

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

DOĞU KARADENİZ BÖLGESİ'NDE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Öznur ÇANLI

HAZİRAN 2015
TRABZON



**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

DOĞU KARADENİZ BÖLGESİ' NDE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN İNCELENMESİ

Meteoroloji Mühendisi Öznur ÇANLI

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce
“YÜKSEK LİSANS (ÇEVRE BİLİMLERİ)”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 01.06.2015
Tezin Savunma Tarihi : 30.06.2015**

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Osman ÜÇÜNCÜ

Trabzon 2015

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun / / gün ve sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan :

Üye : Prof. Dr. Murat YILMAZ

Üye :

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Doğu Karadeniz Bölgesi’nde İklim Değişikliğinin İncelenmesi” adlı çalışma K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenerek çalışmaların planlanması ve yürütülmesinde bilimsel desteğini esirgemeyen, çalışmanın her aşamasında bilgi, tecrübe ve yardımlarından faydalandığım sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Osman Üçüncü’ye içtenlikle ve hassasiyetle, bu süreçte benden yardımlarını esirgemeyen tüm arkadaşlarıma ve özellikle bana bu süreçte maddi manevi destek olan aileme teşekkürlerimi sunarım.

Öznur ÇANLI
Trabzon, 2015

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Doğu Karadeniz Bölgesi’nde İklim Değişikliği Etkilerinin İncelenmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Yrd. Doç. Dr. Osman Üçüncü ‘nün sorumluluğunda tamamladığımı, verileri kendim toplayıp grafikleri oluşturduğum başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 30.06.2015

Öznur ÇANLI

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	X
SEMBOLLER DİZİNİ	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Konuyla İlgili Literatür Araştırması.....	2
1.2. Genel Tanımlar.....	3
1.2.1. Hava Durumu, İklim ve İklim Değişikliği Terimleri	3
1.2.2. Meteoroloji Radarı, Kullanım Amacı ve Kullanım Alanları	4
2. DOĞU KARADENİZ BÖLGESİ VE İKLİMİ.....	7
2.1. Trabzon İli ve İklimi	7
2.2. Rize İli ve İklimi	8
2.3. Giresun İli ve İklimi	9
2.4. Artvin İli ve İklimi	10
2.5. Çalışma Alanı ve Özellikleri	12
3. VERİ VE YÖNTEM	15
3.1. Linear Trend Analizi	15
3.2. Mann- Kendall Testi.....	15
4. TARTIŞMA	18
4.1. Trabzon İli Örneği.....	18
4.2. Rize İli Örneği.....	20
4.3. Giresun İli Örneği.....	31
4.4. Artvin İli Örneği.....	41
5. SONUÇLAR	45
6. ÖNERİLER.....	48
7. KAYNAKLAR.....	50
8. EKLER.....	52
ÖZGEÇMİŞ	

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

DOĞU KARADENİZ BÖLGESİ'NDE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN İNCELENMESİ

Öznur ÇANLI

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Bilimleri Anabilim Dalı
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Osman ÜÇÜNCÜ
2015, 51 Sayfa, 1 (Ek-CD)

Bu çalışmada, 1961–2013 yılları arasında D. Karadeniz Bölgesi Trabzon, Giresun, Rize, Artvin illerinde yer alan dört adet meteoroloji istasyonuna ait aylık minimum, maksimum, ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış verileri kullanılmıştır. Her ilin tüm parametrelerde ayrı ayrı mevsimsel ve uzun yıllar boyunca meydana gelmiş olan trendi analiz edilmiştir. Veriler Mann-Kendall istatistik yöntemi ve regresyon analizi ile incelenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda Trabzon İl'inde yaz mevsiminde ort. ve min. sıcaklık değerlerinde, Rize İl'inde yaz ve sonbahar mevsimlerinde tüm sıcaklık parametrelerinde, Giresun İl'inde tüm mevsimlere ait min. sıcaklık değerlerinde; yaz ve sonbahar mevsimlerinin ort. sıcaklık değerlerinde, Artvin İl'inde yaz mevsimi ort. ve min. Sıcaklık değerlerinde artış trendi olduğu tespit edilmiştir. Uzun yıllar toplam yağış ortalamasında ise; Trabzon İli hariç diğer tüm illerde artış eğilimi olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mann-Kendall, İklim Değişimi, D. Karadeniz Bölgesi.

Master Thesis

SUMMARY

EXAMINATION THE CLIMATE CHANGE IN THE EAST-BLACKSEA REGION

Öznur ÇANLI

Karadeniz Technical University

Science Institute

Environment Science Department

Supervisor: Assistant Professor Doctor Osman ÜÇÜNCÜ

2015, 51 Pages, 1 (Appendix-CD)

In this study, trends in minimum, maximum, average temperature and total precipitation at seasonal and monthly time scales for the periods of 1961-2013 were examined for the East-Blacksea Region which has four cities named Trabzon, Rize, Giresun, Artvin. Datas analysed with Mann-Kendall and linear regression methods. At the result of the all analyzes, mean and min. Temperature values of summer in Trabzon; all temperature parameters for the summer and autumn in Rize; min. Temperature values for the all seasons and mean temperature values for the summer and autumn in Giresun, mean and min. temperature values for summer in Artvin have upward trend. The values of the average total rainfall in the long term have upward trend for the all cities except Trabzon.

Key Words: Mann-Kendall, ClimateChange, The Eastern Black Sea Region.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Trabzon ili radar görünümü.....	6
Şekil 2. Trabzon ili radarı.....	6
Şekil 3. Trabzon ili haritası	7
Şekil 4. Rize ili haritası	9
Şekil 5. Giresun ili haritası	10
Şekil 6. Artvin ili haritası	11
Şekil 7. Doğu Karadeniz illerinde çalışılan OMGİ'lerin harita gösterimi	12
Şekil 8. Trabzon ili OMGİ görüntüsü.....	13
Şekil 9. Giresun ili OMGİ görüntüsü	13
Şekil 10. Rize ili OMGİ görüntüsü.....	14
Şekil 11. Artvin ili OMGİ görüntüsü	14
Şekil 12. Trabzon ili yaz mevsimi ortalama sıcaklık-yıl serisi	18
Şekil 13. Trabzon ili yaz mevsimi ortalama sıcaklık Mann-Kendall istatistiği	19
Şekil 14. Trabzon ili yaz mevsimi minimum sıcaklık-yıl serisi	19
Şekil 15. Trabzon ili yaz mevsimi minimum sıcaklık Mann-Kendall istatistiği.....	20
Şekil 16. Rize ili yıllık maksimum sıcaklık-yıl serisi.....	21
Şekil 17. Rize ili yıllık maksimum sıcaklık Mann-Kendall istatistiği.....	21
Şekil 18. Rize ili yaz mevsimi maksimum sıcaklık-yıl serisi.....	22
Şekil 19. Rize yaz mevsimi maksimum sıcaklık Mann-Kendall istatistiği	22
Şekil 20. Rize ili sonbahar mevsimi maksimum sıcaklık-yıl serisi.....	23
Şekil 21. Rize ili sonbahar mevsimi maksimum sıcaklık Mann-Kendall istatistiği	23
Şekil 22. Rize ili minimum sıcaklık-yıl serisi	24
Şekil 23. Rize ili minimum sıcaklık Mann-Kendall istatistiği	24
Şekil 24. Rize ili yaz mevsimi minimum sıcaklık-yıl serisi	25
Şekil 25. Rize ili yaz mevsimi minimum sıcaklık Mann-Kendall istatistiği.....	25
Şekil 26. Rize ili sonbahar mevsimi minimum sıcaklık-yıl serisi	26
Şekil 27. Rize ili sonbahar mevsimi minimum sıcaklık Mann-Kendall istatistiği	26
Şekil 28. Rize ili ortalama sıcaklık-yıl serisi.....	27
Şekil 29. Rize ili ortalama sıcaklık Mann-Kendall istatistiği.....	27
Şekil 30. Rize ili yaz mevsimi ortalama sıcaklık-yıl serisi	28

Şekil 31.	Rize ili yaz mevsimi ortalama sıcaklık Mann-Kendall istatistiği	28
Şekil 32.	Rize ili sonbahar mevsimi ortalama sıcaklık-yıl zaman serisi	29
Şekil 33.	Rize ili sonbahar mevsimi ortalama sıcaklık Mann-Kendall istatistiği.....	29
Şekil 34.	Rize ili sonbahar mevsimi toplam yağış miktarı-yıl serisi.....	30
Şekil 35.	Rize ili sonbahar mevsimi toplam yağış miktarı Mann-Kendall istatistiği	30
Şekil 36.	Giresun ili minimum sıcaklık-yıl serisi	31
Şekil 37.	Giresun ili minimum sıcaklık Mann-Kendall istatistiği.....	31
Şekil 38.	Giresun ili yaz mevsimi minimum sıcaklık-yıl serisi.....	32
Şekil 39.	Giresun ili yaz mevsimi minimum sıcaklık Mann-Kendall istatistiği.....	32
Şekil 40.	Giresun ili kış mevsimi minimum sıcaklık-yıl serisi	33
Şekil 41.	Giresun ili kış mevsimi minimum sıcaklık Mann-Kendall istatistiği	33
Şekil 42.	Giresun ili ilkbahar mevsimi minimum sıcaklık-yıl serisi	34
Şekil 43.	Giresun ili ilkbahar mevsimi minimum sıcaklık Mann-Kendall istatistiği	34
Şekil 44.	Giresun ili sonbahar mevsimi minimum sıcaklık-yıl serisi.....	35
Şekil 45.	Giresun ili sonbahar mevsimi minimum sıcaklık Mann-Kendall istatistiği	35
Şekil 46.	Giresun ili ortalama sıcaklık-yıl serisi	36
Şekil 47.	Giresun ili ortalama sıcaklık Mann-Kendall istatistiği	36
Şekil 48.	Giresun ili yaz mevsimi ortalama sıcaklık-yıl serisi	37
Şekil 49.	Giresun ili yaz mevsimi ortalama sıcaklık Mann-Kendall istatistiği	37
Şekil 50.	Giresun ili sonbahar mevsimi ortalama sıcaklık-yıl serisi	38
Şekil 51.	Giresun ili sonbahar mevsimi ortalama sıcaklık Mann-Kendall istatistiği	38
Şekil 52.	Giresun ili yıllık toplam yağış miktarı-yıl serisi	39
Şekil 53.	Giresun İli yıllık toplam yağış miktarı Mann-Kendall istatistiği	39
Şekil 54.	Giresun ili sonbahar mevsimi yıllık toplam yağış miktarı-yıl serisi	40
Şekil 55.	Giresun ili sonbahar mevsimi yıllık toplam yağış miktarıMann-Kendall istatistiği.....	40
Şekil 56.	Artvin ili yaz mevsimi minimum sıcaklık-yıl serisi.....	41
Şekil 57.	Artvin ili yaz mevsimi minimum sıcaklık Mann-Kendall istatistiği.....	41
Şekil 58.	Artvin ili yaz mevsimi ortalama sıcaklık-yıl serisi	42
Şekil 59.	Artvin İli yaz mevsimi ortalama sıcaklık Mann-Kendall istatistiği	42
Şekil 60.	Artvin İli yaz mevsimi toplam yağış miktarı-yıl serisi	43
Şekil 61.	Artvin İli yaz mevsimi toplam yağış miktarı Mann-Kendall istatistiği	43

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Trabzon ili z değerleri mevsimsel karşılaştırması	20
Tablo 2. Rize ili z değerleri mevsimsel karşılaştırması	30
Tablo 3. Giresun ili z değerleri mevsimsel karşılaştırması	40
Tablo 4. Artvin ili z-değerleri mevsimsel karşılaştırması	44
Tablo 5. D. Karadeniz bölgesi illerin mevsimsel karşılaştırmalı z değerleri	47

SEMBOLLER DİZİNİ

CFC	: Kloroflorokarbon
CH₄	: Metan
CO₂	: Karbondioksit
IPCC	: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
MK	: Mann-Kendall
NO	: Azotoksit
OMGİ	: Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu
T_a	: Havanın Doyma Noktası Sıcaklığı
u(t)	: Mann-Kendall Test İstatistiği
Z	: Mann-Kendall İstatistiği Değeri
WMO	: Dünya Meteoroloji Teşkilatı

1. GENEL BİLGİLER

Dinamik bir yapıya sahip olan iklim zamansal ve mekânsal ölçekte sürekli değişkenlik gösterir. Yerkürenin büyük bir bölümü kısa veya uzun dönemler içerisinde iklimin doğası gereği değişimlere maruz kalır. Kısa süreli iklim değişkenliği; herhangi bir iklim elemanına ait yıllık ölçümün uzun yıllar ortalamasından farkını ifade eder. Diğer taraftan uzun süreli iklim değişkenliği ise; herhangi bir iklim elemanının uzun yıllık ortalamasında meydana gelen belirgin değişimi ortaya koyar. Yerküre ikliminin ana elemanları olan sıcaklık ve yağışla ilgili bilgiler, global iklim modellerinin karakterlerinin belirlenmesinde büyük öneme sahiptir. Bu iki parametrede meydana gelen salınımlar, iklimin genel yapısının anlaşılması için önemli ipuçları ortaya koyar. Bu nedenle son zamanlarda iklim değişikliği ile ilgili çalışmalar bu iki parametrenin trend analizlerine odaklanmış durumdadır [1].

İklim değişikliğinin en belirgin delillerinden bazıları küresel anlamda sıcaklıklarda ve deniz seviyelerinde artma, buzul alanlarının geri çekilmesi ve yağış-fırtına frekanslarındaki artışlar sayılabilir. Diğer taraftan, yerküre bugüne kadarki oluşum süreci boyunca farklı büyük zaman ölçekli (jeolojik) iklim tiplerine şahitlik etmiştir. Fakat görülen bu iklim tipleri doğanın etkisi ile meydana gelen ve uzun süren değişimlerden meydana gelmiştir.

Diğer taraftan, küresel ısınma ile ifade edilen ise günümüzde konuşulan ve sanayi ile birlikte fosil yakıtların bir ürünü olan atmosferdeki karbon miktarının artmasıyla zorlanmış emisyonlar sonucu oluşan iklim değişiklikleridir. Örneğin, sanayi devri öncesinde CO₂ miktarı yaklaşık 280 ppm iken günümüzde bu değer 390 ppm civarına ulaşmıştır [2]. Atmosferde sera gazı salınımlarının artması öncelikle sıcaklıkların artışında kendini göstermektedir.

Bunlara ek olarak, nüfus artışıyla birlikte daha fazla suya ve enerjiye duyulan gereksinim, sosyo-ekonomik bakımdan yağış değişmelerine ve sıcaklık salınımlarına daha duyarlı duruma gelmemize ve bu konuda yapılan çalışmaların da ağırlık kazanmasına neden olmuştur. Buna yönelik olarak çalışmamızda, Türkiye’de meydana gelen iklimsel varyasyonların yerel ölçekte etkisini belirlemek amacıyla 1961–2013 yılları arasında D. Karadeniz bölgesinde yer alan Trabzon, Giresun, Rize ve Artvin illerine ait dört adet meteoroloji istasyonundan alınan aylık minimum, maksimum, ortalama sıcaklık ve toplam

yağış verileri hem mevsimsel hem uzun yıllar olarak incelenmiştir. Temel amaç, çalışma alanında incelenen verilerde önemli azalış veya artış eğiliminin var olup olmadığını belirlemektir.

1.1. Konuyla İlgili Literatür Araştırması

Dünyamızın 4,5 milyar yıllık varoluş periyodunda iklim sisteminde, tüm zaman ölçeklerinde doğal etmenler ve süreçlerle birçok değişiklik olmuştur. Jeolojik devirlerdeki iklim değişiklikleri, özellikle buzul hareketleri ve deniz seviyesindeki değişimler yoluyla yalnızca dünya coğrafyasını değiştirmekle kalmamış, ekolojik sistemlerde de kalıcı değişiklikler meydana getirmiştir.

IPCC (Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli), iklim değişikliğiyle ilgili en güncel bilimsel, teknik ve sosyoekonomik bilgileri, çok sayıda bilim insanının katılımıyla, düzenli aralıklarla değerlendirerek raporlar halinde yayımlamaktadır. IPCC' nin 2007 yılında Dördüncü Değerlendirme Raporu açıklanmıştır. Bu raporun Çalışma Grubu Bölümünde: İklim sisteminin belirgin bir şekilde ısındığı, yirminci yüzyılın ortalarından bu yana ortalama yüzey sıcaklıklarında gözlenen artışın büyük bölümünün kuvvetli olasılıkla (%90) insan kaynaklı sera gazı salınımlarındaki artıştan kaynaklandığından bahsedilmektedir. Bu bulgunun, bir önceki IPCC Değerlendirme Raporuna göre daha güçlü ve somut kanıtlara dayandığı belirtilmektedir [3].

Küresel değerlendirmelere baktığımızda son 100 yıl (1906-2005) boyunca sıcaklık artışının doğrusal olduğu tahminiyle küresel yüzey sıcaklıklarında ortalama $0,74 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,18 \text{ }^{\circ}\text{C}$ artış olmuştur. Son 50 yılda sıcaklık artışının hızı neredeyse son 100 yılda olan artışın iki katıdır (her on yılda $0.13^{\circ}\text{C} \pm 0.03^{\circ}\text{C}/0.07^{\circ}\text{C} \pm 0.02^{\circ}\text{C}$).

Dünya Meteoroloji Teşkilatı (WMO) üye ülkeler ile işbirliği içinde 1993 yılından bu yana "Küresel İklim Durumunda WMO Açıklamaları" isimli iklim yıllıklarını yayımlamaktadır [4]. WMO 2013 yılı raporuna göre; 2013 yılı 2007 yılı ile birlikte küresel kayıtların başladığı 1850 yılından itibaren altıncı en sıcak yıl olmuştur. 2013 yılı, 1961-1990 küresel kara ve okyanus yüzey ortalama sıcaklıklarının üzerindeki yirmi sekizinci ardışık yıl olmuştur.

2014 yılı, kayıtların başladığı 1880 yılından beri küresel kara ve okyanus yüzeyleri boyunca en sıcak yıl olmuştur [5]. Yıllık ortalama sıcaklık 20. yüzyıl ortalamasını $13,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ' nin $0,69 \text{ }^{\circ}\text{C}$ üzerinde ve önceki 2005 ve 2010 yılının $0,04 \text{ }^{\circ}\text{C}$ üzerinde gerçekleşerek

geçmiş yıllara göre önemli farklılıklar göstermiştir. 2014 yılını da içeren, 135 yıllık kayıt döneminde 10 sıcak yılın 9'u 21. yüzyılda meydana gelmiştir. 1998 yılı ise kayıtlara göre dördüncü en sıcak yıldır.

Türkiye’de ise iklim izleme çalışmaları Osmanlı İmparatorluğu döneminde 1866-1894 yılları arasında faaliyet gösteren İmparatorluk Gözlemevi ile başlamış, ayrıca 1866-1886 yılları arasında Üsküdar İngiliz mezarlığında yapılan bazı ölçümler bulunmaktadır. 1896-1914 yıllarında ise Halkalı Ziraat Mektebi’nde bazı ölçümler yapılmış ve bu kayıtlar Meteoroloji Müzesinde sergilenmektedir. Kurtuluş Savaşı sırasında 1914-1918 yılları arasında Almanların yaptığı bazı rasat kayıtları ve analizler “Die Temperaturverhältnisse der Türkei” isimli kitapta toplanmıştır.

Cumhuriyet döneminde 1937 yılına kadar gözlemlerden sorumlu kuruluş Kandilli Rasathanesi iken 1937 yılında Atatürk’ün onayı ile Meteoroloji Genel Müdürlüğü kurulmuş ve o tarihten bugüne kadar iklim izleme çalışmaları yapan tek yetkili kuruluş olmuştur.

Meteorolojik Veri Tabanı’nda 1926 yılından bu yana çeşitli istasyonların verileri bulunmakta ve bu veriler iklim izleme amacı ile kullanılmaktadır. Buna göre Türkiye’nin kalite kontrolünden geçmiş verileri ile sıcaklık ve yağış değerlerinin zaman serileri üretilmektedir.

1.2. Genel Tanımlar

1.2.1. Hava Durumu, İklim ve İklim Değişikliği Terimleri

Hava durumu, iklim ve iklim değişikliği kavramları birbirinden farklı anlamlar içeren meteorolojik terimlerdir. Hava durumu belirli bir yerde ve zamanda kısa bir süre içinde etkin olan atmosfer koşullarıdır. Rüzgâr, nem, yağış, sıcaklık, basınç ve bulutluluk hava olaylarını meydana getiren değişkenlerdir.

İklim ise hava durumundan farklı olarak daha uzun zaman içinde ve makro klima bölgelerde değişmeyen ortalama hava koşullarıdır. İklim aynı zamanda ekstrem hava olaylarını da içerirken; bir bölgenin hava olayları bakımından karakterini ve bitki örtüsünü de tayin eder.

