

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İSTASYON BAZLI GÜNLÜK MAKSİMUM
YAĞIŞLAR İLE BÜYÜK ÖLÇEKLİ
ATMOSFERİK PARAMETRELER ARASINDAKİ
İLİŞKİLERİN ARAŞTIRILMASI**

Tülay KÜLEKÇİOĞLU

Eylül, 2022

İZMİR

**İSTASYON BAZLI GÜNLÜK MAKSİMUM
YAĞIŞLAR İLE BÜYÜK ÖLÇEKLİ
ATMOSFERİK PARAMETRELER ARASINDAKİ
İLİŞKİLERİN ARAŞTIRILMASI**

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
İnşaat Mühendisliği Bölümü
Hidrolik-Hidroloji ve Su Kaynakları Ana Bilim Dalı**

Tülay KÜLEKÇİOĞLU

Eylül, 2022

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

TÜLAY KÜLEKÇİOĞLU, tarafından **PROF. DR. OKAN FISTIKOĞLU** yönetiminde hazırlanan “**İSTASYON BAZLI GÜNLÜK MAKSİMUM YAĞIŞLAR İLE BÜYÜK ÖLÇEKLİ ATMOSFERİK PARAMETRELER ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN ARAŞTIRILMASI**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Okan FISTIKOĞLU

Yönetici

Prof. Dr. Sevinç ÖZKUL

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Ebru ERİŞ

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Okan FISTIKOĞLU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmamın planlanmasında, araştırılmasında, oluşumunda ve yürütülmesinde ilgisini ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, pandemi sürecinde zaman zaman uzaktan yürütmek zorunda kaldığımız bu çalışmamda takıldığım yerlerde her zaman sabırla bana yol gösteren tez danışmanım, kıymetli hocam Prof. Dr. Okan FISTIKOĞLU'na tüm emekleri için çok teşekkür ederim.

Bu süreçte desteğini benden hiç esirgemeyen, yorulduğumda bıktığımda hep elimden tutup devam etmem için beni teşvik eden, motivasyonumu hep yüksek tutmamı sağlayan meslektaşım, yol arkadaşım, eşim Yusuf Cihad KÜLEKÇİOĞLU'na çok teşekkür ederim.

Doğduğu günden sevgisi ile hayatımı güzelleştiren, benim daha iyi, şefkatli ve güçlü olmamı sağlayan biricik oğlum Kerem Yusuf KÜLEKÇİOĞLU'na teşekkür ederim.

Ayrıca bu uzun ve meşakkatli süreçte beni destekleyen ve yanımda olan tüm aile üyelerime ve arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Tülay KÜLEKÇİOĞLU

İSTASYON BAZLI GÜNLÜK MAKSİMUM YAĞIŞLAR İLE BÜYÜK ÖLÇEKLİ ATMOSFERİK PARAMETRELER ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN ARAŞTIRILMASI

ÖZ

Küresel ısınmaya bağlı olarak artan hava sıcaklıkları sadece toplam yağış miktarlarını etkilemekle kalmayıp aynı zamanda ekstrem yağışların şiddet ve frekansında da değişimlere sebep olmaktadır. Yağış rejimlerindeki bu değişimlerin atmosferik parametrelerle olan ilişkisini açıklayabilmek için İzmir ve çevresindeki, İzmir Bölge (1948-2018), Bergama (1959-2018), Bornova (2013-2018), Buca (2014-2018), Çeşme (1963-2018), Karşıyaka (2014-2018), Kemalpaşa (2009-2018), Menderes (2012-2018), Torbalı (2012-2018) ve Urla (2012-2018) istasyonlarının günlük yağışları ile aynı bölgeye ait 1948-2018 dönemindeki büyük ölçekli NCEP/NCAR Yeniden Analiz verilerinin hava sıcaklığı, geopotansiyel yükseklik, bağıl nem ve alansal ortalama yağış parametreleri birlikte incelenmiştir. Günlük yağışlar ve aynı döneme ait atmosferik parametreler Mann-Kendall eğilim testi ile incelenmiş, istasyon yağışları ile atmosferik parametrelere ait eğilim yapıları karşılaştırılmıştır. Eğilim analizleri istasyon yağışları ile aynı dönemdeki atmosferik parametrelerdeki eğilimlerin farklılaştığını göstermiş bu farklılaşmada büyük rol oynayan artan veya azalan trendin dönüm noktalarını bulmak için sıralı Mann-Kendall analizleri uygulanmıştır. Bu tez kapsamında ayrıca İzmir ve çevresindeki istasyonların günlük yağışlarının, NCEP/NCAR parametreleri ile ilişkileri kuantil regresyon analizi ile incelenmiş ve yüksek kuantilli yağışların (şiddetli yağışlar) hangi atmosferik parametrelerden etkilendiği belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda; İzmir merkez ve diğer istasyonlarda sıcaklıkların 1960'lı yıllardan itibaren artmakta olduğu, ancak en şiddetli yağışların gözlemlendiği kış sıcaklıklarının 1975'li yıllardan itibaren artmakta olduğu, nem değerlerindeki azalmanın 1960'lı yıllarda başlamasına rağmen şiddetli yağışlarda artan yer seviyesi sıcaklıklarının (airsurface) baskın bir parametre olduğu, yer seviyesi sıcaklıkları arttıkça şiddetli yağışların arttığı görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Yağış Analizi, NCEP/NCAR, Kuantil Regresyon, Mann-Kendall Trend Analiz Testi, Sıralı Mann-Kendall Trend Analiz Testi

INVESTIGATION OF THE RELATIONS BETWEEN STATION BASED MAXIMUM PRECIPITATIONS AND LARGE SCALE ATMOSPHERIC PARAMETERS

ABSTRACT

Increasing air temperatures due to global warming not only affect the total amount of precipitation, but also cause changes in the intensity and frequency of extreme precipitation. In order to explain the correlation between these changes in precipitation regimes and atmospheric parameters, daily precipitation data of İzmir Bölge, Bergama, Bornova, Buca, Çeşme, Karşıyaka, Kemalpaşa, Menderes, Torbalı and Urla stations and the weather temperature, geopotential height, relative humidity and areal average precipitation parameters with regards to data obtained from NCEP / NCAR Re-Analysis between 1948 and 2018 period were assessed. Daily precipitation and atmospheric parameters of the same period were examined through Mann-Kendall trend test, and the trend structures of station-based precipitation and atmospheric parameters were compared. The trend analyses indicated the differentiation between the trends in the atmospheric parameters and station-based precipitation in the same period, and Sequential Mann-Kendall analyses were carried out to find the turning points of the increasing or decreasing trend, which has a major role in this differentiation. Within the scope of this thesis, the correlation between the daily precipitation of İzmir and its surrounding stations, and NCEP / NCAR parameters were examined through quantile regression analysis and it was found which atmospheric parameters affect the high quantile precipitation (heavy precipitation). It was observed in consequence of the analyses conducted that the temperature have been increasing in the centre of İzmir and other stations since 1960s, however the temperatures during the winter when the heaviest precipitation is observed have increased since 1975, the decrease in humidity began in the 1960s, the air-surface temperatures are dominant parameters in heavy precipitation, and that as the temperature increases, heavy precipitation increases correlatively.

Keywords: Precipitation Analysis, NCEP/NCAR, Quantile Regression, Mann-Kendall Trend Analysis Test, Sequential Mann-Kendall Trend Analysis Test

İÇİNDEKİLER

Sayfa

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	xiii
BÖLÜM 1 - GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2 - AMAÇ ve KAPSAM	4
BÖLÜM 3 - MEVCUT ÇALIŞMALAR	6
BÖLÜM 4 - YÖNTEM	10
4.1 Yağış	10
4.1.1 Yağışın Tanımı	10
4.1.2 Yağış Oluşumu	10
4.1.3 Yağışın Tipleri	11
4.1.3.1 Konvektif (Konveksiyonel veya Yükselim) Yağış.....	11
4.1.3.2 Depresyonik (Siklonik, Cephesel veya Frontal) Yağış.....	11
4.1.3.3 Orografik (Yamaç) Yağış.....	11
4.2 Yağış Ölçümü.....	11
4.2.1 Yağış Kayıtlarının Analizi.....	12
4.2.1.1 Toplam Yağış Eğrisi ve Hiyetograf.....	12
4.2.1.2 Yağış Şiddeti-Süre-Tekerrür Bağlılıları (I-t-T Bağlılıları).....	12
4.3 Regresyon Analizi	13
4.3.1 Bağımlı Değişken (y)	14
4.3.2 Bağımsız Değişken (x)	14
4.3.3 Tek Değişkenli ve Çok Değişkenli Regresyon Analizi.....	15
4.4 Kuantil Regresyon	15

