

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Duygu ŞAPOLYO

**EGE BÖLGESİ AYLIK SICAKLIK VERİLERİNİN BÖLGESEL
ORTALAMA MANN-KENDALL TESTİ İLE TREND ANALİZİ**

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

ADANA, 2017

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EGE BÖLGESİ AYLIK SICAKLIK VERİLERİNİN BÖLGESEL
ORTALAMA MANN-KENDALL TESTİ İLE TREND ANALİZİ**

Duygu ŞAPOLYO

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Bu Tez 14/08/2017 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....
Prof. Dr. Fatih TOPALOĞLU
DANIŞMAN

.....
Prof.Dr.Mahmut ÇETİN
ÜYE

.....
Doç. Dr. Ahmet İRVEM
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

**Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü**

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EGE BÖLGESİ AYLIK SICAKLIK VERİLERİNİN BÖLGESEL
ORTALAMA MANN-KENDALL TESTİ İLE TREND ANALİZİ

Duygu ŞAPOLYO

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Fatih TOPALOĞLU
Yıl: 2017, Sayfa: 67
Jüri : Prof.Dr.Fatih TOPALOĞLU
: Prof.Dr.Mahmut ÇETİN
: Doç. Dr. Ahmet İRVEM

Günümüzün en önemli çevresel sorunu iklim değişikliğidir. İklim değişikliğinin meydana getirebileceği pek çok etkiyi tarihsel veriyi kullanarak ortaya koymaya yönelik araştırmalar yoğun bir şekilde sürdürülmektedir. Bu çalışmada, Türkiye’de olası iklim değişikliğinden önemli bir şekilde etkileneceği öngörülen bölgelerden biri olan Ege Bölgesi incelenmiştir. Bölgedeki 13 istasyonun aylık ortalama sıcaklık (1965-2015) parametrik olmayan Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi ve Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi uygulanmıştır. Mann-Kendall testi sonuçlarına göre, nisan-ekim ayları arasında sıcaklıklarda istatistiksel açıdan önemli (%5 ve %1 önem seviyesinde) artışların olduğu sonucuna varılmıştır. Mevsimlik olarak, artma eğilimi 4 mevsimde de söz konusu iken yaz mevsiminde bütün istasyonlarda önemli bir artma eğilimi olduğu belirlenmiştir. Bölgesel olarak incelediğinde sıcaklık değerlerinde önemli artışların Mayıs-Eylül ayları arasında olduğu gözlenmiştir. Mevsimlik sıcaklık eğilimlerinde ise 4 mevsim için de artma eğilimi olduğu, bu eğilimlerin kış mevsimi hariç tüm mevsimlerde önemli olduğu tespit edilmiştir. 51 yıllık kayıt döneminde bölgedeki en fazla sıcaklık değişimi 0.092°C/ay; en az sıcaklık değişimi ise -0.007°C/ay olarak gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sıcaklık, Mann-Kendall, Bölgesel Ortalama Mann-Kendall, Trend Analizi

ABSTRACT

MSc THESIS

REGIONAL AVERAGE MANN-KENDALL TREND ANALYSIS OF MONTHLY TEMPERATURE DATA IN AEGEAN REGION, TURKEY

Duygu ŞAPOLYO

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF AGRICULTURAL STRUCTURES AND IRRIGATION

Supervisor : Prof. Dr. Fatih TOPALOĞLU
Year: 2017, Pages: 67
Jury : Prof. Dr. Fatih TOPALOĞLU
: Prof. Dr. Mahmut ÇETİN
: Doç. Dr. Ahmet İRVEM

One of the most significant current environmental issue is the climate change. The researches that to find out numerous effects of climate change intensely have been carrying on. While the climate change effects are investigated, non-parametric and parametric trend tests have been commonly used in hydro-meteorological time series. Aegean Region that expected to be most affected by potential climate-change impacts in Turkey, were investigated in this study. Non-Parametric Mann-Kendall Rank Correlation test was applied station-based on monthly temperature data of 13 meteorological station in the Aegean Region. And also Regional Average Mann-Kendall Rank Correlation Test was applied to determine regional temperature tendency. According to the monthly results of each meteorological station, an increase in temperature values were observed statistically significant at %5 and %1 level during April-October. According to the seasonal results of each meteorological station, an increase was calculated for 4 seasons at all stations. In addition to this, a statistically significant increase is observed only in summer for all stations. According to regional test results, an overall increases in temperature trend in the region were determined while statistically significant regional trends were observed especially May-September. In addition, seasonal temperature trends were observed to be increased for 4 seasons. Except for winter, seasonal temperature trends were determined statistically significant. The maximum temperature change in this region during the 51-year record period is 0.092 ° C / month; And the minimum temperature change was -0.007 ° C / month.

Key Words: Temperature, Mann-Kendall, Regional Average Mann-Kendall, Trend Analysis

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Hidrolojik süreçlerin gerçekleşmesinde önemli rol oynayan temel parametrelerde (yağış, sıcaklık, akım, buharlaşma, sediment, vb.) herhangi bir nedenle uzun bir dönem içerisinde değişiklikler oluşur ise, havzalar ve diğer coğrafi birimler bu değişikliklerden farklı şekillerde etkilenecek ve tepki gösterecektir. Bu bağlamda, günümüzün en temel sorunlarından biri olan iklim değişikliği tüm çalışmaların esasını oluşturmaktadır. İklim değişikliği neticesinde yeryüzünde oluşabilecek bölgesel tepkilere hazırlıklı olmak adına tüm dünyada çeşitli önlemler için çalışmalar sürdürülmektedir. Bu çalışmada hidrolojik süreçlerin temel parametrelerinden biri olan sıcaklık değerlerinin; Türkiye’de sanayi etkisinin ve şehirleşmenin yoğun bir şekilde yaşandığı Ege Bölgesi’ndeki eğilimleri belirlenmeye çalışılmıştır. Ege Bölgesi’nin çalışma alanı olarak seçilmesinin bir diğer nedeni de iklim olarak Akdeniz havzasına dahil olmasıdır. Araştırma sonuçlarına göre, olası iklim değişikliğinden en şiddetli şekilde etkileneceği beklenen bölgeler, Akdeniz iklim kuşağında olan bölgelerdir. Bu nedenle, Türkiye’de iklim değişikliğine karşı alınacak önlemlerde bölgesel olarak hareket edebilmek için süreçlerin herbir parametresinin ayrı ayrı eğilimlerinin tespit edilmesi gerekmektedir. Böylece olası bir değişiklikte bölgeyi tanımlar ve ihtiyaçlarını ifade eden bir kimlik oluşturabilmek adına ilk önce iklimi ve paralelindeki bir çok hidrolojik süreci etkileyen sıcaklıklar üzerinde durulmuştur.

Çalışmada, Ege Bölgesi’nin meteoroloji istasyonlarının seçiminde, bölge genelini temsil etmesi açısından istasyonların konumları dikkate alınmıştır. Ayrıca bölgede bulunan bazı meteoroloji istasyonlarında kayıtların tam olmaması veya istasyonun kapatılması sebebiyle, çalışılması düşünülen istasyonlara dahil edilememiştir. Toplamda 13 istasyon kayıt uzunluğu bakımından çalışmaya uygun bulunmuştur.

Seçilen 13 istasyona ait 1965-2015 yılları arasındaki aylık ve yıllık ortalama sıcaklık verileri kullanılmıştır. Her bir istasyona ait aylık ortalama sıcaklık

verilerine, hidrometeorolojik zaman serilerinde sıkça kullanılan ve parametrik olmayan ve noktasal olarak sonuç veren Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi uygulanmıştır. Parametrik olmayan testlerin yaygın bir şekilde kullanılma nedeni belirli bir dağılıma uyma zorunluluğu olmaması ve veri serilerinin kesikli olması, çarpık dağılım göstermesi, düzensiz olması, kısa süreli olması gibi olumsuz etkileri ortadan kaldırmasıdır.

Herbir istasyona uygulanan Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi sonuçlarına göre aylık ortalama sıcaklıklarda artma yönünde bir eğilim olduğu belirlenmiştir. Bu artmalar, nisan-ekim ayları arasında % 5 önem seviyesinde istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

Çalışmada 13 istasyonun her birinin sıcaklık değerlerindeki eğilimleri analiz edildikten sonra, bölgesel olarak değerlerin ne tür bir eğilim gösterdiğini belirlemek için bu istasyonlara Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi uygulanmıştır.

Bölgesel eğilimleri incelemek için uyguladığımız Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi sonuçlarına göre aylık sıcaklık eğilimleri mayıs-eylül arasında %5 önem seviyesinde istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Artma eğilimlerinin en fazla olduğu ay ağustos ayı olup sırasıyla temmuz, haziran, eylül ve mayıs onu takip etmiştir. Mevsimlik olarak incelediğinde ise, bölgede 4 mevsim için de artma eğilimi gözlenirken, yaz mevsimindeki artma eğilimleri en fazla olup istatistiksel açıdan da önemli bulunmuştur. Kış mevsimindeki artma eğilimlerinin istatistiksel açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Mevsimsel sıcaklıklardaki artma eğilimlerine baktığımızda, yaz mevsiminde 13 istasyonun tamamında istatistiksel açıdan önemli artışlar bulunmuştur. Bu artışlar en fazla Denizli istasyonunda gözlenmiş olup şehirdeki yoğun sanayi faaliyetlerinin eğilimleri arttırma yönünde bir etkiye sahip olduğu düşünülmektedir.

Bölgedeki 13 istasyonun verilerine ayrıca Sen Eğim Yöntemi de uygulanarak istasyonlarda ve bölgede meydana gelen artma ya da azalmanın

seçtiğimiz zaman (1965-2015) aralığında kaç derece olduğu belirlenmiştir. 51 yıllık kayıt döneminden yola çıkarak geleceğe yönelik (2090 yılı için) gidişin ne kadar olacağına yönelik tahmin de yapılmıştır.

Sen Eğimi Yönteminden yararlanarak belirlenen uzun yıllık aylık ortalama sıcaklık değişimleri en fazla Ağustos ayında gözlenmiş olup, istasyonlar arasında Ağustos ayında en fazla sıcaklık değişiminin $0.0923^{\circ}\text{C}/\text{y}$ ile Denizli istasyonunda olduğu belirlenmiştir. Uzun yıllık ortalama sıcaklıklardan yola çıkarak yıllık sıcaklık değişimlerini incelediğimizde en fazla yıllık sıcaklık değişimi $0.0455^{\circ}\text{C}/\text{y}$ ile Denizli’de tespit edilmiş olup onu sırasıyla $0.0314^{\circ}\text{C}/\text{y}$ ile Afyon, $0.0299^{\circ}\text{C}/\text{y}$ ile Kütahya, $0.0298^{\circ}\text{C}/\text{y}$ ile Akhisar takip etmiştir. Ege Bölge için en fazla yıllık sıcaklık değişimi $0.0727^{\circ}\text{C}/\text{y}$ iken, en az yıllık sıcaklık değişimi $0,0009^{\circ}\text{C}/\text{y}$ olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, Ege Bölgesi coğrafik konum ve sahip olduğu su kaynakları açısından hem güçlü bir tarımsal potansiyele hem de güçlü bir sanayi potansiyeline sahiptir. Özellikle 1970’lerden itibaren bölgede İzmir, Denizli ve Manisa başta olmak üzere sanayinin gelişmesine yönelik yapılan atılımlar bölgeyi cazip hale getirmiştir. Bu da bölge içinde iç göçlerin yanı sıra bölge dışından da dış göçlerin oluşmasına sebep olmuştur. Özellikle sanayisi gelişen şehirlerde artan nüfusla birlikte doğal kaynakların da buna paralel olarak kontrolsüz kullanımı küresel ölçekte söz konusu olan iklim değişikliğinin etkilerinin bu bölgede daha erken yaşanacağına işaret etmektedir. Tüm bunlar göz önüne alınarak bölge için planlı şehirleşme, bilinçli kaynak kullanımı ve temiz sanayileşme ile gerekli önlemler alınmalıdır.

TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen ve tezimi hazırlarken beni yüreklendirip, bilgi ve tecrübesi ile bana daima yol gösteren, danışman hocam Sayın Prof. Dr. Fatih TOPALOĞLU'na sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans tez jüri üyelerinden Sayın Prof. Dr. Mahmut ÇETİN ve Sayın Doç. Dr. Ahmet İRVEM'e yapıcı ve yönlendirici fikirleriyle katkıda buldukları için teşekkürlerimi sunarım.

Tezim süresince bana destek veren Alata Bahçe Kültürleri Araştırma İstasyonu Müdürlüğü'nden Sayın Yüksek Ziraat Mühendisi Mete ÖZFİDANER'e şükranlarımı sunarım.

Tez çalışmam süresince moral ve desteğini benden esirgemeyen kıymetli nişanlım Mert UÇAN'a özverisi için teşekkür ederim.

Ayrıca bu çalışmada emeği geçen Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü'nde bulunan sayın hocalarım ve değerli arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak hayatım boyunca attığım her adımda sonsuz desteklerini benden esirgemeyen, bana benden çok inanan annem Sevil ŞAPOLYO; Babam Hakan ŞAPOLYO; kardeşim Damla ŞAPOLYO'ya uzakları yakın ederek verdikleri sıcak sevgileri için bin şükür ve sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	VI
İÇİNDEKİLER	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
ÇİZELGELER DİZİNİ	XI
SİMGE VE KISALTMALAR	XIII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
2.1. Noktasal Olarak Sıcaklıkla İlgili Yapılan Çalışmalar.....	5
2.1.1. Yurtiçinde Sıcaklıkla İlgili Noktasal Olarak Yapılan Çalışmalar	5
2.1.2. Yurtdışında Sıcaklıkla İlgili Noktasal Olarak Yapılan Çalışmalar ...	10
2.2. Bölgesel Olarak Diğer Hidrometeorolojik Değişkenlerle Yapılan Çalışmalar	13
3. MATERYAL VE METOD	17
3.1. Materyal	17
3.2. Metod.....	18
3.2.1. Mann-Kendall Sıra Korelasyon ve Bölgesel Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi.....	20
3.2.2. Seri ve Çapraz Korelasyonsuz Bölgesel Mann-Kendall İstatistiği... 23	
3.2.3. Seri ve Çapraz Korelasyonun İki ile Bölgesel MK İstatistiği..... 24	
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	27
4.1. Noktasal Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testine (MK) Göre Sıcaklık Değerlerinin Analizi.....	27
4.1.1. Aylık Ortalama Sıcaklık Değerlerinin Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi (Z) Sonuçları.....	27

4.1.2. Mevsimlik ve Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerlerinin Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi (Z) Sonuçları	34
4.2. Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testine (BOMK) göre Sıcaklık Değerlerinin Analizi.....	38
4.2.1. Aylık Ortalama Sıcaklık Değerlerinin Bölgesel Ortalama Mann-Kendall (BOMK) Sıra Korelasyon Testi Sonuçları (Zsc).....	38
4.2.2. Mevsimlik ve Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerlerinin Bölgesel Ortalama Mann-Kendall (BOMK) Sıra Korelasyon Testi Sonuçları (Zsc).....	41
4.3. Sen Eğimi Sonuçları	42
4.3.1. Aylık Ortalama Sıcaklıkların Gidiş Miktarındaki Değişiklikler	42
4.3.2. Mevsimlik ve Yıllık Ortalama Sıcaklıkların Gidiş Miktarındaki Değişiklikler	47
4.4. Bölgesel Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi Sonuçlarına Herbir İstasyonun Etkisi	49
4.4.1. İstasyon Eksiltme Uygulanmış BOMK Testi Sonuçları	49
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	55
5.1. Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi (MK) Sonuçları	55
5.2. Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi (BOMK) Sonuçları	55
5.3. Sen Eğimi Sonuçları	56
5.4. İstasyon Eksiltme ile Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi Sonuçları	57
KAYNAKLAR	59
ÖZGEÇMİŞ	67

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan meteoroloji istasyonlarının dağılımı	18
Şekil 3.2. Yöntemlerin Ege Bölgesi için Kullanımını Gösteren Akış Şeması	19
Şekil 4.1a. Aralık, ocak, şubat ayları ortalama sıcaklık değerlerinin MK test (Z) sonuçları	30
Şekil 4.1b. Mart, nisan, mayıs aylarının ortalama sıcaklık değerlerinin MK test (Z) sonuçları	30
Şekil 4.1c. Haziran, temmuz, ağustos ayları ortalama sıcaklık değerlerinin MK test (Z) sonuçları	31
Şekil 4.1d. Eylül, ekim, kasım ayları ortalama sıcaklık değerlerinin MK test (Z) sonuçları	31
Şekil 4.2a. İlkbahar, yaz, sonbahar, kış mevsimleri ve yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin MK test (Z) sonuçları	35
Şekil 4.5. Ege Bölgesi'ndeki 13 istasyonun 51 yıllık sıcaklık değişim miktarları..	43



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Ege Bölgesi'ne ait meteoroloji istasyonları ve özellikleri.....	17
Çizelge 4.1. Aylık ortalama sıcaklık değerlerinin MK sonuçları (Z).....	28
Çizelge 4.2. Mevsimlik ve yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin MK Sonuçları (Z)	34
Çizelge 4.3. Aylık Ortalama Sıcaklık Değerlerinin BOMK Testi Sonuçları (Zsc)	39
Çizelge 4.4. Ege Bölgesi Sıcaklık, Akım, Yağış ve Buharlaşma Verilerinin BOMK Testi Sonuçları	39
Çizelge 4.5. Mevsimlik ve Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerlerinin Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi Sonuçları (Zsc)	42
Çizelge 4.6. Ege Bölgesi'nde bulunan 13 istasyonun Ortalama Sıcaklıklarının Sen Eğimi Sonuçları (°C/ay).....	42
Çizelge 4.7. Ege Bölgesi'nde bulunan 13 istasyon için 2090 yılı itibariyle oluşabilecek sıcaklıklardaki değişiklik miktarları (°C /75 yıl).....	46
Çizelge 4.8. Ege Bölgesi'nde bulunan 13 istasyonun Mevsimlik ve Yıllık Ortalama Sıcaklıklarının Sen Eğimi Sonuçları	47
Çizelge 4.9. Eksiltme Yapılmış Aylık BOMK (Zsc) Sonuçları	50
Çizelge 4.10. Eksiltilmiş istasyonların BOMK (Zsc) Sonuçlarına Etki Oranı (%).....	51



SİMGE VE KISALTMALAR

IPCC	: Hükümetlerarası İklim Değişimi Paneli
BOMK	: Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon
MK	: Mann-Kendall Sıra Korelasyon
W-W	: Wold-Wolfowitz İlişki Katsayısı
DSİ	: Devlet Su İşleri
YGİ	: Yağış Gözlem İstasyonu
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
FAO	: Uluslararası Gıda ve Tarım Örgütü



1. GİRİŞ

Günümüzde iklim değişikliği ve küresel ısınma en önemli iki çevresel sorun olarak tüm dünya tarafından kabul görmektedir (Safari, 2012). Pek çok araştırmacı tarafından iklim değişikliği “nedeni ne olursa olsun iklim koşullarındaki büyük ölçekli ve yerel etkileri bulunan, uzun süreli ve yavaş gelişen değişiklikler” olarak ifade edilmektedir (Okutan ve ark, 2004; Ramamasy ve ark, 2007; Karabulut, 2012). İklim değişikliği ile doğrudan ilişkili olan, hidrolojik süreçlerin gerçekleşmesinde önem arz eden yağış, buharlaşma, nemlilik gibi parametrelerden biri de sıcaklıktır. Sıcaklıkların uzun dönemdeki değişiklikleri, iklim üzerinde etkin rol oynamaktadır. Dördüncü Hükümetlerarası İklim Değişimi Paneli (IPCC) değerlendirme raporuna göre ortalama küresel sıcaklıklar geçtiğimiz 100 yılda 0.7 °C artış göstermiştir ve son 50 yıllık döneme ait artışlar daha fazla önemli bulunmuştur (Yang ve ark, 2011). İklim üzerinde uzun yıllık süreçler sonucu meydana gelen bu değişiklikler hem doğal nedenler hem de insan etkileri sonucu gerçekleşmektedir. Hükümetlerarası İklim Değişimi Panelinde belirtildiği üzere 20. yüzyılın ortasından itibaren insan etkisi sonucu ortalama yüzey sıcaklıklarında ısınma yönünde küresel eğilimin olduğu gözlenmiştir (IPCC, 2007; Toros, 2012). İklim üzerinde meydana gelen bu ısınma yönündeki eğilim sadece meteorolojik bir değişim değildir. Meydana gelen bu ısınma, tarımsal üretimde de önemli bir etmen olan sıcaklığın kuraklık sorununa yol açmakta olduğunu göstermektedir (Oğuz ve ark, 2008). Kurak ve yarı kurak iklime sahip ve su kaynaklarını etkin bir şekilde yönetemeyen gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkeler en fazla olmak üzere tüm dünyanın iklim değişikliğinden etkileneceği beklenmektedir (IPCC, 2001; Topaloğlu, 2006a). Bu bağlamda, Türkiye’nin de iklim değişikliğinden farklı biçim ve derecelerde etkilenmesi öngörülmektedir (Türkeş, 1999; Öztürk, 2002; Oğuz ve ark, 2008; Aydın, 2009). Meydana gelecek iklim değişiklikleri tarımsal faaliyetlerden su kaynaklarına, hayvan ve bitkilerin yaşam alanlarına kadar pek çok alanda önemli sorunlara neden olacaktır (Öztürk,

2002; Aydın, 2009). Özellikle sıcaklık değerlerindeki ısınma eğilimi Türkiye'nin 1960 sonrasında nemli iklim koşullarından kurak ve yarı kurak iklim koşullarına doğru bir eğilim kazandığını göstermiştir (Türkeş, 1999).