İklimin temel elemanları sıcaklık, yağış, nispi nem, güneşlenme süresi ve şiddeti, basınç, rüzgâr hızı ve yönü, buharlaşma gibi ölçülebilen parametrelerdir. Ayrıca kara-

deniz, deniz-buz, deniz-hava etkileşimleri, volkanik gazlar, insan aktiviteleri, arazi kullanımı, gelen ve yansıyan ışınlar gibi ölçülemeyen ve iklime doğrudan veya dolaylı olarak etkisi olan parametreler de vardır. Bu etkenler tek başına ve birbirleri ile ilişki halinde atmosferi etkilemekte; kısa vadede hava olaylarına, uzun periyotta ise dünya üzerinde çok çeşitli iklim tiplerinin oluşmasına neden olmaktadır. Güneş radyasyonu iklim sisteminin güç kaynağıdır. Gelen güneş radyasyonundaki değişiklikler, Güneş radyasyonunun yansıtılan kısmındaki değişiklikler ve yerküreden uzaya geri gönderilen uzun dalga radyasyondaki değişiklikler radyasyon dengesini etkiler. Bunların yanı sıra, rüzgârlar ve okyanus akıntılarının, yerküre üzerindeki ısı dağılımında oynadıkları rol nedeniyle, iklim üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır.

İklim sınıflandırmaları yağış-sıcaklık oranı, yağış-buharlaştırma oranı, yağış rejimi ve bitki örtüsü gibi kriterler analiz edilerek yapılır ve sıcaklık, yağış, basınç, rüzgâr vb. meteorolojik parametrelerin ortalamaları ve ekstremeleri ile tanımlanır. Dünya'nın var olduğu tarihten günümüze kadar ki yaşam süresi incelendiğinde, Dünya ikliminin onlarca, yüzlerce ve binlerce yıllık farklı döngülere sahip olduğu görülmektedir. Bu döngüler ise iklimde soğuma ve ısınma dönemleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Meteorolojik ölçümler 1860'lı yıllardan itibaren yapılmaya başlamıştır. Aletli ölçülerin olmadığı zaman dilimine karşılık gelen iklim bilgileri ise, tarihsel-iklimciler tarafından vekil veriler kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Vekil veri buz havuçları, ağaç halkası, sedimentler vb. doğal tarihsel yeryüzü veri kayıtlarıdır. Vekil verilerin güvenilirliği yaklaşık % 60 civarındadır [6].

1.2.2. Meteoroloji Radarı, Kullanım Amacı ve Kullanım Alanları

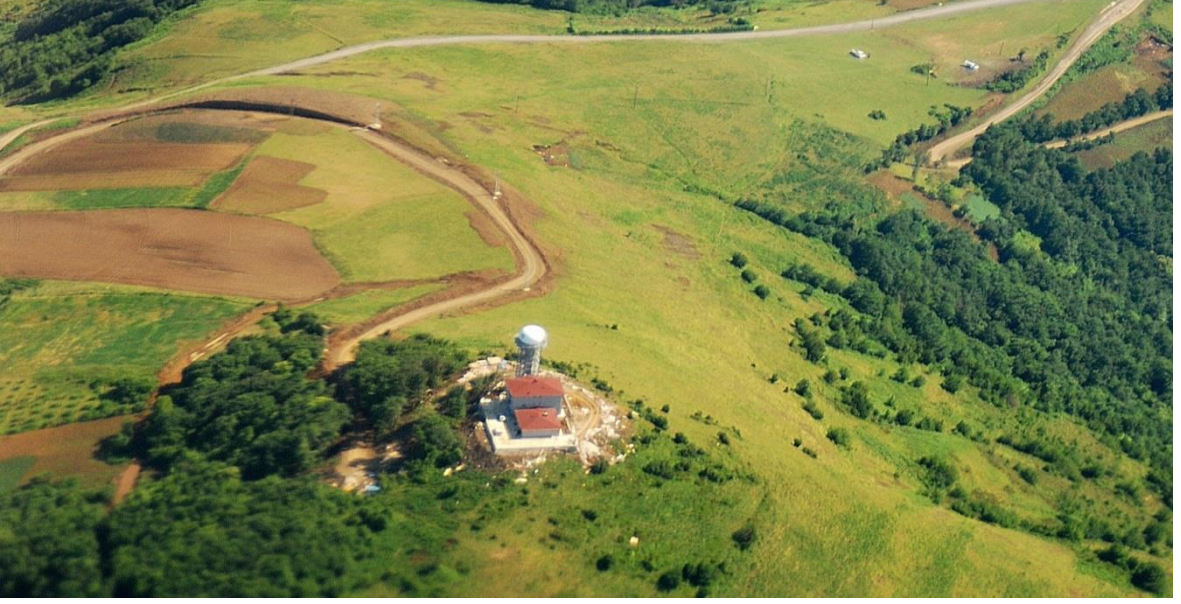
Radarlar meteoroloji alanında ilk kez 1950'li yıllarda kullanılmaya başlanmıştır. 1970'li yıllardan itibaren Doppler radar teknolojisine geçilerek radarlardan dijital formda bilgiler alınmaya başlanmıştır. Radarların meteoroloji alanında kullanılmasıyla özellikle şiddetli yağışlar, dolu, tornado, taşkın ve selleri önceden belirleyebilmek mümkün olmuştur. Aktif bir uzaktan algılama sistemi olan meteorolojik radarlar ile meteorolojik hedefin konumu, hızı, hareket yönü belirlenerek, meteorolojik hadisenin tipi, şiddeti ve miktarı hakkında bilgi sahibi olunabilir. Radardan gönderilen elektromanyetik sinyal yağmur zerrecikleri, kar taneleri, dolu gibi hidrometeorlarla temas ettiğinde elektromanyetik saçılmaya maruz kalır. Saçılan bu elektromanyetik dalgalar, radarların

hassas alıcıları tarafından algılanıp işlenerek, yazılımlar vasıtasıyla kullanıcıya görsel bir ürün olarak sunulurlar. Dual polarizasyon özellikli radarlarda kullanılan bulanık mantık algoritmaları, yağış tipinin detaylı sınıflandırılması ve özellikle dolu tespitine katkı sağlamaktadır.

Meteorolojik radarların kullanım amacı topluma yönelik 0-4 saatlik kısa vadeli hava tahmin ve uyarı yapmaktır. Radarın kapsama alanının ışın geometrisi ve dünyanın küreselliği nedeniyle sınırlı olması ve hava kütlelerinin hareketinin yaklaşık 50 km/saat (kış mevsiminde daha hızlı, yaz mevsiminde ise daha yavaştır) olması nedeniyle, radarlar ile ancak gelecek birkaç saat için tahmin yapılabilir. Bundan dolayı uzun vadeli hava tahminleri için radar kullanımı anlamlı değildir. Radarlar özellikle ani sel ve taşkına sebebiyet verebilen konvektif hadiselerin tespitinde oldukça faydalıdır. Ancak ülkemizde olduğu gibi dağlık ve topografik yapısı kompleks olan bölgelerde, topografik engeller nedeniyle oluşabilecek yer ekolarından kaçınmak ve kapsama alanını mümkün olduğu oranda geniş tutulabilmek amacıyla radarların yüksek bölgelere kurulması gerekmektedir. Bu durumda hortum, windshear ve microburst-macroburst gibi yere yakın bölgelerde gerçekleşen hadiselerin tespiti oldukça zor hatta imkânsız olabilir.

Meteorolojik radarlar yağışı direkt olarak ölçmezler. Radar kapsama alanı içerisindeki herhangi bir noktaya düşen yağış miktarı veya belirli bir zaman aralığında gerçekleşen toplam yağış miktarı, ölçülen reflektivite parametresinden ampirik bağıntılar vasıtasıyla hesaplanabilirler. Radarlarla herhangi bir noktada ve anda, rüzgâr bileşenlerinin zamansal, alansal ve vektörel olarak tespiti de mümkündür. Ancak burada da radarın konuşlandığı yükseklik önemlidir.

Ülkemizde sel ve taşkınlar açısından risk oranı oldukça yüksek olan bölgeler bulunmaktadır. Sel ve taşkınlar açısından riskli bölgelere düşebilecek yağış miktarını önceden tespit edebilecek ve bu yağışlar sonucunda oluşabilecek olayları önceden tahmin edebilecek erken uyarı sistemlerini oluşturmak amacıyla meteoroloji radarlarının kullanılması dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi ülkemiz için de kaçınılmaz olmuştur [7]. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ait olan Trabzon Radarı da aynı amaca hizmet etmektedir. Radar, Trabzon'un Akçaabat ilçesi Mersin Beldesi'nde bulunmakta ve Giresun' dan Hopa' ya kadar olan yaklaşık 300km çaplı alanı taramaktadır. Rakımı 578m, kurulu toplam alanı 1200m², kule yüksekliği ise 20m'dir.



Şekil 1. Trabzon ili radar görünümü



Şekil 2. Trabzon ili radarı

2. DOĞU KARADENİZ BÖLGESİ VE İKLİMİ

2.1. Trabzon İli ve İklimi

4664 km² yüz ölçümüne sahip Trabzon İli, Doğu Karadeniz Dağlarının oluşturduğu yayın ortasındaki Kalkanlı dağlık kütesinin kuzeye bakan yamaçlarında 38° 30' - 40° 30' doğu meridyenleri ile 40° 30' - 41° 30' kuzey paralelleri arasında yer almaktadır. Kuzeyinde Karadeniz, güneyinde Gümüşhane ve Bayburt, doğusunda Rize, batısında Giresun İli bulunmaktadır.



Şekil 3. Trabzon ili haritası

Trabzon İli, kuzeydeki kutupsal hava kütleleriyle, güneydeki tropikal hava kütlelerinin geçişsahası üzerinde yer alır.

Kışın, güneşin zahiri hareketlerine bağlı olarak tropikal yüksek basıncın güneye inmesiyle genellikle kuzeyden gelip Anadolu yüksek kara parçası üzerine yerleşmiş bulunan Sibiryaya antisiklonunun ve kuzeyde Doğu Avrupa üzerinde yer alan kutbi hava kütlelerinin etkisindeki bir konverjanssahası özelliği taşır. Ancak yeryüzüne yakın kısımlarda, kırsıcaklıkları, kuzeyde Karadeniz'in varlığı ve kıyıya yakın mesafede set gibi uzanan Doğu Karadeniz Dağlarının bulunuşu nedeniyle, aynı enlemlerdeki diğer sahalara

göre oldukça ılıman hale gelir. Yağışlar, kıyaya yakın alanlarda yağmur, orta ve yüksek kesimlerde ise genellikle kar şeklindedir. Yazın ise yeryüzüne yakın atmosfer bölümlerinde Azor Yüksek Basınç Alanı'nın uzantıları ve Basra Alçak Basınç Merkezi arasında gelişen kuzeysektörlü hava akımları ile Karadeniz üzerinden taşınan nemli kara kütleleri kıyıkesiminde orografik yağışlara yol açmakta zaman zaman yine kuzeyden sokulan serin hava baskınları ile soğuk cephe sağanak yağışları da sık sık görülmekte, yüksek seviyelerin soğuk hava damla durumlarında büyük kararsızlık ve önceden kestirilemeyen gelişmeleri ile yüksek miktarda yağışlar ölçülmektedir. Bahar mevsimleri kış ve yaz arasında yumuşak bir geçişi sağlamakta ve bol yağmurlarıyla dikkati çekmekte özellikle kıyıya yakın alanlar bu aylarda yoğun ekipdikme faaliyetlerine sahne olmaktadır. İlkbahar mevsimi Mart ayından itibaren kendini göstermeye başlar, Nisan ve Mayıs aylarını içine alır. Sonbahar mevsimi ise yaklaşık üç aylık bir dönemi kapsar ancak Eylül ayı kısmen yaz, Kasım ayı danispeten kış mevsimi özelliklerini taşır [8].

1950-2014 yılları arasında yapılan ölçüm sonuçlarına göre Trabzon'un yıllık ortalama sıcaklık değeri 14,7 °C dir. 1950- 2014 yılları arasında gerçekleşen en düşük sıcaklık olan -7,0 °C 1950 yılında; en yüksek sıcaklık olan 37,8 °C 1988 yılında; en yüksek yağış toplamı olan 115,1 mm 1992 yılında; en yüksek kar kalınlığı olan 115,0cm ise 1950 yılında ölçülmüştür. Fazla yağış alan illerimizden birisi olan Trabzon'da 1950- 2014 yılları arasında ortalama toplam yağış değeri m²'ye 807,1 mm olarak kaydedilmiştir. Trabzon iline düşen yağışların gerek cephesel gerek konvektif ve gerekse topografik şartlardan dolayı orografik düşmesinden her mevsime dağıldığını görmek mümkündür. Trabzon'da yaz aylarında sıcaklık değerleri yüksek olmasına rağmen yağış miktarlarında herhangi bir azalma meydana gelmez. Yapılan istatistiksel çalışmalara göre uzun yıllar aylık toplam yağış ortalaması en yüksek olan ay 114,6mm ile Ekim ayıdır [9].

2.2. Rize İli ve İklimi

Kuzeydoğu Anadolu'da, Doğu Karadeniz kıyı şeridinin doğusunda, 40° 20' ve 41°20' kuzey paralelleri arasında yer alır. Batı'dan Trabzon'un Of, güneyden Erzurum'un İspir, Doğudan Artvin'in Yusufeli ve Arhavi ilçeleri ve kuzeyden Karadeniz ile çevrili olan Rize'nin göller hariç yüzölçümü 3920 km²'dir.



Şekil 4. Rize ili haritası

Rize’de yazları serin kışları ılıman ve her mevsimi yağışlı bir iklim görülür. 1950-2014 yılları arasında yapılan ölçüm sonuçlarına göre Rize’nin Yıllık ortalama sıcaklık değeri 14,2 °C’ dir. 1950- 2014 yılları arasında gerçekleşen en düşük sıcaklık olan -7,0 °C 1963 yılında; en yüksek sıcaklık olan 38,2 °C 1980 yılında; en yüksek yağış toplamı olan 226,6 mm 2011 yılında; en yüksek kar kalınlığı olan 177,0 cm ise 1950 yılında ölçülmüştür. Fazla yağış alan illerimizden birisi olan Rize’de 1950- 2014 yılları arasında ortalama toplam yağış değeri m²’ye 2238,8 mm olarak kaydedilmiştir. Uzun yıllar aylık toplam yağış ortalaması en yüksek olan ay 287,6 mm ile Ekim ayıdır [10].

2.3. Giresun İli ve İklimi

Karadeniz bölgesinin Doğu Karadeniz bölümünde yer alan Giresun İli 37° 50'-39°12' doğu boylamları ile 40° 07'-41° 08' kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır. Doğusunda Trabzon ve Gümüşhane, batısında Ordu, güneyinde Sivas ve Erzincan, Güneybatısında yine Sivas illeriyle komşu olup kuzeyi Karadeniz ile sınırlıdır. 6934 km² yüzölçümü ile ülke topraklarının binde 8,5 ini kaplamaktadır. Nüfus yoğunluğu kıyışerisinde il ortalamasının üzerinde iken bu oran kıyı kesimlerinden iç kesimlere doğru gidildikçe belirgin biçimde il ortalamasının altına düşmektedir. İl merkezi, Aksu ve Baltama vadileri arasında denize doğru uzanan bir yarımada üzerinde kurulmuş olup, bu yarımada doğusunda ve 2 km açığında Doğu Karadeniz’in tek adası olan Giresun adası bulunmaktadır [11].



Şekil 5. Giresun ili haritası

Giresun dağlarının kıyıya paralel olarak uzanışı il toprakları üzerinde iki farklı iklimbölgesi oluşmasına neden olmuştur. Karadeniz kıyılarında ılık ve yağışlı iklim sürer.

1950-2014 yılları arasında yapılan ölçüm sonuçlarına göre Giresun'un yıllık ortalama sıcaklık değeri 14,4 °C dir. 1950- 2014 yılları arasında gerçekleşen en düşük sıcaklık olan -9,8 °C 1960 yılında; en yüksek sıcaklık olan 37,3 °C 1952 yılında; en yüksek yağış toplamı olan 156,6 mm 2009 yılında; en yüksek kar kalınlığı olan 125,0 cm ise 1950 yılında ölçülmüştür. Giresun'da 1950- 2014 yılları arasında ortalama toplam yağış değeri m²'ye 1263,5 mm olarak kaydedilmiştir. Uzun yıllar aylık toplam yağış ortalaması en yüksek olan ay 165,3 mm ile Ekim ayıdır [12].

2.4. Artvin İli ve İklimi

Artvin İli 40°35' ile 41° 32' kuzey enlemleri ve 41° 07' ile 42° 00' doğu boylamları arasında yer alan, 7367 km² yüzölçümünde, Karadeniz bölgesinin bir ilidir. İl alanı Türkiye yüzölçümünün (783.577 km²) %0,9'u kadardır. Doğusunda Ardahan, güneyinde Erzurum, batısında Rize, kuzeyinde Gürcistan ile komşudur. Kuzey-batısında Karadeniz vardır ve kıyı uzunluğu 34 km'dir.



Şekil 6. Artvin ili haritası

Artvin, Doğu Karadeniz Bölgesinin iklim yönünden en çok değişkenlik gösteren ilidir. Kıyı kesimi ile Cankurtaran Dağları silsilesinin içine aldığı alanda tipik her mevsim yağışlı Karadeniz iklimi görülmektedir. Cankurtaran Dağları silsilesinden Borçka ve Artvin Merkez'e kadar olan alanda iklim daha soğuk kışlar ve daha az yaz yağışları olan Karadeniz iklimi şeklindedir. Bu alana Şavşat ve civarını da eklemek mümkündür. Ardanuç ve Yusufeli'nde ise kısmen karasal iklim ile Akdeniz ikliminin bir karışımı olan yazları sıcak ve kurak, kışları ise normal karasal iklimle oranla kısmen ılık ve daha az yağışlı bir iklim söz konusudur. Hatta bu alanın bazı kesimlerinde özellikle vadi tabanlarında iklim Akdeniz iklimine çok yaklaşmaktadır. 1950-2014 yılları arasında yapılan ölçüm sonuçlarına göre; Artvin'in yıllık ortalama sıcaklık değeri 12,3 °C'dir. 1950-2014 yılları arasında gerçekleşen en düşük sıcaklık olan -16,1 °C 1950 yılında; en yüksek sıcaklık olan 43,0 °C 1961 yılında; en yüksek yağış toplamı olan 93,4 mm 1989 yılında; en yüksek kar kalınlığı olan 142,0 cm ise 1989 yılında ölçülmüştür. Artvin'de 1950-2014 yılları arasında ortalama toplam yağış değeri m²'ye 699,7 mm olarak kaydedilmiştir. Uzun yıllar aylık toplam yağış ortalaması en yüksek olan ay 87,8 mm ile Aralık ayıdır [13].

2.5. Çalışma Alanı ve Özellikleri

Çalışmada kullanılan veriler dört adet meteoroloji istasyonunun sıcaklık ve yağış verileridir. Şekil 7’de çalışmada kullanılan verilerin ait olduğu istasyonların konumları Google-Earth görüntüsü altlığından elde edilmiş ve gösterilmiştir.



Şekil 7. Doğu Karadeniz illerinde çalışılan OMGI’lerin harita gösterimi

Çalışma alanı içerisinde yağış miktarının dağılışı da farklılık göstermektedir. Bu farklılıkta yükselti, bakı, hava kütleleri, orografik özellikler ve konum etkilidir. Bölgede en fazla yağış kış ve sonbahar mevsimlerinde, en az yağış ise yaz mevsiminde düşmektedir. Analiz edilen illere ait 1950-2014 periyodunu kapsayan ortalama toplam yağış miktarı Trabzon İli için 807.1mm’dir. Verilerin alındığı Trabzon OMGI’ nin rakımı 25m, enlem değeri 40.99, boylam değeri 39.76’ dır. Trabzon OMGI’ nin bulunduğu rasat parkı şekil 8’de gösterilmiştir. Rasat parkında sıcaklık, yağış, nem, toprak ve rüzgâr sensörleri ve buharlaşma havuzu bulunmaktadır. Ayrıca; günlük klima rasadı(yağış, meteorolojik hadise, buharlaşmanın her sabah son 24 saati kapsayacak şekilde değerlendirildiği iklimsel amaçlı gözlem türü) yapılmaktadır [14].



Şekil 8. Trabzon ili OMGİ görüntüsü

Analiz edilen illerden bir diğeri Giresun İli'dir. 1950-2014 periyodunu kapsayan ortalama toplam yağış miktarı Giresun İli için 1263,5mm'dir. Verilerin alındığı Giresun OMGİ' nin rakımı 38m, enlem değeri 40.92, boylam değeri 38.38' dir. Giresun OMGİ' nin bulunduğu rasat parkı şekil 9'da gösterilmiştir. Rasat parkında sıcaklık, yağış, nem, toprak, rüzgâr sensörleri ve buharlaşma havuzu bulunmaktadır. Bu rasat parkında klima rasadına ek olarak sinoptik rasat(hava tahmini için kullanılan temel gözlem türü olan ve bütün meteorolojik parametrelerin her 3 saatte bir ölçüldüğü gözlem türü) da yapılmaktadır [15].



Şekil 9. Giresun ili OMGİ görüntüsü

Çalışmada Rize İli için verilerin kullanıldığı Rize OMGİ ve bulunduğu rasat parkı şekil 10’da gösterilmiştir. 1950-2014 periyodunu kapsayan ortalama toplam yağış miktarı Rize İli için 2238.8mm’dir. Rize OMGİ’ nin rakımı 3m, enlem değeri 41.04, boylam değeri 40.50’ dir. Rasat parkında sıcaklık, yağış, nem, toprak, güneşlenme,rüzgâr sensörleri ve buharlaşma havuzu bulunmaktadır ayrıca rasat parkında günlük klima ve sinoptik rasatları yapılmaktadır [16].