4.5 Mann-Kendall Trend Analizi Testi	17
4.6 Sıralı Mann Kendall Testi.....	19
BÖLÜM 5 - UYGULAMA.....	21
5.1 Uygulama Alanı ve Veriler	21
5.1.1 Uygulama Alanının Konumu ve Başlıca Coğrafi Özellikleri.....	21
5.1.1.1 Coğrafya.....	21
5.1.1.2 İzmir İlinin İklim ve Bitki Örtüsü	21
5.1.2 İstasyon Verileri.....	23
5.1.3 NCEP/NCAR Yeniden Analiz verileri.....	30
BÖLÜM 6 - BULGULAR.....	32
6.1 İstasyon Bazlı Kuantil Regresyon Analizi	32
6.2 İstasyonların Gözlem Süresi Aralığındaki Günlük NCEP/NCAR Parametrelerine Ait Eğilimler	51
6.3 İstasyon Günlük Toplam Yağış ve NCEP-NCAR Parametreleri Mann-Kendall Testi	55
6.4 İstasyon Kuantil Değerleriyle Sıralı Mann-Kendall Testi	66
6.5 NCEP/NCAR Parametreleriyle Sıralı Mann- Kendall Testi.....	67
6.5.1 Airsurface Ortalama Değerleriyle Sıralı Mann-Kendall Testi.....	67
6.5.2 Rhumsurface Ortalama Değerleriyle Sıralı Mann-Kendall Testi	70
6.5.3 Prate Ortalama Değerleriyle Sıralı Mann-Kendall Testi.....	73
6.5.4 Prate Maksimum Değerleriyle Sıralı Mann-Kendall Testi.....	76
6.5.5 Airsurface, Rhumsurface ve Prate Parametrelerinin Yıllık Maksimum Değerleriyle Sıralı Mann-Kendall Testi.....	79
BÖLÜM 7 - SONUÇLAR.....	82
KAYNAKLAR.....	85

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 4.1 Korelasyon Durumları.....	14
Şekil 5.1 Çalışma kapsamında seçilen 10 meteoroloji istasyonunun konumu ve NCEP/NCAR gridinin kapsadığı alan.....	25
Şekil 5.2 İzmir bölge istasyonu 1948-2018 yılları arası günlük toplam yağış gidiş grafiği	25
Şekil 5.3 Bergama İstasyonu 1959-2018 yılları arası günlük toplam yağış gidiş grafiği	25
Şekil 5.4 Çeşme İstasyonu 1963-2018 yılları arası günlük toplam yağış gidiş grafiği	26
Şekil 5.5 Buca İstasyonu 2014-2018 yılları arası günlük toplam yağış gidiş grafiği ..	27
Şekil 5.6 Bornova istasyonu 2014-2018 yılları arası günlük toplam yağış gidiş grafiği	27
Şekil 5.7 Urla istasyonu 2012-2018 yılları arası günlük toplam yağış gidiş grafiği ..	28
Şekil 5.8 Torbalı istasyonu 2012-2018 yılları arası günlük toplam yağış gidiş grafiği	28
Şekil 5.9 Menderes istasyonu 2012-2018 yılları arası günlük toplam yağış gidiş grafiği	29
Şekil 5.10 Karşıyaka istasyonu 2014-2018 yılları arası günlük toplam yağış gidiş grafiği	29
Şekil 5.11 Kemalpaşa istasyonu 2010-2018 yılları arası günlük toplam yağış gidiş grafiği	30
Şekil 6.1 İzmir Bölge İstasyonuna ait 1948-2018 yılları arasında ölçülen yıllık maksimum yağış değerleri ve o yağış değerlerinin ölçüldüğü güne ait	

atmosferik parametrelerden elde edilen Q_{90} , Q_{95} , Q_{99} kuantil regresyon tahminleri.....	44
Şekil 6.2 Bergama İstasyonuna ait 1959-2018 yılları arasında ölçülen yıllık maksimum yağış değerleri ve o yağış değerlerinin ölçüldüğü güne ait atmosferik parametrelerden elde edilen Q_{90} , Q_{95} , Q_{99} kuantil regresyon tahminleri.....	45
Şekil 6.3 Bornova İstasyonuna ait 2014-2018 yılları arasında ölçülen yıllık maksimum yağış değerleri ve o yağış değerlerinin ölçüldüğü güne ait atmosferik parametrelerden elde edilen Q_{90} , Q_{95} , Q_{99} kuantil regresyon tahminleri.....	46
Şekil 6.4 Buca İstasyonuna ait 2014-2018 yılları arasında ölçülen yıllık maksimum yağış değerleri ve o yağış değerlerinin ölçüldüğü güne ait atmosferik parametrelerden elde edilen Q_{90} , Q_{95} , Q_{99} kuantil regresyon tahminleri.....	46
Şekil 6.5 Çeşme İstasyonuna ait 1963-2018 yılları arasında ölçülen yıllık maksimum yağış değerleri ve o yağış değerlerinin ölçüldüğü güne ait atmosferik parametrelerden elde edilen Q_{90} - Q_{95} - Q_{96} - Q_{90} , Q_{95} , Q_{99} kuantil regresyon tahminleri.....	47
Şekil 6.6 Karşıyaka İstasyonuna ait 2014-2018 yılları arasında ölçülen yıllık maksimum yağış değerleri ve o yağış değerlerinin ölçüldüğü güne ait atmosferik parametrelerden elde edilen Q_{90} , Q_{95} , Q_{99} kuantil regresyon tahminleri.....	48
Şekil 6.7 Kemalpaşa İstasyonuna ait 2009-2018 yılları arasında ölçülen yıllık maksimum yağış değerleri ve o yağış değerlerinin ölçüldüğü güne ait atmosferik parametrelerden elde edilen Q_{90} , Q_{95} , Q_{99} kuantil regresyon tahminleri.....	49
Şekil 6.8 Menderes İstasyonuna ait 2012-2018 yılları arasında ölçülen yıllık maksimum yağış değerleri ve o yağış değerlerinin ölçüldüğü güne ait atmosferik parametrelerden elde edilen Q_{90} , Q_{95} , Q_{99} kuantil regresyon tahminleri.....	49
Şekil 6.9 Torbalı İstasyonuna ait 2012-2018 yılları arasında ölçülen yıllık maksimum yağış değerleri ve o yağış değerlerinin ölçüldüğü güne ait atmosferik parametrelerden elde edilen Q_{90} , Q_{95} , Q_{99} kuantil regresyon tahminleri.....	50

Şekil 6.10 Urla İstasyonuna ait 2012-2018 yılları arasında ölçülen yıllık maksimum yağış değerleri ve o yağış değerlerinin ölçüldüğü güne ait atmosferik parametrelerden elde edilen Q_{90} , Q_{95} , Q_{99} kuantil regresyon tahminleri.....	51
Şekil 6.11 İzmir Bölge Q_{50} sıralı Mann-Kendall testi	66
Şekil 6.12 İzmir Bölge Q_{90} sıralı Mann-Kendall testi	66
Şekil 6.13 İzmir Bölge Q_{95} sıralı Mann-Kendall testi	67
Şekil 6.14 İzmir bölge Q_{99} sıralı Mann-Kendall testi	67
Şekil 6.15 Bergama Q_{50} sıralı Mann-Kendall testi	67
Şekil 6.16 Bergama Q_{90} sıralı Mann-Kendall testi	67
Şekil 6.17 Bergama Q_{95} sıralı Mann-Kendall testi	67
Şekil 6.18 Bergama Q_{99} sıralı Mann-Kendall testi	67
Şekil 6.19 NCEP-NCAR airtsurface ocak ayı ortalama sıralı Mann-Kendall testi	69
Şekil 6.20 NCEP-NCAR airtsurface şubat ayı ortalama sıralı Mann-Kendall testi	69
Şekil 6.21 NCEP-NCAR airtsurface mart ayı ortalama sıralı Mann-Kendall testi	69
Şekil 6.22 NCEP-NCAR airtsurface nisan ayı ortalama sıralı Mann-Kendall testi	69
Şekil 6.23 NCEP-NCAR airtsurface mayıs ayı ortalama sıralı Mann-Kendall testi ...	69
Şekil 6.24 NCEP-NCAR airtsurface haziran ayı ortalama sıralı Mann-Kendall testi .	69
Şekil 6.25 NCEP-NCAR temmuz ayı airtsurface ortalama sıralı Mann-Kendall testi	69
Şekil 6.26 NCEP-NCAR ağustos ayı airtsurface ortalama sıralı Mann-Kendall testi.	69
Şekil 6.27 NCEP-NCAR eylül ayı airtsurface ortalama sıralı Mann-Kendall testi.....	70
Şekil 6.28 NCEP-NCAR ekim ayı airtsurface ortalama sıralı Mann-Kendall testi.....	70
Şekil 6.29 NCEP-NCAR kasım ayı airtsurface ortalama sıralı Mann-Kendall testi ...	70
Şekil 6.30 NCEP-NCAR aralık ayı airtsurface ortalama sıralı Mann-Kendall testi....	70
Şekil 6.31 NCEP-NCAR ocak ayı rhumsurf ortalama sıralı Mann-Kendall testi	71
Şekil 6.32 NCEP-NCAR şubat ayı rhumsurf ortalama sıralı Mann-Kendall testi	71
Şekil 6.33 NCEP-NCAR mart ayı rhumsurf ortalama sıralı Mann-Kendall testi	72

