kuzey Afrika çöllerinden kaynaklanan karasal tropikal hava kütlesidir. Bu hava kütlesi, Akdeniz havzasına ulaşınca özellikleri değişir. Nem içeriği artarak özellikle Doğu Akdeniz havzasında etkili yağışları oluşturur. Bu hava kütleleri, Ege denizi boyunca kuzeye doğru hareket ederler ve güney ve güneybatılı hava hareketleriyle Kuzey Ege kıyılarına bereketli yağışlar bırakırlar.

Yaz mevsiminde yüksek batı rüzgarları ve Rossby dalgalarına bağlı olarak, polar cephe kuşağı, genel olarak daha kuzey enlemlere çekilir (Türkeş, 1990). Polar cephenin daha kuzey enlemlere çekilmesiyle, Azor antisiklonu Atlantik ve Avrupa üzerinde daha geniş bir alana yayılır. Yaz mevsimi, kış mevsimine göre daha sade bir özellik gösterir. Antisiklon alanının genişlemesi, Akdeniz'de cephe oluşum koşullarını zayıflatır. Bu dönemde, kuzey yarımküre görece olarak daha fazla enerji alır ve *ITCZ* Güney Asya üzerine yerleşir. Bu bölge üzerinde gelişen nemli hava güney ve güneydoğu Asya kıyılarına bol yağış bırakırken, bu sahada gelişen Muson alçak basıncından kaynaklanan doğulu, kurak ve sıcak özellikteki hava akımları Akdeniz havzasını etkiler. Geniş bir alana yayılan Muson alçak basıncı, kuzeyden (Azor yüksek basıncından) görece serin havayı Akdeniz havzasına çeker ve etezyen adı verilen serin rüzgarlar oluşur. Yazın Akdeniz havzasında, yağış oluşturma özelliği zayıf olan hava akımları hakimdir. Yağış oluşma olasılığı Azor yüksek basıncının etki alanının gelişmesi ve Muson alçak basıncının sıcak ve kuru hava akımlarının etkili olmasıyla zayıflar.

3.3.1. Türkiye Yağışlarının Alansal ve Zamansal Değişkenliği

Türkiye, kuzeyde "Batı Rüzgarları Sistemi"'nin etkisinde olan Orta ve Batı Avrupa'nın her mevsim yağışlı ılıman iklimi ile Doğu Avrupa'nın karasal iklimi ve güneyde "Subtropikal Yüksek Basınç Rejimi"'nin etkisinde olan, kuraklığın en belirgin özellik olarak şekillendiği tropikal (sıcak) kuşağın arasında bulunur (Koçman, 1993).

36-42° K enlemleri arasında, doğu-batı doğrultusunda uzanan Türkiye'yi kuzey, güney ve batıdan çevreleyen ılık denizler, yalnızca buharlaşma alanları olmaları nedeniyle değil, batıdan doğuya doğru yer değiştiren, cephesel depresyonların yol almalarını sağlamaları açısından da önemlidirler. Öte yandan, Karadeniz ve Akdeniz'in topografik bakımdan elverişli bölümleri (Doğu Karadeniz ve İskenderun Körfezi- Kıbrıs arasında kalan deniz alanı), yerel siklonların oluştukları ve bazen de

derinleştikleri yerler durumundadır. Anadolu yarımadasını çevreleyen iç denizler, karaya göre daha ılık olduklarından, hava kütlelerine kararsız bir özellik kazandırırlar. Türkiye'de, yağışın dağılışında esas olarak fiziki coğrafya etmenleri rol oynar. En önemli olanlar, yer şekilleri ile cephesel depresyonların yörüngesinde ve yağış getiren nemli hava akımlarına göre istasyonların yerleridir (Türkeş, 1990). Genel dolaşımda yaz ve kış mevsimlerindeki değişiklik, yaz boyunca Karadeniz ve Kuzeydoğu Anadolu dışında Türkiye'nin büyük kısmında uzun süreli kuraklıkların yaşanmasına neden olur.

Kışın, Doğu Karadeniz ve Batı Akdeniz kıyı kuşağında 650 mm'den fazla olan ortalama yağış toplamları, karasal İç ve doğu Anadolu bölgelerinde 150 mm'nin altındadır (Türkeş, 1998). İlkbahar mevsiminde, Türkiye'nin en yağışlı alanı, 300 mm'nin üzerindeki toplam yağış ile Doğu Karadeniz Bölümü'dür. Yazın, Suriye sınırında 5 mm'nin altına inen yaz yağışı, Doğu Karadeniz Bölümü'nde 450 mm'nin üzerindedir. Sonbahar yağışları da, kışın olduğu gibi, kıyılardan içerilere doğru azalır. Sonbahar'da, Türkiye'nin en fazla yağış düşen alanı, 250-300 mm'nin üzerindeki bir yağış ile Karadeniz kıyı kuşağı, en yağışlı istasyonu 800 mm yağış toplamı ile Rize'dir (Türkeş, 1998). Yağış, alan ve zaman ölçeğinde iklimin en fazla değişkenlik gösteren elemanlarından biridir ve bu değişkenlik kurak/yarıkurak ve karasal iklimlerin en belirgin özelliğidir (Türkeş, 1990).

Sarış (2006) Akdeniz havzasında yapılan çalışmaların sonuçlarıyla uyumlu, Türkiye'de yağış yoğunluğunun alansal ve zamansal değişimlerini incelediği çalışmasında, Türkiye'de yağış tutarı ve yağış yoğunluğunun değişim ve eğilim karakteristiğine ilişkin, kış mevsiminde, genel bir azalma eğilimi bulmuştur ve kış yağışlarındaki bu önemli azalma, kuraklaşma ve kurak dönemler açısından da önem taşımaktadır. Ayrıca, yaz, ilkbahar ve sonbahar yağışlarında artış eğilimi vardır, ancak Türkiye'de kış yağışlarının toplam yağışlar içerisindeki tutarının Karasal Doğu Anadolu yağış rejimi bölgesi (özellikle Erzurum-Kars bölümü) dışında yüksek olması, bu mevsimlerdeki artışı önemsiz kılar. Türkeş vd. (2007), Türkiye'nin yağış toplamı ve yoğunluğu dizilerindeki değişikliklerin ve eğilimlerin zamansal ve alansal

çözümlemesi çalışmalarında, Türkiye'deki 111 istasyonun yıllık ve mevsimlik yağış toplamlarını incelediler. Yıllık toplam yağışlarda ve yağış yoğunluğu tutarlarında belirgin olan azalma eğilimleri, Akdeniz ve Karadeniz yağış rejimi bölgelerinde daha kuvvetlidir. Kış mevsimi toplam yağışlarında, belirgin bir azalma (kuraklaşma) eğilimi bulunmasına karşın, ilkbahar, yaz ve sonbahar toplam yağışlarında genel bir artış eğilimi egemendir.

Türkiye istasyonlarının çoğunda, yıllık yağışlar ve kış yağışları, 1960'lı yılların sonuna kadar genel bir artış eğilimiyle birlikte düşük sıklıklı bir dalgalanma gösterirken, 1970'li yıllardan başlayarak ortalamanın altındaki yağışların birbirini daha fazla izlediği, daha az değişken bir gidiş sergilemiştir (Türkeş, 1998). Türkiye yağış rejimi bölgelerini temsil eden 7 istasyonun aylık yağış değişimleri ile bölgesel deniz seviyesi basıncı (DSB) değişimleri kullanılarak kurak ve yağışlı koşullara karşılık gelen bölgesel DSB desenleri Türkeş vd. (2003), tarafından belirlenmiştir. Yağış ve basınç arasında, kışın daha kuvvetli, yazın daha zayıf bir ilişki vardır. İlişki katsayılarının %80 ya da daha fazlası, Şubat ve Mart'ta yaklaşık %6'sı Kasım ve Nisan'da % 40'ı istatistiksel olarak anlamlıdır. Yazın, anlamlı ilişki katsayılarının oranı %10'un altına iner. Türkiye yağışları, kışın bölgesel atmosferik dolaşım koşullarına ve basınç merkezlerine büyük bağlılık gösterirken, yazın, yağış oluşum koşulları yerelleşir ve yağış sinoptik ve bölgesel ölçekten daha küçük atmosferik sistemlerce kontrol edilir hale gelir (Kutiel vd., 2001; Türkeş vd., 2003).

Genel olarak, yağışlarda son yıllarda iyice belirginleşen azalma eğilimleri ve yağışlarda yüksek değişkenliğe sahip Akdeniz yağış rejim bölgesinde, özellikle yaz mevsimlerindeki belirgin kurak koşullar ile diğer mevsimlerdeki yağış oranlarının da azalmasına bağlı olarak kurak dönemlerin ve kuraklık sürelerinin artma olasılığını kuvvetlendirmektedir.

3.3.2. Türkiye Sıcaklıklarının Alansal ve Zamansal Değişkenliği

Türkiye sıcaklıkları için yapılan önceki çalışmalara göre, Türkiye yıllık ortalama sıcaklıklarındaki yıllararası değişimler genel olarak bir pozitif dizisel ilişki (*PDİ*) katsayısıyla temsil edilir. Anlamlı ısınma eğilimleri, çoğunlukla Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde ve daha çok kentleşmenin yoğun olduğu istasyonlarda gözlenmiştir (Türkeş vd., 2002; Türkeş ve Sümer, 2004).

Türkiye'nin günlük sıcaklık dizilerindeki değişkenlik ve eğilimlerin alansal ve zamansal desenleri isimli çalışmalarında, Türkeş ve Sümer (2004), Türkiye yıllık gündüz sıcaklık serilerinde, Türkiye'nin doğu ve batı bölgelerinde belirgin zayıf bir ısınma, İç Anadolu ve Karadeniz Bölgeleri'nde ise genel bir soğuma eğilimi gözlemlediler. Gece sıcaklıklarında, şehirleşmiş ya da şehirleşmekte olan istasyonların çoğunda istatistiksel olarak anlamlı artış eğilimi gözlemlendi. Günlük sıcaklık genişlikleri, şehirleşmiş ve hızla şehirleşen istasyonların çoğunda, kısmen kış mevsimi dışında tüm mevsimlerde kuzey/güney ve kara/deniz gradyanını açık bir şekilde göstermeyen anlamlı azalmaya sahiptir. Bazı istasyonlarda, yıllık ve mevsimlik günlük sıcaklık genişlikleri anlamlı artma eğilimi gösterir. Bununla birlikte, GSG serilerindeki anlamlı artma eğiliminin alansal dağılışı, GSG'lerindeki anlamlı azalma eğilimleri ile karşılaştırıldığında tüm mevsimlerde ve yıllık olarak coğrafik açıdan uyumsuzdur (Türkeş ve Sümer, 2004).

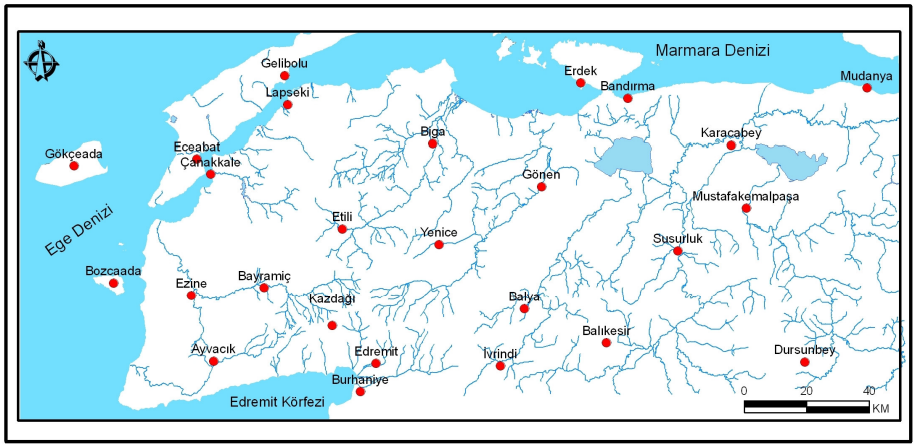
Kış günlük sıcaklıklarında, Türkiye'nin batı, güney ve doğu bölgelerinde genel bir ısınma gözlenirken, Karadeniz bölgesi, İç Anadolu bölgesinin orta-güney bölümlerinde genel bir soğuma egemendir. İlkbahar günlük sıcaklıkları, birçok istasyonda bir ısınma eğilimi gösterirken, ısınma istasyonların birkaçında anlamlıdır. Türkiye'de, şehirleşme oranının yüksek olduğu istasyonların birçoğunda Anlamlı gece ısınma eğilimleri gözlenir. Yaz gündüz sıcaklıkları, birçok istasyonda artış eğiliminde ve bazı istasyonlarda ise azalan bir eğilime sahiptir. Gece sıcaklıkları, şehirleşmiş ya da hızla şehirleşen birçok istasyonda anlamlı artma gösterir. Sonbahar gündüz sıcaklıklarında, Türkiye'nin kuzey bölgeleri boyunca bazı istasyonlar anlamlı

bir soğuma eğilimi gösterir. Bununla birlikte, gece sıcaklıkları çoğunlukla Akdeniz iklimi ile karakterize olan güney bölgelerdeki birçok istasyonda anlamlı olarak artma yaşanmıştır (Türkeş vd., 2002; Türkeş ve Sümer, 2004).

4. ÇÖZÜMLEME SONUÇLARI (BULGULAR)

4.1. Biga Yarımadası'nın İklimi

Kuzeybatı Anadolu'da yer alan Biga Yarımadası ve çevresi, sıcak ve soğuk dönemlerde farklı basınç sistemlerinin etkisi altındadır. Topografya özellikleri, etkili olan basınç sistemleri ve hava dolaşımı özellikleri, sıcaklığın ve yağışın alana ve zamana dağılışı iklim özelliklerini belirleyen temel etmenlerdir.

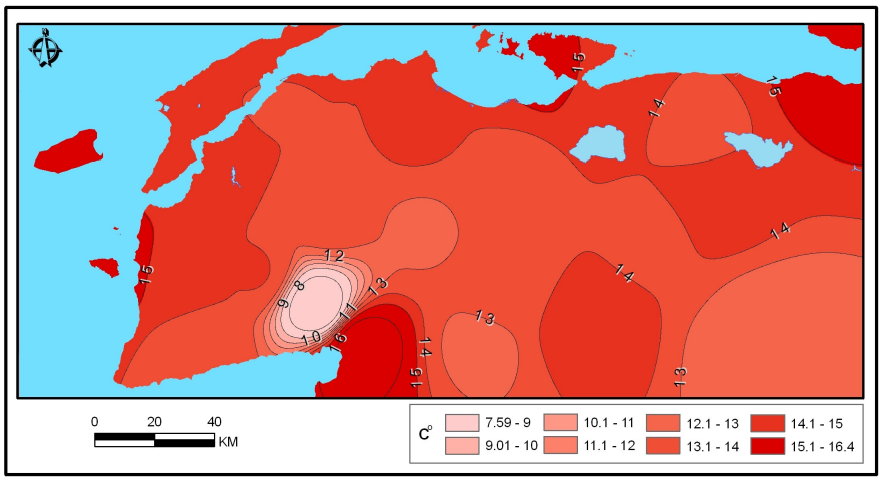


Şekil 3: Çalışmada uzun süreli ortalama sıcaklık ve yağış dağılışını göstermek için kullanılan meteoroloji istasyonlarının coğrafi dağılışı.

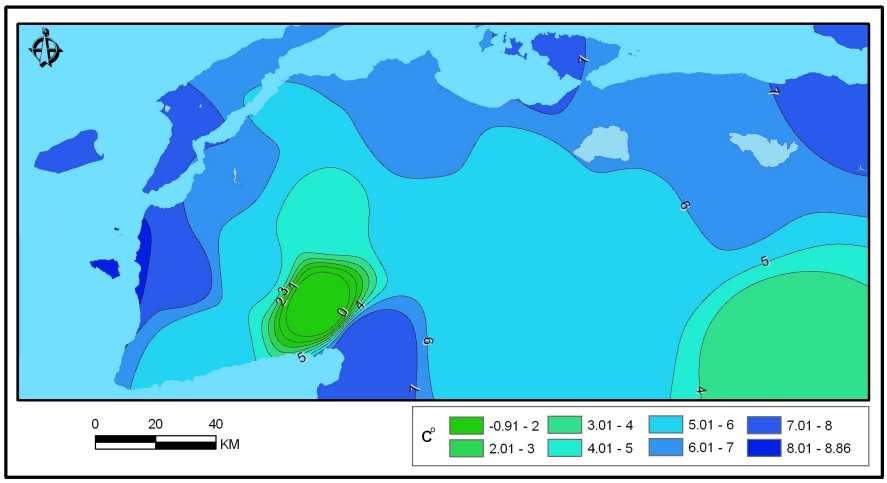
Kuzeybatı Anadolu'da, Azor Yüksek Basıncı (YB) %26, Gezici Alçak Basınçlar (AB) %45, Sibirya YB %2, Muson AB %9, Yüksek oluklar (%1), Azor ve Sibirya YB'ları birlikte %10, Azor ve Muson AB'ları birlikte %5 etkili olur (Koç, 2001). Çalışma alanının genel iklim koşullarını belirlemek için, 26 istasyonun ortalama verisinden (Şekil 3) ve DMİ Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Klima Atlası'ndan (DMİ, 1989) yararlanıldı. Klima Atlası'ndan dikkate alınarak, topografyanın yağış ve sıcaklık üzerindeki etkilerini belirlemek için Kazdağı'na bir istasyon atanmıştır.

4.1.1. Sıcaklık Özellikleri

Ortalama sıcaklıklar, topografya özellikleri nedeniyle farklılık gösterir. Yükseltinin en fazla olduğu Kazdağı ve çevresinde, daha serin iklim koşulları gözlenirken, sıcaklıklar kıyı kesimlerde 15C°'nin üzerindedir. Yıllık ortalama sıcaklıklar, 7.59-16.4C° arasındadır. Yıllık ortalama sıcaklıkların dağılışında, topografya en belirleyici etmendir.

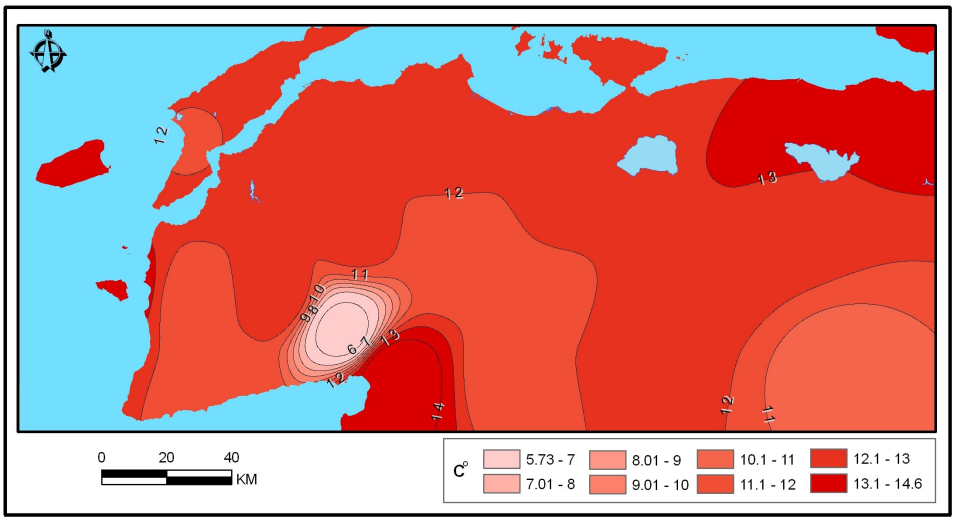


Şekil 4: Ortalama sıcaklıkların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı.



Şekil 5: Kış mevsimi ortalama sıcaklıkların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı.

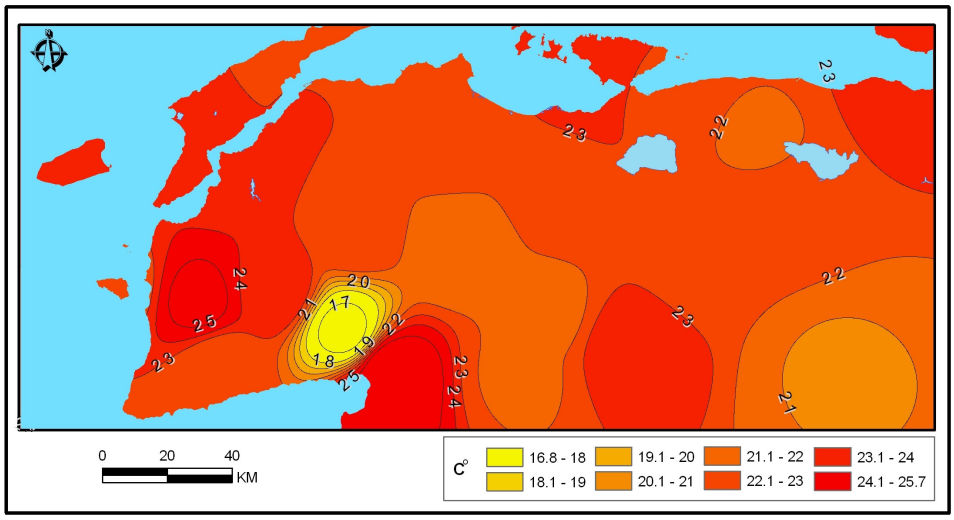
Kış mevsimi ortalama sıcaklık dağılışında, Kazdağı ve çevresi ile Dursunbey istasyonunun bulunduğu çalışma alanının güneydoğu bölümleri, 4C°'in altında sıcaklığa sahip en soğuk kesimlerdir. Kıyı kesimde yer alan istasyonlar, yükseltinin az olması ve deniz etkisiyle iç kesimlere göre daha ılımandır (Şekil 5).



Şekil 6: İlkbahar mevsimi ortalama sıcaklıkların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı.

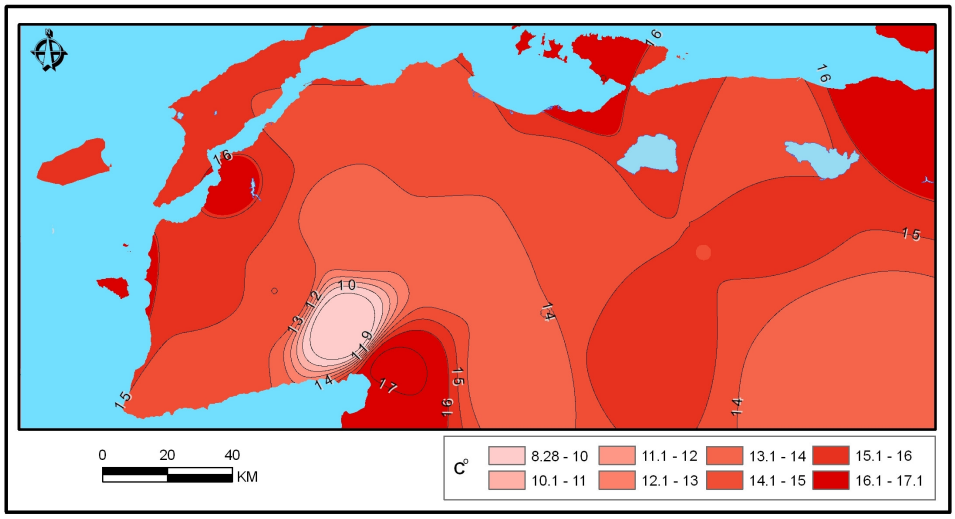
İlkbahar mevsiminde, Edremit ve Burhaniye'nin yer aldığı Edremit körfezi çevresi, Karacabey, Mudanya'nın yer aldığı çalışma alanının kuzeydoğu kesimleri, Bozcaada ile Gökçeada istasyonları 13C°'nin üzerindeki sıcaklıkları ile en sıcak istasyonlardır. Sıcaklıklar, yükseltinin etkisiyle Kazdağı çevresinde ve deniz etkisinin azaldığı Dursunbey istasyonu çevresinde kıyı kesimlere göre oldukça düşüktür (Şekil 6).

Yaz sıcaklıkları, Ege Denizi kıyılarında, Edremit Körfezi çevresinde ve görece karasal istasyonlarda 23C°'nin üzerindedir. Genel olarak, çalışma alanı yaz ortalama sıcaklıkları 22C° civarındadır. Yükseltinin etkisi, Kazdağı ve çevresinde sıcaklıkların düşmesine neden olur (Şekil 7).



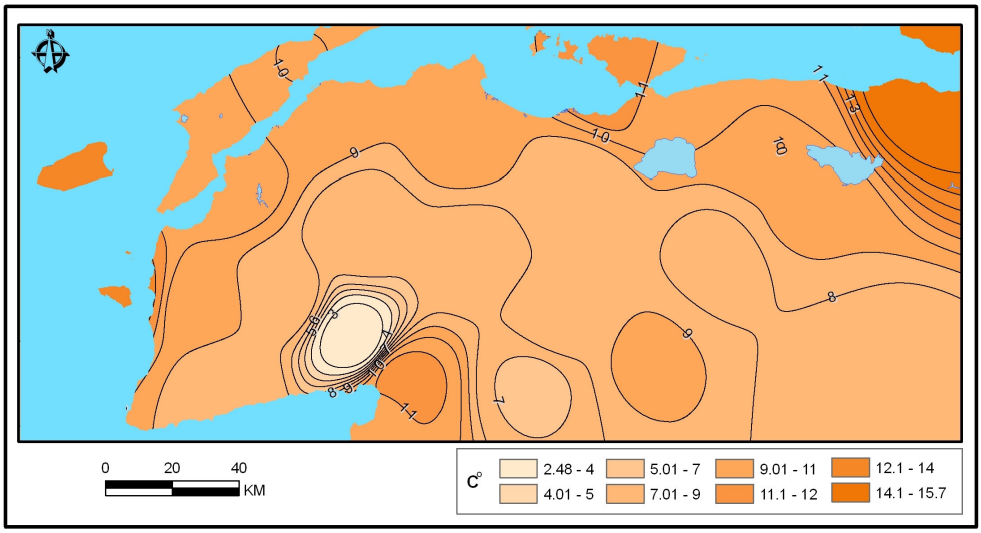
Şekil 7: Yaz mevsimi ortalama sıcaklıkların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı.

Sonbahar ortalama sıcaklıklarında, en yüksek sıcaklıklar diğer mevsimlere benzer şekilde Çanakkale ve çevresi, Edremit Körfezi, Erdek ve Mudanya istasyonlarının yer aldığı kıyı kuşağındadır. Kazdağı çevresi ve Dursunbey çevresi, en düşük sıcaklıklara sahiptir. Genel olarak, sonbahar sıcaklıkları 12-15C° arasındadır (Şekil 8).

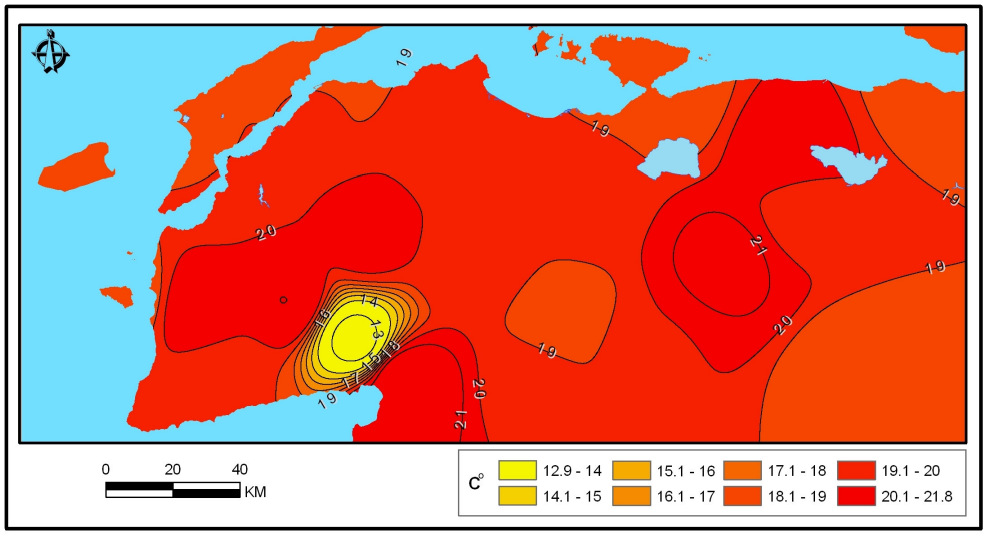


Şekil 8: Sonbahar mevsimi ortalama sıcaklıkların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı.

Çalışma alanı ortalama minimum sıcaklıkları, 2.48-15.7C° arasında dağılır. Kazdağı çevresi ve Balıkesir, Dursunbey istasyonlarının bulunduğu kesimler, sıcaklıkların belirgin ölçüde düştüğü kesimlerdir. Ortalama minimum sıcaklıklar iç kesimlerde, 5-8C° aralığında geniş bir yer tutar.



Şekil 9: Ortalama minimum sıcaklıkların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı.

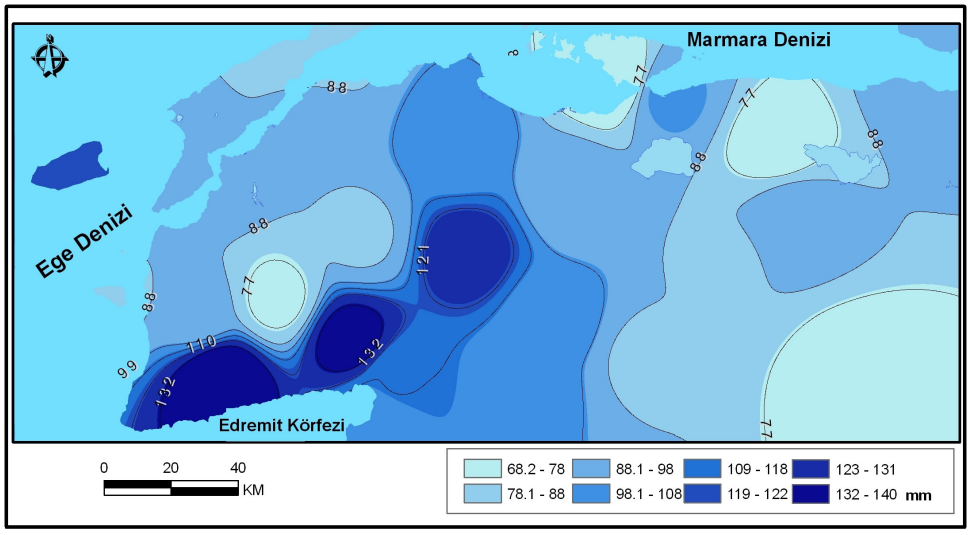


Şekil 10: Ortalama maksimum sıcaklıkların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı.

Ortalama maksimum sıcaklıklarda, kıyı ve iç kesimler arasındaki sıcaklık farkı azalır. Kazdağı çevresi, 12.9-15C° sıcaklıklar ile en serin gündüz sıcaklığına sahiptir. Kuzey kıyılar, Dursunbey ve Balya çevresi, 18C° civarındaki sıcaklıkları ile Kazdağı'ndan sonra en serin bölgelerdir. Denizel etkilerden uzak iç kesimlerde, yüksek gündüz sıcaklıkları gözlenir.

5.1.2.Yağış Özellikleri

Çalışma alanında, kış en yağışlı mevsimdir. Kış mevsimi ortalama yağış tutarları, çalışma alanının en yüksek kesimini oluşturan Kazdağı ve çevresinden daha iç kesimde yer alan Yenice istasyonuna kadar güney kıyıları boyunca en yüksek değerlerine ulaşır. Kazdağı gölgesinde kalan Ezine ve çevresi görece az yağışlıdır. Kapıdağ Yarımadası'ndan Balıkesir'in doğusunda kalan kuzey-güney doğrultudaki geniş alanda, kış ortalama yağış tutarları 68-108mm arasında değişir. Bu bölgede, kıyı kesimlerinden daha az yağışlı koşullar gözlenir (Şekil 11). Kış mevsimi ortalama yağış toplamlarına göre, en yağışlı istasyon 420.3mm ile Ayvacık, en az yağışlı istasyon 204.48mm ile Erdek'tir.

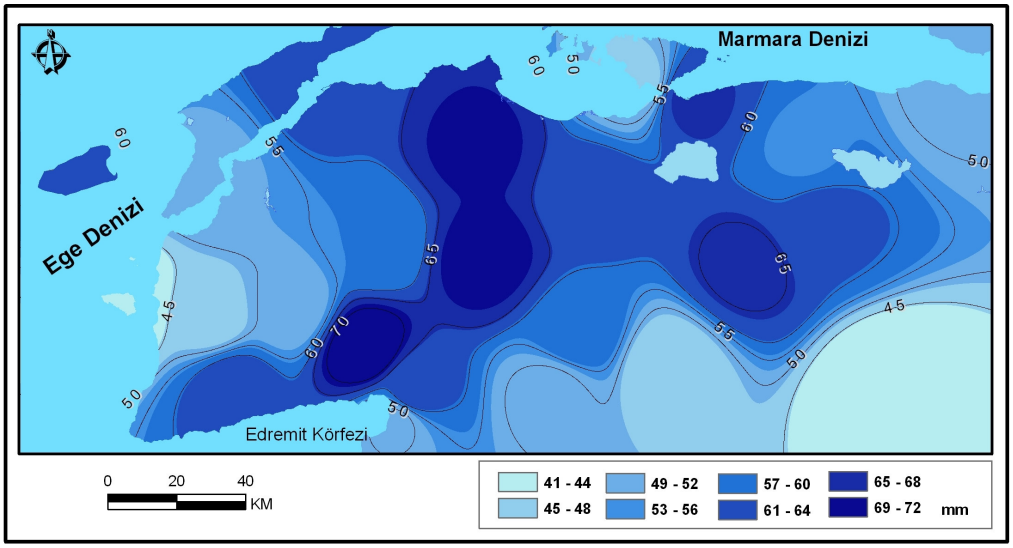


Şekil 11: Kış mevsimi ortalama yağış tutarlarının uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı.

İlkbahar, üçüncü yağışlı mevsimdir. İlkbahar yağışları, Ayvacık ve çevresi, Yenice-Biga istasyonları çevresi ile Susurluk-Mustafakemalpaşa istasyonları çevresinde yüksektir. En düşük toplam yağış, 110.7mm ile Bayramiç istasyonunda, en yüksek ise 174.9mm ile Ayvacık'ta gözlenir (Şekil verilmedi).

Yaz mevsimi ortalama yağış tutarları, Etili, Yenice ve Biga çevresi ile Karacabey çevresinde bir artış gösterir. Çanakkale, Ayvacık ve Edremit kıyı kesiminden Balıkesir ve Susurluk'a kadar uzanan bir hat boyunca, yaklaşık 12mm olan ortalama yaz yağış tutarları, çalışma alanının kuzey ve kuzeydoğu kesimlerinde 20 mm'nin üzerine çıkar (Şekil verilmedi).

Sonbahar mevsimi, en yağışlı ikinci mevsimdir. En yüksek yağış tutarları, Ayvacık, Kazdağı ve Biga istasyonlarını izleyen bir kuşakta gözlenir. En yüksek yağış tutarlarının çalışma alanının yüksek kesimlerinde olması, topografya ile yağış tutarları arasında belirli bir yükseltiye kadar belirgin bir ilişki olduğunu gösterir. En yüksek yağış toplamı, 220mm ile Kazdağı istasyonundadır (Şekil 12).



Şekil 12: Sonbahar mevsimi ortalama yağış tutarlarının uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı.

4.2. Thornthwaite İklim Sınıflandırması

Çalışmanın bu bölümünde, Thornthwaite iklim sınıflandırma sistemi kullanılarak Biga Yarımadası ve çevresinin iklimi ayrıntılı olarak belirlendi. Thornthwaite iklim sınıflandırması ve su bütçesi, Willmott (1977)'un iklimsel su bilançosu için geliştirmiş olduğu WATBUG programında kullanılan yaklaşım dikkate alınarak hesaplandı. WATBUG'un ürettiği bazı çıktılar şunlardır: Düzeltilmemiş potansiyel evapotranspirasyon (UPE), (mm); düzeltilmiş potansiyel evapotranspirasyon (APE), (mm); toprakta biriken nem (depo suyu), (mm); gerçek evapotranpirasyon (AE), (mm); toprak nem açığı (su açığı), (mm); toprak nem fazlası (su fazlası), (mm). WATBUG, aylık ya da günlük PE'leri Thornthwaite (1948) yöntemine göre, aylık (ya da günlük) hesaplar. Thornthwaite'in iklim sınıflandırması, yağış, sıcaklık ve buharlaşma tutarları arasındaki ilişkiye dayanır. Thornthwaite'in nemlilik indisi (1948), aşağıdaki eşitlikle hesaplanır:

$$L_m = \frac{100S - 60D}{PE} \tag{45}$$

Burada S, yıllık su fazlası (mm); D, yıllık su açığı (mm); PE, yıllık düzenlenmiş potansiyel evapotranpirasyona karşılık gelir (Türkeş, 2007).

Çizelge 3: Nemlilik İndisine (Lm) karşılık gelen Thornthwaite iklim tipleri. Carter ve Mather (1966)'e göre Essenwanger (2001)'e dayandırılarak yeniden düzenlenmiştir (Türkeş, 2007).

Nemlilik İndisi (L_m)	İklim tipi
100 ve üzeri	**A** Çok nemli
800-100	$\boldsymbol{B_4}$ Nemli
60-80	$\boldsymbol{B_3}$ Nemli
40-60	$\boldsymbol{B_2}$ Nemli
20-40	$\boldsymbol{B_1}$ Nemli
0-20	$\boldsymbol{C_2}$ Yarınemli
-20 to 0	$\boldsymbol{C_1}$ Kurak-yarınemli
-40 to -20	**A** Çok nemli
-60 to -40	$\boldsymbol{B_4}$ Nemli

Çalışmada, Çanakkale, Edremit, Bandırma, Biga, Bayramiç ve Çan istasyonlarına ait veriler kullanılarak, Thornthwaite'in nemlilik indisleri hesaplandı. Nemlilik indisinin negatif değerleri, kurak iklimlerde bulunurken; pozitif değerler, nemli

iklimlerde bulunur (Türkeş, 2007). Buna göre; Bozcaada (-19.1), Çanakkale (-1.7) ve Edremit (-1.45) istasyonları kurak iklimde yer alırken, bunların dışındaki tüm istasyonlar nemli iklime sahiptir (Çizelge 3 ve 4).

Çizelge 4: Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre Biga Yarımadası ve Çevresinin ayrıntılı iklim tipleri.

İstasyon Adı	Nemlilik indisi (I_m)	Sıcaklık etkinliği	Hümidite İndisi (I_h)	Yaz konsantrasyonu (%)	İklim tipi sembolleri
Bayramiç	0.69	77.5	49.8	52.5	C_2,B'_2,s_2,b'_3
Biga	15.3	75.2	42.5	50.3	C_2,B'_2,s_2,b'_4
Çan	4.1	74.1	30.9	51.8	C_2,B'_2,s_2,b'_4
Edremit	-1.4	87.8	32.9	53.7	C_1,B'_3,s,b'_3
Çanakkale	-1.7	79.6	29.6	52.7	C_2,B'_2,s,b'_3
Bandırma	10.1	76.7	45.7	51.7	C_2,B'_2,s_2,b'_4

4.2.1. Sıcaklık Etkinlik İndisi

Thornthwaite'in sıcaklık (Termal) etkinlik indisi, bir bölgedeki iklim tiplerinin termal sınıflandırmasını yapmak amacıyla kullanılır. Megatermal iklimleri, mesotermal iklimlerden ayırmak amacıyla, teorik olarak ortalama sıcaklığı her ay 23°C olan gün ve uzunluğu değişmediği kabul edilen bir istasyondaki 114 cm'lik bir PE değeri temel alınır (Türkeş, 2007).

Çizelge 5: Thornthwaite Sıcaklık Etkinlik İndisi için kabul edilen sınıflandırma.

Yıllık PE (cm)	İfade ettiği harf	İklim özelliği
14.2 ve daha az	E'	Donlu
14.3 – 28.5	D'	Tundra
28.6 – 42.7	C'_1	Birinci Mikrotermal
42.8 – 57.0	C'_2	İkinci Mikrotermal
57.1 –71.2	B'_1	Birinci Mesotermal
71.3 – 85.5	B'_2	İkinci Mesotermal
85.6 – 99.7	B'_3	Üçüncü Mesotermal
99.8 – 114	B'_4	Dördüncü Mesotermal
114.0 ve fazlası	A'	Megatermal

İklim sınıflandırmasına göre; sıcaklık bakımından Edremit istasyonu üçüncü mesotermal iklim tipinde yer alırken, diğer istasyonlar ikinci mesotermal iklim sınıfında bulunur (Çizelge 5).

4.2.2. Yağış Rejimi İndisi

Thornthwaite Nemlilik İndisi ve Kuraklık (Aridite) İndisi, yağış rejimini (yağışın mevsimselliğini), başka bir deyişle etkili nemin, mevsimlik değişimini belirlemek için kullanılır (Türkeş, 2007). Nemlilik indisi (l_h);

$$l_h = \left(\frac{S}{PE} \right) \times 100 \tag{46}$$

Burada;

S: Yıllık toplam su fazlası

PE: Potansiyel evapotranpirasyon'dur.

Kuraklık indisi (l_a) ise;

$$l_a = \left(\frac{D}{PE} \right) \times 100 \tag{47}$$

Burada;

D: Yıllık toplam su açığı

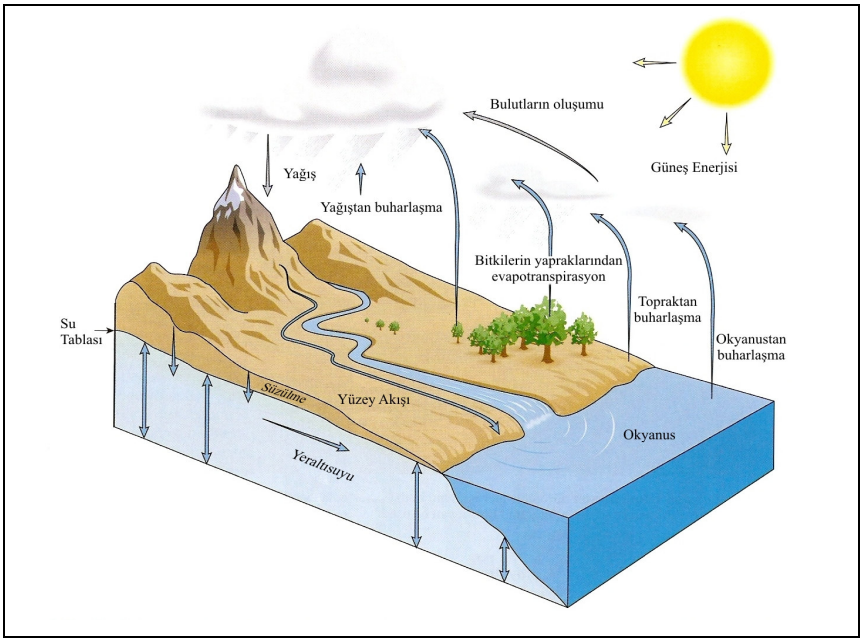
PE: Potansiyel evapotranpirasyon'a karşılık gelir.

Nemlilik ve kuraklık indislerine göre; Bayramiç, Biga, Çan ve Bandırma yazın yüksek (şiddetli) su açığının olduğu istasyonlara karşılık gelirken, Edremit'te kışın orta düzeyde su fazlası olan, Bozcaada ise su fazlası olmayan ya da çok az su fazlasına sahip olan bir istasyondur.

4.3. Hidrolojik döngü ve Thornthwaite Yöntemi'ne Göre Su Bilançoları

Hayatın vazgeçilmez bir parçası olan su, uygarlık tarihi boyunca insanların yaşam alanlarını belirleyen, hayatın devamlılığı, bitki yoğunluğunu ve dağılımını çevresel faktörler tanımlasa bile asıl önemli belirleyici yağışlar ve sudur. Yerkürenin yaşanır bir hale gelmesinde rol oynayan su, nemli topraktan, yüzey sularından, denizlerden, göllerden, okyanuslardan buharlaşarak atmosfere yükselir ve büyük bir kısmı (%75'i) troposferde bulunan önemli bir potansiyeli oluşturur. Atmosferde

bulunan kısmı, mevsimsel değişiklikler ve hava değişimleri nedeniyle yerel olarak değişebilir. Yağışlarla kaybedilen nemin atmosferde sabit kalmasını *Hidrolojik Döngü* sağlar.

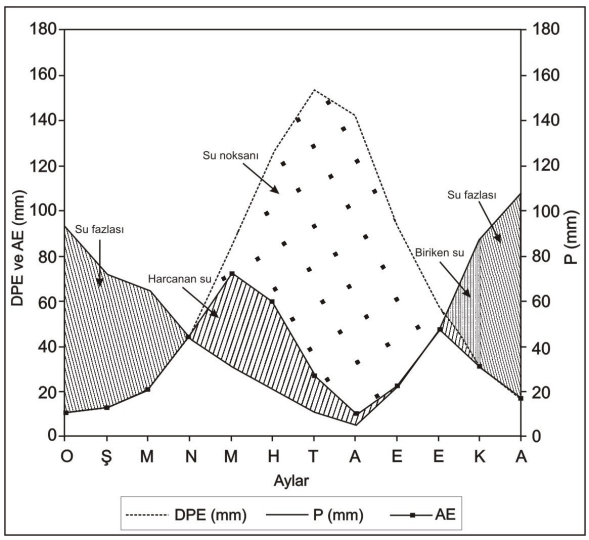


Şekil 13: Hidrolojik döngünün şematik gösterimi (Edger ve Smith, 2004).

Hidrolojik döngü, sabit bir enerji kaynağı olan güneş enerjisinin bulunduğu açık bir sistemdir (Fetter, 2004). Yeryüzüne düşen yağışın, bir bölümü yüzey akışına geçer ve akarsuları (yüzey sularını) oluşturarak yerçekiminin etkisiyle göllere ve denizlere ulaşıncaya kadar hareket eder. Bu sırada, suyun bir kısmı buharlaşarak atmosfere karışır, bir kısmı geçirimli ya da yarı geçirimli yüzeylerden sızarak (infiltrasyon) toprak nemini ve yeraltı sularını oluşturur. Topraktaki nemin bir bölümü bitkiler tarafından kullanılır ve bitkilerden de buharlaşma ve terleme yoluyla atmosfere karışır, bu olaya evapotranspirasyon adı verilir.

Çanakkale'de en soğuk ay Ocak, en sıcak ay Temmuz ayıdır. En yağışlı mevsim kış ve en yağışlı aya aralık ayı en az yağış alan mevsim yaz ve en az yağışlı ay Ağustos ayıdır. Yaz mevsimindeki şiddetli buharlaşma ile kaybedilen nem Aralık ayında, depo suyu %100 ulaşarak tamamlanır ve toprak Mart ayına kadar neme

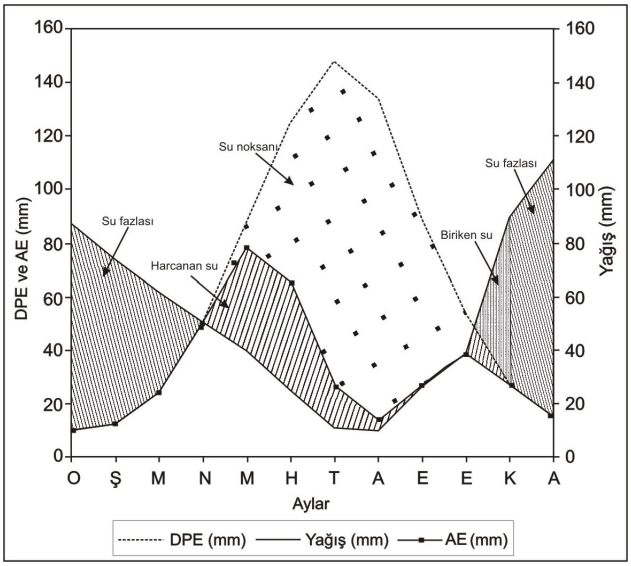
doygundur. Nisan ayından itibaren toprak nemi, önemli ölçüde azalmaya başlar. Mayıs'tan Ekim ayına kadar su eksiği yaşanır ve bu da bitki ihtiyacı için ciddi problem yaşanmasına neden olur. Çanakkale istasyonu, yarınemli, ikinci dereceden mesotermal, yazın orta düzeyde su açığı olan, sıcaklık etkinliği yaz konsantrasyonu için kabul edilen sınıflandırmaya göre üçüncü dereceden mesotermal bir iklime sahiptir (Şekil 14).



Şekil 14: Çanakkale istasyonunun Thornthwaite yöntemine göre hesaplanmış iklimsel su bilançosu.

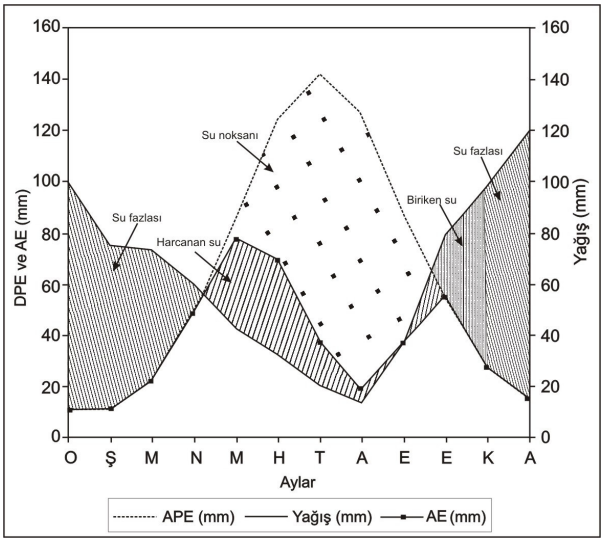
Bayramiç istasyonunda, en soğuk ay Ocak iken, en sıcak ay Temmuz'dur. Yağış sırasıyla; Aralık, Kasım, Ocak ve Şubat aylarında yıl içinde en yüksek miktarlara ulaşır. Kış mevsiminden sonra sonbahar ve ilkbahar mevsimleri, en yüksek yağış toplamlarına sahiptir. Yazın, yağış miktarı önemli bir ölçüde azalır. İstasyonda, Nisan ayından sonra toprağın içerdiği su tutarında (toprak nemi) azalma başlar ve buharlaşmanın da şiddetlendiği Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında önemli su eksikliği yaşanır. Toprağın suya doygunluğunun artması, Kasım ayında başlayarak Aralık ayına kadar sürer. Toprağın suya doygun olduğu aylar, Aralık'dan Nisan'a kadar sürer diğer aylarda ise su eksiği vardır. Yörede, yarınemli, ikinci dereceden mesotermal, kış mevsiminde kuvvetli su fazlası yazın şiddetli su açığı olan, sıcaklık

etkinliği yaz konsantrasyonu için kabul edilen sınıflandırmaya göre; üçüncü dereceden mesotermal bir iklim görülür (Şekil 15).

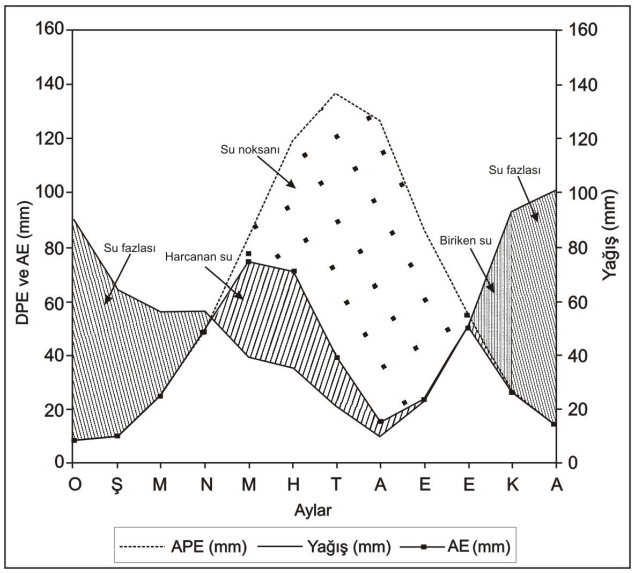


Şekil 15: Bayramiç istasyonunun Thornthwaite yöntemine göre hesaplanmış iklimsel su bilançosu.

Biga istasyonunda, en soğuk ay Ocak, en sıcak ay Temmuz'dur. En fazla yağış kış mevsiminde düşerken sonbahar mevsimi ikinci yağışlı mevsimdir. Yaz mevsimi yağışın önemli ölçüde azaldığı, kurak bir mevsimdir. Biga istasyonunda, sonbahar ve kış yağışlarıyla aralık ayından Nisan ayına kadar toprak neminde bir fazlalık vardır. Azalan yağış ve artan sıcaklığa bağlı olarak, Mayıs'tan Eylül ayına kadar toprakta su eksikliği egemendir. Su eksiği, Temmuz ve Ağustos aylarında çok şiddetlidir. Biga, yarınemli, ikinci dereceden mesotermal, kış mevsiminde kuvvetli su fazlası ve yazın şiddetli su açığı olan sıcaklık etkinliği yaz konsantrasyonu için kabul edilen sınıflandırmaya göre dördüncü dereceden mesotermal bir iklime sahiptir (Şekil 16).



Şekil 16: Biga istasyonunun Thornthwaite yöntemine göre hesaplanmış iklimsel su bilançosu.

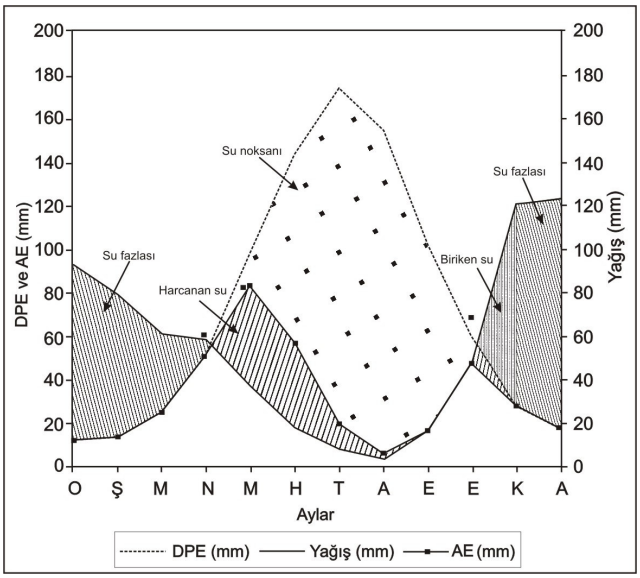


Şekil 17: Çan istasyonunun Thornthwaite yöntemine göre hesaplanmış iklimsel su bilançosu.

Çan istasyonunda, en soğuk ay Ocak, En sıcak ay Temmuz'dur. En fazla yağış kış mevsiminde, Aralık ayında düşerken, en az yağış yaz mevsiminde, Ağustos ayında gerçekleşir. Potansiyel evapotranpirasyonun en şiddetli olduğu aylar Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarıdır. Çan istasyonunda, yazın meydana gelen şiddetli evapotranspirasyon sonbahar ve kış yağışlarıyla kapatılır. Toprak, nem açısından

Aralık ayında doygun bir durum alırken, Nisan ayına kadar toprakta su fazlası vardır. Yazın, istasyonda şiddetli su eksikliği yaşanırken suya olan ihtiyacın en fazla olduğu aylar Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül'dür. Çan, yarınemli, ikinci dereceden mesotermal, kış mevsiminde kuvvetli su fazlası ve yazın şiddetli su açığı olan sıcaklık etkinliği, yaz konsantrasyonu için kabul edilen sınıflandırmaya göre dördüncü dereceden mesotermal bir iklime sahiptir (Şekil 17).

Edremit istasyonunda, en soğuk ay Ocak, en sıcak ay Temmuz'dur. Yağışın en önemli bölümü kışın, sonbahar ve ardından ilkbahar ile yaz mevsiminde alır. Sonbahar yağışlarıyla, yazın gerçekleşen şiddetli evapotranspirasyonla kaybedilen toprak nemi Aralık ayından Nisan ayına kadar kazanılır. Toprak nemindeki fazlılık Aralık'tan Nisan ayına kadar sürer.

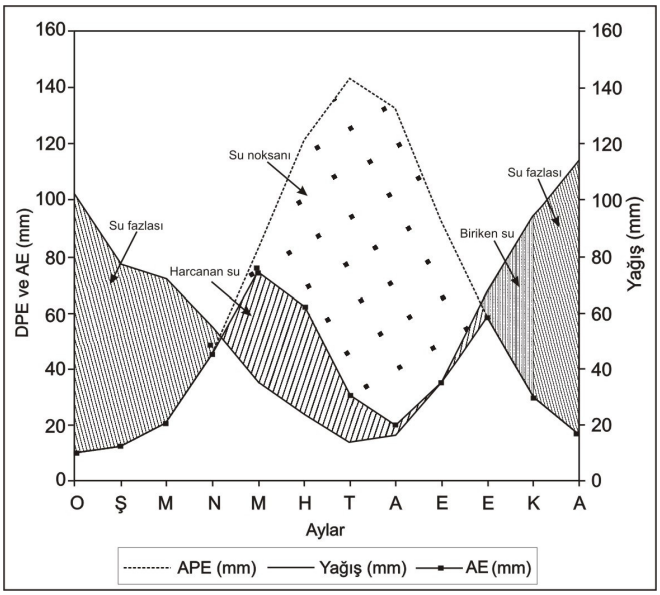


Şekil 18: Edremit istasyonunun Thornthwaite yöntemine göre hesaplanmış iklimsel su bilançosu.

Edremit istasyonunda evapotranspirasyon'un en şiddetli olduğu aylar Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül'dür. İstasyon, kurak-yarınemli, üçüncü dereceden mesotermal, kış mevsiminde orta düzeyde su fazlası ve yazın şiddetli su

açığı olan sıcaklık etkinliği, yaz konsantrasyonu için kabul edilen sınıflandırmaya göre üçüncü dereceden mesotermal bir iklime sahiptir (Şekil 18).

Bandırma istasyonu, Ocak ayında en düşük sıcaklığa, Temmuz ve Ağustos aylarında (23.6C°) en yüksek sıcaklıklara sahiptir. Yağışın en büyük payı kış mevsiminde, diğer kısmı sırasıyla; sonbahar, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde düşer. İlkbahar sonu ve yaz mevsimi boyunca, toprak neminde önemli kayıplar gerçekleşir. Toprak, suya Aralık ayında doygun hale gelir ve Nisan ayından itibaren toprak nemi evapotranspirasyon tarafından kullanılır. Mayıs ayından Ekim ayına kadar su eksikliği yaşanır. Su eksikliğinin en şiddetli olduğu aylar evapotranspirasyonun da en kuvvetli olduğu Haziran, Temmuz ve Ağustos'tur. Aralık'tan Mart'a kadar toprakta su fazlası bulunur. İstasyon, yarınemli, ikinci dereceden mesotermal, yazın yüksek düzeyde su açığı olan, sıcaklık etkinliği yaz konsantrasyonu için kabul edilen sınıflandırmaya göre dördüncü dereceden mesotermal bir iklime sahiptir (Şekil 19).



Şekil 19: Bandırma istasyonunun Thornthwaite yöntemine göre hesaplanmış iklimsel su bilançosu.

Çalışma alanının iklimi, Bayramiç, Biga, Çan, Çanakkale ve Bandırma istasyonlarında yarınemli, Edremit kurak-yarınemli'dir. Sıcaklık etkinlik indisine göre; Edremit istasyonu, üçüncü mesotermal diğer tüm istasyonlar ikinci mesotermal'dir. Etkili nemin mevsimlik değişimi, Thornthwaite sınıflandırmasına

göre; Bayramiç, Biga, Çan ve Bandırma istasyonlarında yazın şiddetli bir su açığı bulunur. Edremit istasyonunda, kışın orta düzeyde su fazlası varken, Çanakkale istasyonunda yazın orta düzeyde su açığı bulunur. Sıcaklık etkinliği, yaz konsantrasyonu için kabul edilen sınıflandırmaya göre; Çanakkale, Bayramiç, Edremit istasyonları üçüncü mesotermal, Biga, Çan, Bandırma istasyonları dördüncü mesotermal'dir.

4.4. Zaman Dizisi Çözümlemeleri

Bu bölümde, ortalama, gündüz en yüksek ve gece en düşük hava sıcaklıkları, toplam yağış ve akarsu akım verileri için yapılan *K-W* homojenlik sınaması, *M-K* ve Spearman sıra ilişki sınaması ile *EKKDR* eşitliği sonuçları değerlendirildi. Zaman dizisi çözümleme sonuçları, ortalama, gündüz ve gece hava sıcaklığı verileri, yağış ve akarsu akım verileri için mevsimlik olarak yorumlandı.

4.4.1. Ortalama Hava Sıcaklıklarındaki Değişiklikler ve Eğilimler

İklimsel, atmosferik ya da hidrolojik dizilerdeki değişimlere ilişkin çalışmalarda, rasgeleliğin ya da türdeşliğin ana alternatiflerini, belirgin iklimsel dalgalanma ya da dönemsellik, kuvvetli eğilim ve ani ve ya basamak biçimli değişiklik gibi değişim tipleri oluşturur (Türkeş, 2002). Zaman dizisi çözümlemelerinde, verilerin türdeş olup olmamasının gerçek nedenleri olabileceği gibi (insan etkinlikleri, sanayileşme, okyanus ve atmosfer dolaşımındaki değişkenlikler, küresel albedo, atmosferin kimyasal bileşimindeki değişiklikler v.b), yapay değişkenliklerde (istasyon yerinin değişmesi, gözlem aletindeki değişiklikler, hesaplama yöntemlerindeki değişiklikler, gözlem alanındaki değişikler v.b.) olabilir.

Ortalama sıcaklıklar için yapılan bu test istatistiğine göre; ortalama sıcaklıklar, *K-W* ortalamaların ve varyansların türdeşliği sınaması açısından, yaz dışında tüm

mevsimlerde türdeştir (Çizelge 6). *K-W* sınamasının gösterdiği anlamlı inhomojenlikler, istasyon tarihçelerinden kontrol edilmiştir. İstasyonların türdeş olmama durumu, içerdikleri pozitif dizisel ilişki katsayısı (*PDİ*) ile açıklanabilir. Yazın, istasyonlar 1990'lı yılların başındaki önemli değişim noktasından başlayarak, kuvvetli bir ısınma eğilimi gösterir ve bu eğilim son yıllarda istatistiksel olarak anlamlı sıcak bir döneme dönüşmüştür. Gözlenen bu artış eğilimi, Türkiye sıcaklıkları için yapılan önceki çalışmalarla da uyumludur (Türkeş vd., 2002; Türkeş vd., 2005).

Çizelge 6: Ortalama sıcaklık verilerinin ortalamalar için uygulanan Kruskal-Wallis (*K-W*) sınama örneklemdeğerleri (X_K) ve *ki-kare* dağılımına göre anlamlılık düzeyleri (α_1). (k), n_j=5 yıl olmak üzere, alt dönemlerin sayısını gösterir.

İstasyonlar	k	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
		X_K	Anlamlılık	X_K	Anlamlılık	X_K	Anlamlılık	X_K	Anlamlılık
Edremit	9	11.47	0.176	7.49	0.485	24.70**	0.002	10.07	0.260
Gönen	7	10.12	0.120	3.51	0.742	18.69**	0.005	8.92	0.178
Mustafakemalpaşa	8	11.11	0.130	3.46	0.840	13.36	0.064	5.44	0.606
Çanakkale	8	6.11	0.527	8.26	0.311	21.50**	0.003	12.31	0.091
Bandırma	11	16.18	0.095	5.58	0.849	20.33*	0.026	8.81	0.550

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

K-W sınamasına göre, Mustafakemalpaşa istasyonu dışında, Yaz mevsimindeki türdeş olmama durumu, istasyonlardaki belirgin iklimsel dalgalanma ya da son yıllardaki kuvvetli eğilim ile açıklanabilir. Ortalama sıcaklık verilerinin, alt dönemlerine ait varyanslar, sınama örneklemdeğeri kritik değerden küçük olduğu için türdeştir. Yaz sıcaklıkları için elde edilen anlamlı türdeş olmama durumları (Çizelge 6 ve 7), klimatolojik olmayan (yapay) ani bir değişiklik yerine, dizilerdeki kuvvetli eğilimler ve/veya uzun süreli dalgalanmalardan kaynaklanır (Şekil 20).

Çizelge 7: Ortalama sıcaklık verilerinin varyansları için uygulanan Kruskal-Wallis (*K-W*) sınama örneklemdeğerleri (X_K) ve *ki-kare* dağılımına göre anlamlılık düzeyleri (α_1). (k), n_j=5 yıl olmak üzere, alt dönemlerin sayısını gösterir.

İstasyonlar	k	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
		Xk	Anlamlılık	*Xk*	Anlamlılık	*Xk*	Anlamlılık	*Xk*	Anlamlılık
Edremit	9	7.94	0.44	7.86	0.45	11.35	0.18	3.45	0.90
Gönen	7	9.58	0.14	4.65	0.59	6.31	0.39	6.14	0.41
Mustafakemalpaşa	8	10.13	0.18	1.40	0.99	9.53	0.22	4.90	0.67
Bandırma	11	12.11	0.28	6.19	0.80	14.31	0.16	6.84	0.74
Çanakkale	15	14.65	0.40	10.02	0.76	14.20	0.44	11.39	0.66

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

W-W dizisel ilişki sınamasına göre, diziler çoğunlukla *PDİ* katsayısı ile temsil edilirler. Kış mevsiminde, Edremit, Çanakkale ve Bandırma istasyonlarında gözlenen istatistiksel olarak anlamlı olmayan negatif dizisel ilişki katsayıları, kısa süreli yıldan yıla değişimlere ya da yüksek sıklıklı salınımlara karşılık gelir. Yaz mevsiminde istasyonların tümü, 0.01 ve 0.05 anlam düzeylerinde anlamlı *PDİ* katsayısı ile temsil edilirler (Çizelge 8).