Şekil 10. Rize ili OMGİ görüntüsü

Çalışmada Artvin İli için verilerin kullanıldığı Artvin OMGİ ve bulunduğu rasat parkı Şekil 11’de gösterilmiştir. 1950-2014 periyodunu kapsayan ortalama toplam yağış miktarı Artvin İli için 699.7mm’dir. Artvin OMGİ’ nin rakımı 625m, enlem değeri 41.17, boylam değeri 41.81’ dir. Rasat parkında sıcaklık, yağış, nem, toprak, güneşlenme, rüzgâr sensörleri ve buharlaşma havuzu bulunmaktadır ayrıca rasat parkında günlük klima ve sinoptik rasatları yapılmaktadır [17].



Şekil 11. Artvin ili OMGİ görüntüsü

3. VERİ VE YÖNTEM

D. Karadeniz bölgesinde sıcaklık ve yağışların 1961–2013 döneminde değişimini incelemek amacıyla Trabzon, Giresun, Rize ve Artvin il merkezlerinde bulunan ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan 4 adet istasyonun yağış ve sıcaklık verileri incelenmiştir. İlk olarak aylık yağış ve sıcaklık değerleri mevsimlik ve yıllık toplam değerlere dönüştürülmüştür. Çok yıllık ortalamadan sapmayı ifade eden sıcaklık ve yağış anomalilerini hesaplamak amacıyla 52 yıla ait yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama sıcaklık değerleri hesaplanmıştır. Verilerde meydana gelen eğilimleri belirlemek amacıyla parametrik olmayan istatistiksel bir yöntem olan Mann-Kendall yöntemi ve regresyon analizi kullanılmıştır.

3.1. Linear Trend Analizi

Regresyon analizi, aralarında sebep- sonuç ilişkisi bulunan iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi tespit etmeye yarar. Ayrıca konu ile ilgili kestirimler yapabilmek amacıyla oluşturulan matematiksel bir model ile karakterize edilen bir tekniktir [18]. Lineer Regresyon testi verilerin normal dağıldığını varsayan parametrik bir testtir. X ve Y değişkenleri arasındaki ilişkiyi ve doğrusal bir trendin var olup olmadığını test eder. Çalışmamızda aylık veriler toplanarak yıllık toplamlara dönüştürülmüş ve aynı zamanda mevsimsel değişimin boyutu da incelenmeye çalışılmıştır. Oluşturulan regresyon modeline bağlı olarak çizgisel trendler analiz edilmiştir. Her bir mevsime düşen yağışlı günsayısındaki artış ve azalışların belirlenmesinin yanı sıra yağışların hangi mevsimlere doğru kayma gösterdiği ve kurak olarak nitelendirilebilecek yılların varlığını ortaya koymak mümkün olmuştur.

3.2. Mann- Kendall Testi

Mann- Kendall (MK) trend testi parametrik olmayan bir test olup gözlemlerin kısa süreli, düzensiz ve kesikli olması gibi olumsuz etkileri ortadan kaldırmaktadır. Test rastgele değişkenin dağılımından bağımsız olup verilerin örnekteki sıraları ile ilgilenir.

Bu testin anlamlılık düzeyleri, genellikle normal dağılım için çoğu mühendislik uygulamalarında 0.10 (α %10) ve 0.05 (α %5) olasılığına sahip çift yönlü güven aralıkları öngörülmektedir. Hesap sonucu elde edilen Z istatistiği değeri, α anlamlılık düzeyine karşı gelen normal dağılımın $Z_{1-\alpha/2}$ değerinden büyük olduğu zaman eğilimin olmadığı şeklinde kurulan sıfır hipotezi (H_0) reddedilmektedir. Başka bir ifade ile eğilimin olduğu şeklinde kurulan H_1 hipotezi kabul edilmektedir. Yani, $Z > Z_{1-\alpha/2}$ olduğunda zaman serisinde bir eğilimin olduğu sonucuna varılmaktadır. Ayrıca, hesaplanan Mann-Kendall Z istatistiğinin değeri pozitif ise, incelenen zaman serisinde artan yönde; negatif ise azalan yönde bir eğilim olduğu sonucuna varılmaktadır. Bu teknik, eksik verilerin varlığına müsaade ettiği ve verilerin belirli bir dağılıma uyma zorunluluğu aramadığı için özellikle kullanışlıdır [19]. Buna yönelik olarak aylık, mevsimlik ve yıllık yağış serilerinin olası gidiş bileşenini saptamak ve istatistiksel anlamda önemli bir artma ya da azalma eğiliminin olup olmadığını belirlemek amacı ile çalışma alanına ait yağış verilerine Mann- Kendall trend testi uygulanmıştır. Sonuçlar grafiksel olarak ifade edilmiş ve trendin başlama zamanı belirlenmiştir. Yöntemde yer alan formüller şu şekildedir;

Gerçek veri yerine seri içindeki mertebesi (y_i) kullanılır. Her bir (y_i) önceki mertebelerden büyük olanları sayılarak (n_i) gibi bir sayı ile tanımlanır. (n_i)'lerin toplamı ile test istatistiği (t) bulunur. Bunun ortalama ve varyansı sırasıyla şu şekildedir;

$$t = \sum_{i=1}^n n_i \quad (1)$$

$$E(t) = \mu = \frac{n(n-1)}{4} \quad (2)$$

$$\text{var}(t) = \sigma^2 = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72} \quad (3)$$

MK test istatistiği $u(t)$ ise aşağıdaki formülle hesaplanır;

$$u(t) = (t - E(t)) / \sqrt{\text{var}(t)} \quad (4)$$

$u(t)$ sifıra yakın değerler aldığı anda değişimin olmadığı sonucuna varılır. $u(t)$ (+,-) 1,96 değerine yaklaşması ise trendin önemlilik seviyesinin %95 ' lere ulaştığını gösterir.

$u'(t)$ ise seri içinde geri yönde $u(t)$ anlamındadır ve benzer şekilde hesaplanır. Grafiksel olarak $u(t)$ ve $u'(t)$ değişimin başladığı yerde birbirine yaklaşır ve sonra

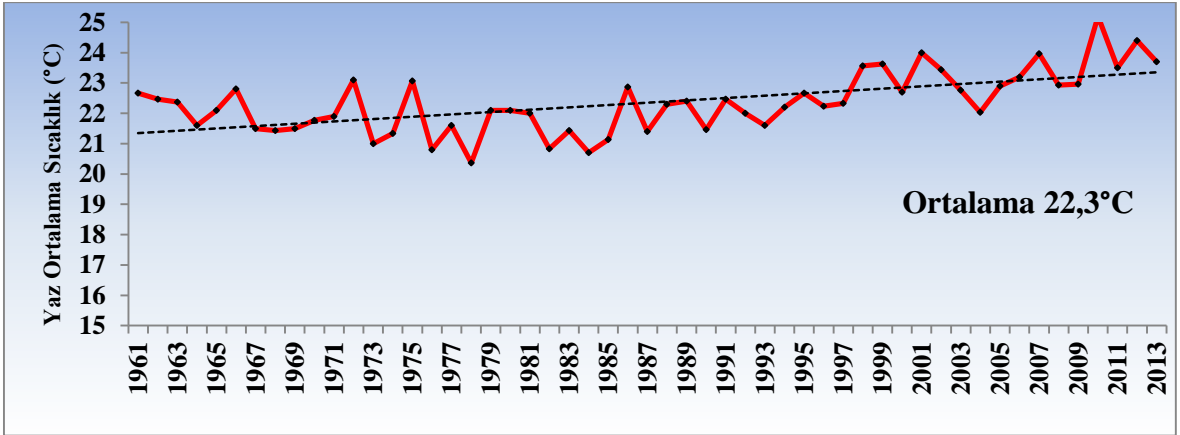
birbirlerinden uzaklaşarak trendin başladığı yer ile kuvvetini gösterir. Eğer seri içinde herhangi bir trend yok ise $u(t)$ ve $u'(t)$ birbirlerine birçok defa yaklaşarak yakın salınımlar yapacaklardır [20].

4. TARTIŞMA

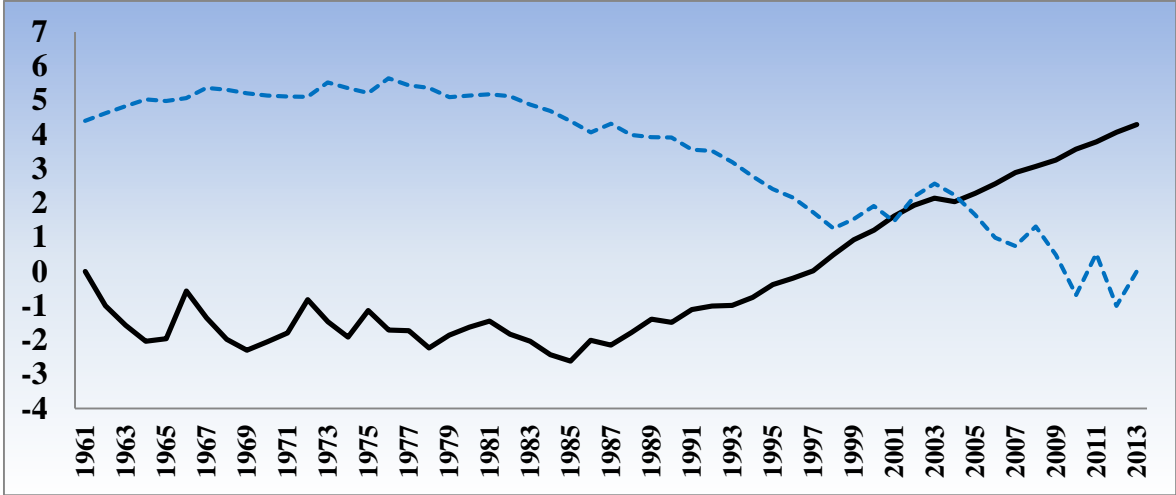
Yapılan analizler sonucu anlamlı trend eğrilerinin gözlemlendiği grafikler her ilin başlığı altında ait oldukları iller belirtilerek gösterilmiştir. Herhangi bir trende rastlanmayan grafikler çalışmaya dâhil edilmemiştir.

4.1. Trabzon İli Örneği

Şekil 12’ deki Trabzon’un 1961-2013 periyodundaki yaz mevsimine ait ortalama sıcaklıkların yıllık ortalamasının zaman serisini göstermektedir. Uzun yıllar yaz mevsimi ortalama sıcaklık değeri 22,3°C’dir. Şekil 13’ deki grafik ise aynı verinin Mann-Kendall testidir. MK katsayısı (z)=4,30’dur. Zaman serisinde %95 güven aralığında artış eğilimi vardır. Trendin başladığı yıl 2005 yılıdır.

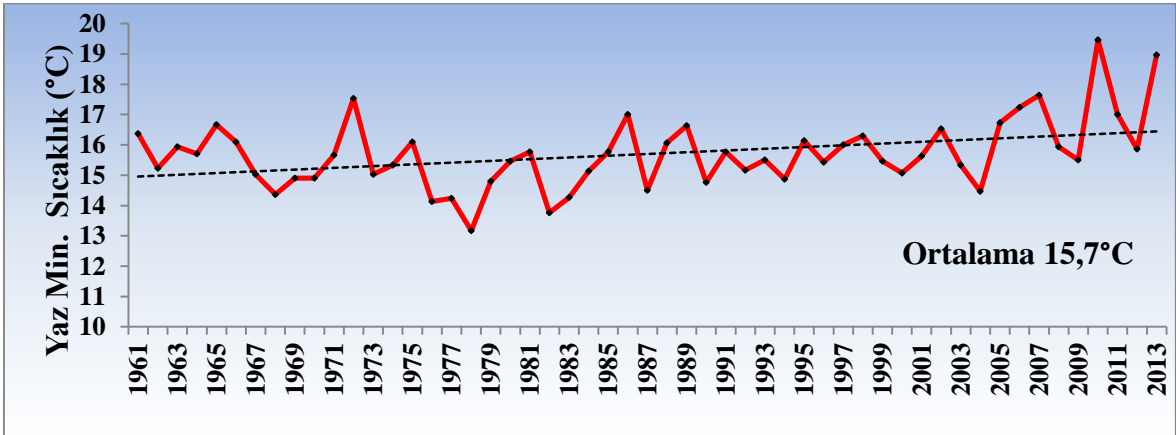


Şekil 12. Trabzon ili yaz mevsimi ortalama sıcaklık-yıl serisi

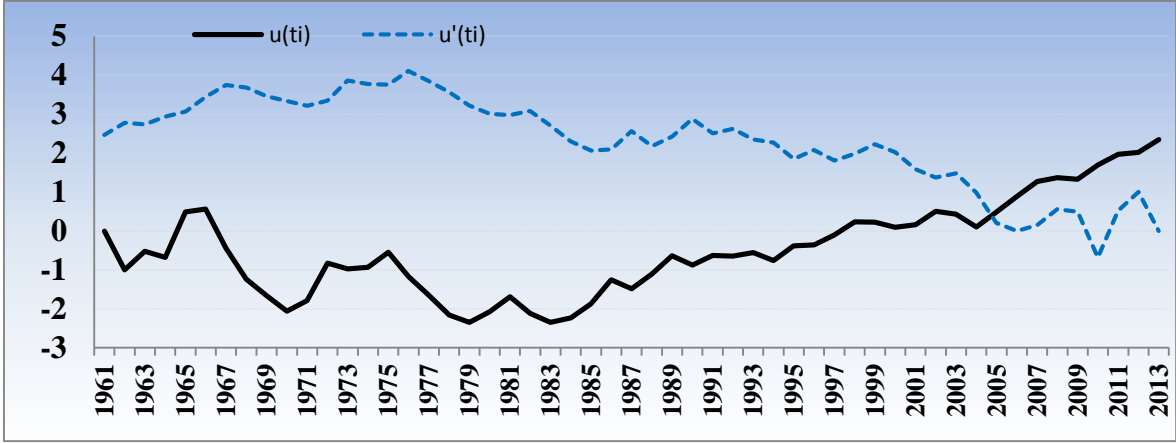


Şekil 13. Trabzon ili yaz mevsimi ortalama sıcaklık Mann-Kendall istatistiği

Şekil 14'teki grafik Trabzon'un 1961-2013 periyodundaki yaz mevsimine ait minimum sıcaklık değişimini göstermektedir. Uzun yıllara ait yaz mevsimi minimum sıcaklık değerlerinin ortalaması $15,7^{\circ}\text{C}$ 'dir. Şekil 15'e ait olan grafik ise aynı verinin Mann-Kendall testidir. MK katsayısı (z)= $2,35$ 'dir. Zaman serisinde %95 güven aralığında artış eğilimi vardır. Trendin başladığı yıl 2005 yılıdır.



Şekil 14. Trabzon ili yaz mevsimi minimum sıcaklık-yıl serisi



Şekil 15. Trabzon ili yaz mevsimi minimum sıcaklık Mann-Kendall istatistiği

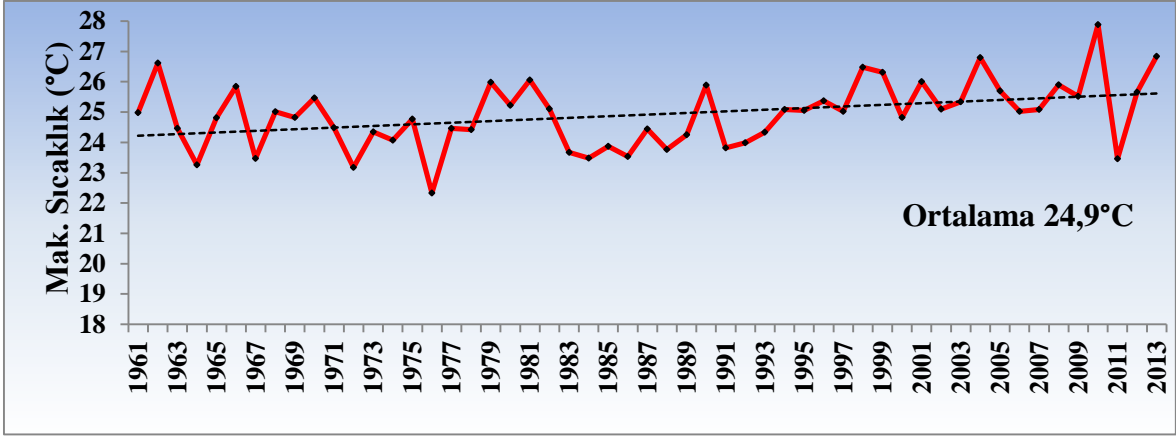
Tablo 1’de Trabzon iline ait z değerlerinin mevsimsel karşılaştırılması gösterilmiştir. Trabzon iline ait z değerleri incelendiğinde yaz mevsimi ortalama ve minimum sıcaklık değerlerinde artış trendi olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Trabzon ili z değerleri mevsimsel karşılaştırması

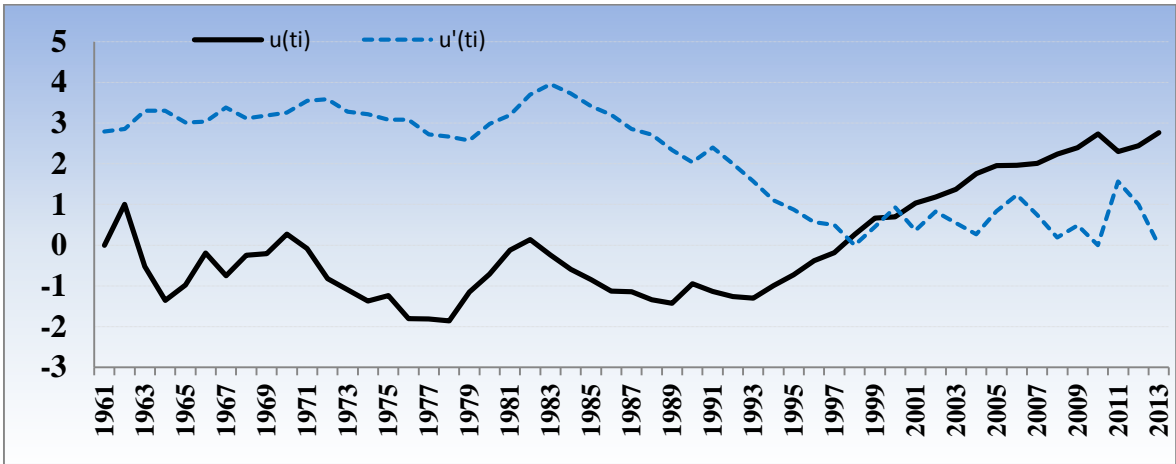
İl	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz ort.	Yaz min.
Trabzon	Artış-Azalma Trendi Yok	Artış-Azalma Trendi Yok	Artış-Azalma Trendi Yok	Z=4,30 Artış Trendi Var	Z=2,35 Artış Trendi Var

4.2. Rize İli Örneği

Şekil 16’ daki grafik Rize’nin 1961-2013 periyodundaki uzun yıllar yıllık maksimum sıcaklık ortalamasını göstermektedir. Bu periyoda ait aylık maksimum sıcaklık değerlerinin ortalaması 24,9 °C’ dir. Şekil 17’ deki grafik ise aynı verinin Mann-Kendall testidir. MK katsayısı (z)=2,76’dir. Zaman serisinde %95 güven aralığında artış eğilimi vardır. Trendin başladığı yıl 2000 yılıdır.

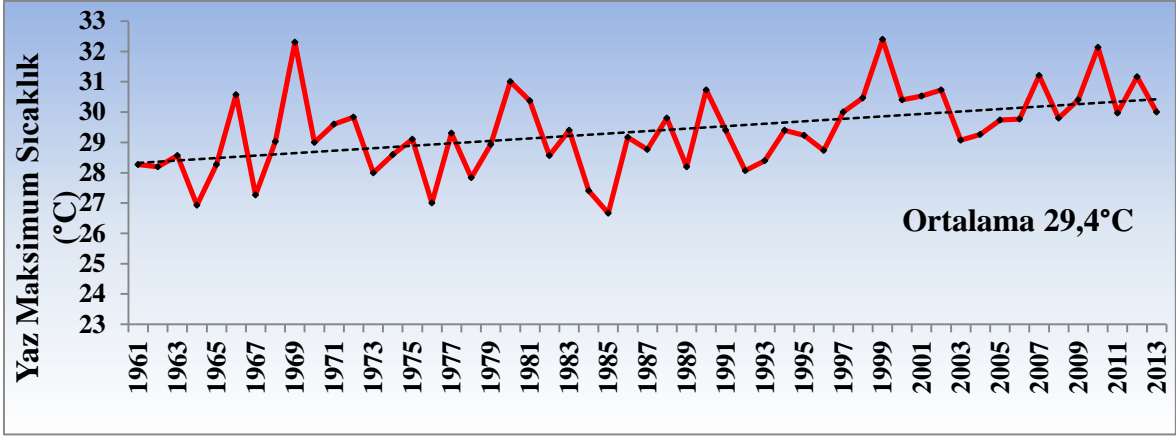


Şekil 16. Rize ili yıllık maksimum sıcaklık-yıl serisi

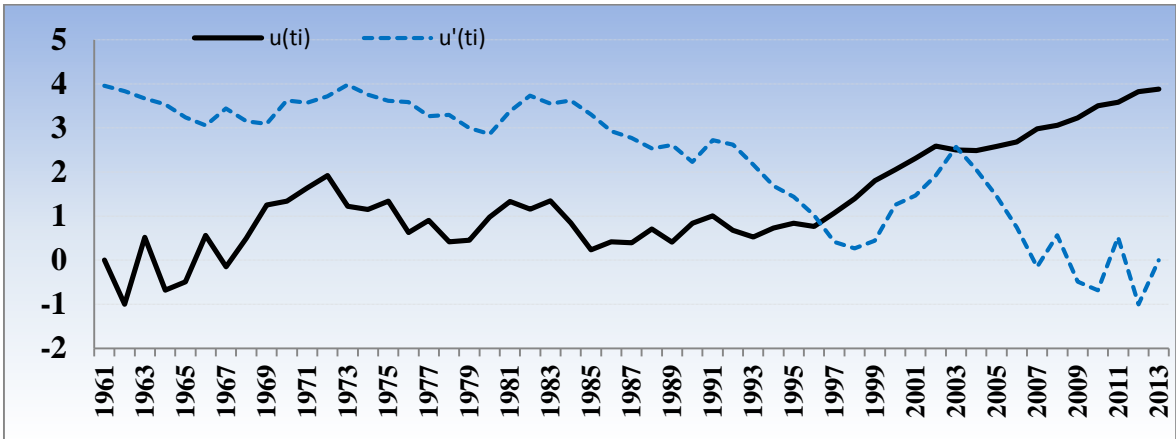


Şekil 17. Rize ili yıllık maksimum sıcaklık Mann-Kendall istatistiği

Şekil 18'deki grafik Rize'nin 1961-2013 periyodundaki uzun yıllara ait olan yaz mevsimi yıllık maksimum sıcaklık ortalamasını göstermektedir. Bu periyoda ait yaz maksimum sıcaklık değerlerinin ortalaması 29,4 °C'dir. Şekil 19'daki grafik ise aynı verinin Mann-Kendall testidir. MK katsayısı (z)=3,88'dir. Zaman serisinde %95 güven aralığında artış eğilimi vardır. Trendin başladığı yıl 2003 yılıdır.