Şekil 6.34 NCEP-NCAR nisan ayı rhumsurf ortalama sıralı Mann-Kendall testi	72
Şekil 6.35 NCEP-NCAR mayıs ayı rhumsurf ortalama sıralı Mann-Kendall testi	72
Şekil 6.36 NCEP-NCAR haziran ayı rhumsurf ortalama sıralı Mann-Kendall testi ..	72
Şekil 6.37 NCEP-NCAR temmuz ayı rhumsurf ortalama sıralı Mann-Kendall testi .	72
Şekil 6.38 NCEP-NCAR ağustos ayı rhumsurf ortalama sıralı Mann-Kendall testi ..	72
Şekil 6.39 NCEP-NCAR eylül ayı rhumsurf ortalama sıralı Mann-Kendall testi	72
Şekil 6.40 NCEP-NCAR ekim ayı rhumsurf ortalama sıralı Mann-Kendall testi	72
Şekil 6.41 NCEP-NCAR kasım ayı rhumsurf ortalama sıralı Mann-Kendall testi	73
Şekil 6. 42 NCEP-NCAR aralık ayı rhumsurf ortalama sıralı Mann-Kendall testi	73
Şekil 6.43 NCEP-NCAR ocak ayı prate ortalama sıralı Mann-Kendall Testi	74
Şekil 6.44 NCEP-NCAR şubat ayı prate ortalama sıralı Mann-Kendall Testi	74
Şekil 6.45 NCEP-NCAR mart ayı prate ortalama sıralı Mann-Kendall Testi	75
Şekil 6.46 NCEP-NCAR nisan ayı prate ortalama sıralı Mann-Kendall Testi	75
Şekil 6.47 NCEP-NCAR mayıs ayı prate ortalama sıralı Mann-Kendall Testi	75
Şekil 6.48 NCEP-NCAR haziran ayı prate ortalama sıralı Mann-Kendall Testi	75
Şekil 6.49 NCEP-NCAR temmuz ayı prate ortalama sıralı Mann-Kendall Testi	75
Şekil 6.50 NCEP-NCAR ağustos ayı prate ortalama sıralı Mann-Kendall Testi	75
Şekil 6.51 NCEP-NCAR eylül ayı prate ortalama sıralı Mann-Kendall Testi	75
Şekil 6.52 NCEP-NCAR ekim ayı prate ortalama sıralı Mann-Kendall Testi	75
Şekil 6.53 NCEP-NCAR kasım ayı prate ortalama sıralı Mann-Kendall Testi	76
Şekil 6.54 NCEP-NCAR aralık ayı prate ortalama sıralı Mann-Kendall Testi	76
Şekil 6.55 NCEP-NCAR ocak ayı prate maksimum sıralı Mann-Kendall testi	77
Şekil 6.56 NCEP-NCAR şubat ayı prate maksimum sıralı Mann-Kendall testi	77
Şekil 6.57 NCEP-NCAR mart ayı prate maksimum sıralı Mann-Kendall testi	78
Şekil 6.58 NCEP-NCAR nisan ayı prate maksimum sıralı Mann-Kendall testi	78

Şekil 6.59 NCEP-NCAR mayıs ayı prate maksimum sıralı Mann-Kendall testi.....	78
Şekil 6.60 NCEP-NCAR haziran ayı prate maksimum sıralı Mann-Kendall testi.....	78
Şekil 6.61 NCEP-NCAR temmuz ayı prate maksimum sıralı Mann-Kendall testi....	78
Şekil 6.62 NCEP-NCAR ağustos ayı prate maksimum sıralı Mann-Kendall testi.....	78
Şekil 6.63 NCEP-NCAR eylül ayı prate maksimum sıralı Mann-Kendall testi	78
Şekil 6.64 NCEP-NCAR ekim ayı prate maksimum sıralı Mann-Kendall testi	78
Şekil 6.65 NCEP-NCAR kasım ayı prate maksimum sıralı Mann-Kendall testi	79
Şekil 6.66 NCEP-NCAR aralık ayı prate maksimum sıralı Mann-Kendall testi	79
Şekil 6.67 NCEP-NCAR airtsurface maksimum sıralı Mann-Kendall testi	80
Şekil 6.68 NCEP-NCAR airtsurface ortalama sıralı Mann-Kendall testi	80
Şekil 6.69 NCEP-NCAR rhumsurface maksimum sıralı Mann-Kendall testi	80
Şekil 6.70 NCEP-NCAR rhumsurface ortalama sıralı Mann-Kendall testi.....	80
Şekil 6.71 NCEP-NCAR prate maksimum sıralı Mann-Kendall testi.....	80
Şekil 6.72 NCEP-NCAR prate ortalama sıralı Mann-Kendall testi	80

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 4.1 Yağış Şiddeti Kategorileri	10
Tablo 5.1 Seçilen istasyonlar ve veri aralığı	24
Tablo 5.2 NCEP/NCAR parametreleri, basınç yükseklikleri ve tarih aralıkları	31
Tablo 6.1 İzmir Bölge (1948-2018) İstasyonunda Q_{50} - Q_{90} - Q_{95} - Q_{99} değerli kuantillere ait büyük atmosferik parametrelerin katsayıları	34
Tablo 6.2 Bergama (1959-2018) istasyonunda Q_{50} - Q_{90} - Q_{95} - Q_{99} değerli kuantillere ait büyük atmosferik parametrelerin katsayıları	35
Tablo 6.3 Bornova (2013-2018) istasyonunda Q_{50} - Q_{90} - Q_{95} - Q_{99} değerli kuantillere ait büyük atmosferik parametrelerin katsayıları	36
Tablo 6.4 Buca (2014-2018) istasyonunda Q_{50} - Q_{90} - Q_{95} - Q_{99} değerli kuantillere ait büyük atmosferik parametrelerin katsayıları	37
Tablo 6.5 Çeşme (1963-2018) istasyonunda Q_{50} - Q_{90} - Q_{95} - Q_{99} değerli kuantillere ait büyük atmosferik parametrelerin katsayıları	38
Tablo 6.6 Karşıyaka (2014-2018) istasyonunda Q_{50} - Q_{90} - Q_{95} - Q_{99} değerli kuantillere ait büyük atmosferik parametrelerin katsayıları	39
Tablo 6.7 Kemalpaşa (2009-2018) istasyonunda Q_{50} - Q_{90} - Q_{95} - Q_{99} değerli kuantillere ait büyük atmosferik parametrelerin katsayıları	40
Tablo 6.8 Menderes (2012-2018) istasyonunda Q_{50} - Q_{90} - Q_{95} - Q_{99} değerli kuantillere ait büyük atmosferik parametrelerin katsayıları	41
Tablo 6.9 Torbalı (2012-2018) istasyonunda Q_{50} - Q_{90} - Q_{95} - Q_{99} değerli kuantillere ait büyük atmosferik parametrelerin katsayıları	42
Tablo 6.10 Urla (2012-2018) istasyonunda Q_{50} - Q_{90} - Q_{95} - Q_{99} değerli kuantillere ait büyük atmosferik parametrelerin katsayıları	43
Tablo 6.11 1948-2018 yılları arasına ait günlük NCEP/NCAR Yeniden Analiz verilerine ait eğilimler	51

Tablo 6.12 İstasyonların gözlem süresi aralığındaki atmosferik sıcaklık (air) parametrelerinin eğilimleri	52
Tablo 6.13 İstasyonların gözlem süresi aralığındaki geopotansiyel yükseklik (hgt) parametresine ait eğilimler	53
Tablo 6.14 İstasyonların gözlem süresi aralığındaki bağıl nem (rhum) ve atmosferdeki yağış oranı (prate) parametrelerinin eğilimleri	54
Tablo 6.15 1948-2018 yılları arası İzmir Bölge istasyonuna ait günlük toplam yağış ve günlük NCEP parametrelerinin istatistik özellikleri ve Mann-Kendall Trend testinin sonucu	56
Tablo 6. 16 1959-2018 yılları arası Bergama istasyonuna ait günlük toplam yağış ve günlük NCEP parametrelerinin istatistik özellikleri ve Mann-Kendall Trend testinin sonucu	56
Tablo 6.17 2013-2018 yılları arası Bornova istasyonuna ait günlük toplam yağış ve günlük NCEP parametrelerinin istatistik özellikleri ve Mann-Kendall Trend testinin sonucu	57
Tablo 6.18 2014-2018 yılları arası Buca istasyonuna ait günlük toplam yağış ve günlük NCEP parametrelerinin istatistik özellikleri ve Mann-Kendall Trend testinin sonucu	58
Tablo 6. 19 1963-2018 yılları arası Çeşme istasyonuna ait günlük toplam yağış ve günlük NCEP parametrelerinin istatistik özellikleri ve Mann-Kendall Trend testinin sonucu	60
Tablo 6.20 2014-2018 yılları arası Karşıyaka istasyonuna ait günlük toplam yağış ve günlük NCEP parametrelerinin istatistik özellikleri ve Mann-Kendall Trend testinin sonucu	61
Tablo 6.21 2009-2018 yılları arası Kemalpaşa istasyonuna ait günlük toplam yağış ve günlük NCEP parametrelerinin istatistik özellikleri ve Mann-Kendall Trend testinin sonucu	62