Dünya genelinde özellikle 1980 sonrası sıcaklık eğilimlerinde artışlar önemli düzeyde anlamlı olmaya başlamıştır. Bu durum, gelecek yıllarda sıcaklık değerlerindeki artışın daha kısa dönemlerde daha hızlı bir şekilde gerçekleşeceğini öngörmektedir (Christensen ve ark, 2007; Hansen ve ark, 2010; Luis ve ark, 2012). Öyle ki Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli 3. Değerlendirme raporunda verilen 1901-2000 yılları arasındaki 100 yıllık süreçte 0.6°C 'lik artış eğiliminin 1906-2005 yılları arasındaki 100 yıllık süreçte daha büyük oranda (0.74°C 'lik) bir artış olduğunu 4. Değerlendirme raporunda açıklamıştır (IPCC, 2007). Özellikle sıcaklığın küresel ölçekte artış eğilimine sahip olduğu ve bu eğilimin yüksek kuzey enlemlerinde daha büyük oranlarda gerçekleştiği bilinmektedir (Tecer ve Cerit, 2009). Sıcaklık değerlerindeki değişimlerin tarımsal üretim sistemlerinde mevsimlik farklılıklarda bile önemli kayıplara sebep olduğu bilinmektedir. Buna karşın, iklim değişikliği etkisi ile uzun vadeli büyük ekstrem değişimler sonucunda bölgesel olarak bitki deseninde farklılaşmaların oluşacağı yapılan çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur (Luis ve ark, 2012). Yine Türkiye'de yapılan benzer bir çalışmada Seyhan Havzasında 2070'li yıllarda sıcaklığın 3°C artacağı tespit edilmiş ve bölge için öneme sahip buğday bitkisinin bu artışlardan olumsuz etkileneceği saptanmıştır. Sıcaklık artışları bitki büyüme süresinde değişimlere neden olacağından, havzada buğday üretiminin kuzey kesimlere doğru kayacağı tespit edilmiştir (Kanber ve ark, 2007; Kapur ve ark, 2008; Altın ve Barak, 2012).

Küresel ölçekte iklim değişikliğinin dünyanın farklı bölgelerinde farklı şiddetlerde gerçekleştiği yapılan çalışmalar ile ortaya konmuştur. Türkiye'de ve dünya'da iklim değişikliğinin sıcaklık, nehir akımları, yağışlar, buharlaşma, sediment, kar gibi hidrometeorolojik parametrelerin değerlerine etkileri çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Çalışmalarda hidrometeorolojik değerlerin gidişleri (trendleri, eğilimleri) takip edilmiştir. Gidiş, bir parametrenin (sıcaklık,

yağış, akım vb.) değerlerine ait eğilimi ifade etmektedir (Başar ve Oktay, 2000). Gidişler, parametrik ve parametrik olmayan testler aracılığı ile belirlenebilmektedir. Türkiye’de yapılan çalışmalarda gidiş testleri (trend analizleri) genellikle istasyon ölçeğinde (noktasal) yapılmıştır (Türkeş, 1995; Kadioğlu, 1997; Yücel ve Topaloğlu, 1999). Oysa noktasal gidiş belirleme testlerinde veri setleri arasındaki seri ve çapraz korelasyon göz ardı edilmektedir (Douglas ve ark, 2000). Ayrıca seri ve çapraz korelasyonun varlığı gidişin önemini değerlendiren Mann-Kendall gibi istatistiksel testlerin gücünü etkiler (Yue ve Wang, 2002). Ek olarak seri ve çapraz korelasyonun varlığı, gidiş yoktur hipotezinin (H_0) doğru olduğu halde daha yüksek bir olasılıkla reddine neden olur (Douglas ve ark, 2000; Yue ve Wang, 2002; Topaloğlu, 2006a). Bu nedenle hem seri hem de çapraz korelasyon, gidişlerin bölgesel olarak değerlendirilmesinde dikkate alınmalıdır (Topaloğlu, 2006a). Bu etkileri dikkate alan ve gidişin varlığını bölgesel olarak belirlemek için Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi (BOMK) geliştirilmiştir (Yue ve Wang, 2002). Bölgesel olarak Türkiye’de ilk çalışmalar ise sırasıyla nehir akımları, yağış ve buharlaşma değerleri üzerine yapılmıştır (Topaloğlu, 2006a; Özfıdaner, 2007; Aydın, 2009).

Bu çalışmanın amacı, Ege Bölgesi’nde yer alan 13 meteoroloji gözlem istasyonundan temin edilmiş aylık ortalama sıcaklık verilerinin yıllık ve mevsimlik olarak noktasal ve bölgesel ölçekte gidiş içerip içermediğinin belirlenmesidir. Sıcaklık verilerine uygulanacak Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi ve BOMK testindeki gidiş varlığı karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Gidiş analizleri olarak da bilinen Mann-Kendall Sıra Korelasyon ve Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon testleri aynı zamanda non-parametrik trend testleridir. Bu testler günümüze kadar pek çok hidrometeorolojik parametreler (nehir akımları, yağış, buharlaşma, sediment, sıcaklık vb.) üzerinde uygulanmış olup hala güncelliğini korumaktadır. Bu çalışmalarla ilgili özet bilgiler bu kısımda açıklanmıştır.

2.1. Noktasal Olarak Sıcaklıkla İlgili Yapılan Çalışmalar

2.1.1. Yurtiçinde Sıcaklıkla İlgili Noktasal Olarak Yapılan Çalışmalar

Temuçin (1995), çalışmasında İstanbul (Göztepe), Ankara, İzmir, Adana, Konya, Manisa, Kütahya, Uşak, Afyon, Bolu ve Kastamonu istasyonlarının 1930-1992 yılları arasında hem günlük maksimum hem de minimum sıcaklık değerlerinden yararlanarak kentleşmenin sıcaklık koşulları üzerine etkisini araştırmıştır. Araştırmaya göre minimum sıcaklıklarda İstanbul, İzmir, Adana, Sivas, Manisa, Afyon ve Bolu istasyonlarında artma eğilimi tespit etmiş olup kuvvetli artışların Adana, Manisa, Sivas ve İzmir istasyonlarında yaşandığı belirlenmiştir. Mevsimsel olarak minimum sıcaklıkları değerlendirdiklerinde ise önemli artışların yaz ve ilkbahar mevsimlerinde olduğu tespit edilmiştir. Maksimum sıcaklıklarda sadece İzmir ve Sivas istasyonlarında artma yönünde bir eğilim tespit etmişlerdir. Günlük sıcaklık farklılıklarındaki eğilimler incelendiğinde ise tüm istasyonlarda bu eğilimin azalma yönünde olduğu görülmüştür.

Türkeş (1995), Türkiye’de 1930-1992 yılları arasındaki yıllık ortalama sıcaklıkların gösterdiği eğilimi incelediği çalışmasında sıcaklıkların, Doğu Akdeniz, Karadeniz, Marmara ve Orta Anadolu havzalarında azalma eğilimine sahip olduğunu gözlemlemiş olup Ege Bölgesi’nde yer alan istasyonların yıllık

ortalama sıcaklık değerlerinde istatistiki olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını tespit etmiştir.

Erlat (1999), İzmir istasyonuna ait 1938-1998 yılları arası sıcaklık değerlerinden yola çıkarak maksimum sıcaklıklar ve sıcaklık dalgalarının nasıl bir eğilim gösterdiğini incelediği çalışmasında; ortalama sıcaklıkların 61 yıllık rasat süresi içinde artma eğilimine sahip olduğunu gözlemlemiştir. Özellikle bu artış yaz aylarında daha belirgin bir şekilde kendini ortaya koyduğu tespit etmiştir. Aynı rasat süresi içinde maksimum sıcaklıklarda yıllık ve yaz ayları için hafif bir artma eğilimi söz konusuken minimum sıcaklıklarda artış yönünde bir trend gözlenmiştir. Minimum sıcaklıklardaki bu belirgin artış ve maksimum sıcaklıklardaki hafif artış günlük sıcaklık farklarının azalmasına yol açtığı belirlenmiştir.

Demir ve ark (2008), Türkiye'nin ortalama, maksimum ve minimum hava sıcaklıkları ile yağış dizilerindeki eğilimleri belirlemek için sıcaklık verilerinin ait olduğu 57 istasyonun 1952-2006 dönemi verileri kullanılmıştır. Yıllık ve mevsimlik sıcaklık dizileri için Mann-Kendall sıra korelasyon testi; ısrar ve sıçrama değişikliklerinin belirlenmesi için Wald-Wolfowitz (W-W) ilişki katsayısı; doğrusal eğilimlerin belirlenmesi için en küçük kareler regresyon yöntemi kullanılmıştır. Bu testler sonucunda, Türkiye'nin güney ve güney batı bölgelerinde anlamlı ısınma eğilimlerinin olduğu görülmüştür. Ortalama sıcaklıkların özellikle 1990'tan sonra artma eğilimlerinin daha şiddetli devam ettiği görülmüştür. Maksimum sıcaklıklar ilkbahar mevsiminde Türkiye genelinde artma eğilimine sahip olmakla beraber Marmara, Kıyı Ege, Akdeniz ve Güney Doğu Anadolu bölgesinde anlamlı bir eğilim söz konusu olduğu gözlenmiştir. Yaz mevsiminde de maksimum sıcaklıklarda artma eğilimi olduğu gözlenmiştir. Minimum sıcaklıklarda ise Kış mevsiminde anlamlı olmayan azalmalar söz konusu iken ilkbahar mevsiminde 57 istasyonun 32'sinde anlamlı artma eğilimi olduğu tespit edilmiştir.

Özkul (2008), Gediz Havzasında yağış için; Menemen (1956-1997), Akhisar (1962-1996), Manisa (1966-1996), Uşak (1966-1996) zaman aralıklarını; Sıcaklık için sırasıyla 1962-1994, 1966-1996, 1966-1996, 1966-1996 zaman aralıklarını kullanmıştır. Büyük Menderes Havzasında yağış için; Aydın (1929-1999), Yatağan (1975-2000), Denizli (1947-1994); Ortalama sıcaklıklar için sırasıyla 1941-1998, 1975-2000, 1957-1993 zaman aralıkları kullanılmıştır. Uygulanan trend analizi sonucunda her iki havzanın yağış eğilimlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Gediz Havzasında bulunan Menemen ve Manisa istasyonları ile Büyük Menderes Havzasında bulunan Aydın istasyonunun azalma eğilimleri istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Aynı çalışmanın sıcaklık eğilimleri incelendiğinde Gediz Havzasında Uşak istasyonu hariç hiçbir istasyonda önemli eğilim bulunmamıştır. Uşak istasyonunda sıcaklık eğilimlerinin artma yönünde bir eğilime sahip olduğu tespit edilmiştir.

Şimşek ve ark (2013), Hatay ilinin Antakya ve İskenderun meteoroloji istasyonlarına ait ortalama sıcaklık, ortalama nem, ortalama rüzgar ve toplam yağış verilerinin 1970-2010 yılları arasında mevsimsel ve yıllık gidişlerini incelemişlerdir. Analizlerde Mann-Kendall, Spearman Rho testleri ile Sen Eğimi kullanılmış olup test sonuçlarına göre İskenderun istasyonuna ait ortalama sıcaklıklarda özellikle yaz ve sonbahar mevsimlerinde artma eğilimi tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra ortalama nemde ise tüm mevsimler için azalma yönünde önemli bir eğilim olduğu görülmüştür. Antakya istasyonunda ise ortalama sıcaklıklarda tüm mevsimlerde artma yönünde bir eğilim tespit edilmiştir. Yine bu istasyona ait ortalama rüzgar hızında ise tüm mevsimler için azalma yönünde önemli bir eğilim olduğu belirlenmiştir. Yıllık verilerde ise, İskenderun istasyonunun ortalama sıcaklık değerlerinde artan, ortalama nemde azalan ve toplam yağışlarda ise artan bir eğilim gözlenirken, Antakya istasyonunda ortalama sıcaklık değerlerinde artan ve ortalama rüzgar hızında ise azalan yönde önemli bir eğilim olduğu belirlenmiştir. Antakya istasyonuna ait ortalama sıcaklık ve ortalama rüzgar hızı eğiminin en fazla yaz mevsiminde olduğu, İskenderun istasyonu ait

ortalama sıcaklık eğiliminin ise yine yaz mevsiminde meydana geldiği gözlenmiştir.

Oğuz ve ark (2008), Tokat-Kazova'ya ait sıcaklık ve yağış verilerindeki 1966-2006 yılları arasındaki yıllık, mevsimlik ve aylık zamansal değişimini belirlemek ve trendin varlığını ortaya koyabilmek için Mann-Kendall testi uygulamıştır. Test sonuçlarına göre, uzun yıllık sıcaklık ortalamasının güçsüz bir azalma eğilimine sahip olduğu ortaya konmuştur. Yıllık minimum sıcaklıklarda azalma eğilimi gözlenirken, yıllık maksimum sıcaklıklarda ise artma eğilimi olduğu ve bu eğilimlerin %5 güven aralığında önemli olduğu belirlenmiştir.

Erlat ve Yavaşlı (2011), Ege Bölgesi'nde bulunan 10 meteoroloji istasyonunun 1939-2008 yılları arasında ekstrem sıcaklıklarda görülen eğilimleri belirlemek için Mann-Kendall testini kullanmışlardır. Bölgede sıcaklık ekstremleri içinde en belirgin değişimin yıllık sıcak gün ve gece sayılarında olduğu tespit edilmiştir. Mann-Kendall test sonuçlarına göre yıllık sıcak gün ve sıcak gece sayılarında özellikle son 35 yılda belirgin bir artış eğilimi gözlenmiş olup, bu eğilim tüm istasyonlarda istatistiksel olarak da anlamlı bulunmuştur.

Altın ve Barak (2012), Seyhan Havzası'nda ve yakın çevresinde bulunan 29 istasyona ait ortalama sıcaklık ve toplam yağış değerlerinin 1970-2009 yılları arasındaki gidişini incelemiştir. Sıcaklık değerlerini 1970-1992 ve 1993-2009 olarak iki döneme ayırarak yıllık, mevsimlik ve aylık olarak Mann-Kendall testi ile değerlendirmiştir. Sıcaklıklarda anlamlı artışlar gözlenmiştir. Bu artışlar tüm mevsimlerde görülmekle beraber yaz mevsiminde daha kuvvetli ve belirgin olduğu tespit edilmiştir.

Demircan ve ark (2013), Türkiye genelinde Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ait 97 istasyonun 1961-2010 uzun yıllar sıcaklık veri setinden; 1961-1990, 1971-2000, 1981-2010 dönemleri için, mevsimlik ve yıllık ortalamalar elde edilmiştir. Bu ortalamaların eğilimlerini belirlemek için Mann-Kendall testi ve Sen Eğimi yöntemi kullanılmıştır. 1961-1990 ortalama sıcaklık serisinde anlamlı olmamakla beraber azalma yönünde bir eğilim söz konusu iken, 1971-2000

ortalama sıcaklık serisinde artma eğilimi ve 1981-2010 ortalama sıcaklık serisinde ise istatistiksel açıdan anlamlı bir artma eğilimi gözlenmiştir. Veri serisini 1961-2011 olarak incelediklerinde %95 önem düzeyinde anlamlı bir artma eğilimi tespit edilmiştir.

Macana ve Yeşilirmak (2015), Büyük Menderes Havzası'nda bulunan 8 meteoroloji istasyonunun 1970-2011 kayıt yıllarına ait ortalama, minimum ve maksimum sıcaklıklarının aylık, yıllık ve mevsimlik ortalamalarının değişimlerini incelemek için Mann-Kendall testi, eğilim büyüklüklerini ortaya koymak için Sen Eğilimi yöntemini kullanmışlardır. İstasyonların büyük çoğunluğunda yıllık ortalama, ortalama minimum ve ortalama maksimum sıcaklıklarda istatistiksel olarak anlamlı artışlar tespit etmişlerdir. Yaz mevsimi, ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık artışlarının en yüksek olduğu dönem olarak belirlenmiştir.

Okkan ve İnan (2015), Gediz Havzası'nda yer alan Meteoroloji Gene Müdürlüğü (MGM) ve Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından işletilen 39 gözlem istasyonundan 20'sinin 1980-2010 yılları arasındaki aylık ortalama sıcaklık verilerine Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi uygulanmıştır. Sonuçlar mevsimlik ve yıllık olarak değerlendirilmiş olup, kış mevsiminde sıcaklıklarda artma eğilimi olduğu tespit edilmiştir. Bu artmanın tek bir istasyon hariç diğer 19 istasyonda istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı belirlenmiştir. İlkbahar sıcaklıklarında ise 2 istasyon hariç tüm istasyonlarda anlamlı artma eğilimleri tespit edilmiştir. Yaz sıcaklıklarında da ilkbahar sıcaklıklarında olduğu gibi anlamlı artmalar gözlenmiştir. Havza genelindeki tüm mevsimlerde gözlenen artma eğilimi, yıllık sıcaklık eğilimlerini de artma yönünde etkilediği tespit edilmiştir.

Sütgibi (2015), Büyük Menderes Havzasında bulunan 4 meteoroloji gözlem istasyonuna ait günlük ortalama sıcaklık, günlük maksimum sıcaklık ve günlük minimum sıcaklık verilerine Mann-Kendall testi uygulamıştır. Test sonuçlarına göre yıllık ortalama sıcaklıklarda artma eğilimi gözlenirken sadece bir istasyonda bu artma eğilimi % 95 önem seviyesinde anlamlı bulunmamıştır. Yıllık ortalama maksimum sıcaklıkların eğilimi yıllık ortalama sıcaklık eğilimlerine paralellik

gösterdiği tespit edilmiştir. Yıllık ortalama minimum sıcaklıklarda ise % 95 önem seviyesinde tüm istasyonlarda anlamlı artma eğilimleri gözlenmiştir.

2.1.2.Yurtdışında Sıcaklıkla İlgili Noktasal Olarak Yapılan Çalışmalar

Arora ve ark (2005), Hindistan'ın bütününe yayılmış 125 istasyonda ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık trendlerini mevsimlik ve yıllık olarak değerlendirdikleri çalışmalarında yıllık olarak değerlendirdikleri 3 parametreye (yıllık ortalama, yıllık ortalama maksimum ve yıllık ortalama minimum sıcaklık) göre yıllık maksimum sıcaklık değerleri 63 istasyonda artarken, 8 istasyonda azalma eğiliminde olduğunu tespit etmişlerdir. Yıllık minimum sıcaklık değerlerinin 33 istasyonda artma, 31 istasyonda ise azalma eğiliminde olduğunu ortaya koymuşlardır. Yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde ise 53 istasyonda artma söz konusu iken 17 istasyonda ise azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Buna göre Hindistan için Muson yağmurları öncesi ortalama, minimum ve maksimum sıcaklıklar hariç tutulduğunda genel olarak sıcaklık değerlerinde bir artma eğilimi olduğunu ortaya koymuşlardır.