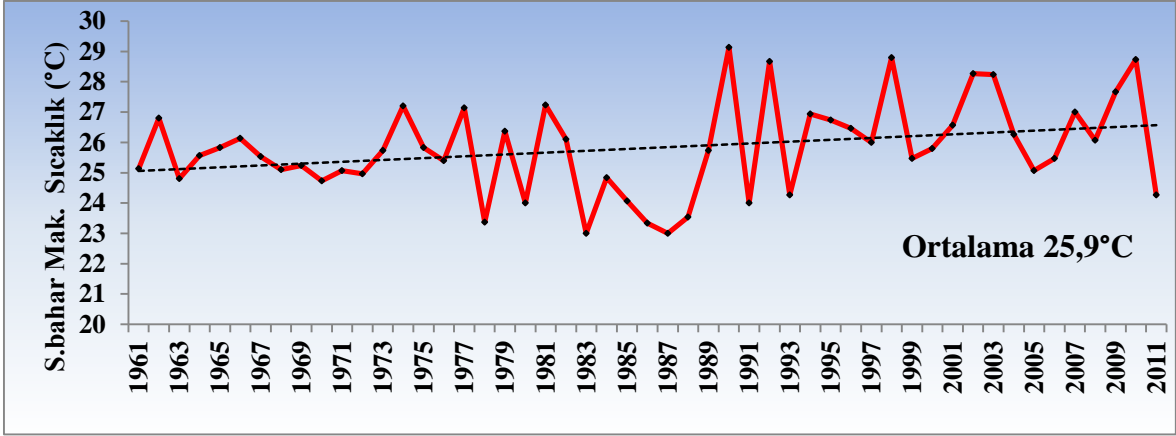


Şekil 18. Rize ili yaz mevsimi maksimum sıcaklık-yıl serisi

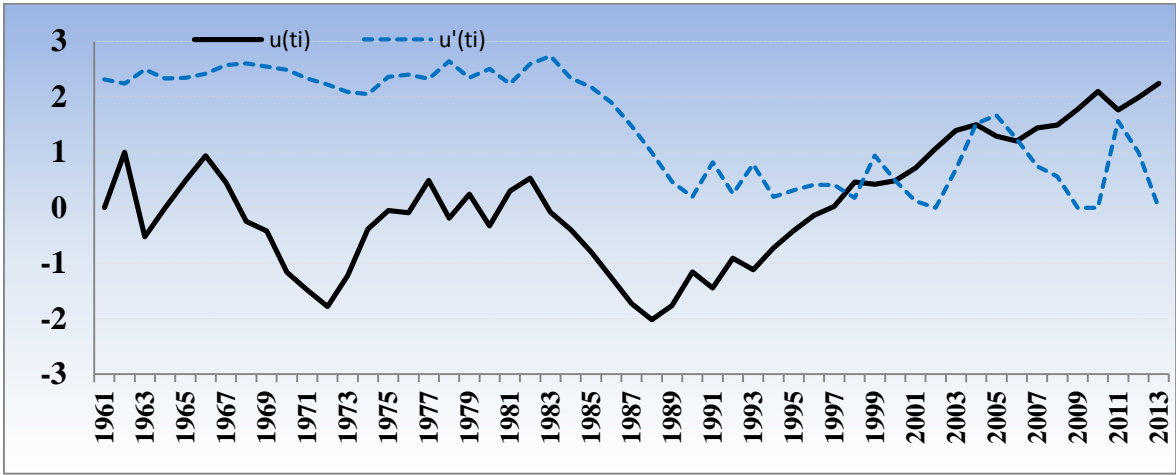


Şekil 19. Rize yaz mevsimi maksimum sıcaklık Mann-Kendall istatistiği

Şekil 20'deki grafik Rize'nin 1961-2013 periyodundaki uzun yıllar sonbahar maksimum sıcaklık ortalamasını göstermektedir. Bu periyoda ait sonbahar maksimum sıcaklık değerlerinin ortalaması 25,9 °C'dir. Şekil 21'deki grafik ise aynı verinin Mann-Kendall testidir. MK katsayısı (z)=2,24'dür. Zaman serisinde %95 güven aralığında artış eğilimi vardır. Trendin başladığı yıl 2006 yılıdır.

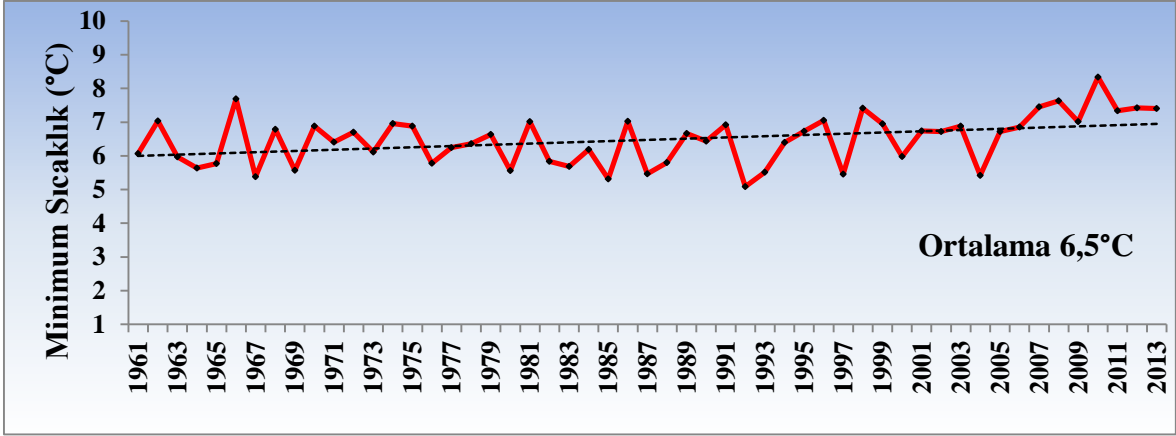


Şekil 20. Rize ili sonbahar mevsimi maksimum sıcaklık-yıl serisi

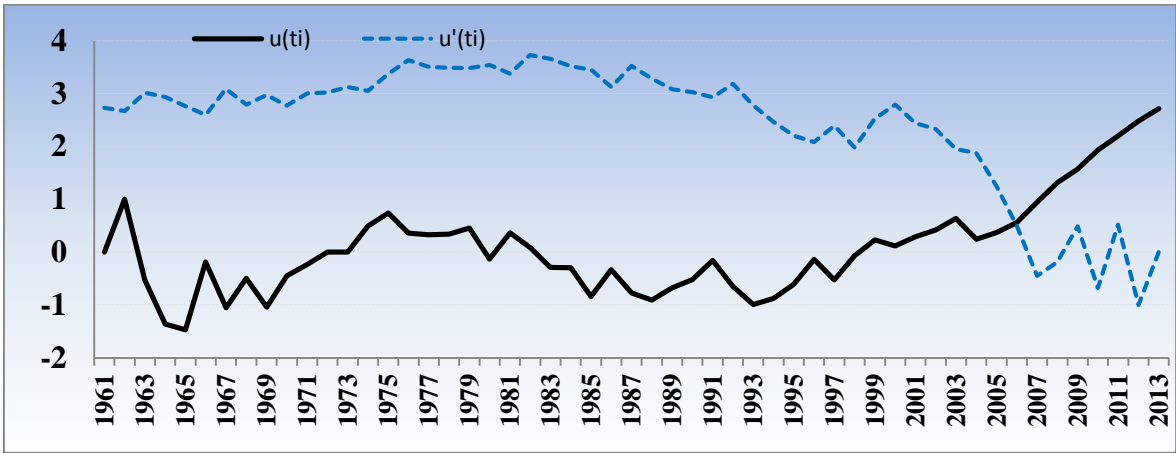


Şekil 21. Rize ili sonbahar mevsimi maksimum sıcaklık Mann-Kendall istatistiği

Şekil 22'deki grafik Rize'nin 1961-2013 periyodundaki uzun yıllara ait yıllık minimum sıcaklık ortalamasını göstermektedir. Bu periyoda ait yıllık minimum sıcaklık değerlerinin ortalaması 6,5 °C' dir. Şekil 23'teki grafik ise aynı verinin Mann-Kendall testidir. MK katsayısı (z)=2,72'dir. Zaman serisinde %95 güven aralığında artış eğilimi vardır. Trendin başladığı yıl 2006 yılıdır.

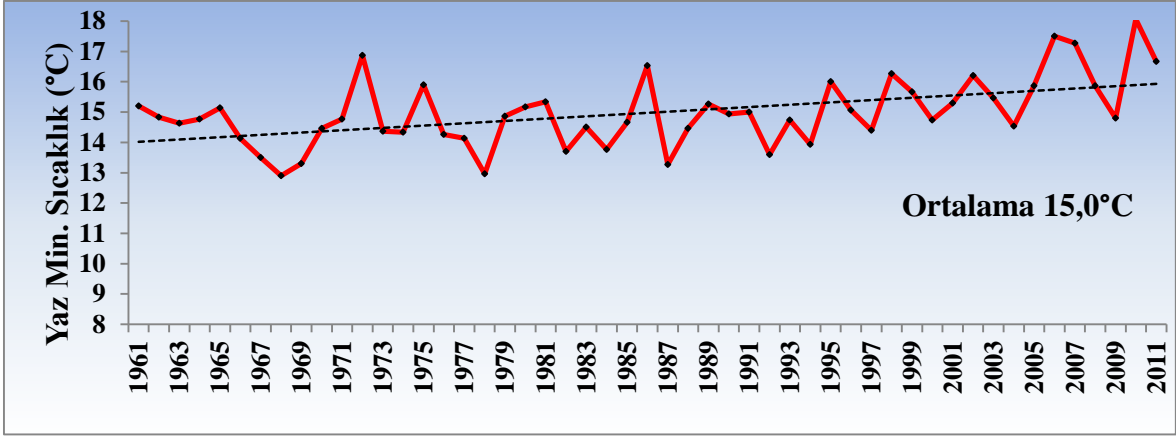


Şekil 22. Rize ili minimum sıcaklık-yıl serisi

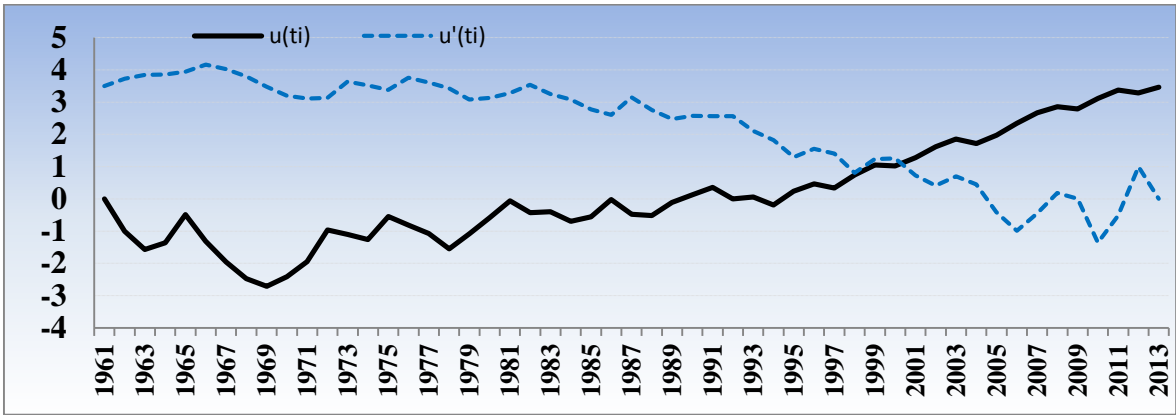


Şekil 23. Rize ili minimum sıcaklık Mann-Kendall istatistiği

Şekil 24'teki grafik Rize'nin 1961-2013 periyodundaki yaz mevsimine ait yıllık minimum sıcaklık ortalamasını göstermektedir. Bu periyoda ait yaz minimum sıcaklık değerlerinin ortalaması 15,0 °C'dir. Şekil 25'teki grafik ise aynı verinin Mann-Kendall testidir. MKkatsayısı (z)=3,47'dir. Zaman serisinde %95 güven aralığında artış eğilimi vardır. Trendin başladığı yıl 2000 yılıdır.

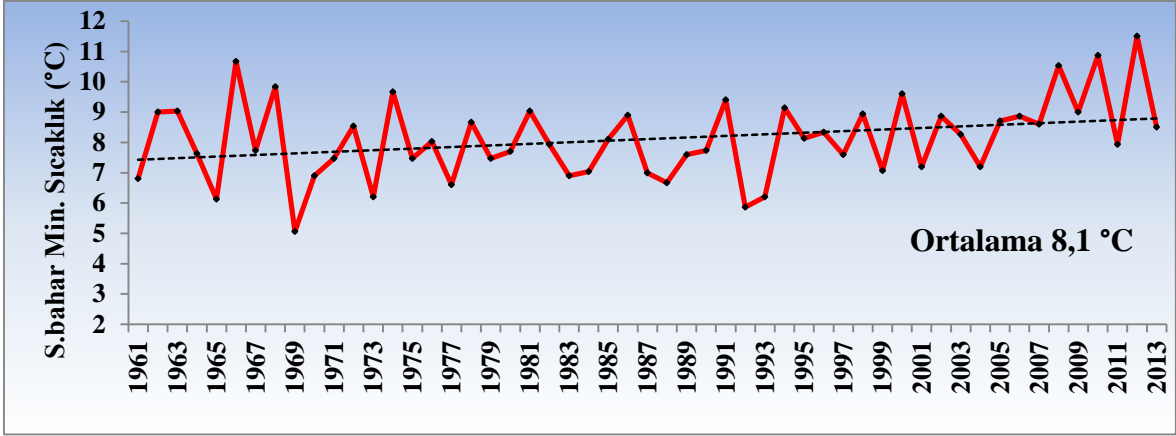


Şekil 24. Rize ili yaz mevsimi minimum sıcaklık-yıl serisi

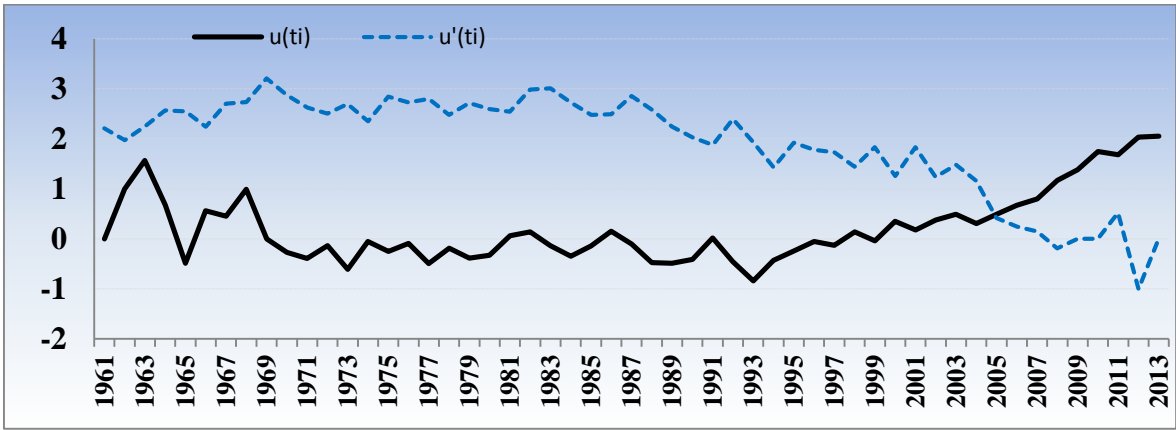


Şekil 25. Rize ili yaz mevsimi minimum sıcaklık Mann-Kendall istatistiği

Şekil 26'daki grafik Rize'nin 1961-2013 periyodundaki sonbahar mevsimi yıllık minimum sıcaklık ortalamasını göstermektedir. Bu periyoda ait sonbahar minimum sıcaklık değerlerinin ortalaması 8,1 °C' dir. Şekil 27'deki grafik ise aynı verinin Mann-Kendall testidir. MK katsayısı (z)=2,06'dır. Zaman serisinde %95 güven aralığında artış eğilimi vardır. Trendin başladığı yıl 2005 yılıdır.

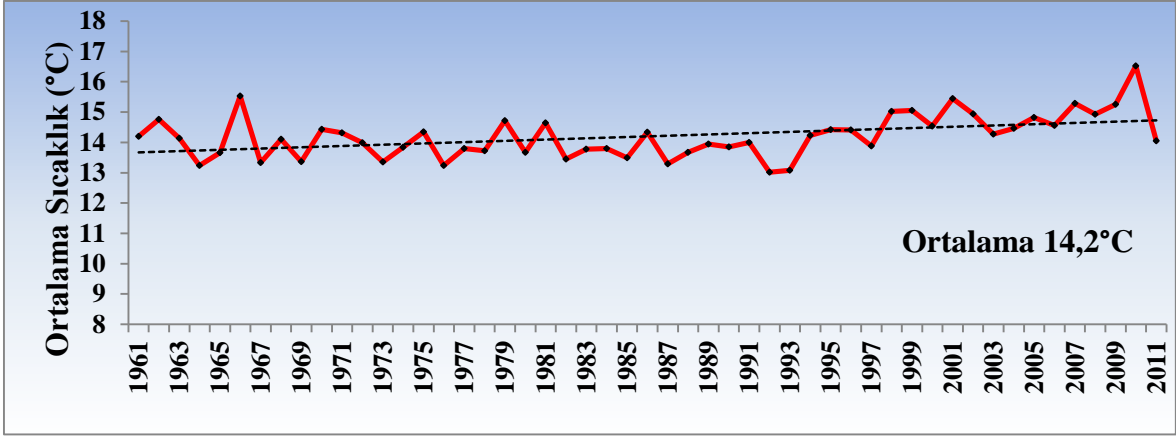


Şekil 26. Rize ili sonbahar mevsimi minimum sıcaklık-yıl serisi

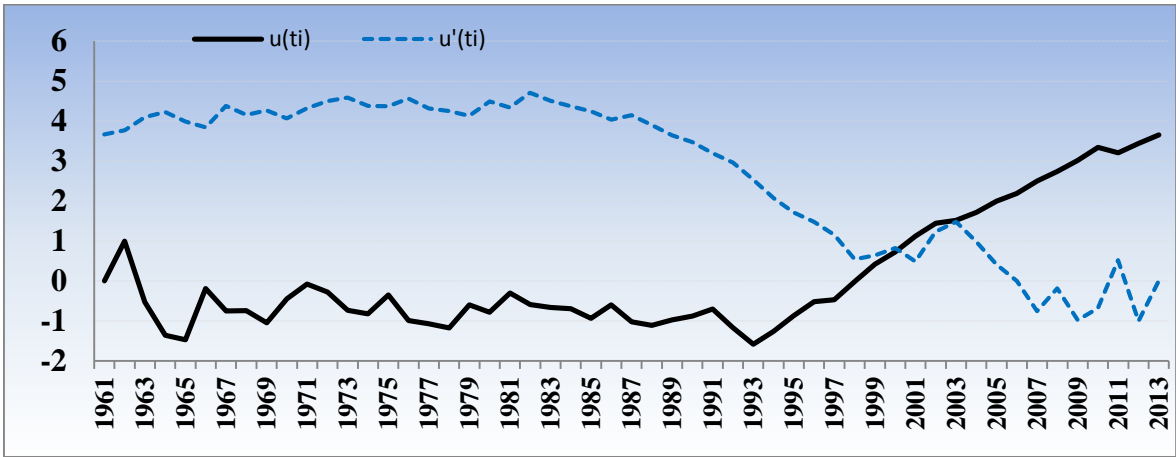


Şekil 27. Rize ili sonbahar mevsimi minimum sıcaklık Mann-Kendall istatistiği

Şekil 28'deki grafik Rize'nin 1961-2013 periyodundaki uzun yıllar yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin değişimini göstermektedir. Bu periyoda ait ortalama sıcaklık değerlerinin ortalaması 14,2 °C' dir. Şekil 29' daki ise aynı verinin Mann-Kendall testidir. MK katsayısı (z)=3,65'dir. Zaman serisinde %95 güven aralığında artış eğilimi vardır. Trendin başladığı yıl 2004 yılıdır.