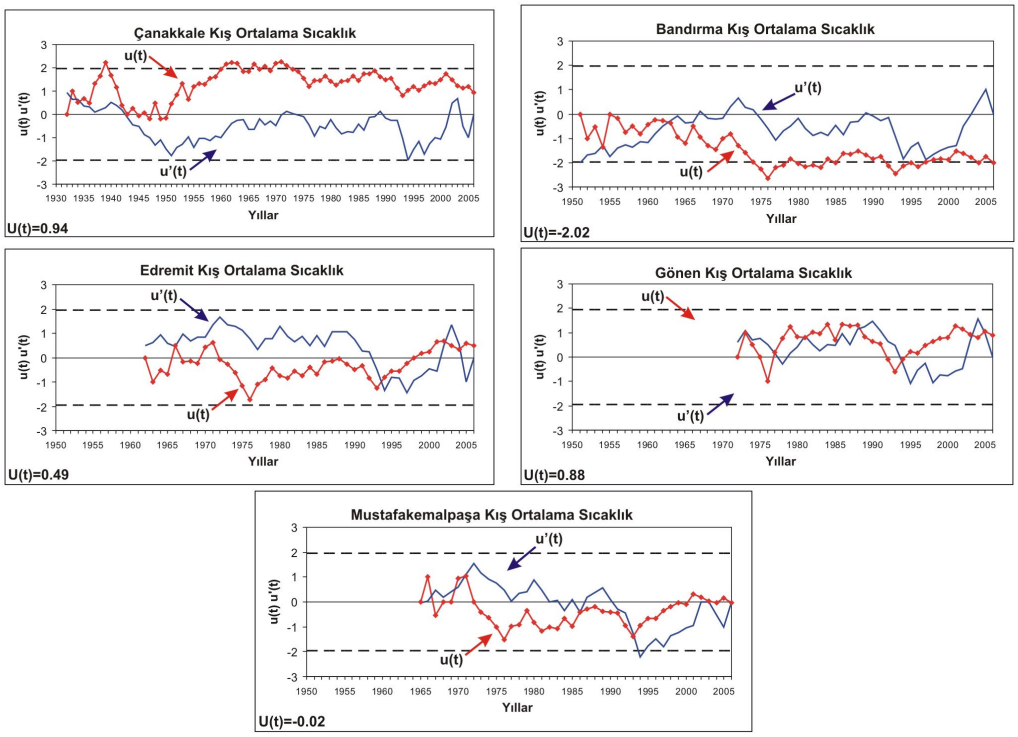
Çizelge 8: Ortalama sıcaklık verilerinin Wald-Wolfowitz (*W-W*) sınama örneklemdeğerleri ($u(r)$) ve normal dağılımın tek yanlı şekline göre anlamlılık düzeyleri (α_1).

İstasyonlar	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
	$u(r)$	Anlamlılık	$u(r)$	Anlamlılık	$u(r)$	Anlamlılık	$u(r)$	Anlamlılık
Edremit	-0.46	0.32	1.10	0.14	3.93**	0.000	1.01	0.16
Gönen	0.07	0.47	0.32	0.37	2.97**	0.001	1.31	0.10
Mustafakemalpaşa	0.31	0.38	0.34	0.37	2.23*	0.013	0.60	0.28
Çanakkale	-0.05	0.48	0.49	0.32	3.65**	0.000	-0.35	0.36
Bandırma	-0.69	0.25	0.31	0.38	2.15*	0.015	0.64	0.26

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

M-K sınamasına göre, ortalama sıcaklık veri dizilerinde, yaz mevsiminde Bandırma istasyonu dışında tüm istasyonlarda 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı bir ısınma eğilimi vardır. Ortalama kış sıcaklıkları, istasyonların çoğunda istatistiksel olarak anlamlı olmamasına karşın, özellikle 1990'lardan sonra daha sıcak koşullara doğru bir eğilim içerir (Şekil 20). Çanakkale istasyonu ortalama sıcaklık dizisi, 1950'lerde başlayan uzun süreli bir eğilim içerir. Bu uzun süreli eğilimde, 1939, 1961-1963, 1966, 1970-1972 yılları istatistiksel olarak anlamlı sıcak dönemlere karşılık gelir. Edremit istasyonunda, 1970'lerin ortalarına kadar ortalamadan daha soğuk koşullara doğru olan eğilim, 1990'lardan sonra ısınma yönünde değişmiştir. İstasyonda, son 5-6 yılda ortalamadan daha sıcak koşullar yaşanırken, istatistiksel

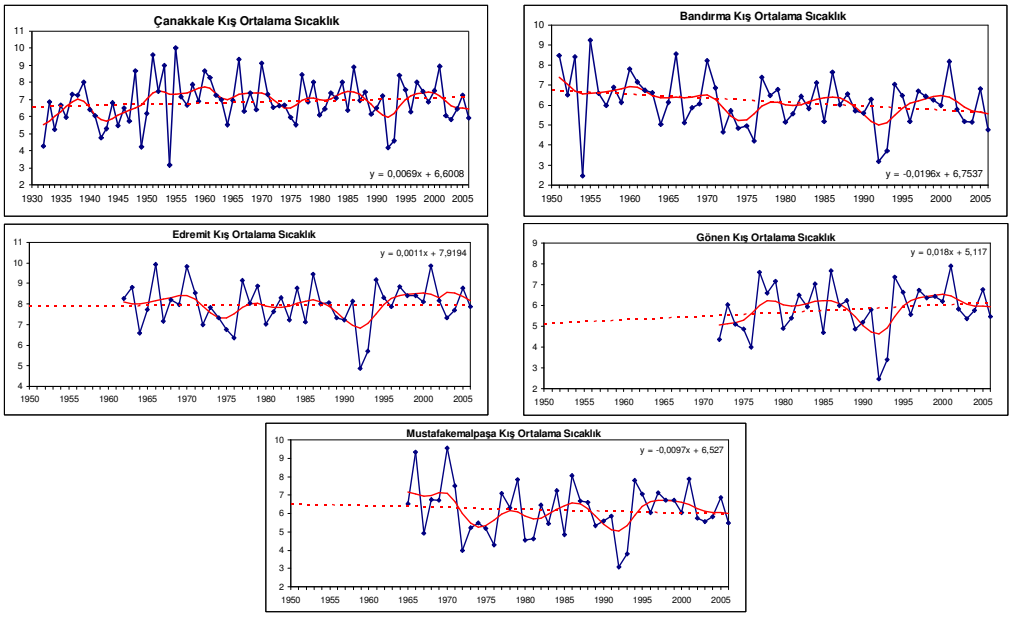
olarak anlamlı bir eğilim gözlenmez. Gönen kış ortalama sıcaklık dizisi, uzun süreli ortalamaya göre anlamlı bir eğilim içerir. 1976 yılı ve 1992-1994 dönemi dışında istasyonun kış ortalama sıcaklıkları, ortalamadan daha sıcak koşullar gösterir. Mustafakemalpaşa kış ortalama sıcaklık dizisinde, 1970'lerden 1980'lerin sonlarına kadar ortalamadan daha soğuk koşullara doğru bir eğilim gözlenirken, tüm istasyonlarda görüldüğü gibi 1990'lardan sonra, ortalamadan farklı ve daha sıcak olma yönünde anlamlı olmayan bir eğilim gözlenir. Bandırma istasyonu kış ortalama sıcaklıkları, diğer istasyonlardan farklı olarak soğuma yönünde uzun süreli bir eğilim içerir. 1975-1978, 1980-1983, 1985, 1992-1997, 2004 ve 2006 dönemleri istatistiksel olarak anlamlı soğuk dönemlere karşılık gelir (Şekil 20).



Şekil 20: Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesinden elde edilen $u(t)$ (—●—) ve $u'(t)$ (——) değerlerine göre, kış ortalama sıcaklık dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. *M-K* sınama örneklemdeğeri $u(t)$'ler, grafiklerin sol alt köşelerinde verildi. (**- - -**), normal dağılımın 0.05 anlamlılık düzeyindeki ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Kış ortalama sıcaklık verilerine uygulanan en küçük kareler doğrusal regresyon yaklaşımı sınamasının grafiksel gösterimine göre; Bandırma ve Mustafakemalpaşa

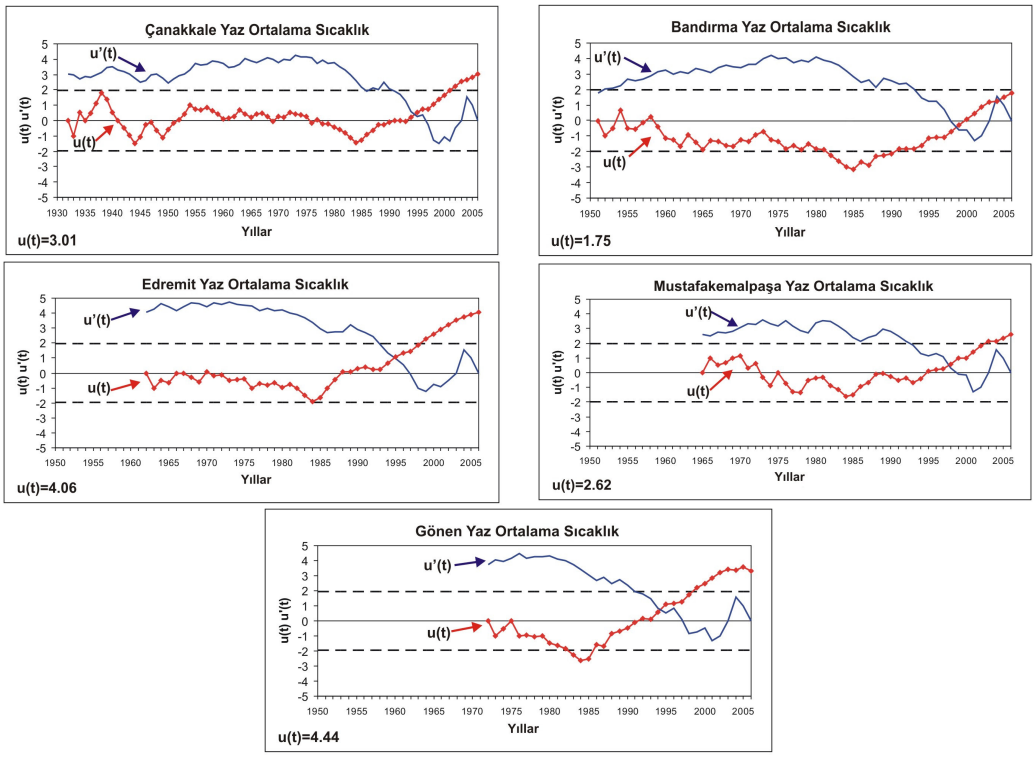
istasyonları genel olarak bir soğuma eğilimi gösterirken, Edremit, Çanakkale ve Gönen istasyonlarında daha belirgin olmakla birlikte istasyonları genel bir ısınma eğilimi gözlenir (Şekil 21). Kış mevsimindeki ısınma ve soğuma eğilimleri, istatistik açıdan anlamlı değildir. Özellikle 1990'ların başından itibaren kış sıcaklıklarında, zayıf bir ısınma eğiliminden söz edilebilir.



Şekil 21: En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre Edremit istasyonunun ortalama sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi, (----). Ortalama sıcaklıklardaki 10 yıldan daha kısa süreli dalgalanmaları bastırmak (gidermek) için, dizi 9 noktalı Gauss süzgeci (—) ile düzgünleştirilmiştir.

İlkbahar ortalama sıcaklıkları, Mustafakemalpaşa istasyonu dışında tüm istasyonlarda anlamlı olmayan, ısınma yönünde uzun süreli bir eğilim gösterir. İlkbahar ortalama sıcaklıklarında, ısınma eğilimi Çanakkale istasyonunda 1940'larda başlamıştır. 1966 yılı, ilkbahar sıcaklık dizisinde önemli değişiklik yılıdır. Bu yıldan sonra sıcaklıklarda geri dönümü olmayan sistematik bir ısınma eğilimi gözlenir. Bandırma ilkbahar ortalama sıcaklıkları, 1950'lerden itibaren ısınma yönünde anlamlı olmayan bir eğilim içerir. 1966 yılından itibaren ilkbahar ortalama sıcaklıkları, ortalamadan daha sıcak koşullara doğru bir eğilim gösterir. Edremit ilkbahar ortalama sıcaklıkları, 1960'ların sonundan itibaren ısınma yönünde bir eğilim içerir. 1970'lerden itibaren sıcaklıklar, ortalamadan daha sıcak koşullar

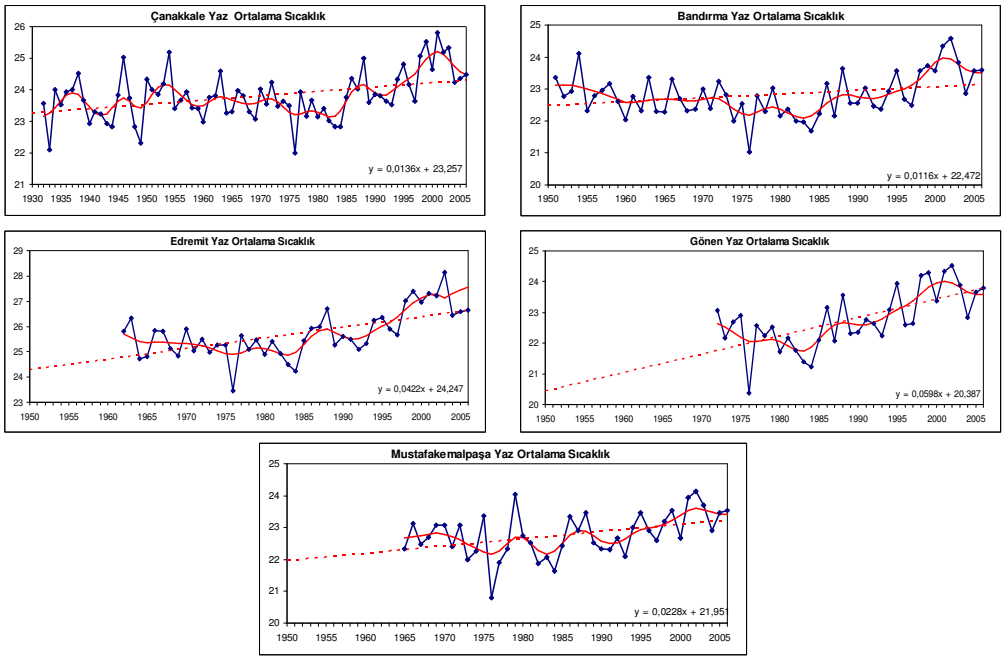
gösterir. Edremit istasyonunda, son 5-6 yıldır anlamlı olmayan kuvvetli bir ısınma eğilimi vardır. Gönen ilkbahar sıcaklıkları, 1980'lerden itibaren ısınma yönünde zayıf bir eğilim içinde yer alır. Son 5-6 yıldır ilkbahar ortalama sıcaklıkları ortalamada koşullardan daha sıcaktır. Mustafakemalpaşa ilkbahar ortalama sıcaklık dizisi, 1970'lerin başından itibaren soğuma yönünde bir eğilim içerirken, 1970'lerin ortalarından beri dizi, ortalamadan daha soğuk koşullar gösterir. *EKKDR* yaklaşımına göre, Mustafakemalpaşa istasyonu dışındaki tüm istasyonlarda ilkbahar ortalama sıcaklıklarında, artma yönünde bir eğilim gözlenir. Isınma eğilimlerinin en kuvvetli olduğu istasyonlar Edremit ve Çanakkale'dir (Şekil verilmedi).



Şekil 22: Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesinden elde edilen $u(t)$ (—●—) ve $u'(t)$ (——) değerlerine göre, yaz ortalama sıcaklık dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. *M-K* sınama örneklemdeğeri $u(t)$'ler, grafiklerin sol alt köşelerinde verildi. (- - -), normal dağılımın 0.05 anlamlılık düzeyindeki ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Yaz ortalama sıcaklık dizileri, genel olarak 1990'ların başlarından itibaren ısınma yönünde uzun süreli bir eğilim gösterir. Çanakkale ortalama yaz sıcaklıkları,

1940'lardan itibaren ısınma yönünde bir eğilim gösterirken, 1995 yılı önemli değişiklik yılıdır. 2001 yılından beri dizi, istatistiksel olarak anlamlı bir sıcak dönem içerir. Bandırma ortalama yaz sıcaklıkları, 1960'lardan itibaren ısınma yönünde bir eğilim içinde yer alırken, 1982-1990 dönemi istatistiksel olarak anlamlı soğuk bir döneme karşılık gelir. Bandırma yaz ortalama sıcaklık dizisi, 1990'dan itibaren ısınma yönünde sistematik bir artış gösterir. Edremit istasyonu yaz ortalama sıcaklık dizisi, 1980'lerin ortalarından itibaren ısınma yönünde sistematik bir eğilim gösterir. 1995 Edremit'te önemli değişiklik yılıdır ve 1999 yılından itibaren ısınma eğilimi anlamlıdır. Gönen istasyonu yaz ortalama sıcaklıkları, 1980'lerin ortalarından itibaren ısınma yönünde bir eğilime sahiptir. 1994 yılı, önemli değişiklik yılıdır 1999 yılından beri ısınma eğilimi istatistiksel olarak anlamlıdır. Ortalama yaz sıcaklıkları Mustafakemalpaşa istasyonunda, 1980'lerden itibaren ısınma yönünde bir eğilim gösterir. 1990'ların başından beri ısınma geri dönümü olmayan bir eğilim gösterir. 1998 yılı önemli değişiklik yılıdır, 2003 yılından itibaren ısınma eğilimi anlamlıdır (Şekil 22).



Şekil 23: En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların yaz ortalama sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi, (----). Ortalama sıcaklıklardaki 10 yıldan daha kısa süreli dalgalanmaları bastırmak (gidermek) için, dizi 9 noktalı Gauss süzgeci (—) ile düzgünleştirilmiştir.

Yaz ortalama sıcaklıkları, *EKKDR* yaklaşımının grafiksel gösterimiyle, *M-K* sınaması sonuçlarını destekler. Yaz sıcaklıkları, tüm istasyonlarda anlamlı bir ısınma eğilimi içerir. 1990'lardan sonra yaz sıcaklıkları, sistematik bir eğilim gösterir (Şekil 23). Yaz sıcaklıklarındaki ısınma eğilimleri, Edremit ve Çanakkale istasyonlarında kuvvetlidir (Türkeş ve Acar, 2008). Yapılan önceki çalışmalara göre, yaz sıcaklıkları Türkiye'nin batısındaki çok sayıda istasyonda zayıf bir ısınma; kalan bölümünde ise, genel bir soğuma göstermiştir (Türkeş vd., 2002).

Sonbahar ortalama sıcaklıkları, genel olarak istasyonların çoğunda soğuma yönünde anlamlı olmayan bir eğilim içerir. Çanakkale istasyonunda, 1940'ların sonundan beri bir soğuma eğilimi gözlenirken, 1959, 1978-1999 yılları istatistiksel olarak anlamlı soğuk dönemlere karşılık gelir. Bandırma sonbahar ortalama sıcaklıkları, 1960'ların sonlarından itibaren ortalamadan daha soğuk koşullara doğru bir eğilim içerir. 1988-1990 ve 1997-1998 yılları anlamlı soğuk dönemlerdir. Edremit sonbahar ortalama sıcaklıkları, 1960'lardan 1990'lara kadar soğuma eğilimi gösterirken, 1990'lardan sonra eğilim ısınma yönünde değişmiştir. 1972-1973, 1978-1979 yılları anlamlı soğuk dönemlere karşılık gelir. Mustafakemalpaşa istasyonu, anlamlı olmayan soğuma yönünde bir eğilim içerir. 1983, 1986-1991 yılları dizide anlamlı soğuk döneme karşılık gelirken, dizide son 5-6 yıldır ısınma yönünde bir eğilim egemendir. Gönen istasyonu sonbahar sıcaklıkları, 1990'ların başından itibaren ısınma yönünde istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir eğilim içerir. *EKKDR* yaklaşımına göre, sonbahar sıcaklıkları Çanakkale, Bandırma ve Mustafakemalpaşa istasyonlarında soğuma eğilimi içerir. Edremit ve Gönen istasyonları ısınma eğilimlerinin gözlendiği istasyonlardır (Türkeş ve Acar, 2008).

Yıllık ortalama sıcaklık dizilerinde, özellikle 1990'lı yılların sonlarından itibaren ısınma eğilimleri egemendir. Ortalama sıcaklıklardaki ısınma eğilimi, yaz sıcaklıklarındaki anlamlı ısınma eğilimlerinden etkilenir. Mustafakemalpaşa yıllık ortalama sıcaklıkları, 1978, 1982-1985, 1987 ve 1992-1994 anlamlı soğuk dönemlerinden sonra 1997 yılından beri ısınma yönünde belirgin zayıf bir eğilim

içerir. Soğuk dönemlerin, yıllık ortalama sıcaklıklara etkisi, ilkbahar ve sonbahar sıcaklık dizilerindeki soğuma eğilimleri ile ilgilidir. Edremit yıllık ortalama sıcaklıklarında, 1999 yılına kadar ortalamadan soğuk yıllar egemenken, 1999 yılından sonra yıllık ortalama sıcaklıklar, ortalamadan daha sıcak koşullara doğru bir eğilim gösterir. Edremit yaz sıcaklıklarındaki anlamlı ısınma eğilimi, yıllık ortalamaları etkilemiş ve 2006 yılı itibariyle yıllık ortalama sıcaklıklar, istatistiksel olarak anlamlı sıcak bir döneme girmiştir. Gönen yıllık ortalama sıcaklıkları, 2000 yılından itibaren ortalamadan daha sıcak koşullara doğru, anlamlı olmayan bir eğilim içerir. 1995 yılı dışında, 2000 yılına kadar ortalamadan sıcak koşul yaşanmamıştır. Gönen yaz sıcaklıklarındaki anlamlı artış eğilimi, yıllık ortalama sıcaklıklarda belirgindir. Çanakkale istasyonu, 1950'li yıllardan itibaren ortalamadan sıcak koşullara sahiptir. Kış ve ilkbahar sıcaklıklarındaki zayıf ısınma ile yaz mevsimindeki anlamlı ısınma eğilimleri, Çanakkale yıllık ortalama sıcaklığında belirgindir. Bandırma, kış ve sonbahar sıcaklıklarındaki soğuma eğilimleri ve yaz mevsimindeki anlamlı soğuk dönemin yıllık ortalama sıcaklıklardaki etkisi belirgindir. Bandırma yıllık ortalama sıcaklığında, 1976-1978 ve 1980-1999 dönemleri anlamlı soğuk yıllardır (Şekil verilmedi).

EKKDR yaklaşımına göre, yıllık ortalama sıcaklıklarda Bandırma ve Mustafakemalpaşa istasyonlarında zayıf bir azalma eğilimi gözlenir. Bandırma yıllık ortalama sıcaklıklarındaki azalma eğilimi, kış ve sonbahar mevsimlerindeki soğuma eğilimlerinin yıllık ortalamalara bir yansımasıdır. Mustafakemalpaşa istasyonundaki soğuma eğiliminde, yaz dışındaki tüm mevsimlerde, soğuma eğilimlerinin etkisi gözlenir. Çanakkale, Edremit ve Gönen istasyonlarında, yıllık ortalamalarda gözlenen ısınma eğilimlerinde, yaz mevsimindeki anlamlı artışlar belirgindir.

Ortalama sıcaklık dizilerine uygulanan, *M-K*, Spearman ve *EKKDR* yaklaşımı test istatistikleri sonuçları birbirleriyle uyumlu sonuçlar gösterir. Ortalama sıcaklıklar, kışın Bandırma istasyonunda anlamlı zayıf bir soğuma eğilimi gösterir. İlkbahar sıcaklıklarında, Edremit ve Çanakkale istasyonlarının test istatistikleri 0.05 anlam düzeyine yakındır. Ortalama sıcaklık dizilerinde, Bandırma istasyonu dışında,

yaz mevsiminde anlamlı bir ısınma yaşamıştır. Sonbaharda, istasyonlardaki ısınma ve soğuma yönündeki eğilimler zayıftır (Çizelge 9).

Çizelge 9: Ortalama sıcaklık verileri için hesaplanan Mann-Kendall (*M-K*) $u(t)$, Spearman sınama örneklemdeğerleri $u(r)$ ve En Küçük Kareler Doğrusal Regresyon Yaklaşımından elde edilen β katsayısının anlamlılığı için *Student t* sınaması (t) test istatistikleri.

İstasyonlar	Mevsimler	Mann-Kendall		Spearman		*EKKDR*	
		$u(t)$	Anlamlılık	$u(r)$	Anlamlılık	t	Anlamlılık
Edremit	Kış	0.49	0.62	0.49	0.075	0.09	0.928
	İlkbahar	1.94	0.052	1.92	0.289	1.63	0.110
	Yaz	4.06	0.0001	3,95	0,596	4.97**	0.000
	Sonbahar	0.37	0.71	0.46	0.069	0.44	0.666
	Yıllık	2.06	0.04	2.24	0.33	2.40	0.021
Gönen	Kış	0.88	0.378	1.06	0.145	0.89	0.379
	İlkbahar	1.18	0.238	1.22	0.111	1.12	0.270
	Yaz	3.72	0.0001	3.71	0.000	4.83**	0.000
	Sonbahar	1.29	0.197	1.48	0.069	1.10	0.281
	Yıllık	1.80	0.072	2.22	0.013	2.86	0.007
Mustafake-malpaşa	Kış	-0.02	0.98	0.01	0.500	0.130	0.897
	İlkbahar	-0.89	0.37	-0.82	0.206	-0.98	0.334
	Yaz	2.62	0.009	2.59	0.005	2.80**	0.008
	Sonbahar	-0.31	0.76	-0.17	0.433	-0.52	0.609
	Yıllık	0.09	0.98	0.12	0.452	-0.18	0.860
Çanakkale	Kış	0.94	0.347	1.05	0.147	0.97	0.334
	İlkbahar	1.74	0.082	1.69	0.046	1.65	0.103
	Yaz	3.01	0.003	3.06	0.001	3.65**	0.000
	Sonbahar	-1.20	0.230	-1.25	0.106	-1.40	0.167
	Yıllık	1.79	0.073	1.82	0.034	2.25	0.027
Bandırma	Kış	-2.02	0.043	-1.95	0.026	-1.85	0.070
	İlkbahar	0.99	0.322	0.93	0.176	0.96	0.339
	Yaz	1.75	0.080	1.88	0.030	2.16*	0.035
	Sonbahar	-1.32	0.186	-1.36	0.087	-1.81	0.075
	Yıllık	-0.79	0.429	-0.68	0.248	-0.78	0.433

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

4.4.2. Ortalama Maksimum Hava Sıcaklıklarındaki Değişiklikler ve Eğilimler

Türkiye maksimum sıcaklık dizilerinde gözlenen dalgalanmalar, çoğunlukla anlamlı bir *PDİ* katsayısı ile açıklanır. Ülkenin batı ve doğu bölgeleri üzerinde zayıf bir artma eğilimi görülürken İç Anadolu Bölgesi'nde genellikle zayıf bir azalma eğilimi gözlenir (Türkeş vd., 2002).

K-W türdeşlik sınamasına göre, kışın Çanakkale istasyonu, anlamlı bir inhomojenlik gösterirken diğer istasyonlar homojendir. İlkbaharda, istasyonların tümünde homojenlik egemendir. Yazın, ortalama maksimum sıcaklıklarında, Çanakkale istasyonu dışındaki tüm istasyonlarda, anlamlı bir inhomojenlik saptanmıştır. Sonbahar mevsimine ait sınama örneklemdeğerleri, kritik değerden küçük olduğundan, alt dönemlerin (veri dizilerinin) homojen olduğuna karar verilir. Maksimum sıcaklık dizilerinde gözlenen türdeş olmama durumları, düşük sıklıklı dalgalanmalardan kaynaklanır (Çizelge 10).

Çizelge 10: Ortalama maksimum sıcaklık verilerinin Kruskal-Wallis (*K-W*) sınama örneklemdeğerleri (X_K) ve ki-kare dağılımına göre anlamlılık düzeyleri (α_1). (k), n_j=5 yıl olmak üzere, alt dönemlerin sayısını gösterir.

İstasyonlar	k	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
		X_K	Anlamlılık	X_K	Anlamlılık	X_K	Anlamlılık	X_K	Anlamlılık
Edremit	9	9.76	0.28	6.06	0.64	29.41**	0.000	8.90	0.35
Gönen	7	8.86	0.18	3.05	0.80	20.29**	0.002	2.52	0.87
Mustafakemalpaşa	8	12.93	0.07	3.24	0.86	17.13*	0.02	5.03	0.66
Bandırma	11	13.41	0.20	5.34	0.87	18.08*	0.05	7.48	0.68
Çanakkale	15	26.77*	0.02	9.76	0.78	17.04	0.25	14.75	0.40

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

Ortalama maksimum sıcaklıkların varyanslarının *K-W* sınamasına göre, kış mevsiminde Gönen istasyonu, yaz sıcaklıklarında ise Edremit istasyonu 0.05 anlam düzeyinde anlamlıdır. Bu istasyonlar dışındaki tüm istasyonların sınama örneklemdeğerleri, kritik değerden küçük olduğu için sıcaklık dizisi ortalamalarının ve varyanslarının türdeş olduğuna karar verilir (Çizelge 11).

Çizelge 11: Ortalama maksimum sıcaklık verileri varyansların Kruskal-Wallis (*K-W*) sınama örneklemdeğerleri (X_K) ve ki-kare dağılımına göre anlamlılık düzeyleri (α_1). (k), n_j=5 yıl olmak üzere, alt dönemlerin sayısını gösterir.

İstasyonlar	k	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
		X_K	Anlamlılık	X_K	Anlamlılık	X_K	Anlamlılık	X_K	Anlamlılık
Edremit	9	12.37	0.14	9.37	0.31	15.25*	0.05	3.72	0.88
Gönen	7	12.99*	0.04	8.82	0.18	8.14	0.23	3.04	0.80
Mustafakemalpaşa	8	9.42	0.22	4.29	0.75	9.64	0.21	4.99	0.66
Bandırma	11	10.21	0.42	7.38	0.69	3.01	0.98	10.59	0.39
Çanakkale	15	22.72	0.06	10.81	0.70	17.86	0.21	16.43	0.29

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

Maksimum ortalama hava sıcaklıkları, genel olarak *PDİ* katsayısı ile açıklanabilir. Kışın, Edremit ve Bandırma, ilkbaharda; Edremit, Mustafakemalpaşa, sonbaharda; Çanakkale istasyonlarında gözlenen anlamlı olmayan negatif dizisel ilişki, kısa süreli yıldan yıla değişimlere ya da yüksek sıklıklı salınımlara karşılık gelir (Çizelge 12). Yaz mevsimindeki anlamlı *PDİ* katsayıları, dizilerdeki uzun süreli eğilimlerle ilişkilidir.

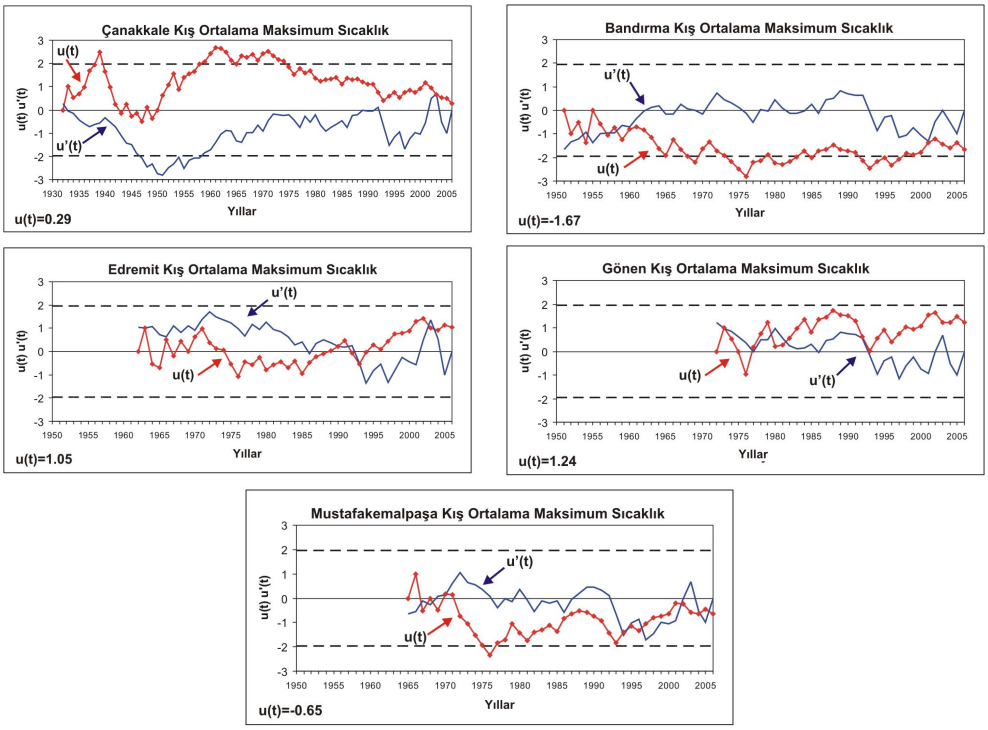
Çizelge 12: Ortalama maksimum sıcaklık verilerinin Wald-Wolfowitz (*W*-*W*) sınama örneklemdeğerleri ($u(r)$) ve normal dağılımın tek yanlı şekline göre anlamlılık düzeyleri (α_1).

İstasyonlar	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
	$u(r)$	Anlamlılık	$u(r)$	Anlamlılık	$u(r)$	Anlamlılık	$u(r)$	Anlamlılık
Edremit	-0.76	0.22	-0.03	0.48	4.37**	0.000	1.60*	0.05
Gönen	0.28	0.38	0.35	0.36	3.75**	0.001	0.90	0.18
Mustafakemalpaşa	0.17	0.43	-0.01	0.50	3.69**	0.001	1.54	0.06
Çanakkale	0.94	0.17	0.08	0.46	3.16**	0.005	-0.23	0.41
Bandırma	-0.74	0.23	0.04	0.48	2.37**	0.009	0.51	0.31

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

Kış gündüz en yüksek hava sıcaklıkları, Edremit, Mustafakemalpaşa ve Gönen istasyonlarında herhangi bir eğilime karşı rasgeledir. Mustafakemalpaşa istasyonunda, 1975-1976 yılları arasında anlamlı soğuk bir dönem yaşanmıştır. Bu dönemden sonra, sıcaklıklarda artma yönünde anlamlı olmayan bir eğilim gözlenir. Edremit ve Gönen istasyonları, özellikle 1995 yılından sonra anlamlı olmayan sıcak bir dönemin içinde yer alır. Edremit istasyonunda, 1970'lerden itibaren ısınma yönünde bir eğilim gözlenir ve gündüz sıcaklıkları 1989'dan beri (1992-1993 anlamlı olmayan ama ortalamanın altında olan soğuk bir dönem dışında) ortalamanın

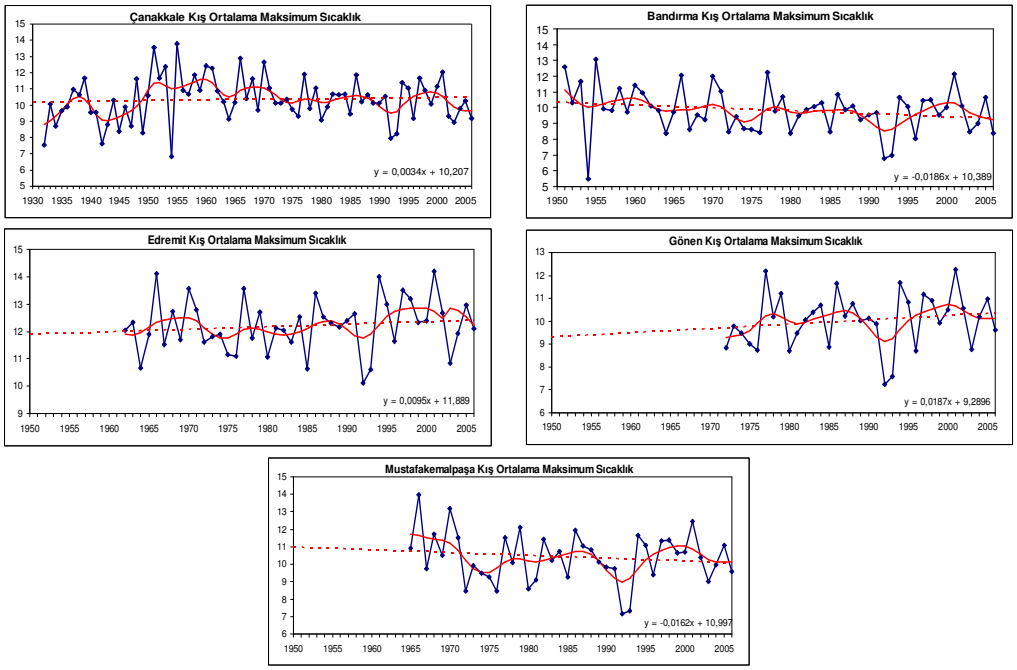
üzerindedir (Türkeş ve Acar, 2008). Gönen'de 1977'den beri maksimum sıcaklıklarında ortalamanın üzerinde, anlamlı olmayan bir ısınma eğilimi gözlenir. Bandırma istasyonunda, 1958 önemli değişiklik yılı olmakla beraber genel olarak, maksimum ortalama sıcaklık dizisinde soğuma yönünde bir eğilim gözlenir. Kışın, 1973-1978, 1980-1983, 1992-1997 anlamlı soğuk dönemlerinden sonra, Bandırma istasyonunda gündüz sıcaklıkları 2000'li yılların başından itibaren anlamlı olmayan zayıf bir ısınma eğilimi içerir (Şekil 24).



Şekil 24: Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesinden elde edilen $u(t)$ (—●—) ve $u'(t)$ (——) değerlerine göre, kış ortalama maksimum sıcaklık dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. *M-K* sınama örneklemdeğeri $u(t)$'ler, grafiklerin sol alt köşelerinde verildi. (**----**), normal dağılımın 0.05 anlamlılık düzeyindeki ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Kış maksimum ortalama sıcaklıklara uygulanan *EKKDR* yaklaşımı, *M-K* sınamasının ardışık çözümlemesiyle benzer sonuçlar gösterir. *EKKDR*'na göre, Bandırma ve Mustafakemalpaşa istasyonlarında zayıf bir soğuma eğilimi gözlenir. Çanakkale, Edremit ve Gönen istasyonları özellikle 1990'lardan sonra, ortalamadan daha sıcak koşullara doğru bir eğilim gösterir. Çanakkale istasyonunda kış

maksimum sıcaklıklarında 1950-1970 yılları arasındaki sıcaklıklarında önemli bir ısınma gözlenir. Gönen'de 1990'ların başından 1990'ların ortalarındaki önemli soğuma yönündeki dalgalanma dışında kış sıcaklıkları, ısınma yönünde bir eğilim gösterir. Edremit kış gündüz en yüksek hava sıcaklıklarında, özellikle 1990'lardan sonra ortalamadan daha sıcak koşullar yaşanmıştır. Bandırma ve Mustafakemalpaşa istasyonlarında, son on yıldır ısınma yönünde bir eğilim gözlense de sıcaklık dizilerinde, genel olarak soğuma yönünde bir eğilim içerir (Şekil 25).



Şekil 25: En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların yaz ortalama sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi, (----). Kış mevsimi Ortalama maksimum sıcaklıklardaki 10 yıldan daha kısa süreli dalgalanmaları bastırmak (gidermek) için, dizi 9 noktalı Gauss süzgeci (——) ile düzgünleştirilmiştir.

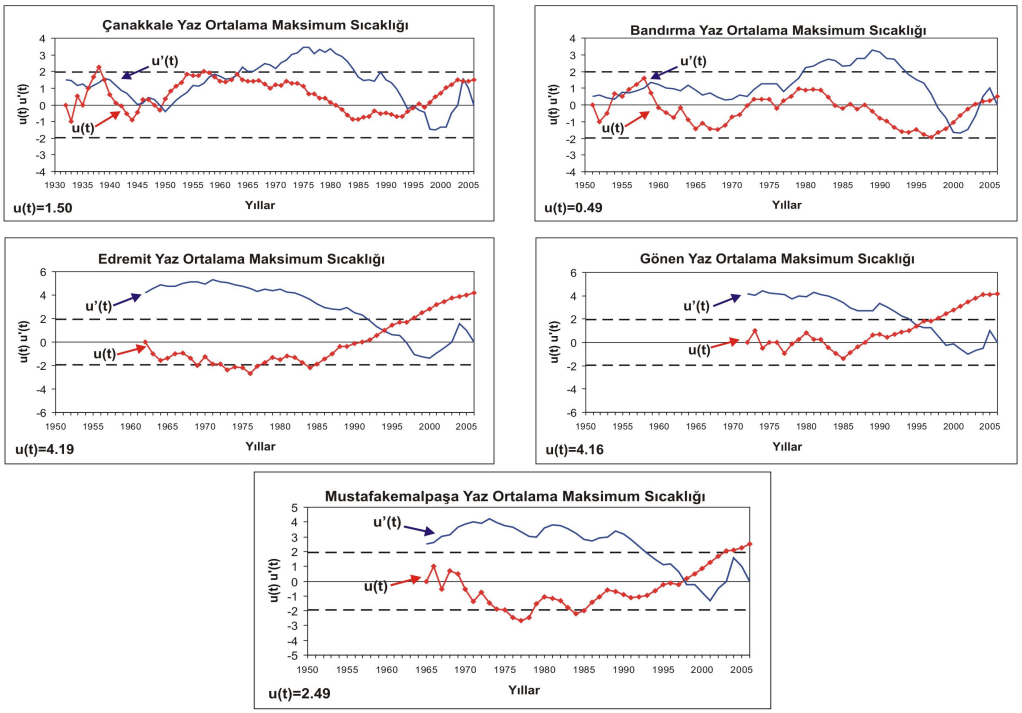
İlkbahar sıcaklıkları, uzun süreli eğilime ve ısrara karşı rasgeledir. Yıldan yıla değişimler, Mustafakemalpaşa ve Edremit istasyonları dışında, anlamlı olmayan *PDİ* katsayısı ile tanımlanır. Mustafakemalpaşa ve Edremit istasyonları, anlamlı olmayan negatif dizisel ilişki içerir. Bu, dizilerdeki yüksek sıklıklı yıllararası salınımlara karşılık gelir. Mustafakemalpaşa istasyonu, önemli değişiklik yılı olan 1973'ten beri anlamlı olmayan bir soğuma eğilimi gösterir. 1965-1973 ve 1975 yılları ortalamanın

üzerinde sıcaklığa sahip yıllarken bunların dışındaki tüm yıllar ortalamanın altında sıcaklıklara sahiptir. Edremit istasyonu, 1960'ların ortalarından itibaren ısınma yönünde bir eğilim gösterir. Isınma eğilimi, 2006 yılı 1.94 $u(t)$ değeriyle istatistiksel olarak anlamlılığa çok yakın bir değer gösterir. Edremit sıcaklık dizisinde, özellikle 1990'ların sonlarına doğru ısınma eğilimi kuvvetlidir. Gönen istasyonunda ortalamanın altında yer alan sıcaklıklar, son 5-6 yıldır ortalamada daha sıcak koşullara doğru bir eğilim gösterir, dizideki ısınma eğilimi istatistiksel olarak anlamlı değildir. Çanakkale ilkbahar sıcaklıkları, uzun süreli ortalamaya göre, 1950'lerden itibaren ısınma eğilimi içerir. Dizi, herhangi bir eğilime karşı rasgeledir. Bandırma ilkbahar sıcaklıklarında, ısınma eğilimi 1970'lerden itibaren etkilidir ve dizi herhangi bir eğilime karşı rasgeledir.

EKKDR yaklaşımına göre, Mustafakemalpaşa istasyonu son on yıldır ısınma yönünde bir eğilim içerirken, dizide genel olarak zayıf bir soğuma eğilimi egemendir. Edremit istasyonundaki ısınma eğilimi 1990'lardan beri kuvvetlenmiştir. Gönen'de 1990'ların sonlarından itibaren ısınma eğilimi kuvvetlenir. Çanakkale istasyonunda, 1930'ların ortası, 1950'lerin ortası ve son 5-6 yıldır sıcaklıklarda önemli artışların gözlendiği yıllardır. Genel olarak, Çanakkale ilkbahar gündüz hava sıcaklıkları ısınma yönünde zayıf bir eğilim içerir. Bandırma istasyonunda, 1970'ler ve 1980'lerin başı maksimum ilkbahar hava sıcaklıklarında önemli artışlarının yaşandığı bir döneme karşılık gelir. Dizide, zayıf bir ısınma eğilimi gözlenir (Şekil verilmedi).

Yaz maksimum sıcaklığı, istasyonların tümünde anlamlı *PDİ* katsayısı ile tanımlanır. Yaz gündüz en yüksek sıcaklıklar, istasyonların tümünde artma yönünde bir eğilim gösterir. *M-K* sınamasının grafiksel gösterimine göre, Çanakkale ve Bandırma istasyonları, istatistiksel olarak herhangi bir eğilime karşı rasgeledir. Çanakkale istasyonu, 1950-1980 yılları arasında ortalama koşullardan daha sıcak sıcaklıklar yaşarken, 1981-1995 yılları arasında bu durum yerini, ortalamadan daha soğuk koşullara bırakmış ve 1990'ların sonlarından itibaren istasyon gündüz sıcaklıklarında, anlamlı olmayan ısınma yönünde bir eğilim başlamıştır. 1938 yılı Edremit istasyonunda anlamlı bir sıcak yıla karşılık gelir. Bandırma istasyonu, 1960-

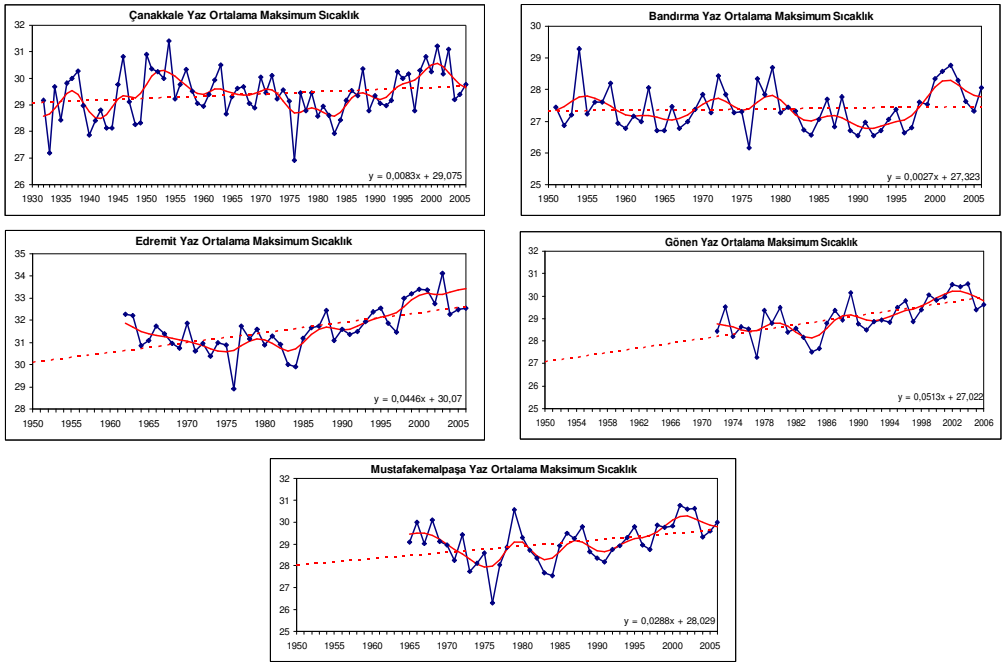
1972 ve 1983-2002 yıllar arasında ortalamadan daha soğuk koşullar gösterirken, 2003 yılından itibaren ortalamadan daha sıcak koşullara doğru zayıf bir ısınma eğilimi gözlenir. Edremit istasyonu yaz gündüz en yüksek sıcaklıklarında, önemli değişiklik yılı olan 1994'ten sonra, geri dönüşümü olmayan, uzun süreli kuvvetli ısınma eğilimi vardır. Isınma, 1998 yılından beri istatistiksel olarak anlamlıdır. Gönen yaz gündüz en yüksek sıcaklık, 1995 önemli değişiklik yılından sonra 1998 yılından itibaren uzun süreli ortalamaya göre anlamlı bir ısınma eğilimi gösterir. Mustafakemalpaşa istasyonunda, 1998 önemli değişiklik yılından sonra son birkaç yıldır anlamlı bir ısınma eğilimi gözlenir. Dizide, 1990'lardan itibaren ortalamadan daha sıcak koşullara doğru bir eğilim vardır (Şekil 26).



Şekil 26: Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesinden elde edilen $u(t)$ (—●—) ve $u'(t)$ (——) değerlerine göre, yaz ortalama maksimum sıcaklık dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. *M-K* sınama örneklemdeğeri $u(t)$'ler, grafiklerin sol alt köşelerinde verildi. (- - - -), normal dağılımın 0.05 anlamlılık düzeyindeki ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

EKKDR eşitliğine göre, yaz gündüz en yüksek hava sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisine göre, istasyonların tümünde ısınma yönünde bir eğilim vardır.

Mustafakemalpaşa istasyonu, 1970'lerden beri ısınma yönünde bir eğilim gösterirken, özellikle 1990'ların sonlarında ısınma eğilimi kuvvetlenmiştir. Edremit yaz maksimum sıcaklıkları, 1970'ler başlayan ve 1995'ten sonra kuvvetlenen bir ısınma eğilimine sahiptir. Gönen istasyonunda, 1970'lerin sonlarından itibaren uzun süreli bir ısınma eğilimi gözlenir. 1999'dan sonra ısınma eğilimi kuvvetlenmiştir. Çanakkale maksimum sıcaklıklarında 1950'lerin başından 1970'lerin başına kadar süren ve 1995'ten beri etkili olan önemli sıcak dönemler gözlenmiştir. Çanakkale'de yaz maksimum sıcaklıklarında ısınma yönünde önemli bir eğilim vardır. Bandırma istasyonunda, 1950'lerin başlarında, 1970'lerden 1980'lerin başına kadar ve 1999 yılından beri önemli sıcak dönemler gözlenmiştir. Bandırma yaz maksimum sıcaklıklarında, özellikle 1990'lardan sonra önemli artışlar gözlenir (Şekil 27).



Şekil 27: En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların yaz ortalama maksimum sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi, (----). Yaz ortalama maksimum sıcaklıklardaki 10 yıldan daha kısa süreli dalgalanmaları bastırmak (gidermek) için, dizi 9 noktalı Gauss süzgeci (——) ile düzgünleştirilmiştir.

Sonbahar maksimum sıcaklıkları, *K-W* sınamasının ortalamanın ve varyansların türdeşliği sınamasına göre tüm istasyonlar türdeştir. Sonbahar maksimum

sıcaklıkları, istasyonların çoğunda zayıf bir soğuma eğilimi gösterir. *M-K* sınamasının grafiksel gösterimine göre, Çanakkale sonbahar maksimum sıcaklığı, 1967 yılı önemli değişiklik yılından sonra 1985 yılından itibaren anlamlı bir soğuma eğilimi gösterir. 1940-1942, 1944-1951, 1953, 1959 yılları, Çanakkale istasyonunda anlamlı soğuk yıllara karşılık gelir. Bandırma istasyonunda, son 20 yıldır anlamlı olmayan soğuma eğilimi egemendir. Dizide, 1990, 1997-1999 en soğuk dönemlere karşılık gelirken, bu dönemler istatistiksel olarak anlamlı değildir. Gönen istasyonu, 1977 yılından beri anlamlı olmayan, ısınma yönünde bir eğilim içerir ve 1999 yılı dizide önemli değişiklik noktasıdır. Edremit istasyonu, 1971-80 yılları arasında anlamlı soğuk bir döneme sahiptir. 1980'li yılların başından itibaren, soğuma eğilimi yerini ısınma yönünde bir eğilime bırakmıştır. Edremit sonbahar gündüz sıcaklıkları için önemli değişiklik yılı 1998'dir. Dizide, 2001 yılından beri ortalamadan daha sıcak koşullara doğru bir eğilim gözlenir. Mustafakemalpaşa istasyonu, 1971-1973, 1976-1980, 1986-1991 anlamlı soğuk dönemlerinden sonra 2000'li yılların başından itibaren ısınma yönünde anlamlı olmayan zayıf bir eğilim içerir.

EKKDR yaklaşımı, sonbahar maksimum sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisine göre Mustafakemalpaşa istasyonu genel olarak soğuma yönünde bir eğilim içerir. 1970'lerin başından 1990'lara kadar sonbahar gündüz en yüksek hava sıcaklıklarında önemli bir soğuk dönem yaşanmıştır. 1990'ların sonunda istasyonda sıcaklarında zayıf bir ısınma eğilimi gözlenir. Edremit sonbahar maksimum sıcaklıklarında 1970'lerden 1990'ların başına kadar önemli bir soğuk dönem gözlenir. 1990'ların başından itibaren sonbahar maksimum sıcaklıklarında önemli artışların yaşandığı bir dönemdir ve Edremit istasyonunda, ısınma yönünde zayıf bir eğilim egemendir. Gönen istasyonu, 1980'lerden beri ısınma yönünde bir eğilim gösterir. 1990'ların başı ve 2000'lerden itibaren dizide önemli sıcaklık artışları yaşanmıştır. Çanakkale istasyonunda, 1970'lerin ortalarından 1990'ların başına kadar süren önemli bir soğuk dönem yaşamıştır. Son 5-6 yıldır dizide sıcak bir dönem yaşanmasına rağmen dizi genel olarak soğuma yönünde zayıf bir eğilim içerir. Bandırma istasyonunda, 1980'lerden 1990'ların başına kadar sıcaklıklarda önemli

azalmaların yaşandığı bir dönem gözlenir. Son yıllarda sıcaklıklarda artışların gözlenmesine rağmen dizide zayıf bir soğuma eğilimi gözlenir.

Yıllık ortalama gündüz en yüksek sıcaklıklarında, 1973-1998 yılları arasında istatistiksel olarak anlamlı soğuk döneminden sonra sıcaklıklarda, artma yönünde anlamlı olmayan zayıf bir eğilim gözlenir. Edremit yıllık ortalama maksimum sıcaklıklarında, yaz mevsimindeki anlamlı ısınma eğilimleri belirgindir. Edremit istasyonu, yaz mevsimi dışında da tüm mevsimlerde ısınma yönünde anlamlı olmayan bir eğilim içerir. Gönen, yıllık ortalamalarda 1998 yılından beri ortalamadan daha sıcak koşullara doğru anlamlı olmayan bir eğilim taşır. Gönen yıllık ortalama sıcaklıklarında, sonbahar sıcaklıkları belirgindir. Çanakkale ve Bandırma istasyonları, diğer istasyonlardan son yıllarda soğuma yönünde zayıf bir eğilim içermeleri nedeniyle farklıdırlar. Bandırma istasyonu, herhangi bir eğilime karşı rasgeledir. Bandırma istasyonunda, egemen olan ortalamadan soğuk koşullar, 1991-2000 yılları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir soğuk döneme karşılık gelir. Çanakkale istasyonunda, sonbahar mevsiminde anlamlı soğuma yönündeki eğilim belirgindir. Yıllık ortalama maksimum sıcaklıkları, 1977 yılından itibaren soğuma yönünde bir eğilim gösterir. Çanakkale istasyonunda, 1987 yılından itibaren anlamlı olmayan ortalamadan daha soğuk koşullar gösterir (Türkeş ve Acar, 2008).

EKKDR yaklaşımına göre, yıllık ortalama maksimum sıcaklıkları, Mustafakemalpaşa ve Bandırma istasyonlarında soğuma, Edremit, Gönen ve Çanakkale istasyonlarında ısınma eğilimi gösterir. Mustafakemalpaşa istasyonunda, 1975'ten 1990'ların ortalarına kadar önemli soğuk bir dönem yaşanmıştır. Yıllık ortalama maksimum sıcaklıklarında, kış ve ilkbahar mevsiminde gözlenen soğuma eğilimleri yıllık ortalamalarda belirgindir. 1990'ların sonlarında yaz mevsiminde gözlenen anlamlı ısınma eğilimleri yıllık ortalamalara yansır. Edremit yıllık maksimum sıcaklıklarında, 1970'lerin başından itibaren belirgin bir ısınma eğilimi vardır. Yıllık ortalama sıcaklıklarında özellikle yaz mevsimi ile ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde de gözlenen ısınma eğilimleri belirgindir. Edremit yıllık maksimum sıcaklıklarında genel olarak ısınma yönünde bir eğilim gözlenir. Gönen yıllık

maksimum sıcaklıklarında, Edremit istasyonundaki gibi özellikle yaz sıcaklıklarında yaşanan anlamlı ısınma eğilimi ve ilkbahar ile sonbahar mevsimlerindeki zayıf ısınma eğilimleri belirgindir. Gönen yıllık maksimum hava sıcaklıkları 1970'lerden beri ısınma yönünde bir eğilim gösterir. Gündüz en yüksek sıcaklıklarındaki inhomojenlik, *M-K* sonuçlarını destekleyen Spearman ile *EKKDR* sınamalarına göre, dizilerdeki iklimsel dalgalanmaların ya da ani değişikliklerin ve eğilimlerin bir göstergesidir (Çizelge 13).

Çizelge 13: Ortalama maksimum sıcaklık verileri için hesaplanan Mann-Kendall (*M-K*) $u(t)$, Spearman sınama örneklemdeğerleri $u(r)$ ve En Küçük Kareler Doğrusal Regresyon Yaklaşımından elde edilen β katsayısının anlamlılığı için *Student t* sınaması (t) test istatistikleri.

İstasyon	Mevsimler	Mann-Kendall		Spearman		*EKKDR*	
		$u(t)$	Anlamlılık	$u(r)$	Anlamlılık	t	Anlamlılık
Edremit	Kış	1.05	0.29	1.15	0.125	0.85	0.401
	İlkbahar	1.94	0.052	2.09*	0.018	1.97	0.055
	Yaz	4.19**	0.0001	4.10**	0.0001	4.74**	0.000
	Sonbahar	0.62	0.54	0.73	0.233	0.72	0.477
	Yıllık	2.68**	0.01	3.622**	0.000	3.129**	0.003
Gönen	Kış	1.24	0.215	1.288	0.100	0.95	0.347
	İlkbahar	0.88	0.378	1.026	0.154	1.07	0.292
	Yaz	4.16**	0.000	3.927**	0.000	5.00**	0.000
	Sonbahar	1.85	0.064	1.699*	0.046	1.27	0.213
	Yıllık	2.31*	0.021	2.452**	0.007	3.023**	0.005
Mustafa-kemalpaşa	Kış	-0.65	0.52	-0.564	0.288	-0.90	0.375
	İlkbahar	-0.50	0.62	-0.485	0.316	-0.43	0.670
	Yaz	2.49**	0.01	2.372**	0.009	2.59*	0.013
	Sonbahar	-0.27	0.79	-0.335	0.371	-0.49	0.624
	Yıllık	-0.30	0.76	-0.024	0.500	-0.08	0.939
Çanakkale	Kış	0.29	0.771	0.518	0.302	0.47	0.642
	İlkbahar	0.42	0.674	0.465	0.323	0.24	0.808
	Yaz	1.50	0.134	1.586	0.057	1.79	0.077
	Sonbahar	-2.28*	0.023	-2.250*	0.013	-2.47*	0.016
	Yıllık	-0.23	0.818	-0.110	0.456	0.019	0.985
Bandırma	Kış	-1.67	0.095	-1.597	0.056	-1.59	0.118
	İlkbahar	0.67	0.503	0.637	0.264	0.58	0.567
	Yaz	0.49	0.624	0.544	0.295	0.48	0.633
	Sonbahar	-1.35	0.177	-1.287	0.100	-1.50	0.139
	Yıllık	-1.48	0.138	-1.365	0.087	-1.21	0.234

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

Maksimum sıcaklıklar, *M-K*, Spearman sınaması ve *EKKDR* yaklaşımından elde edilen β katsayısının anlamlılığı için *Student t* sınaması sonuçları birlikte değerlendirildiğinde mükemmel bir uyum gösterir (Çizelge 13). Edremit, Gönen, Mustafakemalpaşa istasyonları gündüz en yüksek hava sıcaklıkları yaz mevsiminde Çizelge 8'deki test istatistiklerine göre, istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar gösterirler. Genel olarak yıllık sıcaklıklar, 1995 yılından gözlem süresi olan 2006 yılına kadar artış yönünde eğilimlerin egemen olduğu gözlenir. Yıllık ortalamalara göre, ısınma eğiliminin anlamlı olduğu tek istasyon Edremit'tir. Gönen ve Mustafakemalpaşa, ısınma eğiliminin zayıf olduğu istasyonlardır ve ısınma eğilimleri, 1990'ların sonundan itibaren ortalamadan daha sıcak koşullar gösterirler. Mustafakemalpaşa istasyonu yıllık sıcaklıklarında, kış ve ilkbahar mevsimlerindeki soğuma eğilimleri belirgindir.

4.4.3. Ortalama Minimum Hava Sıcaklıklarındaki Değişiklikler ve Eğilimler

Türkiye'nin yıllık minimum sıcaklıklarındaki yıldan yıla değişebilirlik, istasyonların çoğunda anlamlı bir *PDİ* katsayısı ile açıklanır. Türkeş vd., (2002)'ye göre, Türkiye'nin kentleşmiş ve hızla kentleşen istasyonların çoğu, 1929-99 çalışma dönemleri kapsamında gece ısınması yaşamıştır. Türkiye'nin en dikkat çekici dizisi, yaz minimum sıcaklıklarıdır. İstasyonların büyük çoğunluğunda, yaz gece sıcaklıkları artmıştır. İstasyonların gece en düşük sıcaklıklarında, gözlenen dalgalanmalar genel olarak *PDİ* katsayısıyla açıklanabilir.

Çizelge 14: Ortalama minimum sıcaklık verilerinin Kruskal-Wallis (*K-W*) sınama örneklemdeğerleri (X_K) ve ki-kare dağılımına göre anlamlılık düzeyleri (α_1). (k), n_j=5 yıl olmak üzere, alt dönemlerin sayısını gösterir.

İstasyonlar	k	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
		XK	Anlamlılık	*XK*	Anlamlılık	*XK*	Anlamlılık	*XK*	Anlamlılık
Edremit	9	10.34	0.24	14.55	0.07	24.94**	0.00	17.12*	0.03
Gönen	7	9.93	0.13	9.15	0.17	16.92**	0.01	19.83**	0.00
Mustafakemalpaşa	8	8.45	0.29	6.81	0.45	10.34	0.17	11.67	0.11
Çanakkale	15	20.80	0.11	28.02**	0.01	50.73**	0.00	25.21*	0.03
Bandırma	11	7.83	0.65	15.72	0.11	33.11**	0.00	11.55	0.32

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

Ortalama minimum hava sıcaklığı dizileri, *K-W* ortalamaların türdeşliği sınaması açısından, kış mevsiminde tüm istasyonlar türdeştir. İlkbaharda, Çanakkale istasyonu anlamlı inhomojenlik gösterir. Yaz mevsiminde, Mustafakemalpaşa istasyonu dışındaki tüm istasyonlar 0.01 anlamlılık seviyesinde anlamlıdırlar. Sonbahar minimum sıcaklıklarındaki inhomojenlik, Edremit, Gönen ve Mustafakemalpaşa istasyonlarında gözlenir. *K-W* ve *W-W* testlerine göre, dizilerdeki inhomojenlik yıllararası kuvvetli bir ısrar ve doğal dalgalanma ve ya dönemsellikten kaynaklanır (Çizelge 14). *Xk* değerlerinin yüksek olması dizilerde anlamlı olmayan iklimsel dalgalanmalardan kaynaklanan zayıf bir eğilimin göstergesi olabilir.

Ortalama gece en düşük hava sıcak dizilerine ait varyansların türdeşliği, Çanakkale yaz minimum sıcaklığı dışında tüm istasyonlarda, her mevsimde homojenlik gösterir (Çizelge 15). Gönen, Bandırma ve Mustafakemalpaşa sıcaklık dizilerinin varyanslarında *Xk* değerlerinin yüksek olması, anlamlı olmayan zayıf bir türdeş olmama durumunun göstergesidir. Dizilerdeki türdeş olmama durumları *M-K* ve *EKKDR* yaklaşımının grafiksel gösterimine göre değerlendirildiğinde *K-W* sınama sonuçlarıyla benzerlik gösterir.