Jónsdóttir ve ark (2005), İzlanda'nın nehir akımları, yağış ve sıcaklık serilerindeki trendi belirlemek için Mann-Kendall testini iki farklı zaman (1941-2002, 1961-2000) dönemine uygulamışlardır. Çalışma sonucunda, son yüzyılda sıcaklıklardaki yıllık farklılıkların çalışma dönemleri göz önüne alındığında giderek arttığı gözlenmiştir.

del Rio ve ark (2012), 1961- 2006 yılları arasında İspanya'da 476 meteoroloji istasyonundan topladıkları ortalama minimum ve maksimum sıcaklık değerlerindeki trendleri aylık, mevsimlik ve yıllık olarak değerlendirmişlerdir. Ülkenin % 60 'ında maksimum sıcaklık değerleri için özellikle yaz ve ilkbahar aylarında önemli bir artış söz konusu olurken aylık olarak maksimum sıcaklık artışlarının Mart ve Haziran aylarında dikkat çekici düzeyde olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı durum minimum sıcaklıklar için aylık bazda bakıldığında en fazla artış eğilimi Mart, Mayıs; Haziran ve Ağustosta gözlenmiş olup yıllık sıcaklık

değerlerindeki artışlar ülkenin % 90 'ında önemli düzeyde artma yönünde olduğunu ortaya koymuşlardır.

Viola ve ark (2014), Sicilya'da 1924 – 2006 yılları arasındaki 80 meteoroloji istasyonuna ait sıcaklık verileri üzerinde mevsimlik ve yıllık trendleri analiz etmişlerdir. % 95 güven seviyesinde inceledikleri yıllık sıcaklık serilerinin % 75'inde pozitif bir trend olduğunu tespit etmişlerdir (10 yılda ortalama 0.20 °C'lik bir artış). Mevsimlik sıcaklık değerlerinde de aynı yıllık değerlerde olduğu gibi artma yönünde bir trend tespit etmişlerdir özellikle kış döneminde istasyonların % 80'inden fazlasında bu artış belirgin şekilde görülebilmektedir. Sonbahar döneminde istasyonların yarısından daha azında önemli bir trend tespit etmişlerdir. Aylık verilerin analizleri sonucu açığa çıkan pozitif trend ile ortalama 10 yılda 0.26°C bir artış şeklinde göze çarpmıştır. Ocak, Mart, Ağustos ve Ekim aylarında değerlerin farklı davranış sergilediği tespit edilmiştir (Önemli pozitif trende sahip olan istasyonların sadece %30 'u). Çalışmada sıcaklık verilerine uygulanan mevsimlik sonuçlarda neredeyse bütün istasyonlarda pozitif bir trendin varlığını doğrulamışlardır.

Ramadan ve ark (2013), Liibnan'ın Litani Havzası'nda 1900-2008 yılları arasında aylık ve yıllık yağış ve sıcaklık verilerindeki değişimleri belirlemek için gidişler hakkında bilgi veren ve parametrik olmayan Mann-Kendal testi ile Sen'in gidiş eğim testlerini kullanmışlardır. Çalışma sonuçları, 109 yıllık zaman periyodunda havzaya ait sıcaklıklarda önemli bir değişim tespit edilmemekle birlikte havzada kurak bir eğilimin olduğu gözlenmiştir. Yağış değerlerinde ise aynı zaman periyodunda artma gözlenmemiştir. Buna karşın, mevsimlerin tamamında ısınma olduğu gözlenmiştir.

Domroes ve El-Tantawi (2005), Mısır'da 6 istasyona ait 1941-2000 yılları sıcaklık verilerine Mann-Kendall testi uygulamışlardır. Test sonuçlarına göre yıllık ve mevsimlik değerlerin trendlerinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Özellikle uzun periyot olan 1941-2000 yılları arasındaki ortalama sıcaklık değerlerinde zayıf bir artma gidişi söz konusu iken, kısa dönemde net bir artma gidişi olduğunu tespit

etmişlerdir. Ayrıca, minimum sıcaklıklarda önemli artışların olduğunu belirlemişlerdir. Mevsimsel olarak ise yaz sıcaklıklarının her iki periyot içinde tüm Mısır'da önemli bir artma eğilimi gösterdiği tespit etmişlerdir.

Tabari ve Talae (2011), İran'ın kurak ve yarı kurak bölgelerinde bulunan 19 istasyona ait maksimum ve minimum sıcaklıkların 1966-2005 yılları arasındaki eğilimlerini belirlemek için Mann-Kendall testi, Sen Eğimi ve Doğrusal Regresyon yöntemini kullanmıştır. Test sonuçları yıllık, mevsimlik ve aylık maksimum ve minimum sıcaklık değerlerinde pozitif (artma) yönlü bir trend olduğunu göstermiştir. Fakat, minimum sıcaklıklardaki trend oranı maksimum sıcaklıklardaki trend oranından daha güçlü bulunmuştur. Mevsimlik maksimum ve minimum sıcaklıklardaki en güçlü ısınma eğilimi yaz ve kış mevsimlerinde gözlenmiştir. Genel olarak sonuçlar tüm mevsimler için minimum sıcaklıkların maksimum sıcaklıklardan daha fazla artma eğilimi gösterdiğini ortaya koymuştur. Maksimum ve minimum sıcaklıkların en fazla sayıda önemli bir eğilime sahip olduğu aylar ise eylül ve ocak olarak tespit edilmiştir.

Yang ve ark (2011), River Havzası ve yakınındaki 5 istasyona ait sıcaklık ve yağış verilerinin 1957-2009 yılları arasındaki eğilimini belirlemek için Mann-Kendall testini kullanmışlardır. Test sonuçlarına göre River Havzasının 1995'den beri ısınma periyodunda olduğunu ve bu ısınma oranının devamlı arttığını tespit etmişlerdir. 1997-2009 zaman aralığının havzanın ortalama sıcaklıklarından yaklaşık 0.3°C daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu sonucun küresel ısınma eğilimi ile benzerlik gösterdiği vurgulanmıştır.

Marofi ve ark (2012), İran'da bulunan Karun-Dez havzasının sıcaklık değerlerindeki trendi belirlemek için havzaya ait 13 meteoroloji istasyonunun 30 ve 54 yıllık ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık, günlük sıcaklık ve sıcaklık anomali kayıtlarına uyguladıkları parametrik olmayan Mann-Kendall testi ve Doğrusal Regresyon ile analiz etmişlerdir. Test sonuçları, ortalama sıcaklık değerlerinin bütün havza boyunca geniş bir ısınma eğilimine sahip olduğunu göstermiştir. Maksimum sıcaklıklarda ise herhangi bir baskın eğilim

gözlenmezken, minimum sıcaklıklarda özellikle havzanın güney kesimlerin pozitif (artma) yönde bir eğilime sahip olduğu görülmüştür. Minimum sıcaklıkların havzanın güneyinde artma yönünde eğilime sahip olması günlük sıcaklık değişim aralığının havzanın güneyinde azalma yönünde bir eğilim göstermesinin sonucu olarak ortaya konmuştur.

Luis ve ark (2014), Slovenya’da 1951-2007 yılları arasındaki 38 sıcaklık ve 52 yağış istasyonundan elde ettikleri veriler üzerinde çalışmaları sonucu, yıllık ortalama sıcaklıklarda batı bölgeleri hariç neredeyse tüm Slovenya’da artma yönünde bir eğilim gözlemişlerdir. Mevsimlik eğilimlere baktıklarında Slovenyanın iç kesimlerinden kuzey doğuya doğru uzanan bölgede ilkbahar ve yaz sıcaklıklarında önemli artmalar gözlemlenmiştir. Sonbahar sıcaklık eğilimlerinin ise ülkenin batısı, iç kesimleri, güney ve kısmen kuzey doğusunda önemli düzeyde olmadığı tespit edilmiştir.

2.2. Bölgesel Olarak Diğer Hidrometeorolojik Değişkenlerle Yapılan Çalışmalar

Bölgesel Ortalama Mann-Kendall (BOMK) testini geliştiren Yue ve Wang (2002), Kanada’da 10 farklı coğrafi bölgede 1967-1996 yılları arasında sırasıyla 139, 149 ve 148 istasyona ait yıllık ortalama maksimum ve minimum akımlara BOMK testi uygulamıştır. Çalışma sonucunda ortalama akımlarda 7 coğrafi bölgede herhangi bir gidiş tespit edilmezken, 2 bölgede azalma yönünde bir gidiş; bir bölgede ise artma yönünde bir gidiş olduğu saptanmıştır. Çalışmada bölgelere göre maksimum ve minimum akımlar değerlendirildiğinde maksimum akımlar için 4 bölgede herhangi bir gidiş gözlenmezken, 6 bölgede azalma yönünde bir gidiş olduğu saptanmıştır. Minimum akımlarda ise 6 bölgede herhangi bir gidiş tespit edilmezken, 3 bölgede azalma yönünde bir gidiş olduğu, sadece bir bölgede minimum akımlarda artma yönünde bir gidiş olduğu tespit edilmiştir.

Yue ve ark (2003), Japonya’da 3 farklı coğrafi bölgede 22 istasyona ait 100 yıllık yağış kayıtlarına uyguladıkları çapraz korelasyonlu Mann-Kendall testi

sonucunda birinci bölgede nisan, eylül, ekim ve aralık aylarına ait yağışlarda azalma gözlemlenmiştir. Ancak, mayıs ayına ait yağışlarda artma belirlemiştir. Ayrıca yıllık yağışlarda herhangi bir değişiklik bulunmamıştır. İkinci bölgede eylül-ocak dönemi boyunca azalma gözlemlenmiştir ve ayrıca yıllık yağışlarda da azalma belirlemiştir. Üçüncü bölgede ise eylül-şubat dönemi yağış değerlerinde azalma belirlenmiş olup bu dönemde en fazla azalmayı aralık ayındaki değerlerde tespit etmiştir.

Türkiye’de BOMK testini ilk defa uygulayan Topaloğlu (2006a), Türkiye’nin 7 farklı coğrafi bölgesinde bulunan 75 adet istasyonun 1968-1997 yılları arasındaki 15 farklı akım değişkenlerine uyguladığı Bölgesel Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi sonucunda, Türkiye’de bölgesel olarak önemli bir artış tespit ederken; Marmara, Ege, Akdeniz ve Orta Anadolu Bölgeleri’ne ait istasyonların akım değerlerinde önemli azalışlar saptamıştır.

Özfidaner (2007), Türkiye’de bulunan yağış gözlem istasyonlarına ait aylık ve yıllık toplam yağış verilerini Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi ve t-testi ile noktasal olarak (1932-2002) incelemiştir. Ayrıca Türkiye’nin 7 coğrafi bölgesi için (1968-1997) Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi ile gidişin varlığını bölgesel olarak incelemiştir. Çalışma sonucunda yağış verilerinin kış aylarında azalma eğiliminde olduğu sonbahar, ilkbahar ve yaz aylarında ise artma eğiliminde olduğunu tespit etmiştir. Bölgesel olarak Karadeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde artma eğilimindeyken; Marmara, İç Anadolu ve özellikle Ege Bölgesi’nde önemli azalmalar olduğu tespit edilmiştir.

Aydın (2009), Türkiye’nin 7 coğrafi bölgesinde 1975-2006 yılları arasında en az 43 en fazla 66 istasyona ait aylık ortalama buharlaşma verilerine uyguladığı Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi sonucu 35 istasyonda artma yönünde bir gidiş, 10 istasyonda azalma yönünde bir gidiş tespit etmiş olup 4 istasyonda istatistiksel olarak bu artma yönündeki gidişin önemli olduğunu vurgulamıştır. Ancak, azalma istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Artma

eğiliminin 7 coğrafi bölge içinde en fazla Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve İç Anadolu'da olduğu belirlenmiştir.

Topaloğlu ve ark (2012), Türkiye'de 1975-2006 yılları arasında istatistiksel analize imkan verecek ölçüde yeterli verisi olan en az 43 en çok 66 adet istasyona ait buharlaşma gözlem istasyonlarına ait nisan-ekim aylarının aylık toplam buharlaşma verilerine yedi coğrafi bölge için Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi (BOMK) kullanılarak eğilim içerip içermediği tespit edilmiştir. Ege Bölgesi için önemli artış veya azalış bulunmazken, Akdeniz Bölgesi'nde nisan-ekim ayları arasında önemli olmayan artmalar gözlenmiştir. Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nde nisan ayında önemsiz azalış söz konusu iken diğer aylarda da önemsiz artışlar tespit edilmiştir. Marmara Bölgesi'nde Ağustos ayı için önemli artmalar olduğu belirlenmiş olup, Karadeniz Bölgesi genelinde artma eğilimi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Sen Eğimi Yöntemini kullanarak 1975-2006 dönemine ait Türkiye genelindeki aylık pan buharlaşma miktarlarındaki değişim miktarlarını tespit etmişlerdir. Sen Eğim Yöntemine göre Pan buharlaşmalardaki artmaların 2.7-4.4 mm aralığında Türkiye genelinde bölgelere göre değişiklik gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Azalmalardaki değişimler ise 1.9 – 19.8 mm aralığında Türkiye genelinde değişiklik gösterdiğini tespit etmişlerdir.



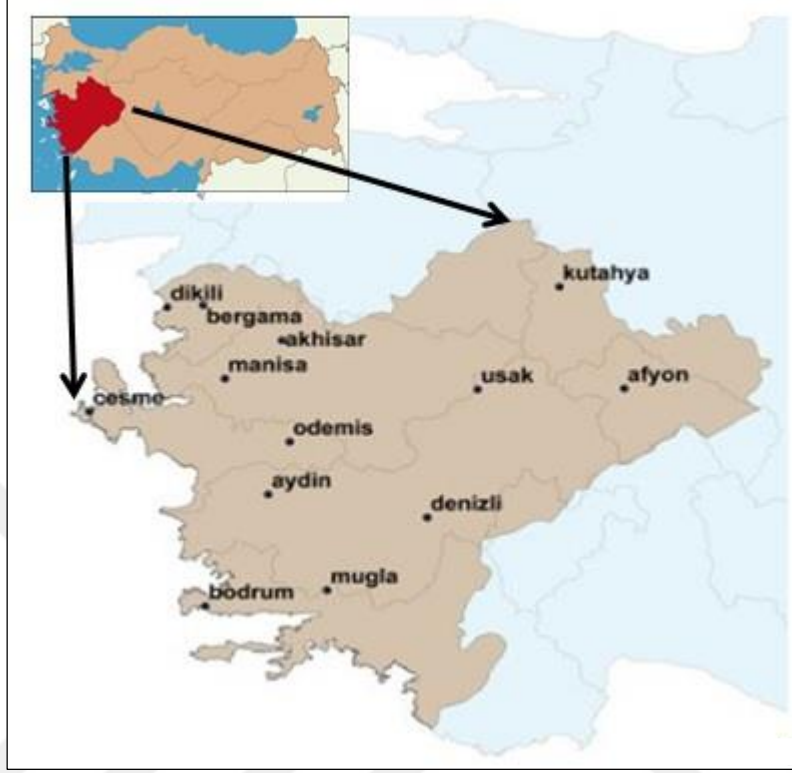
3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Bu çalışmada Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından işletilen, konumları Şekil 3.1’de; temel özellikleri ise Çizelge 3.1’de verilmiş olan Ege Bölgesi’nde bulunan 13 adet meteoroloji istasyonuna ait aylık ve yıllık ortalama sıcaklık verilerinin kullanımı uygun bulunmuştur. Sıcaklık verilerinin gözlem sürelerinin uzunluğu istatistiksel analize imkan verecek uzunlukta olup 51 yıl (1965-2015) olarak belirlenmiştir. Bu kayıt aralığının seçilmesindeki esas amaç, Ege Bölgesi’nde bulunan aynı kayıt dönemine sahip en fazla sayıda istasyonun (13 adet) bu yıllar arasında olmasıdır.

Çizelge 3.1. Bölgeye ait meteoroloji istasyonları ve özellikleri

	<i>İstasyon No</i>	<i>İstasyon Adı</i>	<i>Yükselti (m)</i>	<i>Enlem (° ‘ ‘‘)</i>	<i>Boylam (° ‘ ‘‘)</i>
Ege Bölgesi’ndeki Meteoroloji İstasyonları	17190	Afyon	1021	38.45	30.33
	17184	Akhisar	93	38.55	27.51
	17234	Aydın	64	37.51	27.51
	17742	Bergama	53	39.07	27.11
	17290	Bodrum	10	37.20	27.25
	17221	Çeşme	5	38.19	26.18
	17237	Denizli	426	37.47	29.05
	17180	Dikili	10	39.04	26.53
	17725	Kütahya	969	39.25	29.58
	17186	Manisa	71	38.37	27.26
	17292	Muğla	646	37.13	28.22
	17822	Ödemiş	123	38.12	27.52
	17188	Uşak	906	38.41	29.25

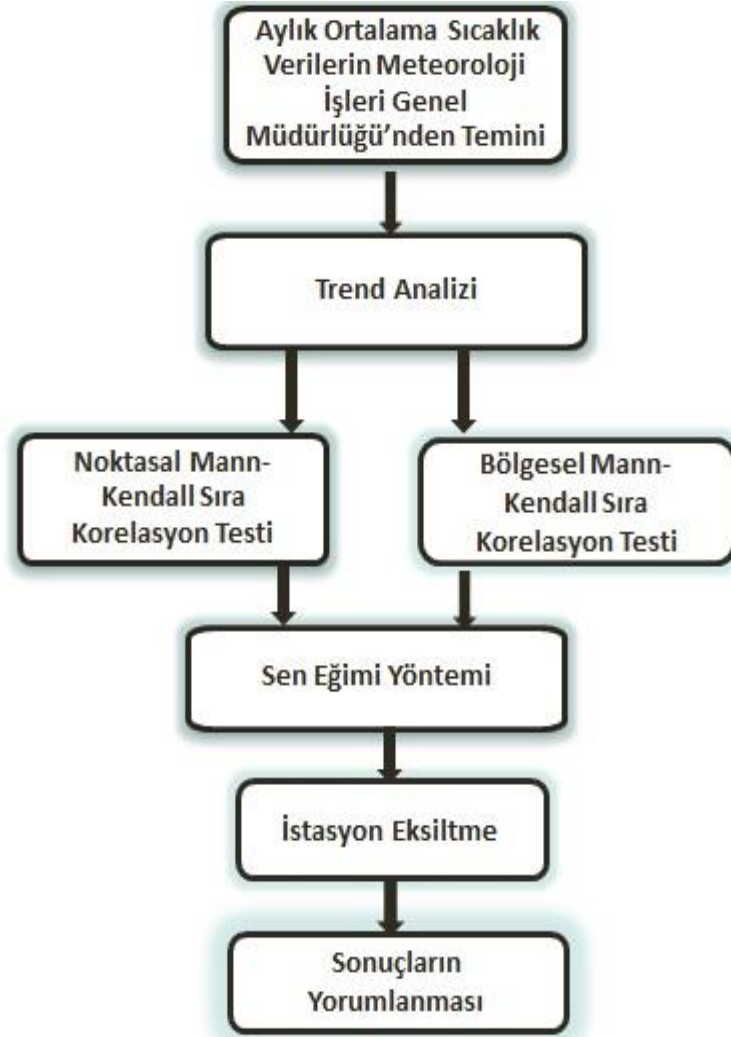


Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan meteoroloji istasyonlarının dağılımı

3.2. Metod

Bir ölçüm istasyonunun verileri zaman içinde sürekli artar veya azalırsa serinin bir gidişe sahip olduğu söylenebilir. Hidrometeorolojik zaman serilerinde trendin varlığını belirlemek için pek çok test mevcuttur. Bunlar parametrik ve parametrik olmayan yöntemler olarak ayrılmaktadır (Zhang ve ark., 2006; Shadmani ve ark., 2012). Sıcaklık verilerinin toplanış sırası ile aldığı değerler arasındaki korelasyonun var olup olmadığını tespit etmek amacıyla parametrik olmayan testlerden biri olan, basit ve dağılımdan bağımsız ve sıra istatistiklerine dayanan Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi şimdiye kadar sıkça uygulana gelen bir test olup sonuçları noktasal olarak vermektedir. Ayrıca, trendin olası varlığını bölgesel olarak belirleyebilen Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon

(BOMK) testi de bulunmaktadır. Trendin varlığının belirlenmesine ek olarak trendin miktarının incelenecek veri aralığı için ortalama olarak hesaplanabilmesine imkan veren Sen Eğimi yöntemi bulunmaktadır. Tüm bu yöntemlerin Ege Bölgesi'nde kullanılmasını gösteren akış şeması Şekil 3.2 'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Yöntemlerin Ege Bölgesi için Kullanımını Gösteren Akış Şeması

3.2.1. Mann-Kendall Sıra Korelasyon ve Bölgesel Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi

Parametrik olmayan Mann-Kendall Sıra Korelasyon istatistik testi hidrometeorolojik zaman serilerinde meydana gelebilecek artma veya azalma yönündeki gidişlerin istatistiksel önemini belirlemede oldukça sık kullanılan bir testtir (Yue ve ark., 2002). Bu gidiş testi $i = 1, \dots, n-1$ 'e kadar sıralanmış olan bir x_i veri setine ve $j = i + 1, \dots, n$ 'e kadar sıralanmış olan bir x_j veri setine uygulanır. Her bir sıralanmış rakam x_i bir referans noktası olarak kullanılır ve diğer sıralanmış veri grubu x_j ile aşağıdaki denklemde verildiği gibi kıyaslanır.

$$\text{sgn}(x_j - x_i) = \begin{cases} 1; & x_j > x_i \\ 0; & x_j = x_i \\ -1; & x_j < x_i \end{cases} \quad 3.2.1$$

Mann-Kendall test istatistiği S ise Denklem 3.2.2 ile hesap edilebilir.