Tablo 6.22 2012-2018 yılları arası Menderes istasyonuna ait günlük toplam yağış ve günlük NCEP parametrelerinin istatistik özellikleri ve Mann-Kendall Trend testinin sonucu	63
Tablo 6.23 2012-2018 yılları arası Torbalı istasyonuna ait günlük toplam yağış ve günlük NCEP parametrelerinin istatistik özellikleri ve Mann-Kendall Trend testinin sonucu	64
Tablo 6.24 2012-2018 yılları arası Urla istasyonuna ait günlük toplam yağış ve günlük NCEP parametrelerinin istatistik özellikleri ve Mann-Kendall Trend testinin sonucu	65



BÖLÜM 1

GİRİŞ

İklim oldukça geniş bir bölge içinde ve uzun yıllar boyunca değişmeyen ortalama hava koşulları olarak tanımlanmaktadır (Yalçın, Demircan, Ulupınar vd., 2005). Sıcaklık, yağış, nispi nem, güneşlenme süresi, güneşlenme şiddeti, basınç, rüzgâr hızı, rüzgârın yönü ve buharlaşma gibi parametrelerin uzun dönem karakteristikleri iklimi oluşturan temel unsurlardır. Bu parametreler gözlenebilen ve ölçülebilen değerlere sahiptir. Fakat bu parametrelere doğrudan ya da dolaylı olarak etki eden ve etkileri doğrudan ölçülemeyen bazı faktörler de bulunmaktadır. Bu faktörler kara-deniz, deniz-hava, kara-hava etkileşimleri, volkanik gazlar, insan aktiviteleri, denetimsiz ve bilinçsiz arazi kullanımları, atmosferde saçılan ve yansıyan radyasyon örnek olarak gösterilebilir. Tüm bu faktörler tek başına olduğu kadar diğer faktörlerle de etkileşim halinde atmosfere etki etmektedir. Bu durum kısa dönemde hava olaylarını etkilerken, uzun dönemde dünya üzerinde çok çeşitli iklim tiplerinin oluşmasına neden olmaktadır (Şensoy, Demircan, Ulupınar vd., 2008).

Klimatoloji yani iklim bilimi, iklimi oluşturan parametrelerin ölçüm ve analizleri ile ilgilenen bilim dalıdır. İklim bilimi, iklimde zamanla meydana gelen tedrici ya da ani değişimleri inceler ve farklı iklim şartlarının nasıl oluştuğu ile ilgili araştırmalar yapar. İklim bilimi sayesinde bulunduğumuz zaman diliminin iklim koşullarını tanımlayabilir ve bunun geçmişteki koşullarla arasındaki farklılıkları ortaya koyabiliriz. Geçmişten elde edilen deneyim ile gelecek zamandaki iklim koşulları ile ilgili tahminler yapabilmek mümkün olmaktadır (Obasi, 2001).

İklim bilim çalışmaları, sanayi devrimi ile küresel ölçekte kullanımı artan kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtlar nedeniyle atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunda sürekli artışların gözlemlendiğini, buna paralel olarak dünya yüzey sıcaklığı ortalamasının da sürekli artış eğiliminde olduğunu göstermektedir. Küresel ısınma olarak adlandırılan bu süreç yer kürenin farklı bölgelerinde farklı biçimlerde etkisini gösteren iklim değişikliği olgusunu beraberinde getirmiştir (Turp, Öztürk, Türkeş vd., 2014). Yıkıcı sonuçları üzerinde iklim bilimciler tarafından görüş birliğine varılan iklim değişikliği; bir bölgenin sıcaklık, yağış, buharlaşma, nem gibi pek çok hidro-

meteorolojik süreci üzerinde etkisini göstermektedir. Yürütülen çalışmalarda sıcaklık ve yağış değişimlerinin iklim değişikliği ile ilgili yapılan çalışmalarda en çok irdelenen parametreler olduğu görülmektedir (Özfıdaner, Şapolyo ve Topaloğlu, 2019).

Küresel ısınmaya bağılı olarak değışen yağış rejimleri, bölgeden bölgeye farklılık göstermekle birlikte özellikle yağışlarda görülen uzun süreli azalma eğilimi bazı bölgelerde kuraklığa sebep olurken; bazı bölgelerde ise ekstrem yağışlardaki artış nedeniyle taşkınlara neden olabilmektedir (Çeribaşı, 2018).

IPCC 2007 yılında yayınladığı raporda küresel yüzey hava sıcaklığının ortalama değerlerinin, 1950'den bu yana özellikle sera gazı emisyonlarındaki artışa paralel olarak sürekli bir şekilde arttığını vurgulamıştır. Küresel ısınmanın olumsuz etkilerinin sadece sıcaklık değerlerindeki değişim ile sınırlı kalmayıp aynı zamanda bölgesel yağış düzenlerini de etkilediğı belirlenmiştir. Bu durumda sadece yağış miktarları değil yağış dağılımları ve yağış şiddeti de değişime uğramaktadır (IPCC, 2007).

Trenberth (2011), atmosferdeki her 1° C sıcaklık artışına karşılık olarak atmosferin nem tutma kapasitesinin %7 artmasının beklendiğini belirtirken, atmosferde tutulan su buharının artışı ile yağış için gerekli koşullar oluştuğunda şiddetli yağış olaylarının artacağını vurgulamıştır. Clausius-Clapeyron denklemi ile açıklanan bu durum, yağışların küresel ısınma ile nasıl değişebileceğine dair teorik değerlendirmelerde önemli bir role sahiptir. Clausius-Clapeyron denklemine göre sıcaklık artışı ile ısınan atmosferin nem tutma kapasitesindeki artışın, şiddetli yağışların teorik üst sınır değerlerinin tahmin edilmesinde kullanılması mümkündür (Trenberth, 2014). Ancak bu teorik sınır nemli hava hareketlerinin etkisini dikkate almamaktadır. Dolayısıyla bir bölgede hava sıcaklığındaki artışa paralel gelişen şiddetli yağış değerlerindeki değişim, nemli hava hareketlerine bağılı olarak Clausius-Clapeyron denkleminin çok ötesinde ya da çok gerisinde kalabilir. Bu nedenle bir bölgede ekstrem yağışların değişiminin incelenmesinde sıcaklık kadar nem ve basınç gibi diğer parametrelerin de karşılıklı değişiminin incelenmesi gerekmektedir.

Sunulan çalışmada, İzmir ve çevresindeki meteoroloji istasyonlarında ölçülmüş gerek günlük gerekse yıllık ekstrem yağışların bağılı nem, geopotansiyel yükseklik ve

bölgesel ortalama yağış gibi geniş ölçekli atmosferik parametreler ile ilişkileri incelenmiştir.



BÖLÜM 2

AMAÇ ve KAPSAM

Küresel ısınmaya bağlı olarak ortaya çıkan iklim değişikliği ve bu değişimlerin atmosferik parametreler üzerindeki etkilerini belirlemek için birçok kurum ve kuruluş tarafından ulusal ve uluslararası araştırmalar yapılmaktadır. Yapılan araştırmaların başında küresel iklim modelleme çalışmaları gelmektedir. Günümüzde gelişmiş bilgisayar programları sayesinde çok sayıda atmosferik değişken ve yüzey morfolojisine ait girdiyi irdeleyerek, farklı iklim modelleri oluşturulmuştur (Demircan vd., 2014). Bu modeller yardımıyla yeryüzünde değişen iklim koşulları ve meteorolojik parametreler bölge ve dönemlere bağlı olarak benzeştirilebilmekte; farklı emisyon senaryolarına bağlı olarak küresel ölçekte atmosferik parametrelerdeki değişimler izlenebilmektedir (Gündoğdu, 2006).

Küresel modellerin çalıştırılabilmesi için yine küresel atmosfere ait gözlenmiş verilerden elde edilmiş atmosferik veri setlerine ihtiyaç vardır. Bu veri setleri NCEP/NCAR Yeniden Analiz (National Centers for Environmental Prediction / National Center for Atmospheric Research) ve ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts.)'nın ERA gibi farklı çözünürlüklü küresel veri setlerinden oluşmaktadır. Söz konusu küresel veri setleri geniş alanlara ait ortalama atmosferik parametreleri temsil ederken, aynı alan içerisinde yer alan farklı meteoroloji istasyonlarında farklı atmosferik olaylar gerçekleşebilmektedir.