Çizelge 15: Ortalama minimum sıcaklık verileri varyansların Kruskal-Wallis (*K-W*) sınama örneklemdeğerleri (X_K) ve ki-kare dağılımına göre anlamlılık düzeyleri (α_1). (k), n_j=5 yıl olmak üzere, alt dönemlerin sayısını gösterir.

İstasyonlar	k	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
		XK	Anlamlılık	*XK*	Anlamlılık	*XK*	Anlamlılık	*XK*	Anlamlılık
Edremit	9	7.13	0.52	8.57	0.38	13.35	0.10	11.59	0.17
Gönen	7	8.47	0.21	6.73	0.35	5.62	0.47	3.47	0.75
Mustafakemalpaşa	8	8.72	0.27	1.96	0.96	5.18	0.64	3.70	0.81
Bandırma	11	16.31	0.09	7.66	0.66	13.28	0.21	12.26	0.27
Çanakkale	15	11.62	0.64	20.57	0.11	34.47**	0.002	12.36	0.58

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

Kışın minimum sıcaklıklar, Çanakkale ve Gönen istasyonlarında *PDİ* katsayısı ile diğer istasyonlarda ise, negatif dizisel ilişki katsayısı ile açıklanır (Çizelge 16). Dizilerdeki negatif dizisel ilişki katsayısı, kısa süreli yıldan yıla değişimlere karşılık gelirken, *PDİ* katsayısı, genel olarak dizilerdeki uzun dönemli dalgalanmalarla ilişkilidir. İlkbahar minimum sıcaklıkları, Edremit ve Çanakkale anlamlı *PDİ* içerirken Gönen istasyonu, anlamlılığa yakın (0.06) bir *PDİ* katsayısı ile temsil edilir. Yazın, Mustafakemalpaşa (0.09) dışında istasyonların tümü, 0.01 anlam düzeyinde anlamlı *PDİ* katsayısı, gece en düşük hava sıcaklıklarındaki ısınma ısrarının göstergesidir. Sonbahar yaz minimum sıcaklıkları, Edremit, Gönen istasyonlarında anlamlı *PDİ* gösterir (Türkeş ve Acar, 2008).

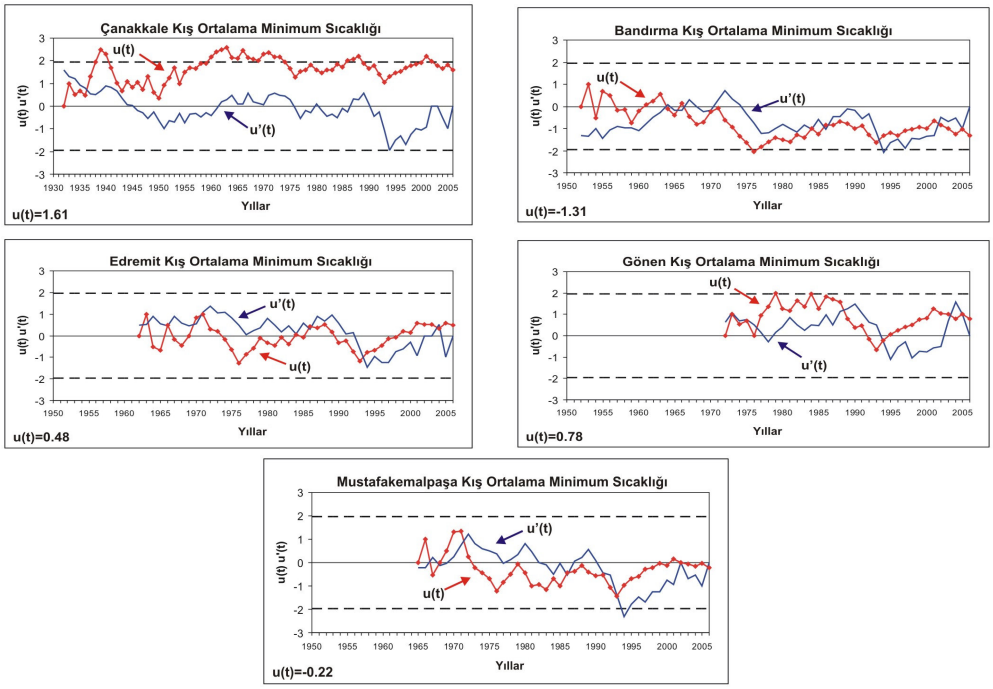
Çizelge 16: Ortalama minimum sıcaklık verilerinin Wald-Walfowitz (*W-W*) sınama örneklemdeğerleri ($u(r)$) ve normal dağılımın tek yanlı şekline göre anlamlılık düzeyleri (α_1).

İstasyonlar	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
	$u(r)$	Anlamlılık	$u(r)$	Anlamlılık	$u(r)$	Anlamlılık	$u(r)$	Anlamlılık
Edremit	-0.46	0.32	2.27**	0.01	4.01**	0.00	2.007*	0.02
Gönen	0.07	0.47	1.56	0.06	2.35**	0.00	2.53**	0.00
Mustafakemalpaşa	-0.17	0.43	1.08	0.14	1.30	0.09	1.19	0.11
Çanakkale	0.23	0.40	2.32**	0.00	5.37**	0.00	0.97	0.11
Bandırma	-0.33	0.37	0.78	0.22	3.38**	0.00	0.84	0.20

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

Çanakkale istasyonu kış minimum sıcaklıklarında, 1936 yılı önemli değişiklik yılı olmakla birlikte, veri dizisi ısınma yönünde anlamlı olmayan bir eğilim gösterir. Çanakkale istasyonunda 1960-1974, 1986-1989 ve 2001 yılları istatistiksel olarak anlamlı sıcak dönemleri karşılık gelir. Çanakkale minimum sıcaklıkları, 1950'lerden itibaren ısınma yönünde uzun süreli sistematik bir artış gösterir. Kış minimum sıcaklıkları, Edremit, Mustafakemalpaşa ve Gönen istasyonlarında herhangi bir eğilime karşı rasgeledir. Edremit'te 1970'lerin ortalarında ve 1990'ların başında gözlenen zayıf soğuma eğilimlerinden sonra dizide ısınma yönünde bir eğilim gözlenir. Gönen minimum hava sıcaklık dizisi, 1979 yılı $u(t)$=1.98 değeriyle anlamlı

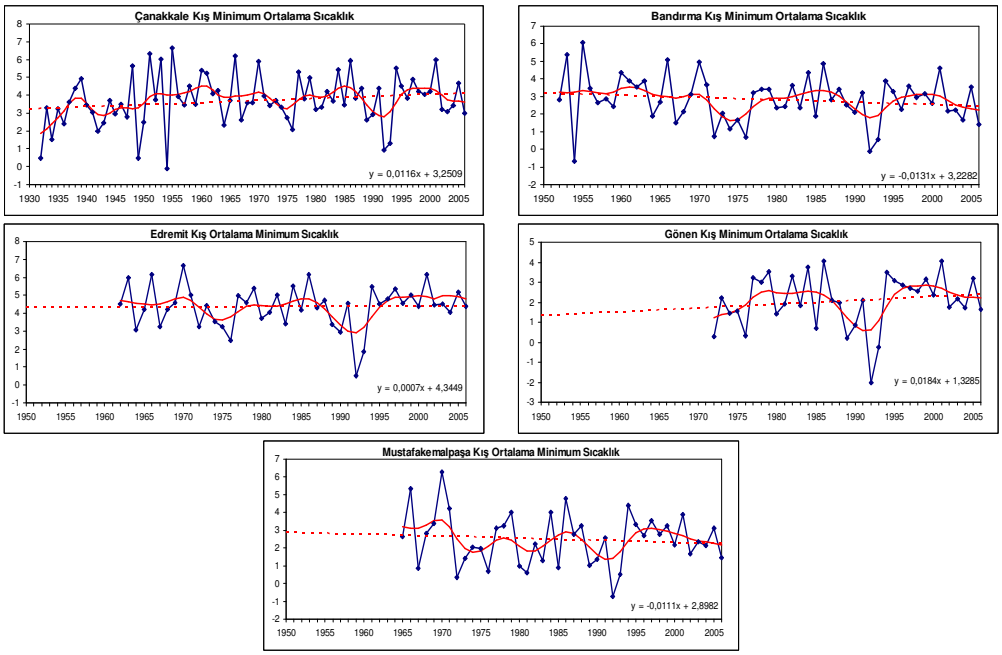
sıcak bir yıla karşılık gelirken, 1978-1988 yılları önemli gece ısınmalarının gözlendiği bir dönemdir. Özellikle Edremit minimum sıcaklıkları 1990'lardan itibaren daha sıcak koşullara doğru zayıf bir eğilim gösterir. Mustafakemalpaşa istasyonunda, 1970'lerde başlayan anlamlı olmayan gece soğumaları gözlenir. Mustafakemalpaşa'da 1990'lardan beri gece en düşük sıcaklıklarında zayıf bir ısınma eğilimi egemendir. Bandırma kışın, soğuma yönünde anlamlı olmayan bir eğilim gösterir. 1977 yılı, anlamlı soğuk yıldır ve dizi 1970'lerde itibaren ortalamadan daha soğuk koşullara doğru anlamlı olmayan bir eğilim içerir (Şekil 28).



Şekil 28: Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesinden elde edilen $u(t)$ (—●—) ve $u'(t)$ (——) değerlerine göre, kış ortalama minimum sıcaklık dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. (**- - - -**), normal dağılımın 0.05 anlamlılık düzeyindeki ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

EKKDR yaklaşımına göre kış ortalama minimum sıcaklık dizilerine uydurulan regresyon çizgisi ile sıcaklıklardaki genel eğilim gösterilmeye çalışıldı. Bandırma ve Mustafakemalpaşa istasyonları kış minimum sıcaklıklarında genel olarak soğuma yönünde zayıf bir eğilim gözlenir. Bandırma kış minimum sıcaklıkları, 1960'ların başından itibaren uzun süreli bir soğuma eğilimi içerir. 1970'lerin ortalarında ve

1980'lerin sonlarında dizide önemli soğuk dönemler gözlenirken, 1990'ların başından itibaren zayıf bir ısınma gözlenir. Mustafakemalpaşa istasyonunda 1970'ler 1980'lerin ilk yarısı minimum sıcaklıklarda önemli düşüşlerin gözlendiği bir döneme karşılık gelir. 1992 soğuk yılı dizide belirgindir. 1990'lardan itibaren zayıf bir ısınma eğilimi gözlenir. Edremit, Gönen ve Çanakkale istasyonları genel olarak belirgin kış gece ısınmalarının yaşandığı istasyonlardır. Edremit istasyonunda, 1970'lerden itibaren sistematik sıcaklık artışları yaşanır. Gönen, 1970'lerde başlayan ısınma eğilimlerinin egemen olduğu istasyondur. 1980'lerin sonundan 1990'ların ortalarına kadar gözlenen soğuk bir dönem yaşanmıştır. Çanakkale kış minimum sıcaklıkları 1940'larda başlayan uzun süreli bir eğilim gösterir. En sıcak dönem 1950'lerin başlarında yaşanmıştır (Şekil 29).



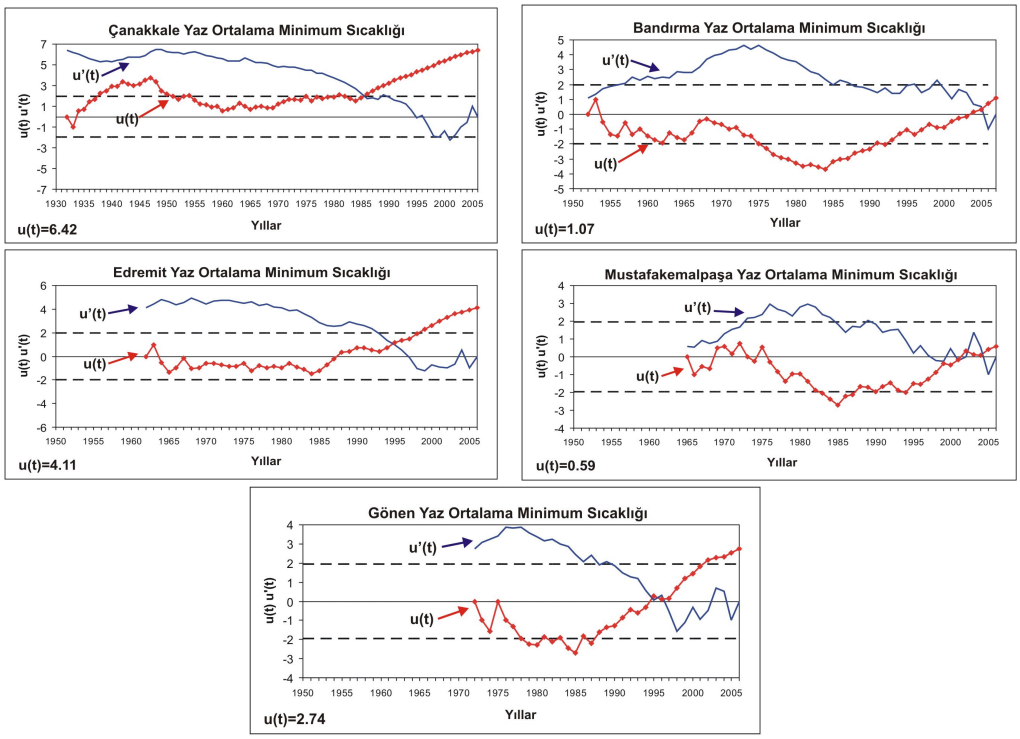
Şekil 29: En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların kış ortalama minimum sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi, (----). Kış ortalama minimum sıcaklıklardaki 10 yıldan daha kısa süreli dalgalanmaları bastırmak (gidermek) için, dizi 9 noktalı Gauss süzgeci (—) ile düzgünleştirilmiştir.

İlkbahar minimum sıcaklıkları, Çanakkale ve Edremit istasyonlarında anlamlı *PDİ* katsayısı ile açıklanır. Bu, dizilerdeki kuvvetli ısrardan kaynaklanan bir

durumdur. İlkbaharda, Çanakkale istasyonunda 1965 yılı önemli değişiklik yılıdır ve ısınma yönündeki eğilim 1967 yılından itibaren dizisel ısrarın yüksek olduğu anlamlı bir sıcak döneme karşılık gelir. Bu anlamlı, yıllararası değişkenliğin zayıf ve geri dönüşümü olmayan sıcak dönem, *M-K* sıra ilişki katsayısı sınamalarıyla birlikte değerlendirildiğinde, kuvvetli ısınma eğilimi ile açıklanabilir. Edremit istasyonunda, 1997 yılından başlayan ısınma yönünde anlamlı olmayan eğilim 2004 yılından beri istatistiksel olarak anlamlıdır. Bandırma istasyonları, 1990'ların sonlarından beri, Gönen'de son 5-6 yıldan beri ortalamadan daha sıcak koşullara doğru anlamlı olmayan bir eğilim gözlenir. İlkbahar sıcaklıkları istasyonlarda ısınma yönünde bir eğilim gösterirken, Mustafakemalpaşa soğuma yönünde anlamlı bir eğilime sahiptir. Mustafakemalpaşa ilkbahar minimum sıcaklıklarında, 1972 yılı önemli değişiklik noktasıdır ve 1984 yılından itibaren soğuma eğilimi anlamlıdır. *EKKDR* yaklaşımı sonuçlarına göre, Mustafakemalpaşa istasyonun ilkbahar minimum sıcaklıklarında 1970'lerden itibaren uzun süreli bir soğuma eğilimi egemendir. Mustafakemalpaşa istasyonu dışında istasyonların tümünde ilkbahar minimum sıcaklıklarında 1990'ların sonlarında kuvvetlenen bir ısınma eğilimi egemendir. Edremit istasyonunda, 1960'lardan beri, Gönen'de, 1980'lerden beri ve Bandırma'da 1970'lerden beri zayıf bir ısınma eğilimi egemendir. Çanakkale istasyonunda 1930'larda başlayan ve sistematik artış gösteren anlamlı bir ısınma eğilimi gözlenir (Şekil verilmedi).

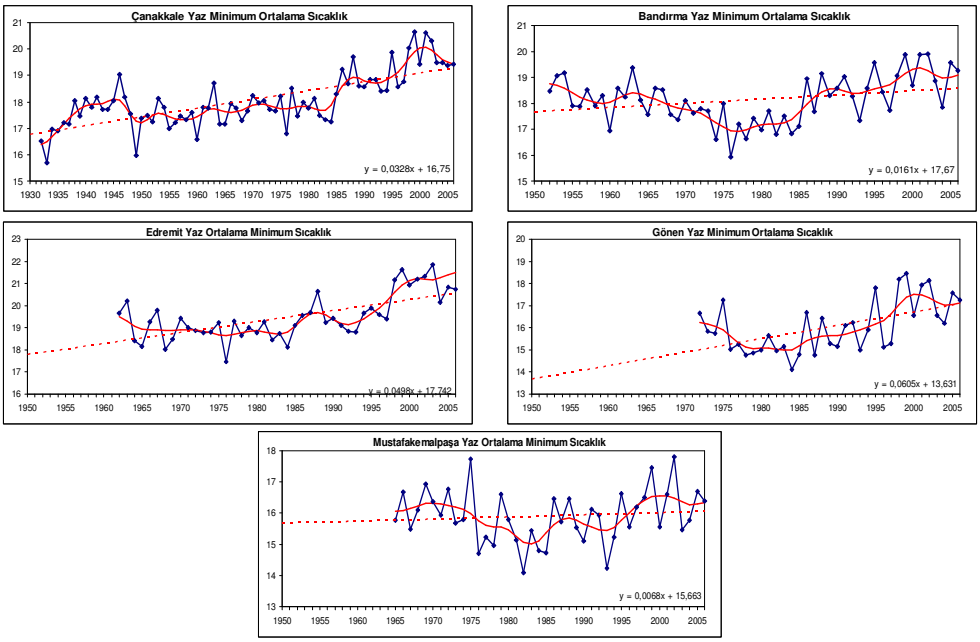
Yaz, Mustafakemalpaşa ve Bandırma istasyonları dışında, anlamlı ısınma eğilimlerinin olduğu bir mevsimdir. Yaz mevsiminde, ısınma eğilimi 1985 yılından itibaren tüm istasyonlarda gözlenir. Çanakkale, Edremit ve Gönen, ısınma eğilimlerinin anlamlı olduğu istasyonlardır. Çanakkale'de 1986, Edremit ve Gönen'de 1995 yılı önemli değişiklik yıllarıdır. Çanakkale yaz minimum sıcaklıklarındaki anlamlı ısınma eğilimi, 1987 yılından itibaren, Edremit ve Gönen'de 2000'li yılların başı, istatistiksel olarak anlamlı eğilimlerin başladığı yıllardır. Çanakkale yaz minimum sıcaklıklarında, 1938-1951 yılları arasında anlamlı bir sıcak dönem gözlenir. Ayrıca, Çanakkale yaz minimum sıcaklıklarında, yıllararası değişkenliğin az ve ısrarın kuvvetli olduğu ısınma yönündeki eğilim, 1960'lardan başlayarak 1984 yılıyla birlikte geri dönüşümü olmayan ve 1986 yılıyla istatistiksel olarak anlam kazanır (Türkeş ve Acar, 2008). Edremit istasyonunda,

1987'e kadar ortalamadan daha soğuk koşullar yaşanırken, 1988'den beri ortalamadan daha sıcak koşullara doğru olan eğilim, 1995 önemli değişiklik yılından sonra 1998 yılında istatistiksel olarak anlamlı bir sıcak döneme dönüşür. Gönen'de ısınma eğilimi, 1979-1980, 1982, 1984-1985 ve 1987 anlamlı soğuk yıllarından sonra ısınma yönünde bir eğilim gösterir. 1995 yılından itibaren, ortalamadan daha sıcak koşullar gözlenir ve ısınma eğilimi, 2002 yılından itibaren istatistiksel olarak anlamlıdır. Bandırma'da yaz minimum sıcaklıkları, 2002 yılına kadar ortalamadan daha soğuk koşullar gösterir ve 1975-1989 anlamlı soğuk dönemdir. Isınma yönündeki zayıf eğilim son üç yıldır gözlenir ve istatistiksel olarak anlamlı değildir. Mustafakemalpaşa'da 1976'dan 2001'e kadar ortalamadan daha soğuk koşullar gözlenir ve 1983-1987 yılları anlamlı soğuk döneme karşılık gelir (Şekil 30).



Şekil 30: Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesinden elde edilen $u(t)$ (—●—) ve $u'(t)$ (——) değerlerine göre, yaz ortalama minimum sıcaklık dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. (**- - - -**), normal dağılımın 0.05 anlamlılık düzeyindeki ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

EKKDR yaklaşımına göre, yaz gece en düşük sıcaklıklarında istasyonların tümünde ısınma eğilimi egemendir. Isınma Edremit, Çanakkale, Bandırma, Gönen istasyonlarında istatistiksel olarak anlamlıdır. Çanakkale yaz minimum sıcaklıkları 1950'lerden beri sistematik bir artış eğilimi gösterir. Bandırma yaz minimum sıcaklıklarındaki ısınma eğilimi, 1970'lerden beri gözlenirken, 1990'lardan sonra ısınma eğilimi daha kuvvetlidir. Edremit yaz minimum sıcaklığı, 1960'lardan itibaren ısınma yönünde eğilim gösterir. 1998'den itibaren ısınma eğilimi oldukça kuvvetlenmiştir. Gönen'de ısınma eğilimi 1970'lerin ortalarından itibaren gözlenir. 1998'den sonra ısınma daha kuvvetlidir. Mustafakemalpaşa istasyonu sıcaklıkları, 1975'ten sonra ısınma yönünde bir eğilim içerirken, 1990'ların başından itibaren ısınma eğilimi kuvvetlenmiştir fakat istatistiksel olarak anlamlı değildir (Şekil 31).



Şekil 31: En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların yaz ortalama minimum sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi, (----). Yaz ortalama minimum sıcaklıklardaki 10 yıldan daha kısa süreli dalgalanmaları bastırmak (gidermek) için, dizi 9 noktalı Gauss süzgeci (—) ile düzgünleştirilmiştir.

Sonbahar mevsimi, Türkiye sıcaklıkları için yapılan önceki çalışmalara göre, (Türkeş vd., 2002) Kuzey Marmara ve Doğu Karadeniz bölümleri ile Doğu Anadolu'nun orta-kuzey bölümlerinde belirgin soğuma eğilimleri gözlenir.

İstasyonlarda, Türkiye için yapılan önceki çalışmalarla benzer olarak, soğuma yönünde anlamlı olmayan bir eğilim gözlenir. Bandırma istasyonunda, 1970'li yılların başında başlayan soğuma eğilimi, 1979-1984, 1987, 1989-1991 ve 1997-1999 yıllarında anlamlı soğuk dönemlere karşılık gelir. Çanakkale istasyonu, 1940'lı yılların sonlarından 1990'lara kadar ortalamadan daha soğuk koşullara doğru anlamlı olmayan bir eğilim gösterirken, son 3-4 yıldır ısınma yönünde zayıf bir eğilim içerir. Gönen, 1985-1993 yılları arasında istatistiksel olarak anlamlı soğuk bir dönem gözlenir, 1990'ların sonlarında soğuma eğilimi, anlamlı olmayan zayıf bir ısınma eğilimine dönüşür. Edremit istasyonunda, 1965, 1971-1973, 1993 ve 1996 yıllarında gece en düşük sıcaklıklarında anlamlı soğumalar gözlenir. Edremit minimum sıcaklıklarında, 1997 yılından itibaren anlamlı olmayan bir ısınma eğilimi gözlenir. Mustafakemalpaşa istasyonu, 1970'lerden itibaren ortalamadan daha soğuk koşullar gösterir ve 1985-1997 yılları arasında anlamlı bir soğuk dönem gözlenir. Sonbahar minimum sıcaklıkları *EKKDR* eşitliğine göre istasyonların sıcaklık dizilerine uydurulan regresyon çizgisinin grafiksel gösterimine göre, Bandırma ve Mustafakemalpaşa istasyonlarında genel olarak, anlamlı olmayan zayıf bir soğuma eğilimi gözlenir. Çanakkale, Edremit ve Gönen anlamlı olmayan ısınma yönünde bir eğilimin olduğu istasyonlardır. Bandırma sonbahar minimum sıcaklıkları 1950'lerden beri zayıf bir soğuma eğilimi içerir. Mustafakemalpaşa istasyonunda 1960'ların ortalarından 1980'lerin sonuna kadar soğuma eğilimi egemenken 1990'ların başından beri ısınma yönünde zayıf bir eğilim gözlenir. Çanakkale, Edremit ve Gönen istasyonlarındaki ısınma eğilimleri 1990'lardan beri daha kuvvetlidir (Türkeş ve Acar, 2008).

Çizelge 17: Ortalama minimum sıcaklık verileri için hesaplanan Mann-Kendall (*M-K*) $u(t)$, Spearman sınama örneklemdeğerleri $u(r)$ ve En Küçük Kareler Doğrusal Regresyon (EKKDR) Yaklaşımından elde edilen β katsayısının anlamlılığı için *Student t* sınaması (t) test istatistikleri.

İstasyon	Mevsim	Mann-Kendall		Spearman		*EKKDR*	
		$u(t)$	Anlamlılık	$u(r)$	Anlamlılık	t	Anlamlılık
Edremit	Kış	0.48	0.624	0.545	0.291	0.05	0.957
	İlkbahar	2.26*	0.02	2.27*	0.012	2.11*	0.040
	Yaz	4.11**	0.0001	3.95**	0.000	5.48**	0.000
	Sonbahar	0.70	0.48	0.900	0.184	0.78	0.438
	Yıllık	2.64**	0.004	2.59**	0.001	2.62	0.012
Gönen	Kış	0.78	0.435	0.946	0.174	0.82	0.416
	İlkbahar	1.04	0.298	1.043	0.149	0.45	0.655

	Yaz	2.74**	0.006	2.95**	0.002	3.56**	0.001
	Sonbahar	1.45	0.147	1.699*	0.046	1.51	0.140
	Yıllık	1.51	0.131	1.961*	0.025	2.32*	0.026
Mustafa-kemalpaşa	Kış	0.02	0.825	-0.204	0.405	-0.07	0.945
	İlkbahar	-2.04	0.041	-1.994	0.023	-2.25*	0.030
	Yaz	0.59	0.555	0.765	0.224	0.86	0.395
	Sonbahar	-0.47	0.638	-0.496	0.312	-0.32	0.749
	Yıllık	-0.68	0.497	-0.588	0.281	-1.07	0.290
Çanakkale	Kış	1.61	0.107	1.682	0.047	1.58	0.118
	İlkbahar	4.88**	0.0001	4.61**	0.000	5.36**	0.000
	Yaz	6.42**	0.0000	5.93**	0.000	8.74**	0.000
	Sonbahar	0.54	0.589	0.478	0.319	0.35	0.728
	Yıllık	5.00**	0.0000	4.73**	0.000	5.94**	0.000
Bandırma	Kış	-1.31	0.190	-0.877	0.192	-1.16	0.252
	İlkbahar	1.68	0.093	1.387	0.084	1.47	0.148
	Yaz	1.07	0.285	0.889	0.189	1.25	0.215
	Sonbahar	-1.18	0.238	-1.072	0.142	-1.87	0.067
	Yıllık	0.07	0.944	-0.153	0.440	-0.67	0.504

Minimum yıllık ortalama sıcaklıklarda, Çanakkale ve Edremit istasyonlarında ilkbahar ve yaz mevsimindeki anlamlı gece ısınmaları belirgindir. Mustafakemalpaşa istasyonu yıllık ortalamalardaki 1981-1997 yılları arasındaki anlamlı soğuk dönem ilkbahar ve sonbahar minimum sıcaklıklarında olduğu gibi, genel olarak azalma eğilimi gösterir. Gönen yıllık ortalama minimum sıcaklıklarındaki soğuk dönem ilkbahar ve sonbahardaki anlamlı soğuk dönemle ilgiliyken, 2000'lerdeki ortalamadan sıcak koşullar yaz sıcaklıklarındaki anlamlı gece ısınmasıyla ilgilidir. Bandırma yıllık minimum ortalamalarında, 1972 yılından 2002'ye kadar ortalamadan soğuk koşullar etkilidir. Yaz sıcaklıklarındaki anlamlı soğuk dönem, yıllık ortalamalarda belirgindir. Minimum sıcaklık dizileri, *M-K*, Spearman sınaması ve *EKKDR* yaklaşımından elde edilen β katsayısının anlamlılığı için *Student t* sınaması sonuçları birlikte değerlendirildiğinde mükemmel bir uyum gösterir (Çizelge 17).

EKKDR eşitliği sonuçlarına göre, Bandırma ve Mustafakemalpaşa istasyonları yıllık ortalama gece en düşük sıcaklıklarında anlamlı olmayan zayıf bir soğuma eğilimi içerir. Bandırma ve Mustafakemalpaşa yıllık ortalamalarında, kış ve sonbahardaki soğuma eğilimleri belirgindir. Edremit istasyonu yıllık ortalama minimum sıcaklıklarında tüm mevsimlerden 1990'lardan itibaren ortalamadan daha sıcak koşullara doğru olan eğilim belirgindir. İstasyon yıllık ortalamalarında, yaz minimum sıcaklıklarındaki ısınma eğilimi belirgindir. Gönen, yıllık minimum ortalamalarında, ilkbahar ve sonbahar mevsiminde belirgin olan soğuma ve ısınma eğilimlerinin etkileri gözlenir. Yıllık minimum sıcaklıklarında, 1970'lerin başından

1980'lerin sonuna kadar soğuma eğilimi egemenken, 1990'lardan itibaren ısınma eğilimi egemendir. Çanakkale yıllık ortalama minimum sıcaklıklarında, ilkbahar ve yaz mevsiminde gözlenen sistematik uzun süreli ısınma eğilimi belirgindir. Yıllık minimum sıcaklıklarında anlamlı bir ısınma eğilimi gözlenir (Türkeş ve Acar, 2008).

4.4.4. Toplam Yağış Dizilerindeki Değişiklikler ve Eğilimler

Çoğunlukla büyük Akdeniz iklimi tarafından karakterize olan Türkiye'nin iklimi, orta enlem cephesel depresyonların mevsimlik değişmesi, polar hava kütleleri ile ve subtropikal yüksek basınçlar, maritim tropikal ve kontinental tropikal hava kütlelerinin de etkileriyle şekillenir. Özellikle yaz boyunca, Karadeniz bölgesi ve kuzeydoğu Anadolu dışında Türkiye üzerinde uzun süre etkili ılık ve kurak koşullara neden olan kontinental hava akışları Kuzey Afrika ve Arabistan çöllerinden kaynaklanır (Türkeş, 1990, 2003). Akdeniz makro iklim bölgesinin normal bir iklim karakteristiği olarak bilinen yaz kuraklığı ve yağıştaki yüksek yıllararası değişkenlik ile bağlantılı, her mevsimde olabilen uzun süreli kurak olaylar, Türkiye su kaynakları üzerinde büyük baskı yaratır (Türkeş, 1996).

Çizelge 18: Toplam yağış verilerinin Kruskal-Wallis (*K-W*) sınama örneklemdeğerleri (X_K) ve ki-kare dağılımına göre anlamlılık düzeyleri (α_1). (k), n_j=5 yıl olmak üzere, alt dönemlerin sayısını gösterir.

İstasyonlar	*k*	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
		Xk	Anlamlılık	*Xk*	Anlamlılık	*Xk*	Anlamlılık	*Xk*	Anlamlılık
Edremit	15	22.35	0.072	17.61	0.225	11.90	0.614	16.45	0.287
Gönen	11	20.31*	0.026	9.21	0.512	5.60	0.848	6.62	0.761
Mustafakemalpaşa	15	14.90	0.385	11.33	0.660	9.54	0.795	11.76	0.626
Bandırma	15	24.52*	0.040	11.42	0.653	8.27	0.875	15.50	0.345
Çanakkale	15	18.70	0.177	15.47	0.347	21.65	0.086	17.51	0.230
Biga	12	19.81*	0.048	10.46	0.490	5.55	0.902	6.59	0.831

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

Çalışma alanı toplam yağış verileri, kış mevsiminde genel bir azalma eğilimi gösterir. Kışın aylık toplam yağışlarda, *K-W* türdeşlik sınamasına göre, Bandırma, Gönen ve Biga istasyonlarında anlamlı inhomojenlik gözlenir (Çizelge 18). *W-W* dizisel ilişki sınamasına göre, kış mevsiminde istasyonlar *PDİ* katsayısı ile temsil edilir. Edremit, Gönen, Bandırma ve Biga istasyonları *PDİ* katsayısının anlamlı olduğu istasyonlardır. İlkbaharda, Edremit, Mustafakemalpaşa ve Çanakkale *PDİ* katsayısı ile temsil edilirken, Gönen, Bandırma ve Biga negatif bir dizisel ilişki gösterir. Yağışlardaki *PDİ* katsayısı uzun dönemli dalgalanmalar ve görece düşük sıklıklı değişimlere karşılık gelir. Negatif dizisel ilişki, yağışlardaki yüksek sıklık salınımlara ya da kısa süreli yıldan yıla değişimlere karşılık gelir. Biga ilkbahar ve yaz yağışları istatistiksel olarak anlamlı bir negatif dizisel ilişki içerir. Edremit sonbahar yağışlarında, anlam düzeyine yakın bir negatif dizisel ilişki gözlenir (Çizelge 19).

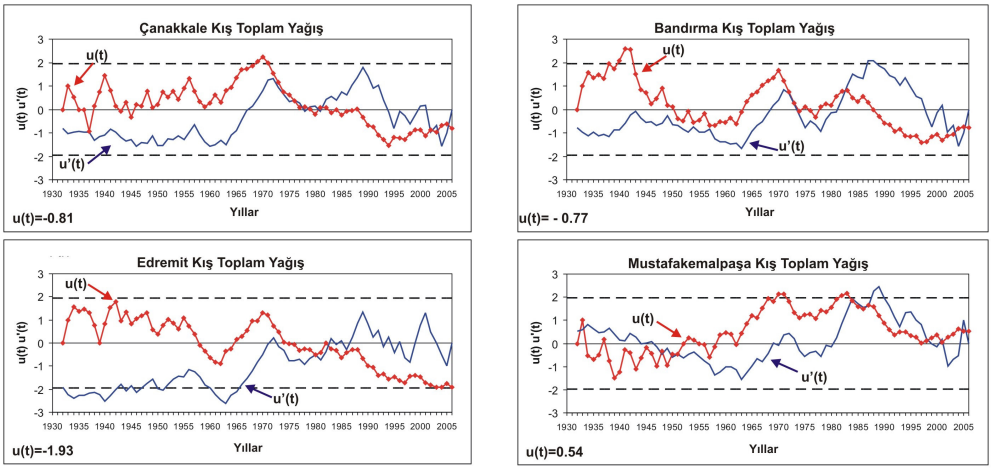
Çizelge 19. Toplam yağış verilerinin Wald-Wolfowitz (*W-W*) sınama örneklemdeğerleri ($u(r)$) ve normal dağılımın tek yanlı şekline göre anlamlılık düzeyleri (α_1).

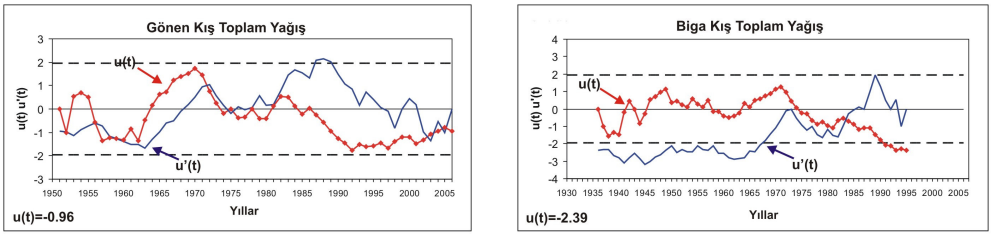
İstasyonlar	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
	$u(r)$	Anlamlılık	$u(r)$	Anlamlılık	$u(r)$	Anlamlılık	$u(r)$	Anlamlılık
Edremit	1.74*	0.040	0.10	0.464	0.20	0.425	-1.62	0.053
Gönen	13.10**	0.009	-0.79	0.215	-0.18	0.433	-0.79	0.218
Mustafakemalpaşa	1.23	0.109	0.79	0.215	0.57	0.288	-0.57	0.284
Çanakkale	0.89	0.187	0.71	0.239	0.28	0.390	-0.43	0.334
Bandırma	1.79*	0.037	-0.38	0.352	-0.15	0.448	-1.10	0.136
Biga	13.91*	0.029	-1.82*	0.034	-1.09*	0.027	-0.28	0.390

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

Biga istasyonu kış yağışları, önemli değişiklik yılı olan 1983'ten sonra 1991'den itibaren anlamlı azalma eğilimi içerir. Bu istasyon kapatıldığı için, son kayıt yılı olan 1995 yılına kadar olan veriler değerlendirildi. Yağışlarda daha nemli koşullara doğru olan eğilim, 1960'lı yılların ortalarına kadar sürmüş, 1970'li yılların başından itibaren, daha kurak koşullara doğru olan bir eğilim etkili olmaya başlamıştır. Mustafakemalpaşa istasyonu kış yağışları, herhangi bir eğilime karşı rasgeledir. 1940'lı yılların başından 1970'li yıllara kadar yağışlarda nemli koşullara doğru olan eğilim, yerini 1980'lerden sonra daha kurak koşullara doğru bir eğilime bırakır. 1970-1971, 1982-1983 yılları, Mustafakemalpaşa istasyonunda anlamlı nemli

dönemlerdir. Edremit kış yağışları, istasyon kayıt tarihinden itibaren uzun süreli ortalamaya göre, azalma yönünde bir eğilim içerir. 1940-1955 yılları ortalamadan daha nemli bir dönem olarak kabul edilebilirken, 1955-1960 yılları yağışlarda azalma eğiliminin olduğu, görece kurak yıllardır. 1970'lerin ortalarından itibaren yağışlarda belirgin azalma eğilimi egemendir. Daha kurak koşullara doğru olan eğilim, özellikle 1990'lı yıllarda belirginleşir. 2002–2006 kışları, Edremit istasyonunda önemli kurak dönemlerdir. Gönen istasyonu kış mevsiminde, herhangi bir eğilime karşı rasgeledir. 1960'lı yılların başlarında yağışlarda önemli artışın olduğu, daha nemli koşullara doğru olan eğilim 1970'lı yılların başında değişmiş ve 1980'li yılların başlarına kadar görece kurak koşullar gözlenir. 1980'li yıllardan sonra yağışlarda, anlamlı olmayan azalma eğilimi gözlenir. Çanakkale kış yağışları, 1970'li yıllara kadar artma eğilimi gösterirken, 1970'li yılların başından itibaren anlamlı olmayan sistematik bir azalma eğilimi gösterir. Çanakkale istasyonunda, iki farklı özellik gösteren dönemlerden bahsetmek mümkündür. 1932 yılından 1970'li yılların başına kadar, yağışlarda daha nemli koşullara doğru bir eğilim egemen iken, 1970'lerin başından itibaren daha kurak koşullara doğru bir eğilim egemen olmaya başlar. Çanakkale kış yağışlarındaki azalma eğilimi, istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bandırma istasyonunda, 1930'li yılların başı ile 1960'li yılların başlarından 1970'e kadar kış yağışlarında artış eğilimi görülürken, 1980'li yılların ortasından itibaren anlamlı olmayan azalma eğilimi görülür (Şekil 32).

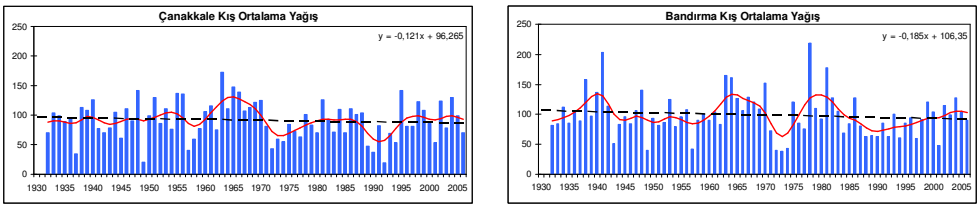


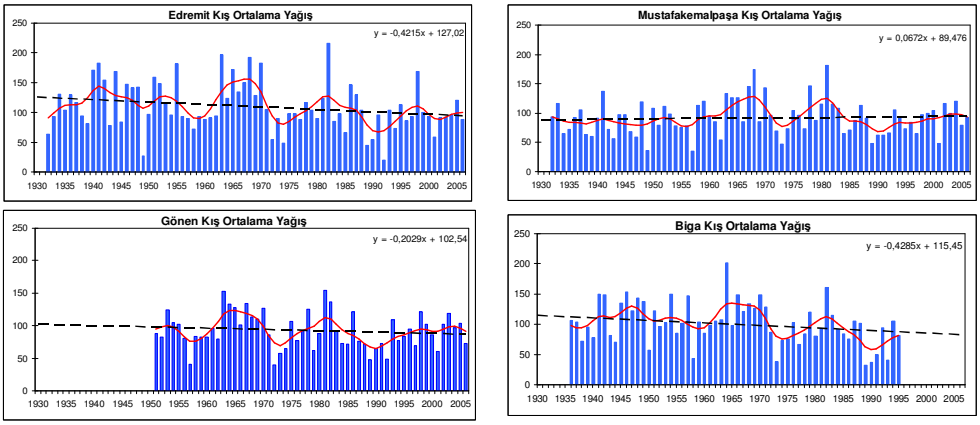


Şekil 32: Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesinden elde edilen $u(t)$ (—●—) ve $u'(t)$ (——) değerlerine göre, kış toplam yağış dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. (**- - - -**), normal dağılımın 0.05 anlamlılık düzeyindeki ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Özellikle kış yağışlarında, kurak koşulların genel olarak 1970'den başlayarak Türkiye'nin önemli bir bölümünde etkili olduğu gözlenir (Türkeş, 1998). Akdeniz makro iklim kuşağının ve Türkiye'de geniş bir alan kaplayan Akdeniz tipi yağış bölgelerinin yağış rejimi özellikleri dikkate alındığında, yağış bölgelerindeki yıllık yağışların çoğunda son 20 yılda etkili olan bu azalmanın, esas olarak kış yağışlarından kaynaklandığı söylenebilir (Türkeş, 1998). Ayrıca, tüm Yunanistan'da kış yağışlarında azalma eğilimi egemendir (Xoplaki, 2002).

EKKDR eşitliğine göre, istasyonların kış mevsimi ortalama yağışları genel olarak azalma yönünde bir eğilim içerir. Çanakkale kış yağışlarında, 1950'lerin sonu, 1970'lerin ve 1990'ların başı önemli kurak dönemlerdir. Çanakkale kış yağışlarında, özellikle 1970'lerden itibaren önemli bir azalma eğilimi görülür. Bandırma istasyonu kış yağışlarında, 1970-1975 önemli bir kurak dönemi dışında 1980'lerin ortalarından beri yağışlarda istatistiksel olarak anlamlı olmayan sistematik bir azalma eğilimi gözlenir. 1990'lı yıllar yağışların belirgin bir şekilde azaldığı ve az yağışlı yılların birbirini izlediği bir dönem olarak gösterilebilir.





Şekil 33: En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların kış ortalama yağışlarına uydurulan regresyon çizgisi, (----). Kış ortalama yağışlarındaki 10 yıldan daha kısa süreli dalgalanmaları bastırmak (gidermek) için, dizi 9 noktalı Gauss süzgeci (—) ile düzgünleştirilmiştir.

Bandırma kış yağışları 1940'ların ortalarından 1960'lara kadar yağışlarda zayıf bir azalma eğilimini görüldüğü görece kurak bir dönemdir. İstasyon en nemli dönemini 1960'ların ortalarında yaşanmıştır. Yağış dizisinde, 1970'lerin başından itibaren azalma eğilimi belirgindir ve 1970'lerin ilk yarısı istasyonun en kurak dönemidir. 1990'lı yıllar 1970'deki kurak dönemden sonra en az yağışa sahip yıllara karşılık gelir. Edremit kış yağışları, 1940'lardan itibaren azalma eğilimi içerir. 1960'lı yıllar istasyonun en nemli dönemine, 1990'lı yıllar ise en kurak dönemine karşılık gelir. Gönen kış yağışlarında, özellikle 1970'lerden itibaren belirginleşen azalma yönünde bir eğilim gözlenir. Gönen kış yağışlarında, 1960-1970 yılları arasındaki yağışlı dönem ve birkaç yağışlı yıl dışında 1990'lardan itibaren belirgin kuraklaşma eğilimi gözlenir. Mustafakemalpaşa kış yağışları, uzun süreli ortalamaya göre herhangi bir eğilim içermez. Yağış dizisinde, 1960'lı yıllara ve 1980-1985 yılları arasında önemli nemli dönemler yaşanmıştır. 1990'ların başı görece en kurak yıllardır. Biga kış yağışları, 1950'lerin başından itibaren 1960'lı yıllardaki istasyonun en nemli dönemi dışında, belirgin bir azalma eğilimi içerir. Biga istasyonunda en kurak yıllar 1989'dan sonra yaşanmıştır. Bu istasyon kapatıldığı için günümüz iklimsel değişikliği ve/veya değişkenliği hakkında kesin bir değerlendirme yapılmadı (Şekil 33).

Akdeniz havzasındaki toplam yağış tutarlarında, özellikle son 30 yıldır mevsimsel değişmelere bağlı olarak yağışların gerçekleşme olasılığı ağırlıklı olarak bahar dönemlerine kaymıştır ve yağışlar, ilkbaharda artış eğilimi içindedir (Ramos, 2001). İlkbahar yağışlarında azalma eğilimi, Türkeş (1998), Türkiye yağışlarının alansal ve zamansal özelliklerinin araştırdığı çalışmasında, Türkiye'nin Akdeniz iklim bölgesinde 1940'lı yılların başında ve 1960'lı yılların ortalarında artış ancak sonraki dönemlerde azalma eğilimi olduğunu ve Akdeniz yağış rejimi bölgesinin, yağışın azaldığı bölgelerden olduğunu belirmiştir.

İlkbahar yağışları, *M-K* sınamasından elde edilen örneklemdeğeri sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı olmayan, genel bir artış eğilimi gösterir. Çanakkale'de 1950'li yılların ortalarından itibaren ilkbahar yağışlarında, uzun süreli bir artma eğilimi gözlenir. Bandırma istasyonunda, 1960'ların başından itibaren uzun süreli ortalamaya göre anlamlı olmayan bir artış eğilimi egemendir. 1973 yılı Bandırma istasyonunda önemli değişiklik noktasıdır ve bu yıldan beri, yağış dizisinde daha nemli koşullara doğru bir eğilim gözlenir. Edremit ilkbahar yağışları, 1950'lerden itibaren anlamlı olmayan bir artış eğilimi içerir. Mustafakemalpaşa istasyonu, 1960'ların ortalarında ve 1990'ların başındaki kurak koşullardan sonra daha nemli koşullara doğru zayıf bir artış eğilimi gösterir. Biga ilkbahar yağışları, diğer istasyonlardan farklı olarak, 1980'lerin başından itibaren daha kurak koşullara doğru bir eğilim gösterir. 1990'lı yıllar istasyonun en kurak yıllarıdır. Gönen ilkbahar yağışlarında, 1980'lerdeki azalma eğiliminden sonra 1990'ların ortalarından itibaren zayıf bir artma eğilimi gözlenir.

EKKDR eşitliği sonuçlarına göre, Bandırma istasyonu ilkbahar yağışları, zayıf bir artış eğilimi gösterir. 1960'lı istasyonun en nemli dönemi, 2000'li yıllar ise en kurak dönemidir. Çanakkale ilkbahar yağışları, 1950'lerden beri artma eğilimi içerir. 1932-1937, 1945-1950, 1985-1995, 2002-2006 Çanakkale ilkbahar yağışlarında en kurak dönemleri oluştururken, 1990'lı yıllara en nemli dönemidir. Gönen ilkbahar yağışlarında zayıf bir azalma eğilimi gözlenir. Gönen ilkbahar yağışlarında, 1951-1963, 1983-1990 ve 2004-2006 yılları en kurak dönemlerdir. Edremit'te 1940'ların

ortalarından beri ilkbahar yağışlarında artış eğilimi egemendir. 1940, Edremit istasyonunun en yağışlı yılıdır. Mustafakemalpaşa ilkbahar yağışlarında azalma eğilimine sahiptir. 1970'lerden beri azalma eğilimi etkiliyken, 1960'lı yıllara en nemli dönemine karşılık gelir. Biga ilkbahar yağışlarında, zayıf bir azalma eğilimi gözlenir. 1960'lı ve 1970'li yıllar istasyonun en nemli dönemleriyken, en yağışlı yılı 1941, en kurak yılı ise 1943'tür.

Yaz yağışları, Biga, Bandırma ve Gönen istasyonları, anlamlı olmayan negatif dizisel ilişki katsayısıyla temsil edilir. Yaz yağışları, çalışma alanındaki istasyonlarda genel bir artış eğilimi gösterir. İstasyonlardaki artış eğilimi, istatistiksel olarak anlamlı değildir. Edremit istasyonunda, 1956 yılı önemli değişiklik noktasıdır ve yaz yağışlarında bu yıldan itibaren daha nemli koşullara doğru bir eğilim gözlenir. Edremit istasyonunda, 1981-1984 ve 1986-1995 yılları anlamlı nemli dönemlere karşılık gelir. Bandırma yaz yağışları, 1935 önemli değişiklik noktasından sonra, anlamlı olmayan zayıf bir artış eğilimi içerir. 1980'lerden beri yaz yağışlarında ortalama koşullardan daha nemli koşullar gözlenir. Çanakkale ve Biga istasyonları, yağışlarda artma eğilimi gösterirken, Mustafakemalpaşa istasyonu, 1960'lı yılların başından itibaren, zayıf bir artma eğilimi gösterir. 1970'lerden sonra yağışlara ortalamadan daha nemli koşullar gösterir. Gönen, 1965 yılından itibaren anlamlı olmayan zayıf artış eğilimi gösterirken, 1990'lardan sonra azalma yönünde bir eğilim gösterir.

EKKDR eşitliğine göre, yaz yağışlarında genel bir artma eğilimi vardır. Bandırma yaz yağışlarında, 1960'lardan itibaren zayıf bir artış eği1imi gözlenir. 1947-1953 ve 1970'lerin ortaları istasyonun en nemli dönemleriyken, 1943- 46, 1963-66 en az yağışın düştüğü, kurak dönemlere karşılık gelir. Çanakkale yaz yağışlarında zayıf bir azalma eğilimi gözlenir. Çanakkale yaz yağışlarının, en fazla olduğu dönem 1940-1950 arasıdır. Gönen yaz yağışlarında, 1965 yılından itibaren zayıf bir azalma eğilimi gözlenir. 1950'li yıllar ve 1960'lı yılların başı en az yağışa sahip dönemlerdir. Edremit yaz yağışlarında 1930'ların sonundan itibaren zayıf bir artış eğilimi vardır. Edremit istasyonunda, en yağışlı yaz 1992 yılında yaşanmıştır.

Mustafakemalpaşa'da 1940'ların ortalarından itibaren zayıf bir azalma eğilimi vardır. Mustafakemalpaşa istasyonunun en yağışlı dönemi 1935-1944 yıllarıdır. Biga istasyonunda, 1930'ların başından itibaren yaz yağışlarında zayıf artış eğilimi egemendir. 1970'li yıllara ve 1960'ların başı en nemli dönemlerdir.

Sonbahar yağışları, anlamlı olmayan genel bir artma eğilimi içerir. Biga sonbahar yağışları, 1950'lerden 1980'lere kadar zayıf bir artma eğilimi içindeyken, 1980'li yıllardan sonra anlamlı olmayan azalma eğilimi gösterir. Mustafakemalpaşa, 1940'ların ortalarındaki azalma eğiliminden sonra, 1950'lerin başından itibaren artma yönünde zayıf bir eğilimi gösterir. Gönen sonbahar yağışları, anlamlı olmayan zayıf bir artma eğilimi içerir. Çanakkale sonbahar yağışları, 1940'ların ortalarında ve 1960'ların sonlarındaki azalma eğiliminden sonra 1990'lı yıllarda zayıf bir artış eğilimi görülür. Bandırma istasyonu sonbahar yağışlarında, istatistiksel olarak anlamlı olmayan, genel bir artış eğilimi gözlenir. Yağış dizisi, 1930'ların ortasından 1940'ların ortalarına kadar artma, 1940'ların sonlarında ise azalma eğilimi içerir. Bandırma sonbahar yağışlarında, 1950'lerden sonra, zayıf bir artış eğilimi etkilidir. Edremit istasyonu sonbahar yağışlarında, 1935 yılından 1950'lerin sonlarına kadar artma eğilimi, 1960'lardan 1970'lerin başına kadar azalma eğilimi etkilidir. 1970'lerden itibaren daha nemli koşullara doğru bir eğilim egemendir. 1993-1995 dönemindeki ortalamadan daha kurak geçen yıllardan sonra, sonbahar yağışlarında artış eğilimi egemendir. Edremit istasyonu sonbahar yağışlarında, en kurak geçen dönem 1960-1980'dir.

EKKDR yaklaşımı sonuçlarına göre, sonbahar yağışları Edremit, Gönen ve Biga istasyonlarında belirli dönemlerde etkili olan zayıf bir azalma eğilimi ve Çanakkale, Bandırma ve Mustafakemalpaşa istasyonlarında ise zayıf bir artış eğilimi içerir. Bandırma sonbahar yağışlarındaki artış eğilimi, 1930'lardan itibaren etkilidir. 1930'ların başı, 1940'lı yılların ortaları Bandırma istasyonu sonbahar yağışlarında görece kurak geçen dönemlerken, 1935-1944 ve 1980'lerin sonu en nemli dönemlerdir. Çanakkale sonbahar yağışlarında, 1950'lerden beri artış eğilimi egemendir. Çanakkale istasyonu sonbahar yağışlarında 1940'lı yıllar ve 1980'lerin

ortaları en kurak dönemler, 1950'li yıllar ise en nemli dönemlere karşılık gelir. Mustafakemalpaşa istasyonu, 1930'ların başından itibaren zayıf bir artış eğilimi içerir ve 1944-1952, 1967-70 en kurak dönemlerdir. Gönen istasyonu sonbahar yağışlarındaki zayıf azalma eğilimi, 1950'lerden 1970'lere kadar etkilidir. Dizi bu zayıf azalma eğilimi dışında önemli bir eğilim içermez. İstasyonun sonbahar yağışlarında, 1980'li yılların başı en kurak dönemdir. Edremit sonbahar yağış dizisi, 1960-1970 dönemindeki kurak dönem dışında uzun süreli bir kurak dönem yaşamamıştır. 1990'lardan sonra Edremit sonbahar yağışlarında zayıf bir artış eğilimi gözlenir. Biga sonbahar yağış dizisinde 1930'ların ortalarından itibaren zayıf bir azalma eğilimi egemendir. Dizide, 1946-1951 dönemi görece kurak dönemdir.

Yıllık yağış miktarları, Mustafakemalpaşa ve Edremit istasyonlarında daha zayıf olmakla birlikte, istasyonlarda genel bir azalma eğilimi gözlenir. Biga istasyonu yıllık yağışlarında, önemli değişiklik yılı 1985'dir ve yıllık toplam yağışlarda, 1986 yılından itibaren ortalama koşullardan daha kurak koşullara doğru, anlamlı olmayan bir eğilim gözlenir. Biga yıllık yağışlarındaki bu azalma eğilimi, kış yağışlarındaki anlamlı azalma eğilimiyle ilgilidir. Mustafakemalpaşa istasyonu yıllık ortalama yağış toplamında, 1964 yılından itibaren ortalamadan daha nemli koşullar gözlenir. Mustafakemalpaşa kış ve sonbahar yağışlarındaki normalden nemli koşullar, yıllık toplam yağışlarda belirgindir. Çanakkale, Bandırma, Edremit ve Gönen istasyonlarında yıllık yağış toplamında, genel bir azalma eğilimi içerir. Gönen istasyonunda, yıllık yağışlarda kış yağışlarındaki 1990'ların başlarından beri etkili olan normal koşullardan daha kurak koşullara doğru eğilim belirgindir. Gönen'de yıllık yağışlarda 1968, 1971-1972 yılları anlamlı nemli dönemlerdir, bu yıllar kış mevsimindeki en yağışlı döneme karşılık gelir. Edremit'te ilkbahar ve yaz yağışlarındaki artıma eğilimi yıllık ortalamalarda belirgindir. Yıllık ortalamalarda 1934, 1960-1964, 2004, 2006 yılları anlamlı olmayan, ortalamadan daha kurak koşulların gözlendiği yıllardır. Çanakkale'de 1963-1972 dönemi yıllık toplam yağışlarda, anlamlı nemli dönemdir. 1970'lerin başından itibaren yıllık yağış miktarında önemli ölçüde azalmalar gözlenir. 1992-1997 dönemi yıllık yağışlarda

ortalamadan daha kurak koşulların yaşandığı yıllardır. Son yıllarda, yıllık toplam yağış miktarı ortalamanın üzerindedir.

Yıllık yağışlarda kış, ilkbahar ve yaz mevsimindeki artışlar belirgindir. Kış yağışlarında 1970'lerden itibaren etkili olan azalma eğilimleri yıllık ortalamalara belirgin ölçüde yansır. Bandırma yıllık yağışlarda, 1938-1945 yılları arası anlamlı nemli bir dönemdir ve kış mevsimi yağışlarında gözlenen anlamlı, ortalamadan daha nemli koşullar belirgindir. Yıllık yağışlardaki azalma eğilimleri büyük ölçüde ve yıllık yağış toplamlarında en büyük paya sahip olan kış mevsimindeki önemli azalma eğilimleri ile ilgilidir. Genel olarak, yıllık yağışlar, 1980'lerin ortalarından beri azalma eğilimi içerir. Toplam yağış dizilerinde, Biga istasyonu, kış mevsiminde gözlenen (0.05), istatistiksel olarak anlamlı azalma eğilimi dışında yağış dizileri herhangi bir eğilime karşı rasgeledir (Çizelge 20). Kışın, Biga istasyonu dışında Edremit istasyonu da *M-K* sınama örneklemdeğerine göre anlamlı olmayan (0.054), ama Spearman ve *EKKDR* yaklaşımı test istatistiklerinde 0.05 anlamlılık düzeyinde anlamlı bir azalma eğilimi içerir.

Çizelge 20: Toplam yağış verileri için hesaplanan Mann-Kendall (*M-K*) $u(t)$, Spearman sınama örneklemdeğerleri $u(r)$ ve En Küçük Kareler Doğrusal Regresyon Yaklaşımından elde edilen β katsayısının anlamlılığı için *Student t* sınaması (t) test istatistikleri.

İstasyonlar	Mevsim	Mann-Kendall		Spearman		*EKKDR*	
		$u(t)$	Anlamlılık	$u(r)$	Anlamlılık	t	Anlamlılık
Edremit	Kış	-1.93	0.0536	-1.970*	0.024	-2.00*	0.049
	İlkbahar	0.46	0.6456	0.526	0.302	0.19	0.848
	Yaz	1.49	0.1362	1.598	0.056	1.33	0.186
	Sonbahar	0.64	0.5222	0.624	0.268	-0.12	0.903
	Yıllık	-0.03	0.9760	0.049	0.484	-0.144	0.886
Gönen	Kış	-0.96	0.3370	-1.030	0.152	-0.92	0.360
	İlkbahar	-0.39	0.6966	-0.368	0.359	-0.32	0.750
	Yaz	-0.59	0.5552	-0.225	0.413	-0.50	0.617
	Sonbahar	-0.21	0.8336	-0.216	0.417	-0.20	0.841
	Yıllık	-1.23	0.2186	-1.510	0.066	-0.894	0.375
Mustafa-kemalpaşa	Kış	0.54	0.5892	0.478	0.319	0.43	0.670
	İlkbahar	-0.29	0.7718	-0.265	0.436	-0.33	0.740
	Yaz	-0.21	0.8336	-0.126	0.452	-1.06	0.291
	Sonbahar	0.88	0.3788	1.042	0.149	0.77	0.447
	Yıllık	0.03	0.9760	0.142	0.444	0.507	0.613
Çanakkale	Kış	-0.81	0.4180	-0.826	0.206	-0.73	0.471
	İlkbahar	0.73	0.4654	0.826	0.206	0.97	0.338
	Yaz	0.45	0.6528	0.524	0.302	-0.74	0.462
	Sonbahar	0.04	0.9680	0.146	0.444	0.10	0.924
	Yıllık	-0.05	0.9602	-0.002	0.500	-0.05	0.964

Bandırma	Kış	-0.77	0.4412	-0.824	0.206	-0.98	0.329
	İlkbahar	0.69	0.4902	0.611	0.271	0.57	0.570
	Yaz	0.37	0.7114	0.497	0.312	0.19	0.846
	Sonbahar	0.77	0.4412	0.757	0.227	0.51	0.614
	Yıllık	0.04	0.9680	0.034	0.500	-0.09	0.926
Biga	Kış	-2.39*	0.0168	-2.354**	0.009	-2.49*	0.016
	İlkbahar	-0.44	0.6600	-0.433	0.334	-0.85	0.399
	Yaz	0.55	0.5824	0.730	0.233	0.91	0.366
	Sonbahar	-0.85	0.3954	-0.849	0.201	-0.75	0.454
	Yıllık	-1.99*	0.0466	-1.993*	0.023	-2.25*	0.028

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

4.4.5. Akarsu Akım Dizilerindeki Değişiklikler ve Eğilimler

Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİE) ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) tarafından kaydedilen Susurluk ve Kuzey Ege havzalarında ait ve insan müdahalesinin en az olduğu yukarı havza kesimlerinde ölçümleri yapılan, uzun yıllık akarsu akımlarının iklimsel değişkenlikten etkilenebilirliği değerlendirilmeye çalışıldı. Hidrolojik veri dizilerinde, *K-W* testiyle bulunan inhomojenlikler tüm mevsimlere görülürken, ağırlıklı olarak kışın ve ilkbaharda gözlenir (Çizelge 21). Kışın, akarsu akımlarındaki inhomojenlikler, anlamlı azalmalarla açıklanabilir. İlkbahar, yaz ve sonbahardaki inhomojenlikler, kış mevsimi ile büyük ölçüde benzerlik gösterirken, istasyonlardaki inhomojenlikler tüm mevsimlerde anlamlı azalma eğilimleriyle açıklanabilir. Akım verilerinde yıldan yıla değişebilirlikteki dizisel bağımlılığın ve/veya ani değişikliklerin doğası ve büyüklüğünü belirlemek için, akım dizilerine *W-W* dizisel ilişki sınamasını uygulandı.

Çizelge 21: Akarsu akım verilerinin Kruskal-Wallis (*K-W*) sınama örneklemdeğerleri (X_K) ve ki-kare dağılımına göre anlamlılık düzeyleri (α_1). (k), n_j=5 yıl olmak üzere, alt dönemlerin sayısını gösterir.

İstasyonlar	*k*	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
		X_K	Anlamlılık	X_K	Anlamlılık	X_K	Anlamlılık	X_K	Anlamlılık
Mustafakemalpaşa	12	30.26**	0.001	21.74*	0.026	30.79**	0.001	27.75**	0.004
Orhaneli	11	31.69**	0.000	23.41**	0.009	27.41**	0.002	31.69**	0.000
Kocaçay	10	9.99	0.351	7.37	0.598	10.50	0.311	7.55	0.580
Kocabaş	7	15.69*	0.016	6.68	0.351	6.70	0.350	12.16	0.058
Simav	10	24.16**	0.004	15.45	0.079	17.00*	0.049	15.71	0.073
Nilüfer	10	17.40*	0.043	19.91*	0.019	17.27*	0.045	15.39	0.081
Karamenderes	6	10.91	0.053	7.51	0.185	10.97	0.052	11.59*	0.041
Üzümcü	7	12.12	0.059	6.30	0.390	2.36	0.884	5.95	0.429
Uludere	5	2.24	0.692	3.95	0.413	8.07	0.089	5.49	0.240
Sarıçay	4	1.90	0.593	2.00	0.572	0.98	0.806	1.44	0.697
Bigaçayı	7	9.83	0.132	6.65	0.354	2.16	0.904	10.83	0.094
Havran	6	5.12	0.402	11.46*	0.043	5.74	0.333	7.81	0.167
Tuzla	5	6.62	0.157	1.65	0.800	3.18	0.529	6.86	0.144

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

Çizelge 22: Akarsu akım verileri için hesaplanan Mann-Kendall (*M-K*) $u(t)$, Spearman sınama örneklemdeğerleri $u(r)$ ve En Küçük Kareler Doğrusal Regresyon Yaklaşımından elde edilen β katsayısının anlamlılığı için *Student t* sınaması (t) test istatistikleri.