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(x_j - x_i) \quad 3.2.2$$

Denklemde n yıl olarak veri uzunluğudur. S değeri ise $n \geq 8$ olduğunda Denklem 3.2.3 ve 3.2.4'te verilen ortalama ve varyans ile yaklaşık olarak normal dağılım gösterir.

$$E[S] = 0 \quad 3.2.3$$

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^p t_i(i)(i-1)(2i+5)}{18} \quad 3.2.4$$

Burada, p veri setindeki bağlı gözlemlerin sayısı ve t_i ise i . bağlı gözlemdeki veri sayısıdır. Eşitlik 3.2.4'teki toplama terimi sadece veride bağlı gözlem

olduğunda kullanılır. Standartlaştırılmış Mann-Kendall istatistiği Z ise Denklem 3.2.5'te verildiği gibi hesaplanabilmektedir. Seride gidiş yoktur sıfır hipotezi (H_0) varsayımı altında ortalaması sıfır, varyansı bir olan standart normal dağılım göstermektedir.

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{Var(S)}} ; S > 0 \\ 0 ; S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{Var(S)}} ; S < 0 \end{cases} \quad 3.2.5$$

Sıfır hipotezi Mann-Kendall test istatistiği $-Z_{tablo, 1-\alpha/2} \leq Z \leq Z_{tablo, 1-\alpha/2}$ ise kabul edilmektedir. Artı Z değeri incelenen değişkendeki artışı gösterirken, eksi Z değeri azalışa işaret etmektedir.

Yue ve Wang (2002), Denklem 3.2.4 ile verilen varyansı değiştirilmiş MK istatistiğinin seri korelasyonun MK testi üzerindeki etkisini sınırlamak için makul bir yol olduğunu ifade etmişlerdir. Buna göre değiştirilmiş varyans $\{Var^*(S)\}$, aşağıdaki Denklem 3.2.6'daki gibi verilir.

$$Var^*(S) = \left(\frac{n}{n^*}\right)Var(S) = n^s Var(S) \quad 3.2.6$$

Burada $Var(S)$, Denklem 3.2.4'ün hesabında kullanılır, n gerçek örnek sayısı, n^* etkili örnek büyüklüğü ve n^s seri korelasyon için düzeltme faktör terimidir. Düzeltme faktörü aşağıdaki denklem ile hesaplanabilmektedir.

$$n^s = \begin{cases} 1 + \frac{2}{n} \sum_{j=1}^{n-1} (n-j)\rho_j ; & j > 1 \\ 1 + 2 \frac{\rho_1^{n+1} - n\rho_1^2 + (n-1)\rho_1}{n(\rho_1-1)^2} ; & j = 1 \end{cases} \quad 3.2.7$$

Burada ρ_j ve ρ_1 sırasıyla lag-j ve lag-1 seri korelasyon katsayısıdır.

Seri korelasyonun MK test istatistiği üzerindeki etkisini yansıtan değiştirilmiş standardize MK istatistiği Denklem 3.2.8 ile verilir.

$$Z^* = \frac{Z}{\sqrt{n^s}} \quad 3.2.8$$

Uygulamada popülasyonun seri korelasyon katsayısı ρ_j , örnek seri korelasyon katsayısı r_j yerine konularak, örneğin seri korelasyon katsayısı denklemi hesaplanır,

$$r_j = \frac{\frac{1}{n-j} \sum_{j=1}^{n-j} (x_i - \bar{x})(x_{i+j} - \bar{x})}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad 3.2.9$$

Burada \bar{x} , serideki bütün x_i 'lerin ortalamasıdır.

Lag-1 seri korelasyonun %95 güven aralığında alt ve üst sınırları Denklem 3.2.10 ile tahmin edilebilir (FAO, 1973).

$$CL(r_1) = \left[\frac{-1}{(n-1)} \right] \pm \left[1.96 \left(\frac{(n-2)}{(n-1)^{1.5}} \right) \right] \quad 3.2.10$$

Eğer hesaplanan r_1 güven aralıkları dışında kalırsa, r_1 'in hesaplandığında, 0 (sıfır) olduğu kabul edilen H_0 hipotezi %5 önem seviyesinde çift yönlü olarak reddedilir.

Trendin varlığı Denklem 3.2.9 ile hesaplanan seri korelasyon katsayısını etkilerken parametric olmayan güçlü trend tahmini, β (Sen, 1968) önce gözlem serisinden çıkartılır ve daha sonra lag-1 seri korelasyon katsayısı r_1 hesaplanır (Yue ve Wang, 2002). β herbir veri çiftinin diğerleriyle ikili bir şekilde kıyaslanmasıyla hesaplanır. Daha sonra bütün olası ikili eğilimlerin medyanı eğim β 'nin parametrik olmayan tahmini olarak alınır (Helsel ve Hirsch, 1997).

$$\beta = \text{medyan} \left[\frac{(x_j - x_i)}{(j-i)} \right] ; i < j \quad 3.2.11$$

3.2.2. Seri ve Çapraz Korelasyonsuz Bölgesel Mann-Kendall İstatistiği

Yue ve Wang (2002), trendin noktasal ölçek yerine bölgesel ölçekteki önemliliğini belirlemek için Douglas ve ark., (2000) tarafından önerilen bölgesel ortalama MK istatistiğini benimsemişler ve m sayıdaki bağımsız istasyonun bölgesel ortalama MK test istatistiğini $S(\bar{S})$ aşağıdaki Denklem 3.2.12 ile hesaplamışlardır.

$$\bar{S} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m S_k \quad 3.2.12$$

Burada, S_k bölgedeki k. istasyon için MK test istatistiği S' dir.

Her bir istasyondaki MK istatistiğinin olasılık (sıfır) dağılımı yaklaşık olarak normal dağılım gösterirse, m sayıdaki bağımsız normal değişkenlerin toplamının birleşik dağılım fonksiyonu da yaklaşık olarak normal dağılım gösterir (Yue ve Wang, 2002).

Uygulamada, k istasyonunun MK istatistiğinin popülasyonunun ortalaması ve varyansı sırasıyla örneğin ortalaması $E[S_k]$ ve varyansı $Var(S_k)$ ile yer değiştirir. Böylece, bölgesel test istatistiğinin ortalaması ve varyansı şu şekilde hesaplanır.

$$E[\bar{S}] = 0 \quad 3.2.13$$

$$Var(\bar{S}) = \frac{1}{m^2} \sum_{k=1}^m Var(S_k) \quad 3.2.14$$

Aynı veri sayısına (n) sahip bütün istasyonlarda bağlı gözlem yoksa, Denklem 3.2.14 aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$Var(\bar{S}) = \frac{Var(S)}{m} \quad 3.2.15$$

Burada, $Var(S)$ Denklem 3.2.15'teki varyansdır. Ancak verilerdeki bağılı gözlemler için düzeltme katsayısı içermez. Böylece, standardize edilmiş BOMK istatistiği \bar{Z} aşağıda verilmiştir.

$$\bar{Z} = \begin{cases} \frac{\bar{S}-1}{\sqrt{Var(\bar{S})}} ; \bar{S} > 0 \\ 0 ; \bar{S} > 0 \\ \frac{\bar{S}+1}{\sqrt{Var(\bar{S})}} ; \bar{S} < 0 \end{cases} \quad 3.2.16$$

3.2.3. Seri ve Çapraz Korelasyonun İkisi ile Bölgesel MK İstatistiği

Seri ve çapraz korelasyonun her ikisinde göz önüne alındığı \bar{S} istatistiğinin değiştirilmiş varyansı aşağıdaki gibi verilebilir (Yue ve Wang, 2002),

$$Var(\bar{S}) = \frac{1}{m^2} [\sum_{k=1}^m n_k^s Var(S_k) + 2 \sum_{k=1}^{m-1} \sum_{l=1}^{m-k} \sqrt{n_k^s n_{k+1}^s} Var(S_k) Var(S_{k+1}) \rho_{k,k+1}^c] \quad 3.2.17$$

Burada, $\rho_{k, k+1}^c$ k ve $k+1$ istasyonları arasındaki çapraz korelasyondur.

Uygulamada, popülasyonun çapraz korelasyon katsayısı $\rho_{k, k+1}^c$, k ve $k+l$ istasyon verilerinden hesaplanabilen örneğin çapraz korelasyon katsayısı $r_{k, k+l}$ ile daima yer değiştirir.

$$r_{k,k+l} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i^k - \bar{x}^k)(x_i^{k+l} - \bar{x}^{k+l})}{\sqrt{Var(x^k) Var(x^{k+l})}} \quad 3.2.18$$

Bütün istasyonlarda aynı örnek büyüklüğündeki n veride bağılı gözlem yoksa Denklem 3.2.17 aşağıdaki gibi yazılabilir,

$$Var(\bar{S}) = \frac{Var(S)}{m^2} [\sum_{k=1}^m n_k^s + 2 \sum_{k=1}^{m-1} \sum_{l=1}^{m-k} \sqrt{n_k^s n_{k+1}^s} \rho_{k,k+1}^c] \quad 3.2.19$$

$$= \text{Var}(\bar{S})n_{sc} \quad 3.2.20$$

Burada,

$$n_{sc} = \bar{n} + \frac{2}{m} \sum_{k=1}^{m-1} \sum_{l=1}^{m-k} \sqrt{n_k^s n_{k+1}^s} p_{k,k+1}^c \quad 3.2.21$$

Ve

$$\bar{n} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m n_k^s \quad 3.2.22$$

Standardize edilmiş BOMK istatistiği aşağıda verilen denklemle hesaplanabilir,

$$\bar{Z}_{sc} = \frac{\bar{Z}}{\sqrt{n_{sc}}} \quad 3.2.23$$

Denklem 3.2.20 BOMK istatistiğinin varyansı üzerindeki hem yersel hem de zamansal etkiyi yansıtır. Denklem 3.2.23 ise BOMK istatistiği üzerinde seri ve çapraz korelasyon tarafından yapılan değişikliği içerir (Yue ve Wang, 2002).



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Türkiye'nin genel olarak batı ve güney bölgelerinde etkili olan Akdeniz ikliminin en belirgin özelliği hem mevsimselliğin hem de yıllar arası değişkenliğin fazla olmasıdır (Türkeş, 2010; Öztürk ve ark, 2014). Bu nedenle Ege Bölgesi'nde bulunan 13 istasyona ait sıcaklık verilerinin istatistiksel analize imkan verecek ölçüde 51 yıllık (1965-2015) kayıtlarından aylık ortalama, yıllık ortalama ve mevsimlik ortalama sıcaklık verilerindeki gidiş ayrı ayrı incelenmiştir. Bu verilere Mann-Kendall Sıra Korelasyon (MK) ($-1.96 \leq Z \leq +1.96$ (%5 önem düzeyi)) ile ($-2.58 \leq Z \leq +2.58$ (%1 önem düzeyi)) ve Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon (BOMK) ($-1.96 \leq Z_{sc} \leq +1.96$) testleri uygulanmıştır.

Aylık ortalama sıcaklık verilerinin test sonuçları %5 ve %1 önem düzeyinde değerlendirilerek Çizelge 4.1'de sunulmuştur. Mevsimlik ve yıllık ortalama sıcaklık verilerinin test sonuçları Çizelge 4.2'de; Aylık ortalama sıcaklıkların BOMK sonuçları Çizelge 4.3'te; Ek olarak, aylık ortalama sıcaklık verilerindeki değişimin bölgedeki diğer iklim parametreleri ile ilişkisini değerlendirmek için önceki çalışmalarda BOMK testi uygulanmış 30 yıllık (1968-1997) nehir akımları (Topaloğlu, 2006a), 30 yıllık (1968-1997) yağış (Özfidaner, 2007) ve 32 yıllık (1975-2006) buharlaşma (Aydın, 2009) verileri gidiş analizi sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiştir. Mevsimlik ve yıllık BOMK sonuçları ise Çizelge 4.5 'te verilmiştir.

4.1. Noktasal Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testine (MK) Göre Sıcaklık Değerlerinin Analizi**4.1.1. Aylık Ortalama Sıcaklık Değerlerinin Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi (Z) Sonuçları**

Ege Bölgesi'nde yer alan 13 istasyonun aylık ortalama sıcaklık verilerine uygulanan Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi (MK) sonuçlarına göre (Çizelge

4.1.), istasyonların %94.87'sinde aylık ortalama sıcaklık değerlerinde artma eğilimi olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Aylık ortalama sıcaklık değerlerinin MK sonuçları (Z)

İstasyonlar	Aylar											
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Afyon	1.15	0.50	1.06	1.45	2.92**	4.39**	4.13**	3.92**	2.46*	1.37	0.67	1.02
Akhisar	0.30	0.19	0.68	0.76	1.45	1.92	2.70**	2.72**	1.67	1.19	0.57	0.20
Aydın	1.00	0.26	1.24	2.03	1.88	3.29**	4.58**	5.15**	3.24**	1.97*	1.10	0.97
Bergama	1.02	0.31	1.79	1.19	2.96**	3.65**	4.69**	5.60**	3.03**	1.97*	0.76	0.60
Bodrum	1.23	0.20	1.59	2.15*	2.32*	4.51**	4.92**	5.67**	3.70**	2.27*	1.49	1.03
Çeşme	0.93	0.20	1.39	2.46*	2.43*	3.14**	4.26**	5.55**	3.82**	2.10*	0.97	0.30
Denizli	1.60	1.11	1.84	2.13*	3.30**	4.45**	5.94**	6.36**	4.51**	2.82**	1.93	1.80
Dikili	0.74	0.25	1.54	0.64	1.62	3.02**	4.66**	4.73**	3.37**	1.80	0.79	0.10
Kütahya	1.19	0.91	1.23	0.89	2.31*	3.31**	4.37**	4.37**	2.53*	1.73	0.96	0.68
Manisa	-	-	0.70	0.90	2.12*	2.79**	4.49**	4.82**	1.83	1.33	-	-
Muğla	0.84	0.01	0.88	1.41	1.48	2.39*	3.55**	4.73**	0.84	1.06	1.04	0.66
Ödemiş	0.53	-	0.71	1.31	2.00*	4.46**	4.28*	5.07**	2.61**	1.82	0.65	0.19
Uşak	1.03	0.53	0.49	1.23	2.10*	3.25**	4.06**	4.13**	1.67	1.43	0.74	1.01

Not: Çizelgede gösterilen (*) işaretin anlamı %5 önem düzeyinde ve (**) işaretinin anlamı ise %1 önem düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir.

Bu artma eğilimleri değerlendirildiğinde temmuz ve ağustos ayları için tüm istasyonlarda hem % 5 önem düzeyinde hem de %1 önem düzeyinde istatistiksel açıdan anlamlı artma eğilimlerinin olduğu gözlenmiştir. Temmuz ve ağustos aylarından sonra sayıca en fazla istasyonda anlamlı artma eğilimlerinin haziran, eylül ve mayıs aylarında olduğu tespit edilmiştir.

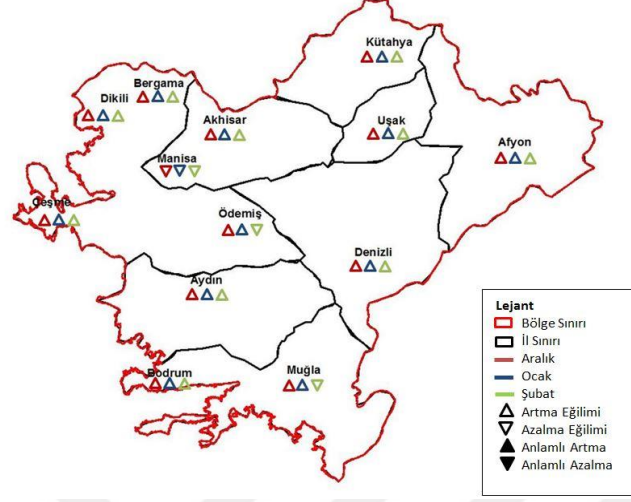
Çizelge 4.1'de belirtildiği üzere Denizli istasyonunun ağustos ayı ortalama sıcaklık verilerinin Z (6.36) değeri hem %5 hem de %1 önem düzeyine göre 51 yıllık ortalama sıcaklıkların bu ay için oldukça anlamlı bir artma eğilimine sahip olduğunu göstermiştir. Diğer aylar incelendiğinde ise Denizli istasyonunun 13 istasyon arasında tüm aylarda en fazla artma eğilimine sahip olan istasyon olduğu belirlenmiştir. Denizli istasyonunun artma eğilimini Bodrum ve Çeşme istasyonları

(Z değerlerinin büyüklüğü referans alındığında) takip etmektedir. Çizelge 4.1’de de belirtildiği gibi Nisan ayında (3), Mayıs ayında (9), Haziran ayında (12), Temmuz ayında (13), Ağustos ayında (13), Eylül ayında (9), Ekim ayında (5) istasyonda %5 önem seviyesinde; Mayıs ayında (3), Haziran ayında (11), Temmuz ve Ağustos aylarında (13), Eylül ayında (7), Ekim ayında (1) istasyonda %1 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı artışların olduğu tespit edilmiştir. Artma eğilimlerinin önemli düzeyde olduğu Mayıs (%69.23), Haziran (%92.31), Temmuz ve Ağustos (%100) ve Eylül (%69.23) ayları bölgede tarımsal faaliyetler için sulamanın yapıldığı dönem ile de örtüşmektedir. Sıcaklıklardaki bu hassas dönemdeki artışlar tarımsal açıdan daha fazla sulama suyu ihtiyacının doğabileceğine işaret etmektedir.