Ülkemiz genelinde hava sıcaklıkları, yaz mevsiminde daha belirgin olmak üzere, yıllara bağlı olarak tedrici bir artış içerisinde (Aykır, 2017) . Sıcaklık artışı ile birlikte buharlaşma ve atmosferde tutulabilir su miktarı da artmaktadır. Bu durumda yağışın gerçekleşmesi için gerekli şartlar bir araya geldiğinde ise şiddetli yağışların oluşmasına neden olmaktadır. Ülkemizde can ve mal kaybına neden olan şiddetli yağışlar analiz edildiğinde yağışların kısa sürede daha etkili olduğu ve büyük miktarlarda yağış bıraktığı gözlenmiştir (Çelik, Bölük, Akbaş vd., 2017).

Meteoroloji Genel Müdürlüğünün yağış sınıflandırmasına göre 100 mm ve üzeri yağışlar aşırı yağış olarak adlandırılmaktadır. İzmir Bölge istasyonunda 1948-2018

yılları arasındaki aşırı yağışlar incelendiğinde, 1966, 1976, 1995 ve 2006 yılında bir kez; 2010 yılında ise iki kez bu yağış miktarının düştüğü gözlemlenmiştir. 1995 yılında 4 saat içinde m^2 ye 100 kg yağış düşmüş ve çok büyük bir sel felaketi yaşanmıştır. Aşırı şiddetli yağış sonucu oluşan bu sel felaketi sonucunda 61 vatandaşımız yaşamını kaybetmiştir. 2 Şubat 2021 tarihinde ise Meteoroloji Genel Müdürlüğünün yağış kayıtlarına göre 2020 yılı boyunca İzmir İline düşmüş olan toplam yağışın %18'i bir gecede yağmış, m^2 'ye 126 kg yağış düşmüştür. Hem can hem de mal kaybına yol açan bu büyük sel felaketi bizlere; küresel ısınmanın sonucunda meydana gelen iklim değişikliğinin sebep olacağı sorunların ne kadar ciddi olabileceğini göstermiştir.

Sunulan çalışmada, $2.5^0 \times 2.5^0$ çözünürlüklü NCEP/NCAR Yeniden Analiz veri seti kullanarak İzmir ve çevresindeki meteoroloji istasyonlarında gözlenmiş günlük ve ekstrem yağışların kaba çözünürlüklü Yeniden Analiz verileri ile aralarındaki ilişkiler incelenmiş, özellikle istasyon yağışları ile içinde bulunduğu NCEP/NCAR hücresine ait atmosferik parametrelerin eğilim yapıları birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

Yağış rejimlerinde meydana gelen değişikliklerin nedenlerinin incelenebilmesi için istasyon bazlı yağış ölçümleri ile atmosferik parametreler arasındaki değişim ve eğilimlerin birlikte ele alınması gerekmektedir. Bu gerekçelerden hareketle yapılan bu tez çalışmasında, İzmir İlinde bulunan; İzmir bölge (1948-2018), Bergama (1959-2018), Bornova (2013-2018), Buca (2014-2018), Çeşme (1963-2018), Karşıyaka (2014-2018), Kemalpaşa (2009-2018), Menderes (2012-2018), Torbalı (2012-2018) ve Urla (2012-2018) istasyonlarının günlük toplam yağışlarındaki eğilimlerinin belirlenmesi ve bu eğilimlerin büyük ölçekli atmosferik parametrelerle olan ilişkilerinin birlikte incelenerek yorumlanması amaçlanmıştır. Bu ilişkiler sayesinde farklı iklim senaryoları altında maksimum yağışlarda gerçekleşmesi muhtemel değişimlerin belirlenebilmesi mümkün olacaktır.

BÖLÜM 3

MEVCUT ÇALIŞMALAR

Paris Anlaşması, küresel ısınmanın kontrol altına alınması ve neden olacağı zararların küresel ortaklıklarla telafi edilmesi yönünde görüş birliğini ifade eden önemli bir metindir (Dimitrov, 2016). Bu metin aynı zamanda, bilimsel çalışmalarla ortaya konan ve iklim değişikliğine bağlı ortaya çıkacak ekstrem hava olaylarının olumsuz etkilerinin uluslararası anlaşmalarla kayıt altına alındığı önemli bir miladı temsil etmektedir (Köse, 2018).

Küresel ısınmanın olası etkileri ve neden olduğu iklim değişikliği ile ilgili çok çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Söz konusu çalışmalar, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin en şiddetli hissedileceği bölgelerde yoğunlaşmaktadır. Ülkemizin de içerisinde yer aldığı Akdeniz havzası, söz konusu değişikliklerin yoğun hissedileceği bölgeler arasında kalmaktadır. Örneğin Brunetti, Maugeri ve Nanni (2001), İtalya'nın kuzeydoğusunu temsil eden 7 istasyona ait 1920-1998 yılları arasını kapsayan çalışmalarında, günlük yağış verilerini kullanarak yıllık yağışlar ile yağışlı gün sayılarını analiz etmişler; yağışlı gün sayısının azalma eğiliminde olduğunu ve 1920 yılından sonra şiddetli yağış olaylarında artış eğilimi olduğunu tespit etmişlerdir.

Benzer şekilde Klein ve Können (2003)'in Avrupa'da bulunan bazı istasyonların 1946–1999 yılları arasındaki sıcaklık parametresine ait ekstrem değerlerin incelendiği çalışmalarının sonucunda kıtada yaz günlerinin artış eğiliminde olduğunu sıcaklık değerlerine ait artış eğiliminin 42 istasyonun 16'sında istatistiksel açıdan anlamlı olarak belirlendiği ifade edilmektedir.

Santos ve Leite (2009), Portekiz'de bulunan Lizbon şehri için günlük hava sıcaklık değerleri için eğilim analizleri gerçekleştirmiş ve parametrik olmayan Mann-Kendall eğilim testi ile maksimum sıcaklıklarda artan bir eğilime sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Söz konusu çalışmalar sadece Akdeniz havzasında değil dünyanın pek çok bölgesinde iklim değişikliğinin belirtilerinin izlendiğini ortaya koymaktadır. Ghosh, Luniya ve Gupta (2009), Hindistan'daki muson yağmurları üzerine yaptıkları eğilim

analizleri sonucunda yağış miktarlarında artan bir eğilim bulmuş ve bu duruma küresel iklim değişikliğini sebep göstermişlerdir.

Ghasemi (2015), İran’ da 1961-2010 yılları arasındaki sıcaklık değerlerini kullanarak Mann-Kendall eğilim testi uygulamıştır. Çalışma sonucunda İran’ın büyük bir kısmında sıcaklık değerlerinde artan bir eğilim olduğu belirlenmiştir.

Ülkemizde de iklim değişikliği ve küresel ısınmanın etkileri üzerine birçok çalışma yapılmıştır. İncelenen çalışmalar sonucunda ülke genelinde sıcaklık değerlerinde genel anlamda artan bir eğilim olduğu, özellikle Akdeniz Havzasında yer alan batı kesimlerinde sıcaklık artışı yanında kısa süreli ve şiddetli yağışların görülme sıklığının artmakta olduğu belirlenmiştir.

Acar ve Şenocak (2008), 1938-2000 yılları arası Türkiye genelinde yağışlarla ilgili yaptıkları çalışmanın sonucunda, kısa süreli yağışlarda anlamlı artan eğilim olduğunu ve Akdeniz ikliminden etkilenen Türkiye’nin güneybatısında yer alan istasyonlarda da kısa süreli yağışlarda artan bir eğilim olduğunu belirlemişlerdir.

Kömüşcü, Çelik ve Ceylan (2011) küresel ısınmanın etkilerinin belirgin olarak gözleneceği Akdeniz iklim kuşağında yer alan ülkemizde meteorolojik kaynaklı doğal afetlerin kıyı kesimler başta olmak üzere ülkenin büyük bir bölümünde özellikle ilkbahar ve sonbahar aylarında gerçekleşme ihtimalinin yüksek olduğunu bu duruma neden olan en önemli etmen şiddetli yağışların oluşumuna zemin hazırlayan atmosferik karasızlık koşulları olduğunu belirtmişlerdir. Deniz ve kara yüzeyleri arasındaki farklı ısınmanın ve orografinin getirdiği yağış oluşumunu destekleyici yan etkiler yağış şiddetlerini arttıran yönde etki yapmaktadır.

Demircan vd. (2014), IPCC’nin küresel ölçekte yaptığı çalışmaların sonuçlarına paralel olarak Türkiye’deki yüzey sıcaklıklarının ortalama değerlerinde artış eğilimi olduğu belirlemişler aynı zamanda yağış değerleriyle yapılan analizler sonucunda yağış rejimindeki düzensizliklerin; yağışlı ve yağışsız periyotların arasındaki farkların arttığını gözlemişlerdir.