İstasyonlar	Mevsimler	Mann-Kendall		Spearman		*EKKDR*	
		$u(t)$	Anlamlılık	$u\,(r)$	Anlamlılık	t	Anlamlılık
Mustafakemalpaşa	Kış	-2.61**	0.009	-2.44**	0.007	-2.71**	0.009
	İlkbahar	-2.43*	0.015	-2.50**	0.006	-2.72**	0.008
	Yaz	-4.10**	0.000	-4.00**	0.000	-4.35**	0.000
	Sonbahar	-3.46**	0.001	-3.53**	0.000	-4.43**	0.000
Orhaneli çayı	Kış	-2.62**	0.009	-2.98**	0.001	-2.06*	0.044
	İlkbahar	-2.86**	0.004	-3.07**	0.001	-2.45*	0.018
	Yaz	-1.408	0.159	-1.55	0.061	-1.60	0.114
	Sonbahar	-2.62**	0.009	-2.98**	0.001	-2.06*	0.044
Kocaçay	Kış	-0.535	0.589	-0.608	0.274	-0.50	0.622
	İlkbahar	-0.728	0.465	-0.810	0.209	-0.80	0.429
	Yaz	-1.004	0.317	-0.984	0.164	-1.10	0.276
	Sonbahar	-0.167	0.865	-0.327	0.375	-0.95	0.348
Simav çayı	Kış	-2.16*	0.030	-2.17*	0.015	-2.36*	0.023
	İlkbahar	-1.271	0.204	-1.371	0.085	-1.41	0.166
	Yaz	-0.402	0.689	-0.604	0.274	-0.62	0.540
	Sonbahar	0.669	0.503	0.719	0.239	-0.39	0.697
Nilüfer çayı	Kış	-1.079	0.280	-1.038	0.152	-1.49	0.142
	İlkbahar	-0.443	0.660	-0.603	0.274	-0.74	0.462
	Yaz	0.611	0.542	0.698	0.245	0.81	0.422
	Sonbahar	3.40**	0.001	3.10**	0.001	3.18**	0.003
Karamenderes çayı	Kış	-2.73**	0.006	-2.61*	0.004	-2.72*	0.011
	İlkbahar	-1.69	0.091	-1.77*	0.038	-1.98	0.057
	Yaz	-3.39**	0.001	-3.04**	0.001	-2.42*	0.022
	Sonbahar	-2.87**	0.004	-2.83**	0.002	-1.51	0.142
Kocabaş çayı	Kış	-2.94**	0.003	-2.70**	0.003	-3.15**	0.003
	İlkbahar	-1.250	0.211	-1.363	0.087	-1.71	0.097
	Yaz	-1.307	0.190	-1.345	0.090	-0.63	0.534
	Sonbahar	-3.02**	0.003	-2.88**	0.002	-2.55*	0.016

Üzümcü çayı	Kış	-0.525	0.596	-0.532	0.298	-0.47	0.640
	İlkbahar	0.582	0.562	0.591	0.278	0.75	0.460
	Yaz	-0.525	0.596	-0.209	0.417	-0.01	0.993
	Sonbahar	-0.866	0.384	-0.804	0.212	0.12	0.901
Uludere çayı	Kış	-1.471	0.142	-1.552	0.061	-1.55	0.135
	İlkbahar	-1.285	0.201	-1.339	0.092	-1.87	0.074
	Yaz	-2.54*	0.011	-2.90**	0.002	-2.73*	0.012
	Sonbahar	-1.635	0.103	-1.81*	0.035	-1.86	0.076
Sarıçay	Kış	-1.494	0.136	-1.405	0.081	-0.33	0.742
	İlkbahar	0.085	0.936	0.085	0.468	-0.33	0.742
	Yaz	-1.664	0.097	-1.261	0.104	-1.05	0.308
	Sonbahar	-1.184	0.238	-1.145	0.127	0.14	0.892
Havran Çayı	Kış	-0.595	0.555	-0.625	0.268	0.10	0.600
	İlkbahar	-0.493	0.624	-0.853	0.198	-0.23	0.223
	Yaz	-1.98*	0.047	-1.93*	0.027	-0.23	0.212
	Sonbahar	-0.510	0.610	-0.301	0.382	-0.10	0.598
Tuzla Çayı	Kış	-1.363	0.174	-1.383	0.084	-0.33	0.106
	İlkbahar	0.395	0.689	0.145	0.444	-0.07	0.752
	Yaz	-1.106	0.267	-1.121	0.131	-0.36	0.077
	Sonbahar	-0.020	0.982	0.028	0.500	0.04	0.850

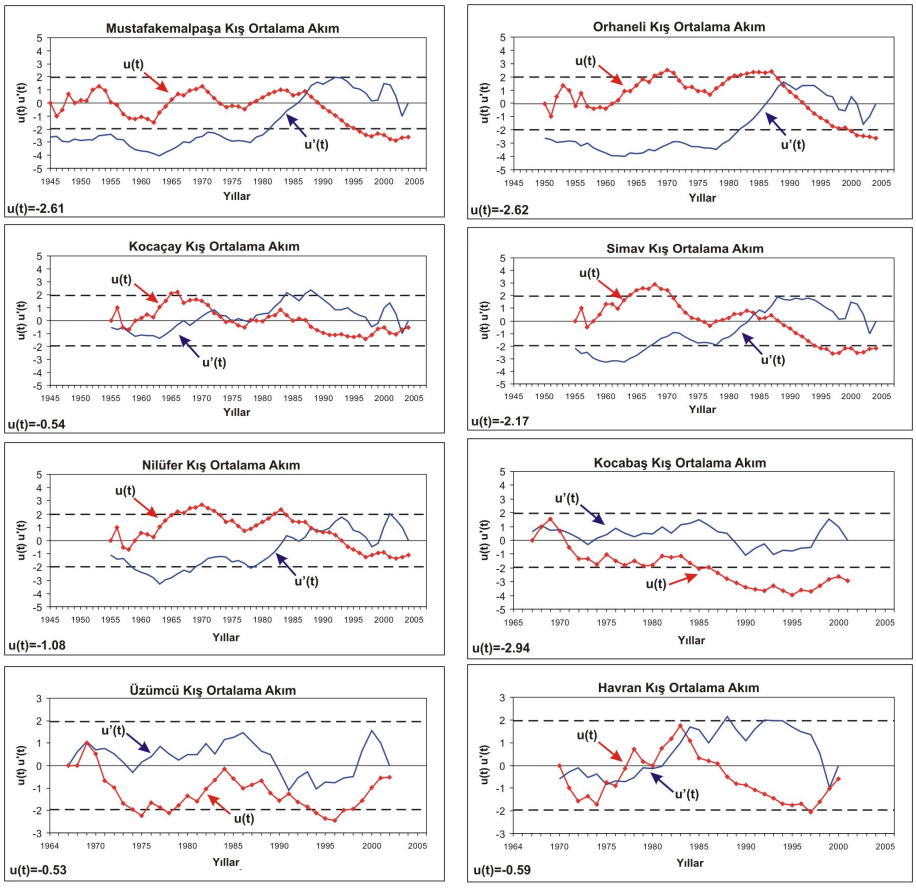
(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

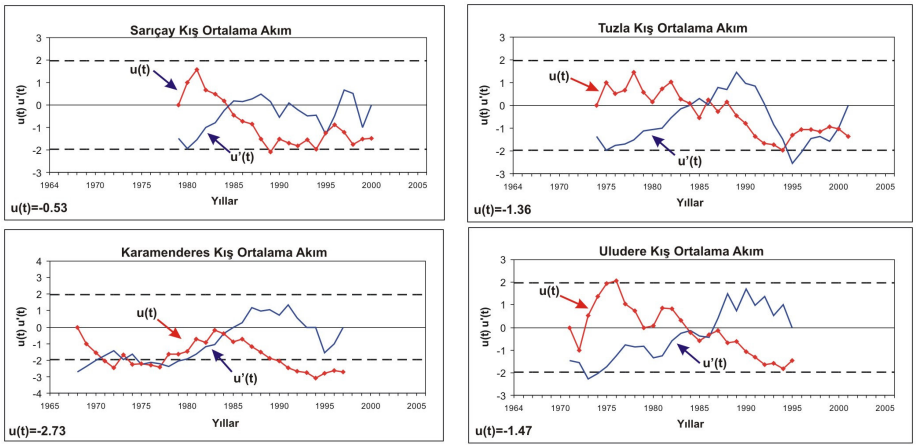
M-K, Spearman ve *EKKDR* sonuçlarına göre, kışın; Mustafakemalpaşa, Orhaneli, Kocabaş, Nilüfer Simav akarsu akım istasyonlarında istatistiksel olarak azalma eğilimi vardır. Azalma eğilimi, akarsuların beslenmesinde en önemli kaynak olan kış yağışlarındaki azalma eğilimiyle ilişkilidir. Akdeniz ikliminin görüldüğü bölgelerde, yağışlardan başka beslenme kaynağı olmayan akarsularda, akarsuyun sürekliliği için özellikle kış yağışlarının hayati önemi vardır. Kış mevsimi dışında diğer mevsimlerin, yıllık toplam yağışlara katkısı daha az olduğundan ve akarsular yazın şiddetli buharlaşmaya maruz kaldığı için, kış mevsiminde yeterli ölçekte beslenemeyen akarsular yazın kurumayla karşı karşıya kalırlar. Kışın, Mustafakemalpaşa, Orhaneli, Simav, Karamenderes, Kocabaş akımlarında *M-K*, Spearman ve *EKKDR* yaklaşımı test istatistiklerine göre anlamlı azalma eğilimleri gözlenir. İlkbaharda, Mustafakemalpaşa, Orhaneli istasyonları akım azalmalarının anlamlı olduğu istasyonlardır. Yazın, Mustafakemalpaşa, Karamenderes, Uludere çayı 0.01 anlamlılık düzeyinde önemli azalmalar vardır. Sonbahar mevsiminde ise, Mustafakemalpaşa, Orhaneli, Karamenderes, Kocabaş çayı akımlarında önemli azalma eğilimi söz konusudur (Çizelge 22).

Kışın, Mustafakemalpaşa çayında 1987 yılı önemli değişiklik yılıdır ve azalma, 1985 yılından beri ortalama koşullardan daha az akımlara doğru bir eğilim gösterir.

Mustafakemalpaşa kış akımlarındaki azalma eğilimi, 1993 yılından itibaren istatistiksel olarak anlamlıdır. Orhaneli çayı akım istasyonda kışın, 1990 yılı önemli değişiklik yılıdır ve 2001 yılında itibaren azalma anlamlıdır. 1968-1971, 1981-1987 dönemleri akımların hem gözlem boyunca en yüksek olduğu dönemlerdir hem de istatistiksel olarak anlamlı nemli dönemlere karşılık gelir. Orhaneli istasyonunda, 1988 yılından beri akım miktarlarında azalma yönünde bir eğilim gözlenir. 1993'ten itibaren akımlar ortalamadan daha azdır ve azalma eğilimi 2000 yılından itibaren anlamlıdır. Kocaçay, kış mevsiminde 1965-1966 yılları anlamlı bol akıma sahip bir dönem iken 1976-1977 yıllarında akım miktarı ortalamanın altındadır ve 1988 yılından itibaren, akım miktarlarında ortalamadan daha az akımlara doğru, azalma yönünde zayıf bir eğilim gözlenir. Simav istasyonda, 1965-1971 yılları istatistiksel olarak anlamlı ortalama koşullardan daha fazla akımın olduğu bir dönemdir. Simav kış akımlarında, 1985 yılı önemli değişiklik yılıdır ve 1990 yılından itibaren geri dönüşü olmayan ortalamadan daha az akıma sahip dönem yaşanmaktadır. Kış akımlarındaki, azalma yönündeki eğilim 1995 yılından beri istatistiksel olarak anlamlıdır. Nilüfer istasyonunda, 1966-1972 ve 1982-1983 yılları istatistiksel olarak anlamlı bol akışlı yıllardır, kış akım dizisi, 1980'lerin ortasından beri azalma yönünde zayıf bir eğilim gösterir. Nilüfer kış akımlarında, 1994 yılından beri ortalamadan daha az akım gözlenir, akım dizisindeki azalma eğilimi istatistiksel olarak anlamlı değildir. Karamenderes çayı, kış mevsiminde 1985 yılı önemli değişiklik noktasıyken, 1991 yılından beri azalma eğilimi anlamlıdır. Kocabaş çayı, kış mevsiminde, 1972 yılı önemli değişiklik noktasından itibaren uzun süreli yıllık ortalamadan azalma yönünde bir eğilim içerirken, 1987 yılıyla birlikte azalma eğilimi istatistiksel olarak anlam kazanmıştır. Kocabaş çayında, 1969-1971 dönemi anlamlı olmayan, ortalamadan yüksek akıma sahip dönemdir. Kışın Üzümcü çayında, 1975, 1978 ve 1994-1997 yılları anlamlı en az akım miktarının olduğu dönemlerdir. Kışın akarsu, 1967-1970 dönemi dışında ortalamadan daha düşük akıma sahiptir. 1971 yılından itibaren akım miktarında azalma yönünde eğilim vardır. 1975, 1978, 1994-1997 dönemleri azalma eğiliminin anlamlı olduğu, kurak dönemlere karşılık gelir. Uludere akarsu akım istasyonu, tüm mevsimler azalma yönünde bir eğilim içerir. Kışın, 1984 yılından son akım gözlem tarihi olan 1995 yılına kadar akımlarda geri dönümü olmayan azalmalar gözlenir. 1995-1996

akımları, bu istasyonda ölçülen en yüksek akımlı yıllardır ve istatistiksel olarak anlamlı bol akımlı yıllara karşılık gelir. 1973-1983 yılları akım miktarının ortalamadan fazla olduğu yıllardır. Sarıçay akımlarında, tüm mevsimlerde azalma yönünde bir eğilim vardır. Kış mevsiminde, 1985'ten itibaren azalma yönünde geri dönümü olmayan azalmalar yaşanır. Bu istasyonda, en kurak geçen yıl 1989 ve 1994 yıllarıdır ve anlamlı az akıma sahip dönemlere karşılık gelir. Havran akım istasyonu, kışın azalma yönünde bir eğilim içerir. Akım dizisi, 1971-1977 döneminde ortalamadan az akıma sahipken 1978'den 1987'e kadar ortalamadan fazla akıma sahip bir dönem yaşamıştır. Azalma eğilimi, 1980'lerin sonlarından beri etkilidir ve 1997 yılı istatistiksel olarak anlamlı kurak yıla karşılık gelir. Tuzla akımlarında, kışın genel olarak azalma yönünde bir eğilim gözlenir. 1985, 1987 yılları ve 1989'dan beri akım miktarları ortalamanın altındadır. Kış mevsimindeki azalma eğilimi 1994 en kurak akımın olduğu yıl dışında istatistiksel olarak anlamlı değildir (Şekil 34).





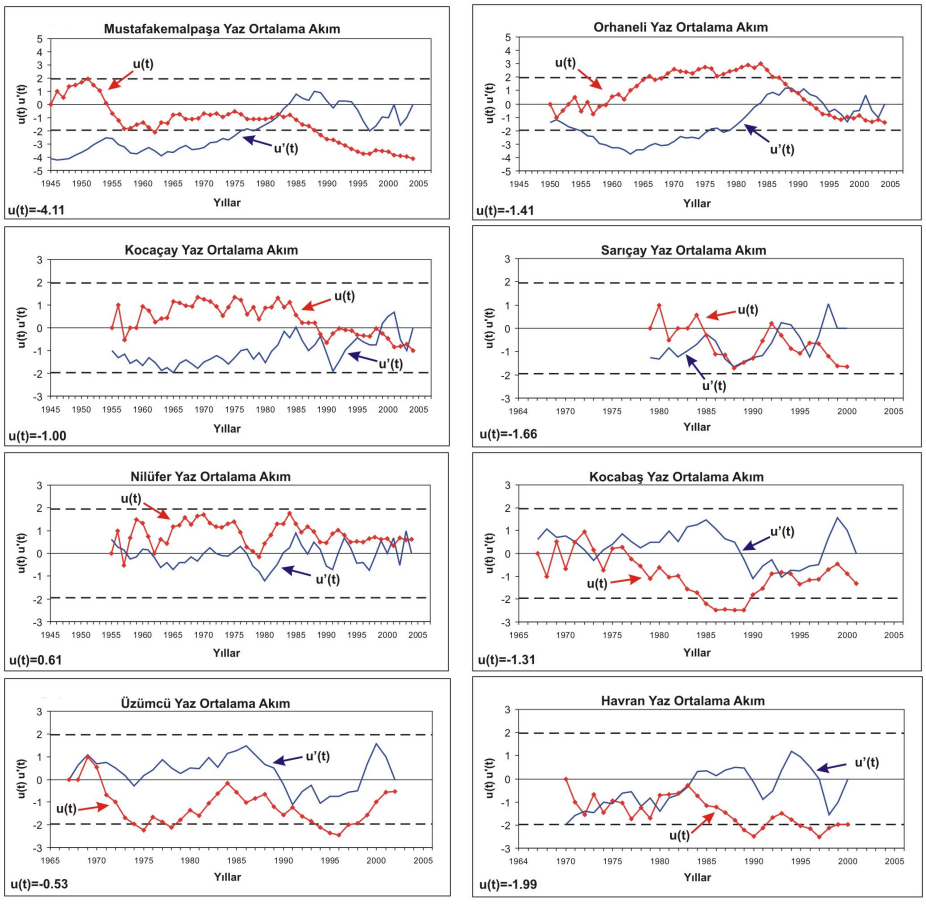
Şekil 34: Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesinden elde edilen $u(t)$ (—•—) ve $u'(t)$ (——) değerlerine göre, kış ortalama akım dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. (**- - - -**), normal dağılımın 0.05 anlamlılık düzeyindeki ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

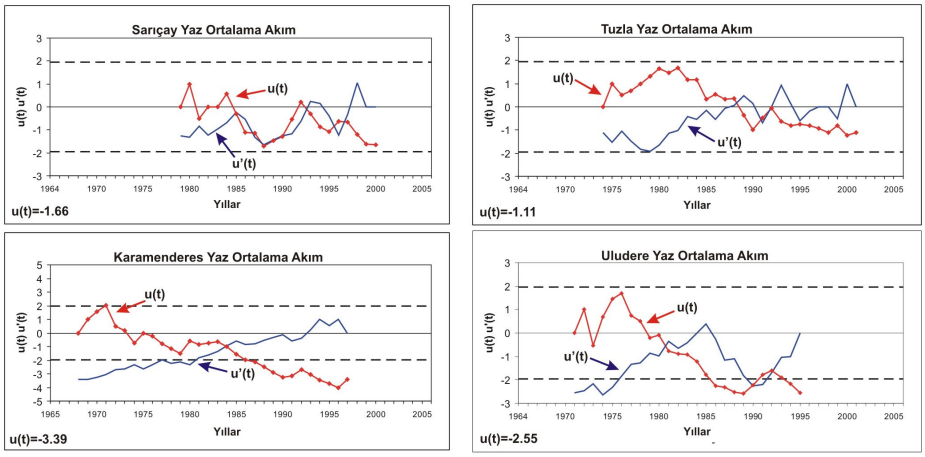
İlkbahar mevsimi Mustafakemalpaşa çayı akımları için 1982 yılı önemli değişiklik yılıdır ve azalma eğilimi 1994 yılından beri anlamlıdır. 1945-1947, 1953-1965 dönemlerinden sonra 1985'ten son kayıt tarihi olan 2004 yılına kadar akımlar ortalamadan daha azdır. İlkbaharda Orhaneli çayı, 1970 yılı istatistiksel olarak anlamlı ve en yüksek akımın gerçekleştiği yıla karşılık gelir. Orhaneli çayında, 1986 yılı önemli değişiklik yılıdır ve akımlardaki azalma eğilimi 1970'lerin ortalarından itibaren gözlenir. 1989-2004 dönemi ortalamadan daha az akımların gerçekleştiği yıllardır. Azalma yönündeki eğilim 1994 yılından itibaren anlamlıdır. İlkbaharda, Kocaçay istasyonunda, 1974 yılı önemli değişiklik yılıdır. Akımlar 1979 yılından beri ortalamadan azalma yönünde zayıf bir eğilim gösterirken, azalma eğilimi 1991 anlamlı kurak yılından sonra istatistiksel olarak anlamlı değildir. Simav ilkbahar akımlarında, 1966-1967, 1969 ve 1971-1972 yılları anlamlı, yüksek akıma sahip yıllarken, 1975'lerde başlayan azalma eğilimiyle akarsu 1986 yılından beri ortalamadan daha az akıma sahiptir. Simav ilkbahar akımlarındaki, azalma eğilimi istatistiksel olarak anlamlı değildir. Nilüfer çayı ilkbahar akımlarında, 1968-1972 ve 1984 yılları anlamlı bol akışlı yıllardır. Nilüfer ilkbahar akımlarında, 1980'lerden itibaren azalma eğilimi gözlenir, 1994 yılından itibaren ortalamadan farklı olarak azalma yönünde zayıf bir eğilim gözlenir. Karamenderes ilkbahar akımında, gözlem tarihinden itibaren azalma yönünde olan eğilim, 1990 yılından itibaren istatistiksel

olarak anlamlılık kazanır. Kocabaş çayı ilkbahar akımları, 1977 yılından beri ortalama koşullardan daha az akıma sahiptir, azalma eğilimi anlamlı değildir. Kocabaş çayı azalma eğiliminde, tek anlamlı yıl 1987 yılıdır. Üzümcü çayı ilkbahar mevsimi, 1978-1984, 1986-1988 ve 1990-1998 dönemlerinde ortalamadan daha az akımlara sahiptir. 1969-1977 ve 1999-2002 dönemleri, ortalamanın üzerinde akımlara sahip yıllardır. Uludere ilkbahar mevsimindeki azalma eğilimi, 1978'den beri etkilidir. İlkbaharda akarsuyun en yüksek akımlarının olduğu yıllar 1974-1977'dir. Sarıçay ilkbaharda, en az akım 1990 yılında gerçekleşmiştir. Sarıçay'daki azalma eğilimi, 1990'ların başından itibaren zayıf bir artış eğilimi olarak değişir. Bu dönemde, 1997 ve 1999-2000 yılları ortalamanın biraz üzerinde akımların gerçekleştiği yıllara karşılık gelir. Havran ilkbahardaki azalma eğilimi, 1976'dan itibaren egemendir. Havran'da azalma eğilimi, 1990-1994 döneminde anlamlıdır ve 1996'dan beri akımlarda zayıf bir artma eğilimi gözlenir. Tuzla ilkbahar akımları, 1977, 1991-1994 dönemleri dışında ortalamanın üzerinde akımlara sahip yıllardır. Tuzla çayında, akımların en yüksek olduğu anlamlı nemli yıl 1988'dir (Acar ve Türkeş, 2008).

Mustafakemalpaşa çayı yaz akımları 1955 yılından itibaren azalma yönünde bir eğilim gösterir. 1945-1954 dönemi akımın en fazla olduğu döneme karşılık gelirken 1955'ten beri akımlarda geri dönümü olmayan uzun süreli bir azalma eğilimi gözlenir. 1989 yılından itibaren akımlardaki azalma eğilimi istatistiksel olarak anlamlı bir durum alır. Orhaneli çayı yaz akımlarında, 1966, 1969-1986 yılları anlamlı yüksek akımların olduğu yıllardır. 1990'ların başından itibaren akımlarda uzun süreli azalma yönünde bir eğilim gözlenir. 1993 yılından beri akımlar ortalama koşullardan daha az miktara sahiptir. Azalma eğilimi, istatistiksel olarak anlamlı değildir. Yazın Kocaçay'da, 1957 ve 1989-2004 dönemleri ortalamanın altında akımların gözlendiği yıllara karşılık gelir. 1980'lerin ortalarından beri anlamlı olmayan azalma eğilimi gözlenir. Simav yaz akımlarında, 1981-1989 anlamlı bol akımlı dönemi önemlidir. 1990'lı yıllardan itibaren yaz akımlarında anlamlı olmayan azalma eğilimi gözlenir. Nilüfer yaz akımlarında, 1957 ve 1979 yılları ortalamadan az akıma sahip yıllardır. Genel olarak yaz akımları, ortalamadan daha bol akıma sahiptir. Karamenderes yaz akımları, gözlem tarihinden itibaren azalma yönünde bir

eğilim içerir. Kocabaş çayı yaz akımlarında, 1986-1990 dönemi önemli zayıf akışa sahip yıllardır. Azalma eğilimi, bu dönem dışında istatistiksel olarak anlamlılık olmayan 1978 yılından beri azalma eğilimi gösterir. Üzümcü çayı yazın, akarsu 1972 yılından beri istatistiksel olarak anlamlı bir azalma eğilimi içerir. Üzümcü çayı, 1970'den beri çok ciddi boyutta azalma gözlenir. Uludere'de yazın, anlamlı azalma eğilimi 1980'lerin başlarından beri etkilidir ve 1986-1991, 1994-1995 dönemleri akımda ciddi azalmaların olduğu, azalma eğilimini anlamlı olduğu yıllardır. Yazın Sarıçay'da, azalma eğilimi akım ölçümlerinin başladığı yıldan itibaren etkilidir ve 1992 yılı dışında 1985'ten beri akım miktarları ortalamanın altındadır. Havran çayının yaz mevsiminde, akımları oldukça azalır ve tüm yıllarda ortalamadan daha az akımlar gerçekleşir. Havran çayında, 1989-1991 ve 1995-2000 dönemleri anlamlı kurak dönemlere karşılık gelir. Tuzla yaz mevsimi, azalma yönünde belirgin bir eğilimin olduğu dönemdir. 1986'dan beri akım miktarları ortalamanın altındadır. Azalma eğilimi, istatistiksel olarak anlamlı değildir (Şekil 35).





Şekil 35: Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesinden elde edilen $u(t)$ (—●—) ve $u'(t)$ (——) değerlerine göre, yaz ortalama akım dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. **(- - - -),** normal dağılımın 0.05 anlamlılık düzeyindeki ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.

Sonbaharda Mustafakemalpaşa çayında, 1945-1954 yılları en bol akımlı yıllardır ve yaz mevsimindeki gibi akım miktarında uzun süreli bir eğilim egemendir. 1948-1951 dönemi istatistiksel olarak anlamlı nemli döneme karşılık gelirken, 1957 yılından beri ortalama miktarından az olan akım seviyesi, 1992 yılından beri anlamlı azalma eğilimi içerir. Orhaneli çayı sonbaharda, 1968-1971 ve 1981-1987 yılları akımın anlamlı bol akımlı yıllara karşılık gelirken, 1980'lerin sonlarında başlayan azalma yönündeki eğilim 1993 yılından itibaren ortalamadan daha az akıma sahip yıllarla açıklanabilir. 2000 yılından itibaren sonbahar mevsimindeki azalma anlamlıdır. Kocaçay sonbaharda, 1967-1993 yılları arasındaki dönemde ortalama koşullardan daha yüksek akıma gözlenir. Azalma yönünde önemli bir eğilim yoktur, 1990'ların başından itibaren ortalamadan 1967-1993 nemli dönemine göre azalma yönünde zayıf bir eğilim gözlenir. 1961-1966, 1997, 2002-2004 yılları ortalamadan daha az akımların olduğu yıllardır. Simav sonbahar akımlarında, 1972'den beri ortalamadan daha bol akım gözlenir. 1980-1992 dönemi anlamlı bol akışlı dönemdir, 1990'lardan itibaren akımlar ortalamadan yüksektir ancak akım dizisi, zayıf bir azalma eğilimi içerir. Nilüfer Sonbahar akımlarındaki artış eğilimi, 1973-1975, 1979-1984 yıllarında ve 1990'lardan beri istatistiksel olarak anlamlı bol akıma sahiptir. Karamenderes sonbahar akımları, sırasıyla 1987-1988 ve 1990 yılından son kayıt tarihi olan 1997'e kadar istatistiksel olarak anlamlı azalma eğilimi gösterir.

Karamenderes çayı, tüm mevsimlerde 1990'lardan itibaren önem kazanan ciddi ölçekte azalma eğilimi içerir. Kocabaş çayı sonbahar akımlarında, 1970'lerin sonlarında başlayan azalma eğilimi, 1985 yılından beri anlamlıdır. En bol akışın olduğu dönem 1973-1976 yıllar arasıdır. Üzümcü çayı sonbahar akımları, zayıf bir azalma eğilimi içerir, 1995 ve 1998 akımlarda azalmanın anlamlı olduğu yıllara karşılık gelir. 1976-1981 az akıma sahip dönemden sonra, 1990'dan başlayan ikinci bir kurak dönem yaşanır. Sonbahardaki azalma eğilimi, 1990'ların başlarından beri etkilidir. Uludere sonbaharda, 1971-1984 yılları ortalamadan yüksek akımlara sahiptir ve 1985'ten itibaren akımlarda önemli miktarda azalmalar gözlenir. Azalma eğilimi, anlamlı değildir fakat 1989-1995 dönemi en kurak yıllara karşılık gelir. Sarıçay sonbahar akımlarındaki anlamlı olmayan azalma eğilimi, 1983'ten beri etkilidir. Akımlarda, 1988 yılı anlamlı en az akıma sahip yıldır. Sonbahar akımlarında 1979-1982 dönemi en fazla akımın gerçekleştiği dönemdir ve bu dönem dışında, akımlar hep ortalamanın altındadır. Havran sonbahar akımları, 1976 yılından itibaren ortalamadan azalma yönünde bir eğilim içerir. 1997 en az akıma sahip olan yıldır. Tuzla sonbahar mevsimi de, azalma eğiliminin belirgindir. 1984'ten 1999'a kadar akım miktarları ortalamanın altında gerçekleşmiştir, bu dizideki eğilim istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Çizelge 23: Yıllık akarsu akım verileri için hesaplanan Mann-Kendall (*M-K*) $u(t)$, Spearman sınama örneklemdeğerleri $u(r)$ ve En Küçük Kareler Doğrusal Regresyon Yaklaşımından elde edilen β katsayısının anlamlılığı için *Student t* sınaması (t) test istatistikleri.

İstasyonlar	Mann-Kendall		Spearman		*EKKDR*	
	$u(t)$	Anlamlılık	$u(r)$	Anlamlılık	t	Anlamlılık
Mustafakemalpaşa	-3.28**	0.001	-3.24**	0.001	-3.36**	0.001
Orhaneli	-2.72**	0.007	-2.90**	0.002	-2.46*	0.017
Kocaçay	-0.79	0.430	-0.76	0.224	-0.83	0.413
Simav	-2.12*	0.034	0.72	0.236	-0.39	0.697
Nilüfer	-0.33	0.741	-0.32	0.375	-0.53	0.598
Karamenderes	-2.80**	0.005	-2.75**	0.003	-3.30**	0.003
Kocabaş	-2.77**	0.006	-2.61**	0.004	-3.47**	0.001
Üzümcü	-0.50	0.617	-0.42	0.337	-0.11	0.912
Sarıçay	-0.37	0.711	-0.50	0.312	-0.72	0.482
Havran	-0.85	0.395	-1.05	0.149	-0.34	0.739
Tuzla	-0.75	0.453	-0.77	0.221	-0.81	0.425
Uludere	-1.77*	0.017	-1.86*	0.032	-2.33*	0.029

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

Akarsuların yıllık ortalama akımlarında, Mustafakemalpaşa, Orhaneli, Simav, Karamenderes, Kocabaş ve Uludere'de anlamlı bir azalma eğilimi vardır (Çizelge 23). Akım miktarlarında, özellikle 1990'lı yılların başlarından itibaren ortalamadan önemli şekilde azalma gözlenir. İlkbahar ve sonbahar mevsimlerindeki azalma eğilimleri yağışlardaki azalmadan daha çok, 1995 yılında akarsuların birçoğu üzerinde sulama amaçlı büyük su işleri projeleri ve gölet yapımı için akarsu akımlarında doğal olmayan değişikliklerin yapılması, akarsu üzerinde sulama, taşkın vb. amaçla yapılan yapıların artmasıyla ilgilidir. Yaz kuraklığının etkisi ve yağış miktarında yaz mevsiminin katkısının en olduğu mevsim olmasıyla birlikte akarsular ciddi ölçüde kurumayla karşı karşıya kalırlar.

4.5. Akarsular Üzerindeki Büyük Su İşleri ve Göletler

DSİ 25. Bölge Müdürlüğü tarafından, bölge müdürlüğü içinde kalan akarsular üzerinde birçoğunun ihalesi 1995 yılında başlayan sulama, taşkın ve içme suyu kullanımı amacıyla birçok proje yürütülmektedir. Büyük su işleri, Biga ovası, Bayramiç-Ezine Kumkale ovaları, Umurbey ovası, Ayvacık-Paşaköy-Tuzla ovaları, Lapseki-Bayramdere ovaları kapsayan sulama amaçlı tesislerden oluşur.

İntepe, Yenice-Kayatepe, Yenice-Çınar, Çan-Karakoca, Ezine-Tavaklı, Biga-Ayıtdere, Yenice-Hamdibey, Bayramiç-Örenli, Lapseki-Beybaşlı, Biga-Hacıpehlivanlı, Çan-Altıkulaç, Ezine-Akçin, Biga-Kaynarca gölet ve sulamaları, çalışma alanındaki akarsular üzerinde DSİ 25. Bölge müdürlüğü tarafından birçoğunun ihalesi 1998 ve 2000 yıllarında başlamış olup hala devam eden çalışmaları içerirler.

Biga Ovası Sulama Projesi

Bu proje, Çanakkale ili Biga ilçesi sınırları içinde Biga çayının batısında yer alır. 1995 yılında ihalesi başlamıştır ve temel amacı sulamadır. Çalışma kapsamında, dere ıslah çalışmalarının büyük bir kısmı tamamlanmış ve 2005 yılı sonu itibariyle toplam 6334 ha'lık alan sulamaya açılmıştır. 2006 yılı sonunda ek olarak 1000 ha'lık alanın sulanması hedeflenmektedir. Bu projede karşılaşılan sorun toplulaştırma problemleridir ve bu süre uzadıkça projenin faydaya dönüşmesi gecikmektedir.

Menderes Çayı Sulama Projesi

Kuzey Ege havzasında, Çanakkale ili sınırlarında yer alır. Bayramiç, Ezine ve Kumkale ovalarında toplam 16.437 ha'lık alanın sulanması ve gerekli dere ıslah çalışmalarının yapılmasını kapsar. Proje, 1995 yılında ihaleye açılmış ve 2005 yılında projenin gerçekleşme oranı %53'tür, 8405 ha'lık alan sulamaya açılmıştır. 2006 yılında toplam sulanması planlanan alan ek olarak 1116 ha'dır.

Biga-Taşoluk Projesi

Çanakkale Biga İlçesinin 15 km doğusunda bulunur. Proje tamamlandığında Biga ovasında 9352 ha tarım arazisi sulanacaktır. Taşoluk barajı 2007 yılı itibariyle tamamlanmıştır. Barajın sulayacağı Biga ovasında tuzlanma problemleri başlamıştır.

Ege Tuzla Projesi -Ayvacık Barajı

Proje, Ayvacık ilçesindeki Tuzla çayı üzerinde yer alır. İhale tarihi 2001'dir ve temel amacı sulamadır. Proje tamamlandığında, Ayvacık, Paşaköy ve Tuzla ovalarında 3.419 ha'lık bir alanın sulanması planlanmaktadır. Bu proje kapsamında yapılan Ayvacık barajı ile bahsedilen ovaların sulama ihtiyacı karşılanması hedeflenmiştir. Ayvacık barajı 2007 yılı itibariyle tamamlanmıştır ve 3450 ha'lık bir alan sulamaya açılmıştır. Baraj kapsamında yapılan sulama inşaatı sürmektedir. Proje aşamasında, tuzla ovalarında tuzlanma başlamıştır.

Lapseki-Bayramdere Projesi

Lapseki ilçe sınırlarını kapsayan bu proje ile sulama ve içme, kullanma suyu ihtiyacının karşılanması planlanmıştır. Proje için ihale 1998 yılında başlamış ve Bayramdere barajı fiziki olarak 2008-2009 yılı içinde tamamlanabilecek durumdadır. Proje tamamlandığında 1050 ha'lık alan sulamaya açılacaktır.

İntepe Göleti ve Sulaması

Çanakkale ili İntepe beldesini kapsayan proje ile sulama ihtiyacının karşılanması planlanmaktadır. Gölet 2007 yılı itibariyle tamamlanmıştır. Sulama inşaatı yapımı sürmektedir. Sulama inşaatı tamamlandığında, 114 ha'lık bir alanın borulu şebekeyle sulanması amaçlanmaktadır.

Yenice-Kayatepe, Yenice-Çınar Göletleri

Yenice ilçesinde, sulama amaçlı yapılan bir projedir. 1998 yılında ihaleleri yapılmıştır ve tamamlandığında Kayatepe'de 307 ha'lık, Çınar'da 166 ha'lık bir alanın borulu şebekeyle sulanması planlanmaktadır.

Umurbey Barajı

Çanakkale ili Umurbey ilçesinin 3 km doğusunda Umurbey Çayı üzerindedir. 1995 yılında ihaleye çıkarılmış ve 2007 yılı itibariyle baraj yapımı tamamlanmıştır. Bu baraj ile 3661 ha'lık tarım alanı sulanmaktadır. Sulama inşaatı hala devam etmektedir.

Çan Karakoca Göleti ve Sulaması

Çan Karakoca köyü Koz deresi üzerinde yer alan gölet 1998 yılında ihaleye çıkarılmıştır. Bu proje ile 323 ha'lık bir tarım arazisinin ve 147 ha'lık alanın borulu şebekeyle sulanması planlanmaktadır. Proje tamamlanmak üzeredir.

DSİ kontrolünde yapılan bu gölet ve barajlar, ilgili bölgelerin hidrolojisi, zemin özellikleri, sulanacak alanın büyüklüğü, ilgili alanın tarımsal ürün deseni, çevre etki değerlendirmeleri yapılarak yapının uygun ve ekonomik olup olmadığına karar verilmektedir. Baraj ve göletlerden yararlanılarak sulama yapılması planlanan tarım

alanları için bu yapılar sulama kanallarıyla desteklenir. Birçoğu yapım aşamasında olan sulama kanal ve kanaletleri kapalı sistemle desteklenir böylece sulama sırasında kanallardan su kaybı önlenmektedir. Ayrıca, çiftçi Tarım Kooperatifleri, Ziraat Oda'ları tarafından bilinçlendirilmektedir. İlgili kurum ve birlikler tarafından çiftçi, *Damlama sulama* sisteminin yararları ve tarımsal alanların günün en uygun zamanında sulanması, yöre için en uygun ürün seçilmesi vb. konularda bilgilendirilmektedir.

5. PEARSON KORELASYON ANALİZİ SONUÇLARI

Uzakbağlantı terimi, atmosferik bilimlerde coğrafi olarak ayrılmış bölgeler arasında iklim bağlantılarını tanımlamak için kullanılır (Nigam, 2003). Uzakbağlantı haritaları, ilk önce atmosferik basınç gibi dünya yüzeyinde ölçülen meteorolojik parametreler için yapıldı. Bugün, daha çok objektif olarak seçilebilen temel noktalar ve uzakbağlantı haritalarının sağlamlığı bağımsızlık analizleri tarafından doğrulanabilir. Uzakbağlantı desenlerinin etki derecesi ile yapısı; mevsim, enlem, değişkenin seçimi ve hatta verinin geçici ortalaması ile değişir (Nigam, 2003). İyi bilinen uzakbağlantı deseninin yapısı bilinmesine rağmen uzakbağlantıların kökenleri ve nedenleri henüz iyi bilinmemektedir.

Akdeniz havzasında etkisi olan farklı uzakbağlantı desenlerinden NAO, AO, EÑSO ve MO indislerinin kuzeybatı Anadolu'da yer alan çalışma alanının sıcaklık, yağış ve akarsu akım veri setleriyle olan ilişkileri incelenmiştir.

Uzakbağlantı desenleri, bir aylık ya da daha uzun zaman ölçeğine gelişen daimi dalga salınımları olarak tanımlanırlar. Stratosfer-troposfer etkileşimi ve orta enlemlerdeki Rossby dalgalarının yayılımındaki değişkenlik ve düşük sıklıklı genel dolaşımında önemli bir rol oynadığı kabul edilir. Uzakbağlantı, Amerikan

Meteoroloji Derneği (American Meteorological Society) tarafından şu şekilde tanımlanmıştır (http://climatesci.org/2005/08/25/teleconnection):

1. Birbirinden ayrılmış geniş ölçekli alanlarda hava koşullarının değişimindeki bağlantılar.

2. Geniş ölçüde birbirinden ayrılmış noktaların etki alanlarındaki dalgalanmaların negatif ya da pozitif ilişki göstermesi.

Geniş alanlar üzerinde etkili olan ve aralarında pozitif ve negatif ilişkinin bulunduğu atmosferik salınım alanları içerisinde yer alan bir bölgede, normalin üzerinde (ekstrem olaylar) sıcaklık, yağış, rüzgâr gibi iklim parametreleri görülürken diğer bir bölgede ise normalin altında (ektrem olaylar) yağış, sıcaklık durumları görülebilir (Hurrell vd., 2000). Bu tür ilişkiler, atmosferdeki yüksek ve alçak basınç bölgelerini, rüzgârın yerini, hızını, gelen hava kütlesinin sıcak ve soğuk olmasını belirleyerek yerel hava koşullarını, nemi, atmosfer statiğini, fırtına ve fırtına alanlarını doğrudan etkileyerek belirler.

5. 1. Atmosfer Salınımları ve Sıcaklıklar Arasındaki Bağlantılar

5.1.1. Kuzey Atlantik Salınımı (NAO)

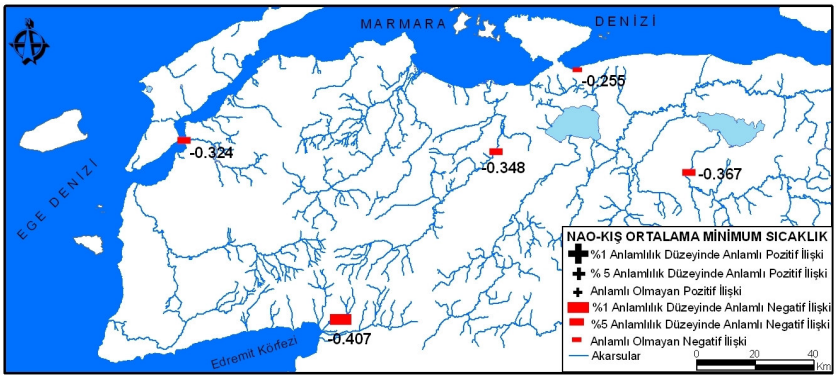
NAO, Azorlar bölgesi üzerinde yerleşik dinamik subtropikal antisiklon ile Grönland ve İzlanda üzerinde egemen olan tropiklerdışı (orta enlem) siklonu arasındaki, geniş ölçekli atmosferik basınç dalgalanması ya da salınımı olarak tanımlanabilir (Türkeş ve Erlat, 2003). NAO'nun, Atlas Okyanusunun kuzeyindeki hava desenlerini ve özellikle Avrupa ve Akdeniz havzasındaki bağlantılı bölgesel iklim anomalilerini üreten önemli bir atmosfer salınımı olduğu kabul edilir. Kışın, batı rüzgarlarıyla Atlantik okyanusundan Akdeniz havzası ve Avrupa üzerine ısı ve nem taşınır; taşınan bu nem tutarı yıllar arasında önemli ölçüde değişir (Hurrell, 1995). NAO indisi pozitif evresinde, polar ve subtropikal basınç alanları arasında basınç farkı artar ve batı rüzgarları kuşağı kuvvetlenerek kuzey Avrupa üzerine ılık

ve nemli hava kütlelerini taşır. Bu dönemde, Akdeniz havzasına ulaşan hava kütlelerinin nem içeriği azdır. Güney Avrupa, kuzey Afrika ve Akdeniz havzası üzerinde atmosferin nem içeriğinin azalmasına ve artan kuzeyli dolaşıma bağlı olarak, soğuk ve kurak koşullar ortaya çıkar. NAO indisinin negatif evresinde ise, ortalamadan daha kuvvetli batı rüzgarları kuşağı Akdeniz havzası ve çevresine ılık ve nemli hava taşır; bu dönemde hava sıcaklıkları ve yağışlar artar (Hurrell, 1995; Erlat, 2002; Türkeş ve Erlat, 2003, 2005a, 2005b, 2006).

NAO, Batı Avrupa ve Orta Doğuda sıcaklık ve yağış ile pozitif bir ilişki gösterirken (Hurrell, 1995;), kuvvetli kış ayları boyunca, batı Akdeniz ve Türkiye (Rodo vd., 1997; Esteban Parra vd., 1998; Delitala vd., 2000; Goodess ve Jones, 2002; Türkeş ve Erlat, 2003; Türkeş ve Erlat 2005a, 2005b) yağışları üzerinde negatif bir ilişki gösterir. Hurrell (1995) tarafından bahsedilen orta doğu ilişkisi, Azor hava kütlelerinin Kuzey-Doğulu dolaşımla taşınması nedeniyle güçlü NAO evreleri boyunca, Akdeniz üzerine ulaşan hava kütleleri sapmalara uğrar. Yunanistan yağışları için yapılan eğilim analizlerinde, (Xoplaki vd.,2000; Feidas vd., 2007) yıllık ortalama yağışlar ve kış yağışlarında anlamlı azalma eğilimi gözlenmiş ve NAO indislerinin Yunanistan'ın yıllık ve kış yağışları ile anlamlı negatif bir ilişki bulunmuştur. NAO'nun İber yarımadası ile olan ilişkisi, Atlantik kıyıları boyunca negatiftir ama Akdeniz kıyı kesimindeki bazı bölgelerde pozitif bir ilişki bulunmuştur (Rodo vd., 1997; Esteban-Parra vd., 1998).

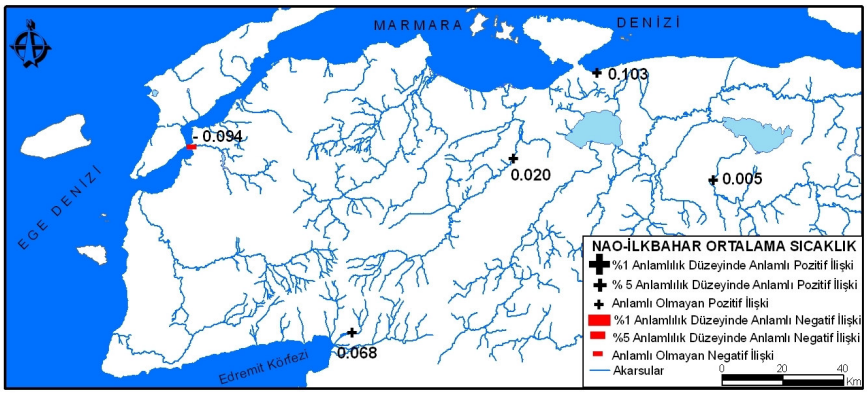
Genel olarak, mevsimlik hava sıcaklıkları ve NAO indisleri arasında negatif ilişki katsayıları bulundu. Kışın ortalama ve ortalama minimum sıcaklıklar, istasyonların çoğunda NAO indisiyle anlamlı negatif ilişki gösterir (Şekil 36). İlişki katsayılarının anlamlılık düzeyleri, kışın ortalama sıcaklıklarda 0.027-0.06, ortalama minimum sıcaklıklarda 0.008-0.10 ve ortalama maksimum sıcaklıklarda 0.07-0.37 arasında değişir. Erlat (2002)'a göre, Türkiye minimum sıcaklıklarında NAO indisinin kuvvetli negatif olduğu yıllarda görülen artış, indisin pozitif olduğu yıllardaki azalmadan daha belirgindir. İstasyonların kış ortalama, maksimum ve minimum

sıcaklıkları, NAO indisinin pozitif olduğu dönemlerde azalma, negatif olduğu dönemlerde artma gösterir.



Şekil 36: Kış ortalama minimum sıcaklık dizileri ve mevsimlik NAO indisi arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (r) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

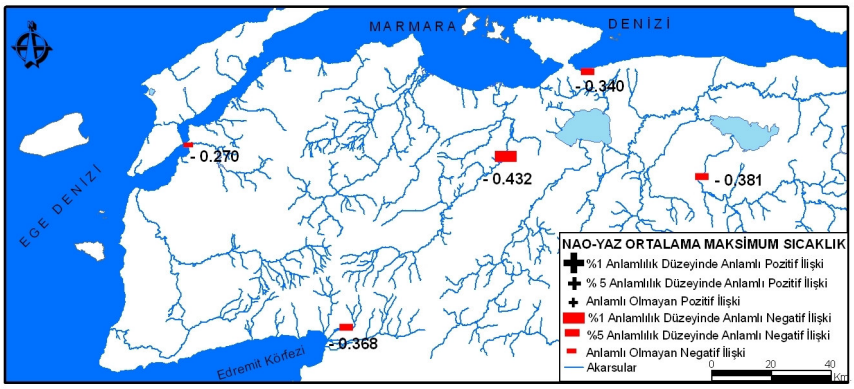
İlkbahar ortalama ve ortalama maksimum hava sıcaklıkları, istasyonların tamamında anlamlı olmayan pozitif ilişki gösterir (Şekil 37). İlkbaharda, ortalama ve ortalama maksimum sıcaklıklar, NAO indisinin pozitif değerler gösterdiği yıllarda artma, negatif değerler gösterdiği yıllarda azalma gösterir.



Şekil 37: İlkbahar ortalama sıcaklık dizileri ve mevsimlik NAO indisi arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (r) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

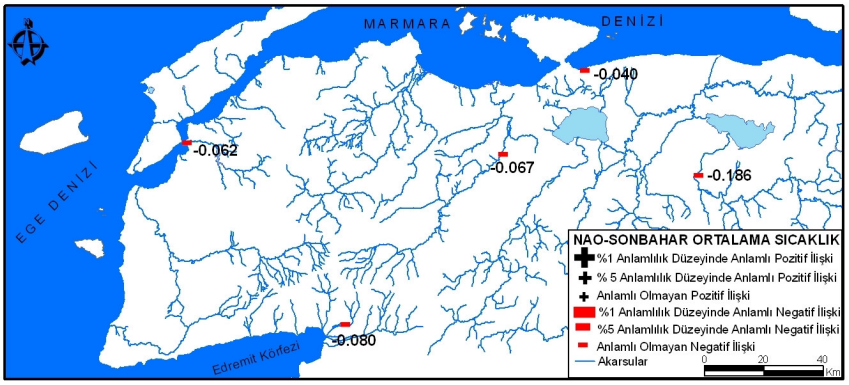
Yazın, ortalama, ortalama maksimum ve minimum sıcaklıklar ile NAO indisleri arasında anlamlı negatif ilişki gözlenir. Türkiye yağışları ve NAO için yapılan önceki çalışmalarda ise, ilişkinin yaz mevsiminde zayıfladığı saptanmıştır (Türkeş ve Erlat,

2003). Yaz sıcaklıkları NAO indisinin negatif evresinde artma gösterirken, pozitif evresinde azalma gösterir (Şekil 38).



Şekil 38: Yaz ortalama maksimum sıcaklık dizileri ve mevsimlik NAO indisi arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (r) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

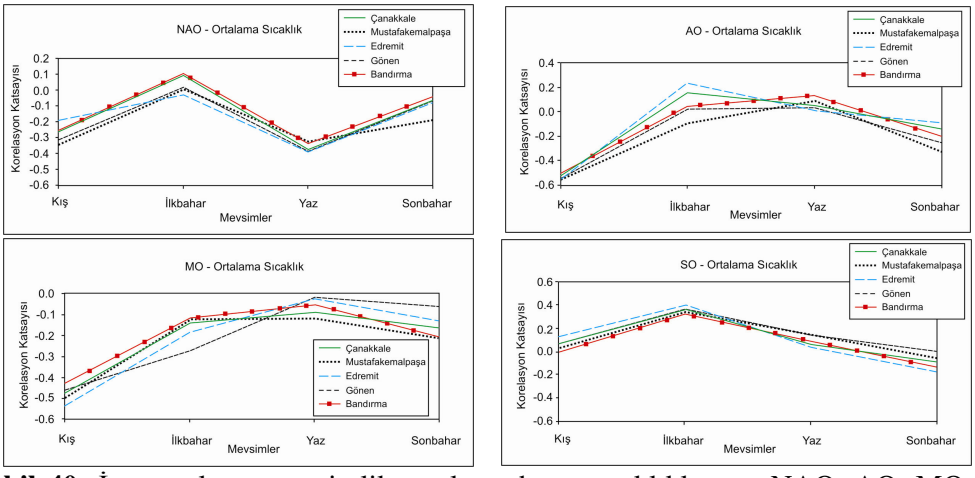
Sonbaharda hava sıcaklıkları ve NAO arasında istatistiksel olarak anlamlı olmayan negatif bir ilişki vardır. NAO'nın kuvvetli pozitif ve negatif evrelerindeki değişimler sıcaklık ortalamalarını etkiler (Şekil 39).



Şekil 39: Sonbahar ortalama sıcaklık dizileri ve mevsimlik NAO indisi arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (r) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

5.1.2. Arktik Salınım (AO)

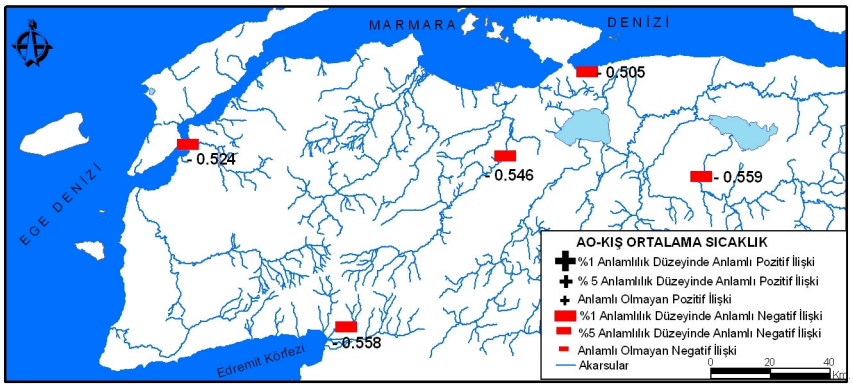
AO, kuzey yarımkürede arktik bölge ve orta enlemler arasındaki atmosferik basınç değişiklikleri tarafından nitelenen bir uzakbağlantı desenidir (Xoplaki, 2002; Türkeş ve Erlat, 2008). NAO ve AO gibi atmosferik dolaşım ve uzak bağlantı desenleri, Kuzey Atlantik, Avrupa ve Akdeniz havzasında uzun ve kısa dönemli iklimsel değişkenliğin en önemli denetleyicileri olarak bilinir. AO negatif evresindeyken, polar bölge üzerindeki yüksek basınç güneye doğru gelişir, batılı ve güneybatılı akışlarla birlikte orta enlem siklonları, Akdeniz havzası ve çevresinde uzun süreli ortalamalara göre daha sıcak ve yağışlı koşulların egemen olmasını sağlar. Negatif evrede, kuzey Avrupa ve Amerika kıtasının kuzey kesimlerinde soğuk hava baskınları görülür. AO'nun pozitif evresinde, orta enlemlerdeki yüksek basınç koşulları daha kuzeye çekilir; Kuzey Avrupa ve Kuzey Amerika'da negatif evreden daha nemli ve daha sıcak koşullara yol açan batılı bir dolaşım etkisini gösterir (Xoplaki, 2002; Türkeş ve Erlat, 2008). Değişen yüzey ve yüksek atmosfer koşullarına bağlı olarak, Akdeniz havzası ve Amerika'nın batısında ise, hava ve iklim daha serin ve daha kurak koşullarla açıklanır. Çalışmada kullanılan tüm istasyonların kış ortalama, ortalama maksimum ve minimum sıcaklıkları ve AO indisi arasında negatif ilişki vardır (Şekil 40).



Şekil 40: İstasyonların mevsimlik ortalama hava sıcaklıkları ve NAO, AO, MO ve EÑSO indisleri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları.

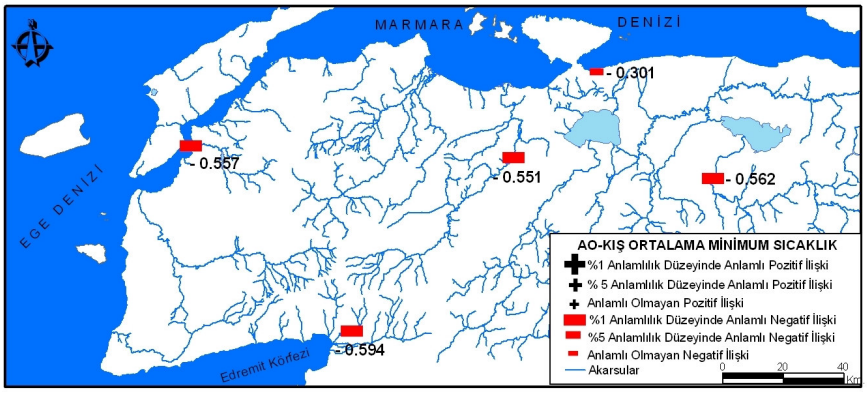
İlişki katsayıları istasyonların çoğunda istatistiksel olarak 0.01 düzeyinde anlamlıdır (Şekil 41). Türkiye'deki sıcak sinyaller, 500 hPa jeopotansiyel

düzeyindeki batılı ve güneybatılı dolaşımın, Atlantik ve kuzey Afrika kökenli sıcak havayı Türkiye ve doğu Akdeniz'e taşımasıyla şekillenir (Türkeş ve Erlat, 2008).



Şekil 41: Kış ortalama sıcaklık dizileri ve mevsimlik AO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (r) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

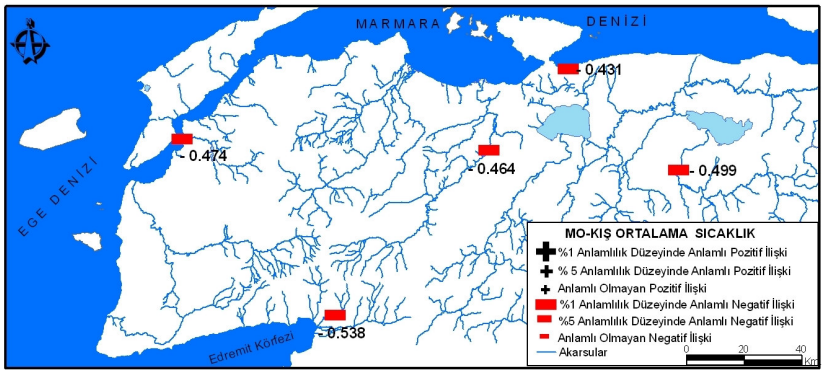
AO indisinin pozitif evresinde ise, polar havanın güneye doğru sokulması Türkiye ve Doğu Akdeniz'de kuzeyli ve kuzeybatılı dolaşımın artmasına yol açar. Bu soğuk hava sokulumu, Türkiye üzerindeki alansal olarak tutarlı soğuk sinyallerin oluşumunu denetler. AO negatif evresindeyken, çalışma alanı kış sıcaklıklarında istatistiksel olarak anlamlı bir artış, pozitif evresinde ise anlamlı bir soğuma eğilimi gözlenir (Şekil 42)**.** Sonbahar maksimum ve ortalama hava sıcaklıklarındaki yıllararası değişkenlik de, kış sıcaklıkları gibi, AO indisindeki yıllararası değişkenlikle anlamlı negatif bir ilişki gösterir. Egemen basınç merkezlerinin ve buna bağlı olarak dolaşımın değişmesi, AO'nun negatif ve pozitif evrelerinde farklı sıcaklık koşullarının ortaya çıkmasını yakından denetler. Sonbahar hava sıcaklıkları, AO'nun negatif evresinde uzun süreli ortalamadan göreceli olarak daha sıcak koşullar gösterir. AO'nun pozitif evresinde tersi yaşanır. Arktik salınım, Türkiye ve bölgesi'nde kış sıcaklıklarını denetleyen önemli bir uzakbağlantı desenidir (Türkeş ve Erlat, 2008).



Şekil 42: Kış ortalama minimum sıcaklık dizileri ve mevsimlik AO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (r) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

5.1.3. Akdeniz Salınımı (MO)

Akdeniz salınımı, bazı çalışmalara göre NAO'nun bir uzantısı ya da yerelleşmiş bir salınım olarak kabul edilir. Akdeniz havzası üzerinde farklı özellik gösteren bu salınımın varlığı, daha önce birçok araştırmacı (örn., Maheras vd., 1999; Hatzaki vd., 2007) tarafından ele alınmıştır. MO indisi, Akdeniz havzasının doğu ve batı uçları arasında yer alan ve deniz düzeyi basınçları (DSB) farklı olan istasyon verileri kullanılarak oluşturulur. Bunların başında, Cezayir ve Kahire ya da Cebelitarık ve İsrail istasyonlarının DSB'leri kullanılarak oluşturulan MO indisleri gelir. Bu çalışmada, Cebelitarık'ın kuzey sınırı (36.1°N, 5.3°W) ve İsrail'in Lod havaalanında (32.0°N, 34.5°E) ölçülen DSB verilerinden yararlanılarak elde edilen MO indisi kullanıldı. Akdeniz salınımı, Akdeniz kış yağış değişkenliği üzerinde büyük etkisi olduğu doğrulanan AO/NAO'ya güçlü bağımlılığı ile bölgesel bir desen sunar. Bu indislerin dışında, farklı istasyonların DSB verileri kullanılarak oluşturulan başka Akdeniz salınım indisleri de vardır. Bunlardan biri; kışın, kuzeydoğu Atlantik ve doğu Akdeniz arasında 500 hPa ve 300 hPa jeopotansiyel yükseklik düzeyindeki dolaşımla tanımlanan Doğu Akdeniz Deseni'dir (EMP) (Hatzaki vd**.,** 2007). MO, kışın baskın bir şekilde etkiliyken, yaz aylarında etkisi zayıflar. MO deseni, ilkbaharda daha zayıf ilişki gösterir, yaz mevsiminde ise oldukça zayıflar.



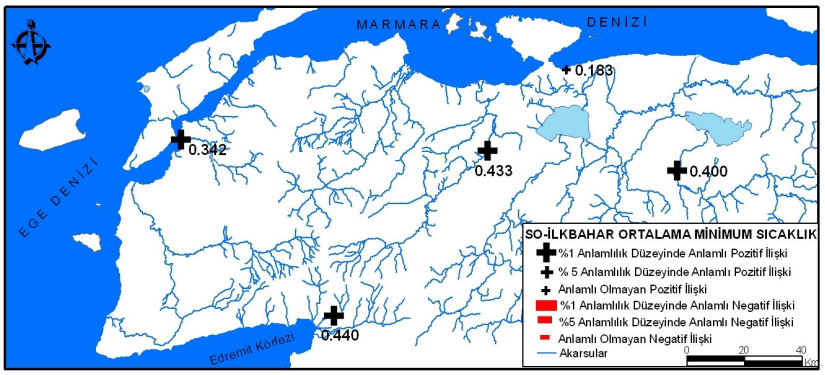
Şekil 43: Kış ortalama sıcaklık dizileri ve mevsimlik MO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (r) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

Çalışma alanında, kış ortalama, ortalama maksimum ve minimum sıcaklıkları ve MO indisleri arasında yüksek anlamlılık düzeyinde negatif bir ilişki görülür (Şekil 43). Kışın Akdeniz havzasındaki yüksek sıcaklıklar, temel olarak güney Avrupa'yı ve Akdeniz'i kaplayan derin siklonik dolaşımın sonucu olan güneyli akımlarla, düşük sıcaklıklar ise antisiklonik dolaşımın sonucu olan kuzeyli akımlarla bağlantılıdır. Akdeniz salınımı pozitif evresindeyken, kuzeyli dolaşım egemen olur ve sıcaklıklar bu dolaşıma bağlı olarak düşer; negatif evrede ise, güneyli dolaşım etkili olur ve sıcaklıklarda artışlar gözlenir.

5.1.4. El Niño-Güneyli Salınım (EÑSO)

El Niño-Güneyli Salınım, Pasifik Okyanusu'nun tropikal orta ve doğu bölümünde her 2-5 yılda bir oluşan bir okyanus-atmosfer olayıdır (Türkeş, 2000). Bazı araştırmalar, El-Niño yıllarında Doğu Akdeniz Havzası'nın ve İskandinavya'nın, Atlantik siklon yolunun kuzeye kayması nedeniyle kurak olduğunu göstermiştir (Fraedrich ve Müller, 1992). Mart-Mayıs aylarında, İtalya, Yunanistan, Balkanlar ve Türkiye'nin batısını kapsayan sıcak olaylar, Kuzey Denizi'nden kuzey Mısır'a kadar uzanan normalin altındaki DSB koşullarıyla bağlantılıdır (Xoplaki, 2002). Normal ve El Niño koşullarındaki basınç dağılışı, rüzgar dolaşımı ve okyanus yüzey sıcaklıklarındaki dalgalanmaları yönlendirerek,

bölgesel ortalama sıcaklık ve yağış koşullarındaki değişikliklerle sonuçlanır (Türkeş, 2000). El-Niño'nun Avrupa iklimi üzerinde etkilerini anlamaya yönelik çalışmalara göre, El-Niño ve La-Niña olayları boyunca bölgesel yağış ve sıcaklıklarda oldukça farklı anomaliler görülür. Örneğin, Macaristan'da El-Niño kışları soğuk koşullarla açıklanırken, Mayıs ve Haziran arasındaki La-Niña olayları çoğunlukla ortalamadan sıcak koşulların oluşmasına neden olur (Bartholy ve Pongracz, 2006).