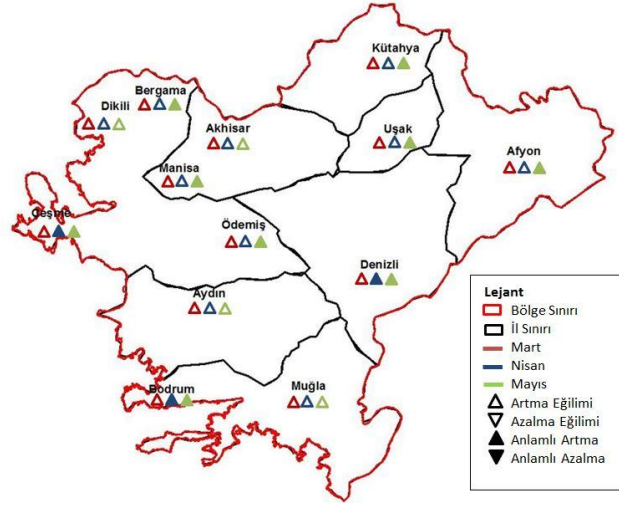
Önem düzeyi (% 5 ve % 1) bakımından istatistiksel açıdan önemli olmayan artma eğilimleri incelendiğinde Manisa, Muğla ve Ödemiş istasyonları hariç 10 istasyonun aylık ortalama sıcaklık değerlerinde Ocak-Nisan ayları ve Kasım, Aralık aylarında önemli olmayan artma eğilimleri olduğu gözlenmiştir.

Bunun yanısıra 13 istasyon için herhangi bir ayda istatistiksel açıdan önemli azalmalar gözlenmemiştir. Ancak Manisa istasyonunda Ocak, Şubat, Kasım ve Aralık aylarında %5 ve %1 önem seviyesine göre istatistiksel açıdan anlamlı olmayan azalma eğilimleri tespit edilmiştir. Aynı şekilde Muğla ve Ödemiş istasyonlarında ise Şubat ayı için istatistiksel açıdan anlamlı olmayan azalma eğilimleri gözlenmiştir.

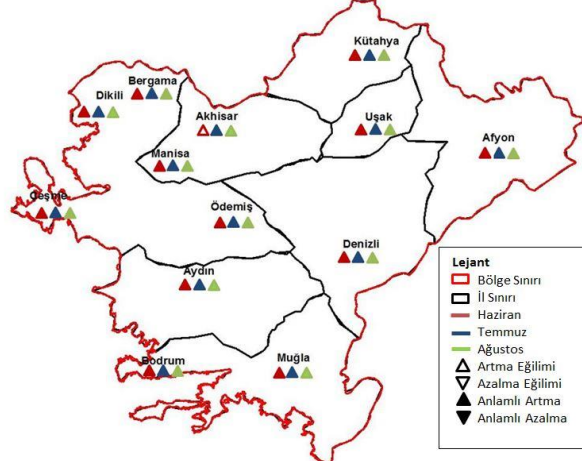
Bölgedeki istasyonların aylara göre ortalama sıcaklıklardaki artma / azalma eğilimleri Şekil 4.1a,b,c,d’de konumsal olarak harita üzerinde gösterilmiştir.



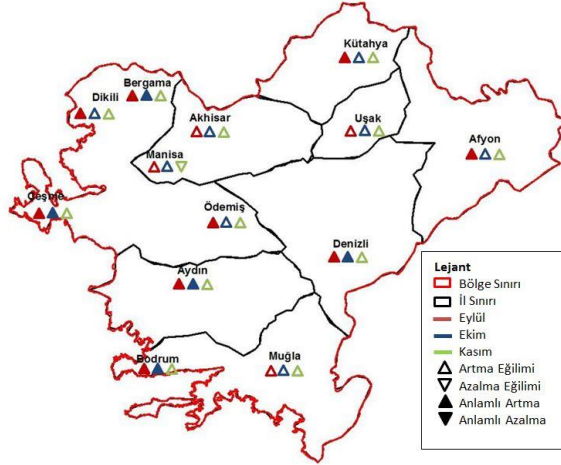
Şekil 4.1a. Aralık, ocak, şubat ayları ortalama sıcaklık değerlerinin MK test (Z) sonuçları



Şekil 4.1b. Mart, nisan, mayıs aylarının ortalama sıcaklık değerlerinin MK test (Z) sonuçları



Şekil 4.1c. Haziran, temmuz, ağustos ayları ortalama sıcaklık değerlerinin MK test (Z) sonuçları



Şekil 4.1d. Eylül, ekim, kasım ayları ortalama sıcaklık değerlerinin MK test (Z) sonuçları

Türkeş (1995), Türkiye’de bulunan 71 istasyonda 1930-1992 yılları aylık ortalama sıcaklık değerlerine uyguladığı MK testi sonuçlarında aylık ortalama sıcaklıkların Marmara, Karadeniz, Akdeniz ve Orta Anadolu’da bulunan istasyonlarda azalma eğiliminde olduğunu belirlemiştir. Bu dönem için Ege

Bölgesi'nde bulunan istasyonlara ait ortalama sıcaklık değerlerinde %5 önem seviyesinde istatistiksel açıdan anlamlı ölçüde artma ya da azalma eğilimi gözlenmemiştir.

Kadioğlu (1997), Türkiye genelinde 18 istasyonun 1939-1989 yılları arasındaki ortalama sıcaklık değerleri, minimum ve maksimum sıcaklık değerlerinde uyguladığı MK testi sonuçlarına göre ortalama sıcaklıklar bakımından bu dönem için 18 istasyonun değerlerinden yararlanarak Türkiye genelinde bir ısınma eğilimi olduğunu belirlemiştir. Bu dönem için incelediği 18 istasyonun içerisinde İzmir ve Kütahya istasyonlarına ait ortalama sıcaklık değerlerine bakıldığında % 5 ve % 1 önem düzeyinde istatistiksel açıdan önemli olmayan artma eğilimlerinin söz konusu olduğu gözlenmiştir. Kütahya istasyonu için 1965-2015 dönemine ait aylık ortalama sıcaklıklardaki eğilimleri incelediğimizde Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında %1 önem düzeyinde önemli artma eğilimlerinin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Mayıs-Eylül ayları bu istasyon için anlamlı artma eğilimlerinin olduğu tespit edilmiştir. Bu iki döneme ait sonuçlardaki farklılıklar Türkeş (2002)'inde ifade ettiği gibi 1992 soğuma döneminden sonra genel ısınma eğilimindeki artışı destekler niteliktedir.

Erlat (1999), İzmir'de 1938-1998 yılları arasında kaydedilen ortalama sıcaklıklara uyguladığı MK testi sonucunda 1946-1970 yılları arasında sıcaklık değerlerinde artma eğilimi gözlerken, 1971-1976 yılları arasında ise bir azalma eğilimi tespit etmiştir. 1977-1998 yılları arasında ise ortalama sıcaklıkların kayıt dönemi ortalamasının üzerinde seyrettiğini belirlemiştir. MK testine göre İzmir'de ortalama sıcaklıkların Şubat, Kasım ve Aralık ayı haricindeki tüm aylarda artma eğilimi gösterdiği ancak bu artma eğilimlerinin sadece Haziran ayında istatistiksel açıdan anlamlı olduğu gözlenmiştir.

Türkeş (2012), Türkiye genelindeki 138 istasyona ait 1950- 2010 aylık ortalama hava sıcaklık değerlerine uyguladığı MK testi sonucunda, Türkiye'nin mevsimlik ortalama hava sıcaklıklarında ülkenin çok büyük bir bölümünde artma eğiliminin hakim olduğunu ifade etmiştir. Isınma eğilimlerinin kentleşmenin yoğun

olduğu İstanbul ve Ege, Akdeniz bölgelerinin kıyı istasyonlarındaki ısınma eğilimlerinin istatistiksel açıdan önemli olduğu belirtilmiştir.

Tanrıkulu (2016), Ege Bölgesi'nde bulunan 35 istasyondan elde ettiği farklı kayıt dönemlerine ait en az 20 yıllık (genel olarak 1950-2015) sıcaklık ve yağış verilere uyguladığı MK testi sonuçlarına göre; ortalama sıcaklık değerlerinde ocak ayı için anlamlı bir eğilim tespit etmemekle birlikte sadece 1 istasyonda (Milas) anlamlı bir artma eğilimi belirlemiştir. Şubat ayında herhangi bir anlamlı eğilim olmadığı; Mart ayı için Bergama ve Demirci (Manisa) istasyonlarında artma eğilimi belirlerken, diğer istasyonlar için anlamlı bir eğilim gözlemlememiştir. nisan ayında 35 istasyonun 6'sında artma eğilim belirlemiş olup, mayıs ayında 21 istasyonda anlamlı artma eğilimlerinin olduğunu tespit etmiştir. Haziran (33 istasyonda), Temmuz (34 istasyonda) ve Ağustos (34 istasyonda) aylarında istasyonların büyük çoğunluğunda artma gözlemlemiştir. Ekim ayında 6 istasyonda anlamlı artma eğilimi tespit edilirken; kasım ayı için sadece Nazilli istasyonunda azalma yönünde bir eğilim olduğu; bunun dışındaki 34 istasyonda herhangi bir eğilimin olmadığını belirtmiştir.

Bu çalışmada Ege Bölgesi'ndeki 13 istasyonun 1965-2015 yılları arasındaki aylık sıcaklık verilerine uygulanan Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi sonucunda 13 istasyonun tamamında artma gözlenirken anlamlı artmalar sırasıyla en çok Temmuz, Ağustos ve Haziran aylarında görülmüştür. Bu bağlamda Tanrıkulu (2016)'nun Ege Bölgesi'nde gözlemlediği 35 istasyondaki ve Erlat (1999)'ın İzmir için yaptığı çalışmasındaki artma eğilimi, çalışmamızdaki 13 istasyonda gözlenen artma eğilimi ile kayıt yılı farklılıkları olmasına rağmen benzerlik göstermektedir.

Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz Havzası'na ait iklim özellikleri Ege ve Akdeniz Bölgeleri'nde yoğun şekilde görülmektedir. Yapılan çalışmalar küresel iklim değişikliği etkilerinin en fazla Akdeniz Havzası özelliğini taşıyan bölgelerde olacağını ortaya koymaktadır (IPCC, 2007). Bu bağlamda, çalışmada incelediğimiz Ege Bölgesi 1965-2015 yılları sıcaklık değerleri sonuçları ile farklı

araştırmacılar tarafından Doğu Akdeniz Bölgesi'nde 1965-2008 yılları arasındaki sıcaklık değerlerine uygulanan MK testi sonuçlarında benzerlikler olduğu tespit edilmiştir. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde bulunan 18 istasyonun sıcaklık eğilimleri incelendiğinde temmuz ve ağustos aylarında bir istasyon (Göksun) hariç 17 istasyonda artma eğilimi olduğu tespit edilmiştir (Karabulut, 2012).

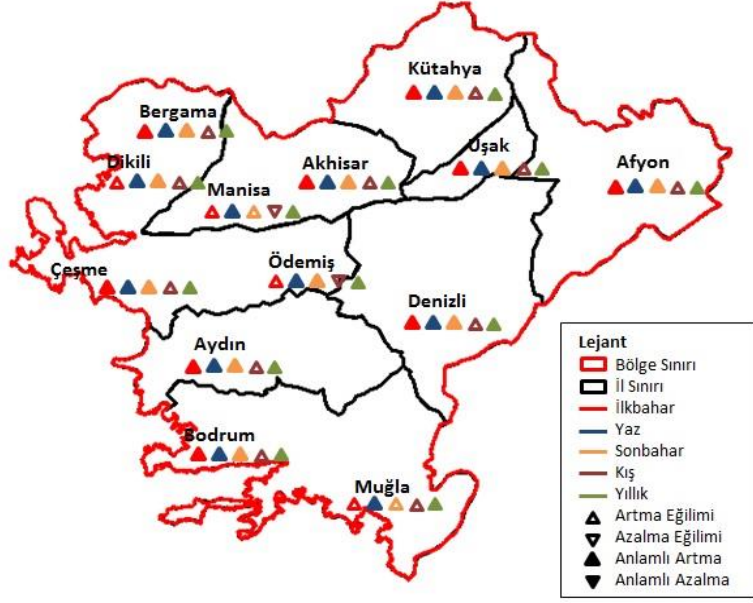
4.1.2. Mevsimlik ve Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerlerinin Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi (Z) Sonuçları

Çalışmada aylık ortalama sıcaklıkların yanısıra yıllık ve mevsimlik ortalama sıcaklık eğilimleri de Denklem 3.2.5 kullanılarak belirlenmiştir. Mevsimlik ortalama sıcaklık eğilimlerini belirlemek amacıyla 12 ayı mevsimlik değerlere dönüştürerek (İlkbahar: Mart-Nisan-Mayıs; Yaz: Haziran-Temmuz-Ağustos; Sonbahar: Eylül-Ekim-Kasım; Kış: Aralık-Ocak-Şubat) MK testi uygulanmıştır. MK test sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiş olup Şekil 4.2a'da da mevsimlik ve yıllık ortalama sıcaklıklardaki artma / azalma eğilimi konumsal olarak harita üzerinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Mevsimlik ve yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin MK Sonuçları (Z)

Dönemler İstasyonlar	İlkbahar (Z)	Yaz (Z)	Sonbahar (Z)	Kış (Z)	Yıllık (Z)
Afyon	2.54*	5.61**	2.80**	0.94	4.27**
Akhisar	2.28*	5.96**	3.24**	0.34	4.54**
Aydın	2.47*	5.69**	3.39**	0.74	4.48**
Bergama	2.55*	6.15**	2.84**	0.86	4.71**
Bodrum	2.59**	5.82**	3.74**	1.24	4.65**
Çeşme	2.50*	5.57**	2.92**	0.26	3.70**
Denizli	3.49**	6.85**	4.43**	2.20*	5.98**
Dikili	1.59	5.51**	2.50*	0.58	3.52**
Kütahya	2.08*	5.40**	2.62**	0.72	3.96**
Manisa	1.46	5.51**	1.29	-0.70	3.11**
Muğla	1.82	4.66**	1.57	0.44	3.71**
Ödemiş	1.79	5.50**	2.46*	-0.27	3.72**
Uşak	2.02*	5.21**	2.42*	0.97	4.30**

Not: Çizelgede gösterilen (*) işaretin anlamı %5 önem düzeyinde ve (**) işaretinin anlamı ise %1 önem düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir.



Şekil 4.2a. İlkbahar, yaz, sonbahar, kış mevsimleri ve yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin MK test (Z) sonuçları

Çizelge 4.2’de de belirtildiği gibi yaz mevsiminde 13 istasyonun tamamında ortalama sıcaklıklarda artma yönünde bir eğilim olduğu gözlenmiştir. Ayrıca bu artma yönündeki eğilimler %5 önem seviyesinde istatistiksel açıdan anlamlı artışlar olarak tespit edilmiştir. Macana (2014), Büyük Menderes havzasındaki 8 istasyonun 1970-2011 yılları için ortalama, minimum, maksimum sıcaklık verilerine MK ve Sen Eğimi yöntemleri uygulamıştır. Test sonuçlarında yaz mevsiminde diğer mevsimlerden farklı olarak, havzada incelenen 8 istasyonun tamamında istatistiksel açıdan anlamlı artma eğilimi gözlenmiştir. Aynı durum bu çalışmada incelediğimiz 13 istasyon için de gözlenmiştir.

İlkbahar mevsiminde ise 13 istasyonda da artma eğilimi gözlenmiş olup Dikili, Manisa, Muğla ve Ödemiş istasyonları dışındaki 9 istasyona ait mevsimlik sıcaklık değerlerindeki eğilimler % 5 önem seviyesinde istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Aynı mevsim için Bodrum ve Denizli istasyonlarındaki artma eğilimi

%1 önem düzeyinde de istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Okkan (2015)'te Gediz havzasında bulunan 20 istasyona ait 1980-2010 yılları arasındaki yağış ve sıcaklık değerlerine uyguladığı MK ve Mevsimsel Kendall testi sonuçlarında ilkbahar mevsimi için 20 istasyonun tamamında artma eğilimi olduğunu ve bu istasyonlardan Manisa, Uşak ve Akhisar'a ait sıcaklık eğilimlerinin %5 önem düzeyinde istatistiksel açıdan önemli olduğunu belirtmiştir.

Sonbahar mevsiminde tüm bölgede mevsimlik sıcaklık artışları görülmüştür. Bu artışların 11 istasyonda %5 önem seviyesinde; 8 istasyonun %1 önem seviyesinde istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir. Manisa ve Muğla istasyonlarında ise istatistiksel açıdan önemli olmayan artma eğilimi söz konusu olup; bu istasyonlar ilkbahar mevsiminde de benzer şekilde bir eğilime sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, Okkan (2015)'in Gediz havzasındaki çalışması ile benzerlik göstermektedir.

Kış mevsiminde artış gözlenen 11 istasyonun sadece birinde (Denizli) istatistiksel açıdan önemli artış belirlenmiştir. Macana (2014), Büyük Menderes havzasındaki 8 istasyonun 1970-2011 yılları için ortalama, minimum, maksimum sıcaklık verilerine uyguladıkları MK ve Sen Eğimi yöntemleri sonucunda kış mevsiminde tüm istasyonlarda istatistiksel açıdan önemli olmayan artma eğilimi gözlemlemiştir. İstatistiksel açıdan anlamlı artma eğilimi ise sadece Denizli istasyonunda olduğu gözlenmiştir. Okkan (2015), Gediz havzasında bulunan 20 istasyonun 1980-2010 yılları arasındaki yağış ve sıcaklık değerlerine uyguladığı MK testi ve Mevsimsel Kendall testi sonuçlarında, Kış mevsiminde sıcaklıklarda artma eğilimi olduğunu ancak 20 istasyondan sadece bir (Demirci) istasyonun artma eğiliminin istatistiksel açıdan anlamlı olduğunu ifade etmiştir.

Yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde ise 13 istasyonun tamamında istatistiksel açıdan önemli artmalar olduğu gözlenmiştir. Yıllık ortalama sıcaklıklarda en fazla artma eğilimi hem %5 hem de %1 önem seviyesine göre Denizli istasyonunda olduğu belirlenmiştir. Artma eğilimlerinin en fazla olduğu istasyonlar ise sırasıyla Bergama, Bodrum, Akhisar, Aydın ve Uşak olduğu

gözlenmiştir. Sütgibi (2015), Büyük Menderes Havzası'nda bulunan 4 istasyonun (Uşak, Denizli, Aydın ve Afyon) 1975-2012 yılları arasındaki yıllık ortalama sıcaklık değerlerine uyguladığı MK test sonuçlarına göre 4 istasyonun sıcaklık değerlerinde artma eğilimi olduğu tespit etmiştir. Bu artma eğilimi Afyon istasyonu hariç diğer 3 istasyon için % 5 önem seviyesinde istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur.

Demir ve ark., (2008), Türkiye'deki 57 istasyona ait 1952-2006 yılları arası kaydedilen günlük ortalama sıcaklıklara MK ve Wald-Wolfowitz sınamaları sonucunda, ortalama sıcaklıklarda Türkiye'nin güney ve güneybatısında yer alan kentleşmenin yoğun yaşandığı istasyonlarda anlamlı artma eğilimlerinin olduğunu tespit etmişlerdir. Yaz mevsiminde ortalama sıcaklıklarda Türkiye genelinde anlamlı artma eğilimleri söz konusu iken ilkbahar mevsiminde Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve Marmara Bölgesindeki istasyonlarda anlamlı artma eğilimleri olduğu belirtilmiştir. Kış mevsimi ortalama sıcaklıklarında ise Türkiye'de genel olarak zayıf bir azalma eğiliminin söz konusu olduğunu ifade etmişlerdir.