Zeybekoğlu ve Karahan (2018), Türkiye genelinde 76 ildeki 207 istasyona ait yağış şiddeti eğilimlerini araştırdıkları çalışmada, standart süreli yağış şiddetinin; kısa, orta

ve uzun süreli serilerindeki eğilimleri analiz etmişlerdir. Verilere uygulanan Mann-Kendall trend testi sonucunda; kısa süreli yağış şiddetinde 34 istasyonda artma eğilimi gözlenirken 28 istasyonda azalma eğilimi gözlenmiştir. Orta süreli yağış şiddetinde ise 129 istasyonda artma eğilimi gözlenirken 20 istasyonda azalma eğilimi gözlenmiştir. Uzun süreli yağış şiddetinde ise 95 istasyonda artma eğilimi gözlenirken 30 istasyonda azalma eğilimi olduğu belirlenmiştir.

Avcı ve Esen (2019), Malatya havzasında 1975-2017 yılları arası sıcaklık ve yağış eğilimleri ile ilgili yaptıkları çalışma sonucunda, sıcaklık değerlerinde artan bir eğilim olduğu saptamışlardır. Ayrıca ağustos ayında ortalama ve maksimum sıcaklıklar ile yağışlı gün sayısında %95 anlamlılık seviyesinde artış eğilimi olduğu belirlemişlerdir.

Yüce vd. (2019), Kahramanmaraş ve Osmaniye istasyonlarında iklim değişikliğinin yağışlar üzerine etkisi ile ilgili yaptıkları çalışmada veriler üzerinde Mann-Kendall ve Spearman Rho eğilim testleri uygulanmış ve bunun sonucunda; yıllık maksimum değerler dikkate alındığında Osmaniye istasyonu için 6, 9, 12, 24 aylık değerlendirmelerde ise her iki test sonucuna göre yıllık maksimum yağış şiddeti ve yıllık maksimum yağış süresi değerlerinde artan bir eğilim bulunmuştur.

Ceyhunlu ve Aydın (2020), Sakarya ilinde 2000-2015 yılları arasını kapsayan verileri kullanılarak, iklim değişikliğinin hidro-meteorolojik parametreler üzerinde etkisini araştırdıkları çalışma sonucunda aylık ortalama yağış miktarlarında 120-150 mm arasında azalan, 150-260 mm arasında artan bir eğilim bulmuşlardır. Aynı zamanda nem değerlerinde, sıcaklıklarda ve rüzgâr hızlarında artan bir eğilim olduğunu belirlemişlerdir.

Demir, Karakaya, Kavuncu vd. (2021), Ordu ilinde 1967-2018 yılları arası iklim parametrelerine yaptıkları Mann-Kendall trend analizi sonucunda maksimum ve minimum sıcaklıklarda artan bir eğilim saptamışlardır.

Sarış, Keserci ve Bayraktar (2021), Fethiye-Söğütlüdere istasyonlarında yerel yağış değişikliği ile ilgili gerçekleştirdikleri çalışma sonucunda; Fethiye istasyonunda uzun dönem yağış kayıtlarını incelemişler ve günlük maksimum yağışlarda 2000’li yıllardan bu yana artma eğiliminde olduğunu belirlemişlerdir.

Balcıoğlu (2021), Bodrum, Marmaris, Köyceğiz ve Muğla istasyonlarında sıcaklık ve yağış değişkenlerinin analiz edildiği çalışmanın sonucunda; Bodrum, Marmaris ve Köyceğiz istasyonlarında günlük maksimum yağışın yıllara göre artış eğiliminde olduğu bulunmuştur. Bodrum istasyonunda günlük yağışlarda %95 ve üzeri persantil içinde kalan yağış miktarlarının yıllara göre artan eğilimde olduğu ayrıca Marmaris istasyonunda aşırı yağışlı günlerdeki yağış miktarlarına ait yıllık trend analizleri sonucunda artan bir eğilim olduğu belirlenmiştir.

Yukarıda incelenen bütün çalışmalar ülkemizin de içinde bulunduğu coğrafyada sıcaklık değerlerinde artan bir eğilim olduğu göstermektedir. Artan sıcaklık değerleri atmosferin nem tutma kapasitesinin artmasına ve daha fazla su buharı tutulmasına neden olduğu için yağış için gerekli koşullar oluştuğunda şiddetli yağışların görülmesi daha olası hale gelmektedir. Bununla birlikte, sıcaklık artışı ile açıklanabilecek şiddetli yağışlardaki artış eğilimlerinin nem ve basınç gibi diğer atmosferik parametrelerle ilişkisinin incelendiği çalışmalar ülkemiz literatüründe yok denecek kadar azdır. Özellikle nemli havanın iklim değişikliği altında atmosferik sirkülasyon ile birlikte değişiminin şiddetli yağışlar üzerinde yaratacağı etkilerin incelenmesi şiddetli yağışların değişim mekanizmalarının açıklanmasında son derece önem arz etmektedir.

BÖLÜM 4

YÖNTEM

4.1 Yağış

4.1.1 Yağışın Tanımı

Nemli havanın herhangi bir şekilde yükselmesi ile içindeki nemin soğuması sonucu yoğunlaşp yeryüzüne düşmesi olayına yağış denir. Sıvı haldeki yağış şekli yağmur, katı haldeki yağış ise kar, dolu, çığ, kırağı şekillerinde olabilir. Aralarındaki en önemli fark yağmur halinde yeryüzüne düşen suyun daha hızlı akışa geçmesidir. (Kahveci, 2015)

Birim zamanda düşen yağış miktarına yağış şiddeti denir. MGM tarafından yapılan sınıflandırma ile yağış şiddetleri Tablo 4.1 deki gibi 6 farklı gruba ayrılmıştır.

Tablo 4.1 Yağış Şiddeti Kategorileri

Yağış Şiddeti Kategorisi	Günlük Toplam Yağış (mm)
Hafif Yağış	1- 5 mm
Orta Kuvvette Yağış	6- 20 mm
Kuvvetli Yağış	21- 50 mm
Çok Kuvvetli Yağış	51- 75 mm
Şiddetli Yağış	76-100 mm
Aşırı Yağış	100 mm üzeri

4.1.2 Yağış Oluşumu

Havadaki su buharının yağış halinde yeryüzüne düşmesi için atmosferin o bölgesinde yeterli miktarda su buharı bulunmalı, hava soğumalı, yoğunlaşma olmalı ve yeryüzüne düşebilecek irilikte (yaklaşık 1 mm kadar) damlalar olmalıdır (Gençler vd., 2005). Bu şartlara bağlı olarak atmosferde yağış oluşumuna etki eden birçok parametre vardır. Bu tez kapsamında yağışa etki eden atmosferik parametreler olarak sıcaklık, geopotansiyel yükseklik, bağıl nem ele alınmıştır.

4.1.3 Yağışın Tipleri

4.1.3.1 Konvektif (Konveksiyonel veya Yükselim) Yağış

Yer yüzeyine yakın hava fazla ısınırsa yükselmeye başlar ve yükselen hava soğuyarak yoğunlaşır ve bu durumda konvektif yağışı meydana getirir.

Ülkemizde İç Anadolu’da sıcak yaz veya ilkbahar dönemlerinde görülen sağanaklar konvektif yağışa örnek verilebilir. Dünyada ekvator çevresinde hâkim yağış türüdür. Konvektif yağış türü yerel, kısa süreli ve şiddetlidir (Okkan, 2020).

4.1.3.2 Depresyonik (Siklonik, Cephesel veya Frontal) Yağış

Atmosferde sıcaklığı ve yoğunluğu farklı olan hava kütleleri karşılaşınca meydana gelen bu yağış türünde, soğuk ve yoğun olan hava altta kalırken, sıcak ve nemli olan hava yükselir. Sıcak ve yükselen hava soğuk bir hava ile temas ettiğinde bunun sonucunda sıcak hava yoğunlaşarak yağış bırakır.

Ülkemizde meydana gelen yağışların çoğu bu türdendir. Depresyonik yağışlarının süresi uzundur ve geniş bir alanı kaplar (Okkan, 2020).

4.1.3.3 Orografik (Yamaç) Yağış

Nemli hava kütlesi, dağlık olan bölgelerde yamaç boyunca yükselirken soğumaya başlar ve yoğunlaşır böylece yamaç yağışı gerçekleşir.

Ülkemizde denize paralel dağ sıralarının (Kuzey Anadolu dağları ve Toroslar) denize bakan yamaçlarında denizlerden gelen nemli hava kitleleri bu şekilde yağış bırakır (Okkan, 2020).

4.2 Yağış Ölçümü

Yıllık ve aylık yağış ölçümleri, hidrolojik modelleme çalışmalarında, hazne işletme çalışmalarında, kısa süreli akım sonuçlarının regresyonla uzatılması gibi alanlarda kullanılmaktadır. Günlük ve daha kısa süreli yağışlara ait ölçüm sonuçları ise taşkın akımlarının hesaplanmasında kullanılmaktadır (Okkan, 2020).