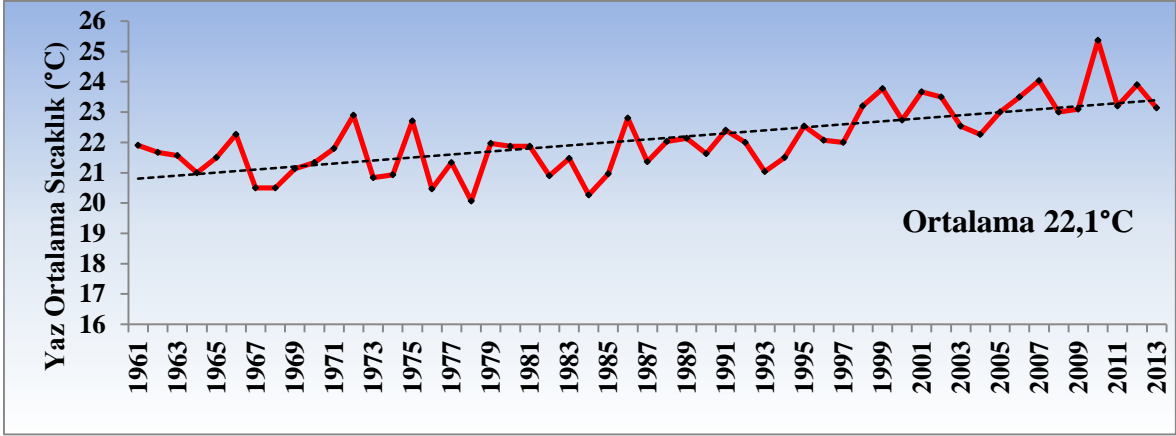


Şekil 28. Rize ili ortalama sıcaklık-yıl serisi

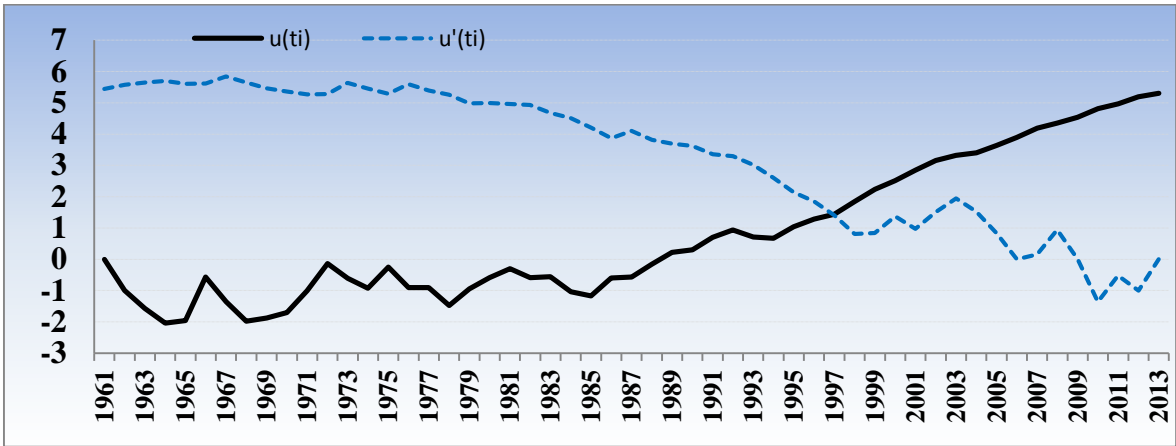


Şekil 29. Rize ili ortalama sıcaklık Mann-Kendall istatistiği

Şekil 30'daki grafik Rize'nin 1961-2013 periyodundaki yaz mevsimine ait yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin değişimini göstermektedir. Bu periyoda ait yaz mevsimi yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin ortalaması 22,1 °C'dir. Şekil 31' deki ise aynı verinin Mann-Kendall testidir. MK katsayısı (z)=5,31'dir. Zaman serisinde %95 güven aralığında artış eğilimi vardır. Trendin başladığı yıl 1997 yılıdır.

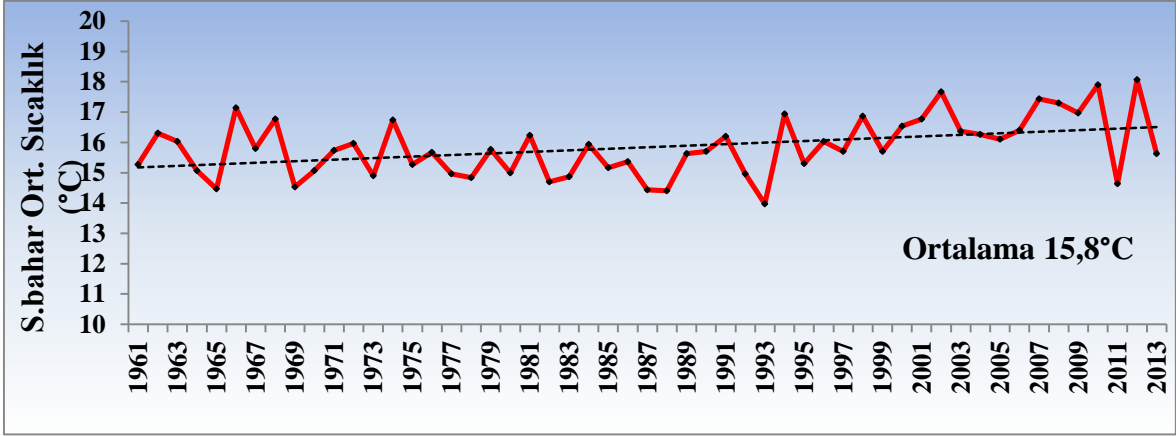


Şekil 30. Rize ili yaz mevsimi ortalama sıcaklık-yıl serisi

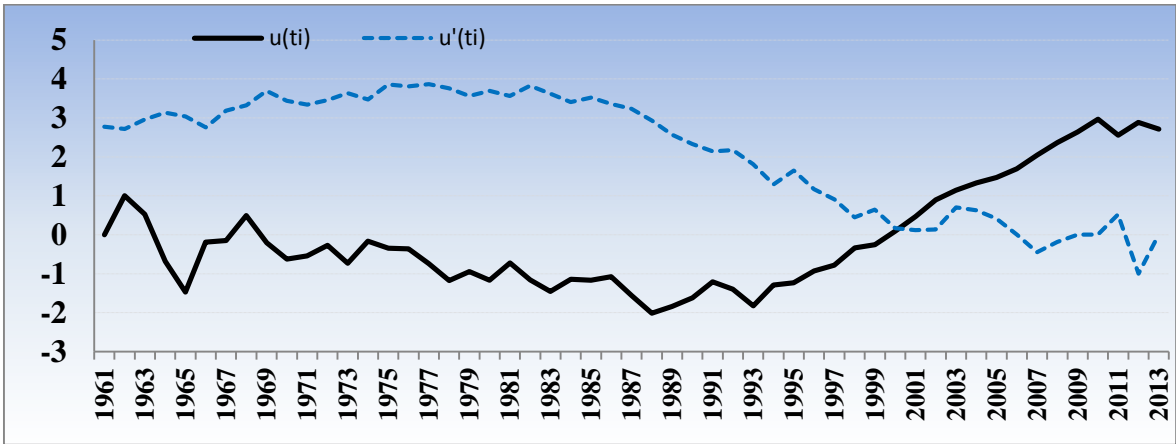


Şekil 31. Rize ili yaz mevsimi ortalama sıcaklık Mann-Kendall istatistiği

Şekil 32'deki grafik Rize'nin 1961-2013 periyodundaki sonbahar mevsimi yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin değişimini göstermektedir. Bu periyoda ait sonbahar mevsimi yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin ortalaması 15,8 °C' dir. Şekil 33' deki grafik ise aynı verinin Mann-Kendall testidir. MK katsayısı (z)=2,72'dir. Zaman serisinde %95 güven aralığında artış eğilimi vardır. Trendin başladığı yıl 2000 yılıdır.

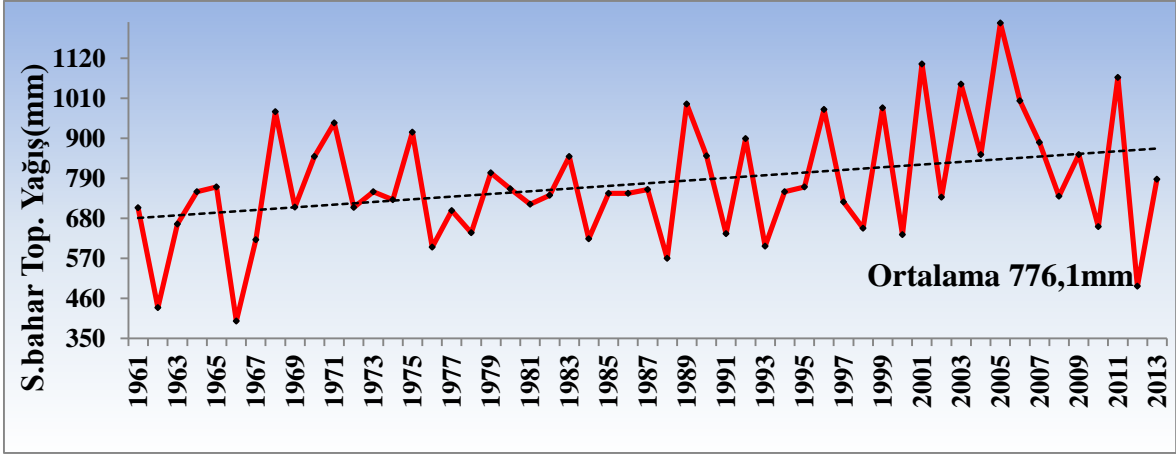


Şekil 32. Rize ili sonbahar mevsimi ortalama sıcaklık-yıl zaman serisi

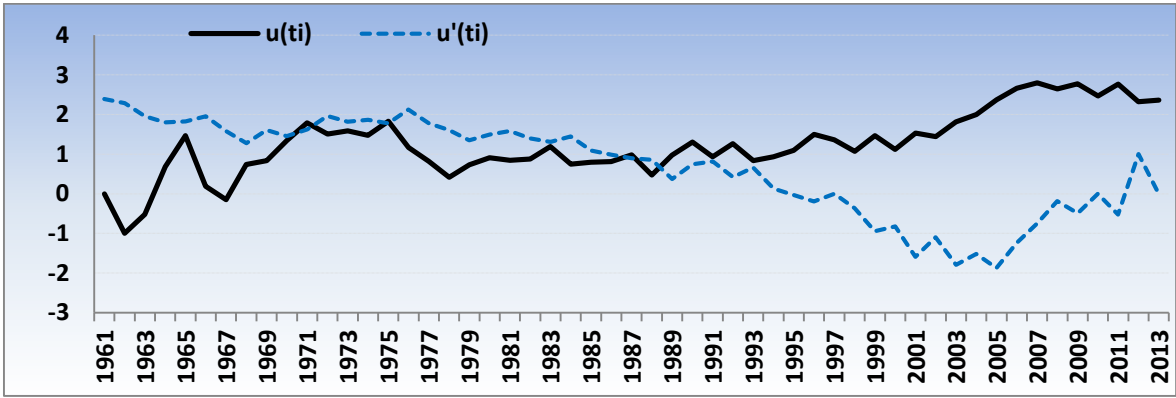


Şekil 33. Rize ili sonbahar mevsimi ortalama sıcaklık Mann-Kendall istatistiği

Şekil 34'deki grafikte Rize'nin sonbahar mevsiminde yıllık toplam yağış miktarının uzun yıllar boyunca artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Şekil 35'e göre $(z)=2,36$ 'dır. Zaman serisinde %95 güven aralığında artış eğilimi vardır. Trendin başladığı yıl 1987 yılıdır.



Şekil 34. Rize ili sonbahar mevsimi toplam yağış miktarı-yıl serisi



Şekil 35. Rize ili sonbahar mevsimi toplam yağış miktarı Mann-Kendall istatistiği

Tabloda Rize İline ait z değerlerinin mevsimsel karşılaştırılması gösterilmiştir.

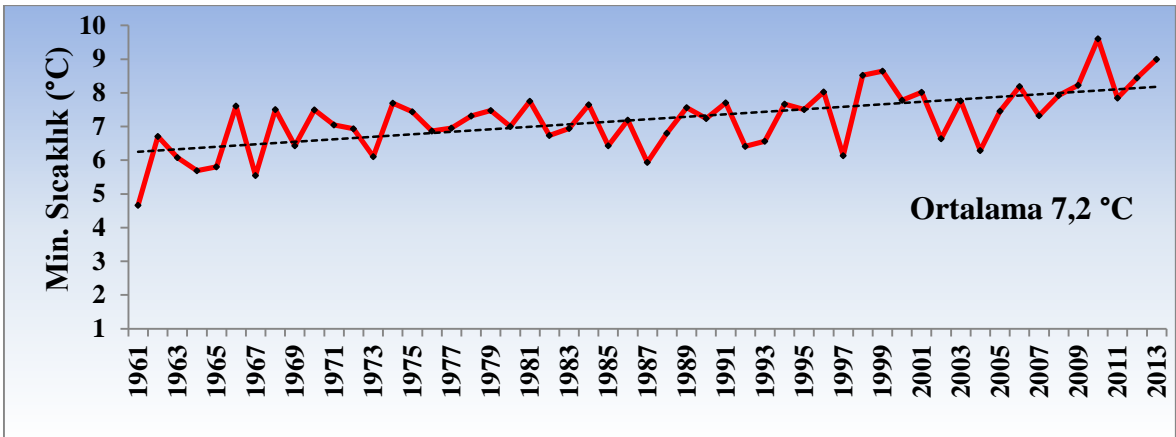
Rize iline ait z değerleri incelendiğinde sonbahar ve yaz mevsimi ortalama, minimum ve maksimum sıcaklık değerlerinde artış trendi olduğu görülmektedir.

Tablo 2. Rize ili z değerleri mevsimsel karşılaştırması

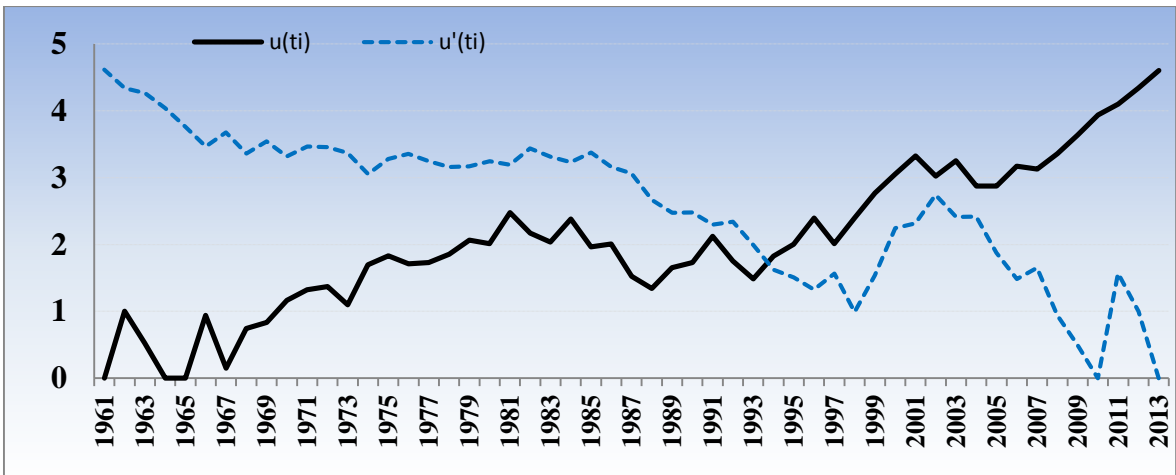
İl	Sonbahar maks.	Sonbahar min.	Sonbahar ort.	Kış	İlkbahar	Yaz ort.	Yaz min.	Yaz maks.
Rize	Z=2,24 Artış Trendi Var	Z=2,06 Artış Trendi Var	Z=2,72 Artış Trendi Var	Artış- Azalma Trendi Yok	Artış- Azalma Trendi Yok	Z=5,31 Artış Trendi Var	Z=3,47 Artış Trendi Var	Z=3,88 Artış Trendi Var

4.3. Giresun İli Örneği

Şekil 36'daki grafik Giresun'un 1961-2013 periyodundaki uzun yıllar yıllık minimum sıcaklık ortalamasını göstermektedir. Bu periyoda ait yıllık minimum sıcaklık değerlerinin ortalaması 7,2 °C' dir. Şekil 37' deki grafikise aynı verinin Mann-Kendall testidir. MK katsayısı (z)=4,60'dır. Zaman serisinde %95 güven aralığında artış eğilimi vardır. Trendin başladığı yıl 1995 yılıdır.



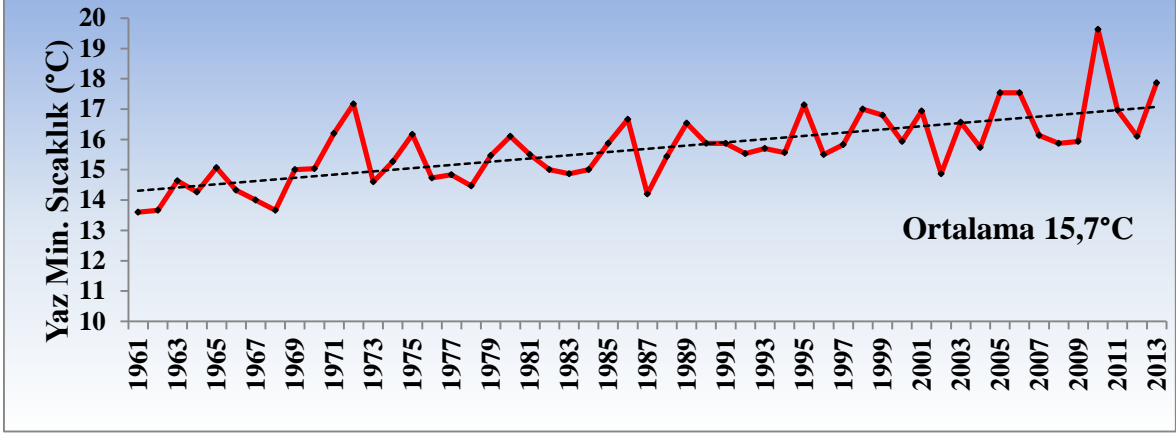
Şekil 36. Giresun ili minimum sıcaklık-yıl serisi



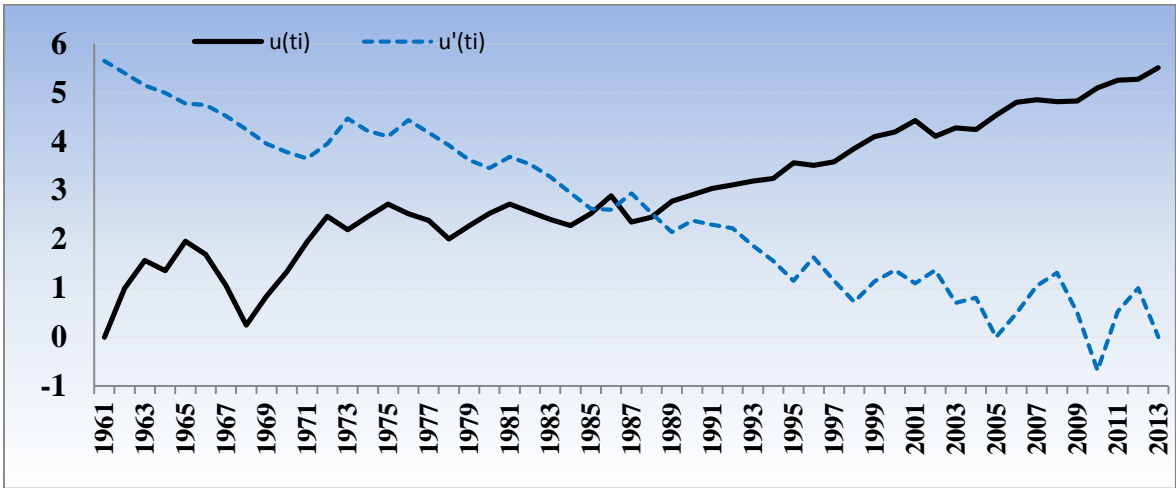
Şekil 37. Giresun ili minimum sıcaklık Mann-Kendall istatistiği

Şekil 38'deki grafik Giresun'un 1961-2013 periyodundaki uzun yıllar yaz mevsimi yıllık minimum sıcaklık değerlerinin değişimini göstermektedir. Bu periyoda ait yaz mevsimi yıllık minimum sıcaklık değerlerinin ortalaması 15,7 °C' dir. Şekil 39 ise aynı

verinin Mann-Kendall testidir. MK katsayısı $(z)=5,51$ 'dir. Zaman serisinde %95 güven aralığında artış eğilimi vardır. Trendin başladığı yıl 1988 yılıdır.