Türkiye genelinde yapılan mevsimlik sıcaklık eğilimleri çalışmalarında ise; Türkerş ve ark (2002), Türkiye'deki 70 istasyona ait 1929-1999 yılları arası kaydedilen ortalama, maksimum ve minimum hava sıcaklıkları ile sıcaklık genişliklerini inceledikleri çalışmalarında, bu dönem için kış ve ilkbahar mevsimi ortalama sıcaklıklarında özellikle ülkenin güneyinde artma eğilimi olduğunu belirlemişlerdir. Buna karşın yaz mevsiminde ülkenin batısında çok sayıda istasyonda zayıf bir artma eğilimi olsa da diğer kısımlarda genel bir azalma eğilimi olduğu belirtilmiştir. Sonbahar ortalama sıcaklıklarının ise ülkenin kuzey ve karasal iç bölgelerinde azalma eğilimine sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Ege Bölgesi ve Türkiye genelinde yapılmış çalışmaları incelediğimizde ortaya çıkan sonuç özellikle yaz mevsimi ortalama sıcaklıkları olmak üzere ilkbahar mevsiminde de farklı kayıt dönemleri incelenmesine rağmen zamansal olarak bakıldığında geçmişten bugüne genel olarak anlamlı artma eğilimleri olduğu

açık bir şekilde görülmektedir. Kayıt yılının uzunluğu ve veri alınan istasyon sayısına bağlı olarak değişiklik gösterebilmesiyle birlikte genel olarak son yıllarda yapılan çalışmalarda sonbahar mevsiminde de anlamlı artma eğilimlerinin olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada da Ege Bölgesi için sonbahar mevsiminde sıcaklık değerlerinde artma eğilimi gözlenmiştir. Sıcaklık değerlerindeki bu artışlar bitki büyüme dönemlerini kısaltmakta, erken ekim ve erken hasat durumuna neden olabilmektedir (Bayraç ve Doğan, 2016; Türkoğlu ve ark, 2016). Ayrıca sıcaklık artışlarına paralel olarak sonbahar ve kış yağışlarında meydana gelecek anlamlı azalmalar tarımsal sulama ihtiyaçlarının artmasına buna bağlı olarak bölge ve ülkenin su kaynakları açısından gelecek yıllarda ciddi problemler yaşayabileceğine dair işaret etmektedir (Özkul, 2008; Sütgibi, 2015). Büyük Menderes Havzası'nda yürütülen bir çalışmada da artan sıcaklık eğilimleri ve azalan yağışlar neticesinde hidrolojik döngüde şiddetlenmelere yani kurak sezonların daha kuru, yağışlı sezonların ise daha yağışlı geçeceği belirtilmektedir (Durdu ve Cvetkovic, 2009).

4.2. Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testine (BOMK) göre Sıcaklık Değerlerinin Analizi

Bu bölüm aylık ortalama sıcaklık değerlerinin BOMK analizi ile mevsimlik ve yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin BOMK analizi şeklinde iki ayrı başlık halinde incelenmiştir.

4.2.1. Aylık Ortalama Sıcaklık Değerlerinin Bölgesel Ortalama Mann-Kendall (BOMK) Sıra Korelasyon Testi Sonuçları (Zsc)

Ege Bölgesi için 13 istasyona ait 1965-2015 yılları arası aylık ortalama sıcaklık verilerine Denklem 3.2.23 kullanılarak uygulanan BOMK testi sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir. Ortalama sıcaklıklarda tüm aylar için artma eğilimi olduğu belirlenmiştir. Özellikle Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarındaki artışların ise istatistiksel açıdan % 5 önem seviyesinde önemli olduğu gözlenmiştir.

Kasım, Aralık, Ocak ve Şubat aylarında ise zayıf bir artma eğilimi gözlenmekle birlikte bu artma eğilimlerinin istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Aylık Ortalama Sıcaklık Değerlerinin BOMK Testi Sonuçları (Zsc)

Bölge	Aylar											
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Ege	0.963	0.328	1.158	1.764	2.107*	3.373*	4.159*	5.431*	2.710*	1.754	0.973	0.583
	△	△	△	△	▲	▲	▲	▲	▲	△	△	△

Not: Çizelgede gösterilen (*) işaretin anlamı %5 önem düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir.

Türkiye genelinde 1968-1997 yılları arasındaki akım verilerine (Topaloğlu, 2006), 1975-2006 yılları arasındaki yağış verilerine (Özfidaner, 2007) ve 1975-2006 yılları arasındaki buharlaşma verilerine (Aydın, 2009), uygulanan BOMK testine ait sonuçlar ile bu çalışma kapsamındaki 1965-2015 yılları arasındaki sıcaklık verilerine uygulanan BOMK testi sonuçları Ege bölgesi için Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Ege Bölgesi Sıcaklık, Akım, Yağış ve Buharlaşma Verilerinin BOMK Testi Sonuçları

Aylar	Ege Bölgesi Verileri			
	Sıcaklık	Akım	Yağış	Buharlaşma
Nisan	△	▼	△	▽
Mayıs	▲	▼	▽	▽
Haziran	▲	▼	▼	△
Temmuz	▲	▼	△	△
Ağustos	▲	▼	△	△
Eylül	▲	▼	▽	▽
Ekim	△	▼	▽	▽

Ege Bölgesi'ne ait 1968-1997 yılları arasındaki aylık akımlarda 12 ayın tamamı için %5 önem seviyesinde anlamlı azalmalar gözlemlenirken; Özellikle mayıs, haziran, temmuz, ağustos ve eylül aylarında sıcaklıklardaki istatistiksel

açından önemli artmaların olduğu bu aylarda akımlarda gözlenen önemli artmalar bölgedeki su kaynaklarında önemli sorunların olacağına ve özellikle tarımsal açıdan sulamanın ileriki yıllarda zorlaşacağına işaret etmektedir (Topaloğlu, 2006a; Özkul, 2008; Okkan, 2009; Sütgibi, 2015).

Ege Bölgesi'ne ait 1968-1997 yılları arasındaki aylık toplam yağış verileri incelendiğinde, bölgede haziran aylarında yağışlarda %5 önem seviyesinde istatistiksel açıdan önemli artma eğilimleri gözlenmiştir. Aynı aylar için sıcaklıklarda da istatistiksel açıdan önemli artmaların olduğu tespit edilmiştir. Eylül ve ekim aylarında azalan yağışlar ve artan sıcaklık bitkilerin hasat döneminde uzun dönemde değişikliklere neden olacaktır. Kış yağışlarının ve erken ilkbahar yağışlarının azalması buna paralel olarak artan sıcaklıklar bitki çeşidi seçiminden, bitki gelişimine kadar pekçok tarımsal unsuru etkilemektedir. Aksi durumda yağışların artması ve sıcaklığında buna paralel olarak artması toprağın tava gelmesi geciktirdiği gibi mikroorganizmaların artmasına ve bitkilerde zararlanmaların daha fazla olmasına neden olacağı araştırmacılar tarafından ifade edilmektedir (Özfidaner, 2007; Bayraç ve Doğan, 2016). Ocak, mart, mayıs, eylül, ekim ve aralık ayları için önemsiz artmalar belirlemiştir. Ayrıca nisan, temmuz, ağustos ve kasım aylarında önemsiz azalmalar olduğu belirtilmiştir (Özfidaner, 2007).

Ege Bölgesi'ne ait 1975-2006 yılları arası aylık toplam buharlaşma değerleri incelendiğinde mayıs, haziran, temmuz ve ağustos aylarında önemsiz artışlar olduğu araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur. Bölgede mayıs, haziran, temmuz ve ağustos aylarında gözlenen önemli sıcaklık artışlarının buharlaşmadaki artışları tetiklediği düşünülmektedir. Buharlaşmada meydana gelen bu artışlar da bölgenin sulama suyu hacminin düşmesine neden olmaktadır (Aydın, 2009; Bayraç ve Doğan, 2016).

Yukarıda verilen bilgiler ışığında bölgeyi yapılan önceki çalışmalarla birlikte değerlendirdiğimizde, şubat ve haziran aylarındaki yağışlarda tespit edilen artma eğiliminin nehir akımları üzerinde olumlu bir etkisi olmamakla birlikte, akım değerlerinde ayrıca önemli azalmaların olduğu görülmektedir. Mayıs, haziran,

temmuz, ağustos aylarında ise buharlaşma değerlerinde önemsiz artışlar tespit edilirken, sıcaklık değerlerinde ise bu aylarda önemli artmaların olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda bölgede özellikle mayıs-haziran arası sıcaklık ve buharlaşmadaki artışlara paralel yağış ve akım değerlerindeki azalmalar su kaynaklarında gelecek yıllarda ciddi sorunların ortaya çıkması ve tarımsal üretimi de etkilemesi beklenmektedir (Özkul,2008). Ayrıca, herbir iklim parametresinde meydana gelecek değişim aralığının artması üretimi yapılan bitki çeşitlerinde farklılaşmalara neden olabileceği çeşitli araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir (Sütgibi, 2015). Özellikle sıcaklık ve yağış eğilimlerindeki farklılaşmalara göre gerek bölge bazlı gerekse il bazlı yeni bitkisel ürün deseni oluşturulması ihtiyacının doğabileceği belirtilmiştir (Kanber, 2008).

4.2.2. Mevsimlik ve Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerlerinin Bölgesel Ortalama Mann-Kendall (BOMK) Sıra Korelasyon Testi Sonuçları (Zsc)

Ege Bölgesi için 1965-2015 yılları arası ortalama sıcaklık verilerine Denklem 3.2.23 kullanılarak uygulanan Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir. Bölgenin mevsimlere göre sıcaklık ortalamaları incelendiğinde tüm mevsimler için sıcaklıklarda bir artma eğilimi olduğu tespit edilmiştir. Bu artma eğilimi %5 önem seviyesine göre yaz mevsimi başta olmak üzere sırasıyla sonbahar ve ilkbaharda önemli düzeyde artma eğilimindedir. Kış mevsiminine ait sıcaklık değerlerinde ise zayıf artma eğilimi olduğu fakat bu eğilimin istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı belirlenmiştir.

Yıllık ortalama sıcaklık değerinde ise %5 önem seviyesinde anlamlı bir artma eğilimi olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.5. Mevsimlik ve Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerlerinin Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi Sonuçları (Zsc)

Bölge	Dönemler				
	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Yıllık
Ege	2.344* ▲	4.828* ▲	3.154* ▲	0.539 △	4.050* ▲

Not: Çizelgede gösterilen (*) işaretin anlamı %5 önem düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir.

4.3. Sen Eğimi Sonuçları

4.3.1. Aylık Ortalama Sıcaklıkların Gidiş Miktarındaki Değişiklikler

Ege Bölgesi'ne ait 13 istasyondan temin edilen sıcaklık değerlerine uygulanan MK ve BOMK testleri ile 13 istasyonun her biri için ayrıca bölge genelindeki sıcaklık eğilimlerinin ne şekilde seyrettiği tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra Akdeniz kuşağının özelliklerini taşıyan Ege Bölgesi'ndeki 13 istasyona ait ortalama sıcaklıklardaki değişimlerin 51 yıllık süreçte ne kadar miktarda artma/azalma gösterdiğini belirlemek amacıyla Sen Eğimi yöntemi uygulanmıştır. Sen Eğimi sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Ege Bölgesi'nde bulunan 13 istasyonun Ortalama Sıcaklıklarının Sen Eğimi Sonuçları (°C/ay)

İstasyonlar	Aylar											
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Afyon	0.029	0.011	0.017	0.025	0.033	0.039	0.053	0.054	0.030	0.028	0.012	0.020
Akhisar	0.006	0.004	0.014	0.021	0.030	0.042	0.060	0.072	0.035	0.036	0.014	0.000
Aydın	0.017	0.005	0.015	0.029	0.023	0.035	0.040	0.057	0.028	0.033	0.014	0.015
Bergama	0.020	0.006	0.025	0.019	0.033	0.033	0.053	0.067	0.028	0.027	0.012	0.008
Bodrum	0.020	0.004	0.018	0.026	0.024	0.038	0.050	0.072	0.029	0.030	0.022	0.012
Çeşme	0.015	0.003	0.017	0.023	0.021	0.025	0.035	0.057	0.028	0.031	0.016	0.004
Denizli	0.032	0.024	0.029	0.037	0.048	0.058	0.081	0.092	0.057	0.050	0.032	0.030
Dikili	0.011	0.005	0.021	0.007	0.015	0.023	0.037	0.054	0.026	0.026	0.011	0.000
Kütahya	0.025	0.024	0.022	0.019	0.027	0.033	0.056	0.060	0.027	0.032	0.016	0.015
Manisa	0.000	-0.005	0.009	0.017	0.026	0.027	0.042	0.059	0.020	0.023	0.000	-0.005
Muğla	0.012	0.000	0.013	0.021	0.021	0.027	0.041	0.056	0.010	0.017	0.014	0.008
Ödemiş	0.008	-0.007	0.007	0.016	0.022	0.038	0.040	0.058	0.027	0.027	0.008	0.001
Uşak	0.022	0.012	0.008	0.020	0.029	0.033	0.050	0.055	0.025	0.022	0.012	0.012

Not: Çizelgede gösterilen (*) işaretin anlamı %5 önem düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir.



Şekil 4.5. Ege Bölgesi'ndeki 13 istasyonun yıllık sıcaklık değişim miktarları

Sen Eğimi sonuçlarının bulunduğu Çizelge 4.6 incelendiğinde, 51 yıllık kayıtlardan yola çıkarak Ocak ayı aylık sıcaklık değişikliklerinin artma yönünde en fazla olduğu istasyonlar sırasıyla Denizli (0.032 °C/ay), Afyon (0.029 °C/ay), Kütahya (0.025 °C/ay) olduğu gözlenmiştir. Bunun yanısıra Manisa istasyonuna ait sıcaklık değerlerinde Ocak ayı için herhangi bir değişiklik olmadığı tespit edilmiştir.

Şubat ayı aylık sıcaklık değerlerindeki değişikliklerin artma yönünde en fazla Denizli (0.024 °C/ay) ve Kütahya (0.024 °C/ay) istasyonlarında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Şubat ayında Manisa (-0.005 °C/ay) ve Ödemiş (-0.007 °C/ay) istasyonlarına ait sıcaklık değişikliklerinde azalma olduğu tespit edilmiştir.

Mart ayı aylık sıcaklık değişiklikleri 13 istasyonda da artma şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Sıcaklıklardaki artış miktarlarının en fazla olduğu

istasyonlar sırasıyla Denizli (0.029 °C/ay), Bergama (0.025 °C/ay), Kütahya (0.022 °C/ay) ve Dikili (0.021 °C/ay) olduğu gözlenmiştir.

Nisan ayı aylık sıcaklık değişiklikleri 13 istasyon için artma yönünde olduğu gözlenmiştir. En fazla artma miktarına sahip istasyonlar sırasıyla Denizli (0.037 °C/ay), Aydın (0.029 °C/ay), Bodrum (0.026 °C/ay) ve Afyon (0.025 °C/ay) istasyonlarına ait olduğu tespit edilmiştir.

Mayıs ayı aylık sıcaklık değişiklikleri 13 istasyonun tamamında artma yönünde olduğu gözlenmiştir. Sıcaklıklardaki artış miktarlarının en fazla olduğu istasyonlar Denizli (0.048 °C/ay), Bergama (0.033 °C/ay), Afyon (0.033 °C/ay), Akhisar (0.030 °C/ay) ve Uşak (0.029 °C/ay) olarak tespit edilmiştir.

Haziran ayı aylık sıcaklık değişiklikleri diğer 3 ayda olduğu gibi bölgedeki 13 istasyonun tamamında artma yönünde olduğu belirlenmiştir. Bu artışların en fazla olduğu istasyonlar Denizli (0.058 °C/ay), Akhisar (0.042 °C/ay), Afyon (0.039 °C/ay), Bodrum (0.038 °C/ay) ve Ödemiş (0.038 °C/ay) olduğu gözlenmiştir.

Temmuz ve Ağustos ayları diğer 11 aya göre sıcaklık değişikliklerinin tüm istasyonlarda en fazla miktarda yaşandığı aylar olarak belirlenmiştir. Temmuz ayında sıcaklıklardaki en fazla artma miktarı Denizli (0.081°C/ay), Akhisar (0.060°C/ay) ve Kütahya (0.056°C/ay) istasyonlarında gözlenirken; Ağustos ayında bu artış miktarı aynı istasyonlar için sırasıyla 0.092 °C/ay, 0.072°C/ay ve 0.060°C/ay'a ulaşmıştır.

Eylül ve Ekim aylarında sıcaklıklardaki değişikliklerin artma yönünde olduğu gözlenmiştir. Bu artmalar Eylül ve Ekim ayı için 13 istasyonun 12'sinde 0.020-0.033°C/ay aralığında değiştiği belirlenmiştir. Sadece Denizli istasyonunda bu değerlerden saparak Eylül ayında 0.057°C/ay 'lık, Ekim ayında ise 0.050°C/ay'lık bir artış olduğu tespit edilmiştir.

Kasım ayı aylık sıcaklık değişiklikleri incelendiğinde sıcaklıklarda 12 istasyonda artış olduğu gözlenirken, Manisa istasyonuna ait sıcaklık değerlerinde bu ay için herhangi bir değişiklik olmadığı tespit edilmiştir. Kasım ayında aylık

sıcaklık değişikliğinin en fazla olduğu istasyonlar Denizli (0.032°C/ay) ve Bodrum (0.022°C/ay) olduğu belirlenmiştir. Diğer 11 istasyonun sıcaklıklarındaki değişiklik miktarı 0.008-0.016°C/ay arasında olduğu tespit edilmiştir.

Aralık ayı aylık sıcaklık değişiklikleri incelendiğinde sıcaklıklarda 1 istasyonda (Manisa, -0.005°C/ay) azalma, 1 istasyonda (Akhisar) herhangi bir değişiklik olmadığı tespit edilmiştir. Diğer 11 istasyonun sıcaklık değerlerinde artış olduğu gözlenmiştir. Sıcaklıklardaki artış miktarının en fazla olduğu istasyonların Denizli (0.030°C/ay) ve Afyon (0.020°C/ay) olduğu tespit edilmiştir.

Sen Eğimi sonuçları incelediğinde, bu sonuçlar ile aylık ortalama MK testi sonuçlarının benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. MK testi sonuçlarında Temmuz, Ağustos aylarında 13 istasyonun tamamında meydana gelen artma eğilimi, Sen eğimi sonuçlarında da ortalama sıcaklıklarda artışların en fazla miktarda olduğu aylar olarak tespit edilmiştir.

Araştırmaların işaret ettiği üzere iklim değişikliği nedeniyle Türkiye'nin de içinde bulunduğu Güney Avrupa ve Akdeniz kuşağında 2090'lı yıllarla birlikte ortalama sıcaklıklarda 3.0-3.5°C'ye varacak artışlar öngörülmektedir (Houghton ve ark., 2001; Christensen ve ark., 2007; Okkan ve Serbeş, 2014). Bu bağlamda, 51 yıllık kayıtlardan yola çıkarak elde edilen aylık sıcaklıklardaki değişiklik miktarları kullanılarak 2090 yılında Ege Bölgesi'ndeki sıcaklıklarda ne miktarda bir değişiklik olacağına dair öngörü Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Ege Bölgesi'nde bulunan 13 istasyon için 2090 yılı itibariyle oluşabilecek sıcaklıklardaki değişiklik miktarları (°C /75 yıl)

İstasyonlar	Aylar											
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Afyon	2.175	0.825	1.275	1.875	2.475	2.925	3.975	4.050	2.250	2.100	0.900	1.500
Akhisar	0.450	0.300	1.050	1.575	2.250	3.150	4.500	5.400	2.625	2.700	1.050	0.000
Aydın	1.275	0.375	1.125	2.175	1.725	2.625	3.000	4.275	2.100	2.475	1.050	1.125
Bergama	1.500	0.450	1.875	1.425	2.475	2.475	3.975	5.025	2.100	2.025	0.900	0.600
Bodrum	1.500	0.300	1.35	1.950	1.800	2.850	3.750	5.400	2.175	2.250	1.650	0.900
Çeşme	1.125	0.225	1.275	1.725	1.575	1.875	2.625	4.275	2.100	2.325	1.200	0.300
Denizli	2.400	1.800	2.175	2.775	3.600	4.350	6.075	6.900	4.275	3.750	2.400	2.250
Dikili	0.825	0.375	1.575	0.525	1.125	1.725	2.775	4.050	1.950	1.950	0.825	0.000
Kütahya	1.875	1.800	1.650	1.425	2.025	2.475	4.200	4.500	2.025	2.400	1.200	1.125
Manisa	0.000	-0.375	0.675	1.275	1.950	2.025	3.150	4.425	1.500	1.725	0.000	-0.375
Muğla	0.900	0.00	0.975	1.575	1.575	2.025	3.075	4.200	0.750	1.275	1.050	0.600
Ödemiş	0.600	-0.525	0.525	1.200	1.650	2.850	3.000	4.350	2.025	2.025	0.600	0.075
Uşak	1.650	0.900	0.600	1.500	2.175	2.475	3.750	4.125	1.875	1.650	0.900	0.900

Ege Bölgesi'nde bulunan 13 istasyonun 2090 yılı için tahmin edilen sıcaklık değişiklikleri incelendiğinde Ocak ayı için en fazla sıcaklık değişikliğinin Denizli (2.400°C), Afyon (2.175°C) ve Kütahya (1.875°C) istasyonlarında olacağı beklenmektedir. Şubat ayı için en fazla sıcaklık değişikliğinin Denizli (1.800°C) ve Kütahya (1.800°C) istasyonlarında olacağı öngörülmektedir. Mart ayında ise en fazla sıcaklık değişikliğinin Denizli (2.175°C), Bergama (1.875°C), Kütahya (1.650°C) ve Dikili (1.575°C) istasyonlarında olacağı beklenmektedir.