Yağış miktarının ölçülmesi plüviyometre denilen ölçeklerde biriken yağışın belli aralıklarla ölçülmesi şeklinde yapıldığı gibi, yağış şiddetinin zaman içinde dağılımını saptayabilmek için plüviyograf denilen sürekli yazıcı ölçeklerle de yapılmaktadır. Yağış ölçümü yapılan plüviyografların tartılı Hellman tipi, devrilir kovalı, şamandıralı tipleri bulunmaktadır. Ayrıca radar ile yapılan ölçüm sayesinde yağışın yerel dağılımı iyi belirlenebilmektedir (mgm.gov.tr).

4.2.1 Yağış Kayıtlarının Analizi

4.2.1.1 Toplam Yağış Eğrisi ve Hiyetograf

Yağış yüksekliğinin (P) zamanla değişimini gösteren eğri, toplam yağış eğrisi olarak ifade edilmektedir. Birim zamanda düşen yağış yüksekliği ise yağış şiddeti olarak tanımlanmaktadır. ($I = \Delta P / \Delta t$). Yağış şiddeti-zaman grafiği (I-T grafiği) ise hiyetograf olarak adlandırılmaktadır (mgm.gov.tr).

4.2.1.2 Yağış Şiddeti-Süre-Tekerrür Bağınıtları (I-t-T Bağınıtları)

Yağış şiddeti-süre-tekerrür bağıntıları su yapılarının ve özellikle küçük ölçekli sistemlerin (yağmursuyu drenaj şebekeleri, menfezler gibi) tasarımında kullanılan önemli bağıntılardır.

Yağış şiddeti ile yağış süresi ters orantılıdır. Yağış süresi (Δt) küçüldükçe yağış şiddeti artar. Diğer yandan, yağış şiddeti tekerrür süresinin (frekansın) artması ile artmaktadır (mgm.gov.tr).

Farklı süreli maksimum yağışların farklı tekerrürlere karşılık gelen (T=5, 10, 20, 50, 100 yıl gibi) şiddetleri frekans analizi sonrasında belirlenir. Frekans analizine öncelikle gözlemlerin hangi dağılıma uyduğunun tespiti ile başlanır. Genelde Lognormal, Gumbel, Gamma, Weibull gibi dağılımlar tercih edilmektedir (Gençler vd. , 2005) .

Türkiye’de maksimum yağışlar ve tekerrür analizlerinde en az 10 yıl güvenilir gözlemi olan plüviyografli istasyonların yağış verileri kullanılmaktadır. Yıllık olarak standart zamanlardaki (5, 10, 15, 30 dk, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 12, 18 ve 24 saat) maksimum yağış değerleri tespit edilir. Yağış şiddeti-süre-tekerrür analizleri yapılarak 2, 5, 10,

25, 50 ve 100 yıllık tekerrür periyotlarında gerçekleşmesi muhtemel olan yağış miktarı hesaplanır. Bu hesaplamalarda kullanılan olasılık yoğunluk fonksiyonları; Log-Normal 2 Dağılımı (LN2), Log-Normal 3 Dağılımı (LN3), 2 Parametrelili Gama Dağılımı (G2P), Log-Pearson 3 Dağılımı (LP3), Gumbel Dağılımı (G)'dir (Gençler vd., 2005).

4.3 Regresyon Analizi

Regresyon analizi, aralarında sebep-sonuç ilişkisi bulunan iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi belirlemek ve bu ilişkiyi kullanarak o konu ile ilgili tahminler yapabilmek amacı ile uygulanmaktadır (Kurtoğlu, 2011).

Regresyon analizi ile iki (basit regresyon) veya daha fazla değişken (çoklu regresyon) arasındaki ilişki açıklanabilir. Bunun için bağımlı ve bağımsız değişkeni temsil eden matematiksel bir denklem kurulur. Kurulan bu model regresyon modeli olarak adlandırılır (Kurtoğlu, 2011).

Bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi açıklayan tek değişkenli regresyon modeline ait regresyon denklemi (Denklem 4.) aşağıdaki gibidir: (Gültekin, 2013)

$$y = a + bx \quad (4.1)$$

y=Bağımlı değişkenin değeri

a=Regresyon doğrusunun kesişim değeri (Sabit değer)

b=Regresyon doğrusunun eğimi

x=Bağımsız değişkenin değerini göstermektedir.

Örneğin; yağış ile akış arasındaki ilişkinin doğrusal olduğu varsayılarak iki değişken arasındaki ilişki matematiksel olarak ifade edilebilir. İki veya daha fazla değişken arasında bir ilişkinin olduğu ya da olmadığı eğer bir ilişki bulunuyorsa bunun yönünü ve anlamlılığını inceleyen korelasyon analizi ile değişkenlerden bir tanesi belirli bir birim değiştiğinde diğerinin bu değişimden nasıl etkilendiğini inceleyen regresyon analizi istatistiksel açıdan en fazla kullanılan yöntemlerdir. Regresyon analizi

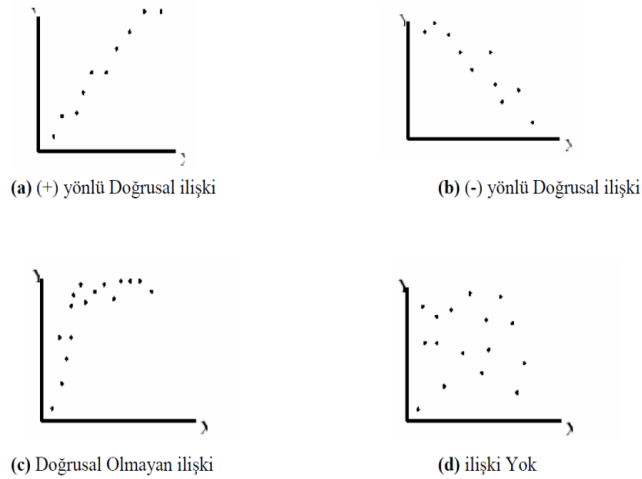
ile verisi bilinen değişkenler kullanılarak bilinmeyen gelecekteki olaylar ile ilgili tahminler yapılabilir (Gültekin, 2013).

4.3.1 Bağımlı Değişken (y)

Regresyon modelinde bağımlı değişken, açıklanan ya da tahmin edilen değişkeni temsil etmektedir. Regresyon modeli kurulurken bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasında bir ilişki olduğu varsayılarak analiz yapılmaktadır (Altındağ, 2010).

4.3.2 Bağımsız Değişken (x)

Bağımsız değişken, regresyon modelinde açıklayıcı değişken olarak tanımlanmaktadır. Bağımsız değişkene ait veriler kullanılarak bağımlı değişkenin değerini tahmin edilebilir. Değişkenler arasında doğrusal ilişki olabileceği gibi, doğrusal olmayan ilişkide mevcut olabilir. Bu durum göz önünde bulundurularak regresyon analizini uygulamak için öncelikle saçılım grafiği yapılmalı (Şekil 4.1) ve değişkenler arasında korelasyon varlığı araştırılmalıdır. Bu bilgiler doğrultusunda, tek veya çok değişkenli doğrusal regresyon analizlerinin yanı sıra, tek veya çok değişkenli doğrusal olmayan regresyon analizleri de mevcuttur (Gültekin, 2013).



Şekil 4.1 Korelasyon Durumları (Gültekin, 2013)

4.3.3 Tek Değişkenli ve Çok Değişkenli Regresyon Analizi

Regresyon analizi uygulanarak, bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasında bir ilişki olup olmadığı belirlenebilir, eğer bir ilişki varsa bu ilişkide değişkenler arasındaki ilişkinin türü ve anlamlılık gücü araştırılır. Aynı zamanda bağımsız değişkenler kullanılarak bağımlı değişken ile ilgili gelecekte tahmin yapmak içinde kullanılır. Kısacası basit doğrusal regresyon analizinde bir bağımlı ve bir bağımsız değişken kullanılırken, çoklu doğrusal regresyon analizinde ise bir bağımlı değişken ve iki ya da daha fazla bağımsız değişken vardır (Kurtoğlu,2011).

Regresyon analizinde kullanılan değişkenlerden hangisinin bağımlı değişken hangisinin bağımsız değişken olacağına doğru karar vermek çok önemlidir. Örneğin yağış ve atmosferik parametreler (sıcaklık, nem, geopotansiyel yükseklik ve alansal yağış ortalaması) arasında bir regresyon ilişkisi kurmak gerekirse; bağımlı değişken olarak yağış parametresi, bağımsız değişken olarak sıcaklık, nem, geopotansiyel yükseklik ve alansal yağış ortalaması seçilmelidir.