Şekil 44: İlkbahar ortalama minimum sıcaklık dizileri ve mevsimlik SO indisi arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (r) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

Çalışmada, EÑSO indisi ve ilkbahar hava sıcaklığı dizileri arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif ilişkiler bulundu (Şekil 44). El-Niño olaylarında, sıcaklıklarda anlamlı soğuma, La-Niña yıllarında ise anlamlı ısınma gözlenir. Bu sonuç, Bartholy ve Pongracz (2006)'ın Macaristan için elde ettikleri sonuçla tutarlıdır. Son birkaç on yılda, El Niño, La Niña'ya göre daha sık oluşmuştur. El Niño-Güneyli Salınım, etkileri açısından küresel bir olay olarak kabul edilmekle birlikte, onun Avrupa'daki hava olayları ve iklim üzerindeki etkisi, güney yarımkürenin tropikal iklim kuşağındaki kadar etkili ve belirgin değildir (Türkeş, 2000). Gerçekte EÑSO olayları, temel olarak Türkiye'yi Muson dolaşımdaki değişikler yoluyla denetleyen bir uzak bağlantı desenidir.

5.2. Atmosfer Salınımları ile Toplam Yağış Dizileri Arasındaki Bağlantılar

5.2.1. Kuzey Atlantik Salınımı (NAO)

NAO ve Türkiye yağışları arasındaki ilişkilerin sınandığı son çalışmalarda, Türkiye yağışlarının alansal ve zamansal değişkenliğinde NAO indisinin, başlıca etkili atmosferik salınımlardan biri olduğu kabul edilir (Türkeş ve Erlat, 2003; Türkeş vd. 2002; Erlat 2002). Türkiye yağışları ve NAO indisleri arasında, negatif bir ilişki bulunur ve kuvvetli NAO indisi evresinde, genellikle kurak koşullar gözlenir (Türkeş ve Erlat 2003; Türkeş ve Erlat 2005a, 2005b). Türkeş (2005a)'da, Türkiye'deki 78 istasyonun normalleştirilmiş kış yağış serileri ile Ponta Delgada-Reykjavik (PD-R), Cebelitarık-Reykjavik (G-R) ve Lisbon-Stykkisholmur/Reykjavik (L-S/R) istasyonlarının normalleştirilmiş DSB verileri kullanarak, Türkiye kış yağışları ve NAO kış indislerindeki arasındaki yıllararası değişkenliğin istatistiksel bağlantısı araştırdı. Ayrıca bu çalışmada, Türkiye kış yağışlarının değişkenliğini ve değişikliğini en yakından kontrol eden NAO indisi belirlendi. Bu çalışmadan yola çıkarak, Türkiye yağışlarıyla en anlamlı ilişkiyi gösteren PD-R istasyonlarının DSB verisinden türetilen NAO indisi kullanıldı.

Çalışmada kullanılan istasyonların yağış dizileri ile NAO arasındaki ilişki, önceki çalışmaların sonuçlarıyla benzerlik gösterir (Türkeş ve Erlat, 2003; Türkeş vd. 2002; Erlat 2002). Kış mevsiminde, NAO indisi ve istasyonların mevsimlik yağış dizileri arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif bir ilişki vardır. Negatif ilişki katsayıları, Mustafakemalpaşa istasyonu dışındaki tüm istasyonlarda 0.01 ve 0.05 anlam düzeyinde anlamlıdır. Kış mevsimi, NAO kış indisi ve kış yağışları arasındaki ilişkinin en kuvvetli olduğu dönemdir. Türkeş ve Erlat, (2005a)'e göre kış yağışları, negatif NAO indisi evresinde artma eğilimi, pozitif NAO indisi evresinde ise azalma eğilimi gösterir ve kışın kurak sinyaller Türkiye'nin kuzeybatısında ve ortasındaki istasyonlarda daha kuvvetli olmak üzere, Karadeniz yağış rejimi bölgesi dışındaki tüm bölgelerde görülür.

Akdeniz yağış rejimi bölgesinde yer alan çalışma alanı, kışın bölgesel atmosferik dolaşım koşullarına ve NAO indisi gibi basınç merkezlerine bağlılık gösterir. NAO

indisi, kış mevsiminde 1980'li yıllardan sonra yıllararası değişkenliğin yüksek olduğu pozitif yönde ısrarın artmasıyla, pozitif bir eğilim içine girmiştir. 1980'li yıllardan beri devam etmekte olan bu pozitif dönem, Akdeniz havzası ve çevresine ulaşan depresyonların sıklığında bir azalmaya neden olur ve bu Doğu Akdeniz Havzası ve Türkiye kış yağışlarındaki belirgin azalma ile önemli kurak dönemlerin yaşanmasına yol açar.

Çizelge 24: Mevsimlik toplam yağış dizileri ve mevsimlik NAO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (*r*) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

İstasyonlar	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
	(r)	Anlamlılık	(r)	Anlamlılık	(r)	Anlamlılık	(r)	Anlamlılık
Çanakkale	-0.32*	0.014	-0.40**	0.002	0.23	0.078	-0.17	0.204
Biga	-0.33*	0.023	-0.04	0.784	-0.07	0.636	0.17	0.235
Mustafakemalpaşa	-0.17	0.187	-0.06	0.662	0.11	0.396	0.16	0.230
Edremit	-0.34**	0.008	-0.33*	0.010	0.12	0.355	0.16	0.208
Gönen	-0.30*	0.023	-0.17	0.187	0.10	0.431	-0.39**	0.002
Bandırma	-0.29*	0.026	-0.17	0.201	0.10	0.423	-0.36**	0.006

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

NAO indisinin pozitif evresinde, Doğu Akdeniz Havzası ve Türkiye üzerinde kuzeydoğulu dolaşım deseni hakimdir. Bu dolaşım deseni, İzlanda ve Kuzey Afrika bölgeleri üzerindeki siklonik anomali merkezleri ile subtropikal kuzeydoğu Atlantik-İber Yarımadası ve Doğu Avrupa-Balkanlar bölgeleri boyunca egemen olan antisiklonik anomali merkeziyle bağlantılıdır (Türkeş ve Erlat, 2005a; 2005b; 2006). NAO indisi, ve kış yağışları arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif bir ilişki vardır. İlişkinin en kuvvetli olduğu istasyon 0.008 anlamlılık ile Edremit istasyonudur (Çizelge 24).

Mevsimsel yağış değişkenliğin yüksek olduğu Akdeniz havzası ve Akdeniz yağış rejim bölgesinde, özellikle kışın etkili olan basınç sistemlerinin yağış yapma yeteneklerinin az olması bu bölgede önemi kuraklıkların yaşanmasına yol açar. Akdeniz yağış rejiminde en önemli yağışlı dönem, kasım ve nisan ayları arasındaki dönemdir.

Türkiye yağışın yıllık ve mevsimlik, yıldan yıla değişiminin en yüksek olduğu bölgeler Akdeniz ve güneydoğu Anadolu bölgeleridir. Kışın, Türkiye'nin batı, güney ve doğu bölgelerinde değişim katsayıları (*DK*) % 35'in üzerindedir (Türkeş, 2006). *DK*' ların Akdeniz yağış rejimini görüldüğü alanlarda, özellikle kışın yüksek olması, yağış tutarlarının yıllık ortalama yağış toplamı içinde en büyük orana sahip olan bu mevsiminde önemli kurak yılların yaşandığı ve/ ya da yaşanacağı anlamını taşır.

NAO ilkbahar indisi, ve istasyonların ilkbahar toplam yağış dizileri arasında negatif bir ilişki vardır. İlkbahar mevsiminde uzun süreli ortalamadan kurak koşullar Çanakkale (0.01) ve Edremit (0.05) istasyonlarında anlamlı, diğer istasyonlarda zayıf ve istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir ilişki gösterir (Çizelge 24). İlkbaharda, yerel koşulların ve özellikle ilkbahar sonundaki konvektif etkinliklerin katkısıyla, bu dönemde geçiş koşulları egemendir. Türkeş ve Erlat (2005a; 2005b; 2006) çalışmalarında, Kuzey Atlantik Salınımı ile bağlantılı yağış değişikliğini 500 hPa seviyesinde dolaşım desenleriyle açıklandı. Bu dolaşım deseninin etkisiyle, yöresel ve/ya da yerel fiziki coğrafya ve meteoroloji etmenlerinin etkisi sonucunda, kış ve sonbahara göre ilkbaharda, ekstrem NAO evrelerinin zayıfladığı hesaplandı ve NAO'nun pozitif evresinde, istasyonların ilişki katsayılarına göre kurak bir dönemin etkili olması, Güney ve Orta Avrupa üzerindeki antisiklonik koşullarla ilgili olduğu görüldü. İlkbaharda, kuzey yarımküre üzerinde güneşin geliş açısının artmaya başlaması ve kışın büyük alanlarda etkili olan polar cephenin etkisini kaybederek daha kuzey enlemlere çekilmesiyle orta enlem siklonlarında ve gezici depresyonlarda bir azalma gözlenir. Bu mevsimde yapılan atmosferik çalışmaların sonuçlarından da yararlanarak daha çok konvektif etkinliklerin yağış oluşturma olasılığının arttığını söyleyebiliriz.

Yaz mevsiminde, yağış gözlem istasyonlarında (Biga dışında) anlamlı olmayan bir pozitif ilişki vardır. Toplam yağış dizileri için yapılan eğilim sınamalarında, Gönen ve Mustafakemalpaşa istasyonları dışındaki kıyı istasyonlarda yaz yağışlarında anlamlı olmayan ortalamadan farklı, daha nemli koşullara doğru bir eğilim vardır. Yerel yağış koşulları ve fiziki coğrafi koşullarının etkili olduğu yerel

atmosferik sistemlerin, yağışlar üzerindeki belirleyici etkisi yaz yağışlarındaki artışı açıklayabilir.

Sonbahar mevsiminde, Gönen ve Bandırma istasyonlarında anlamlı negatif ilişki katsayıları, Biga, Mustafakemalpaşa ve Edremit istasyonunda ise pozitif fakat anlamlı olmayan ilişki katsayıları belirlendi (Çizelge 24). Türkiye'de sonbahar yağışları, pozitif NAO evresinde uzun yıllar ortalamasına göre azalma eğilimi gösterirken, negatif NAO evresinde artma eğilimi gösterir. Türkeş ve Erlat, 2003'te kurak sinyallerin çoğunlukla MARG güneyinde, AKDG bölgesinde, AKD'nin Ege bölümünde ve KİAN orta ve batısında iyi bir alansal tutarlılık gösterdiği belirlendiler. Sonbahar mevsiminde, Orta ve Doğu Avrupa üzerindeki kuvvetli bir antisiklonik anomali merkeziyle bağlantılı olan kuzeydoğulu anomali dolaşımı NAO pozitif evresinde gerçekleşen kurak koşulları denetler (Türkeş ve Erlat, 2005a). Yıllık ve mevsimlik (yaz dışında) birleşik yağış ortalamalarının, çoğunlukla zayıf NAOİ evreleri boyunca uzun dönem ortalama koşullardan daha nemli, güçlü NAOİ indisleri çoğunlukla yıllık uzun dönem ortalama koşullardan ve yaz dışında tüm mevsimlerde daha kurak tepkiler göstermesiyle karakterize olduğunu gösterildi (Türkeş ve Erlat, 2003). NAO evrelerinin, yağışlarla olan ilişkisinde en kuvvetli anlamlı ilişkiler kış mevsiminde ve daha zayıf olmak üzere sonbahar mevsiminde hesaplandı.

5.2.2. Arktik Salınım (AO)

İlişki analizi sonuçlarına göre; aylık toplam yağış dizileri AOİ negatif evresindeyken artma, pozitif evresinde ise normal durumdan farklı olarak daha kurak koşulların görüldüğü söylenebilir. Pozitif evrede, Türkiye üzerinde kuzey ve kuzeybatılı dolaşım egemendir. Kışın Sibirya üzerinde termik kökenli sığ yüksek basınç gelişerek Balkanlar üzerinden Kuzey batı Anadolu üzerinde etkili olur. Kuzey ve kuzeybatılı dolaşımla birlikte soğuk hava Akdeniz havzası üzerinde etkisi gösterdiğinde sıcaklıklarla da yüksek anlamlılık gösteren AOİ negatif evresinde yağışlarda artma, pozitif evresindeyken de soğuk hava baskınlarının artmasıyla

birlikte çoğunlukla havanın doyma noktasından uzaklaşmasına yol açmakta ve yağış miktarında azalma gerçekleşmektedir.

AO negatif evresindeyken, polar bölge üzerindeki yüksek basınç güneye doğru gelişir, batılı ve güneybatılı akışlarla birlikte orta enlem siklonları, Akdeniz havzası ve çevresinde uzun süreli ortalamalara göre daha sıcak ve yağışlı koşulların egemen olmasını sağlar. Negatif evrede kuzey Avrupa ve Amerika kıtasının kuzey kesimlerinde soğuk hava baskınları görülür. AO'nun pozitif evresinde, orta enlemlerdeki yüksek basınç koşulları daha kuzeye çekilir; Kuzey Avrupa ve Kuzey Amerika'da negatif evreden daha nemli ve daha sıcak koşullara yol açan batılı bir dolaşım etkisini gösterir (Xoplaki, 2002; Türkeş ve Erlat, 2008). Değişen yüzey ve yüksek atmosfer koşullarına bağlı olarak, Akdeniz havzası ve Amerika'nın batısında ise, hava ve iklim daha serin ve daha kurak koşullarla açıklanır. Pozitif evrede, Polar bölge üzerinde DSB azalması ve Azorlar üzerinde DSB'nın artması artmasıyla polar vortex yüzeyden alt stratosfere kadar etkisini arttırır (Türkeş ve Erlat, 2008). Dolaşım deseni, basınç değişimiyle değişir ve Akdeniz havzası üzerinde yüksek basınçların etkili olduğu alanlarının gelişmesiyle özellikle kış döneminde etkili olan orta enlem siklonları ve gezici alçak basınçların daha az etkili olmasına yol açar. Yağışlı dönemde azalma, dolaşım desenindeki değişim ve etkili olan hava kütlelerinin yağış yapmaktan (doyma noktasından) uzak olmasıyla açıklanabilir. Türkiye için yapılan son çalışmaların sonuçlarında (Türkeş ve Erlat, 2003, 2005a) Türkiye yağışları ile NAO ve AO indisleri arasında, kışın ve sonbaharda güçlü negatif bir ilişki, ilkbaharda zayıf ve yazın hemen hemen hiç anlamlı olmayan ilişki katsayısı görüldü.

Çizelge 25: Mevsimlik toplam yağış dizileri ve mevsimlik AO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (r) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

İstasyonlar	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
	(r)	Anlamlılık	(r)	Anlamlılık	(r)	Anlamlılık	(r)	Anlamlılık
Çanakkale	-0.44**	0.001	-0.42**	0.001	0.046	0.732	-0.36**	0.006
Biga	-0.38**	0.009	0.13	0.404	-0.250	0.094	0.08	0.574
Mustafakemalpaşa	-0.26	0.052	0.02	0.894	0.047	0.731	0.16	0.223
Edremit	-0.40**	0.002	-0.30*	0.022	0.095	0.483	-0.14	0.307
Gönen	-0.37**	0.004	-0.17	0.218	-0.070	0.606	-0.24	0.072
Bandırma	-0.34*	0.011	-0.21	0.123	0.014	0.917	-0.10	0.443

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

Kış yağış dizileri ve AOİ arasında, Mustafakemalpaşa istasyonu dışındaki tüm istasyonlarda istatistik olarak anlamlı negatif bir ilişki vardır. İstasyonların anlamlılıkları 0.011–0.009 arsında değişen yüksek anlamlılık seviyelerindedir (Çizelge 25). Yağış dizileri ve AOİ arasındaki ilişki NAO indisinin yağışlarla gösterdiği ilişkiyle anlam seviyeleri farklı olmakla beraber benzer bir ilişki gösterir fakat AOİ yağışlarla NAOİ'den daha anlamlı ilişki gösterir.

5.2.3. Akdeniz Salınımı (MO)

Akdeniz salınımı (MO), Akdeniz kış yağış değişkenliği üzerinde büyük etkisi olduğu doğrulanan AO/NAO' ya güçlü bağımlılığı ile bölgesel bir desen sunar. Akdeniz makroklimaası olarak nitelendirilen Türkiye'nin iklimi, orta enlem cephesel depresyonlarının mevsimsel değişimleri, polar hava kütlesi ve subtropikal yüksek basınç etkinliğinde gelişen hava kütleleriyle şekillenir. Piervitali vd. (1999)'de yıllık toplam Akdeniz yağışlarıyla NAO arasında, zayıf negatif bir ilişki olduğunu hesaplayan ve MO indisinin İber yarımadasının doğusu ve İtalya yağışlarıyla arasında NAO'den daha iyi ilişki gösterdiğini hesapladılar ve Akdeniz havzasında bu indisin kullanılmasını önerirler.

Çizelge 26: Mevsimlik toplam yağış dizileri ve mevsimlik MO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (r) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

İstasyonlar	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
	(r)	Anlamlılık	(r)	Anlamlılık	(r)	Anlamlılık	(r)	Anlamlılık
Çanakkale	-0.26	0.094	-0.26	0.095	-0.04	0.795	0.10	0.518
Biga	-0.33*	0.048	-0.02	0.904	-0.08	0.920	0.22	0.190
Mustafakemalpaşa	-0.06	0.709	-0.15	0.328	0.17	0.267	0.09	0.543
Edremit	-0.31*	0.043	-0.34*	0.027	-0.08	0.611	0.23	0.135
Gönen	-0.12	0.436	0.02	0.903	-0.25	0.114	0.02	0.907
Bandırma	-0.11	0.499	0.09	0.558	-0.36*	0.018	0.04	0.796

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

Çalışma alanında, mevsimlik toplam yağış veri dizileri ve MO indisleri arasında yüksek anlamlılık düzeyinde negatif bir ilişki görülür (Çizelge 26). Kışın Akdeniz

havzasındaki nemli koşullar, temel olarak güney Avrupa'yı ve Akdeniz'i kaplayan derin siklonik dolaşımın sonucu olan güneyli akımlarla, kurak koşullar ise antisiklonik dolaşımın sonucu olan kuzeyli akımlarla bağlantılıdır. Akdeniz salınımı pozitif evresindeyken, kuzeyli dolaşım egemen olur ve sıcaklıklar bu dolaşıma bağlı olarak düşer; negatif evrede ise, güneyli dolaşım etkili olur. Güneyli akışlarla birlikte orta enlem siklonları, Akdeniz havzası ve çevresinde uzun süreli ortalamalara göre daha sıcak ve yağışlı koşulların egemen olmasını sağlar.

5.2.4. El Niño-Güneyli Salınım (EÑSO)

Merkez ve Doğu Avrupa için yapılan çalışmalara göre, yağışlardaki en büyük değişiklikler El Niño ilkbaharlarında olur; 20 yüzyılın ikinci yarısında, antisiklonik egemenlik %26-27 oranlarında azalırken siklonik egemenlik %23-24 oranında artar. Ayrıca, önemli fakat zayıf ve zıt değişiklikler sonbaharda ortaya çıkabilir. La-niña yılları boyunca, siklonik makro sirkülasyon desenleri yaklaşık %14 oranında artar ve antisiklonik makro sirkülasyon desenleri %16 oranında azalır (Bartholy ve Pongracz, 2006). Bazı araştırmalar, La Niña yıllarında Avrupa üzerinde alçak basınçların sayısındaki azalmanın, Avrupa'nın batı ve güneybatısından Karadeniz'e uzanan alanda daha kurak koşullar yarattığını, El Niño yıllarında ise Akdeniz cephesine bağlı depresyonların izledikleri yolun daha kuzeye kaydığını ve Doğu Akdeniz Havzası'nda daha kurak koşulların ortaya çıktığını göstermişlerdir (Fraedrich ve Müller, 1992). Rodo vd., (1997)'de İber yarımadasının daha çok doğu kısmında ilkbaharda yağışların El Niño yıllarında azaldığını gösterirler.

Türkeş (1998), jeopotansiyel yüksekliklerin, siklon sıklığı ve Güneyli Salınımının 1930-1999 dönemindeki Türkiye yıllık ve mevsimlik yağış dizilerine etkilerini incelediği çalışmasında, Türkiye'de yıllık yağışlar, El Niño olaylarından bir önceki yıllarda belirgin bir artış, olayların başladığı yıllarda genel olarak azalma ve olaylardan bir sonraki yıllarda genel olarak artma eğilimi gösterir. La Niña olaylarından bir önceki yıllarda zayıf bir artış, olayların başladığı yıllarda genel

olarak bir artış ve olaylardan bir sonraki yıllarda genel olarak bir azalış eğilimi göstermektedir. 48 istasyonun kış yağış serilerine gelince, sıcak-soğuk olay yağış anomalileri KARD ve AKD bölgelerinde El Niño ve La Niña yıllarının etkili olduğu yıl boyunca normal sıcak olay koşullarından daha kurak bir işaret gösterir. Kış yağışlarında, El Niño olaylarından bir önceki yıllarda belirgin bir artış, olayların başladığı yıllarda ve olaylardan bir yıl sonraki yıllarda zayıf bir azalış eğilimi gözlenir. Kış yağışlarında, La Niña yıllarından bir önceki yıllarda belirgin bir artış, olayların başladığı yıllarda zayıf bir azalış ve olaylardan bir sonraki yıllarda belirgin bir azalış gözlenir (Türkeş, 1998).

Yağış veri dizileri ile SO indisi arasında, ilkbaharda Bandırma ve yazın Mustafakemalpaşa istasyonlarında istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar gözlenir. İlkbahar yağışlarında, Biga ve Bandırma istasyonu istatistiksel olarak anlamlı olmayan fakat mevsimler içinde en yakın ilişkiyi ilkbahar mevsiminde gösterir. İlkbaharda, Bandırma istasyonu ve SO indisi arasında 0.05 anlam düzeyinde istatistiksel olarak anlamlılık bulunur. Mustafakemalpaşa istasyonunda en tutarlı sonuç yaz mevsimi yağışlarında gözlenir. Sonbaharda, Çanakkale, Edremit ve Gönen istasyonları istatistiksel olarak anlamlı olmayan, mevsimler arası en tutarlı ilişkiyi sonbahar mevsiminde gösterir (Çizelge 27).

Çizelge 27: Mevsimlik toplam yağış dizileri ve mevsimlik SO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (r) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

İstasyonlar	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
	(r)	Anlamlılık	(r)	Anlamlılık	(r)	Anlamlılık	(r)	Anlamlılık
Çanakkale	0.05	0.737	0.03	0.848	0.05	0.706	0.26	0.051
Biga	0.02	0.922	0.18	0.218	-0.18	0.224	-0.09	0.547
Mustafakemalpaşa	-0.18	0.174	0.12	0.380	0.28*	0.035	-0.01	0.965
Edremit	-0.03	0.824	-0.00	0.974	-0.08	0.549	-0.17	0.186
Gönen	-0.15	0.257	-0.16	0.252	-0.11	0.406	0.16	0.234
Bandırma	-0.18	0.172	-0.30*	0.024	-0.15	0.276	0.25	0.057

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

5.3. Atmosfer Salınımları ile Akarsu Akımları Arasındaki Bağlantılar

5.3.1. Kuzey Atlantik Salınımı (NAO)

Çalışma alanındaki akarsular, debileri mevsimlik yağışlara bağlı olarak artıp-azalan bir rejime sahiptir. Bu akarsuların debileri yaz aylarındaki kurak dönemlerde, 100 m^3/s'nin altına düşmekte, yağışlardan ve özellikle kış mevsiminden sonra yüksek noktalardaki karın erimesi sonucu debilerinde önemli artış olmaktadır. Önemli ölçüde kış mevsimindeki yağışlarla beslenen akarsular, yağışların NAO indisinin negatif evresinde artma, pozitif evresinde ise azalma eğilimine bağlı olarak negatif dönemde akarsu akımlarında genel bir artış ve pozitif dönemde ise genel bir azalış eğilimi gösterirler. Kışın, NAO indis ve akarsu akım istasyonları arasında, genel olarak negatif bir ilişki vardır. NAO ve Mustafakemalpaşa, Orhaneli akarsu akımları arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif ilişki gözlenir (Çizelge 28).

Kışın, NAO indisinin evrelerinin değişmesine bağlı olarak, akarsu akımlarında genel bir değişme olur. NAO indisi negatif evresindeyken, yağışlarda genel bir artış gözlenir ve yağışlara bağlı olarak akarsu akımlarında istatistiksel olarak anlamlı bir artma gerçekleşir. NAO indisi pozitif evresindeyken, istasyonların kaydedilen yağışlarında anlamlı bir azalma gerçekleşir ve yağışlara bağlı olarak akarsu akımlarında önemli azalma oluşur. Kışın, NAO'ya bağlı olarak sıcaklık ortalamalarının değişmesi akarsulardan önemli miktarda buharlaşmaya neden olmayacağı için kış mevsimi değerlendirmelerinde üzerinde durulmamıştır.

Çizelge 28: Mevsimlik akarsu akım dizileri ve mevsimlik NAO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (r) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

İstasyonlar	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
	(r)	Anlamlılık	(r)	Anlamlılık	(r)	Anlamlılık	(r)	Anlamlılık
Üzümcü çayı	0.01	0.959	-0.58**	0.000	-0.20	0.257	0.00	0.997
Uludere çayı	0.16	0.453	-0.39	0.053	0.22	0.291	0.32	0.114
Kocabaş çayı	-0.11	0.532	-0.42*	0.012	0.27	0.120	0.03	0.877
Mustafakemalpaşa	-0.32**	0.010	-0.10	0.457	-0.03	0.832	0.28*	0.026
Orhaneli	-0.37**	0.005	-0.06	0.643	-0.06	0.647	0.36**	0.006
Kocaçay	-0.21	0.144	-0.04	0.789	-0.01	0.936	0.13	0.380
Simav çayı	-0.27	0.059	-0.17	0.231	-0.13	0.372	0.31*	0.030
Nilüfer çayı	-0.25	0.075	-0.29*	0.044	0.05	0.738	0.03	0.846

Karamenderes	-0.10	0.608	-0.55**	0.002	-0.17	0.362	0.06	0.768
Sarıçay	-0.06	0.789	-0.31	0.167	0.32	0.153	0.05	0.836

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

İlkbahar mevsiminde, NAO ve akarsu akım istasyonları arasında tüm istasyonlarda negatif ilişki egemendir. Üzümcü çayı, Kocabaş çayı, Nilüfer çayı ve Karamenderes akımlarında istatistiksel açıdan anlamlı sonuçlar gözlenir. NAO indisi evrelerinin değişmesi ve yağış miktarındaki değişimlere bağlı olarak, (negatif evresinde yağışlarda artma, pozitif evresinde yağışlarda azalma) akarsu akımlarında anlamlı değişmeler gerçekleşir.

Yazın, ortalama, ortalama maksimum ve minimum sıcaklıklar ile NAO indisleri arasında anlamlı negatif ilişki gözlenir. Yaz sıcaklıkları, NAO indisinin negatif evresinde artma gösterirken, pozitif evresinde azalma gösterir. NAO indisinin sıcaklar üzerindeki etkilerine ve yazın Akdeniz havzasına, Türkiye'ye ulaşan depresyonların sıklığının azalmasına bağlı olarak akarsu akımlarında önemli azalmalar gerçekleşir. Akarsular üzerinde, sıcaklıklar oldukça önemli bir etki gösterir. Yağış oluşma olasılığının azalmasına bağlı olarak, akarsuların beslenmesini sağlayacak faktör ortadan kalkar ve sıcaklıkların artmasıyla birlikte, akarsulardan gerçekleşen buharlaşma en yüksek değerlere ulaşır. NAO, akarsu akımları üzerinde, NAO'nun negatif ve pozitif olduğu yıllardaki sıcaklıkların değişmesine bağlı olarak, akarsuların doğrudan beslenmesini sağlayacak (yağış) bir etki göstermeyip, buharlaşma koşullarının (akım kaybına yola açması) değişmesine neden olan bir uzakbağlantı desenidir.

Sonbaharda, yağışlar ve ekstrem NAO indisi evrelerine göre daha zayıf, fakat ilkbahar ve yaz mevsimine göre daha kuvvetlidir. Yağışlar ile NAO indisi arasında sonbahar mevsiminde, Gönen ve Bandırma istasyonlarında anlamlı sonuçlar

gözlendi. Sonbaharda, hava sıcaklıkları ve NAO arasında istatistiksel olarak anlamlı olmayan negatif bir ilişki vardır. NAO'nın kuvvetli pozitif ve negatif evrelerindeki değişimler sıcaklık ortalamalarını etkiler. Akarsu akımlarında, Mustafakemalpaşa, Simav ve Orhaneli akım istasyonlarında istatistiksel olarak anlamlı pozitif bir ilişki gözlenir.

5.3.2. Arktik Salınım (AO)

Arktik salınım, Türkiye sıcaklıklarında etkisi en fazla olan atmosferik uzakbağlantı desenlerinden biridir. Kış mevsiminde arktik salınım ve akarsu akımları arasında negatif ilişki gözlenir. Negatif ilişki, Mustafakemalpaşa, Orhaneli, Simav, Nilüfer akarsu istasyonlarında istatistiksel olarak anlamlıdır. İlkbaharda, akım istasyonlarındaki negatif ilişki Üzümcü çayı, Karamenderes akımlarında anlamlı sonuçlar gösterir. Arktik salınımın etkileri, kış ve kısmen ilkbahar mevsimiyle sınırlı olduğu için yaz mevsiminde Mustafakemalpaşa istasyonundaki zayıf bir ilişki dışında istasyonlardaki negatif ilişkiler istatistiksel olarak anlamlı değildir. Sonbahar mevsimi de, ilişkilerin anlamlı olmadığı bir negatif ilişki gösterir (Çizelge 29).

İlişki analizi sonuçlarına göre; AO negatif evresindeyken, polar bölge üzerindeki yüksek basınç güneye doğru gelişir, batılı ve güneybatılı akışlarla birlikte orta enlem siklonları, Akdeniz havzası ve çevresinde uzun süreli ortalamalara göre daha sıcak ve yağışlı koşulların egemen olmasını sağlar. Akarsuların beslenmesinde, özellikle Akdeniz yağış rejimine sahip olan bölgelerde kış mevsimindeki yağışlar akarsular için hayati önem taşır. Yağış ve sıcaklık koşullarında, negatif evredeki ortalamadan ılık ve nemli koşullar akarsu akımlarının normal koşullardan daha yüksek akım miktarına ulaşmalarını sağlar.

Çizelge 29: Mevsimlik akarsu akım dizileri ve mevsimlik AO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (r) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

İstasyonlar	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
	(*r*)	Anlamlılık	(*r*)	Anlamlılık	(*r*)	Anlamlılık	(*r*)	Anlamlılık
Üzümcü çayı	-0.10	0.568	-0.41*	0.014	-0.20	0.259	-0.06	0.713
Kocabaş çayı	-0.23	0.192	-0.23	0.176	-0.05	0.770	-0.05	0.778
Uludere çayı	0.11	0.594	-0.18	0.379	0.02	0.919	0.01	0.962
Mustafakemalpaşa	-0.40**	0.002	-0.25	0.064	-0.32*	0.018	-0.06	0.670
Orhaneli	-0.48**	0.000	-0.23	0.090	-0.21	0.119	-0.07	0.630
Kocaçay	-0.24	0.093	-0.24	0.095	-0.16	0.253	0.24	0.097
Simav çayı	-0.37**	0.008	-0.23	0.107	-0.22	0.117	0.15	0.313
Nilüfer çayı	-0.30*	0.032	-0.21	0.144	-0.05	0.750	0.01	0.968
Karamenderes	-0.29	0.125	-0.50**	0.005	-0.12	0.539	0.17	0.357
Sarıçay	-0.15	0.528	-0.29	0.197	-0.11	0.643	0.13	0.566

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

5.3.3. Akdeniz Salınımı (MO)

Akdeniz salınımı, kışın etkili olan, etkisi ilkbaharda kısmen zayıflayıp yazın tamamen ortadan kalkan ve sonbahar mevsiminde kışa oranla daha az gelişen bir uzakbağlantı desenidir. Kışın, yağışlar ve sıcaklıklar arasında anlamlı ilişki gösteren MO, temel olarak güney Avrupa'yı ve Akdeniz'i kaplayan derin siklonik dolaşımın sonucu olan güneyli akımlarla Akdeniz havzasındaki nemli koşulları, kuzeyli akımlarla bağlantılı antisiklonik dolaşımla ise Akdeniz havzasındaki kurak koşulları oluşmasına yol açar. Akdeniz salınımı pozitif evresindeyken, kuzeyli dolaşım egemen olur ve sıcaklıklar bu dolaşıma bağlı olarak düşer; negatif evrede ise, güneyli dolaşım etkili olur. Güneyli akışlarla birlikte orta enlem siklonları, Akdeniz havzası ve çevresinde uzun süreli ortalamalara göre daha sıcak ve yağışlı koşulların egemen olmasını sağlar. Akarsu akımlarında, kışın istasyonların çoğu negatif ilişki gösterir. Orhaneli istasyonu kışın istatistiksel olarak zayıf bir anlamlılığa sahiptir. İlkbaharda, Üzümcü çayı, Uludere çayı ve Kocabaş çayı, MO ile istatistiksel olarak anlamlılık gösterir. Yazın, salınımının zayıflamasına bağlı olarak, sıcaklık ve yağışlarda olduğu gibi akım istasyonlarında da herhangi bir ilişki yoktur (Çizelge 30).

Çizelge 30: Mevsimlik akarsu akım dizileri ve mevsimlik MO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (*r*) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

İstasyonlar	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
	(*r*)	anlamlılık	(*r*)	anlamlılık	(*r*)	anlamlılık	(*r*)	anlamlılık
Üzümcü çayı	0.08	0.672	-0.51**	0.002	0.05	0.783	-0.14	0.430
Uludere çayı	0.36	0.076	-0.41*	0.039	0.27	0.189	0.37	0.073
Kocabaş çayı	0.02	0.916	-0.41*	0.015	0.10	0.570	0.15	0.391
Mustafakemalpaşa	-0.29	0.066	0.08	0.618	0.12	0.445	0.27	0.082
Orhaneli	-0.31*	0.045	0.13	0.418	0.22	0.171	0.44**	0.003

Kocaçay	-0.05	0.739	-0.01	0.952	0.17	0.294	0.09	0.581
Simav çayı	-0.18	0.249	0.03	0.837	-0.03	0.853	0.23	0.140
Nilüfer çayı	-0.16	0.311	-0.07	0.654	-0.03	0.854	0.06	0.703
Karamenderes	0.00	0.999	-0.26	0.163	0.13	0.493	0.11	0.564
Sarıçay	-0.13	0.588	-0.07	0.767	0.15	0.526	-0.07	0.779

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

Yapılan çeşitli senaryolara göre, yağış miktarında %10'luk bir düşüşle birlikte meydana gelecek 1–2 derecelik bir ısınma sonucunda, yıllık akarsu akımları % 40 – 70 oranında azalma gösterebilecektir. Bu şekilde meydana gelebilecek bir düşüşün, suyu zaten az olan bölgelerde, toprağın sulanamaması, üretilen enerji miktarının azalması, tür çeşitliliğinin azalması, kentsel gelişim ile yaşam kalitesinin büyük ölçüde düşmesi gibi çeşitli ekonomik ve ekolojik sonuçları olacaktır. Isınan hava, buharlaşmanın artmasına neden olacaktır. Ayrıca yağış miktarları da bugünkü duruma göre % 7-15 oranında artış gösterecektir. Yağışların bölgelere göre düzenleri de değişecektir. Bazı bölgeler daha çok bazı bölgeler ise daha az yağış alacaklardır. Aniden ve şiddetli olarak kısa bir sürede gerçekleşen yağışlar ise oldukça verimsiz olacaklar, yağışlar sonucunda meydana gelen seller ciddi kayıplara yol açacaktır.

5.3.4. El Niño-Güneyli Salınım (EÑSO)

Kışın, Kocaçay ve Karamenderes akım istasyonları ve EÑSO arasında istatistiksel olarak zayıf bir anlamlılık vardır. İlkbaharda Uludere çayı, %0.05 anlam düzeyinde zayıf bir ilişki gösterir (Çizelge 31). Akım gözlem istasyonlarındaki ilişkilerin, zayıf olmasının nedeni çalışma alanı yağışlarının EÑSO ile anlamlı ilişki göstermemesiyle ilgili olabilir. EÑSO, sıcaklık verilerinde ilkbahar mevsimindeki zayıf ilişki dışında anlamlılık göstermeyen bir uzakbağlantıdır.

Karaca vd., (2000)'da 1982-1983 El Ñino olayı sırasında Türkiye'nin yağış değerlerinde önemli bir artış olduğunu belirlemiştir. Kahya vd., (2002) ve Kahya ve Karabörk (2001) çalışmalarında, El Ñino olayları süresince akım kayıtları için Türkiye'nin doğu ve batı bölgelerinde nemli dönemler, La Ñina olaylarında ise

sadece Türkiye'nin doğu bölgelerinde yeterli kararlılık gösteren kurak dönemler belirlediler.

Çizelge 31: Mevsimlik akarsu akım dizileri ve mevsimlik SO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (r) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

İstasyonlar	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
	(r)	Anlamlılık	(r)	Anlamlılık	(r)	Anlamlılık	(r)	Anlamlılık
Üzümcü çayı	0.01	0.963	0.17	0.333	-0.09	0.622	0.23	0.193
Uludere çayı	0.24	0.241	0.43*	0.032	0.30	0.150	-0.02	0.920
Kocabaş çayı	-0.15	0.382	0.25	0.144	0.12	0.500	0.05	0.771
Mustafakemalpaşa	-0.22	0.087	0.13	0.306	-0.01	0.931	0.10	0.456
Orhaneli	-0.15	0.259	0.21	0.126	0.05	0.694	-0.11	0.440
Kocaçay	-0.30*	0.032	0.05	0.733	-0.06	0.674	0.16	0.270
Simav çayı	-0.16	0.282	0.08	0.576	-0.08	0.571	0.13	0.381
Nilüfer çayı	-0.22	0.123	-0.04	0.800	-0.22	0.121	-0.06	0.660
Karamenderes	-0.36*	0.047	0.17	0.371	0.06	0.733	0.27	0.156
Sarıçay	0.09	0.703	-0.01	0.959	0.04	0.848	0.11	0.623

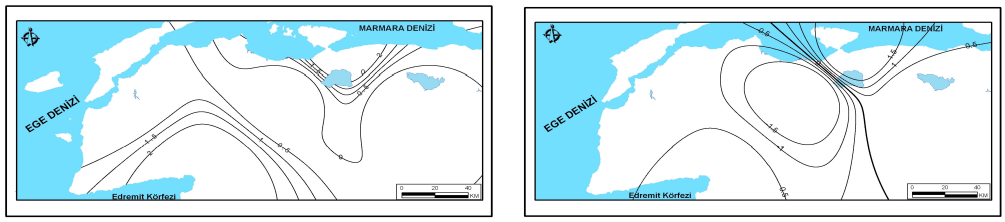
(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

6. KÜMELERARASI İLİŞKİ ANALİZİ SONUÇLARI

6.1. Atmosferik Salınımlar ile Sıcaklıklar Arasındaki İlişkiler

6.1.1. Ortalama Sıcaklıklar

Tezin bu bölümünde, hava sıcaklıkları ile Kuzey Atlantik Salınımı (NAO), Arktik Salınım (AO), Akdeniz Salınım (MO) ve El-ñino Güneyli Salınım (EÑSO) indislerinden yararlanılmıştır. Ortalama sıcaklıkların atmosferik salınım indisleriyle olan ilişkileri, indislerindeki değişimlerin ve/ve ya değişkenliklerinin sıcaklıklardaki yıllararası değişkenliklere olan etkileri değerlendirilmeye çalışılmıştır.



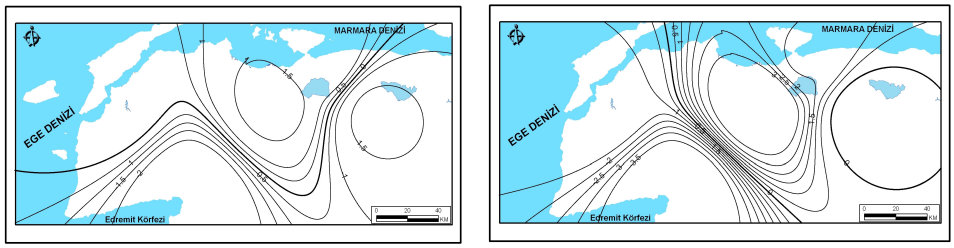
a) r = 0.47 AVsıc = % 19.37 AVnao = % 47.03 **b)** r = 0.61 AVsıc = % 42.67 AVao = % 61.47

Şekil 45: Kış mevsimi ortalama sıcaklıkları ile **a)** NAO **b)** AO arasındaki KİA ilişki yükleri, r, kümelerarası ilişki katsayısı, AVsıc, sıcaklıkların temsil edilme oranı, AVnao, ao, atmosferik salınım indisinin temsil edilme oranı.

Kümelerarası ilişki analizine (KİA) göre; mevsimlik NAO indisi ve ortalama kış hava sıcaklıkları arasında kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda birbirinden ayrılan iki ayrı desen gözlenir. Çalışma alanının güneybatısındaki desen Ege Denizinin kuzeyinde gelişen desenin, kuzeyde gelişen desen ise merkezi Marmara denizi üzerinde olan desenin uzantısıdır. Birinci kümelerarası ilişki değişkeninde (1.*KAİD*), NAO indisinin % 47.03'ü, ortalama kış sıcaklıklarının % 19.37'si temsil edilir ve NAO indisindeki değişimler, kış ortalama sıcaklıklarındaki yıllararası değişkenliğin %10.40'ını açıklar (Şekil 45a). Bu ilişki daha önceki bölümde uygulanan *Pearson* ilişki analizi sonuçlarıyla da anlamlı bir ilişki gösterir. *Pearson* ilişki katsayıları, Edremit körfezi çevresi ile çalışma alanının güneydoğusunda yüksektir.

Kış ortalama hava sıcaklıkları ile AO indisi arasındaki 1.*KAİD*'ye göre, sıcaklıkların % 42.67'si, AO'nun ise % 61.47'si temsil edilir ve AO sıcaklıkların % 23.23'ünü açıklar. AO indisi, NAO ile benzer desenler gösterir (Şekil 45b). AO ve

kış sıcaklığı arasındaki desenlerin merkezi NAO'ya göre daha kuzeye kaymıştır. Çalışma alanında, kuzeybatı-güneydoğu ekseninde birbirinden ayrılan iki desen gözlenir. Desenlerden biri Marmara Denizi üzerinde gelişirken, diğeri iç kesimlerde belirginleşir. Çalışma alanındaki desen kutuplarının yaklaşık yerlerinin tahmin edilmesi, bölgenin yeterli büyüklükte seçilmemesinin getirdiği bir sonuç olarak da değerlendirilebilir. AO indisi ve kış ortalama sıcaklıkları için uygulanan *Pearson* ilişki analizinde, istasyonların tümünde anlamlı negatif ilişkiler elde edilmiştir. Kış ortalama sıcaklıklarındaki yıllararası değişimler en iyi AO indisi tarafından açıklanır.



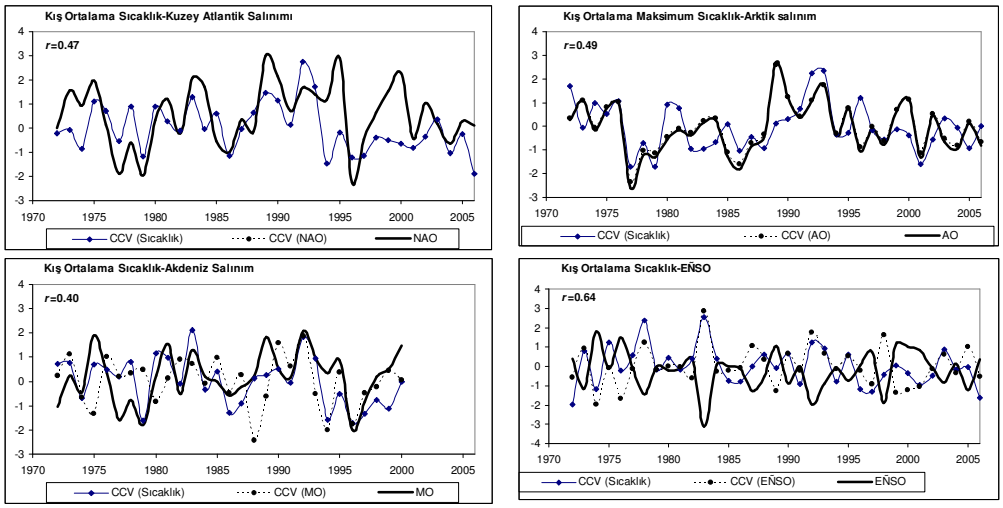
a) $r = 0.40$ AVsıc = % 16.90 Avmo = % 39.80 **b)** $r = 0.64$ AVsıc = % 2.41 Aveñso = % 64.01

Şekil 46: Kış mevsimi ortalama sıcaklıkları ile **a)** MO **b)**EÑSO arasındaki KİA ilişki yükleri, *r*, kümelerarası ilişki katsayısı, *AV*sıc, sıcaklıkların temsil edilme oranı, *AV*nao, ao, atmosferik salınım indisinin temsil edilme oranı.

KİA'ya göre, MO indisi ve ortalama kış sıcaklıkları arasındaki ilişkide, sıcaklıkların %16.9'u ve MO indisinin ise %39.79'u temsil edilir. MO indisindeki değişimler, sıcaklıkların %6.30'unu açıklar. Kış mevsiminde Marmara Denizi ve Ege Denizi üzerinde gelişen desenlerin merkezleri NAO ve AO'ya göre daha güneyde yer alırlar (Şekil 46a). Önceki bölümde yapılan *Pearson* ilişki analizine göre, MO indisi ve ortalama kış sıcaklıkları arasında istasyonların tümünde anlamlı negatif ilişki gözlenmiştir. NAO'nun bir uzantısı ya da yerelleşmiş bir salınım olarak kabul edilen MO, çalışma alanının batılı ve güneybatılı dolaşımla etkiler. Bu indis NAO ve AO'nun bilgilerini taşıdığı için Atlantik kökenli sistemlerin Akdeniz'de değişime uğramış bir uzantısı olarak da kabul edilebilir.

EÑSO ve kış ortalama sıcaklıkları arasındaki *KİA*'ya göre, sıcaklıkların %2.41'i; EÑSO indisinin ise %64.00'ı temsil edilir. EÑSO indisindeki değişimler, kış

ortalama sıcaklıklarındaki yıllararası değişkenliğin %26.22'sini açıklar. Kışın, EÑSO ve ortalama sıcaklıklar arasında, çalışma alanının kuzeydoğusu ve güneybatısında birbirinden bağımsız iki ayrı desen gözlenir (Şekil 46b). EÑSO Akdeniz havzası ve çevresini ilkbahar ile yaz mevsiminde Muson alçak basıncının bir kolu olan Basra alçak basıncıyla denetler. *Pearson* ilişki analizine göre, EÑSO ve ortalama sıcaklıklar arasında istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir ilişki vardır.



Şekil 47: Kış mevsimi ortalama sıcaklar ile mevsimlik atmosferik salınım indislerinin ilişkisi, *r*, ilişki katsayısını, KAİD, kümelerarası ilişki değişkenlerini temsil eder.

KİA'da NAO ve AO en iyi temsil edilen atmosferik salınım indisleridir. NAO ve MO indisleri daha çok çalışma alanının kıyı kuşağı üzerinde etkili olurken, AO iç kesimlerdeki istasyonlar üzerinde etkili olur (Şekil 47). AO ile daha zayıf olarak MO ve NAO ortalama kış sıcaklıklarındaki yıllararası değişimleri açıklar (Çizelge 32).

Çizelge 32: NAO-AO-MO-EÑSO atmosferik salınım indisleri ile ortalama sıcaklar arasındaki kümelerarası ilişki değişkenleri (KAİD).

Mevsimler	KAİD	İlişki katsayısı	Sıcakların açıklanması (%)	İndislerin açıklanması (%)	Sıcaklıkların indisleri açıklaması (%)	İndislerin sıcaklıkları açıklaması (%)
Kış	1	0.84	54.42	31.15	38.18	21.85
	2	0.67	12.34	13.14	5.59	5.95
	3	0.27	0.45	3.79	0.03	0.27
	4	0.04	0.05	1.17	0.00	0.00
İlkbahar	1	0.64	5.03	25.40	2.03	10.23
	2	0.47	8.15	10.04	1.81	2.22
	3	0.37	3.96	5.31	0.54	0.72
	4	0.12	5.29	2.92	0.08	0.04
Yaz	1	0.57	2.71	8.19	0.88	2.65
	2	0.53	44.70	10.54	12.75	3.01
	3	0.26	0.69	11.43	0.05	0.75
	4	0.22	0.49	4.66	0.02	0.23
Sonbahar	1	0.65	9.93	6.76	4.24	2.88
	2	0.53	7.50	19.51	2.13	5.53
	3	0.28	1.86	7.81	0.15	0.62
	4	0.09	4.90	2.26	0.04	0.02

1.*KAİD*'de ortalama kış sıcaklıklarının %54.42'si temsil edilirken, sıcaklıkların %21.85'i salınım indisleri tarafından açıklanır. NAO, AO ve MO indisleri kış mevsiminde Akdeniz havzası ve çevresini etkilerken ilkbaharla birlikte bu sistemlerin etkinliği azalarak yazın kaybolur. Sonbahar mevsiminde ise tekrar gelişerek etkili olmaya başlarlar. İlkbahar, yaz ve sonbahar'da sıcaklıkların ve indislerin temsil edilme oranları tüm *KAİD*'lerde düşük olduğu için bunlarla ilgili bir değerlendirme yapılmamıştır.

Çizelge 33: NAO-AO-MO atmosferik salınım indisleri ile ortalama sıcaklar arasındaki kümelerarası ilişki değişkenleri (KAİD).

Mevsimler	KAİD	İlişki katsayısı	Sıcakların açıklanması (%)	İndislerin açıklanması (%)	Sıcaklıkların indisleri açıklaması (%)	İndislerin sıcaklıkları açıklaması (%)
Kış	1	0.79	63.76	33.51	39.58	20.80
	2	0.55	1.04	13.03	0.32	3.96
	3	0.05	0.10	1.78	0.00	0.01
İlkbahar	1	0.59	8.60	18.22	2.95	6.25
	2	0.38	4.50	13.93	0.65	2.02
	3	0.26	1.34	8.45	0.09	0.58
Yaz	1	0.56	23.53	12.92	7.27	4.00
	2	0.35	13.59	11.23	1.67	1.38
	3	0.23	0.58	10.47	0.03	0.57
Sonbahar	1	0.65	9.87	8.39	4.21	3.58
	2	0.50	8.75	24.86	2.14	6.08
	3	0.28	1.74	10.38	0.14	0.82

NAO-AO-MO atmosferik salınım indis grubundan ile ortalama sıcaklıklar en iyi 1.*KAİD* tarafından temsil edilir. Ortalama kış sıcaklıklarının %63.76'sı, salınım indislerinin %33.51'i temsil edilirken, atmosferik salınım indisleri ortalama kış

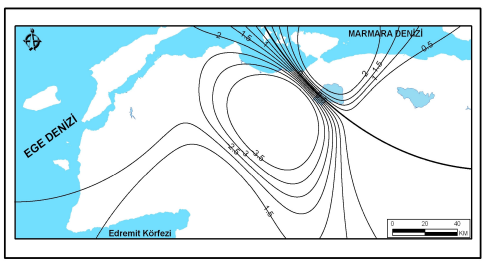
sıcaklıklarının % 20.80'ini açıklar. İlkbaharda sıcaklıkların ve indislerin temsil edilme oranları azalır (Çizelge 33).

Çizelge 34: AO-MO atmosferik salınım indisleri ile ortalama sıcaklar arasındaki kümelerarası ilişki yükleri (Rxy).

Mevsimler	KAİD	İlişki katsayısı	Sıcakların açıklanması (%)	İndislerin açıklanması (%)	Sıcaklıkların indisleri açıklaması (%)	İndislerin sıcaklıkları açıklaması (%)
Kış	1	0.66	**37.01**	**53.68**	16.19	**23.48**
	2	0.47	12.90	8.86	2.85	1.96
İlkbahar	1	0.54	6.57	29.25	1.93	8.60
	2	0.35	6.71	16.21	0.83	2.01
Yaz	1	0.40	1.17	16.00	0.19	2.59
	2	0.24	1.20	14.37	0.07	0.82
Sonbahar	1	0.51	13.40	31.78	3.54	8.40
	2	0.32	1.15	12.09	0.12	1.21

Ortalama sıcaklıklar ve atmosferik salınım indis grubu NAO-AO arasındaki 1.*KAİD*'de, kış sıcaklıklarının %49.09'u, NAO-AO kış indislerinin %23.65'i temsil edilir (Çizelge verilmedi). Ortalama hava sıcaklıklarının %10.89'u NAO-AO salınım indisi tarafından açıklanır. Kış ortalama sıcaklıkları ve salınım indislerinden AO-MO için yapılan *KİA*'ya göre; 1.*KAİD*'de sıcaklıkların temsil edilme oranı %37.01, AO-MO'nun temsil edilme oranı %53.68'dir, sıcaklıkların %23.48'i AO-MO tarafından açıklanır (Çizelge 34). *KİA*'ya göre; kış sıcaklıklarının yıllararası değişkenliği üzerinde en belirgin etkiye sahip olan atmosferik salınım indisleri AO, MO ve NAO'dur. EÑSO'nun etkisi kış mevsiminde oldukça zayıftır. Kışın, Akdeniz Havzasına Atlantik ve Arktik bölge üzerinden taşınan ısı ve nem miktarı NAO, AO ve bu atmosferik salınım indislerinin yerelleşmiş bir bağlantısı olarak kabul edilen MO'ya bağlı olarak yıldan yıla değişmektedir (Hurrell, 1995; Hatzaki vd., 2007).

İlkbahar ortalama sıcaklıkları ve NAO arasında *KİA*'ya göre, 1.*KAİD*'de sıcaklıkların %1.71'i, NAO'nun %35.98'i temsil edilir. NAO, ilkbahar ortalama sıcaklıklarının %4.66'sını açıklar. İlişki deseni, çalışma alanını kuzeybatı-güneydoğu ekseninde ikiye ayırır. Desenin bir kutbu Marmara Denizi üzerinde, diğer kutbu ise kuzey Ege üzerinde konumlanmıştır (Şekil 48a). Önceki bölümde uygulanan *Pearson* ilişki analizinde de, NAO ve ilkbahar ortalama sıcaklıklar arasında zayıf bir ilişki bulunmuştur.



a) r = 0.41 AVsıc = %11.16 AVmo=%41.73 **b)** r = 0.48 AVsıc = %31.61 AVenso=%48.41

Şekil 48: İlkbahar mevsimi ortalama sıcaklıklar ile **a)** MO **b)** EÑSO arasındaki KİA ilişki yükleri, r, kümelerarası ilişki katsayısı, AVsıc, sıcaklıkların temsil edilme oranı, AVnao,eñso, atmosferik salınım indisinin temsil edilme oranı.

İlkbahar ortalama sıcaklıkları ile AO arasındaki 1.*KAİD*'de sıcaklıkların %2.85, AO'nun %54.14'ü temsil edilir. AO indisinin ilkbahar ortalama sıcaklıklarını açıklama oranı %15.87'dir. Kış mevsiminde, AO en etkili uzakbağlantı deseniyken ilkbaharla birlikte sistemin etkinliği azalır. İlkbaharda ilişki deseni, çalışma alanının doğusunda Marmara Denizine doğru ve batısında etkileri Çanakkale çevresinde gelişen iki ayrı kutup gelişir. Çalışma alanı, atmosferik salınım desenlerinin etkilerini göstermek açısından yeterli büyüklükte olmadığı için, desenlerin gelişimleri yerel ölçektedir. İlkbahar sıcaklıklarındaki yıllararası değişkenliğini en iyi EÑSO indisindeki değişkenlikler ile açıklanabilir. 1.*KAİD*'de ilkbahar ortalama sıcaklıklarının %31.61'i, EÑSO'nun %48.41'i temsil edilirken, EÑSO'nun sıcaklıkları açıklama oranı %11.34'tür. EÑSO, Muson dolaşımının bağlantısı olan Basra alçak basıncıyla, ilkbahar sıcaklıkları üzerinde belirgin etkiye sahip olan bir uzakbağlantıdır. *KİA* vektörleri ile çizilen haritada, çalışma alanının kuzeybatı-güneydoğu ekseninde ayıran iki ayrı desen gözlenebilir. Batıda yer alan desen Ege Denizi üzerinde gelişen bir desenin uzantısıyken, batısındaki desen Marmara Denizi çevresinde gelişen bir desenin uzantısıdır. Bunların dışında çalışma alanının doğu kesiminde bu desenlerden bağımsız olarak gelişen ayrı bir kutbun varlığı da dikkat çekicidir (Şekil 48b). Önceki bölümde yapılan *Pearson* ilişki analizinde çalışma alanının güney ve güneybatı kesimlerinde ilişki katsayılarının daha yüksek olduğu gözlenir. El-Niño olaylarında, sıcaklıklarda anlamlı soğuma, La-Niña yıllarında ise anlamlı ısınma gözlenir. Bu sonuç, Bartholy ve Pongracz (2006)'ın Macaristan için elde ettikleri sonuçla tutarlıdır. La-Niña yıllarında Mart-Mayıs aylarındaki, İtalya,

Yunanistan, Balkanlar ve Türkiye'nin batısını kapsayan sıcak olaylar, Kuzey Denizi'nden kuzey Mısır'a kadar uzanan normalin altındaki DSB koşullarıyla bağlantılıdır (Xoplaki, 2002). İlkbahar mevsiminde, EÑSO'dan sonra sıcaklıklar üzerinde en etkili olan uzakbağlantı deseni MO'dur.

1.*KAİD*'de ilkbahar ortalama sıcaklıkların %11.17'si, MO indisinin %41.74'ü temsil edilir ve ilkbahar ortalama sıcaklıklarının %7.27'si MO tarafından açıklanır. MO, kışın etkili olan ve ilkbaharda kısmen zayıflayıp yazın tamamen ortadan kalkan, sonbahar mevsiminde kışa oranla daha az gelişen bir atmosferik salınım indisidir. *KİA* vektörleri ile oluşturulan haritada, çalışma alanında iki ayrı kutba sahip bir desen belirgindir. Kış mevsimine oranla eksen daha kuzeye çekilmiştir ya da Ege Denizi üzerindeki kutup kışa oranla daha fazla gelişerek etki alanı genişletir. MO indisi, ortalama ilkbahar sıcaklıklarındaki zamansal değişkenlik üzerinde EÑSO'ya göre daha zayıf bir bağlantı sunar. Akdeniz salınımı pozitif evresindeyken, egemen egemendir olur ve sıcaklıklarda artışlar gözlenir (Maheras vd., 1999).

İlkbahar ortalama sıcaklıklar ve atmosferik uzakbağlantı desen grubu (NAO-AO-MO-EÑSO) arasındaki kümelerearası ilişki analizinde, sıcaklıkların ve uzakbağlantı desenlerinin temsil edilme oranları tüm *KAİD*'lerde zayıftır (Çizelge 32). Sıcaklıklarının ve atmosferik bağlantı desenlerinin temsil edilme oranları yüksek olmadığı için bir değerlendirme yapılmamıştır. NAO-AO, AO-MO ve NAO-MO atmosferik salınım indis grupları için yapılan *KİA*'da ilkbahar ortalama sıcaklıklarının temsil edilme oranları orijinal veriyi temsil edecek kadar yüksek olmadığından, ilkbahar ortalama sıcaklıklarındaki yıllararası değişkenlik üzerinde indislerdeki değişikliklerin etkisinin oldukça sınırlı olduğu söylenebilir.

NAO-EÑSO, MO-EÑSO ve AO-EÑSO indis çiftleri ile ilkbahar ortalama sıcaklıklar için yapılan *KİA*'da, sıcaklıklar ve atmosferik basınç desenleri iyi temsil edilir. NAO-EÑSO 1.*KAİD*'de, sıcaklıkların %34.89'u, indislerin %23.98'i temsil edilirken ve atmosferik salınım indisleri ilkbahar ortalama sıcaklıkların %9.10'unu açıklar. MO-EÑSO 1.*KAİD*'de, sıcaklıkların %31.26'sı, indislerin %26.69'u temsil

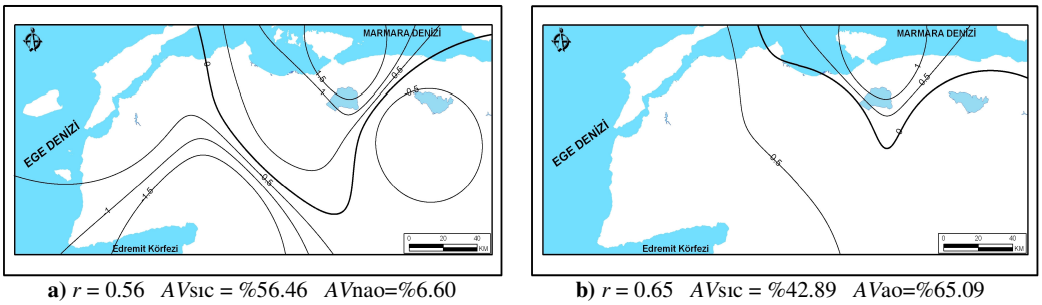
edilirken sıcaklıkların %8.36'ı MO-EÑSO tarafından açıklanır. 1.*KAİD*'de AO-EÑSO ise sıcaklıkların %27.21'i, indisin %33.09'u temsil edilir ve sıcaklıkların %14.61'i AO-EÑSO salınım indisi tarafından açıklanır. İlkbaharda, ortalama sıcaklıklar üzerinde en belirleyici etkiye sahip olan atmosferik salınım indisleri EÑSO-MO-AO'dur. Bu indislerdeki değişkenlikler, ilkbahar ortalama sıcaklıklarındaki yıllararası değişimler üzerinde belirleyici etkiye sahiptir.

AO ve MO gibi çalışma alanı sıcaklık ve yağışlarındaki zamansal değişkenlikleri açıklayan atmosferik dolaşım desenlerinin etki alanlarının değişmesi ya da azalmasına bağlı olarak yaz ortalama sıcaklıkları üzerinde etkileri oldukça zayıftır. Yazın, ortalama sıcaklıkları en iyi açıklayan salınım indisi NAO'dur (*AV*sıc: %34.27, *AV*nao: %47.87). Yaz sıcaklıklarındaki yıllararası değişkenlikler üzerinde en çok etkisi olan atmosferik salınım indisi olan NAO, yaz sıcaklıklarının %10.97'sini açıklar. EÑSO, ortalama sıcaklıklarda ilkbahar mevsiminde en yüksek etkiye sahipken, yazın etkisi daha zayıftır. NAO-AO-MO-EÑSO, NAO-AO-MO, AO-MO, NAO-MO, MO-EÑSO atmosferik salınım indis grupları ve yaz ortalama sıcaklıkları için yapılan *KİA*'da; sıcaklıkların ve indislerin temsil edilme oranları orijinal verileri temsil edebilecek kadar yüksek değildir. Bu nedenle bu basınç desen grupları için bir değerlendirme yapılmamıştır. NAO-EÑSO ve NAO-AO atmosferik salınım indis çiftleri, en iyi yaz ortalama sıcaklıklarını açıklar. 1.*KAİD*'de NAO-EÑSO indis çiftinin %21.48'i, sıcaklıkların %45.50'i temsil edilir ve bu indis grubu sıcaklıkların %6.14'ü açıklanır. NAO-AO için yapılan analiz sonuçları 1.*KAİD*'de, sıcaklıkların %33.17'i ve atmosferik salınım indislerinin %23.83'ü temsil edilir ve yaz ortalama sıcaklıklarının %5.08'ini, NAO-AO salınım indisleri tarafından açıklanabilir. Yaz ortalama sıcaklıklarındaki yıllararası değişimler üzerinde yerel koşulların etkisi egemendir. AO ve MO'nun sonbaharda belirginleşmeye başlaması ile bu sistemlerin çalışma alanı ortalama sonbahar sıcaklıkları üzerindeki etkisi de artar. AO indisi, sonbahar ortalama sıcaklıklarının %12.78'ini (*AV*sıc: %11.34; *AV*ao: %50.38) ve MO, sonbahar ortalama sıcaklıklarının %6.32'sini açıklar (*AV*sıc: %4.07; *AV*mo: %39.84). *KİA*'ya göre; NAO (%5.88) ve EÑSO (%1.24) sonbahar ortalama sıcaklıklarındaki değişkenliği en az açıklayan ve sıcaklıklar üzerinde etkisi görece az olan indislerdir. Sonbahar ortalama sıcaklıkları ve NAO-AO-MO-EÑSO, NAO-AO-

MO, NAO-AO, NAO-MO, AO-MO atmosferik salınım indis grupları için yapılan *KİA*'da sıcaklıkların ve basınç desenlerinin temsil edilme oranları oldukça zayıftır. Bu nedenle analiz sonuçlarıyla ilgili herhangi bir değerlendirme yapılmamıştır. Ortalama sıcaklıklardaki yıllararası değişkenlikleri en iyi açıklayan atmosferik uzakbağlantı desenleri; kış mevsiminde AO ve daha zayıf olarak NAO ile MO indisleri, ilkbaharda EÑSO indisi, yazın daha çok yerel koşullar ve sonbaharda ise AO ile MO'dur.