Nisan ayı için en fazla sıcaklık değişikliğinin Denizli (2.775°C), Aydın (2.175°C), Bodrum (1.950°C), Afyon (1.875°C) ve Çeşme (1.725°C) istasyonlarında olacağı öngörülmektedir. Mayıs ayı için en fazla sıcaklık değişikliğinin Denizli (3.600°C), Afyon (2.475°C), Bergama (2.475°C), Akhisar (2.250°C), Uşak (2.175°C), Kütahya (2.025°C) ve Manisa (1.950°C) istasyonlarında olacağı beklenmektedir. Haziran ayı için en fazla sıcaklık değişikliğinin Denizli (4.350°C) istasyonunda olacağı beklenirken diğer istasyonlar için sıcaklık değişiklikleri 1.875-2.850°C arasında olacağı öngörülmektedir.

Temmuz ayında meydana gelmesi öngörülen sıcaklık değişiklikleri en fazla Denizli (6.075°C), Akhisar (4.500°C) ve Kütahya (4.200°C) istasyonlarında beklenmektedir. Ağustos ayı için en fazla sıcaklık değişikliğinin Denizli (6.900°C), Akhisar (5.400°C), Bodrum (5.400°C) ve Bergama (5.025°C) istasyonlarında olacağı öngörülmektedir.

Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında diğer 12 istasyondan sapma göstererek en fazla sıcaklık değişikliğinin Denizli (4.275°C, 3.750°C, 2.400°C, 2.250°C) istasyonunda meydana geleceği beklenmektedir.

Öngörülen sonuçlara göre 2090 yılındaki sıcaklık değişikliklerine bakıldığında 12 ay boyunca en fazla değişikliğin Denizli istasyonunda meydana gelmesi beklenmektedir.

4.3.2. Mevsimlik ve Yıllık Ortalama Sıcaklıkların Gidiş Miktarındaki Değişiklikler

Ege Bölgesi'ndeki 13 istasyona ait Mevsimlik ve yıllık ortalama sıcaklıklardaki değişimlerin 51 yıllık süreçte ne kadar miktarda artma/ azalma gösterdiğini belirlemek amacıyla Denklem 3.2.11 kullanılarak uygulanan Sen Eğimi sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Ege Bölgesi'nde bulunan 13 istasyonun Mevsimlik ve Yıllık Ortalama Sıcaklıklarının Sen Eğimi Sonuçları

Dönemler İstasyonlar	İlkbahar (°C/y)	Yaz (°C/y)	Sonbahar (°C/y)	Kış (°C/y)	Yıllık (°C/y)
Afyon	0.0244	0.0491	0.0238	0.0046	0.0314
Akhisar	0.0222	0.0540	0.0273	0.0010	0.0298
Aydın	0.0227	0.0389	0.0288	0.0012	0.0255
Bergama	0.0229	0.0481	0.0250	0.0024	0.0286
Bodrum	0.0194	0.0505	0.0309	0.0025	0.0263
Çeşme	0.0190	0.0345	0.0238	0.0007	0.0208
Denizli	0.0359	0.0727	0.0481	0.0060	0.0455
Dikili	0.0143	0.0357	0.0222	0.0013	0.0204
Kütahya	0.0214	0.0491	0.0272	0.0033	0.0299
Manisa	0.0143	0.0444	0.0111	-0.0024	0.0175
Muğla	0.0163	0.0377	0.0131	0.0009	0.0183
Ödemiş	0.0126	0.0430	0.0192	-0.0007	0.0205
Uşak	0.0167	0.0471	0.0213	0.0026	0.0244

Mevsimlik ortalama sıcaklık değerlerindeki değişiklikleri incelediğimizde ilkbahar mevsiminde en fazla değişiklik (artış) Denizli ($0.0359^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$) ve Afyon ($0.0244^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$) istasyonlarında meydana geldiği gözlenmiştir. Macana (2014), Büyük Menderes Havzasındaki 8 istasyona ait 1970-2011 yılları arasındaki ortalama sıcaklıklardan yararlanarak mevsimlik değerleri incelediği çalışmasında İlkbahara ait eğim değerlerinde en yüksek artışın, sırasıyla, Denizli’de ($0.032^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$), Sultanhisar’da ($0.026^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$) ve Yatağan ile Aydın’da ($0.017^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$) olduğunu belirtmiştir. Yaz mevsimi incelendiğinde ise, Ege Bölgesi’ne ait 13 istasyondan en fazla artış Denizli ($0.0727^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$), Akhisar ($0.0540^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$), Bodrum ($0.0505^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$), Afyon ($0.0491^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$) ve Kütahya ($0.0491^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$)’da tespit edilmiştir. Macana (2014), Yaza ait eğim değerleri incelendiğinde en fazla artışın Denizli’de ($0.077^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$) gözlendiği, onu sırasıyla Sultanhisar ($0.063^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$), Yatağan’ın ($0.057^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$) izlediği saptanmıştır. Ege Bölgesi Kış mevsimi için sıcaklık değişikliği incelendiğinde artışların en fazla Denizli ($0.0060^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$) ve Afyon ($0.0046^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$)’da olduğu tahmin edilmiştir. Macana (2014), Büyük Menderes havzasında 8 istasyonun 1970-2011 yıllarının ortalama sıcaklık değerlerindeki mevsimlik artışlarını incelediğinde; kış mevsiminde en fazla artışın Denizli’de ($0.039^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$) olduğu ve onu Sultanhisar ($0.026^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$) ve Aydın’ın ($0.025^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$) izlediği görülmektedir. Ege Bölgesi Sonbahar mevsimi için sıcaklık değişikliği incelendiğinde artışların en fazla Denizli ($0.0481^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$) ve Bodrum ($0.0309^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$) istasyonlarında gözlenmiştir. Macana (2014), Sonbahara ait sen eğim değerlerini ele alındığında, artışın en fazla Denizli’de ($0.054^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$), onu Aydın ($0.035^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$) ve Sultanhisar ile Yatağan’ın ($0.030^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$) izlediğini tespit etmiştir. Yıllık ortalama sıcaklıklardaki artış miktarının, daha çok yaz aylarındaki artışlardan kaynaklandığı göze çarpmaktadır. Eğim değerleri göz önüne alındığında en yüksek sıcaklık artışının Denizli istasyonunda ($0.050^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$) olduğu, onu Sultanhisar ($0.036^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$) ve Yatağan ($0.032^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$) istasyonlarının izlediği görülmektedir.

Yıllık ortalama sıcaklıklarda en fazla artış miktarı sırasıyla Denizli (0.0455°C/yıl) ve Afyon (0.0314°C/yıl) istasyonlarında gözlenmiştir. 13 istasyonun yıllık sıcaklık değişimlerinin ortalamasının 51 yıllık dönemde kaç derecelik bir artış olduğunu hesapladığımızda 13 istasyonun yıllık ortalama sıcaklık artışlarının ortalaması 0.0261°C/yıl olarak hesaplanmıştır. Bu da 51 yıllık dönemde bölge için 1.3295°C/yıl artış oluşturacağına işaret etmektedir. Türkoğlu (2016) tarafından Türkiye’de iklim değişikliğinin elma, kiraz ve buğdayın fenolojik dönemlerine etkileri incelemek için 1971-2012 yıllarına ait Türkiye’deki 130 istasyonun ortalama sıcaklık verilerine uygulanan Sen eğimi ve MK testi sonucunda; 42 yıllık dönemde yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde 1.3°C/yıl artış olduğunu tespit etmişlerdir. Bu artış miktarının küresel sıcaklıklardaki artışla paralelik gösterdiğini ifade etmişlerdir (Türkoğlu ve ark, 2016; Şensoy ve ark, 2007). Ayrıca Türkoğlu (2016), Türkiye geneli için yapmış olduğu çalışma sonuçları ile Ege Bölgesinde bulunan 13 istasyondan elde edilen sonuçlar benzerlik göstermektedir.

4.4. Bölgesel Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi Sonuçlarına Herbir İstasyonun Etkisi

4.4.1. İstasyon Eksiltme Uygulanmış BOMK Testi Sonuçları

Ege Bölgesi’nde bulunan 13 istasyondan yararlanarak bölgenin uzun yıllık sıcaklık eğilimlerini tespit etmek amacıyla uyguladığımız BOMK testi sonuçlarına, her bir istasyonun etkisinin ne oranda olduğunu ortaya koymak için istasyonlarda sırasıyla eksiltmeye gidilmiştir. Çizelge 4.9’da sırasıyla istasyonlar eksiltme yapıldıktan sonraki BOMK (Z_{sc}) değerleri ve Çizelge 4.10’de ise istasyonların bu değere etki oranları gösterilmektedir.

Çizelge 4.9. Eksiltme Yapılmış Aylık BOMK (Zsc) Sonuçları

	Aylar											
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Ege Böl.	0.963	0.328	1.158	1.764	2.107*	3.373*	4.159*	5.431*	2.710*	1.754	0.973	0.583
Afyon	0.938	0.310	1.163	1.754	2.021*	3.109*	3.954*	5.259*	2.689*	1.778	0.991	0.556
Akhisar	1.022	0.337	1.204	1.838	2.165*	3.357*	4.145*	5.410*	2.803*	1.802	1.003	0.618
Aydın	0.958	0.331	1.155	1.697	2.137*	3.325*	3.970*	5.207*	2.670*	1.742	0.955	0.559
Bergama	0.948	0.327	1.105	1.790	2.054*	3.231*	3.974*	5.100*	2.676*	1.745	0.988	0.586
Bodrum	0.928	0.337	1.129	1.696	2.095*	3.200*	3.979*	5.178*	2.608*	1.710	0.929	0.555
Çeşme	0.960	0.337	1.138	1.670	2.098*	3.270*	3.954*	5.166*	2.605*	1.719	0.965	0.611
Denizli	0.898	0.256	1.102	1.692	2.004*	3.200*	3.865*	5.065*	2.538*	1.674	0.879	0.499
Dikili	0.976	0.333	1.130	1.847	2.154*	3.289*	3.938*	5.206*	2.636*	1.758	0.985	0.626
Kütahya	0.930	0.274	1.151	1.814	2.071*	3.243*	3.973*	5.207*	2.702*	1.755	0.965	0.583
Manisa	1.052	0.382	1.196	1.824	2.113*	3.294*	4.012*	5.201*	2.782*	1.795	1.065	0.656
Muğla	0.963	0.353	1.179	1.768	2.149*	3.372*	4.048*	5.170*	2.810*	1.805	0.967	0.580
Ödemiş	1.009	0.384	1.198	1.782	2.112*	3.186*	4.082*	5.234*	2.732*	1.744	0.994	0.617
Uşak	0.943	0.307	1.208	1.782	2.101*	3.256*	3.980*	5.200*	2.764*	1.782	0.987	0.555

Not: Çizelgede gösterilen (*) işaretin anlamı %5 önem düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir.

Çizelge 4.9’da daha önce 13 istasyon kullanılarak elde edilen BOMK sonuçları (Çizelge 4.3’te) verilmiş olup ayrıca herbir istasyon çıkarıldığında geriye kalan 12 istasyon için elde edilen BOMK sonuçları da çıkarılan istasyonların hizalarına yazılmıştır. Bu bağlamda, 13 istasyonu dikkate alarak elde ettiğimiz BOMK sonuçlarının istatistiksel açıdan önemli bulunduğu Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları istasyon eksiltme yapıldığında da önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.10’da istasyonların BOMK sonuçlarını etkileme oranları verilmiştir. Buna göre, Ocak ayı için BOMK testi sonuçlarını en çok etkileyen istasyonun % -9.242 oranı ile Manisa olduğu belirlenmiştir. (-) işareti Manisa istasyonunun bölgesel sıcaklık sonucunu azaltma yönünde bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.10. Eksiltilmiş istasyonların BOMK (Zsc) Sonuçlarına Etki Oranı (%)

İstasyon.	Aylar											
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Afyon	2.596	5.806	-0.432	0.603	4.078	7.844	4.946	3.164	0.776	-1.367	-1.793	4.631
Akhisar	-6.127	-2.744	-3.972	-4.202	-2.743	0.491	0.334	0.400	-3.459	-2.726	-3.035	-6.003
Aydın	0.519	-0.915	0.251	3.824	-1.407	1.420	4.557	4.124	1.455	0.682	1.834	4.117
Bergama	1.558	0.305	4.537	-1.468	2.534	4.222	4.461	6.097	1.231	0.506	-1.500	-0.515
Bodrum	3.634	-2.744	2.525	3.845	0.571	5.135	4.336	4.664	3.731	2.493	4.555	4.803
Çeşme	0.312	-2.744	1.727	5.357	0.449	3.065	4.931	4.886	3.875	2.005	0.870	-4.803
Denizli	6.750	21.951	4.804	4.119	4.876	5.135	7.068	6.741	6.317	4.564	9.689	14.408
Dikili	-1.350	-1.524	2.451	-4.699	-2.204	2.491	5.314	4.148	2.697	-0.247	-1.189	-7.376
Kütahya	3.427	16.463	0.604	-2.845	1.699	3.868	4.487	4.131	0.283	-0.056	0.840	0.000
Manisa	-9.242	-16.463	-3.311	-3.415	-0.292	2.359	3.545	4.249	-2.667	-2.336	-9.474	12.521
Muğla	0.000	-7.622	-1.804	-0.241	-1.972	0.049	2.682	4.807	-3.698	-2.917	0.665	0.515
Ödemiş	-4.777	-17.073	-3.467	-1.025	-0.225	5.563	1.855	3.634	-0.842	0.579	-2.169	-5.832
Uşak	2.077	6.402	-4.306	-1.003	0.302	3.469	4.300	4.264	-2.019	-1.636	-1.379	4.803

Şubat ayındaki eksiltmelerde ise BOMK sonuçları üzerinde en fazla etkiyi %21.951 oranı ile Denizli istasyonunun sahip olduğu tespit edilmiştir. 13 istasyonun tamamı BOMK testine tabi tutulduğunda çıkan Zsc değeri 0.328 iken Denizli istasyonu çıkarıldığında yeni Zsc değeri 0.256 olarak belirlenmiştir. Bu durumda Denizli istasyonunun Bölgesel sıcaklık eğilim sonuçlarını artırma yönünde bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Denizli istasyonundan sonra Şubat ayı eksiltmelerinde BOMK sonuçlarını en çok etkileyen diğer istasyonlar sırasıyla Kütahya (%16.463), Manisa (%-16.463), Ödemiş (%-17.073) ve Muğla (%-7.622) istasyonlarıdır. Bu aya ait sonuçları Kütahya artırma yönünde etkilerken; Manisa ve Ödemiş istasyonlarının yaklaşık olarak benzer oranda bölgesel sonuçları azaltma yönünde etkiledikleri gözlenmiştir.

Mart ayındaki eksiltmelerde BOMK sonuçlarını en çok etkileyen istasyonlar sırasıyla Denizli (%4.804), Bergama (%4.537) ve Uşak (%-4.306)

istasyonları olduğu tespit edilmiştir. Denizli ve Bergama'nın BOMK sonuçlarını artırma yönünde etkilediği gözlenirken; Uşak istasyonunun sonuçları azaltma yönünde etki ettiği belirlenmiştir.

Nisan ayı sonuçlarını en çok etkileyen istasyonlar ise sırasıyla Çeşme (%5.357), Denizli (%4.119), Akhisar (%-4.202) ve Dikili (%-4.699) olduğu belirlenmiştir. Çeşme ve Denizli istasyonları BOMK sonuçlarını artırma yönünde etkilediği, Akhisar ve Dikilinin ise sonuçları azaltma yönünde etkilediği tespit edilmiştir.

Mayıs ayı eksiltme sonuçlarını, Afyon (%4.078) ve Denizli (%4.876) istasyonlarının diğer istasyonlara oranla daha fazla etkilediği belirlenmiştir. Mayıs ayı için bu iki istasyon da BOMK sonuçlarını artırma yönünde etkilediği tespit edilmiştir. Akhisar (%-2.743) ve Dikili (%-2.204) istasyonlarının ise BOMK sonuçlarını azaltma yönünde etkilediği gözlenmiştir.

Haziran ayına ait istasyon eksiltmenin BOMK sonuçlarını etkileme oranları incelendiğinde tüm istasyonların oranlarında farklılıklar olsa da BOMK sonuçlarını artırma yönünde etkilediği gözlenmiştir. En az arttırma etkisini Muğla (%0.049) istasyonuna ait olduğu tespit edilirken; Sıcaklıkları en fazla arttırma oranının sırasıyla Afyon (%7.844), Ödemiş (%5.563), Çeşme (%5.135) ve Denizli (%5.135) istasyonlarına ait olduğu belirlenmiştir.

Temmuz ayı istasyon eksiltme sonuçları incelendiğinde BOMK sonuçlarını en fazla etkileme oranı Denizli (%7.068) istasyonu olduğu belirlenmiştir. Diğer 12 istasyondan Akhisar (%0.334) ve Ödemiş (%1.855) hariç hepsinin etkileme oranlarının yakın olduğu tespit edilmiştir.

Ağustos ayındaki eksiltme oranları incelendiğinde 13 istasyonunda BOMK sonuçlarını arttırma yönünde etki ettiği gözlenmiştir. Etki oranları incelendiğinde arttırma etkisinin en fazla Denizli (%6.741) ve Bergama (%6.097) istasyonlarına ait olduğu tespit edilmiştir.

Eylül ayına ait eksiltmenin etki oranları incelendiğinde 13 istasyondan 5'inin (Akhisar, Manisa, Muğla, Ödemiş, Uşak) bölgesel sıcaklık sonuçlarını azaltma yönünde etkilediği belirlenmiştir. Azaltma yönünde en fazla etkinin Akhisar

(%-3.459) istasyonunda olduğu gözlenirken; Diğer 8 istasyondaki bölgesel sonuçları arttırma yönündeki etki ise en fazla Denizli (%6.317) istasyonunda olduğu tespit edilmiştir.

Ekim ayı eksiltme sonuçları incelendiğinde 13 istasyondan 7'sinin bölgesel sıcaklık sonuçlarını azaltma yönünde etkilediği belirlenmiştir. Diğer 5 istasyonun sonuçları arttırma yönünde etkilediği gözlenirken; etkileme oranı bakımından Denizli (%4.564) istasyonunun bölgesel sonuçları en fazla etkileyen istasyon olduğu tespit edilmiştir.

Kasım ayı istasyon eksiltme sonuçlarını arttırma yönünde en fazla Denizli (%9.689) istasyonu olduğu gözlenirken; Azaltma yönünde en fazla Manisa

(%-9.474) istasyonunun etkilediği tespit edilmiştir.

Aralık ayı eksiltme sonuçlarının bölgesel sıcaklıklara etkisi incelendiğinde, arttırma yönünde en fazla Denizli (%14.408) istasyonun; Azaltma yönünde ise en fazla Manisa (%-12.521), Dikili (%-7.376), Akhisar (%-6.003), Ödemiş (%-5.832) istasyonlarının etkilediği tespit edilmiştir.