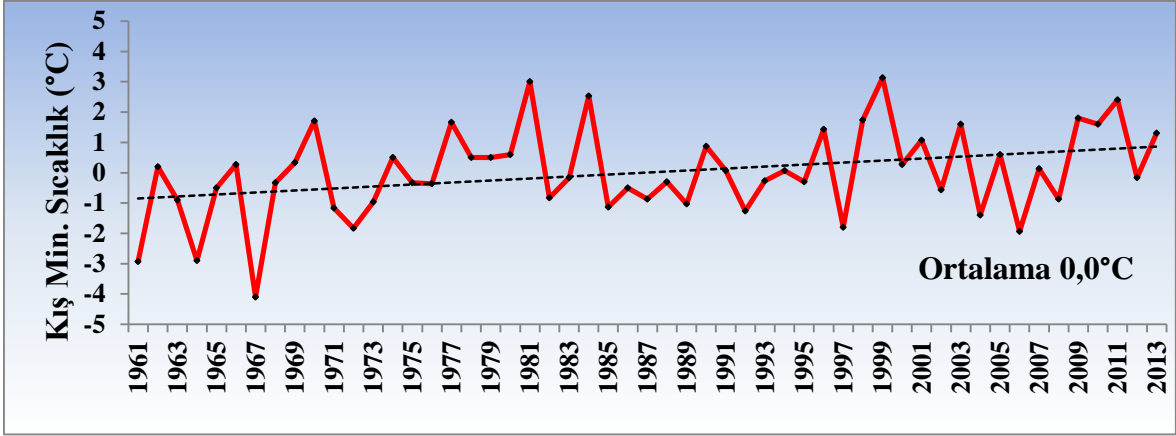


Şekil 38. Giresun ili yaz mevsimi minimum sıcaklık-yıl serisi

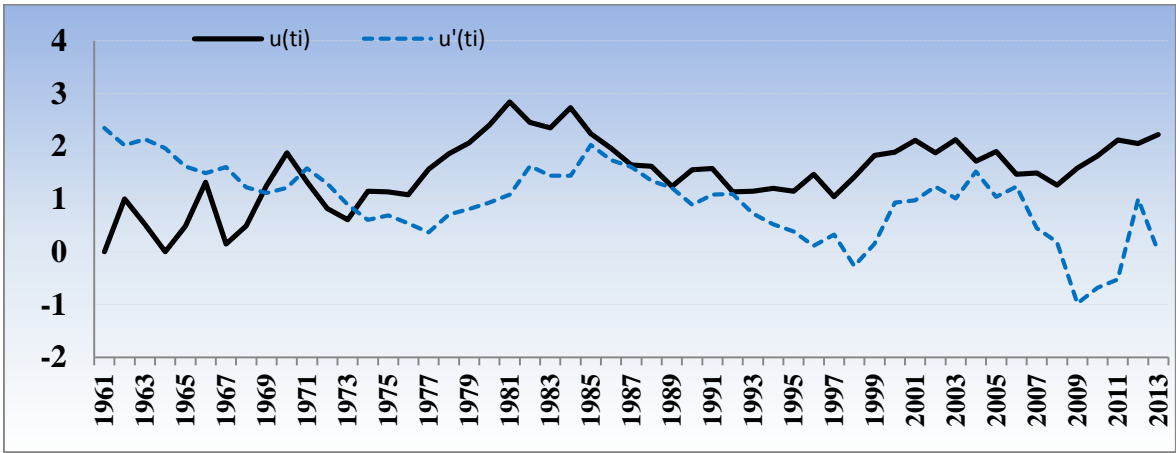


Şekil 39. Giresun ili yaz mevsimi minimum sıcaklık Mann-Kendall istatistiği

Şekil 40'daki grafik Giresun'un 1961-2013 periyodundaki uzun yıllar kış mevsimi yıllık minimum sıcaklık değerlerinin değişimini göstermektedir. Bu periyoda ait kış mevsimi minimum sıcaklık değerlerinin ortalaması $0,0$ °C' dir. Şekil 41 ise aynı verinin Mann-Kendall testidir. MK katsayısı $(z)=2,22$ 'dir. Zaman serisinde %95 güven aralığında artış eğilimi vardır. Trendin başladığı yıl 1992 yılıdır.

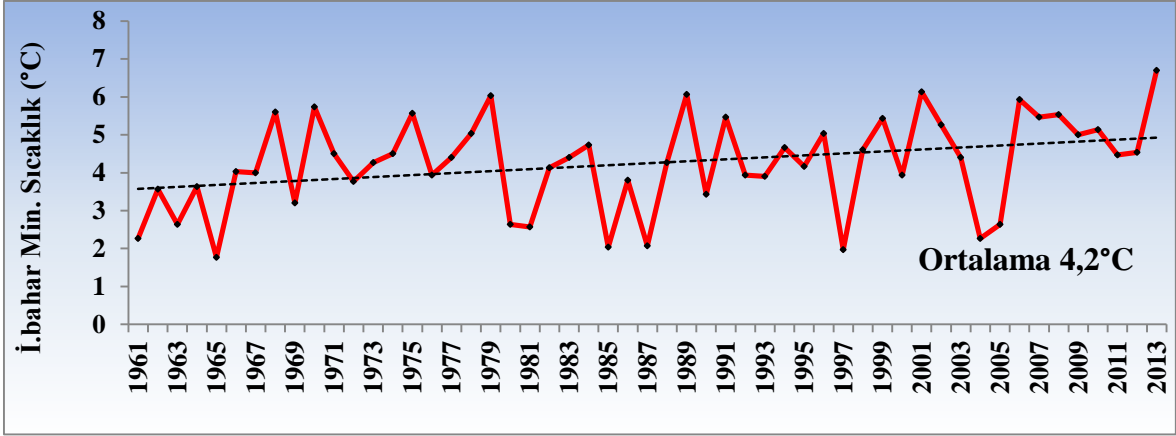


Şekil 40. Giresun ili kış mevsimi minimum sıcaklık-yıl serisi

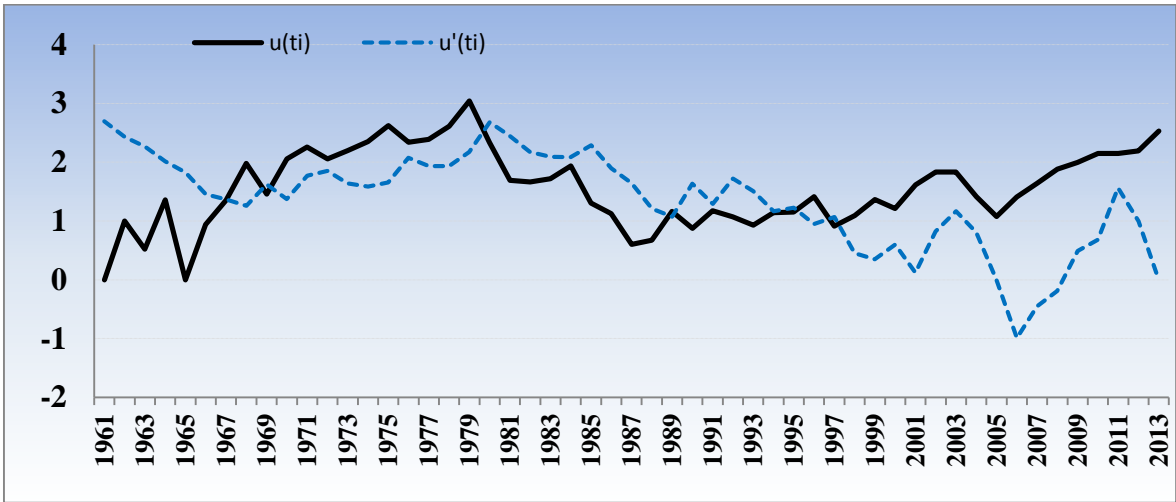


Şekil 41. Giresun ili kış mevsimi minimum sıcaklık Mann-Kendall istatistiği

Şekil 42'deki grafik Giresun'un 1961-2013 periyodundaki uzun yıllar ilkbahar mevsimi yıllık minimum sıcaklık değerlerinin değişimini göstermektedir. Bu periyoda ait ilkbahar mevsimi yıllık minimum sıcaklık değerlerinin ortalaması 4,2 °C' dir. Şekil 43 ise aynı verinin Mann-Kendall analiz testidir. MK katsayısı (z)=2,53'dür. Zaman serisinde %95 güven aralığında artış eğilimi vardır. Trendin başladığı yıl 1998 yılıdır.

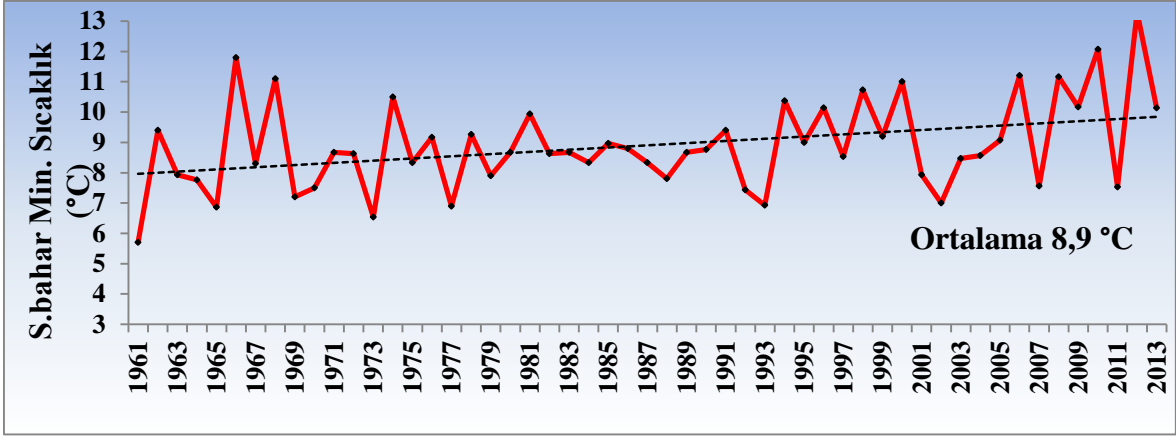


Şekil 42. Giresun ili ilkbahar mevsimi minimum sıcaklık-yıl serisi

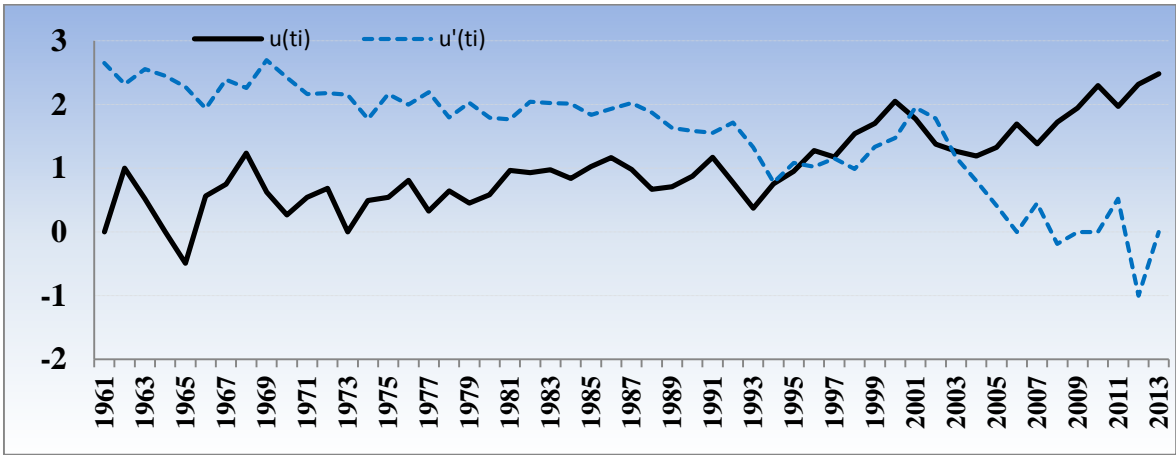


Şekil 43. Giresun ili ilkbahar mevsimi minimum sıcaklık Mann-Kendall istatistiği

Şekil 44'deki grafik Giresun'un 1961-2013 periyodundaki uzun yıllar sonbahar mevsimi yıllık minimum sıcaklık değerlerinin değişimini göstermektedir. Bu periyoda ait sonbahar mevsimi yıllık minimum sıcaklık değerlerinin ortalaması 8,9 °C'dir. Şekil 45 ise aynı verinin Mann-Kendall analiz testidir. MK katsayısı (z)=2,49'dur. Zaman serisinde %95 güven aralığında artış eğilimi vardır. Trendin başladığı yıl 2003 yılıdır.

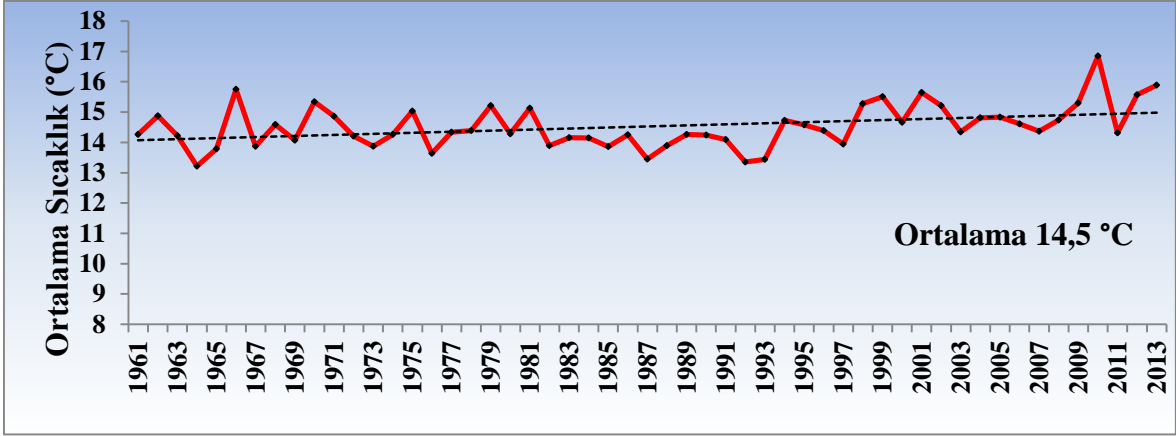


Şekil 44. Giresun ili sonbahar mevsimi minimum sıcaklık-yıl serisi

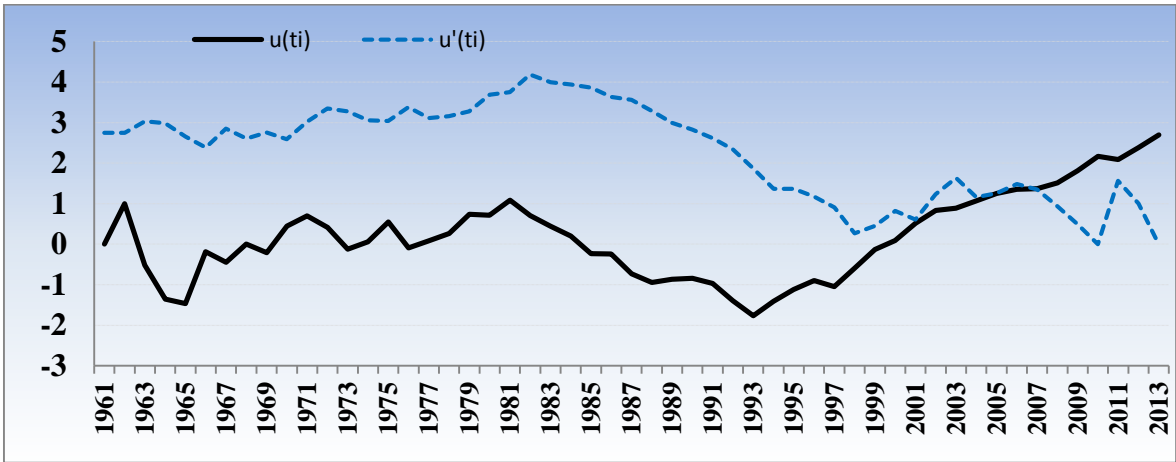


Şekil 45. Giresun ili sonbahar mevsimi minimum sıcaklık Mann-Kendall istatistiği

Şekil 46'daki grafik Giresun'un 1961-2013 periyodundaki uzun yıllar yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin değişiminin göstermektedir. Bu periyoda ait yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin ortalaması 14,5 °C'dir. Şekil 47 ise aynı verinin Mann-Kendall testidir. MK katsayısı (z)=2,70'dir. Zaman serisinde %95 güven aralığında artış eğilimi vardır. Trendin başladığı yıl 2008 yılıdır.

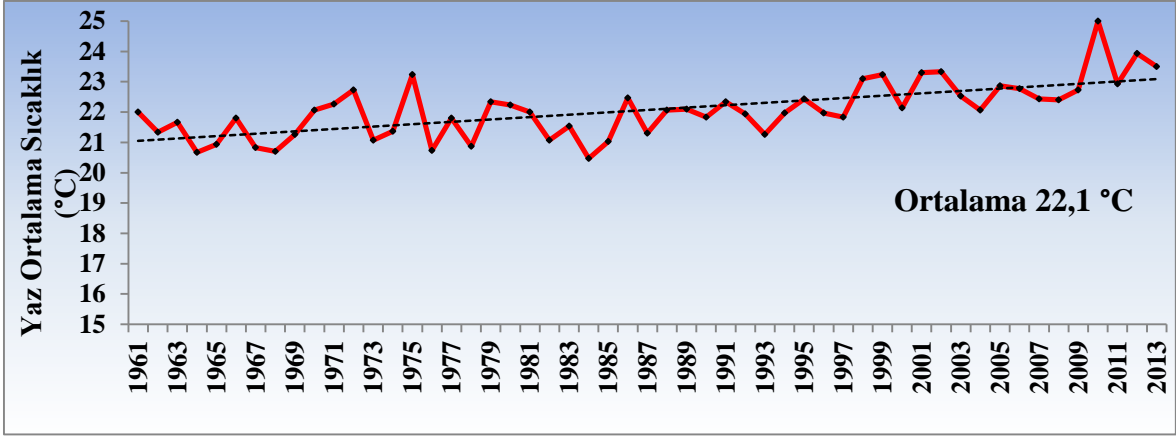


Şekil 46. Giresun ili ortalama sıcaklık-yıl serisi

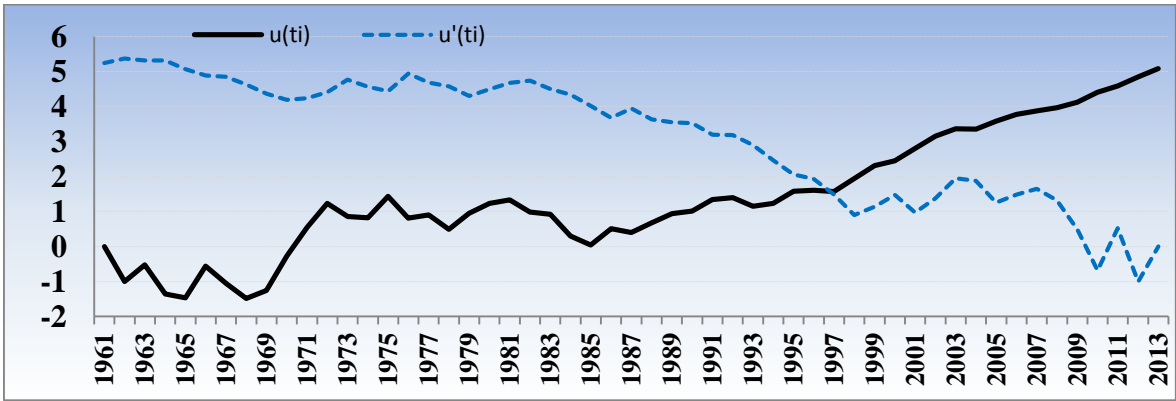


Şekil 47. Giresun ili ortalama sıcaklık Mann-Kendall istatistiği

Şekil 48'deki grafik Giresun'un 1961-2013 periyodundaki uzun yıllar yaz mevsimi yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin değişimini göstermektedir. Bu periyoda ait yaz mevsimi yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin ortalaması 22,1 °C'dir. Şekil 49 ise aynı verinin Mann-Kendall testidir. MK katsayısı (z)=5,08'dir. Zaman serisinde %95 güven aralığında artış eğilimi vardır. Trendin başladığı yıl 1998 yılıdır.