6.1.2. Minimum Sıcaklıklar

Ortalama minimum sıcaklıklardaki yıllararası değişkenlikler en iyi AO ve MO indislerindeki değişimler ile açıklanabilir. Kış minimum sıcaklıklarının %20.68'inin ve NAO'nun % 56.46'sının temsil edildiği 1.*KAİD*'de kış minimum sıcaklıklarının %18'ini açıklanır. İlişki yükleri kullanılarak hazırlanan haritalarda çalışma alanının kuzeydoğu ve güneybatısında gelişen iki ayrı kutuplu desen gözlenebilir. Edremit körfezi çevresindeki desen Ege Denizi üzerinde gelişen bir desenin uzantısı ve diğer desen merkezi Marmara Denizi üzerinde gelişmiştir. NAO indisi, çalışma alanı üzerinde özellikle batı-güneybatı yönlerinden ve daha çok kıyı istasyonlarında etkili olur (Şekil 49a).

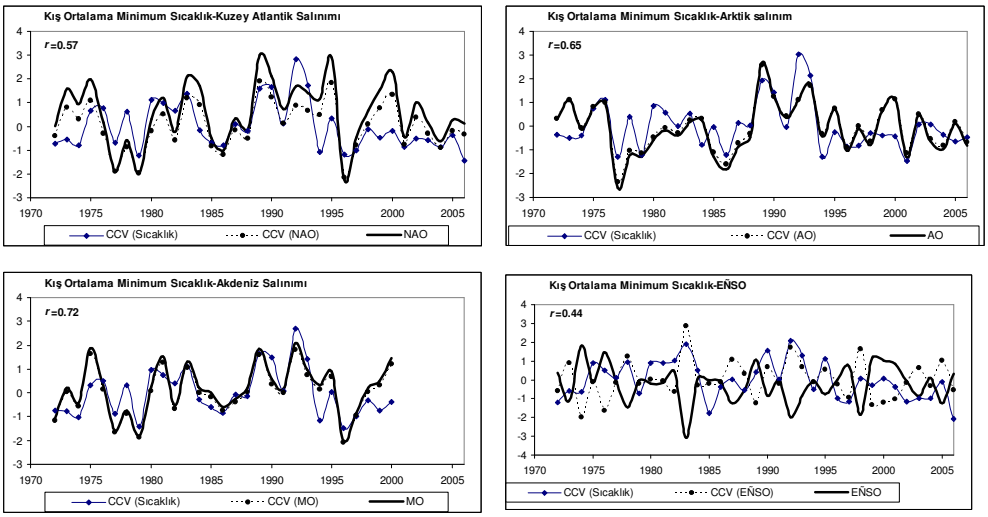


a) r = 0.56 AVsıc = %56.46 AVnao=%6.60 **b)** r = 0.65 AVsıc = %42.89 AVao=%65.09

Şekil 49: Kış mevsimi ortalama minimum sıcaklıklar ile **a)** NAO ve **b)**AO arasındaki KİA ilişki yükleri, r, kümelerarası ilişki katsayısı, AVsıc, sıcaklıkların temsil edilme oranı, AVao, atmosferik salınım indisinin temsil edilme oranı.

1.*KAİD*'da AO'nun %65.09'u, kış minimum sıcaklıklarının ise %42.89'u temsil edilir. AO indisi, kış minimum sıcaklıkların %27.58 açıklayan bir atmosferik salınım indisidir. AO indisi, çalışma alanının kuzey kesimlerinden iç kesimlere doğru gelişen bir desen oluşturur. Kışın, çalışma alanında Marmara Denizi üzerinde ve Ege Denizi üzerinde iki ayrı merkezi olan desenler gelişir.

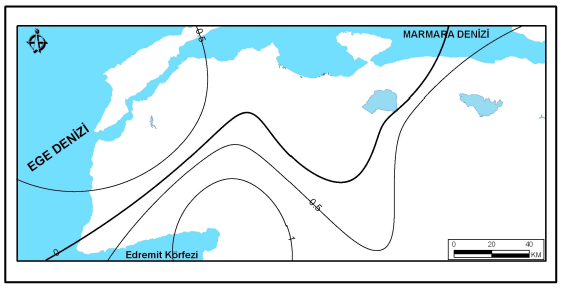
MO indisi, sonbahar mevsiminde belirginleşen kış mevsiminde gelişerek etkisi ilkbaharda oldukça azalarak yazın tamamen ortadan kaybolan bir uzakbağlantıdır. *KİA*'da kış minimum sıcaklıkları ve MO arasında anlamlı bir ilişki bulundu. 1.*KAİD*'de, kış minimum sıcaklıklarının %32.36'sı temsil edilirken MO'nun %71.55'i temsil edilir ve MO indisi kış minimum sıcaklıklarının %36.62'sini açıklar. MO indisi ve kış minimum sıcaklıkları arasındaki ilişki deseni, ortalama kış sıcaklığındaki benzer bir desen sunar. Önceki bölümde uygulanan *Pearson* ilişki analizinde istasyonların tümünde anlamlı ilişkiler gözlenmiştir. MO indisi çalışma alanı üzerinde daha çok batı-güneybatılı sistemlerle etkili olan bir atmosferik salınımdır.



Şekil 50: Kış mevsimi ortalama minimum sıcaklar ile atmosferik salınım indislerinin kümelerarası ilişki değişkenleri (KAİD), *r*: ilişki katsayısı.

EÑSO ve kış minimum sıcaklıkları arasında yapılan *KİA*'da orijinal verilerin temsil edilme oranlarının düşük olması nedeniyle bir değerlendirme yapılmamıştır. Kış minimum sıcaklıklarındaki yıllararası değişkenlik AO-NAO-MO indis grubundaki değişimler tarafından denetlenir. Atmosferik salınım indislerinin ve sıcaklıkların ile indislerin *KAİD*'lerinden yararlanılarak oluşturulan zaman dizisinde sıcaklıkların AO ve MO'ya bağlılıkları dikkat çeker (Şekil 50).

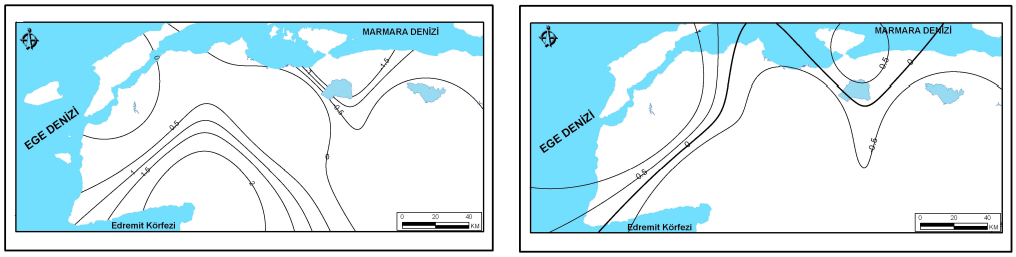
İlkbahar minimum sıcaklıklarında AO ve NAO'nun etkisi nispeten azalır. İlkbaharda minimum sıcaklıklarındaki değişiklikler en iyi EÑSO ve MO indislerindeki değişimler ile açıklanabilir. MO indisi ve ilkbahar minimum sıcaklıkları için yapılan 1.*KAİD*'de sıcaklıkların %29.69'u, MO'nun %44.42'si temsil edilir. MO indisi, ilkbahar minimum sıcaklıkların %8.77'sini açıklar. EÑSO ve ilkbahar minimum sıcaklıkları için yapılan analize göre 1.*KAİD*'da sıcaklıkların %34.36'sı, EÑSO'nun %55.75'i temsil edilir.



r = 0.56 *AV*sıc = %34.36 *AV*eñso=%55.75

Şekil 51: İlkbahar mevsimi ortalama minimum sıcaklıklar ile EÑSO arasındaki KİA ilişki yükleri, *r*, Kümelerarası ilişki katsayısı, *AV*sıc, sıcaklıkların temsil edilme oranı, *AV*eñso, atmosferik salınım indisinin temsil edilme oranı.

İlkbahar minimum sıcaklıklarının %17.33'ü EÑSO tarafından açıklanır. Çalışma alanında kuzeydoğu-güneybatı ekseninde farklı kutba sahip iki desen gözlenebilir. Desenlerden biri çalışma alanının kuzeybatısında, Kuzeybatı Anadolu üzerinde gelişen bir desenin uzantısı olabilirken, diğer desenin merkezi Anadolu'nun iç kesimlerine kadar uzanabilen bir desenin uzantısı olabilir (Şekil 51).



a) r = 0.50 AVsıc = %26.96 AVnao=%49.99 **b)** r = 0.44 AVsıc = %9.12 AVeñso=%43.49

Şekil 52: Yaz mevsimi ortalama minimum sıcaklıklar ile **a)**NAO ve **b)**EÑSO arasındaki KİA ilişki yükleri, r, Kümelerarası ilişki katsayısı, AVsıc, sıcaklıkların temsil edilme oranı, AVnao, atmosferik salınım indisinin temsil edilme oranı.

Yaz minimum sıcaklıkları, en iyi NAO (% 12.50) tarafından açıklanır. Diğer atmosferik salınım indislerinin etkileri bu mevsimde oldukça azdır. NAO ve yaz minimum sıcaklıkları arasındaki ilişki analizine göre, çalışma alanında kuzeybatı-güneydoğu ekseninde birbirinden ayrılan iki farklı desen gözlenir. Edremit körfezi çevresine kadar uzan desenin merkezi Ege Denizi üzerinde gelişirken, Bandırma çevresine uzanan desen, Marmara denizi üzerinde gelişmiştir. NAO indisi, yaz sıcaklıkları üzerinde daha çok batılı ve güneybatılı sistemlerle etkili olur ve etkisi kıyı kesimlerde fazlayken, iç kesimlere girildikçe etki oranı azalır. Yaz minimum sıcaklıklarındaki yıllararası değişkenlik üzerinde NAO indisindeki değişimler etkili olabilir (Şekil 52a). Diğer atmosferik salınım indisleri için yapılan *KİA*'da sıcaklıkların açıklanma oranlarının zayıf olması nedeniyle bir değerlendirme yapılmamıştır. EÑSO indisi ve yaz minimum sıcaklıkları arasındaki ilişki deseni ilkbahar minimum sıcaklığı ile benzerlik gösterir. Yaz minimum sıcaklıklarında, iki farklı kutupla birbirinden ayrılan desenlerin eksenleri ilkbahar mevsimine göre daha kuzeyde yer alır. EÑSO ilkbahar ve yaz mevsiminde Türkiye'yi Muson alçak basıncının bir kolu olan Basra alçak basıncıyla etkileyen bir atmosferik salınım indisidir (Şekil 52b).

Sonbahar minimum sıcaklıkları en iyi AO indisi ile yapılan *KİA*'da temsil edilir (AVsıc:%6.71; AVao:%37.96). Sonbahar minimum sıcaklıklarındaki değişkenlik bu mevsimde gelişmeye başlayan AO indisindeki değişimler tarafından en iyi açıklanırken, AO'nun etkisi kıyı kesimlerde zayıftır. *KAİD*'ye göre, minimum

sıcaklıklar atmosferik basınç desenleri tarafından en iyi kış mevsiminde açıkladığı söylenebilir (Çizelge 35).

Çizelge 35: NAO-AO-MO-EÑSO atmosferik salınım indisleri ile ortalama minimum sıcaklar arasındaki kümelerarası ilişki yükleri (**Rxy**).

Mevsimler	KAİD	İlişki katsayısı	Sıcakların açıklanması (%)	İndislerin açıklanması (%)	Sıcaklıkların indisleri açıklaması (%)	İndislerin sıcaklıkları açıklaması (%)
Kış	1	0.85	57.58	33.22	41.97	24.22
	2	0.65	3.11	14.39	1.32	6.10
	3	0.21	1.80	1.29	0.08	0.06
	4	0.01	0.12	0.35	0.00	0.00
İlkbahar	1	0.69	33.68	25.42	16.07	12.13
	2	0.50	11.46	16.94	2.90	4.29
	3	0.36	1.34	5.16	0.17	0.65
	4	0.23	1.12	3.50	0.06	0.19
Yaz	1	0.73	38.25	14.37	20.09	7.55
	2	0.57	2.01	13.24	0.66	4.36
	3	0.40	3.50	15.30	0.55	2.40
	4	0.09	0.85	1.64	0.01	0.01
Sonbahar	1	0.58	7.47	8.41	2.54	2.86
	2	0.47	9.30	14.00	2.08	3.13
	3	0.21	3.76	5.77	0.17	0.26
	4	0.09	1.43	2.56	0.01	0.02

Kış minimum sıcaklıklarının %57.58'inin, atmosferik basınç desenlerinin %33.22 olarak temsil edildiği 1.*KAİD*'de atmosferik salınım indisleri sıcaklıkların %24.22'sini açıklar. Bu dönemde, Atlantik ve Arktik kökenli hava kütlelerinin gelişmesiyle Akdeniz havzasında batılı ve kuzeyli dolaşım artar. NAO ve AO gibi atmosferik dolaşım ve salınım indisleri, kuzey yarımkürede, Kuzey Atlantik, Avrupa ve Akdeniz havzasında uzun ve kısa dönemli iklimsel değişkenliğin en önemli denetleyicileri olarak bilinir (Xoplaki, 2002; Türkeş ve Erlat, 2008).

Çizelge 36: NAO-AO-MO atmosferik salınım indisleri ile ortalama minimum sıcaklar arasındaki kümelerarası ilişki yükleri (Rxy).

Mevsimler	KAİD	İlişki katsayısı	Sıcakların açıklanması (%)	İndislerin açıklanması (%)	Sıcaklıkların indisleri açıklaması (%)	İndislerin sıcaklıkları açıklaması (%)
Kış	1	0.82	57.07	37.38	38.70	25.35
	2	0.58	0.93	17.62	0.32	5.96
	3	0.15	1.35	3.67	0.03	0.08
İlkbahar	1	0.64	17.48	24.07	7.16	9.86
	2	0.45	9.78	17.74	1.94	3.52
	3	0.24	0.73	5.44	0.04	0.32
Yaz	1	0.60	17.48	10.61	6.30	3.82
	2	0.53	8.68	29.03	2.46	8.21
	3	0.25	5.21	6.79	0.31	0.41
Sonbahar	1	0.58	7.81	8.51	2.59	2.82
	2	0.43	7.81	16.70	1.45	3.10
	3	0.20	4.14	9.09	0.16	0.35

Bu indislerin dışında, kışın etkili olan bir diğer atmosferik dolaşım deseni MO'dur. Kış ortalama minimum sıcaklıklarında NAO, AO ve bunların yerel bir uzantısı olarak kabul edilen MO indisleri sıcaklıkların %25.35'ini açıklar (Çizelge 36). Kış mevsiminde EÑSO'nun etkisi azdır, bu desenle ilgili değerlendirmeler ilkbahar ve yaz mevsiminde yapılmıştır. Kış minimum sıcaklıkları, en iyi AO ve MO indisleri tarafından açıklanırken, NAO'nun da kış minimum sıcaklıkları üzerinde belirleyici etkisi olduğu söylenebilir (Çizelge 37). *Pearson* ilişki analizine göre istasyonların tümünde AO ve kış minimum sıcaklıkları arasında anlamlı negatif ilişki gözlenmiştir. Türkiye AO indisinin ortalama kış sıcaklıkları ve Türkiye'deki don olaylı gün sayıları üzerinde önemli etkisi olduğu gözlenmiştir (Türkeş ve Erlat, 2008; Erlat ve Türkeş, 2008)

Çizelge 37: Atmosferik salınım indislerinden AO-MO ile ortalama minimum sıcaklar arasındaki kümelerarası ilişki yükleri (Rxy).

Mevsimler	KAİD	İlişki katsayısı	Sıcakların açıklanması (%)	İndislerin açıklanması (%)	Sıcaklıkların indisleri açıklaması (%)	İndislerin sıcaklıkları açıklaması (%)
Kış	1	0.72	38.27	59.95	20.02	31.35
	2	0.43	10.33	7.35	1.91	1.36
İlkbahar	1	0.49	7.90	30.82	1.93	7.53
	2	0.44	13.11	16.55	2.53	3.20
Yaz	1	0.54	2.28	31.32	0.67	9.16
	2	0.25	3.16	10.54	0.20	0.66
Sonbahar	1	0.43	7.92	23.32	1.47	4.32
	2	0.40	2.77	18.27	0.44	2.90

İlkbahar minimum sıcaklıkları ve NAO-AO-MO-EÑSO, NAO-AO-MO, NAO-AO, AO-MO ve NAO-MO atmosferik salınım indis grupları için yapılan *KİA*'da, sıcaklıkların ve atmosferik basınç desenlerinin temsil edilme oranları düşüktür. Veriler iyi temsil edilmediği için bu atmosferik basınç gruplarına ait *KİA* sonuçları değerlendirilmemiştir. İlkbahar minimum sıcaklıkları ile atmosferik uzakbağlantı desenleri en iyi MO-EÑSO ve NAO-EÑSO için oluşturulan gruplarda temsil edilir. MO-EÑSO 1.*KAİD*'de, sıcaklıkların %39.31'i, uzakbağlantıların %41.33'ü temsil edilir ve sıcaklıkların %18.37'si MO-EÑSO indis çifti tarafından açıklanır. NAO-EÑSO 1.*KAİD*'de, sıcaklıkların %35.02'si, uzakbağlantıların %40.20'si temsil edilirken sıcaklıkların %17'si bu desenler tarafından açıklanır.

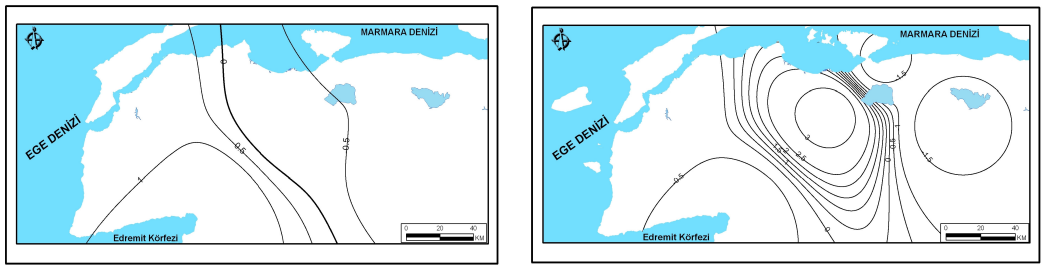
EÑSO, Türkiye'yi ilkbahar ve yaz döneminde Muson Alçak Basıncının gelişmesiyle, Basra Körfezi üzerinden sokularak, sıcaklıkların artmasına yol açar. İlkbahar minimum sıcaklıkları üzerinde EÑSO, MO ve NAO indislerinin etkisi olduğu söylenebilir. Yaz minimum sıcaklıklarındaki yıllararası değişkenlik en iyi NAO-EÑSO atmosferik salınım indis grubu tarafından açıklanır. Sıcaklıkların %36.85 ve salınım indisinin %28.37'sinin temsil edildiği 1.*KAİD*'de yaz minimum sıcaklıklarının %14.40'ı NAO-EÑSO indis grubu tarafından açıklanabilir. Kışın etki alanlarını geliştiren AO ve MO gibi atmosferik desenlerin ilkbaharda zayıfladığı düşünüldüğünde yaz mevsimi üzerinde etkilerinin az ya da kısmen olduğu söylenebilir. Sonbahar minimum sıcaklıkları ve atmosferik salınım indis grupları arasındaki ilişki analizlerinde, verilerin temsil edilme oranlarının %10'dan küçük olması nedeniyle herhangi bir değerlendirme yapılmamıştır.

6.1.3. Maksimum Sıcaklıklar

Ortalama maksimum sıcaklıklar ve atmosferik salınım indisleri arasındaki ilişki analizi sonuçlarına göre; kış maksimum sıcaklıkları en iyi AO ve MO indisleriyle açıklanabilir. Maksimum sıcaklıklarındaki yıllararası değişkenlik ilkbaharda en iyi EÑSO ile yazın NAO indisiyle açıklanır. Sonbaharda, *KİA*'ya göre maksimum sıcaklıklarının en iyi açıklandığı atmosferik salınım indisi AO'dur. Sonbaharda, AO'nun gelişmeye başlamasıyla ortalama maksimum sıcaklıklardaki değişkenlikler AO indisindeki değişimlerden etkilenir.

Kış maksimum sıcaklıkları ve AO indisi arasındaki *KİA*'da sıcaklıkların %33.98'i, indisin %48.63'ü temsil edilir. AO indisi, kış maksimum sıcaklıklarının %11.50'sini açıklar. Çalışma alanında, kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda iki ayrı kutuplu desenler belirgindir. Batıdaki desen, Ege Denizi çevresinde, doğudaki desen ise Marmara Denizinin doğusuna doğru gelişim gösterir (Şekil 53a). AO indisi, daha çok iç kesimlerde ve özellikle sıcaklıklar üzerinde etkisi olan bir atmosferik salınımdır. Çalışma alanı kış maksimum sıcaklıklarındaki yıllararası değişkenlikleri

kontrol eden AO indisin negatif ve pozitif evresinde dolaşımın değişmesiyle sıcaklıklarda artışlar ve azalmalar gözlenir. Türkeş ve Erlat (2008)'a göre; Türkiye'deki sıcak sinyaller, 500 hPa jeopotansiyel düzeyindeki batılı ve güneybatılı dolaşımın Atlantik ve kuzey Afrika kökenli sıcak havayı Türkiye ve doğu Akdeniz'e taşımasıyla şekillenir.

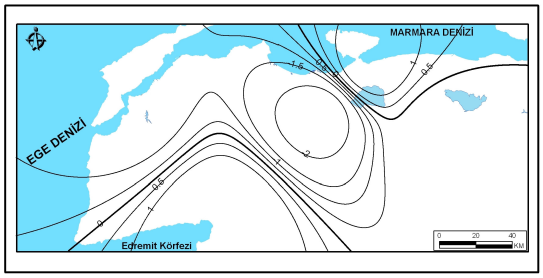


a) r = 0.48 AVsıc = %33.98 AVao=%48.63 **b)** r = 0.43 AVsıc = %28.80 AVmo=%42.48

Şekil 53: Kış mevsimi ortalama maksimum sıcaklıklar ile **a)**AO **b)** MO arasındaki KİA ilişki yükleri, r, Kümelerarası ilişki katsayısı, AVsıc, sıcaklıkların temsil edilme oranı, AVao,mo, atmosferik salınım indisinin temsil edilme oranı.

MO indisi, kış maksimum sıcaklıklarını AO'dan sonra en iyi açıklayan uzakbağlantıdır. MO indisi ile kış maksimum sıcaklıklardaki yıllararası değişkenliğin %7.67'i açıklanır. İndis ve sıcaklıklar arasında, kıyı kesimlerden iç kesimlere doğru gelişen kuzeybatı-güneydoğu ekseninde gelişerek belirginleşen iki farklı desen gözlenir (Şekil 53b). MO indisi, çalışma alanının batı-kuzeybatılı sistemlerle etkileyen bir atmosferik salınımdır. Kış maksimum sıcaklıklarındaki değişkenlikler AO ve MO indislerindeki değişimlerden etkilenir. *Pearson* ilişki analizinde, MO ile kış sıcaklıkları arasında anlamlı negatif ilişkiler gözlenmiştir. Kış maksimum sıcaklıklarındaki yıllarası değişkenlikler, AO, NAO ve MO indislerindeki değişimler ile açıklanabilir.

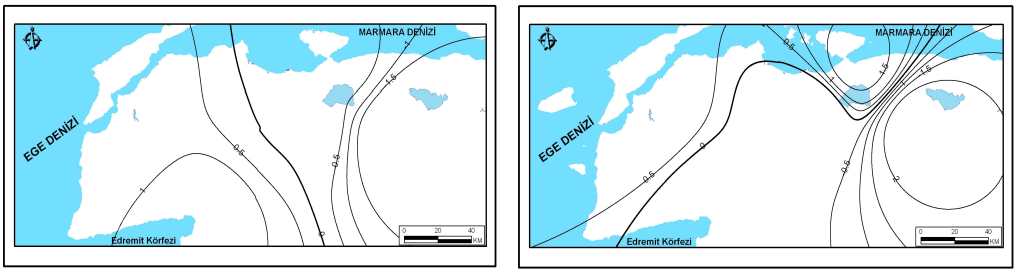
İlkbahar maksimum sıcaklıkları, Muson dolaşımının bir bağlantısı olan Basra alçak basıncı ile EÑSO tarafından denetlenir. 1.*KAİD*'de, ilkbahar maksimum sıcaklıkların %28.15'i, EÑSO'nun %44.42'si temsil edilir. EÑSO indisindeki değişimler, ilkbahar maksimum sıcaklıklarındaki değişkenliğin %8.76'sını açıklar. Bu dönemde çalışma alanında daha çok güneydoğulu sistemlerin etkili olduğu söylenebilir (Şekil 54).



r = 0.44 *AV*sıc = %28.15 *AV*eñso=%44.42

Şekil 54: İlkbahar mevsimi ortalama maksimum sıcaklıklar ile EÑSO arasındaki KİA ilişki yükleri, *r*, Kümelerarası ilişki katsayısı, *AV*sıc, sıcaklıkların temsil edilme oranı, *AV*eñso, atmosferik salınım indislerinin temsil edilme oranı.

Yaz maksimum sıcaklıklarını ve NAO arasındaki ilişki analizine göre, sıcaklıkların %25.31'i, NAO'nun %52.93'ü temsil edilir. NAO, yaz maksimum sıcaklıklarının %14.83'ünü açıklar. Ege Denizi üzerinde gelişen desen Çanakkale ve Edremit çevresinde belirgindir. Bu indis, daha çok batılı ve güneybatılı dolaşımla etkisini gösterir. *Pearson* ilişki analizinde yaz maksimum sıcaklıkları ile NAO indisi arasında anlamlı ilişkiler gözlenir. Yaz sıcaklıklarındaki yıllararası değişkenlik en iyi NAO indisi tarafından açıklanır.



a) *r* = 0.55 *AV*sıc = %13.46 *AV*ao=%55.31 **b)** *r* = 0.41 *AV*sıc = %2.73 *AV*nao=%40.48

Şekil 55: Sonbahar mevsimi ortalama maksimum sıcaklıklar ile **a)** AO **b)** NAO arasındaki KİA ilişki yükleri, *r*, kümelerarası ilişki katsayısı, *AV*sıc, sıcaklıkların temsil edilme oranı, *AV*ao, nao, atmosferik salınım indisinin temsil edilme oranı.

Sonbahar maksimum sıcaklıkları ve AO arasındaki *KİA*'da sıcaklıkların %13.46'sı, AO'nun %55.31'i temsil edilir. Sonbahar maksimum sıcaklıklarındaki yıllararası değişkenliğin %16.92'si, AO indisindeki değişimler ile açıklanabilir. AO, kıyı kesimlerde daha az etkili olurken kuzey kıyılardan iç kesimlere doğru gelişen ve çalışma alanının doğusunda belirginleşen bir desen oluşturur (Şekil 55a). NAO indisi çalışma alanında kuzeydoğu-güneybatı ekseninde birbirinden ayrılan iki ayrı kutuplu

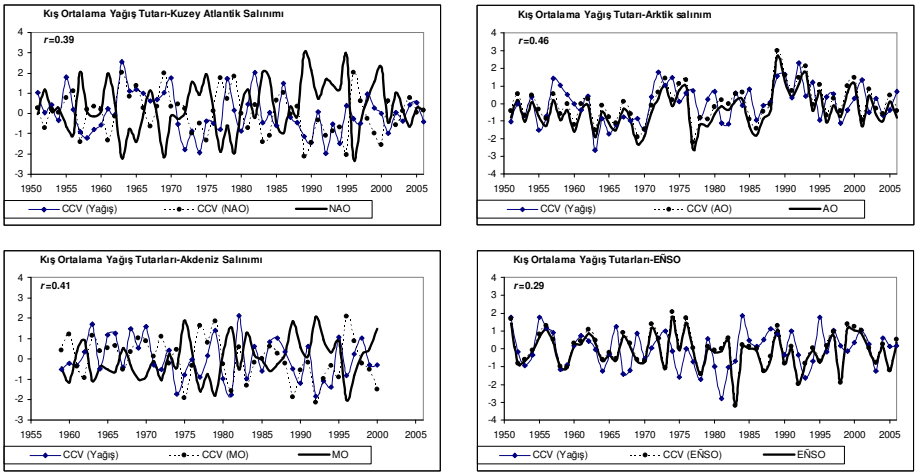
desenler gözlenebilir. NAO indisi, çalışma alanını üzerinde batılı ve güneybatılı sistemler ile etkili olan bir atmosferik salınımdır (Şekil 55b).

Kışın, NAO-AO için oluşturulan atmosferik salınım indis grubu ve maksimum sıcaklıklar 1.*KAİD*'de sırasıyla %29.44 ve %44.60 oranlarında temsil edilir ve sıcaklıklardaki değişkenliğin %11.61'i NAO-AO salınım indisindeki değişimler ile açıklanabilir.

6.2. Yağış Tutarları

Genellikle Akdeniz makro iklimi tarafından karakterize edilen Türkiye iklimi, orta enlem cephesel depresyonlarının, polar hava kütlelerinin, subtropikal yüksek basınç ile maritim tropikal ve kontinental tropikal hava kütlelerinin mevsimlik değişmesi ile şekillenir (Türkeş ve Erlat, 2005b). Kış mevsiminde, kuzeydoğu Atlantik'ten kaynaklanan orta enlem ve Akdeniz depresyonları ile Azorlardan kaynaklanan subtropikal dinamik antisiklonlar, Türkiye'de hava ve iklimi yakından denetler. Bazı kışlar gözlenen çok soğuk durağan ve kurak yüksek basınç koşulları, Türkiye ve çevresi üzerindeki bu ortalama makro atmosferik dolaşıma Sibirya antisiklonunun katılması ile ilgilidir (Türkeş ve Erlat; 2005b).

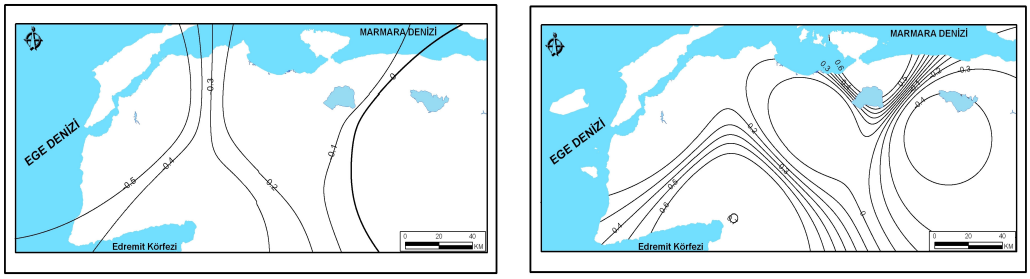
Ortalama kış yağış tutarlarındaki yıllararası değişkenliğin ve atmosferik salınım indislerindeki değişimler arasındaki ilişki *KİA* ile belirlenmeye çalışıldı. *KİA*'da atmosferik salınım indislerinden AO, MO ve NAO en iyi temsil edilen indislerdir (Şekil 56). Şekil 56'da atmosferik salınım indislerinin *KİA* ile oluşturulan veri seti ve orijinal veri seti birlikte verilmiştir.



Şekil 56: Kış mevsimi yağış tutarları ile atmosferik salınım indislerinin kümelerarası ilişki değişkenleri (KAİD); *r,* ilişki katsayısıdır.

Analiz sonuçlarına göre; NAO, AO ve daha zayıf olarak MO indisleri kış mevsimi ortalama yağış tutarlarını en iyi açıklayan atmosferik salınımlardır. 1. *KAİD*'ye göre AO indisi ve kış yağışları arasındaki ilişkide yağışlardaki yıllararası değişkenliğin %29.33'ü, AO indisinin ise %46.12'si temsil edilir. AO indisindeki değişim, kış yağışlarındaki yıllararası değişkenliğin %9.81'ini açıklar. AO indisi kış sıcaklıkları üzerinde etkili olduğu kadar kış yağışları üzerinde de etkili olan bir uzakbağlantıdır. Çanakkale çevresi ile Türkiye'nin iç kısımlarında gelişen desen, çalışma alanının doğusuna kadar uzanır. Çalışma alanının batısındaki desen Ege Denizi üzerinde gelişen bir desenin uzantısıdır (Şekil 57a). Önceki çalışmaların sonuçlarına göre; AO indisinin negatif evresinde yağışlarda artma, pozitif evresinde ise soğuk hava baskınlarının artmasıyla birlikte artan kuzeyli dolaşıma bağlı olarak yağış miktarında azalma gerçekleşir. Pozitif evrede, Sibirya üzerinde termik kökenli sığ yüksek basınç gelişerek Balkanlar üzerinden kuzey ve kuzeybatılı dolaşımla Anadolu üzerinde etkili olur (Türkeş ve Erlat, 2008; Erlat ve Türkeş 2008). Kış yağışları ve NAO indisi arasında *KİA* yüklerine göre; çalışma alanında kuzeybatı-güneydoğu ekseninde gelişen iki ayrı desen gözlenebilir. 1.*KAİD*'ye göre; kış yağışlarının %18.71'i, NAO indisinin %39.40'ı temsil edilir ve NAO indisindeki değişimler, kış yağışlarındaki değişkenliğin %6.12'sini açıklar (Şekil 57b). NAO'daki değişimler, çalışma alanındaki kış yağışları üzerinde batılı ve güneybatılı

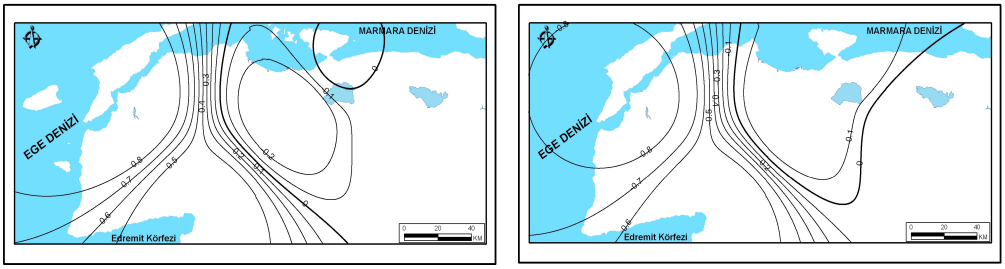
dolaşımla etkili olmuş olabilir. NAO indisi pozitif evresindeyken, kuzeydoğulu dolaşıma bağlı olarak Akdeniz havzası ve çevresine ulaşan depresyonların sıklığında bir azalmaya gerçekleşir ve bu Doğu Akdeniz Havzası ve Türkiye kış yağışlarındaki belirgin azalma ile önemli kurak dönemlerin yaşanmasına yol açar (Türkeş ve Erlat, 2005a; 2006). Yüzey ve üst seviyedeki aksiyon merkezlerinin değişmesi ile ilgili olan NAO, orta-kuzey-doğu Atlantik'ten (subtropikal, orta enlem ve subarktik) Doğu Avrupa, Doğu Akdeniz ve Arap yarımadasının kuzeyine uzanan geniş alan üzerinde üst seviyedeki jeostrofik hava akışları ve yüzey rüzgarları ile ilgilidir (Türkeş ve Erlat, 2006).



a) r = 0.46 AVyag = %29.33 AVao=%46.12 **b)** r = 0.39 AVyag = %18.71 AVnao=%39.40

Şekil 57: Kış mevsimi ortalama yağış tutarları ile **a)** AO ve **b)** NAO arasındaki KİA ilişki yükleri, r, Kümelerarası ilişki katsayısı, AVyag, sıcaklıkların temsil edilme oranı, AVao, nao, atmosferik salınım indisinin temsil edilme oranı.

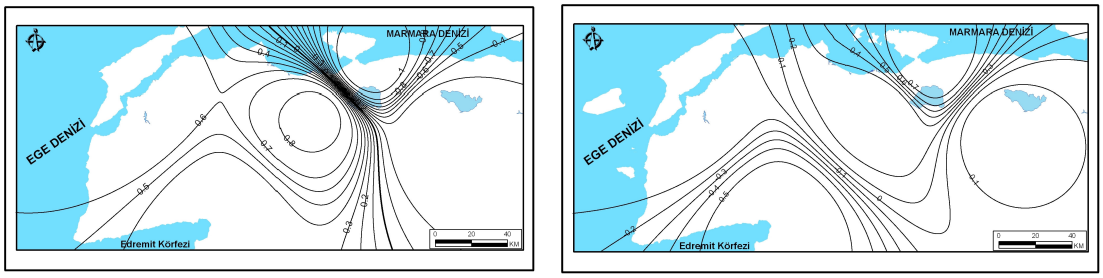
İlkbaharda, AO indisi ve yağışlar arasındaki desenler kuzeybatı-güneydoğu ekseninde gelişir. Çalışma alanının batısına kadar uzanan desen, merkezi Ege Denizi üzerinde olan bir desenin uzantısı olabileceği gibi çalışma alanı batısında belirginleşen desenin merkezi Marmara bölgesi ya da Anadolu'nun iç kesimlerinde gelişmiş olabilir. AO indisindeki değişimler, ilkbahar ortalama yağış tutarlarının %9.65'ini açıklar (Şekil 58a). İlkbahar yağışları ve NAO arasındaki ilişki desenlerinde, merkezi Marmara Denizi üzerinde olan bir desenin uzantısı çalışma alanının kuzeydoğusuna kadar uzanırken, Ege Denizi üzerinde gelişen desen çalışma alanının batı ve kuzeybatısına kadar etkilidir. NAO, ilkbahar yağışlarındaki yıllararası değişkenliğin %10.22'sini açıklar (Şekil 58b).



a) r = 0.46 AVyag = %14.49 AVao=%45.86 **b)** r = 0.46 AVyag = %14.71 AVnao=%46.75

Şekil 58: İlkbahar mevsimi ortalama yağış tutarları ile **a)** AO ve **b)** NAO arasındaki KİA ilişki yükleri; *r, k*ümelerarası ilişki katsayısı; *AV*yag, sıcaklıkların temsil edilme oranı; *AV*ao,nao, atmosferik salınım indisinin temsil edilme oranı.

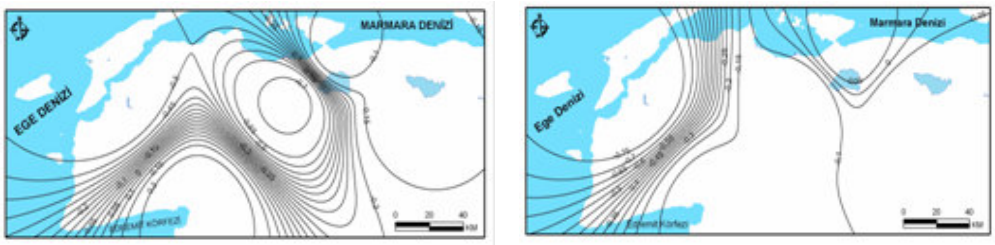
Yaz mevsiminde Türkiye ve çevresinde yerel koşulların etkisi artar. Cephesel alçak basınçların etkinliğinin azalmasına bağlı olarak, bu dönemin yıllık yağış toplamlarına olan katkıları da azalır. Sonbaharda AO ve toplam yağışları arasındaki 1.*KAİD*'ye göre, çalışma alanının batısında belirginleşen desen, Kuzey Ege üzerinde, ikinci desen ise Marmara Denizi üzerinde gelişmiştir. İki desenin uzantılarının birbirinden ayrılma doğrultuları kuzeybatı-güneydoğu eksenindedir. İlkbaharda, Bandırma çevresindeki desenin zayıf olması AO'nun etki alanının daralması ile ilgili olabilirken, sonbaharda bu alandaki desenin daha belirgin olması AO'nun etkinliğinin artmasıyla ilgili olabilir (Şekil 59a). Sonbahar yağışlarındaki yıllararası değişkenliğin %9.99'u NAO indisindeki değişimler ile açıklanabilir. NAO'nun yağışlar üzerindeki etkisi iç kesimlere doğru azalırken, indisin kıyı istasyonlardaki etkisi daha belirgindir (Şekil 59b).



a) r = 0.49 AVyag = %13.64 AVao=%48.84 **b)** r = 0.46 AVyag = %11.22 AVnao=%46.39

Şekil 59: Sonbahar mevsimi ortalama yağış tutarları ile **a)** AO ve **b)** NAO arasındaki KİA ilişki yükleri, *r*, kümelerarası ilişki katsayısı, *AV*yag, sıcaklıkların temsil edilme oranı, *AV*ao,nao, atmosferik salınım indisinin temsil edilme oranı.

Atmosferik salınım indisler kullanılarak oluşturulan veri grupları ve yağışlar arasındaki ilişki analizlerinde, veri temsili açısından daha anlamlı sonuçlar gözlenmiştir. Yağışlarla ilgili olarak bu bölümde, NAO-AO-MO-EÑSO, NAO-AO-MO, NAO-AO, NAO-MO, AO-MO, NAO-EÑSO, AO-EÑSO ve MO-EÑSO atmosferik salınım indis grupları ile mevsimlik yağış tutarları değerlendirilmeye çalışılmıştır. Çalışma alanını kış mevsiminde etkileyen NAO-AO-MO desenleri ve yağışlar arasında *KİA*'ya göre, iki ayrı desenin varlığından söz edilebilir (Şekil 58). Atlantik kökenli hava kütlelerinin etkisi daha çok çalışma alanının güney ve güneybatı kesimlerinde gözlendiği için, bu desen, çalışma alanının genellikle batı ve güneybatı kesimlerinde etkili olur. MO'ya ilişkin çalışmalarda (Hatzaki vd., 2007; Feidas vd., 2007), Akdeniz havzasının doğu ve batı uçları arasındaki basınç farkı ile oluşan MO'nun, NAO ve AO indislerinin yerel ölçekli bir etkisi olduğu kabul edilmektedir. Akdeniz basınç deseni de çalışma alanının güneybatı batı kesimlerine gelişerek kıyı kuşağı boyunca etkisini gösterir. Kış aylarında gelişen ve görece daha güney enlemlere doğru etkisini gösteren AO, çalışma alanının kuzey kesimlerinden iç kesimlere doğru etkili olur. AO ise, daha çok sıcaklıklar ve donlu günler üzerinde belirgin etkileri olan bir atmosferik salınım indisidir. (Türkeş ve Erlat, 2008; Erlat ve Türkeş, 2008).



a) r = 0.57 *AV*yag = %40.61 *AV*naoaomo=%19.81 **b)** r = 0.57 *AV*yag = %39.91 *AV*aomo=%22.67

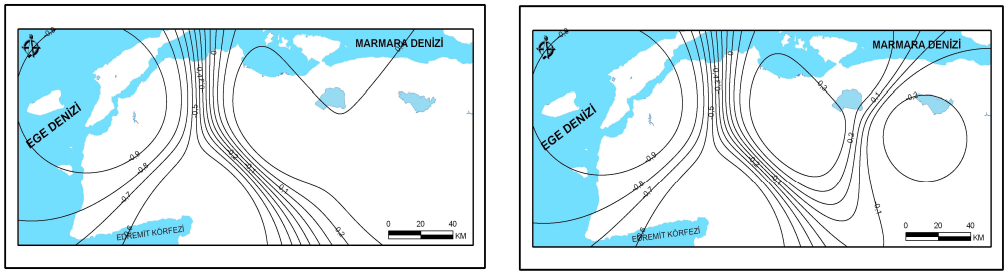
Şekil 60: Kış mevsimi ortalama yağış tutarları ile **a)** NAO-AO-MO **b)** AO-MO arasındaki KİA ilişki yükleri, r, kümelerarası ilişki katsayısı, *AV*yag, sıcaklıkların temsil edilme oranı, *AV*naoaomo, aomo, atmosferik salınım indislerinin temsil edilme oranı.

Kışın etkili olan atmosferik salınımlardan AO-MO grubu ve kış yağışları için yapılan ilişki analizinde, iki ayrı kutba sahip desenler gözlenir. Bu desenler Çanakkale boğazı çevresi ile Marmara Denizi üzerinde gelişmiştir. AO, çalışma

alanını kuzeybatıdan sokularak etkilerken, MO daha çok batılı ve güneybatılı dolaşımla etkili olmaktadır. Kış yağışları ve AO-MO indisleri için yapılan *KİA* sonuçları, NAO-AO-MO grubu ile benzer sonuçlar gösterir (Şekil 60). Kışın MO, Çanakkale Boğazı çevresinde gelişerek kıyı kuşağı boyunca etkili olan bir salınım indisidir. MO indisinin pozitif evresinde kuzeyli dolaşımın artmasına bağlı olarak yağışlarda azalma gözlenirken, negatif evresinde batılı dolaşımın artmasıyla nem oranı yüksek hava parselinde soğumayla ya da havaya nem eklenmesiyle bol yağışlar gerçekleşir. AO indisi ise, çalışma alanının kuzeydoğu kesiminde belirginleşen bir desen oluşturarak iç kesimlere doğru gelişir. Daha çok sıcaklıklar üzerinde etkili olan bu salınımın pozitif evresinde, yağışlarda azalma, negatif evresinde ise yağışlarda artış gerçekleşir. Türkeş ve Erlat (2008)'a göre; AO indisi negatif evresinde, 500 hPa jeopotansiyel düzeyindeki batılı ve güneybatılı dolaşım Atlantik ve kuzey Afrika kökenli sıcak havayı Türkiye ve Doğu Akdeniz'e taşır. İndisin pozitif evresinde ise, polar havanın güneye doğru sokulması Türkiye ve Doğu Akdeniz'de kuzeyli ve kuzeybatılı dolaşımın artmasına yol açar.

İlkbahar ve yaz çoğunlukla yerel etkilerin baskın olduğu mevsimlerdir (Tatlı vd., 2003; Türkeş ve Erlat, 2003, 2005b; Türkeş vd., 2002, vb). İlkbahar mevsimi yıllık ortalama yağış tutarına, karasal iç bölge istasyonları dışında kıştan daha az katkısı olan bir mevsimdir ve bu mevsimdeki dolaşım rejimi kış ve yaz arasında bir özellik gösterir (Türkeş, 1998). İlkbaharda MO'nun etkinliği, kış mevsiminden sonra kuzeybatılı hava akışlarının zayıflaması ve değişmesiyle yavaş yavaş kaybolur. *KİA* sonuçlarına göre, ilkbahar yağışları en iyi NAO ve AO değişkenliği ile açıklanabilir. NAO indisi ilkbahar yağışlarındaki değişkenliğin (*AV*yag:%14.71, *AV*nao: %46.75) %10.22'sini açıklar. Çalışma alanının batısında Çanakkale çevresi ve kuzey kıyılar üzerinde egemen olan belirgin desenler gözlenir. AO, ilkbahar yağışlarının %9.65'ini (*AV*yag:%14.48, *AV*ao:%45.87) açıklayan bir uzakbağlantı desenidir. AO ve ilkbahar yağışları arasındaki ilişki deseni NAO ile benzerlik gösterirken, bu desen daha çok iç kesimlere doğru gelişmiştir. NAO-AO-MO ve NAO-AO-MO-SO için oluşturulan atmosferik salınım grupları için yapılan ilişki analizleri benzer sonuçlar gösterir. İlkbaharda çalışma alanının doğusu ve batısında gelişen iki ayrı desen gözlenir.

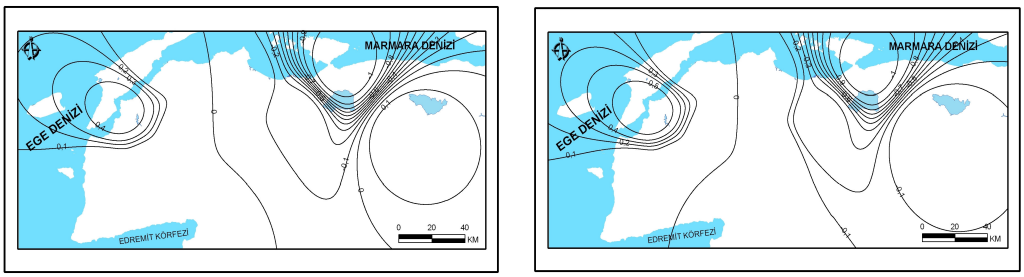
NAO-AO-MO-SO grubu ilkbahar yağışlarının %11.43'ünü açıklarken, NAO-AO-MO uzakbağlantı grubu yağışların %14.57'sini açıklar (Şekil 61a,b).



a) r = 0.60 AVyag = %14.82 AVnaoaomo=%40.70 **b)** r = 0.60 AVyag = %15.10 AVnaoaomoso=%31.92

Şekil 61: İlkbahar mevsimi ortalama yağış tutarları ile **a)** NAO-AO-MO ve **b)** NAO-AO-MO-SO arasındaki KİA ilişki yükleri, r, kümelerarası ilişki katsayısı, AVyag, sıcaklıkların temsil edilme oranı, AVnaoaomo, naoaomoso, atmosferik salınım indislerinin temsil edilme oranı.

Yaz yağışlarındaki yıllararası değişkenlik en iyi NAO ve MO indislerindeki değişim ile açıklanırken, indis grupları ile yapılan ilişki analizi sonuçlarına göre, NAO-AO-MO indis grubu yağışların %2.83'ünü, NAO-AO-MO-SO indis grubu yağışların %2.29'unu açıklar. Yaz yağışlarının açıklanma oranlarının düşük olması, yağış oluşum koşullarının bu dönemde daha çok yerel koşullara bağlı olduğunun göstergesi sayılabilir (Şekil 62a,b).

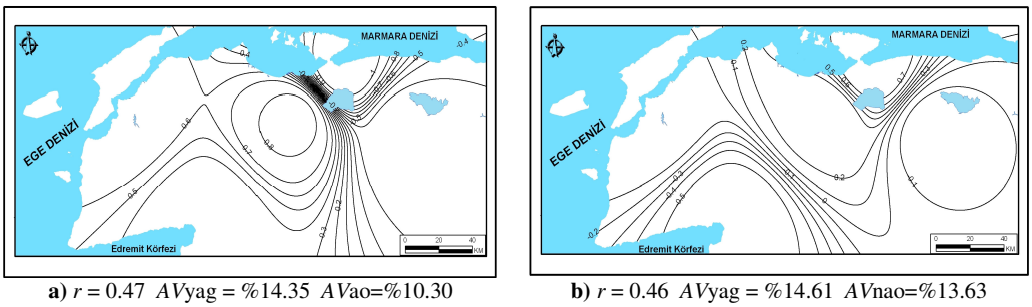


a) r = 0.46 AVyag = %14.61 AVnaoaomo=%13.63 **b)** r = 0.47 AVyag = %14.35 AVnaoaomo=%10.30

Şekil 62: Yaz mevsimi ortalama yağış tutarları ile **a)** NAO-AO-MO **b)** NAO-AO-MO-SO arasındaki KİA ilişki yükleri, r, kümelerarası ilişki katsayısı, AVyag, sıcaklıkların temsil edilme oranı, AVnaoaomo, naoaomoso, uzakbağlantı deseninin temsil edilme oranı.

AO indisi ve sonbahar yağışları arasında Çanakkale çevresine doğru uzanan ilişki merkezi, Ege Denizi üzerinde gelişen desenin iç kesimlere doğru gelişir ve Bandırma

istasyonu çevresindeki desen dolaşıma bağlı olarak iyi bir şekilde gelişir. Etkilerin iç kesimlere doğru sokulması AO indisi kullanılarak yapılan önceki çalışmalarla da benzerlik gösterir (Şekil 63a). AO negatif evresinde, polar bölge üzerindeki yüksek basınç güneye doğru gelişerek, batılı ve güneybatılı akışlarla birlikte orta enlem siklonlarının Akdeniz havzası ve çevresinde daha sıcak ve yağışlı koşulların oluşmasını sağlar. AO pozitif evresinde ise, Akdeniz havzası üzerinde yüksek basınçların etkili olduğu alanların genişlemesiyle ortalamadan daha kurak koşullar yaşanır (Xoplaki, 2002; Türkeş ve Erlat, 2008). Sonbahar yağışları üzerinde en belirleyici etkiye sahip olan atmosferik salınım indisleri NAO ve AO'dur. NAO indisi, sonbahar yağışlarındaki değişkenliğin %9.99'unu, AO indisi ise %11.65'ini açıklar. Çalışma alanı sonbahar yağışları ve NAO indisi arasındaki ilişki analizine göre, Edremit istasyonu ve Bandırma çevresi ile çalışma alanının doğu iç kesiminde belirginleşen iki ayrı desen gözlenir. Edremit ve Bandırma istasyonları bu NAO'nun etkilerine topografyanın etkisiyle açık olan istasyonlardır. NAO daha çok kıyı kesimlerde gelişir. NAO indisinin pozitif ve negatif dönemlerinde dolaşımdaki değişikliklere bağlı olarak sonbahar yağışlarında azalma ve artış gözlenir (Şekil 63b).



a) r = 0.47 AVyag = %14.35 AVao=%10.30 **b)** r = 0.46 AVyag = %14.61 AVnao=%13.63

Şekil 63: Sonbahar mevsimi ortalama yağış tutarları ile **a)** AO ve **b)** NAO arasındaki KİA ilişki yükleri, r, kümelerarası ilişki katsayısı, AVyag, sıcaklıkların temsil edilme oranı, AVao, nao, atmosferik salınım indisinin temsil edilme oranı.

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

1- Biga Yarımadası ve çevresi Güney Marmara Bölümünde yer alır. Sıcak ve soğuk dönemlerde tropikal ve polar hava kütlelerinin etkisi altında kalır. Sıcak dönemde; Azor yüksek basıncı ile muson alçak basıncı, soğuk dönemde; Sibirya yüksek basıncı, Azor yüksek basıncı, İzlanda alçak basıncı ve orta enlem depresyonları iklim özelliklerini belirler. Ortalama sıcaklıklar, topografya özellikleri nedeniyle farklılık gösterir. Yükseltinin en fazla olduğu Kazdağı ve çevresinde, daha serin iklim koşulları gözlenirken, sıcaklıklar kıyı kesimlerde 15C°'nin üzerindedir. Yaz mevsiminde kıyı ve iç kesimler arasındaki sıcaklık farkları azalır. Çalışma alanında kış, en yağışlı mevsimdir. Kış mevsimi ortalama yağış tutarları, çalışma alanının en yüksek kesimini oluşturan Kazdağı ve çevresinden daha iç kesimde yer alan Yenice istasyonuna kadar güney kıyıları boyunca en yüksek değerlerine ulaşır. Topografya özellikleri, etkili olan basınç sistemleri ve hava dolaşımı özellikleri, sıcaklığın ve yağışın alana ve zamana dağılışı iklim özelliklerini belirleyen temel etmenlerdir.

2-Yazın, ortalama, ortalama gündüz en yüksek ve gece en düşük hava sıcaklıkları istatistiksel olarak anlamlı bir *PDİ* katsayısıyla tanımlanır. Dizilerdeki türdeş olmama durumu, çoğunlukla kuvvetli bir artış eğiliminin göstergesidir. Mann-Kendall (*M-K*) sıra ilişki katsayısına göre, ortalama, ortalama maksimum ve ortalama minimum sıcaklıklar, sonbahar mevsimi dışında tüm mevsimlerde genel olarak bir ısınma eğilimi gösterir. Anlamlı ısınma eğilimleri, ilkbahar ve yaz sıcaklıklarında egemendir. *M-K* yönteminin ardışık çözümlemesinin grafiksel gösterimi, sıcaklıklardaki artma eğiliminin 1990'lı yıllarla birlikte istatistiksel olarak anlamlı sıcak dönemlere karşılık geldiğini gösterir. Sonbaharda, Çanakkale ve Bandırma istasyonlarında ortalama, gündüz en yüksek ve gece en düşük hava sıcaklıklarında anlamlı olmayan bir soğuma eğilimi gözlenir. Soğuma eğilimi, 2000 yılının başında ısınma yönünde değişmiştir.

3- Kış mevsimi yağış dizileri, istasyonların çoğunda istatistiksel olarak anlamlı bir *PDİ* katsayısıyla açıklanır. Yağış dizilerindeki türdeş olmama durumu, istasyonlardaki uzun süreli dalgalanmalara karşılık gelir. *M-K* sıra ilişki katsayısına göre, kış yağışlarında 1970'lerde başlayan ve 1990'larda giderek belirginleşen bir azalma eğilimi gözlenir. Mustafakemalpaşa istasyonu kış yağışlarında zayıf bir artış eğilimine sahip tek istasyondur. Anlamlı nemli dönemler dışında Mustafakemalpaşa kış yağışlarında 1990'lardan itibaren zayıf bir azalma eğilimi gözlenir. İlkbahar, yaz ve sonbaharda istasyonlarda azalma ve zayıf artış eğilimleri gözlenir. Mustafakemalpaşa, Edremit ve Bandırma istasyonları yıllık yağışlarında zayıf bir artış eğilimi, Çanakkale, Gönen ve Biga yağışlarında, zayıf bir azalma eğilimi gözlenir. İstasyonların yağış dizilerinde tüm mevsimlerde, 1970'lerde başlayan ve 1990'larda belirginleşen bir azalma eğilimi egemendir.

4- Akarsu akımları, kış mevsiminde 1990'lardan itibaren belirgin bir azalma eğilimi gösterir. Akım dizilerinde anlamlı olmayan *PDİ* katsayıları uzun süreli dalgalanmalardan kaynaklanırken, yine istatistiksel olarak bir anlamlılığı bulunmayan negatif dizisel ilişki katsayıları, yüksek sıklıklı salınımlarla ilgilidir. İlkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde artan evapotranspirasyon, yağışlardaki mevsimsellik ile zamansal değişimlerden kaynaklanan azalmalar ve sıcaklıklardaki artışlar akarsularda önemli ölçüde azalmalara yol açar. Ayrıca 1995 yılında akarsuların birçoğu üzerinde, sulama, taşkın vb. amaçla yapılan büyük su işleri projeleri ve gölet yapım çalışmaları akarsulardaki doğal değişimleri değiştirmektedir.

5- Hava sıcaklıkları ve Kuzey Atlantik Salınımı (NAO) arasındaki ilişki çözümlemesine göre; kış ve yaz mevsiminde anlamlı negatif bir bağlantı vardır. NAO indisi pozitif evresinde, değişen basınç ve buna bağlı dolaşım koşulları altında, batı rüzgarları kuzey Atlantik kökenli nemli ve görece sıcak hava kütlelerini Kuzey Avrupa'ya taşır. Bu evrede Akdeniz havzası ve çalışma alanında, hava sıcaklıkları uzun süreli ortalamaya göre belirgin olarak azalır. NAO indisinin negatif evresinde, batı rüzgarları bu kez Akdeniz havzası ve çalışma alanına görece sıcak ve nemli hava taşır ve sıcaklıklarda belirgin artış gerçekleşir. Kışın Arktik Salınım (AO) ve hava

sıcaklıkları arasında da kuvvetli bir negatif ilişki vardır. AO indisinin negatif olduğu yıllarda sıcaklıklarda anlamlı bir artma, pozitif olduğu yıllarda ise anlamlı bir azalma yaşanır.

6- Kışın, Akdeniz Salınımı (MO), hava sıcaklıklarıyla istatistiksel olarak anlamlı negatif bir ilişki gösterir. MO'nun negatif evresinde sıcaklıklar ortalamadan daha yüksek değerler gösterirken, pozitif MO indisi evresinde sıcaklıklarda ortalamadan daha düşük değerler gözlenir. El-Niño Güneyli Salınımı (EÑSO), çalışma alanında belirgin biçimde ilkbaharda etkili olan ve sıcaklıklarla pozitif ilişki gösteren bir uzakbağlantı desenidir. El-Niño yıllarında sıcaklıklarda azalma yaşanırken, La-Niña yıllarında sıcaklıklarda artma gözlenir. Ortalama, ortalama gündüz ve gece hava sıcaklıkları ile uzakbağlantı desenleri arasındaki ilişkiler incelendiğinde, EÑSO ile olan ilişkilerin, ilkbahar dışında, beklendiği gibi çok zayıf olduğu bulunur. Kış ve yaz mevsimlerinde ise, NAO ile olan ilişkiler daha kuvvetlidir. Kış sıcaklıkları üzerinde en etkili atmosferik salınım deseni, AO ve MO'dur.

7- Yağışlar ve Kuzey Atlantik Salınımı (NAO) arasındaki ilişki çözümlemesine göre; kış, ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde anlamlı negatif bir bağlantı vardır. NAO'nun negatif evresinde yağışlarda istatistiksel olarak anlamlı artışlar, pozitif evresinde ise yağışlarda önemli azalma gözlenir. Artan güneyli ve güneybatılı dolaşımla, bu sahada yağış koşullarının oluşmasını sağlayan Kuzey Atlantik kökenli nemli ve görece sıcak hava kütleleri yağış oluşum koşullarını denetleyen önemli bir atmosferik bağlantıdır. Arktik salınım (AO) ve yağışlar arasında, kışın ve daha zayıf olarak ilkbahar ve sonbaharda anlamlı negatif ilişkiler gözlenir. Pozitif evrede, Türkiye üzerinde kuzey ve kuzeybatılı dolaşım egemendir. Pozitif evrede, daha çok sıcaklıklar üzerinde etkili olan, önemli soğuk hava baskınları görülür ve yağışlarda önemli azalma gözlenir. AO'nun negatif evresinde, polar bölge üzerindeki yüksek basınç güneye doğru gelişir, batılı ve güneybatılı akışlarla birlikte orta enlem siklonları, Akdeniz Havzası ve çevresinde uzun süreli ortalamalara göre daha sıcak ve yağışlı koşulları denetler. Akdeniz Salınımı (MO) ve yağışlar arasındaki ilişki çözümlemesine göre; kışın ve daha sınırlı olarak ilkbaharda anlamlı negatif ilişkiler

gözlenir. MO, negatif evresinde çalışma alanındaki ortalamadan daha yağışlı koşulları, pozitif evresinde ise ortalamadan daha kurak koşulları denetler. Güneyli Salınım (EÑSO), ilkbahar ve yaz yağışlarını denetleyen bir uzakbağlantı desenidir.

8- Akımlar ve atmosferik bağlantı desenleri arasındaki ilişki çözümlemelerine göre; kışın, ilkbahar ve sonbaharda NAO, AO ve MO ile anlamlı negatif ilişkiler gözlenirken, EÑSO ile kışın ve ilkbaharda anlamlı negatif ilişkiler gözlendi. Atmosferik uzakbağlantı desenlerinin pozitif evrelerinde yağışlardaki azalmaya bağlı olarak akarsu akımlarında zayıf bir azalma eğilimi gözlenir. İndislerin negatif evrelerinde ise akımlarda anlamlı artış gözlenir. Atmosferik uzakbağlantı desenleri ve akarsu akımları üzerindeki ilişki çözümlemelerinin zayıf olması akımlardaki doğal olmayan değişikliklerle ilgilidir.

9- Ortalama sıcaklıklar ve atmosferik salınım indisleri arasında *KİA*'ya göre; kış sıcaklıklarındaki yıllararası değişkenlik en iyi AO, NAO ve MO indislerindeki değişimler ile açıklanır. İlkbahar sıcaklıklarındaki yıllararası değişkenlik, EÑSO ve yaz sıcaklıklarında ise NAO indislerindeki değişimler ile açıklanır. Ortalama sıcaklıklar ve atmosferik salınım indisleri arasındaki *KİA* sonuçlarına göre; NAO, MO ve EÑSO indisleri kıyı kuşağındaki istasyonlarda belirgin bir desen gösterirken, AO'nun etkisi iç kesimlerdeki istasyonlarda daha belirgindir.

10- *KİA*'ya göre; AO, kış minimum sıcaklıklarındaki yıllararası değişkenliği en iyi açıklayan atmosferik salınım indisidir. İlkbahar minimum sıcaklıklarındaki yıllararası değişkenlik en iyi EÑSO indisi ile açıklanırken, yaz minimum sıcaklıklarında NAO indisinin etkili olduğu söylenebilir. Bir geçiş mevsimi olan sonbahar minimum sıcaklıklarında, atmosferik salınım indislerinin etkileri oldukça zayıftır.

11-Ortalama maksimum sıcaklıkları ve atmosferik salınım indisleri arasındaki *KİA*'ya göre; kış mevsimi maksimum sıcaklıklarındaki yıllararası değişkenliğin AO ve MO indislerindeki değişimlerden etkilendiği görülür. İlkbahar maksimum

sıcaklıklarını EÑSO, yaz maksimum sıcaklıklarını ise, NAO en iyi açıklayan indislerdir. *KİA*'ya göre, sonbahar maksimum sıcaklıkları en iyi AO indisindeki değişimler ile açıklanabilir. Sonbaharda, AO'nun gelişmeye başlamasıyla ortalama maksimum sıcaklıklardaki sıcak ve soğuk devrelerin AO tarafından denetlendiği söylenebilir.

12- Kış yağışlarındaki yıllararası değişkenlik en iyi NAO, AO ve MO indislerindeki değişim ile açıklanabilir. NAO indisi, çalışma alanını daha çok batılı ve güneybatılı dolaşımla denetleyen bir atmosferik salınımdır. Kış mevsimi, NAO ve kış yağışları arasındaki ilişkinin en kuvvetli olduğu dönemdir. AO indisi, çalışma alanında kuzeybatılı sistemler ile etkili olurken, MO indisi batılı ve güneybatılı dolaşımla etkiler. İlkbahar yağışları en iyi NAO ve AO değişimleri ile açıklanabilir. Yaz yağışlarının oluşumunda atmosferik salınım desenlerinin etkisi oldukça zayıftır. Yazın, daha çok yerel koşullar yağış oluşumu üzerinde etkilidir. Sonbahar yağışları üzerinde en belirleyici etkiye sahip olan atmosferik uzakbağlantı desenleri NAO ve AO'dur.