12 ay için genel olarak bakıldığında BOMK testi sonuçları üzerinde Bodrum, Denizli, Akhisar, Ödemiş ve Manisa istasyonlarının etkisinin fazla olduğu gözlenmiştir. Denizli istasyonu bölgesel sıcaklık sonuçlarını 12 ay boyunca arttırma yönünde etkilerken; Akhisar ve Ödemiş istasyonları ise Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları haricinde 9 ay boyunca uygulanan eksiltmelerde bölgesel sıcaklık sonuçlarını azaltma yönünde etkilediği tespit edilmiştir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Mann-Kendal Sıra Korelasyon Testi (MK) Sonuçları

Ege Bölgesi'nde yer alan 13 istasyonun 1965-2015 yılları arası aylık ortalama sıcaklık verilerine uygulanan Mann-Kendall Sıra Korelasyon testi (MK) sonuçlarına göre, Aylık ortalama sıcaklık değerlerinde istasyonların büyük çoğunluğunda artma eğilimi olduğu tespit edilmiştir. 13 istasyonun tamamında Temmuz ve Ağustos aylarında istatistiksel açıdan anlamlı artmalar gözlenmiştir. Nisan'dan Ekim'e kadar olan aralıkta istasyonların büyük çoğunluğunda istatistiksel açıdan anlamlı artmaların olduğu tespit edilmiştir. İklim üzerindeki uzun süreçler sonucu meydana gelen değişiklikler sadece belli bir parametrede farklılaşma yaratmamaktadır. Hidrolojik süreçlere katkısı olan yağış, buharlaşma, akım vb. parametreleri de etkisini altına almaktadır. Bu durum doğrudan ya da dolaylı olarak doğal kaynakları (su vb.) ve tarımı da etkilemektedir. Daha önceki çalışmalar ışığında Ege bölgesine ait ortalama sıcaklık değerlerindeki anlamlı artışların bölgenin hem önemli bir tarım potansiyeline hem de sanayi potansiyeline sahip olmasından dolayı nüfus baskısı altında olduğu düşünülmektedir.

5.2. Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon Testi (BOMK) Sonuçları

Ege Bölgesi'ndeki 13 istasyonun ortalama sıcaklık verilerine uyguladığımız BOMK testi sonucunda bölgede Mayıs-Eylül arası ortalama sıcaklık değerleri ile yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde istatistiksel açıdan anlamlı artma eğilimlerinin olduğu gözlenmiştir. Ayrıca bölgede 4 mevsimde de sıcaklıklarda artma eğilimi söz konusu iken sadece Kış sıcaklıklarındaki artış eğilimleri istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır.

Ege Bölgesi'nde görüldüğü gibi dünya genelinde sıcaklıktaki artış buharlaşmayı hızlandırmakta ve bu durum da, sulama suyu hacminin düşmesine

neden olmaktadır. Buna karşın buharlaşmanın artması yeryüzünde daha nemli bir havanın hakim olacağını ve buna bağlı olarak yağışlarda artış gözlenebileceğini işaret etmektedir. İklim üzerinde meydana gelebilecek bu değişiklikler yarı kurak bölgelerin kurak bölgelere dönüşmesi neticesinde tarımı ve dolayısıyla üreticiyi olumsuz yönde etkileyecek, bazı üreticiler yeni mevsimsel özelliklere göre ürünlerini değiştirmek zorunda kalabileceklerdir.

Tüm bu bilgiler ışığında bölgedeki sıcaklıklara paralel meydana gelen buharlaşma değerlerindeki artışlar ve akım değerlerindeki azalma eğilimi sonucu yakın gelecekte yağış rejimlerinde düzensizliklerin oluşabileceğini bununla birlikte bölgenin su kaynakları ve tarımsal açısından yukarıda bahsedildiği gibi sorunlar yaşayabileceği düşünülmektedir.

5.3. Sen Eğimi Sonuçları

Ege Bölgesi'ndeki 13 istasyona ait Mevsimlik ve yıllık ortalama sıcaklıklardaki değişimlerin 51 yıllık süreçte ne kadar miktarda artma/ azalma gösterdiğini belirlemek amacıyla Sen eğimi yöntemi uygulanmıştır. Sen eğimi sonuçlarına göre Denizli istasyonu 12 ayın tamamında sıcaklık artışlarının en fazla olduğu istasyon olarak belirlenmiştir. Aylık en fazla sıcaklık artışı Ağustos ayında ($0.0923^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$) ve Temmuz ayında ($0.0806^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$) Denizli istasyonunda gözlenmiştir. Özellikle Denizli istasyonunda sıcaklık artışlarının bu kadar fazla olmasının sebebi olarak son yıllarda hızla gelişen Denizli'deki sanayinin oluşturduğu sera gazı birikiminin ve şehirleşme potansiyelinin olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından da düşünülmektedir

Mevsimlik ortalama sıcaklıklarda tüm istasyonlarda yaz mevsiminde en fazla artış miktarı gözlenmiştir. Yaz mevsiminden sonra en fazla sıcaklık artışının ilkbahar mevsiminde olduğu tespit edilmiştir. Yıllık ortalama sıcaklık artışına baktığımızda ise 1965-2015 dönemi için $1.329^{\circ}\text{C}/\text{yıl}$ olduğu belirlenmiştir.

Tarımsal açıdan baktığımızda, sıcaklıklarda gözlenen bu artışlar, bitkilerde terleme yoluyla su kaybının artmasına sebep olabilecektir. Sıcaklık artışıyla oluşacak terleme sonucu bitkilerden kaybolan su yağışlarla karşılanamazsa sulama ihtiyacı bölge için daha da artacaktır. Bölgede, su kaynaklarının artan talebi yeterince karşılayamaması sonucu bölge ciddi su sorunları ile karşı karşıya kalabilecektir.

5.4. İstasyon Eksiltme ile Bölgesel Ortalama Mann-Kendall Sıra Korelasyon

Testi Sonuçları

Çalışmada kullanılan 13 istasyonun her birinin, bölge genelindeki sıcaklık eğilimlerinin seyri hakkında bilgi veren BOMK testini ne şekilde etkilediğini belirlemek amacıyla sırasıyla istasyon eksiltme uygulanmıştır. Eksiltmeler sonucunda, Denizli'nin sıcaklıkları artırma yönündeki oranı diğer 12 istasyon içinde en fazla olan istasyon olarak belirlenmiştir. Bu artırma oranları ayrıca 12 ay boyunca en yüksek yine Denizli istasyonuna ait olduğu tespit edilmiştir. Ödemiş ve akhisar istasyonlarının ise 9 ay süresine sıcaklıkları azaltma yönünde bir etki oranına sahip oldukları belirlenmiştir.



KAYNAKLAR

- Altın, B. T., Barak, B., 2012. Seyhan Havzasında 1970-2009 Yılları Arasında Yağış ve Havza Sıcaklığı Değerlerindeki Değişimler ve Eğilimler. Türk Coğrafya Dergisi, 58 , 21-34.
- Arora, M., Goel, N.K., Singh, P., 2005. Evaluation of Temperature Trends over India. Hydrological Sciences- Journal-des Sciences Hydrologiques 50 (1): 81-93.
- Aydın, F., 2009. Türkiye Buharlaştırma Verilerinin Bölgesel Ortalama Gidiş Analizi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Başar, A., Oktay, E., 2000. Uygulamalı İstatistik 2. Aktif Yayınevi 2. Baskı, Erzurum.
- Bayraç, H. N., Doğan, E., 2016. Türkiye’de İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü Üzerine Etkileri, ESOGÜ İİBF Dergisi, Cilt: 11, Sayı: 1, Nisan , Sayfa: 23-48.
- Büyük Menderes Havza Atlası, 2012. Yaşayan Nehirler Yaşayan Ege Projesi, S Basım Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.
- Christensen, J. H., Hewitson, B., Busuioc, A., Chen, A., Gao, X., Held, R., Jones, R., Kolli, R.K., Kwon, W.K., Laprise, R., Magana Rueda, V., Mearns, L., Menendez, C.G., Raisanen, J., Rinke, A., Sarr, A., Whetton, P., Arritt, R., Benestad, R., Beniston, M., Bromwich, D., Caya, D., Comiso, J., de Elia, R., Dethloff, K., 2007. Regional Climate Projections, Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, University Press, Cambridge, Chapter 11.

- del Rio, S., Cano-Ortiz, A., Herrero, L., Penas, A., 2012. Recent Trends in Mean Maximum and Minimum Air Temperatures over Spain (1961-2006). *Theor. Appl. Climatol.* 109: 605-626.
- Demir, İ., Kılıç, G., Coşkun, M. 2008. PRECIS Bölgesel İklim Modeli ile Türkiye İçin İklim Öngörülleri: HadAMP3 SRES A2 Senaryosu, IV. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 365-373. İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Demircan M., Arabacı H., Bölük E., Akçakaya A. ve Ekici M., 2013. İklim normalleri: üç sıcaklık normalinin ilişkileri ve uzamsal dağılımları. III. Türkiye İklim Değişikliği Konferansı, İTÜ.
- Douglas, E. M., Vogel, R. M. ve Kroll, C. N. 2000. Trends in Floods and Low Flows in United States: Impact of Spatial Correlation. *J. Hydrol.*, 240, 90-105.
- Domores, M. and El-Tantawi, A, 2005. Recent temporal and spatial temperature changes in Egypt. *International Journal of Climatology*, 25 (1): 51-63.
- Durdu, Ö.F. and Cvetkovic, V. 2009. Modeling water and nutrients fluxes in the Büyük Menderes Drainage Basin, Turkey. *Water Science & Technology*, 59: 531-541.
- Erlat, E, 1999. İzmir’de Maksimum Sıcaklıklar ve Sıcak Dalgaları. *Ege Coğrafya Dergisi* 10: 195-218.
- Erlat, E., Yavaşlı, D, 2011. Ege Bölgesi’nde Sıcaklık Ekstremlerinde Gözlenen Değişim ve Eğilimlerinin Değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi* Cilt: 3, Sayı: 1: 25-37.
- FAO, 1973. A framework for land evaluation. Draft edition. AGL/MISC/73/14. FAO, Rome.
- Hansen, J., Ruedy, R., Sato, M., Lo, K, 2010. Global Surface Temperature Change. *Rev. Geophys.*, 48, RG4004, DOI: 10.1029/2010RG000345.
- Helsel, D.R., and Hirsch, R.M, 1997. *Statistical methods in water resources*: New York, Elsevier Science Publishing Co., Inc., 529 p.

- IPCC, 2001. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- IPCC,2007. Climate Change 2007 : Impacts , Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Kadıoğlu, M, 1997. Trends Surface Air Temperature Data Over Turkey, International Journal of Climatology, 17, 511-520.
- Kanber, R., Kapur, B., Tekin, S, 2007. İklim Değişiminin Tarımsal Üretim Sistemleri Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesine Yönelik Yeni Bir Yaklaşım: ICCAP Projesi Adana,Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü.
- Kapur, B., Kanber, R., Ünlü, M, 2008. Aşağı Seyhan Ovasında İklim Değerikliği ve Buğday, Mısır ve Pamuk Üretimi Üzerine Etkileri. Çevre ve Orman Bakanlığı DSİ 4. Bölge Müdürlüğü, Sulama-Drenaj Konferansı Bildiriler Kitabı: 157-172, Adana.
- Karabulut, M, 2012. Doğu Akdeniz’de Ekstrem Maksimum ve Minimum Sıcaklıkların Trend Analizi. I. Ulusal Akdeniz Çevre ve Orman Sempozyumu, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.
- Luis,M.,Cufar,K.,Saz,A.M.,Longares, A. L., Ceglar, A., Bogataj, K. L, 2012. Trends in seasonal precipitation and temperature in Slovenia during 1951-2007. Reg. Environ. Change 14:1801-1810 – DOI 10.1007/s10113-012-0365-7.
- Macana, E, 2014. Büyük Menderes Havzasında Ortalama, Maksimum ve Minimum Sıcaklıklarda 1970 Sonrasında Gözlenen Eğilimler. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.

- Macana, E., Yeşilırmak, E., 2015. Büyük Menderes Havzasında Ortalama, Maksimum ve Minimum Sıcaklık Eğilimleri. Adnan Menderes Ün. Ziraat Fak. Dergisi. 12(1): 73-80.
- Marofi, S., Soleymani, S., Salarijazi, M. and Marofi, H., 2012. Watershed-wide trend analysis of temperature characteristics in Karun-Dez watershed, southwestern Iran. Theoretical and Applied Climatology, 110, 1-2, 311-320.
- Oğuz, İ., Öztekin, T., Akar, Ö., 2008. Tokat Kazova'daki Uzun Yıllık Yağış ve Sıcaklık Gidişlerinin Kuraklık Açısından İrdelenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2008, 25 (1), 71-79.
- Okkan, U. Serbeş, Z.A., 2014. İklim Değişikliği Senaryoları Altında Sıcaklık Öngörülürleri: İzmir ve Manisa İlleri Örneği. 12. Ulusal KültürTeknik Sempozyumu. Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- Okkan, U., Inan, G., 2015. Statistical downscaling of monthly reservoir inflows for Kemer watershed in Turkey: Use of machine learning methods, multiple GCMs and emission scenarios. International Journal of Climatology, 35, 3274–3295.
- Okkan, U., 2015. Assessing the effects of climate change on monthly precipitation: proposing of a downscaling strategy through a case study in Turkey. KSCE Journal of Civil Engineering, 19(4), 1150-1156.
- Okutan, H., Cerit, O. ve Karacan, E., 2004. Küresel İklim Değişiklerinin Çayeli (Rize) Yöresindeki Doğal Afetlerin Oluşumuna Etkilerinin İncelenmesi. I. Ulusal Çevre Kongresi, Sivas, 367-377.
- Öztürk,K., 2002. Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22(1):47-65.
- Özfidaner,M., 2007. Türkiye Yağış Verilerinin Trend Analizi ve Nehir Akımları Üzerine Etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilimdalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana.

- Özkul, S., Fıstıkoğlu, O. ve Harmancıoğlu, N, 2008. İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisinin Büyük Menderes ve Gediz Havzaları Örneğinde Değerlendirilmesi. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, Bildiriler Kitabı, 309-322.
- Ramamasy, S., Baas, S. & Pathumthani, 2007. Climate variability and change: adaptation to drought in Bangladesh - A resource book and training guide. Institutions for Rural development. Rome, Italy FAO.
- Ramadan, H. H., Beighley, R. E. ve Ramamurthy, A. S, 2013. Temperature and Precipitation Trends in Lebanon's Largest River: The Litani Basin. Journal of Water Resources Planning and Management, 139(1), 86-95.
- Safari, B, 2012. Trend Analysis of the Mean Annual Temperature in Rwanda during the Last Fifty Two Years. Journal of Environmental Protection, 3 ,538-551.
- Shadmani, M., Marofi, S., Roknian, M, 2012. Trend Analysis in Reference Evapotranspiration Using Mann-Kendall and Spearman's Rho Tests in Arid Regions of Iran. Water Resource Management, 26 : 211-224 DOI 10.1007/s11269-011-9913-z.
- Şensoy, S., Demircan, M., Ulupınar, Y., Balta, İ., Shamsuddin, S, 2007, Spatial and Temporal Characteristics of Droughts in The Western Part of Bangladesh. Hydrological Processes, 22(13), p. 2235- 2247.
- Sütgibi, S, 2015. Büyük Menderes Havzasının Sıcaklık, Yağış ve Akım Değerlerindeki Değişimler ve Eğilimler. Marmara Coğrafya Dergisi, 31: 398-414.
- Tabari, H. ve Hosseinzadeh Talae, P, 2011. Analysis of trends in temperature data in arid and semi-arid regions of Iran. Global Planet Change, 79(1-2), 1-10.
- Tanrıkulu, A, 2016. Ege Bölgesi Sıcaklık ve Yağış Eğilimleri. Pamukkale

Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi.

- Tecer, L., Cerit,O, 2009. Temperature Trends and Changes in Rize, Turkey, for The Period 1975 to 2007. *Clean journal*, 37(2), 150-159.
- Temuçin, E, 1996. Türkiye’de Kentleşmenin Sıcaklık Koşulları Üzerine Etkisi. *Ege Coğrafya Dergisi* 8: 75-92.
- Toros, H, 2012. Spatio-temporal variation of daily extreme temperatures over Turkey. *International journal of climatology*, 32: 1047-1055.
- Topaloğlu, F., Yücel, A., Tülücü, K. ve Çetin, M,1999. Anlık Maksimum Akım Miktarlarının Taşkın Frekans Analizinde Kullanılması. *TÜBİTAK Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 23, Ek 1: 187-192.
- Topaloğlu, F, 2006a. Regional Trend Detection of Turkish River Flows. *Nordic Hydrology*, 37 (2): 165-182.
- Topaloğlu, F., Kapur, B., Özfidaner, M., Gümüş, Z, 2006. Streamflow Trend Analysis in Four Basins of the East Mediterranean Region. *Proceedings of International Symposium on Water and Land Management for Sustainable Irrigated Agriculture*, Çukurova University, Adana, Turkey
- Topaloğlu, F., Özfidaner, M., Aydın, F, 2012. Regional Trends in Turkish Pan Evaporation. *J.Food Agric. Env.* 10 (3-4): 960-962.
- Türkeş, M, 1995. Türkiye’de Yıllık Ortalama Hava Sıcaklıklarındaki Değişimlerin ve Eğilimlerin İklim Değişikliği Açısından Analizi. *Çevre ve Mühendislik Dergisi*, Ankara, 9:9-15.
- Türkeş, M, 1999. Vulnerability of Turkey to Desertification with Respect to Precipitation and Aridity Conditions. *Tr. J. Engineering and Environmental Science* 23(5): 363-380.
- Türkeş, M, 2010a. Küresel İklim Değişikliği: Başlıca Nedenleri, Gözlenen ve Öngörülen Değişiklikler ve Etkileri. *Çağrılı Bildiri, İçinde Uluslararası Katılımlı 1. Meteoroloji Sempozyumu Bildiri Kitabı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü*, 9-38.

- Türkeş, M, 2012. Türkiye’de Gözlenen ve Öngörülen İklim Değişikliği, Kuraklık ve Çölleşme. Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi, C. 4, S. 2, s. 1-32, Ankara.
- Türkuoğlu, N., Şensoy, S., Aydın, O, 2016. Türkiye’de iklim değişikliğinin elma, kiraz ve buğdayın fenolojik dönemlerine etkileri. International Journal of Human Sciences. 13(1): 1036-1057.
- Viola, F., Liuzzo, L., Noto, L.V., Lo Conti, F., La Loggia, G., 2014. Spatial Distribution of Temperature Trends in Sicily. Int. Journ. Climatol. 34:1-17. DOI: 10.1002/joc.3657
- Yan, K., Ye, B., Zhou, D., Wu, B., Foken, T., Qin, J., and Zhou, Z, 2011. Response of hydrological cycle to recent climate changes in the Tibetan Plateau, Climatic Change. 109, 517–534, doi:10.1007/s10584-011-0099-4.
- Yue, S., and Wang, C.Y., 2002. Regional Streamflow Trend Detection with Consideration of Both Temporal and Spatial Correlation. International Journal of Climatology, 22 (8) : 933-946.
- Yue, S., Hashino, M., 2003. Long Term Trends of Annual and Monthly Precipitation in Japan. Journal of the American Water Resources Association, 39 (3): 587-596.
- Yücel, A. ve Topaloğlu, F., 1999. Adana İli Uzun Yıllık (1929-1990) Günlük Minimum, Ortalama ve Maksimum Sıcaklık Verilerinin Zaman Serisi Analizi ile İncelenmesi. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23, Ek Sayı 4, 863-868.
- Zhang, Q., Liu, C., Xu, C.Y., Xu, Y.P.,Jiang, T., 2006. Observed Trends of Water Level and Streamflow during Past 100 Years in the Yangtze River Basin, China. Journal of Hydrology 324: 255-265.



ÖZGEÇMİŞ

Bursa'da 25 Haziran 1989 tarihinde doğdu. İlköğretim ve liseyi Bursa ilinde tamamladı. Eylül 2007'de Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü'nde yükseköğretime başladı. Haziran 2011'de lisans eğitimini tamamladıktan sonra Eylül 2011'de Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans programına başladı. Yüksek lisansını sürdürürken Aralık 2013'te Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü'nde araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladı. Eylül 2014'te aynı bölümde yüksek lisansa başladı ve hala yüksek lisans çalışmasını sürdürmektedir.