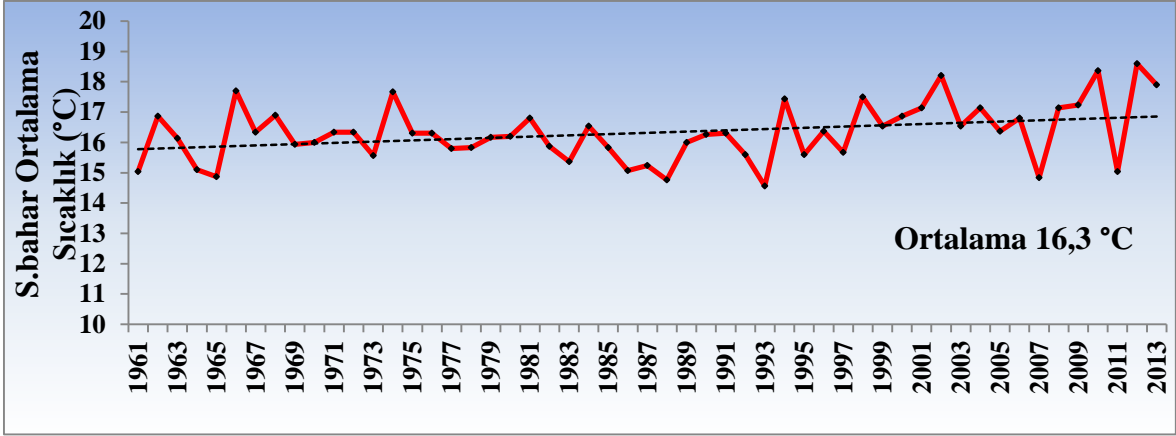


Şekil 48. Giresun ili yaz mevsimi ortalama sıcaklık-yıl serisi

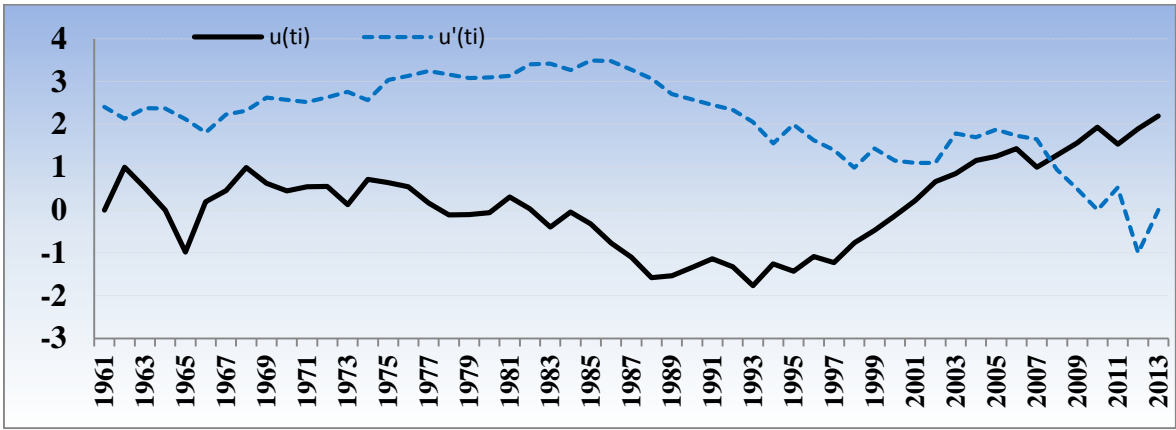


Şekil 49. Giresun ili yaz mevsimi ortalama sıcaklık Mann-Kendall istatistiği

Şekil 50'deki grafik Giresun'un 1961-2013 periyodundaki uzun yıllar sonbahar mevsimi yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin değişimini göstermektedir. Bu periyoda ait sonbahar mevsimi yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin ortalaması 16,3 °C'dir. Şekil 51 ise aynı verinin Mann-Kendall testidir. MK katsayısı (z)=2,19'dur. Zaman serisinde %95 güven aralığında artış eğilimi vardır. Trendin başladığı yıl 2008 yılıdır.

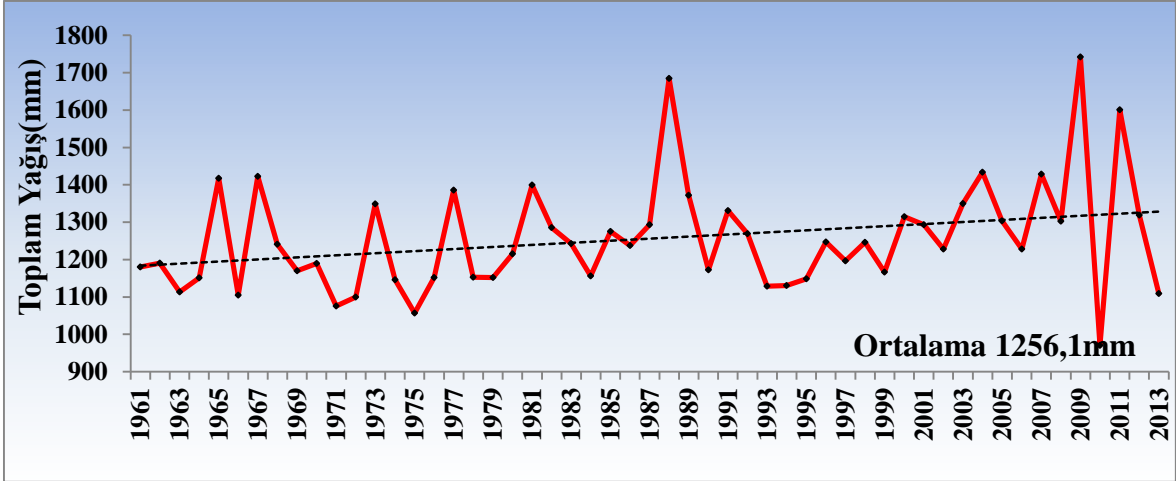


Şekil 50. Giresun ili sonbahar mevsimi ortalama sıcaklık-yıl serisi

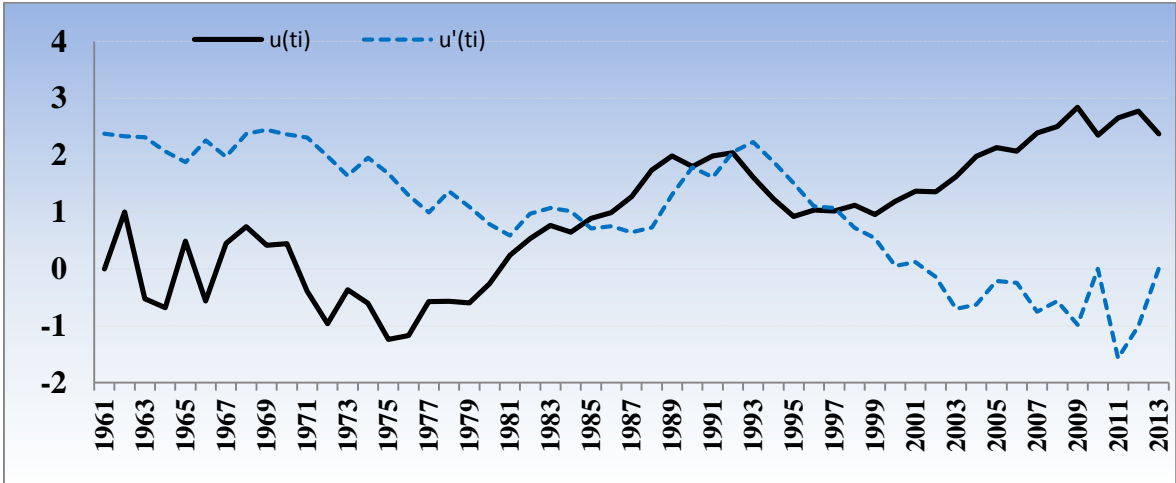


Şekil 51. Giresun ili sonbahar mevsimi ortalama sıcaklık Mann-Kendall istatistiği

Şekil 52'deki grafikte Giresun'un yıllık toplam yağış miktarının uzun yıllar boyunca artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Şekil 53'e göre $(z)=2,38$ 'dir. Zaman serisinde %95 güven aralığında artış eğilimi vardır. Trendin başladığı yıl 1998 yılıdır.

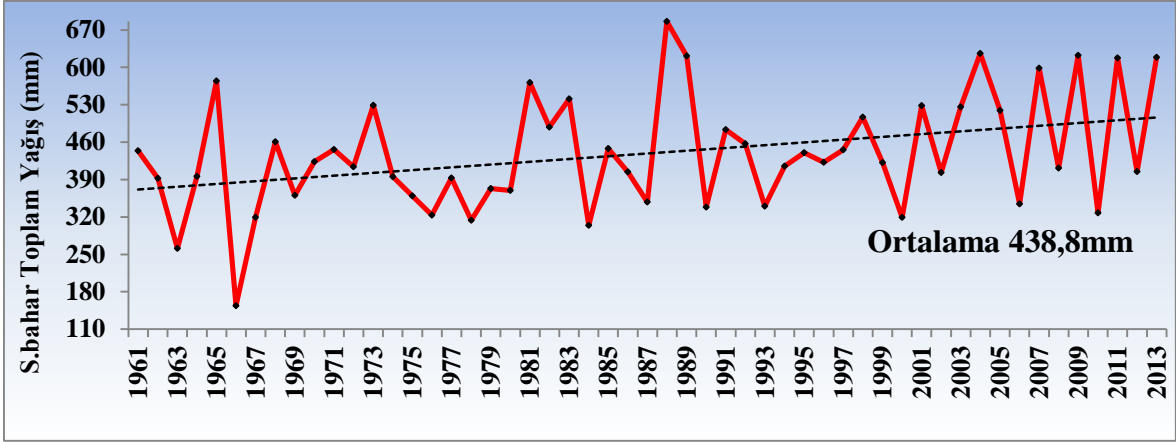


Şekil 52. Giresun ili yıllık toplam yağış miktarı-yıl serisi

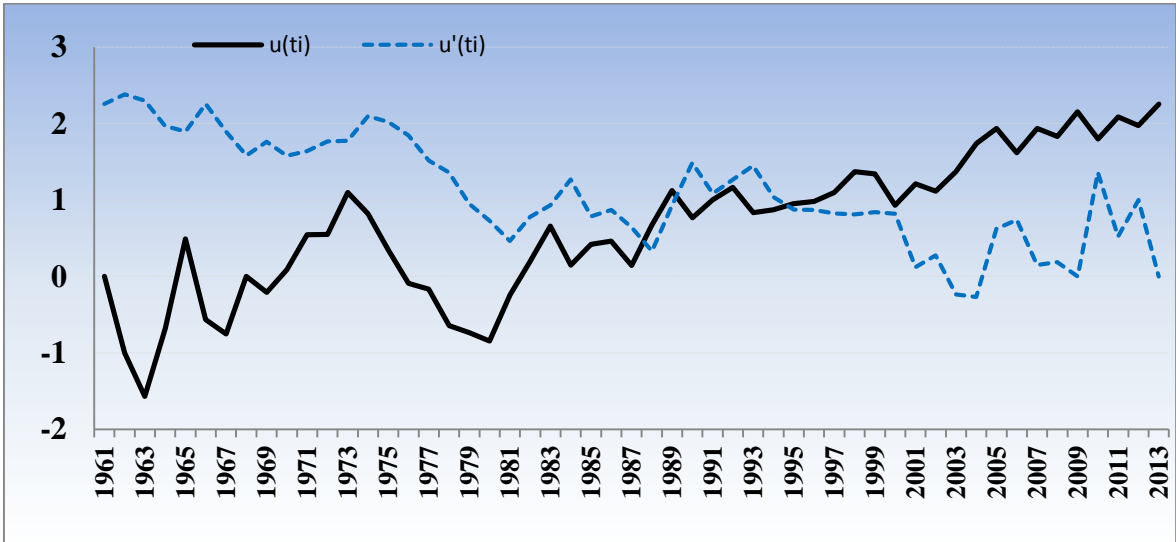


Şekil 53. Giresun İli yıllık toplam yağış miktarı Mann-Kendall istatistiği

Şekil 54'deki grafikte Giresun İli'nin sonbahar mevsiminde yıllık toplam yağış miktarının uzun yıllar boyunca artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Şekil 55'e göre $(z)=2,26$ 'dır. Zaman serisinde %95 güven aralığında artış eğilimi vardır. Trendin başladığı yıl 1996 yılıdır.



Şekil 54. Giresun ili sonbahar mevsimi yıllık toplam yağış miktarı-yıl serisi



Şekil 55. Giresun ili sonbahar mevsimi yıllık toplam yağış miktarıMann-Kendall istatistiği

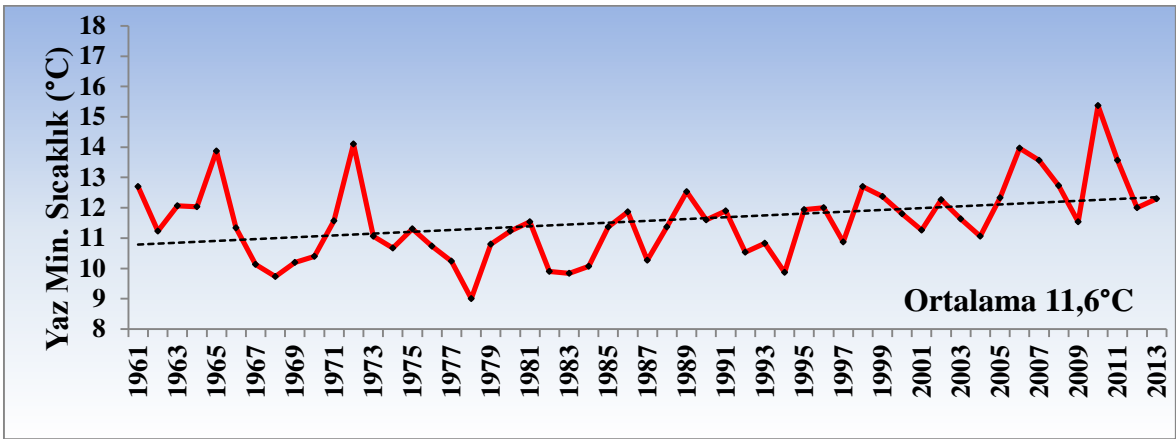
Tablo 3'te Giresun İline ait z değerlerinin mevsimsel karşılaştırılması gösterilmiştir. Giresun İline ait z değerleri incelendiğinde tüm mevsimlerde minimum sıcaklıkta; yaz ve sonbahar mevsiminde ise ortalama sıcaklık değerlerinde artış trendi olduğu görülmektedir.

Tablo 3. Giresun ili z değerleri mevsimsel karşılaştırması

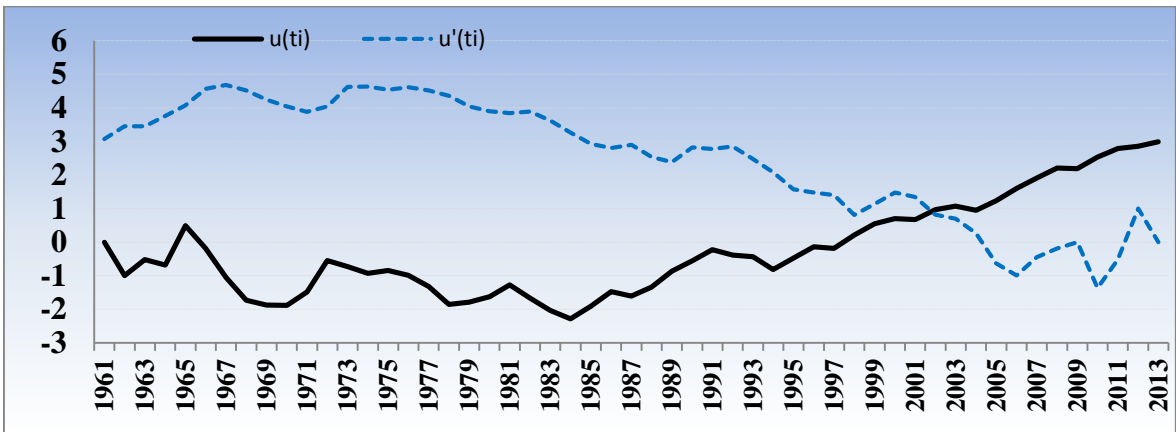
İl	Sonbahar min.	Sonbahar ort.	Kış min.	İlkbahar min.	Yaz min.	Yaz ort.
Giresun	Z=2,49 Artış Trendi Var	Z=2,19 Artış Trendi Var	Z=2,22 Artış Trendi Var	Z=2,53 Artış Trendi Var	Z=5,51 Artış Trendi Var	Z=5,08 Artış Trendi Var

4.4. Artvin İli Örneği

Şekil 56'daki grafik Artvin'in 1961-2013 periyodundaki uzun yıllar yaz mevsimi yıllık minimum sıcaklık değerlerinin değişimini göstermektedir. Bu periyoda ait yaz mevsimi yıllık minimum sıcaklık değerlerinin ortalaması 11,6 °C'dir. Şekil 57 ise aynı verinin Mann-Kendall testidir. MK katsayısı (z)=2,99'dur. Zaman serisinde %95 güven aralığında artış eğilimi vardır. Trendin başladığı yıl 2003 yılıdır.



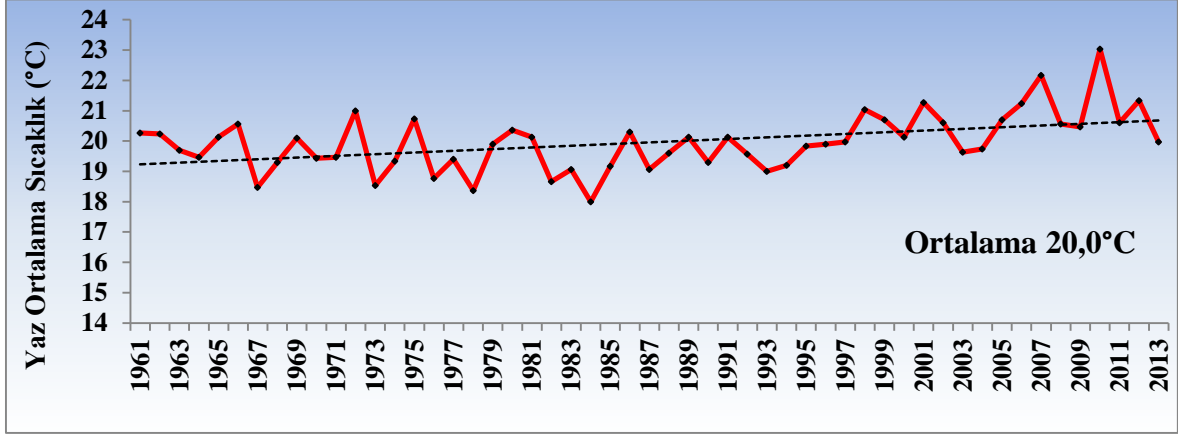
Şekil 56. Artvin ili yaz mevsimi minimum sıcaklık-yıl serisi



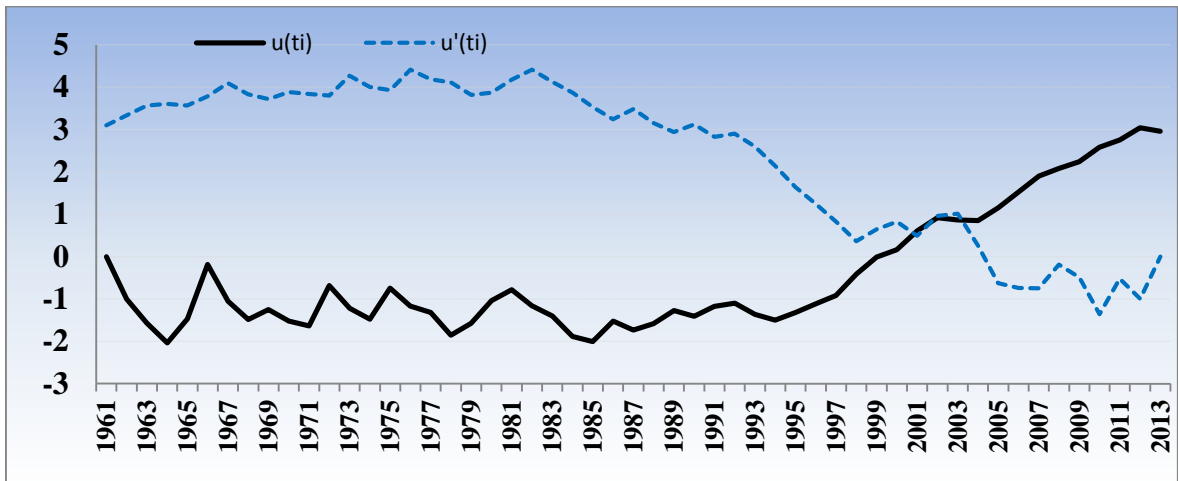
Şekil 57. Artvin ili yaz mevsimi minimum sıcaklık Mann-Kendall istatistiği

Şekil 58'deki grafik Artvin'in 1961-2013 periyodundaki uzun yıllar yaz mevsimi yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin değişimini göstermektedir. Bu periyoda ait yaz mevsimi yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin ortalaması 20,0 °C' dir. Şekil 59 ise aynı

verinin Mann-Kendall testidir. MK katsayısı (z)=2,96'dır. Zaman serisinde %95 güven aralığında artış eğilimi vardır. Trendin başladığı yıl 2004 yılıdır.