Akdeniz havzasındaki, sıcaklıklardaki önemli artış ve yağışlardaki azalma eğilimlerini değerlendiren tüm çalışmalarda en önemli konulardan biri kuraklaşmadır. Bu yüksek lisans tezinde, sıcaklık ve yağışlardaki eğilimler ve değişiklikler, Akdeniz Havzası ve Türkiye için yapılan çalışmalar açısından doğrulanmıştır. Ayrıca, akarsu akım verilerinden yararlanılarak iklim değişikliği/değişkenliği konusunda önemli ipuçları yakalanacağı düşünülmüştür. Ancak, çalışma alanı için titizlikle seçilen akarsuların yukarı havzalarına ait istasyon ölçümleri doğru sonuç vermekten uzaktır. Son yıllarda, akarsular üzerinde hızla artan sulama amaçlı gölet ve barajlarda, akarsulardan yoğun bir şekilde yararlanılır. Akarsulardaki doğal akımı göstermeyen ölçümler, yıllararası değişkenliği belirlemede en büyük sorunu oluşturur. Akdeniz yağış rejiminde, yıllararası değişkenliğe ek olarak 1970'lerde başlayan ve 1990'larda belirginleşen azalma eğilimi kuraklaşma açısından değerlendirilmelidir. Sıcaklık ve yağışlarda, atmosferik salımın desenlerine olan bağlılık izlenmeli, gelecek yıllar için öngörüler yapılarak, su yapılarının daha akılcı planlaması yapılmalıdır.

KAYNAKÇA

ACAR, Z., TÜRKEŞ, M.
2008 "Biga Yarımadası akarsu havzaları'ndaki hidro-klimatik değişimler", Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu 2008 Bildiri Kitabı, 369-379, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Coğrafya Bölümü 20-23 Ekim 2008, Çanakkale.

BARTHOLY, J., PONGRACZ, R.
2006 "Regional effects of EÑSO in Central/Eastern Europe", Advances in Geosciences, 6:133–137.

BEN-GAİ, T., BITAN, A., MANES, A., ALPERT, P., RUBİN, S.
1999 "Temporal and spatial trends of temperature patterns in Israel", Theoretical and Applied Climatology, 64: 163-177.

CARTER, D.B., MATHER, J.R.
1966 "Climatic classification for environmental biology", In Climatology, XIX, 4: 305-395, Laboratory of Climatology, Elmer.

CHEERY, Steve
1996 "Singular value decomposition analysis and canonical correlation analysis", American Meteorological Society, 9: 2003-2009.

DELITALA, A. M. S., CESARI, D., CHESSA, P. A.
2000 "Precipitation Regimes over Sardinia (Italy) during the 1946–1993 rainy season and associated large-scale climatic variations", International Journal of Climatology, 20:519-542.

DEMİR, İsmail
2008 "PREDIS bölgesel iklim modeli ile türkiye için iklim öngörüleri", 4. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu Bildiri Kitabı, 365-373.

DIAZ, H.F., HOERLİNG, M.P., EİSCHEİD, K.
2001 "EÑSO variability, teleconnections and climate change", International Journal of Climatology, 21:1845-1862.

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü
1989 **Türkiye Klima Atlası**.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
2005 **Çanakkale İli Yatırım Projeleri**

EDGER, E.D., SMITH, B.D.
2004 **Environmental Science**, 9. Baskı, McGraw Hill Yayınevi, 477s.

ERİNÇ, Sırrı
1996 **Klimatoloji ve Metodları**, İSTANBUL: Alfa Basım ve Dağıtım. 538s.

ERLAT, Ecmel
2002 "Türkiye'de minimum sıcaklık anomalileri ve kuzey atlantik salınımı ile ilişkisi", Klimatoloji Çalıştayı Bildiri Kitabı, 107-118.

ERLAT, E., TÜRKEŞ, M.
2008 "Türkiye'de don olaylı gün sayılarındaki değişiklikler ve Arktik Salınım ile bağlantısı", 4. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu Bildiri Kitabı, 426-436, İ.T.Ü. Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, 25-28 Mart 2008, İstanbul.

EROL, Oğuz
2004 **Genel Klimatoloji**. İstanbul: Çantay Kitabevi. 445s.

ESSENWANGER, O.M.
2001 **Classification of climates**, World Survey of Climatology, Volume 1c, Epilogue by Landsberg, H.E., Elsevier, Amsterdam-Netherlands.

ESTEBAN-PARRA, M.J., RODRIGO, F.S., CASTRO-DIEZ, Y.
1998 "Spatial and temporal patterns of precipitation in Spain for the period 1880–1992", International Journal of Climatology, 18: 1557– 1574.

FRAEDRİCH, K., MÜLLER, K.
1992 "Climate anomalies in Europe associated with EÑSO extremes", International Journal of Climatology, 12:25-31.

FETTER, C. W.
2004 **Uygulamalı Hidrojeoloji**, Çev: M. Afşin-K. Kayabalı, Gazi Kitapevi, 682 s. Ankara.

FEİDAS, H., NOULOPOULOU, Ch., MAKROGİANNİS, T., BORA-SENTA, E.
2007 "Trend analysis of precipitation time series in Greece and their relationship with circulation using surface and satellite data", Theoretical and Applied Climatology, 87:155-177.

GOODESS, C., JONES, PD.
2002 "Links between circulation and changes in the characteristics of ıberian rainfall", International Journal of Climatology, 2:1593-1615.

GIORGİ, F.
2002 "Variability and trends of sub-continental scale surface climate in the twentieth century I. Observations", Climate Dynamics, 18: 675–691.

HATZAKİ, M., FLOCAS, H.A., ASİMAKOPOULOS, MAHERAS, P.
2007 "The Eastern Mediterranean teleconnection pattern: ıdentification and defination", International Journal of Climatology, 27:727-737.

HURRELL, Jim. W.
1995 "Decadal trends in the North Atlantic Oscillation: regional temperatures and precipitation", Science, 269, 676–679.

2000 "**Climate: North Atlantic And Arctic Oscillation (NAO/AO)"**, Academic Press. Encyclopedia of Atmospheric Sciences. Eds: Holton.J, Pyle.J, Curry.J..

HURRELL, J.W., KUSHNİR, Y., VİSBECK, M., OTTERSEN, G.
2003 "An overview of the North Atlantic Oscillation. The North Atlantic Oscillation: climatic significance and environmental impact", Geophysical Monograph, 134: 1-35.

IPCC, Climate Change 2001
2001 **The Scientific Basic - Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC),** Eds: J. T. Houghton et al., Cambridge University Press, Cambridge.

IPCC, Climate Change 2007
2007 **The Physical Science Basis: Summary for Policymakers - Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)**, IPCC Secretariat, WMO, Geneva.

KAHYA E., KARABÖRK Ç.
2001 "The Analysis of El Niño and La Niña signals in stream flows of Turkey", International Journal of Climatology, 21: 1231-1250.

KAHYA E., KARABÖRK Ç., KARACA, M.
2002 "Türkiye'de nehir akımlarındaki El Niño ve La Niña sinyallerinin klimatolojik analizi", Klimatoloji Çalıştayı Bildiri Kitabı, 211-225.

KARACA, M., DENİZ, A., TAYANÇ, M.
2000 "Cyclone track variability over Turkey in association with regional climate", International Journal of Climatology, 20: 122-136.

KILADIS, G.N., DIAZ, H.F.
1989 "Global climatic anomalies associated with extremes in the Southern Oscillation", Journal of Climate, 2: 1069–1090.

KUTIEL, H., BENAROCH, Y.
2002 "North Sea-Caspian Pattern (NCP)–an upper level atmospheric teleconnection affecting the Eastern Mediterranean: identification and definition", Theoretival Applied Climatology, 71: 17-28.

KUTİEL, H., MAHERAS, P.
1998 "Variations in the temperature regime across the Mediterranean during the last century and their relationship with circulation indices", Theoretical and Applied Climatology, 61:39-53.

KUTIEL, H., MAHERAS, P., TÜRKEŞ, M., PAZ, S.
2002 "North Sea-Caspian Pattern (NCP)–an upper level atmospheric teleconnection affecting the Eastern Mediterranean: ımplications on the regional climate", Theoretical and Applied Climatology,72: 173-192.

KUTIEL, H., TÜRKEŞ, M.
2005 "New evidence about the role of the North Sea – Caspian Pattern (NCP) on the temperature and precipitation regimes in continental central Turkey", Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography, 87: 501-513.

KUTIEL, H., HIRSCH-ESHKOL, T.R., TÜRKEŞ, M.
2001 "Sea level pressure patterns associated with dry or wet monthly rainfall conditions in Turkey", Theoretical and Applied Climatology, 69: 39–67.

KOÇ, Talat
2001 **Kuzeybatı Anadolu'da İklim ve Ortam: Sinoptik, İstatistik ve Uygulama Boyutlarıyla,** İstanbul, Çantay Kitabevi. 372s.

KOÇAK, K., ŞAYLAN, L.
2003 **"**Trakya'da yağış rejimindeki değişimin fraktal analiz ile belirlenmesi", III. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu Bildiri Kitabı, 354-361.

KOÇMAN, Asaf
1993 **Türkiye İklimi**, İzmir, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, 72, 83s.

LAİTA, M. AND GRİMALT, M.
1997 "Vorticity and pressure anomalies in the Western Mediterranean during El Niño/Southern Oscillation extremes", International Journal of Climatology, 17:475-482.

LAU, K.M., YANG, S.
2003 "Walker Circulation", Elsevier Science, Ltd., pp. 2505-2510.

MAHERAS, P., XOPLAKI, E., KUTIEL, H.
1999 "Wet and dry monthly anomalies across the Mediterranean basin and their relationship with circulation, 1860-1990", Theoretical and Applied Climatology, 64:189-199.

MAHERAS, P., KUTİEL, H.
1999 "Spatial and temporal variations in the temperature regime in the Mediterranean and their relationship with circulation during the last century", International Journal of Climatology, 19:745–764.

MAYHEW, S.
2004 **Dictionary of Geography,** Copyright

NİGAM, S.
2003 **Teleconnections,** Encyclopedia of Atmospheric Sciences; Editors: J.R. Holton, J.A. Pyle & J.A. Curry; Academic Press, Elsevier Science, London, 2243-2269.

PIERVITALI, E., COLASİNO, M., CONTE, M.
1999 "Rainfall over the Central-Western Mediterranean basin in the period 1951-1995 Part 2: Precipitation Trends", 2.Nuovo Cimento, 22:649-661.

RAMOS, M.C.
2001 "Rainfall distribution patterns and their changes over time in a Mediterranean area", Theoretical and Applied Climatology, 69:163-170.

RODO, X., BAERT, E., COMIN, F.A.
1997 "Variations in seasonal rainfall in Southern Europe during the present century: relationships with the North Atlantic Oscillation and the El Niño-Southern Oscillation", 13: 275-284.

RODRİGUEZ-PUEBLE, C., ENCİNAS, C.A., NİETO, S., GARMENDİA, J.
1998 "Spatial and temporal patterns of annual precipitation variability over the Iberian Peninsula", International Journal of Climatology, 18:299-316.

SARIŞ, Faize
2006 **Türkiye'de Yağış Yoğunluğunun Alansal ve Zamansal Değişimi,** Çanakkale, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, 116s.

SYNEYERS, R.
1990 **On the statistical analysis of series of observations**, WMO Publication No. 415 (Tech Note no. 143), WMO, Geneva.

STATHEROPOULOS, M., VASSILIADIS N., PAPPA A.
1998 "Principal component and canonical correlation analysis for examining air pollution and meteorological data", Atmospheric Environment, 32: 1087-1095.

TATLI, Hasan
2004 **New Statistical Downscaling Methods and Applications for Turkey** İstanbul, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, 92s.

2006 "Analysis Mediterranean precipitation associated with the North Atlantic Oscillation Index (NAOI) via hilbert-huang transformation", Conference on Water Observation and Information System for Decision Support (BALWOIS-2006). 23-26 May 2006, Ohrid, Republic of Macedonia. Paper No. A-329, 11. pphttp://climatesci.org/2005/08/25/teleconnection).

TATLI, H., DALFES, H.N., MENTEŞ, Ş.S.
2003 "Türkiye Yağışlarını Etkileyen Deniz Seviyesi Basınçlarının Asal Bileşen Faktör ve Kümelerarası İlişki Analizi", III. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 150-160.

THORNTHWAİTE, C.V.
1948 "An Approach Toward A Rational Classification of Climate", Geography Review,38:55-94.

TÜRKEŞ, Murat
1990 **Türkiye'de Kurak Bölgeler ve Önemli Kurak Yıllar**, İstanbul, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, 195s.

1996 "Spatial and temporal patterns analyses of rainfall variations in Turkey", International Journal of Climatology, 16:1057-1076.

1998 "İklimsel değişebilirlik açısından Türkiye'de çölleşmeye eğilimli alanlar", DMI/ITÜ II. Hidrometeoroloji Sempozyumu Bildiri Kitabı, 45-57.

2000 "El Nino-Güneyli Salınım ekstremleri ve Türkiye'deki yağış anomalileri ile ilişkileri", TMMOB Çevre Bilim ve Teknoloji, 1:1-13.

2002 "Türkiye'de yağış anomalileri ve Kuzey Atlantik Salınımı ile ilişkileri", Klimatoloji Çalıştayı Bildiri Kitabı, 107-118.

2003 "Spatial and temporal variations in precipitation and aridity index series of Turkey", In: **Mediterranean Climate – Variability and Trends**, Hans-Jürgen Bolle, (ed.), Regional Climate Studies. Springer Verlag, Heidelberg, pp. 181-213.

2004 **İklimsel ve Atmosferik Verilerin Türdeşlik ve Rasgelelik Çözümlemesi,** Ankara: DMIGM Araştırma ve Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı Temel İstatistik Kursu Notları, 39 s.

2005 **Klimatolojik ve Hidrolojik Verilerin İklimsel Değişimler Açısından Analizi II,** Çanakkale: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Yayınlanmamış Ders Notları.20 S.

2007 "Orta Kızılırmak bölümü güney kesiminin (Kapadokya Yöresi) iklimi ve çölleşmeden etkilenebilirliği", Ege Coğrafya Dergisi, 14: 75-99.

2007 "Küresel iklim değişikliği nedir? temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler", I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, TİKDEK 2007 Bildiriler Kitabı (CD-R), 38-53, İstanbul.

TÜRKEŞ, M., ACAR, Z.

2008 "Biga Yarımadası hava sıcaklıklarındaki eğilimler-değişiklikler ve atmosferik uzakbağlantı desenleri ile ilişkileri", 4.Atmosfer Bilimleri Sempozyumu Bildiri Kitabı, 426-436, İ.T.Ü. Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, 25-28 Mart 2008, İstanbul.

TÜRKEŞ, M., ERLAT, E.

2003 "Precipitation changes and variability in turkey linked to the North Atlantic Oscillation during the period 1930-2000", International Journal of Climatology, 23:1771-1796.

2005a "Climatological Responses of Winter Precipitation in Turkey to Variability of the North Atlantic Oscillation During the Period 1930-2001", Theoretical and Applied Climatology, 81:45-69.

2005b "Türkiye'de Kuzey Atlantik Salınımı ile bağlantılı yağış değişikliklerinin 500 hpa seviyesindeki dolaşımla açıklanması", Ulusal Coğrafya Kongresi Bildiri Kitabı (Prof. Dr. İ. Yalçınlar Anısına) s. 363-372.

2006 "Influences of the North Atlantic Oscillation on precipitation variability and changes in Turkey". Nuovo Cimento, 29:117-135.

2008 "Influence of The Arctic Oscillation on variability of winter mean temperatures in Turkey", Theoretical and Applied Climatology, 92:75-85.

TÜRKEŞ, M., KOÇ, T., SARIŞ, F.

2007 "Türkiye'nin yağış toplamı ve yoğunluğu dizilerindeki değişikliklerin ve eğilimlerin zamansal ve alansal çözümlemesi", Coğrafi Bilimler Dergisi 5: 57-74.

TÜRKEŞ, M., KUTİEL, H. ve HİRSCH-Eshkol T. R.

2003 "Türkiye'de aylık kurak ve yağışlı koşullarla ilişkili deniz seviyesi basıncı desenleri", Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Bilimsel ve Teknik Sunumlar 2002, Seminerler Dizisi, 3: 59-78.

TÜRKEŞ, M., SÜMER, U.M.
2004 "Spatial and temporal patterns of trends and variability in diurnal temperature ranges of Turkey", Theoretical and Applied Climatology, 77: 195-227.

TÜRKEŞ, M., SÜMER, U.M., DEMİR, İ.
2002 "Re-evaluation of trends and changes in mean, maximum and minimum temperatures of Turkey for the period 1929-1999", International Journal of Climatology, 22: 947-977.

TÜRKEŞ, M., SÜMER, U.M., KILIÇ, G.
2002 "Persistence and periodicity in the precipitation series of Turkey and associations with 500 hpa geopotantial heights", Climate Research., 21:59-81.

TÜRKEŞ, M., SÜMER, U.M., YILDIRIM, Y.E.
2005 "GAP bölgesi'nde gözlenen uzun süreli iklimsel değişimlerin ve eğilimlerin zaman dizisi çözümlemeleri", Ulusal Coğrafya Kongresi Bildiri Kitabı, s.373-384.

XOPLAKI, Eleni
2002 **Climate Variability over the Mediterranean,** BERN Inauguraldissertation der Philosopisch-naturwisswnschaftlichen Fakultät der Universität Bern, Ph D Thesis (unpublished), 195pp.

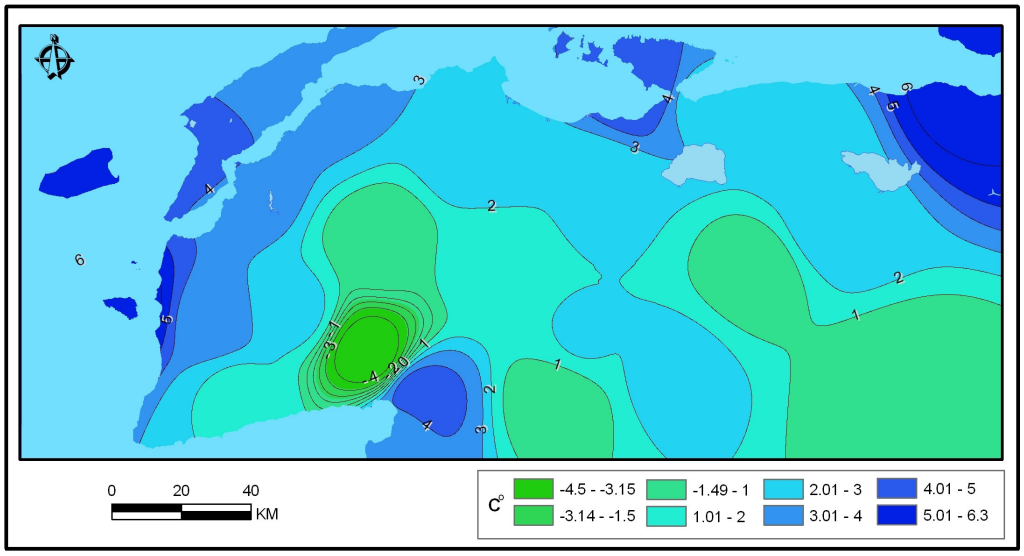
XOPLAKİ, E., LUTERBACHER, J., BURKARD, R., PATRİKAS, I., MAHERAS, P.
2000 "Connecting between the large-scale 500 hpa geopotential height fields and precipitation over Greece during wintertime", Climate Research, 14:129-146.

XOPLAKI, E., GONZALEZ-ROUCO, J.F., LUTERBACHER, J., WANNER, H.
2003 "Mediterranean summer air temperature variability and its connection to the large-scale atmospheric circulation and SSTs", Climate. Dynamics, 20: 723-739.

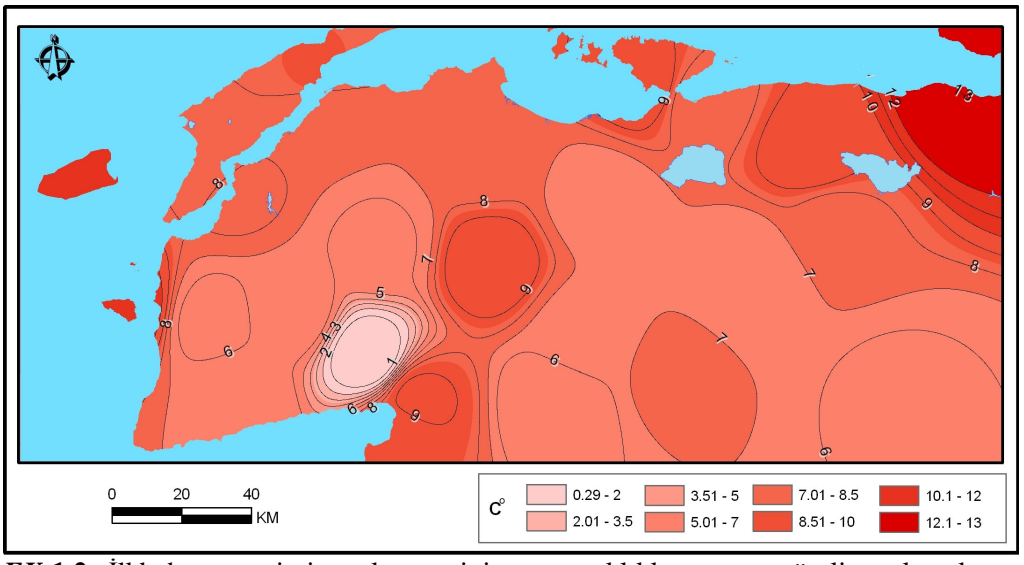
WİLLMOTT, C.J.
1977 **WATBUG: A FORTRAN 4 Algorithm for Calculating the Climatic Water Budget,** Water Resourses Center, University of Delaware, Newark, Delaware.

25.08.2005 http://climatesci.org/2005/08/25/teleconnection).

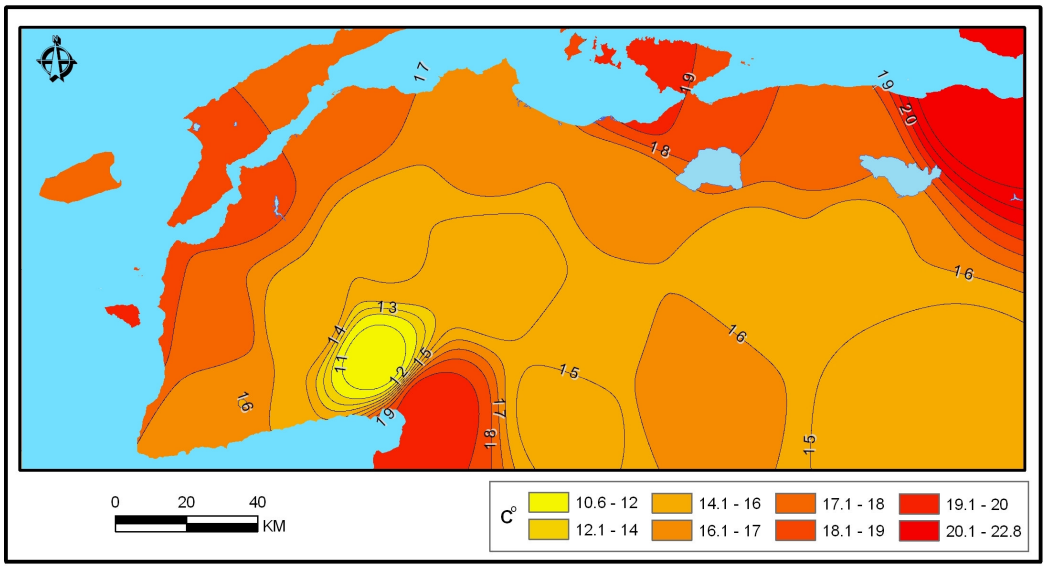
EK* -1*: Mevsimlik sıcaklık haritaları



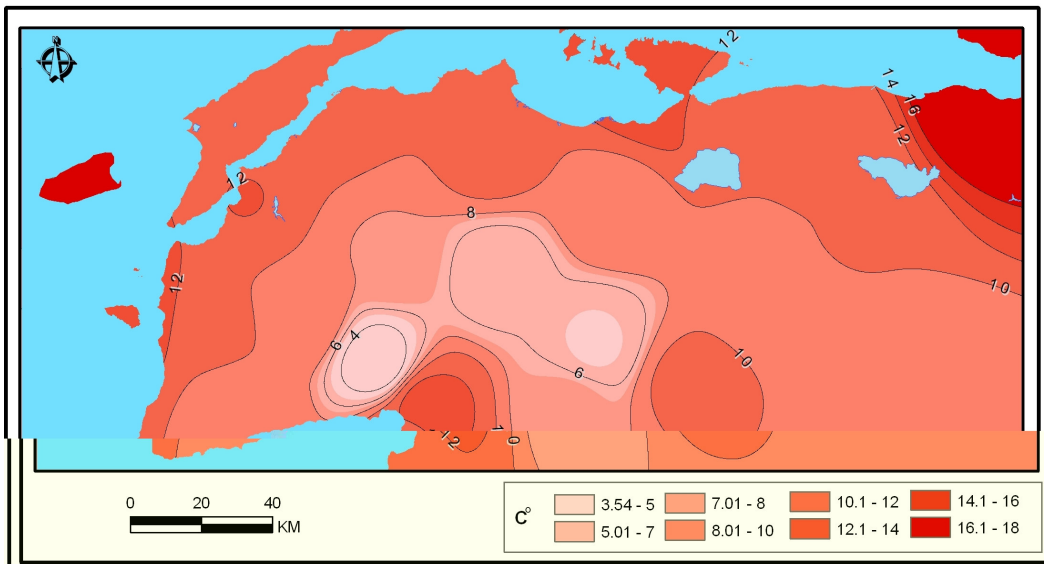
EK*-1.1*: Kış mevsimi ortalama minimum sıcaklıkların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı.



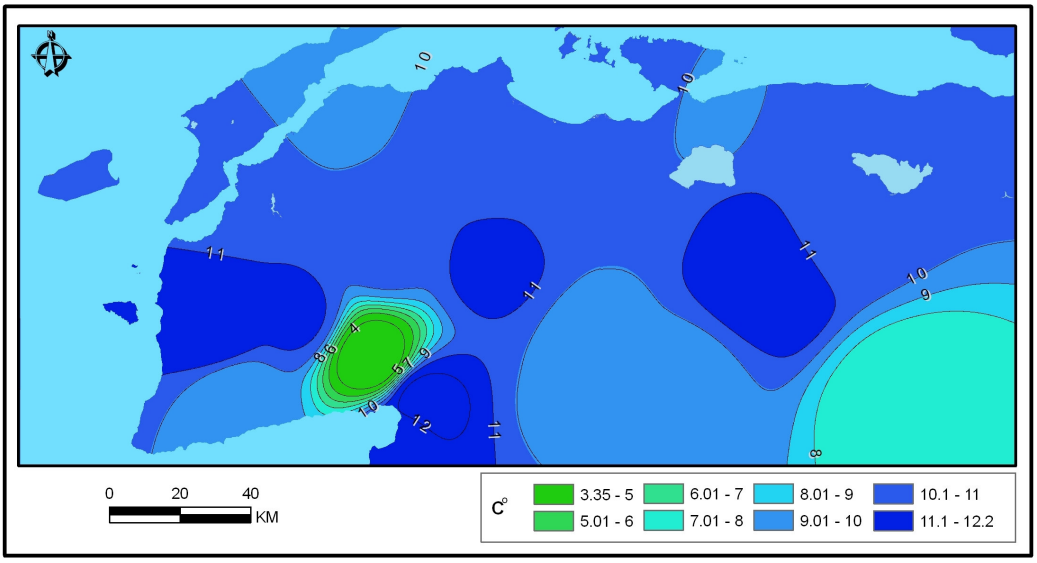
EK*-1.2*: İlkbahar mevsimi ortalama minimum sıcaklıkların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı



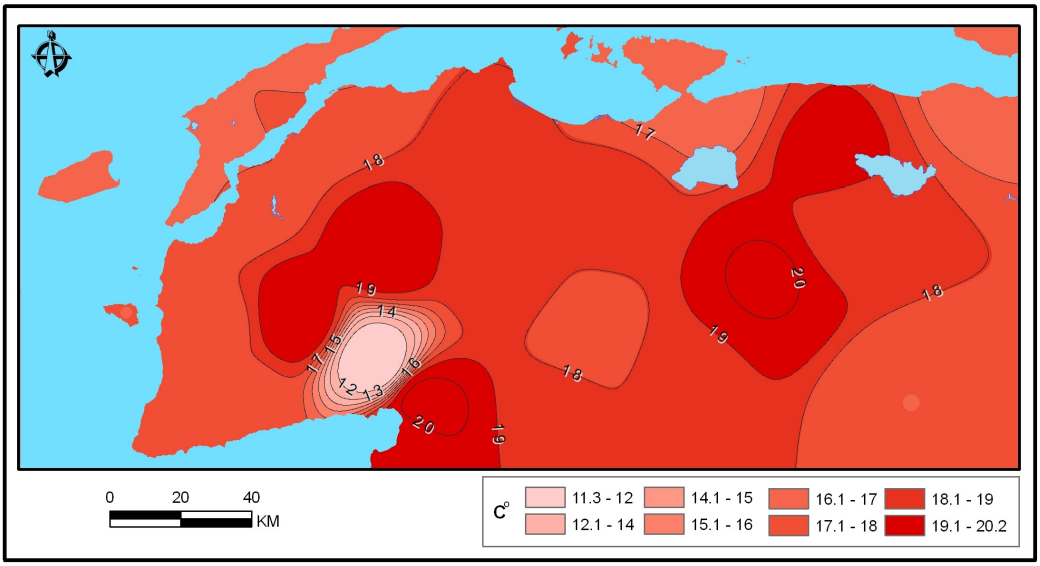
EK*-1.3*: Yaz mevsimi ortalama minimum sıcaklıkların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı



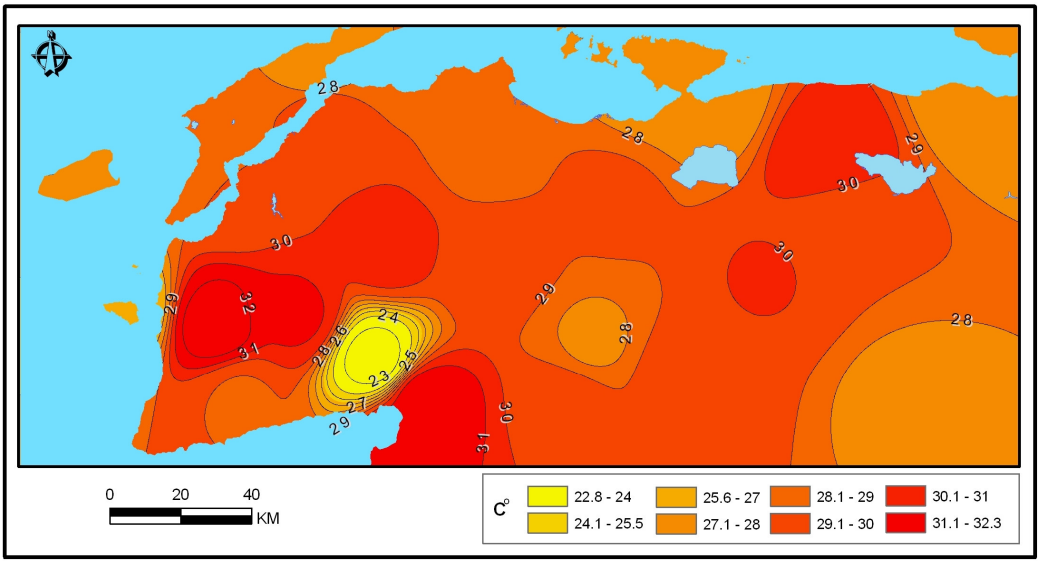
EK*-1.4*: Sonbahar mevsimi ortalama minimum sıcaklıkların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı



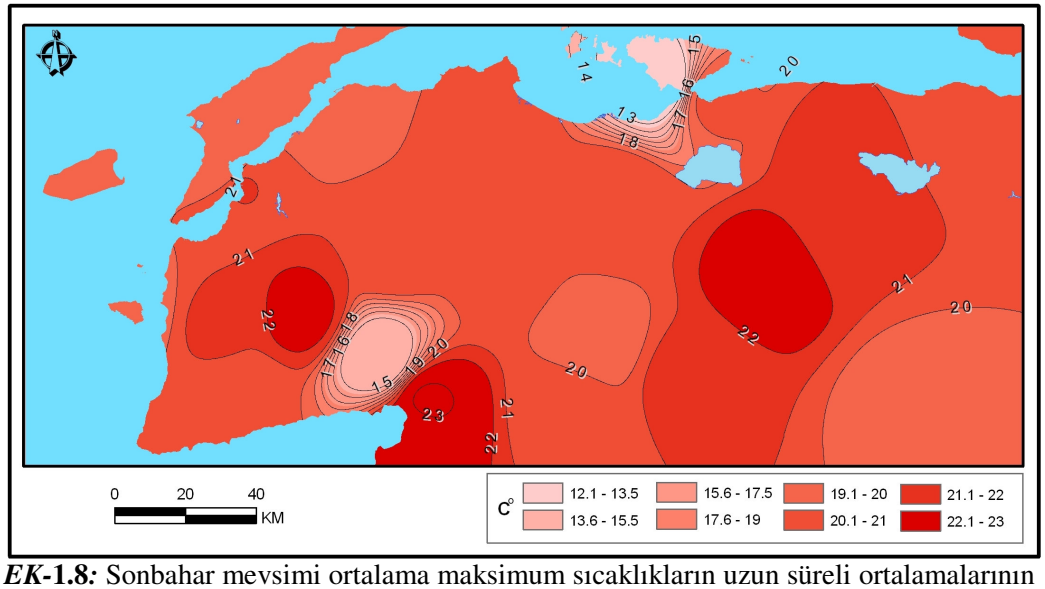
***EK*-1.5:** Kış mevsimi ortalama maksimum sıcaklıkların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı



***EK*-1.6:** İlkbahar mevsimi ortalama maksimum sıcaklıkların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı



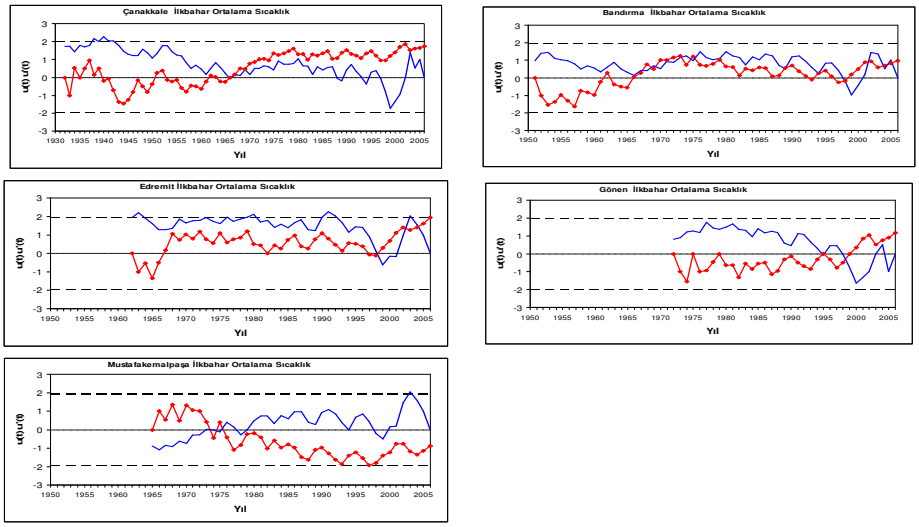
EK*-1.7*: Yaz mevsimi ortalama maksimum sıcaklıkların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı



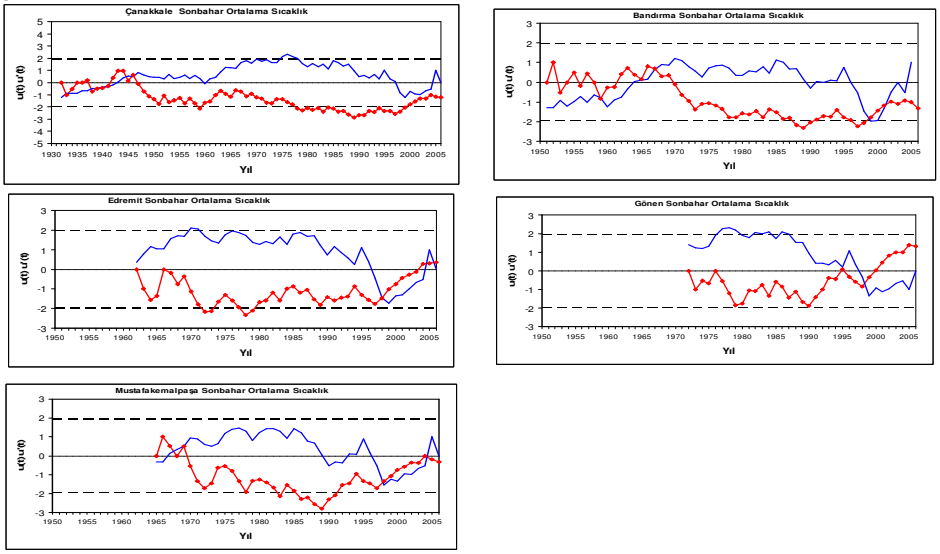
EK*-1.8*: Sonbahar mevsimi ortalama maksimum sıcaklıkların uzun süreli ortalamalarının coğrafi dağılışı

***EK*-2:** Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesine göre sıcaklık dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler.

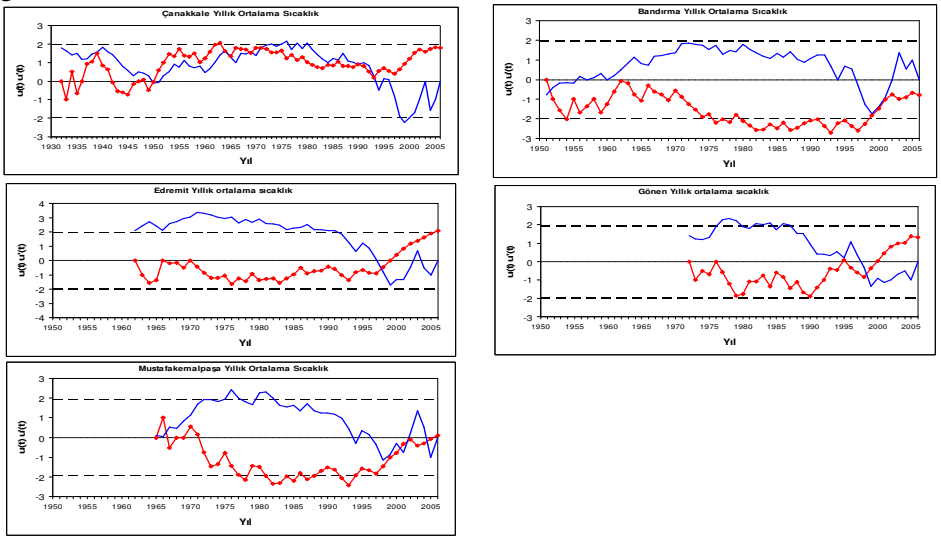
***EK*-2.1:** Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesinden elde edilen $u(t)$ (—•—) ve $u'(t)$ (——) değerlerine göre İlkbahar ortalama sıcaklık dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. (**----**). Normal dağılımın 0.05 anlamlılık düzeyindeki ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.



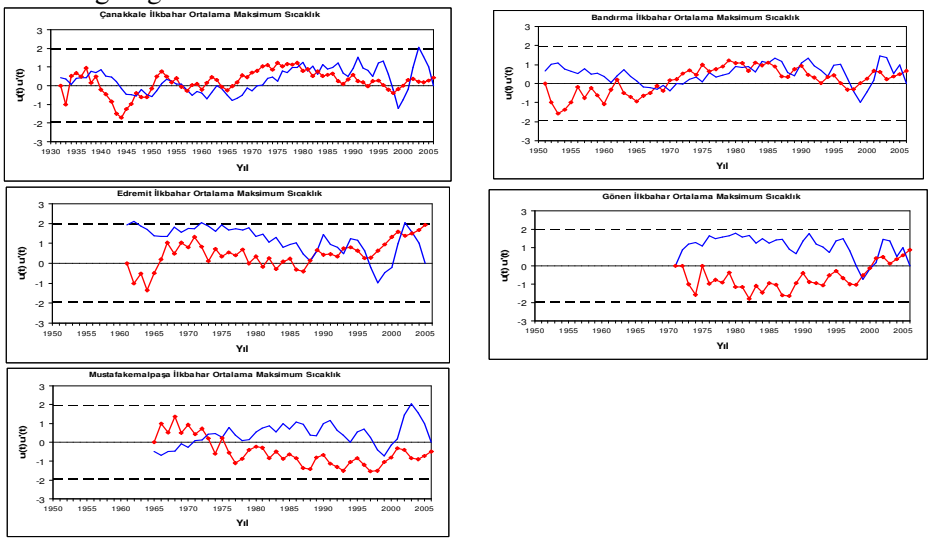
***EK*-2.2:** Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesinden elde edilen $u(t)$ (—•—) ve $u'(t)$ (——) değerlerine göre. Sonbahar ortalama sıcaklık dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. (**----**)**.** Normal dağılımın 0.05 anlamlılık düzeyindeki ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.



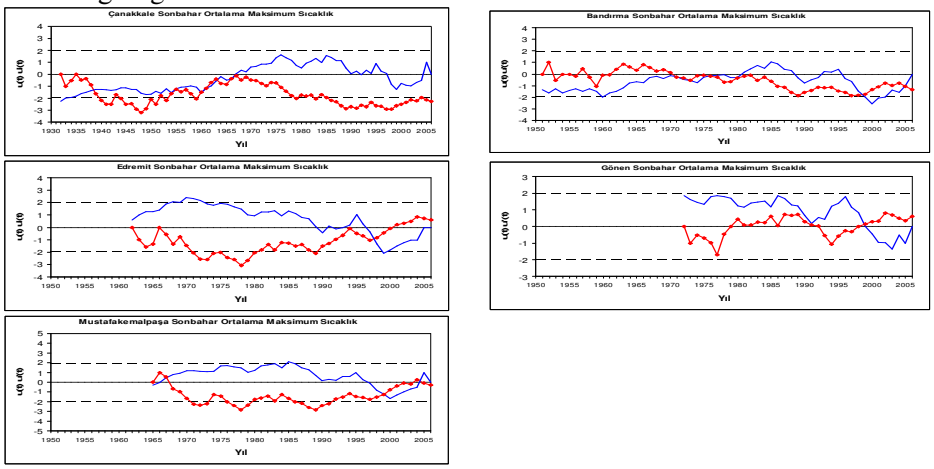
***EK*-2.3:** Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesinden elde edilen $u(t)$ (—•—) ve $u'(t)$ (——) değerlerine göre Yıllık ortalama sıcaklık dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. (**----**). Normal dağılımın 0.05 anlamlılık düzeyindeki ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.



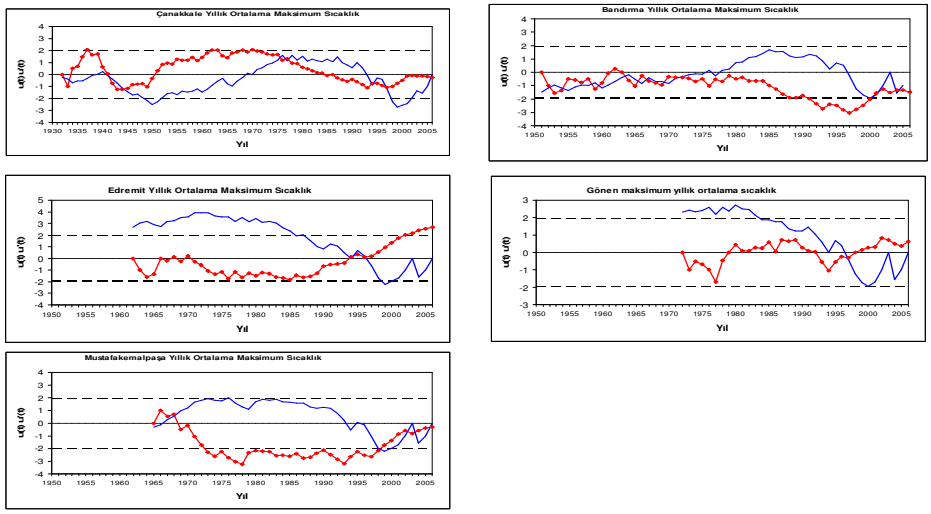
***EK*-2.4:** Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesinden elde edilen $u(t)$ (—•—) ve $u'(t)$ (——) değerlerine göre İlkbahar ortalama maksimum sıcaklık dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. (**----**). Normal dağılımın 0.05 anlamlılık düzeyindeki ± 1.96 olan kritik değeri gösterir.



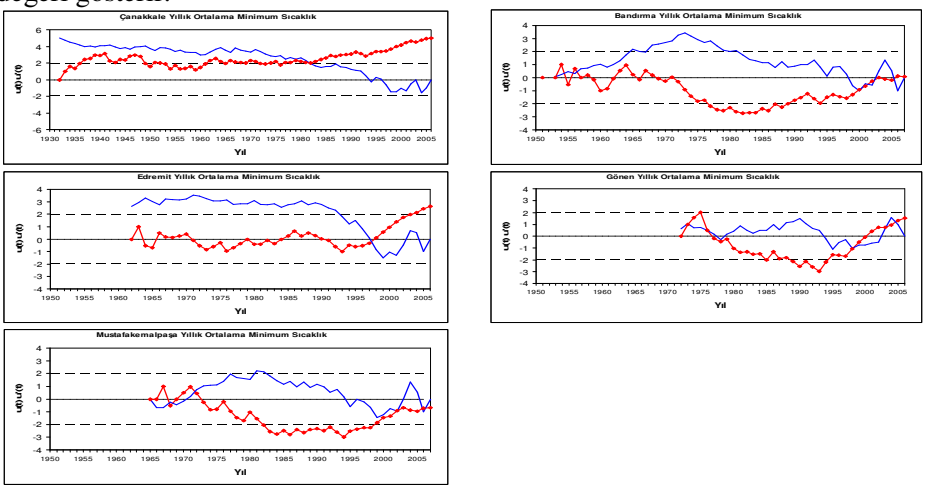
***EK*-2.5:** Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesinden elde edilen u(t) (—•—) ve u'(t) (——) değerlerine göre. Sonbahar ortalama maksimum sıcaklık dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. (- - - -). Normal dağılımın 0.05 anlamlılık düzeyindeki 1.96 olan kritik değeri gösterir.



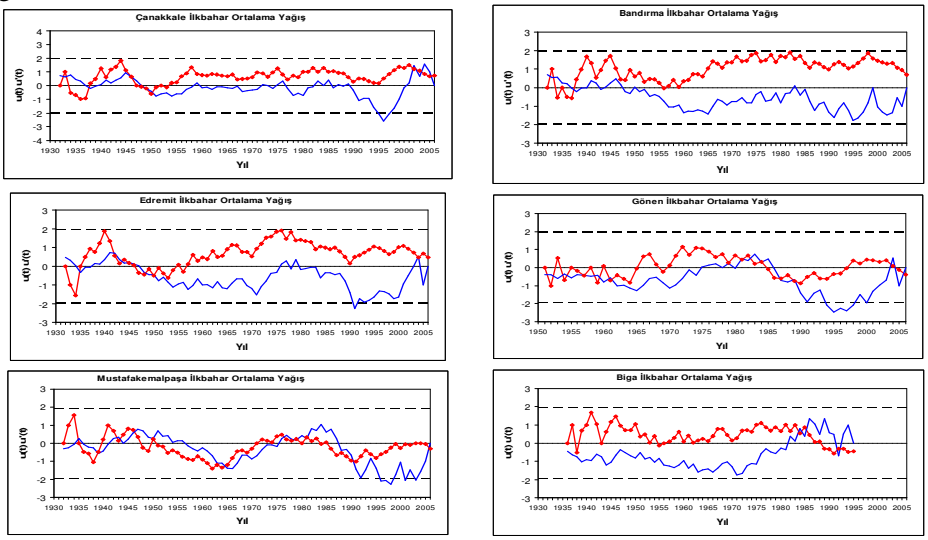
***EK*-2.6:** Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesinden elde edilen u(t) (—•—) ve u'(t) (——) değerlerine göre yıllık ortalama maksimum sıcaklık dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. (- - - -). Normal dağılımın 0.05 anlamlılık düzeyindeki 1.96 olan kritik değeri gösterir.



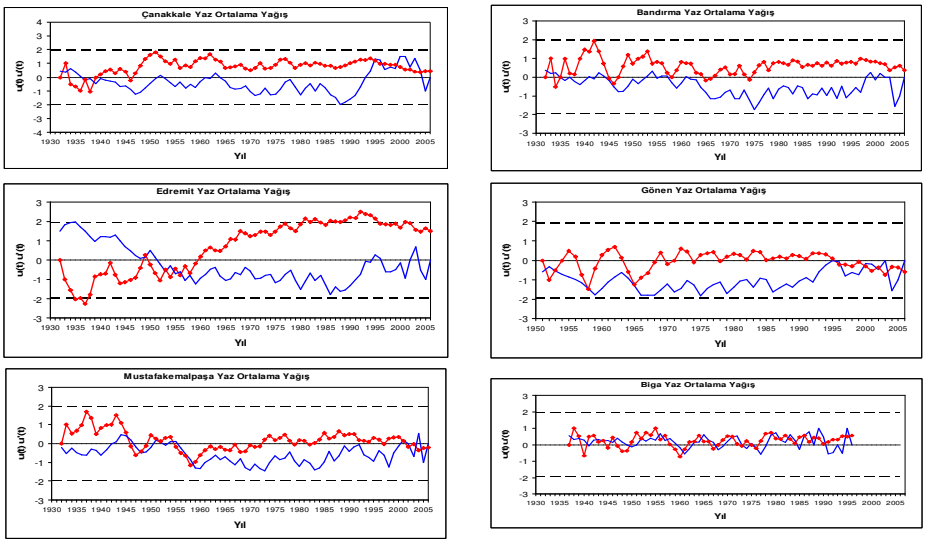
***EK*-2.7:** Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesinden elde edilen u(t) (—•—) ve u'(t) (——) değerlerine göre yıllık ortalama minimum sıcaklık dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. (- - - -). Normal dağılımın 0.05 anlamlılık düzeyindeki 1.96 olan kritik değeri gösterir.



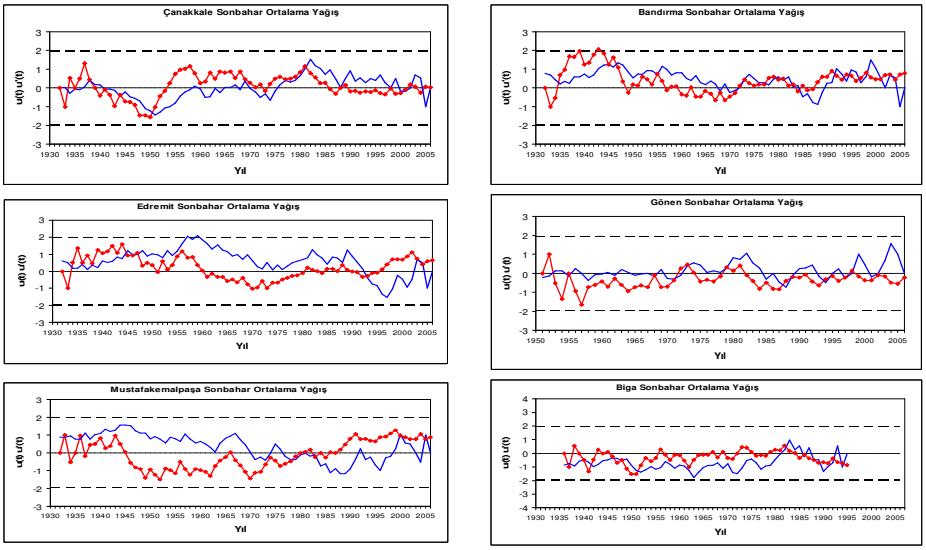
***EK*-2.8:** Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesinden elde edilen u(t) (—•—) ve u'(t) (——) değerlerine göre İlkbahar ortalama yağış dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. (- - - -). Normal dağılımın 0.05 anlamlılık düzeyindeki 1.96 olan kritik değeri gösterir.



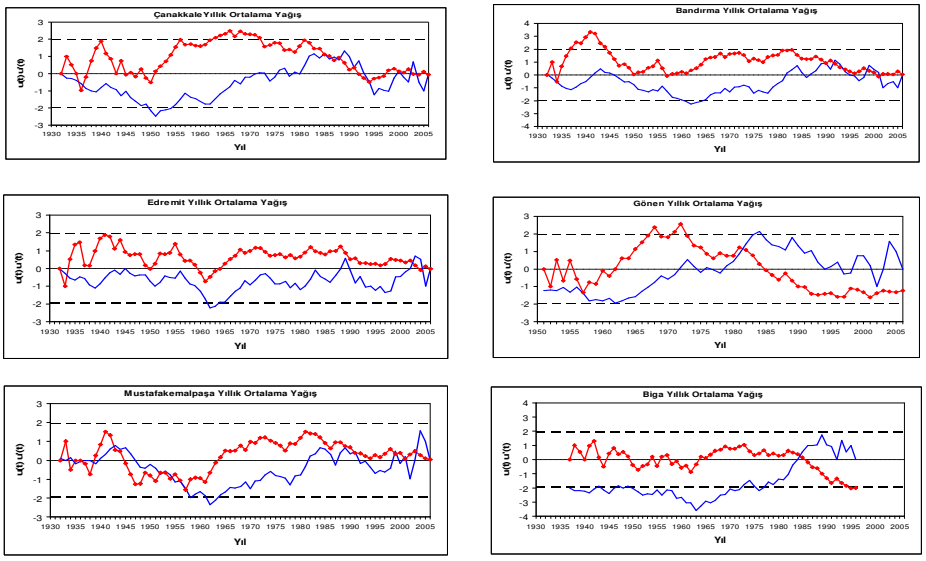
***EK*-2.9:** Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesinden elde edilen u(t) (—▪—) ve u'(t) (——) değerlerine göre Yaz ortalama yağış dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. (- - - -). Normal dağılımın 0.05 anlamlılık düzeyindeki 1.96 olan kritik değeri gösterir.



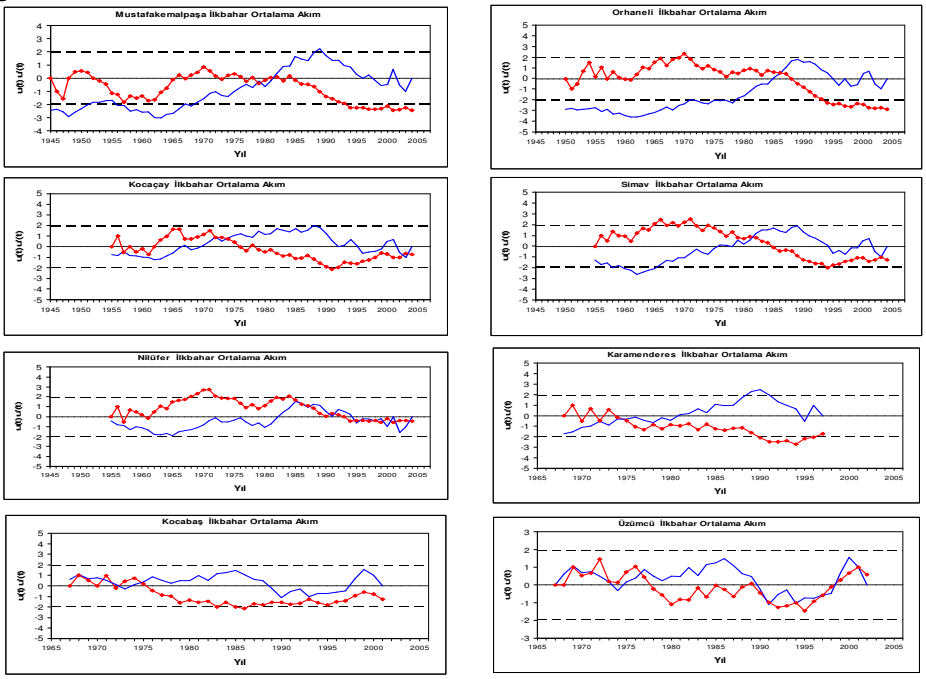
***EK*-2.10:** Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesinden elde edilen u(t) (—▪—) ve u'(t) (——) değerlerine göre Sonbahar ortalama yağış dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. (- - - -). Normal dağılımın 0.05 anlamlılık düzeyindeki 1.96 olan kritik değeri gösterir.



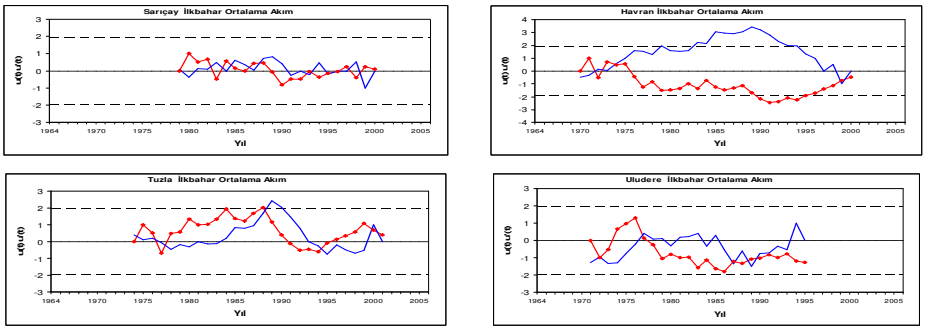
***EK*-2.11** Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesinden elde edilen u(t) (—▪—) ve u'(t) (——) değerlerine göre Yıllık ortalama yağış dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. (- - - -). Normal dağılımın 0.05 anlamlılık düzeyindeki 1.96 olan kritik değeri gösterir.



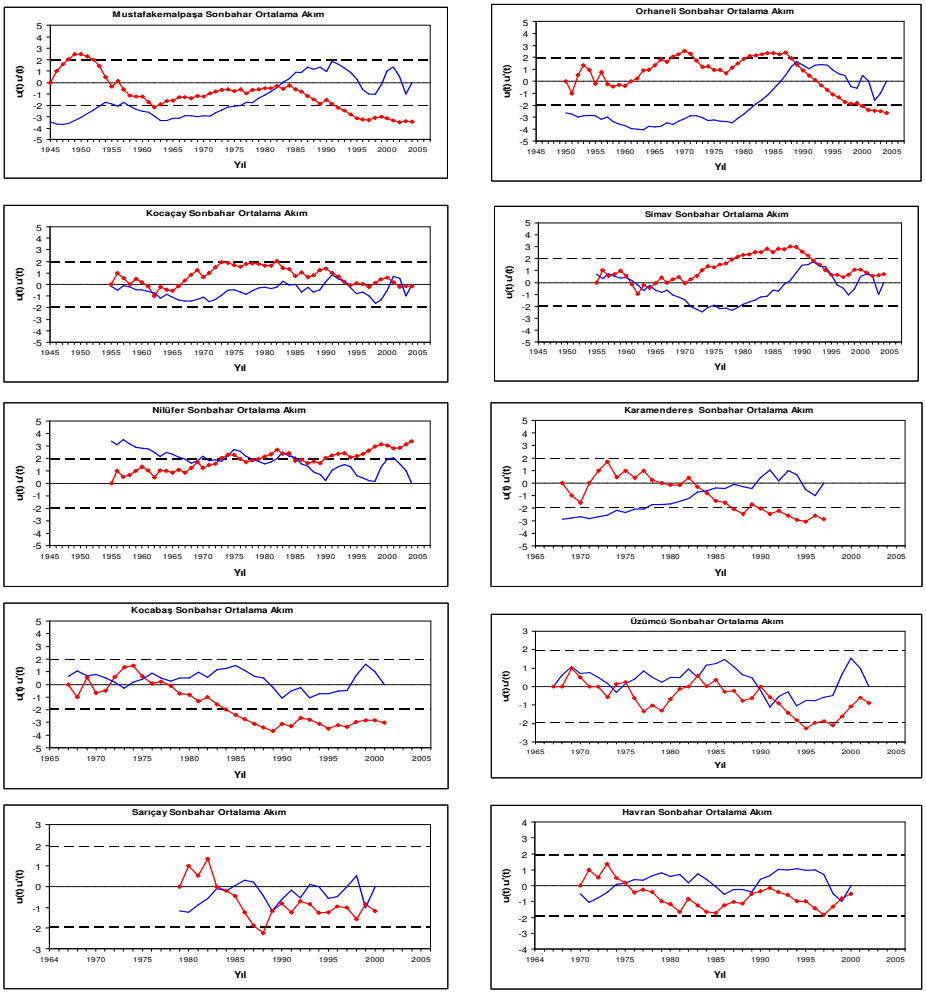
***EK*-2.12:** Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesinden elde edilen u(t) (—▪—) ve u'(t) (——) değerlerine göre İlkbahar ortalama akım dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. (- - - -). Normal dağılımın 0.05 anlamlılık düzeyindeki 1.96 olan kritik değeri gösterir.



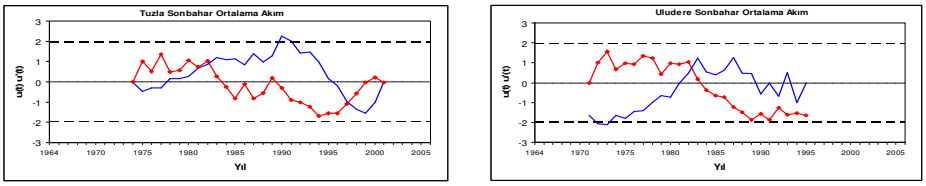
EK*-2.12'nin devamı*



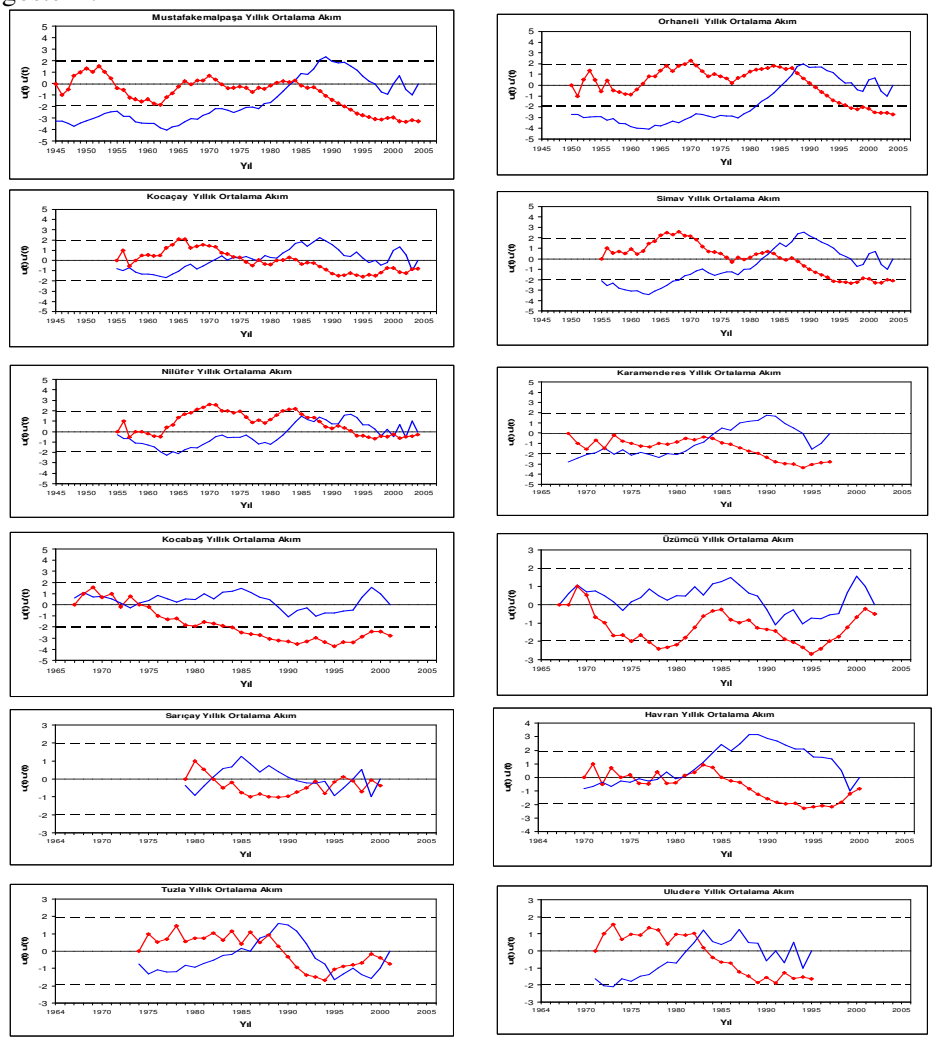
***EK*-2.13:** Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesinden elde edilen u(t) (—▪—) ve u'(t) (——) değerlerine göre Sonbahar ortalama akım dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. (- - - -). Normal dağılımın 0.05 anlamlılık düzeyindeki 1.96 olan kritik değeri gösterir.