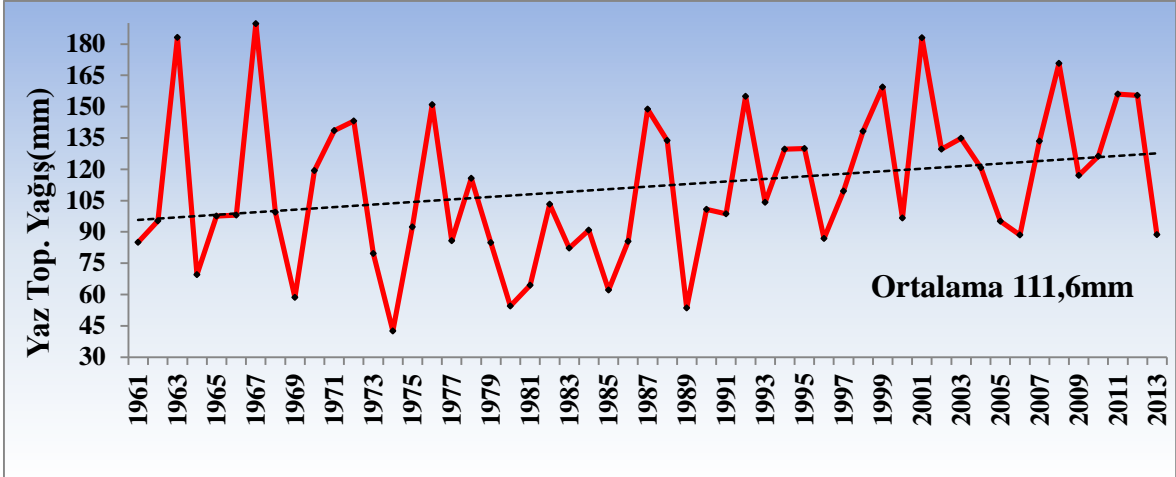


Şekil 58. Artvin ili yaz mevsimi ortalama sıcaklık-yıl serisi



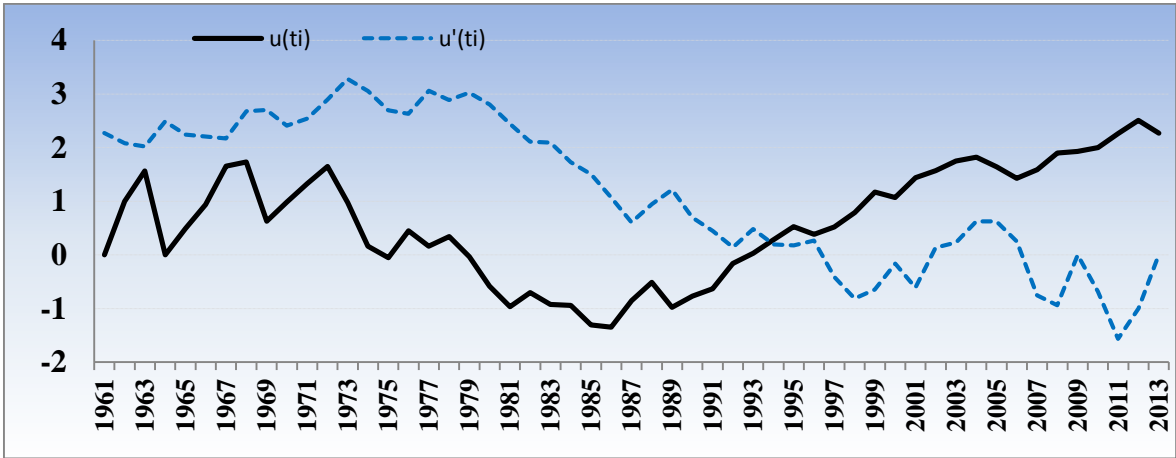
Şekil 59. Artvin İli yaz mevsimi ortalama sıcaklık Mann-Kendall istatistiği

Şekil 60'taki grafikte Artvin ili'nin yaz mevsiminde yıllık toplam yağış miktarının uzun yıllar boyunca artış eğiliminde olduğu görülmektedir.



Şekil 60. Artvin İli yaz mevsimi toplam yağış miktarı-yıl serisi

Şekil 61'e göre $(z)=2,27$ 'dir. Zaman serisinde %95 güven aralığında artış eğilimi vardır. Trendin başladığı yıl 1994 yılıdır.



Şekil 61. Artvin İli yaz mevsimi toplam yağış miktarı Mann-Kendall istatistiği

Tablo 4' te Artvin İli'ne ait z değerlerinin mevsimsel karşılaştırılması gösterilmiştir. Artvin İline ait z değerleri incelendiğinde yaz mevsimi minimum ve ortalama sıcaklık değerlerinde artış trendi olduğu görülmektedir.

Tablo 4. Artvin ili z-değerleri mevsimsel karşılaştırması

İl	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz min.	Yaz ort.
Artvin	Artış-Azalma Trendi Yok	Artış-Azalma Trendi Yok	Artış-Azalma Trendi Yok	Z=2,99 Artış Trendi Var	Z=2,96 Artış Trendi Var

5. SONUÇLAR

Yapılan istatistiksel analizlere göre; Trabzon İline ait yaz mevsimi ortalama ve minimum sıcaklığının zaman serisinde artan bir trend vardır. Bu trend 2005 yılında başlamıştır. MK istatistiği grafikleri incelendiğinde yaz mevsimi ortalama ve minimum sıcaklık değerlerine ait $u_{(t)}$ değerleri, kritik değer olan 1,96'nın üzerindedir. Bu nedenle artış eğilimi MK istatistiğine göre %95 güven aralığında anlamlıdır. Yağış verilerinde ise mevsimsel ve uzun yıllar ortalama değerler açısından bir trend olduğu tespit edilmemiştir.

Giresun İlinde minimum sıcaklık değerlerinin yıllık ortalamaları hem uzun yıllar ortalamasına hem de tüm mevsimlere ait olan değerlerin zaman serilerinde artış eğilimindedir. Artış trendi 1988 yılında yaz minimum sıcaklıklarında başlamış olup 2003 yılına kadar farklı periyotlar halinde tüm mevsimlerde gözlenmiştir. Aynı ile ait uzun yıllar ortalaması sıcaklık, yaz ve sonbahar aylarındaki ortalama sıcaklık değerleri de artış trendindedir. Artış eğilimi uzun yıllar ortalama sıcaklık ve sonbahar ortalama sıcaklık değerlerinde 2008; yaz mevsimi ortalama sıcaklık değerlerinde ise 1998 yılında başlamıştır. Ayrıca uzun yıllar yıllık toplam yağışlarda ve sonbahar aylarındaki toplam yağış miktarında da artış trendi vardır.

Rize İlinde yaz ve sonbahar mevsimine ait minimum, maksimum ve ortalama sıcaklıkların zaman serilerinde artış eğilimi vardır. Ayrıca uzun yıllara ait yıllık maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık değerlerinin ortalamalarının da zaman serisi oluşturulduğunda artış trendi görülmektedir. Sıcaklık değerlerindeki bu artış trendi 2000'li yılların başında başlamıştır. Artış trendinin gözlemlendiği değerlerin MK istatistiği grafikleri incelendiğinde $u_{(t)}$ değerlerinin, kritik değer 1,96'nın üzerinde olduğu sonucuna varılmaktadır. Bu nedenle artış eğilimi MK istatistiğine göre %95 güven aralığında anlamlıdır. Aynı kente ait yağış miktarında ise sonbahar mevsiminde artış trendi vardır. Trend 1989 yılından itibaren 2014 yılına kadar devam etmekte olduğu tespit edilmiştir.

Artvin İlinde sadece yaz mevsiminde ortalama ve minimum sıcaklıklarda ayrıca yaz mevsimi toplam yağışlarında artış eğilimi olduğu tespit edilmiştir. Sıcaklık ve yağış değerlerindeki bu artış trendi 2000'li yılların başında başlamıştır. Artış trendinin gözlemlendiği değerlerin MK istatistiği grafikleri incelendiğinde $u_{(t)}$ değerlerinin, kritik değer olan 1,96'nın üzerinde olduğu görülmektedir. Bu nedenle artış eğilimi MK istatistiğine göre %95 güven aralığında anlamlı bir sonuçtur. Oluşturulan Mann-Kendall Trend

grafiklerindeki anlamlılık değerleri mevsimlere göre incelendiğinde aşağıdaki çıkarımlara varılmaktadır;

İlkbahar mevsimi minimum sıcaklık trendlerinde Giresun İlinde anlamlı bir trend olduğu görülmektedir. Genel olarak baktığımızda, minimum sıcaklıkların 1961-2013 dönemini içeren 52 yıllık periyodunda pozitif anlamlı trendlerin meydana geldiği tespit edilmiştir. Pozitif yönde görülen bu anlamlı trendlerin minimum sıcaklıklardaki durumu, gece sıcaklıklarındaki artıŐa iŐarettir. Yani, radyatif soğumanın sera etkisiyle bastırıldığı sonucuna varılmaktadır. Sıcaklıklardaki bu artış küresel ısınmanın ilkbahar mevsiminde etkili olduğunu göstermektedir.

Yaz mevsimi maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıkların trendlerinin dağılımında tez kapsamında incelenen tüm illerde birbirine benzer anlamlı sonuçlar gözlenmiştir. Bölge genelinde görülen bu trend yaz aylarında sıcaklıkların artış eğiliminde olduğunu göstermektedir. Bölgeye ait 52 yıllık dönemde, tüm illerde görülen artış trendine bakılarak küresel ısınmanın özellikle yaz mevsiminde daha etkili olduğu çıkarımına varılmaktadır. Bu artıştan dolayı, yaz kuraklıklarının Őiddetinin de artabileceği sonucuna varılmaktadır. Ortalama sıcaklıklarda görülen artış trendinin benzer Şekilde devam etmesi durumunda, bazı kıyı yöreleri hariç su ve su kaynakları üzerine büyük olumsuz baskılar oluŐacaktır. Örneğin, sıcaklıktaki bu artış trendi buharlaşma miktarını arttıracadığı için buna bağlı ekolojik sorunlar doğuracaktır. Ayrıca, yüksek noktalarda erime dönemindeki kar örtüsünün erime süresini kısaltabileceğinden, akarsuların debisini arttıracak çeşitli taşkın ve sellere neden olacaktır.

Sonbahar mevsimi verilerinde de görülen trendler artış eğilimindedir. Giresun ilinde minimum ve ortalama sıcaklık verilerinin yanında toplam yağış miktarı değerlerinde de artış eğilimi görülmektedir. Sıcaklıklarla beraber yağışlarda da artışın görüldüğü yörelerde yağışların daha kısa süreli fakat daha Şiddetli olacaktır. Bu durum erozyon Őiddetini de arttıracaktır. Aynı zamanda ekim döneminde meydana gelebilecek böyle bir durum ekim yapılan arazilerinde hasar görmesine neden olacaktır. Rize ilinde sonbahar mevsimine ait ortalama sıcaklık verilerinde meydana gelen artış trendi ise yağışın artıŐa geçtiği bu mevsimde T_d (doyma noktası) sıcaklığını yükselteceğinden, bu dönemde yağışların miktarında azalmalara neden olacaktır.

Kış mevsimi minimum sıcaklık verilerinde trendlerin dağılımına bakıldığında Giresun İlinde pozitif anlamlı trend olduğu görülmektedir. Bu durum kış mevsiminde

görülen yağış tiplerinin zamanla değişmesine neden olacaktır. Örneğin, kar yağışlarının yerini yağmurun almasıyla sel ve taşkınların sayısı artacaktır.

Tüm bu sonuçların daha belirgin bir şekilde görülmesi amacıyla aşağıdaki tablo verilmiştir. Tablo 5, D. Karadeniz Bölgesi illerin mevsimsel karşılaştırmalı z değerleri ile oluşturulmuştur.

Tablo 5. D. Karadeniz bölgesi illerin mevsimsel karşılaştırmalı z değerleri

İl	Sonbahar ort.	Sonbahar maks.	Sonbahar min.	Kış min.	İlkbahar min.	Yaz ort.	Yaz maks.	Yaz min.
Trabzon	Artış- Azalma Trendi Yok	Artış- Azalma Trendi Yok	Artış- Azalma Trendi Yok	Artış- Azalma Trendi Yok	Artış- Azalma Trendi Yok	Z=4,30 Artış Trendi Var	Artış- Azalma Trendi Yok	Z=2,35 Artış Trendi Var
Rize	Z=2,72 Artış Trendi Var	Z=2,24 Artış Trendi Var	Z=2,06 Artış Trendi Var	Artış- Azalma Trendi Yok	Artış- Azalma Trendi Yok	Z=5,31 Artış Trendi Var	Z=3,88 Artış Trendi Var	Z=3,47 Artış Trendi Var
Giresun	Z=2,19 Artış Trendi Var	Artış- Azalma Trendi Yok	Z=2,49 Artış Trendi Var	Z=2,22 Artış Trendi Var	Z=2,53 Artış Trendi Var	Z=5,08 Artış Trendi Var	Artış- Azalma Trendi Yok	Z=5,51 Artış Trendi Var
Artvin	Artış- Azalma Trendi Yok	Artış- Azalma Trendi Yok	Artış- Azalma Trendi Yok	Artış- Azalma Trendi Yok	Artış- Azalma Trendi Yok	Z=2,96 Artış Trendi Var	Artış- Azalma Trendi Yok	Z=2,99 Artış Trendi Var

6. ÖNERİLER

İklim değişikliğine bağlı olarak su çevriminin değişimi; başta su kaynaklarını, su yapılarını, yapı tarzında çatıları olmak üzere tarımsal faaliyetleri, halk sağlığını, kara ve deniz ekosistemleri ile kıyı bölgelerini, meteoroloji karakterli afetleri olumsuz etkileyeceği öngörüldüğünden bu konuda yapılan araştırmalara ağırlık verilmesi önerilmektedir.

Bu nedenle öncelikli olarak su kaynaklarına yönelik çalışmalar yürütülmesi; su kaynaklarının iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinden en düşük seviyede etkilenmesi için beklenen etkilerin araştırılması, sektörel ve bölgesel etkilenebilirlik çalışmalarının tamamlanmasının sonucunda bu etkilere yönelik uyum faaliyetlerinin planlanması gerekmektedir.

Bu kapsamda, ülke genelinde yüksek çözünürlüklü iklim modelleme çalışmalarının geliştirilmesi ve bu modellerle birlikte iklimin ülke su kaynaklarına etkilerinin araştırılması hususunda üniversitelerin ve enstitülerinin konuyla ilgili Ar-Ge çalışmaları yapmaları teşvik edilmeli ve bu çalışmalara destek verilmelidir.

Kurumlar arasında ve bireysel bazda iklim değişikliği ve olası etkileri konusunda farkındalık oluşturulması için eğitim programlarının daha yaygınlaştırması gerekir. Kurumsal kapasitenin oluşturulması için öncelikle iklim değişiminin olası etkilerine karşı uyum konusuyla ilgili birimler oluşturulmalıdır. Bu sayede bilgi ve tecrübe birikimi sağlanarak kurumlar arası koordinasyon ve bilinçlendirme çalışmalarının artırılması hedeflenmelidir.

Küresel ısınmanın su kaynaklarına etkide bulunması kaçınılmazdır. Hayatın kaynağı olan su, iklim değişikliğine karşı gerekli önlemler alınmadığında dünyanın en önemli sorunlarından biri olacak, kurak ve yarı kurak alanlarındaki su kaynakları sorunlara yenilerini ekleyerek su gereksinimi artacaktır. Küresel iklim değişikliğine karşı yapılması gereken ilk husus, su kaynaklarının planlı ve verimli kullanılmasıdır. Suyun yönetimine, kuraklık planlarına, suyun yeniden kullanımıyla ilgili sistemlerin geliştirilmesi ve sulama tekniklerinin iyileştirilmesine yönelik çabalar yoğunluk kazanmalıdır. Çünkü küresel iklim değişimi sonucunda, bölge genelinde yağışların alansal dağılımı, şiddeti ve süresi değişmektedir. Bunun sonucunda, buharlaşma artmakta, yağış düzeni değişmekte, toprak nemi ve kar örtüsü azalmakta, şiddetli yağışların sıklığı artmakta, akışlar ve akifer beslenmesinde azalmalar olmakta, şehirlerde ani seller ve kıyısal alanlarda deniz suyu

girişini artmakta ve barajlarda daha fazla buharlaşmayla kayıplar olmaktadır. Bu nedenle, artık su kaynakları yatırımlarının ve tesislerin planlanması ve işletilmesinde iklim değişiminin söz konusu etkilerinin de göz önünde bulundurulmalıdır.

Bunlara ek olarak, su kaynaklarımız meteorolojik şartları göz önüne alarak yönetilmeli, su havzaları korunmalı, şehirler planlanırken su kaynakları dikkate alınmalı ve ülke sınırı aşan suların komşu ülkelere ile paylaşımında iklim faktörü de mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Su hem enerji, hem de tarımsal açıdan son derece önemlidir. Sulama ve enerji amaçlı ülkemizde çok sayıda su yapısı inşa edilmiş ve edilmektedir. Bu su yapılarının amaçlarına uygun faaliyet gösterebilmesi, ancak yeterli miktarda yağışın düşmesi ile mümkündür. Meteorolojik faktörlerdeki değişiklikler birbirinden bağımsız değildir. Sıcaklıktaki bir artış kendini buharlaşmada bir artma olarak hemen gösterecektir. Bunun sonucunda toprak su içeriğindeki azalma meydana gelecektir. Akışta meydana gelen bu mevsimsel salınımlar baraj göllerinin işletme kapasitesini etkilemektedir. Özellikle kar, su toplama havzalarının iklim değişimine gösterdiği reaksiyonu ortaya koyan en iyi faktördür. Bu faktör aynı zamanda havzanın orografik özelliklerine bağlıdır. Yüksek akış katsayıları birçok hidrolojik projenin yapılabilmesine de engel teşkil edeceğinden tüm su yapılarının planlanması iklim değişikliği dikkate alınarak geliştirilmelidir.

Ayrıca; artan nüfus, fosil yakıtlara artan talep ve endüstriyel aktiviteler havadaki CO₂ miktarının daha da artmasına neden olmakta ve bu durum sadece bugünü değil, yüzyıl sonrasını etkileyecek kötü sonuçlara yol açmaktadır. Havada bulunan başlıca sera gazları; CO₂, CH₄, su buharı, NO ve CFC' lerdir. Bu gazların kapasitenin üzerinde havada bulunması sera etkisi oluşturmakta ve küresel ısınmaya neden olmaktadır. Bu nedenle, enerji üretiminde fosil yakıtların kullanımı asgariye indirilmeli, temiz enerji kaynakları özendirilmeli ve yaygınlaştırılmalı, enerji altyapısı yeniden yapılandırılmalıdır.

Son olarak, değişken coğrafik ve topografik özellikler gösteren bir bölgede iklim araştırmasında kullanılan veriler daha sık bir gözlem ağı oluşturularak ölçülmeli ve incelenmelidir. Bunun için bölgeyi temsil eden mevcut OMGİ sayısı arttırılmalı ve ölçüm ağı genişletilmelidir.

7. KAYNAKLAR

1. Türkeş, M., Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey, International Journal of Climatology, 16, 1057-1076., 1996.
2. IPCC, Climate Change 2007-The Physical Science Basis Contribution of Working Group I To the Fourth Assessment Report of the IPCC, 2007.
3. IPCC: <http://www.ipcc.ch/>, 20 Nisan 2015.
4. WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2013, WMO-No. 1130, Geneva- Switzerland, 2014.
5. <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/summary-info/global/2014/12>. 19 Nisan 2015.
6. Koçak, K., 2012 : Klimatoloji Ders Notları
7. <http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/rcp-45.pdf>. 12 Mayıs 2015.
8. <http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/rcp-45.pdf>. 12 Mayıs 2015.
9. <http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/rcp-45.pdf>. 12 Mayıs 2015.
10. <http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/rcp-45.pdf>. 12 Mayıs 2015.
11. Baltacı, H., D. Karadeniz Bölgesi Heyelan-Yağış İlişkisinin İncelenmesi ve Minimum Eşik Değerlerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Avrasya Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2010.
12. <http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/rcp-45.pdf>. 12 Mayıs 2015.
13. <http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/rcp-45.pdf>. 12 Mayıs 2015.
14. <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik>. 8 Mayıs 2015.
15. <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik>. 8 Mayıs 2015.
16. <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik>. 8 Mayıs 2015.
17. <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik>. 8 Mayıs 2015.
18. Şahinler, S., En Küçük Kareler Yöntemi ile Doğrusal Regresyon Modeli Oluşturmanın Temel Prensipleri, Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 5, 57-73, Hatay, 2000.

19. Kendall, M.G. ve Griffin C., Rank Correlation Methods, 4th Ed., London UK., 1975
20. Toros, H., Klimatolojik Serilerden Türkiye Geneline Trend Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1993.
21. Baltacı, H., D. Karadeniz Bölgesi Heyelan-Yağış İlişkisinin İncelenmesi ve Minimum Eşik Değerlerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Avrasya Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2010.
22. Çanlı, Ö.; Küresel İklim Değişiminin Doğu Karadeniz İllerinde Hissedilmesi Örneği, İTÜ Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, Nisan 2015, İstanbul, Bildiriler Kitabı II: 771-780.

8. EKLER

Bu yüksek lisans tezine konu olan illerdeki OMGI'lerden elde edilen aylık maksimum, minimum, ortalama sıcaklık ve toplam yağış miktarı verileri Excel dosyası şeklinde tezin ekinde CD olarak verilmiştir.

Ekler:

Ek-1. Artvin İli verileri

Ek-2. Giresun İli verileri

Ek-3. Rize İli verileri

Ek-4. Trabzon İli verileri

ÖZGEÇMİŞ

Öznur ÇANLI, 1989'da, Çanakkale'de doğdu. 2007 yılında Çanakkale Milli Piyango Anadolu Lisesi'nden, 2012'de İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Meteoroloji Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 2013 yılında KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri Anabilim Dalı'nda yüksek lisansına başladı. 2013'de Trabzon Meteoroloji 11. Bölge Müdürlüğü'nde başladığı görevine halen devam etmektedir.