***EK*-2.13**'*ün devamı*

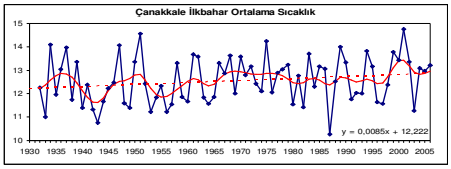


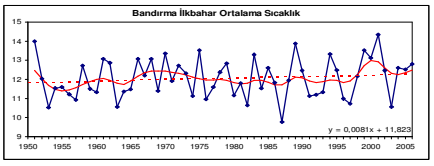
***EK*-2.14:** Mann-Kendall sınamasının ardışık çözümlemesinden elde edilen u(t) (—▪—) ve u'(t) (——) değerlerine göre Yıllık ortalama akım dizilerinde gözlenen uzun süreli eğilimler. (- - - -). Normal dağılımın 0.05 anlamlılık düzeyindeki 1.96 olan kritik değeri gösterir.

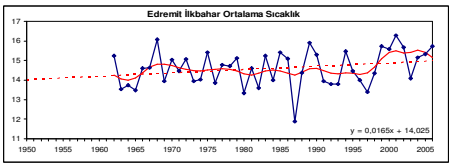


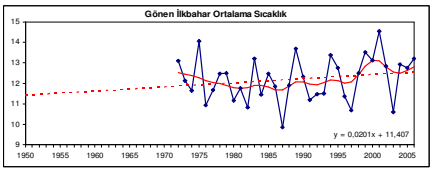
***EK*-3:** En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların sıcaklıkları.

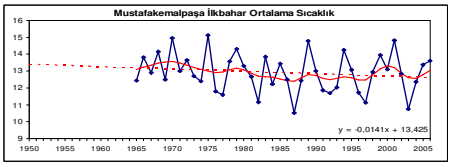
***EK*-3.1:** En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların İlkbahar ortalama sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi (----). İlkbahar ortalama sıcaklıklardaki 10 yıldan daha kısa süreli dalgalanmaları bastırmak (gidermek) için dizi 9 noktalı Gauss süzgeci (—) ile düzgünleştirilmiştir.



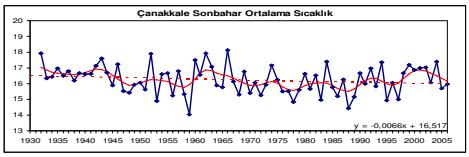


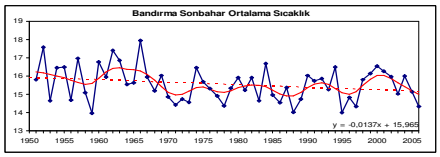


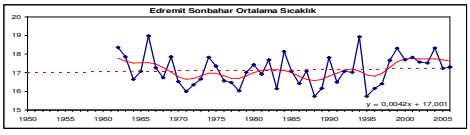


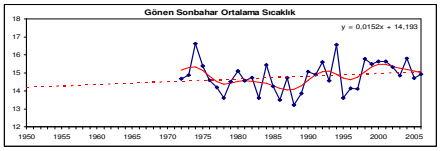


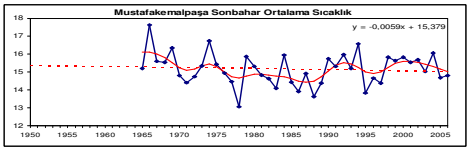
***EK*-3.2:** En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların ortalama sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi (----). Sonbahar ortalama sıcaklıklardaki 10 yıldan daha kısa süreli dalgalanmaları bastırmak (gidermek) için dizi 9 noktalı Gauss süzgeci (—) ile düzgünleştirilmiştir.



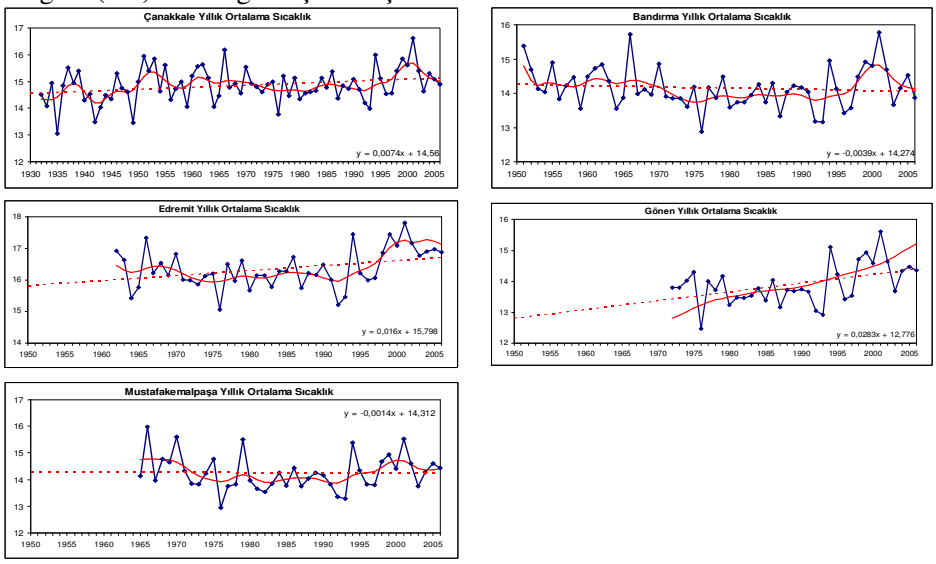




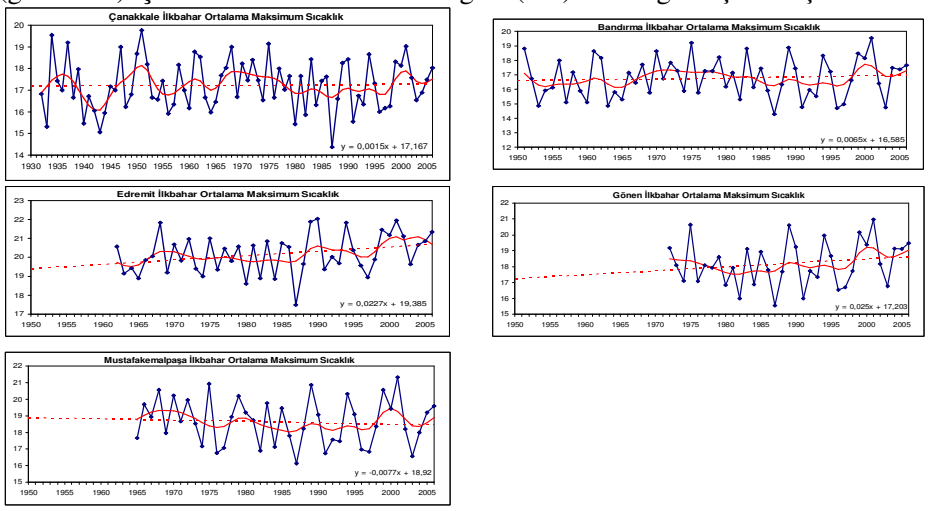




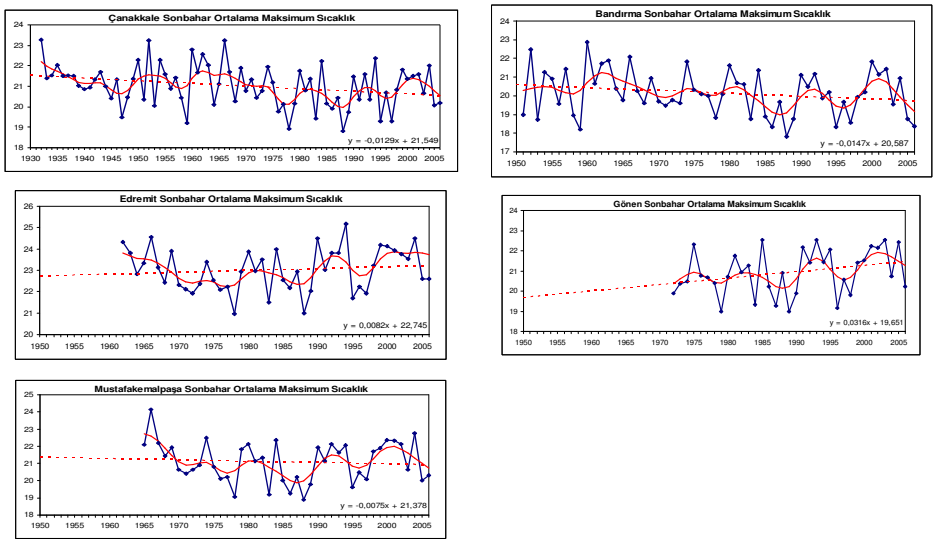
***EK*-3.3:** En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların yıllık ortalama sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi. (----). Yıllık ortalama sıcaklıklardaki 10 yıldan daha kısa süreli dalgalanmaları bastırmak (gidermek) için dizi 9 noktalı Gauss süzgeci (—) ile düzgünleştirilmiştir.



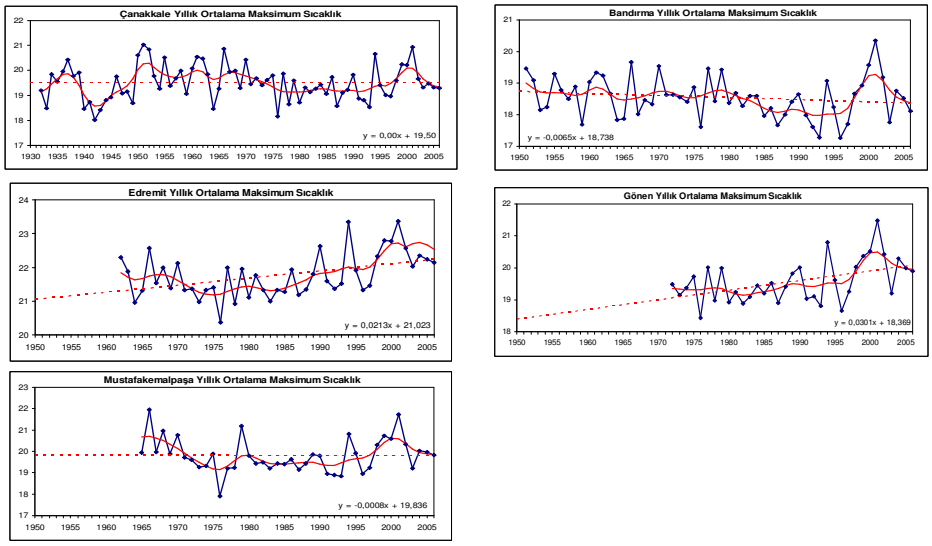
***EK*-3.4:** En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların ortalama maksimum sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi (----). İlkbahar ortalama maksimum sıcaklıklarındaki 10 yıldan daha kısa süreli dalgalanmaları bastırmak (gidermek) için dizi 9 noktalı Gauss süzgeci (—) ile düzgünleştirilmiştir.



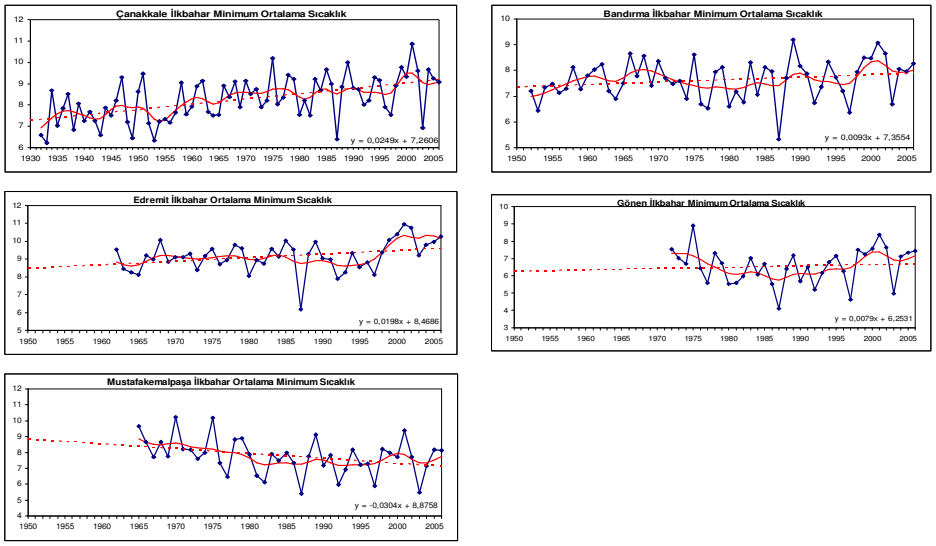
***EK*-3.5:** En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların ortalama maksimum sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi (----). Sonbahar ortalama maksimum sıcaklıklarındaki 10 yıldan daha kısa süreli dalgalanmaları bastırmak (gidermek) için dizi 9 noktalı Gauss süzgeci (—) ile düzgünleştirilmiştir.



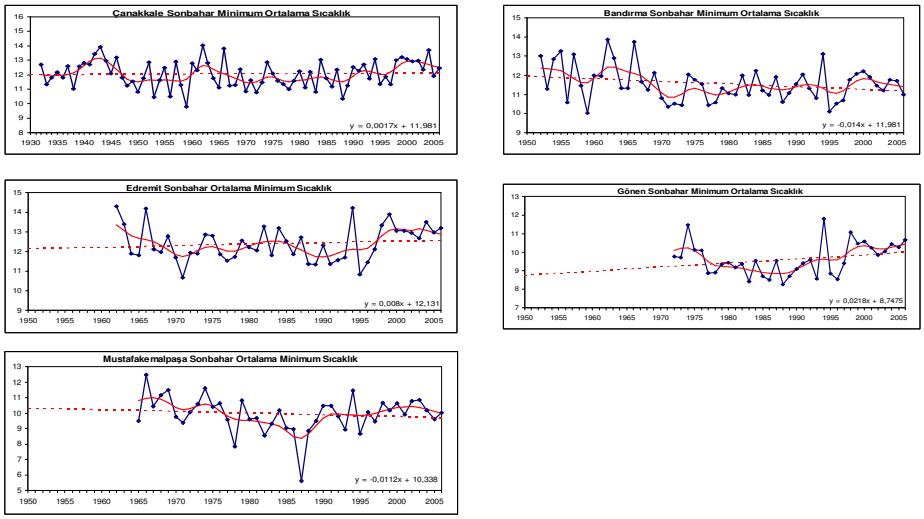
***EK*-3.6:** En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların yıllık ortalama maksimum sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi (----). Yıllık ortalama maksimum sıcaklıklarındaki 10 yıldan daha kısa süreli dalgalanmaları bastırmak (gidermek) için dizi 9 noktalı Gauss süzgeci (—) ile düzgünleştirilmiştir.



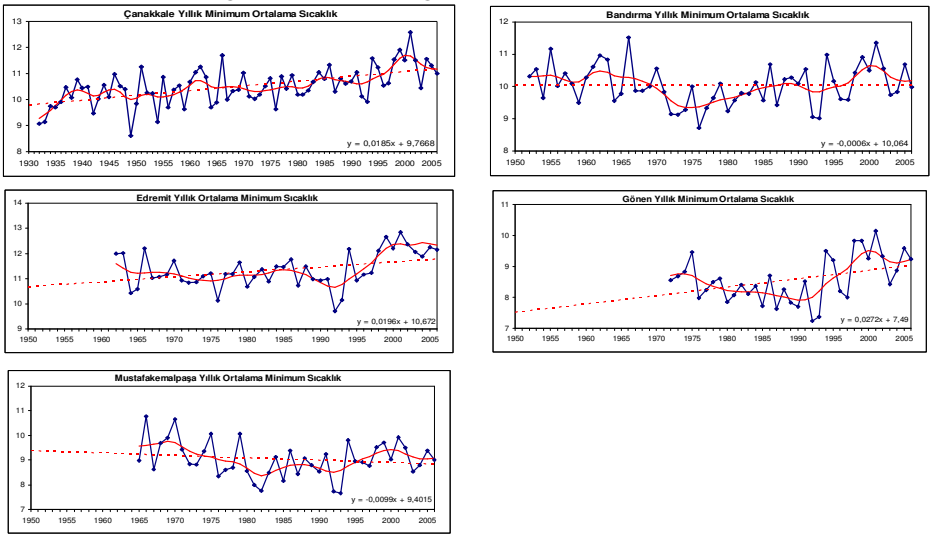
***EK*-3.7:** En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların ortalama minimum sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi (----). İlkbahar ortalama minimum sıcaklıklarındaki 10 yıldan daha kısa süreli dalgalanmaları bastırmak (gidermek) için dizi 9 noktalı Gauss süzgeci (—) ile düzgünleştirilmiştir.



***EK*-3.8:** En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların ortalama minimum sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi (----). Sonbahar ortalama minimum sıcaklıklarındaki 10 yıldan daha kısa süreli dalgalanmaları bastırmak (gidermek) için dizi 9 noktalı Gauss süzgeci (—) ile düzgünleştirilmiştir.

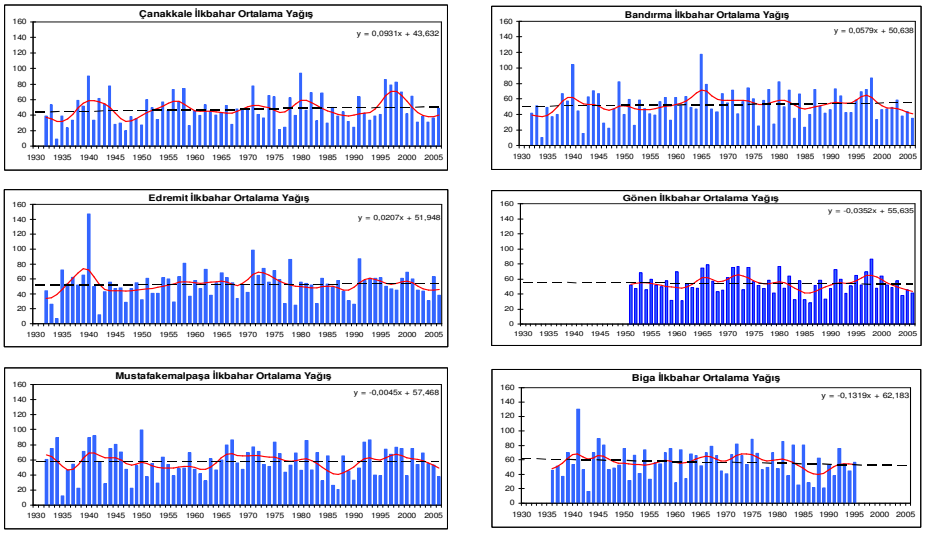


***EK*-3.9:** En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların ortalama minimum sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi (----). Yıllık ortalama minimum sıcaklıklarındaki 10 yıldan daha kısa süreli dalgalanmaları bastırmak (gidermek) için dizi 9 noktalı Gauss süzgeci (—) ile düzgünleştirilmiştir.

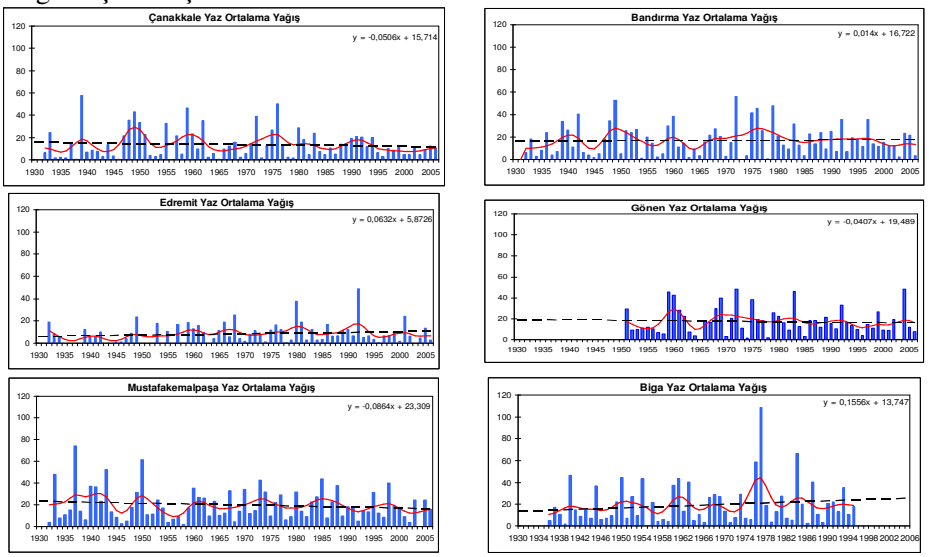


***EK*-4:** En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre ortalama yağışlarına uydurulan regresyon çizgisi.

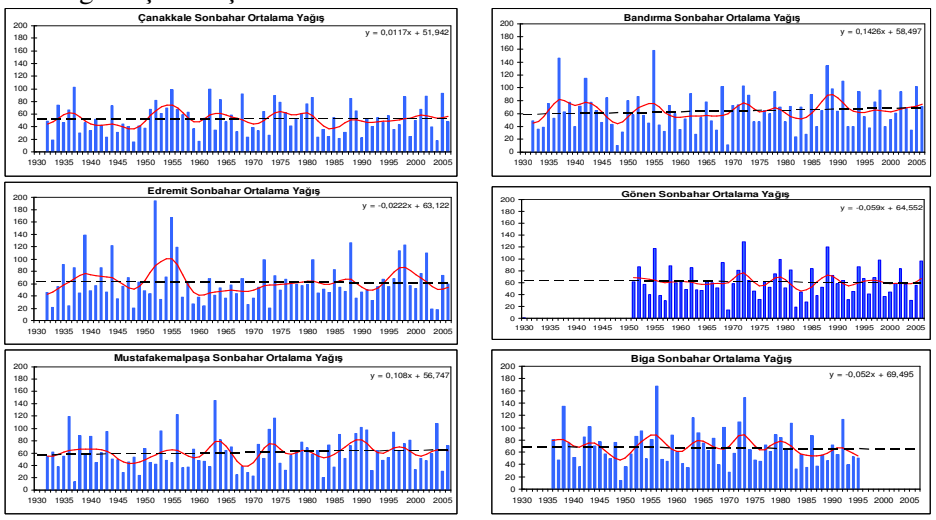
***EK*-4.1:** En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların ilkbahar ortalama yağış tutarlarına uydurulan regresyon çizgisi (----).Yağışlardaki 10 yıldan daha kısa süreli dalgalanmaları bastırmak (gidermek) için dizi 9 noktalı Gauss süzgeci (—) ile düzgünleştirilmiştir.



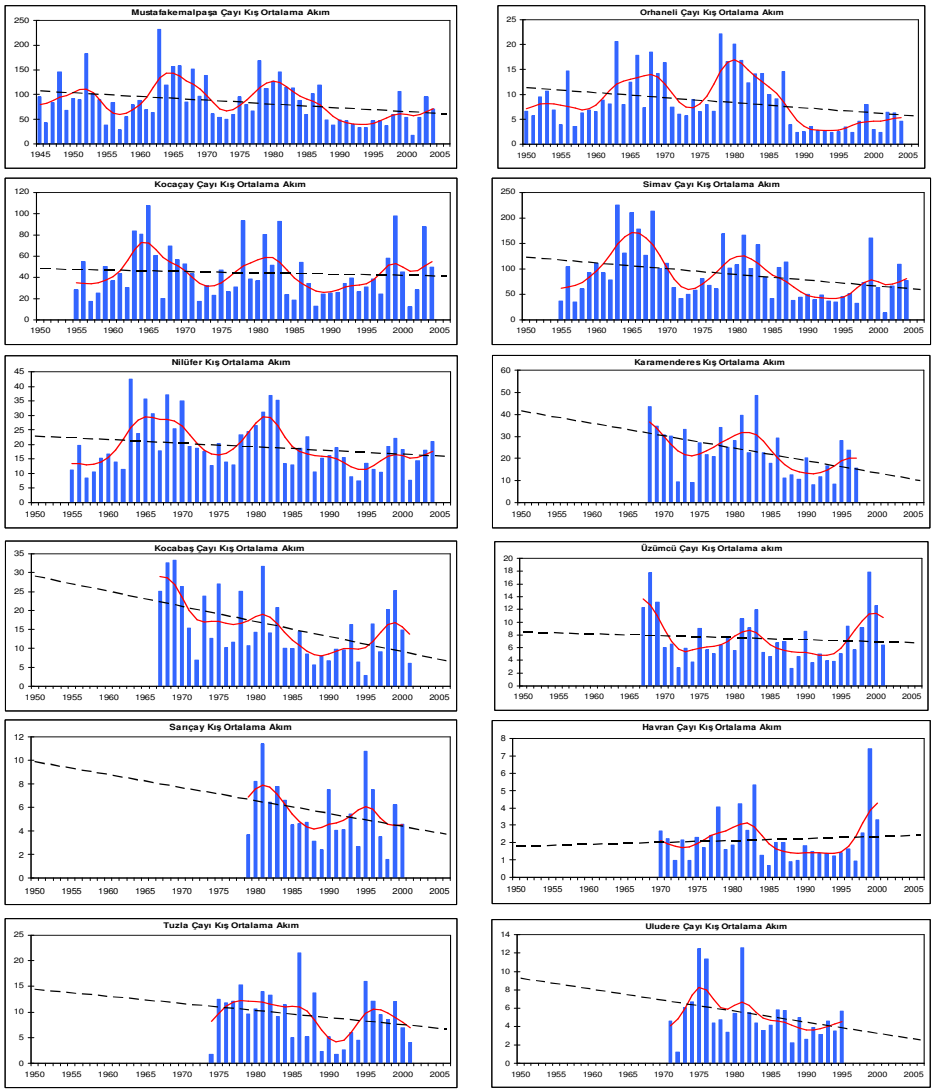
***EK*-4.2:** En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların yaz ortalama yağış tutarlarına uydurulan regresyon çizgisi (----). Yağışlardaki 10 yıldan daha kısa süreli dalgalanmaları bastırmak (gidermek) için dizi 9 noktalı Gauss süzgeci (—) ile düzgünleştirilmiştir.



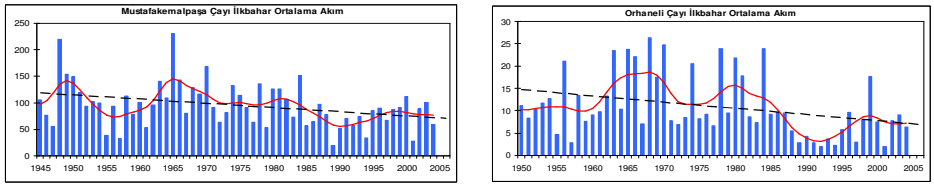
***EK*-4.3:** En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların sonbahar ortalama yağış tutarlarına uydurulan regresyon çizgisi (----). Yağışlardaki 10 yıldan daha kısa süreli dalgalanmaları bastırmak (gidermek) için dizi 9 noktalı Gauss süzgeci (—) ile düzgünleştirilmiştir.



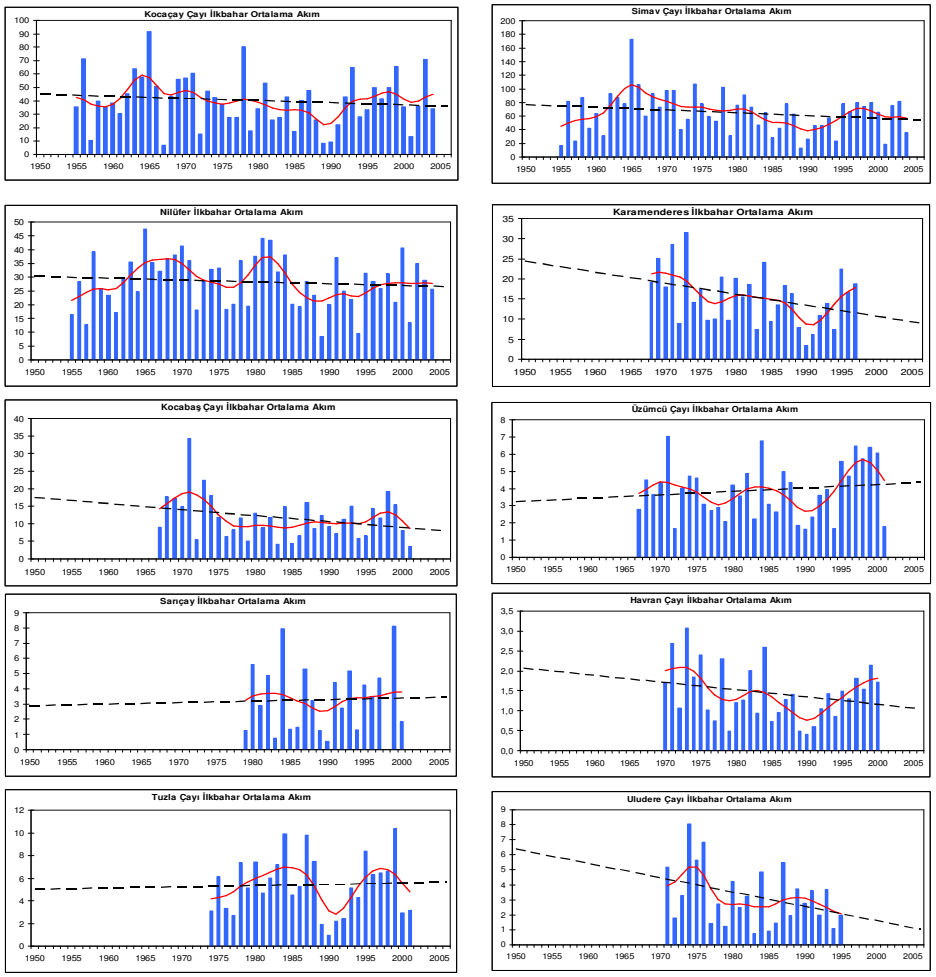
***EK*-4.4:** En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların kış ortalama akım tutarlarına uydurulan regresyon çizgisi (----). Akımlardaki 10 yıldan daha kısa süreli dalgalanmaları bastırmak (gidermek) için dizi 9 noktalı Gauss süzgeci (—) ile düzgünleştirilmiştir.



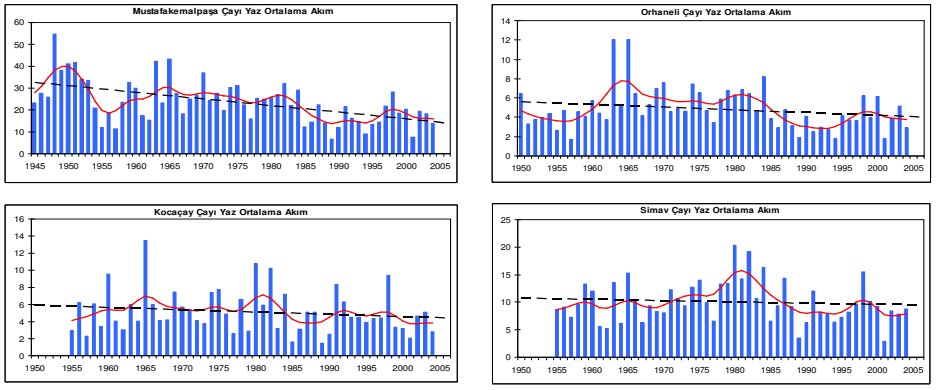
***EK*-4.5:** En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların ilkbahar ortalama akımlarına uydurulan regresyon çizgisi (----). Akımlardaki 10 yıldan daha kısa süreli dalgalanmaları bastırmak (gidermek) için dizi 9 noktalı Gauss süzgeci (—) ile düzgünleştirilmiştir.



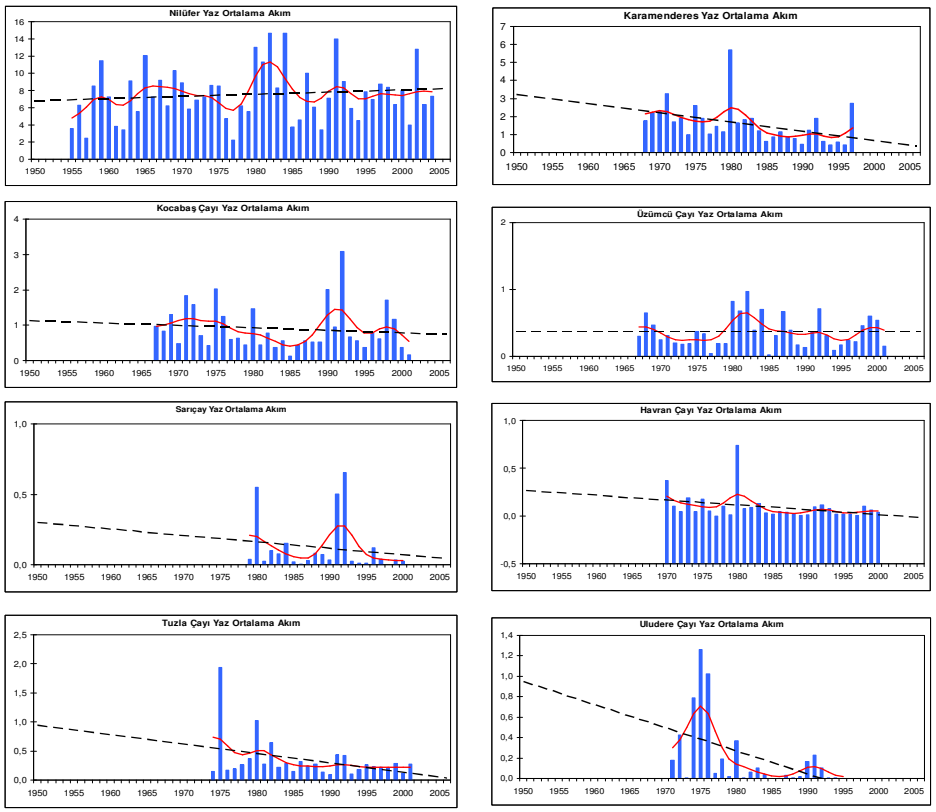
EK*-4.5'*in devamı



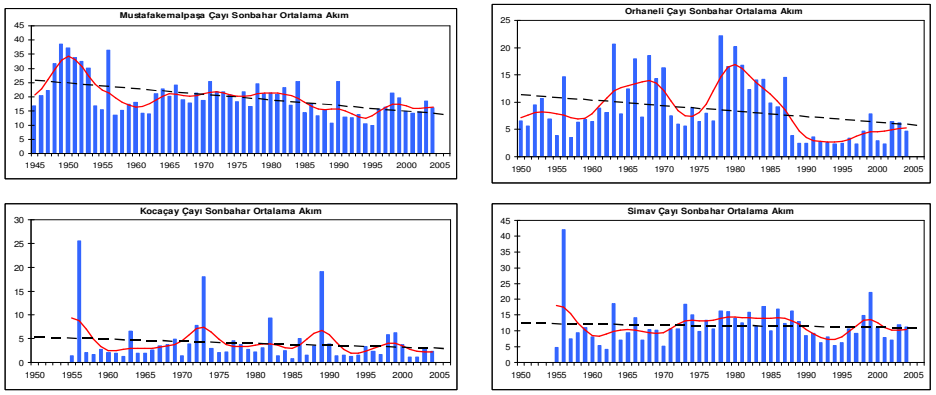
***EK*-4.6:** En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların yaz ortalama akımlarına uydurulan regresyon çizgisi (----). Akımlardaki 10 yıldan daha kısa süreli dalgalanmaları bastırmak (gidermek) için dizi 9 noktalı Gauss süzgeci (—) ile düzgünleştirilmiştir.



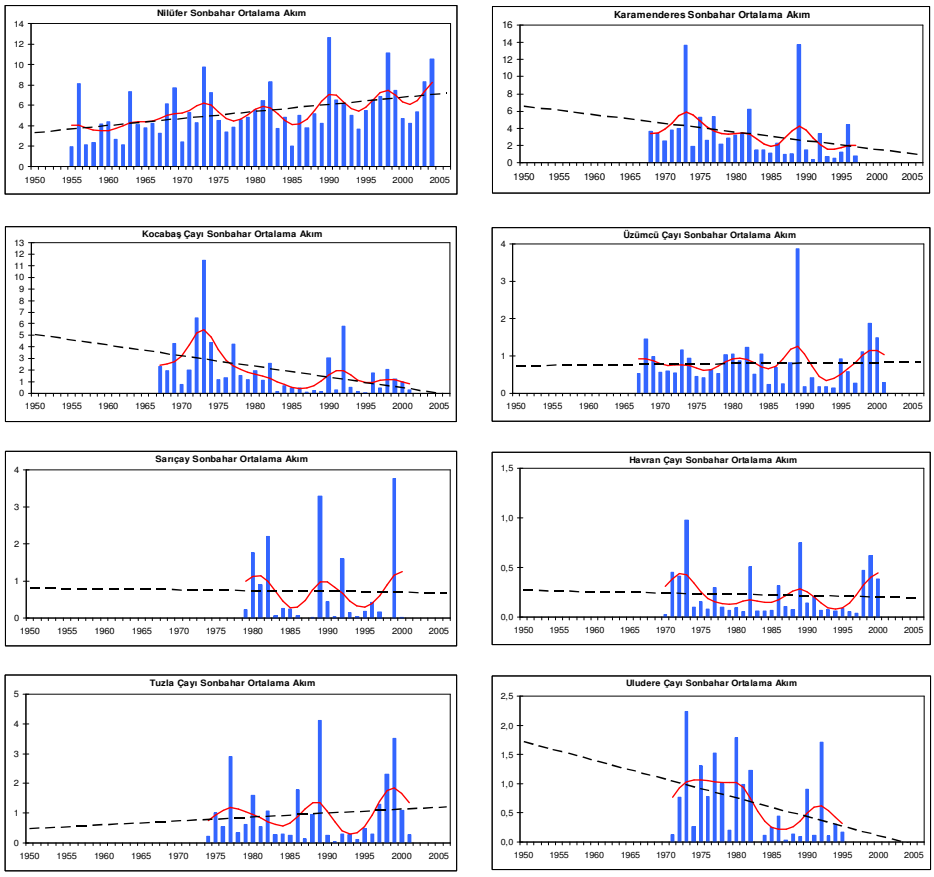
***EK*-4.6'nın devamı**



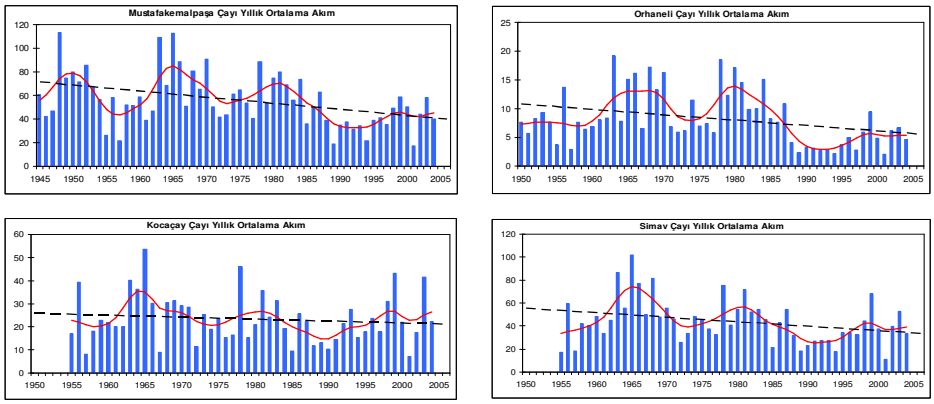
***EK*-4.7:** En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların ortalama sıcaklıklarına uydurulan regresyon çizgisi (----). Sonbahar ortalama akımlarındaki 10 yıldan daha kısa süreli dalgalanmaları bastırmak (gidermek) için dizi 9 noktalı Gauss süzgeci (—) ile düzgünleştirilmiştir.



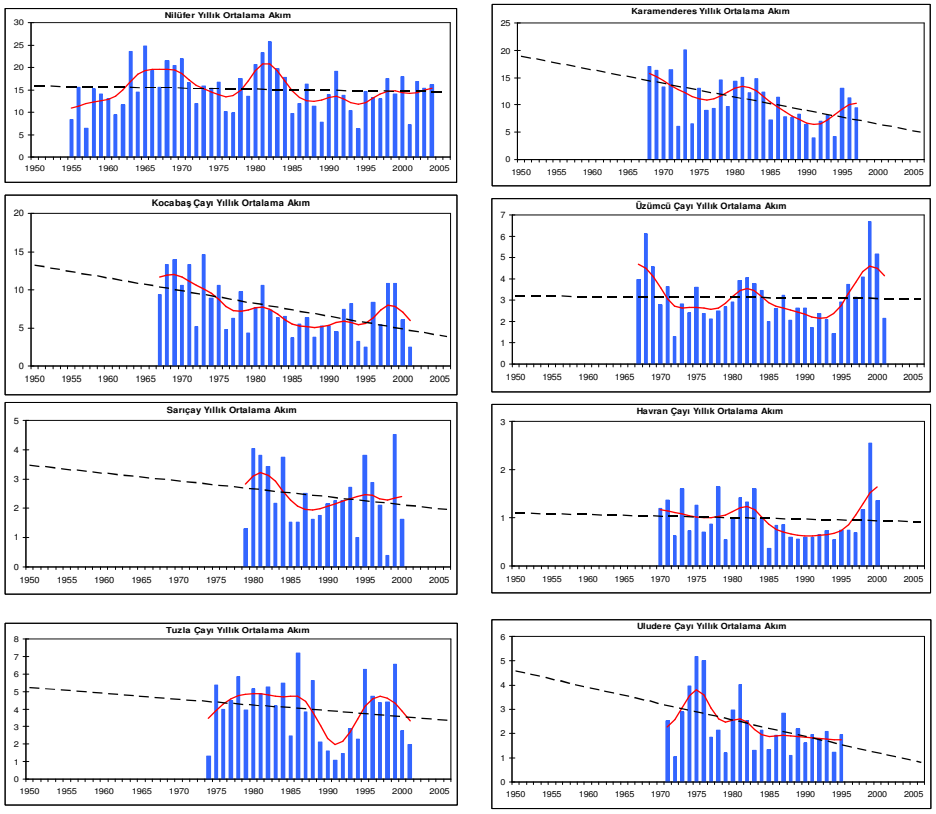
EK*-4.7'*nin devamı



***EK*-4.8:** En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların yıllık ortalama akımlarına uydurulan regresyon çizgisi (----). Akımlardaki 10 yıldan daha kısa süreli dalgalanmaları bastırmak (gidermek) için dizi 9 noktalı Gauss süzgeci (—) ile düzgünleştirilmiştir.



EK*-4.8'*in devamı



***EK*-5:**Sıcaklıklar ve mevsimlik atmosferik salınım indisleri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (*r*) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

***EK*-5.1:** Ortalama sıcaklık ve mevsimlik NAO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (*r*) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
istasyonlar	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık
Çanakkale	-0.264	0.091	0.094	0.555	-0.37*	0.014	-0.062	0.697
Mustafakemalpaşa	-0.34*	0.028	0.005	0.977	-0.33*	0.034	-0.186	0.238
Edremit	-0.34*	0.027	0.068	0.671	-0.39**	0.009	-0.080	0.613
Gönen	-0.313	0.067	0.020	0.909	-0.39*	0.019	-0.067	0.703

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı

***EK*-5.2:** Ortalama sıcaklık ve mevsimlik SO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (r) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
istasyonlar	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık
Çanakkale	0.074	0.640	0.35*	0.021	0.072	0.651	-0.085	0.592
Mustafakemalpaşa	0.032	0.842	0.34*	0.026	0.153	0.333	-0.054	0.734
Edremit	0.130	0.412	0.39**	0.009	0.035	0.823	-0.171	0.278
Gönen	0.068	0.696	0.37*	0.029	0.142	0.416	0.004	0.980
Bandırma	0.000	0.999	0.32*	0.040	0.086	0.590	-0.136	0.389

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı

***EK*-5.3:** Ortalama sıcaklık ve mevsimlik AO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (r) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
istasyonlar	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık
Çanakkale	-0.52**	0.0004	0.157	0.321	0.055	0.730	-0.136	0.391
Mustafakemalpaşa	-0.55**	0.0001	-0.092	0.564	0.090	0.572	-0.33*	0.035
Edremit	-0.55**	0.0001	0.237	0.131	0.012	0.942	-0.093	0.557
Gönen	-0.54**	0.001	0.019	0.913	0.037	0.831	-0.251	0.145
Bandırma	-0.51**	0.001	0.044	0.784	0.129	0.415	-0.209	0.184

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı

***EK*-5.4:** Ortalama sıcaklık ve mevsimlik MO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (r) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
istasyonlar	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık
Çanakkale	-0.47**	0.004	-0.141	0.413	-0.085	0.623	-0.161	0.349
Mustafakemalpaşa	-0.49**	0.002	-0.122	0.479	-0.120	0.487	-0.216	0.205
Edremit	-0.54**	0.001	-0.182	0.287	-0.023	0.894	-0.130	0.450
Gönen	-0.46*	0.011	-0.272	0.154	-0.018	0.925	-0.060	0.757

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı

***EK*-5.5:** Ortalama minimum sıcaklık ve mevsimlik NAO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (r) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
istasyonlar	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık
Çanakkale	-0.32*	0.036	0.004	0.978	-0.37*	0.017	-0.079	0.620
Mustafakemalpaşa	-0.36*	0.017	-0.076	0.632	-0.30*	0.054	-0.226	0.151
Edremit	-0.40**	0.008	-0.090	0.571	-0.34*	0.027	-0.023	0.886
Gönen	-0.35*	0.041	-0.225	0.194	-0.38*	0.024	-0.041	0.813
Bandırma	-0.255	0.103	-0.055	0.730	-0.153	0.333	-0.113	0.478

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı

***EK*-5.6:** Ortalama minimum sıcaklık ve mevsimlik SO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (*r*) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
istasyonlar	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık
Çanakkale	0.050	0.753	0.34*	0.026	0.024	0.882	-0.089	0.577
Mustafakemalpaşa	0.045	0.777	0.40**	0.009	0.288	0.065	0.109	0.491
Edremit	0.133	0.401	0.44**	0.004	0.088	0.579	-0.107	0.502
Gönen	0.107	0.541	0.43**	0.009	0.237	0.170	0.086	0.623
Bandırma	-0.052	0.745	0.183	0.247	-0.266	0.089	-0.054	0.735

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı

***EK*-5.7:** Ortalama minimum sıcaklık ve mevsimlik AO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (*r*) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
istasyonlar	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık
Çanakkale	-0.55**	0.0001	0.052	0.745	0.035	0.826	-0.138	0.382
Mustafakemalpaşa	-0.56**	0.0001	-0.203	0.197	0.069	0.665	-0.275	0.078
Edremit	-0.59**	0.00003	0.111	0.483	0.091	0.567	-0.063	0.693
Gönen	-0.55**	0.001	-0.137	0.434	0.119	0.496	-0.169	0.331
Bandırma	-0.301	0.052	-0.095	0.550	0.093	0.559	-0.087	0.585

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı

***EK*-5.8:** Ortalama minimum sıcaklık ve mevsimlik MO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (*r*) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
istasyonlar	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık
Çanakkale	-0.53**	0.001	-0.34*	0.044	-0.204	0.232	-0.248	0.145
Mustafakemalpaşa	-0.52**	0.001	-0.133	0.440	-0.172	0.316	-0.067	0.699
Edremit	-0.57**	0.0003	-0.316	0.061	0.001	0.993	-0.043	0.803
Gönen	-0.50**	0.006	-0.41*	0.028	-0.057	0.768	0.038	0.846
Bandırma	-0.188	0.271	-0.031	0.856	-0.107	0.533	-0.187	0.274

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı

***EK*-5.9:** Ortalama maksimum sıcaklık ve mevsimlik NAO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (*r*) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
istasyonlar	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık
Çanakkale	-0.158	0.319	0.120	0.448	-0.270	0.083	-0.048	0.763
Mustafakemalpaşa	-0.279	0.074	0.036	0.820	-0.38*	0.013	-0.164	0.300
Edremit	-0.142	0.370	0.195	0.216	-0.37*	0.017	-0.174	0.269
Gönen	-0.198	0.255	0.128	0.465	-0.43**	0.009	-0.125	0.476

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı

***EK*-5.10:** Ortalama maksimum sıcaklık ve mevsimlik SO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (r) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
istasyonlar	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık
Çanakkale	0.134	0.397	0.36*	0.018	0.140	0.378	-0.071	0.653
Mustafakemalpaşa	0.044	0.780	0.31*	0.048	0.014	0.932	-0.152	0.336
Edremit	0.124	0.434	0.274	0.079	-0.034	0.828	-0.261	0.095
Gönen	0.073	0.679	0.39*	0.021	-0.057	0.745	-0.139	0.425
Bandırma	0.004	0.980	0.32*	0.040	0.018	0.910	-0.107	0.501

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı

***EK*-5.11:** Ortalama maksimum sıcaklık ve mevsimlik AO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (r) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
istasyonlar	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık
Çanakkale	-0.42**	0.006	0.297	0.056	0.066	0.678	-0.125	0.431
Mustafakemalpaşa	-0.52**	0.0005	-0.019	0.904	-0.076	0.633	-0.35*	0.025
Edremit	-0.36*	0.020	0.36*	0.020	-0.028	0.859	-0.149	0.347
Gönen	-0.43**	0.010	0.139	0.427	-0.090	0.607	-0.36*	0.033
Bandırma	-0.46**	0.002	0.021	0.894	-0.080	0.616	-0.32*	0.041

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı

***EK*-5.12:** Ortalama maksimum sıcaklık ve mevsimlik AO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (r) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
istasyonlar	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık
Çanakkale	-0.37*	0.028	-0.027	0.877	0.139	0.420	-0.077	0.655
Mustafakemalpaşa	-0.44**	0.008	-0.078	0.651	-0.071	0.681	-0.263	0.121
Edremit	-0.36*	0.030	-0.074	0.670	0.023	0.893	-0.268	0.113
Gönen	-0.335	0.076	-0.161	0.404	-0.082	0.674	-0.267	0.162
Bandırma	-0.38*	0.021	-0.107	0.534	0.127	0.462	-0.121	0.481

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı

***EK-6:* :** Mevsimlik toplam yağış dizileri ve atmosferik salınım indisleri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (r) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

***EK*-6.1:** Mevsimlik toplam yağış dizileri ve mevsimlik NAO indisi arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (r) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

İstasyonlar	**Kış**		**İlkbahar**		**Yaz**		**Sonbahar**	
	(r)	Anlamlılık	(r)	Anlamlılık	(r)	Anlamlılık	(r)	Anlamlılık
Çanakkale	-0.32*	0.014	-0.40**	0.002	0.23	0.078	-0.17	0.204
Biga	-0.33*	0.023	-0.04	0.784	-0.07	0.636	0.17	0.235
Mustafakemalpaşa	-0.17	0.187	-0.06	0.662	0.11	0.396	0.16	0.230
Edremit	-0.34**	0.008	-0.33*	0.010	0.12	0.355	0.16	0.208
Gönen	-0.30*	0.023	-0.17	0.187	0.10	0.431	-0.39**	0.002
Bandırma	-0.29*	0.026	-0.17	0.201	0.10	0.423	-0.36**	0.006

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı

***EK*-6.2:** Mevsimlik toplam yağış dizileri ve mevsimlik AO indisi arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (*r*) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

istasyonlar	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık
Çanakkale	-0.44**	0.001	-0.42**	0.001	0.046	0.732	-0.36**	0.006
Biga	-0.38**	0.009	0.126	0.404	-0.250	0.094	0.085	0.574
Mustafakemalpaşa	-0.259	0.052	0.018	0.894	0.047	0.731	0.164	0.223
Edremit	-0.40**	0.002	-0.30*	0.022	0.095	0.483	-0.138	0.307
Gönen	-0.37**	0.004	-0.167	0.218	-0.070	0.606	-0.242	0.072

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı

***EK*-6.3:** Mevsimlik toplam yağış dizileri ve mevsimlik MO indisi arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (*r*) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

istasyonlar	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık
Çanakkale	-0.262	0.094	-0.261	0.095	-0.041	0.795	0.103	0.518
Biga	-0.33*	0.048	-0.020	0.904	-0.017	0.920	0.221	0.190
Mustafakemalpaşa	-0.059	0.709	-0.155	0.328	0.175	0.267	0.097	0.543
Edremit	-0.31*	0.043	-0.34*	0.027	-0.081	0.611	0.235	0.135
Gönen	-0.124	0.436	0.019	0.903	-0.247	0.114	0.019	0.907
Bandırma	-0.107	0.499	0.093	0.558	-0.36*	0.018	0.041	0.796

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı

***EK*-6.4:** Mevsimlik toplam yağış dizileri ve mevsimlik SO indisi dizileri arasındaki *Pearson* ilişki katsayıları (*r*) ve anlamlılık düzeyleri (α_1).

istasyonlar	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık	(r)	anlamlılık
Çanakkale	0.046	0.737	0.026	0.848	0.051	0.706	0.26*	0.05
Biga	0.015	0.922	0.185	0.218	-0.183	0.224	-0.091	0.547
Mustafakemalpaşa	-0.183	0.174	0.119	0.380	0.28*	0.035	-0.006	0.965
Edremit	-0.030	0.824	-0.004	0.974	-0.081	0.549	-0.080	0.555
Gönen	-0.154	0.257	-0.156	0.252	-0.113	0.406	0.162	0.234

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı

***EK*-7:** Sıcaklıklar ile atmosferik salınım indisleri arasındaki kümelerarası ilişki değişkenleri (*KAİD)*.

***EK*-7.1:** Ortalama sıcaklıklar ve AO arasındaki *KAİD.*

Mevsimler	İlişki katsayısı	Sıcakların açıklanması (%)	İndislerin açıklanması (%)	Sıcaklıkların indisleri açıklaması (%)	İndislerin sıcaklıkları açıklaması (%)
Kış	0.615	42.677	61.474	16.128	23.232
İlkbahar	0.541	2.853	54.14	0.836	15.869
Yaz	0.343	1.246	34.255	0.146	4.02
Sonbahar	0.504	11.344	50.383	2.88	12.789

***EK*-7.2:** Ortalama sıcaklıklar ve NAO arasındaki *KAİD.*

Mevsimler	İlişki katsayısı	Sıcakların açıklanması(%)	İndislerin açıklanması (%)	Sıcaklıkların indisleri açıklaması (%)	İndislerin sıcaklıkları açıklaması (%)
Kış	0.470	19.373	47.029	4.285	10.402
İlkbahar	0.360	1.709	35.987	0.221	4.66
Yaz	0.479	34.265	47.874	7.853	10.973
Sonbahar	0.389	1.6	38.899	0.242	5.886

***EK*-7.3:** Ortalama sıcaklıklar ve EÑSO arasındaki *KAİD*.

Mevsimler	İlişki katsayısı	Sıcakların açıklanması (%)	İndislerin açıklanması (%)	Sıcaklıkların indisleri açıklaması (%)	İndislerin sıcaklıkları açıklaması (%)
Kış	0.640	2.408	64.008	0.987	26.224
İlkbahar	0.484	31.615	48.406	7.408	11.342
Yaz	0.329	3.71	32.859	0.401	3.548
Sonbahar	0.232	1.505	23.185	0.081	1.246

***EK*-7.4:** Ortalama sıcaklıklar ve MO arasındaki *KAİD*.

Mevsimler	İlişki katsayısı	Sıcakların açıklanması (%)	İndislerin açıklanması (%)	Sıcaklıkların indisleri açıklaması (%)	İndislerin sıcaklıkları açıklaması (%)
Kış	0.398	16.896	39.794	2.676	6.302
İlkbahar	0.417	11.167	41.736	1.945	7.27
Yaz	0.337	1.081	33.729	0.123	3.837
Sonbahar	0.398	4.065	39.836	0.645	6.322

***EK*-7.5:** Ortalama sıcaklıklar ve NAO-AO arasındaki *KAİD*.

Mevsimler	KAİD	İlişki katsayısı	Sıcakların açıklanması (%)	İndislerin açıklanması (%)	Sıcaklıkların indisleri açıklaması (%)	İndislerin sıcaklıkları açıklaması (%)
Kış	1	0.68	**49.09**	**23.65**	22.60	10.89
	2	0.44	4.84	28.84	0.95	5.65
İlkbahar	1	0.58	7.82	27.02	2.67	9.22
	2	0.29	0.30	15.77	0.03	1.36
Yaz	1	0.46	33.17	23.83	7.07	5.08
	2	0.28	2.87	13.33	0.22	1.01
Sonbahar	1	0.50	11.58	31.00	2.85	7.62

***EK*-7.6:** Ortalama sıcaklık verileri için KİA ile elde edilen ilişki katsayılarının (*r*) anlamlılığı için *Student t* sınaması (*t*) test istatistikleri.

Mevsimler	NAO		AO		EÑSO				MO			
	r	*t*	*r*	*t*	*r*	*t*	5%	1%	*r*	*t*	5%	1%
Kış	0.470**	3.059	0.615**	4.480	0.640**	4.785	2.035	2.733	0.398*	2.492	2.052	2.771
İlkbahar	0.360*	2.217	0.541**	3.695	0.484**	3.177	2.035	2.733	0.417*	2.636	2.052	2.771
Yaz	0.479**	3.135	0.343*	2.098	0.329	2.001	2.035	2.733	0.337*	2.056	2.052	2.771
Sonbahar	0.389*	2.426	0.504*	3.352	0.232	1.370	2.035	2.733	0.398*	2.492	2.052	2.771

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

***EK*-8:** Ortalama minimum sıcaklıklar ile atmosferik salınım indisleri arasındaki kümelerarası ilişki değişkenleri (*KAİD*).

***EK*- 8.1:** Ortalama minimum sıcaklıklar ve AO arasındaki *KAİD*.

Mevsimler	İlişki katsayısı	Sıcakların açıklanması (%)	İndislerin açıklanması (%)	Sıcaklıkların indisleri açıklaması (%)	İndislerin sıcaklıkları açıklaması (%)
Kış	0.651	42.885	65.091	18.169	27.578
İlkbahar	0.484	3.294	48.361	0.77	11.31
Yaz	0.295	2.042	29.486	0.178	2.564
Sonbahar	0.380	6.715	37.962	0.968	5.471

***EK*- 8.2:** Ortalama minimum sıcaklıklar ve NAO arasındaki *KAİD*.

Mevsimler	İlişki katsayısı	Sıcakların açıklanması (%)	İndislerin açıklanması (%)	Sıcaklıkların indisleri açıklaması (%)	İndislerin sıcaklıkları açıklaması (%)
Kış	0.565	20.683	56.461	6.593	17.999
İlkbahar	0.538	3.983	53.812	1.153	15.583
Yaz	0.500	26.968	49.99	6.74	12.50
Sonbahar	0.298	4.368	29.807	0.388	2.648

***EK*- 8.3:** Ortalama minimum sıcaklıklar ve EÑSO arasındaki *KAİD*.

Mevsimler	İlişki katsayısı	Sıcakların açıklanması (%)	İndislerin açıklanması (%)	Sıcaklıkların indisleri açıklaması (%)	İndislerin sıcaklıkları açıklaması (%)
Kış	0.439	4.079	43.851	0.784	8.432
İlkbahar	0.558	34.363	55.75	10.68	17.328
Yaz	0.435	9.115	43.49	1.724	8.226
Sonbahar	0.269	3.876	26.865	0.28	1.939

***EK*- 8.4:** Ortalama minimum sıcaklıklar ve MO arasındaki *KAİD*.

Mevsimler	İlişki katsayısı	Sıcakların açıklanması (%)	İndislerin açıklanması (%)	Sıcaklıkların indisleri açıklaması (%)	İndislerin sıcaklıkları açıklaması (%)
Kış	0.715	32.36	71.546	16.565	36.623
İlkbahar	0.444	29.685	44.424	5.858	8.767
Yaz	0.521	2.887	52.095	0.784	14.138
Sonbahar	0.401	3.322	40.128	0.535	6.461

***EK*-8.5:** Ortalama minimum sıcaklık verileri için KİA ile elde edilen ilişki katsayılarının (*r*) anlamlılığı için *Student t* sınaması (*t*) test istatistikleri.

Mevsimler	NAO		AO		EÑSO		Anlamlılık		MO		Anlamlılık	
	r	*t*	*r*	*t*	*r*	*t*	5%	1%	*r*	*t*	5%	1%
Kış	0.565**	3.934	0.651**	4.927	0.439**	2.807	2.035	2.733	0.715**	5.875	2.052	2.771
İlkbahar	0.538**	3.666	0.484**	3.177	0.558**	3.863	2.035	2.733	0.444**	2.847	2.052	2.771
Yaz	0.500**	3.317	0.295	1.774	0.435**	2.775	2.035	2.733	0.521**	3.506	2.052	2.771
Sonbahar	0.298	1.793	0.380*	2.360	0.269	1.604	2.035	2.733	0.401*	2.515	2.052	2.771

(*) 0.05 ve (**) 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlı.

***EK*-9:** Ortalama maksimum sıcaklıklar ile atmosferik salınım indisleri arasındaki kümelerarası ilişki değişkenleri (*KAİD*).

***EK*- 9.1:** Ortalama maksimum sıcaklıklar ve AO arasındaki *KAİD*.

Mevsimler	İlişki katsayısı	Sıcakların açıklanması (%)	İndislerin açıklanması (%)	Sıcaklıkların indisleri açıklaması (%)	İndislerin sıcaklıkları açıklaması (%)
Kış	0.486	33.975	48.634	8.036	11.503
İlkbahar	0.631	6.907	63.126	2.752	25.155
Yaz	0.469	2.666	46.853	0.585	10.285
Sonbahar	0.553	13.462	55.307	4.118	16.918

***EK*- 9.2:** Ortalama maksimum sıcaklıklar ve NAO arasındaki *KAİD*.

Mevsimler	İlişki katsayısı	Sıcakların açıklanması (%)	İndislerin açıklanması (%)	Sıcaklıkların indisleri açıklaması (%)	İndislerin sıcaklıkları açıklaması (%)
Kış	0.289	13.145	28.869	1.096	2.406
İlkbahar	0.449	5.279	44.921	1.065	9.065
Yaz	0.529	25.312	52.926	7.090	14.825
Sonbahar	0.405	2.734	40.483	0.448	6.635

***EK*- 9.3:** Ortalama maksimum sıcaklıklar ve EÑSO arasındaki *KAİD*.

Mevsimler	İlişki katsayısı	Sıcakların açıklanması (%)	İndislerin açıklanması (%)	Sıcaklıkların indisleri açıklaması (%)	İndislerin sıcaklıkları açıklaması (%)
Kış	0.422	3.756	42.178	0.668	7.503
İlkbahar	0.444	28.148	44.419	5.554	8.764
Yaz	0.374	1.424	37.423	0.199	5.241
Sonbahar	0.394	3.216	39.426	0.500	6.128

***EK*- 10:** Ortalama yağış tutarları ile atmosferik salınım indisleri arasındaki KİA ilişki yükleri.

***EK*- 10.1:** AO ve ortalama yağış tutarları arasındaki *KAİD*.

Mevsimler	İlişki katsayısı	Sıcakların açıklanması (%)	İndislerin açıklanması (%)	Sıcaklıkların indisleri açıklaması (%)	İndislerin sıcaklıkları açıklaması (%)
Kış	0.461	29.327	46.119	6.238	9.81
İlkbahar	0.459	14.488	45.866	3.048	9.649
Yaz	0.199	3.193	19.897	0.126	0.788
Sonbahar	0.488	13.635	48.836	3.252	11.647

***EK*- 10.2:** NAO ve ortalama yağış tutarları arasındaki *KAİD*.

Mevsimler	İlişki katsayısı	Sıcakların açıklanması (%)	İndislerin açıklanması (%)	Sıcaklıkların indisleri açıklaması (%)	İndislerin sıcaklıkları açıklaması (%)
Kış	0.394	18.707	39.396	2.903	6.115
İlkbahar	0.468	14.707	46.751	3.214	10.218
Yaz	0.318	8.047	31.829	0.815	3.225
Sonbahar	0.464	11.215	46.394	2.414	9.986

***EK*- 10.3:** EÑSO ve ortalama yağış tutarları arasındaki *KAİD*.

Mevsimler	İlişki katsayısı	Sıcakların açıklanması (%)	İndislerin açıklanması (%)	Sıcaklıkların indisleri açıklaması (%)	İndislerin sıcaklıkları açıklaması (%)
Kış	0.285	6.424	28.481	0.521	2.31
İlkbahar	0.388	5.841	38.826	0.880	5.853
Yaz	0.196	4.651	19.568	0.178	0.749
Sonbahar	0.257	7.786	25.734	0.516	1.704

***EK*- 10.4:** MO ve ortalama yağış tutarları arasındaki (*KAİD*).

Mevsimler	İlişki katsayısı	Sıcakların açıklanması (%)	İndislerin açıklanması (%)	Sıcaklıkların indisleri açıklaması (%)	İndislerin sıcaklıkları açıklaması (%)
Kış	0.410	9.62	41.029	1.619	6.907
İlkbahar	0.554	7.853	55.382	2.409	16.987
Yaz	0.429	10.796	42.919	1.989	7.906
Sonbahar	0.156	3.279	15.565	0.079	0.377