Ayrıca bağımlı ve bağımsız iki değişken arasındaki ilişki eğrisel olarak da tanımlanabilir. Bu durumda değişkenler arasındaki ilişki eğrisel regresyon modeli ile açıklanır. Korelasyon analizi uygulanırken kullanılan değişkenlerden hangisinin bağımlı veya bağımsız değişken olduğunun seçimi hesaplamaların sonucu açısından bir önem arz etmezken, regresyon analizi uygulanırken değişkenlerin hangisinin bağımlı hangisinin bağımsız değişken olduğunu tespit etmek çok önemlidir (Gültekin,2013).

4.4 Kuantil Regresyon

Regresyon modellerinin genel amacı bağımsız değişkenler ile bağımlı değişkenlerin koşullu beklenen değerleri arasındaki ilişkilerin modellenmesi iken, kuantil regresyon modellerinde bağımsız değişkenler ile bağımlı değişkenin kuantilleri arasındaki ilişkiler modellenmektedir (Kurtoğlu, 2011). Koenker ve Bassett tarafından (1978) alternatif bir regresyon modeli olarak geliştirilmiş kuantil regresyon yönteminde bağımlı değişkenin koşullu kuantilleri, bağımsız değişkenlerin doğrusal ya da doğrusal olmayan bir fonksiyonu olarak ifade edilebilmektedir (Koenker,

Bassett, 1978 ve Koenker, Hallock, 2001). Kuantil regresyonda bağımlı değişken Y 'nin τ . kuantili, bağımsız değişken $X=x_i$ koşuluyla Denklem 4.2 ve 4.3 ile hesaplanmaktadır.

$$P(Y|X = x_i) = \tau \quad (4.2)$$

$$Y_\tau = P^{-1}(\tau|X = x_i) \quad (4.3)$$

Burada P^{-1} koşullu kuantil fonksiyonu olup τ . kuantil seviyesi için Denklem 4.4 ile verilen bir polinom modeli ile ifade edilebilir (Koenker, Bassett, 1978 ve Koenker, Hallock, 2001).

$$Q_\tau(y_i) = \beta_{0(\tau)} + \beta_{1(\tau)}x_{i1} + \dots + \beta_{j(\tau)}x_{ij} \quad i = 1:n \quad (4.4)$$

Denklem 4.4'de bulunan $\beta_j(\tau)$ katsayıları aşağıda Denklem 4.5 ve 4.6 ile verilen amaç fonksiyonunun minimize edilmesiyle elde edilmektedir (Koenker, Bassett, 1978 ve Koenker, Hallock, 2001).

$$\epsilon_i = (y_i - x_i \beta_\tau) \quad (4.5)$$

$$\min_{(\beta_\tau)} = \sum_{\epsilon_i \geq 0}^n \tau |\epsilon_i| + \sum_{\epsilon_i \leq 0}^n (1 - \tau) |\epsilon_i| \quad (4.6)$$

Yukarda verilen Denklem 4.5 ve 4.6 yardımıyla farklı kuantil değerlerine karşılık gelen denklemler ayrı ayrı ifade edilebilmektedir (Koenker, Bassett, 1978 ve Koenker, Hallock, 2001).

Kuantil regresyon yöntemi farklı kuantil değerleri için bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasındaki ilişkileri tanımlayabilmesi, normal dağılıma uymayan verilerle çalışılabilmesi, aykırı değerlerden etkilenmemesi nedenleriyle klasik regresyon yöntemine göre daha iyi özelliklere sahiptir (Aslan ve Fıstıkoğlu 2021).

Sunulan çalışmada, kuantil regresyon yöntemi ile çalışma sahasındaki istasyon yağışlarının %50, %90, %95 ve %99 kuantilli maksimum yağış değerlerinin, NCEP/NCAR Yeniden Analiz parametreleri ile ilişkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. %50 kuantilli yağışlara ait regresyon modeli yağışların medyan değerlerinin büyük ölçekli parametrelerle ilişkilerini açıklarken, %90, %95 ve %99 kuantilli yağışlara ait modeller şiddetli yağışların atmosferik parametrelerle ilişkilerini açıklamaktadır.

4.5 Mann-Kendall Trend Analizi Testi

Hidro-meteorolojik değişkenlerin eğilimlerinin belirlenmesinde Mann-Kendall testi çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tez kapsamında istasyonların yağış gözlemlerinde ve atmosferik parametrelerdeki anlamlı eğilimleri belirlemek için Mann-Kendall eğilim testleri uygulanmıştır.

Mann-Kendall eğilim testi, parametrik olmayan bir eğilim testidir. Kendall'ın tau istatistiği olarak da bilinen bu test hidro-meteorolojik zaman serilerindeki eğilimlerin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu test, Kendall (1975) tarafından ortaya konmuş; Hirsch ve arkadaşları (1982, 1984) tarafından mevsimselliğin hesaba katılması suretiyle daha da geliştirilmiştir (Zhang, Harvey, Hogg ve Yuzyk, 2001).

Mann-Kendall eğilim testi uygulanarak H_0 ve H_1 olmak üzere iki hipotez sınamaktadır. H_0 hipotezi seride anlamlı bir eğilimin olmadığını belirtirken, H_1 hipotezinde ise seride anlamlı bir eğilimin olduğu ifade etmektedir.

Mann-Kendall eğilim testinde serinin elemanlarının birbirleri arasındaki farklarının işaretleri dikkate alınmaktadır (Denklem 4.7 ve 4.8)

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{Sgn}(x_j - x_k) \quad (4.7)$$

$$Sgn(x_j - x_k) = \begin{cases} +1 & \text{Eğer } (x_j - x_k) > 0 \\ 0 & \text{Eğer } (x_j - x_k) = 0 \\ -1 & \text{Eğer } (x_j - x_k) < 0 \end{cases} \quad (4.8)$$

Asimptotik olarak, normal bir dağılıma sahip ve ortalaması sıfır olan test istatistiğini ifade eden S'in varyansı Denklem 4.9 ile hesaplanmaktadır.

$$Var(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad (4.9)$$

Eğer seride birbiri ile aynı değere sahip gözlemler varsa (bağ durumu) varyans Denklem 4.10 ile düzeltilerek hesaplanmaktadır. Burada t birbiri ile benzer terim sayısını temsil etmektedir.

$$Var(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_t t(t-1)(2t+5)}{18} \quad (4.10)$$

Varyansı belirlenen Mann-Kendall test istatistiği standart normal dağılımlı gibi düşünülerek örnekten hesaplanan z değerinin (Denklem 4.11) belirli güven seviyesindeki kritik z değeriyle karşılaştırılmasıyla, H_0 hipotezi kabul ya da reddedilmektedir.

$$z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{Var(S)}} & \text{Eğer } S > 0 \\ 0 & \text{Eğer } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{Var(S)}} & \text{Eğer } S < 0 \end{cases} \quad (4.11)$$

Eğer seçilen α anlamlılık seviyesinde $|z| \leq z_\alpha$ ise H_0 yani “anamlı bir eğilim yok” hipotezi kabul edilirken aksi durumda reddedilir. Hesaplanan S istatistiği pozitif ise artan, negatif ise azalan bir eğilimin olduğunu ifade eder (Özfıdaner, Şapolyo ve Topaloğlu, 2019).

Bu test eksik verilerin ve istatistiksel açıdan aykırı değerlerin varlığında veya serinin olasılık dağılımının normal dağılıma uymaması durumunda dahi geçerliliğini koruyan güçlü bir testtir (Yue, Pilon ve Cavadias, 2002).

Sunulan bu tezde istasyonların günlük toplam yağışların yanı sıra, her yılın maksimum günlük yağış değerlerine ve NCEP/NCAR Yeniden Analiz verilerine Mann-Kendall testi uygulanarak hem istasyon hem de bölgesel atmosferik serilerde anlamlı eğilimlerin varlığı araştırılmıştır.

4.6 Sıralı Mann Kendall Testi

Sıralı Mann Kendall testi uzun süreli x_i zaman serilerine uygulandığında, artan bir eğilimden azalan bir eğilime geçişin ya da azalan bir eğilimden artan bir eğilime geçişin başladığı olası dönüm noktalarının yerini göstermektedir. Sıralı Mann Kendall testinde orijinal x_i ($x_1, x_2, \dots, x_n$) değerlerinin sıra numarası değerleri (y_i) kullanılmaktadır ve y_i büyüklükleri ($i=1,2,3,\dots,n$) ile y_j büyüklükleri ($j=1,2,3,\dots,i$) karşılaştırılmaktadır. Her karşılaştırma durumu için $y_i > y_j$ durum sayısı n_i ile ifade edilir ve her bir i . eleman için hesaplanan t_i test istatistiği Denklem 4.12 ile hesaplanır (Safari, 2012)

$$t_i = \sum_{j=1}^i n_i \quad (4.12)$$

t_i test istatistiğinin beklenen değeri $E(t_i)$, Denklem 4.13 ile hesaplanırken;

$$E(t_i) = \frac{i \cdot (i - 1)}{4} \quad (4.13)$$

t_i test istatistiğinin varyansı $Var(t_i)$, Denklem 4.14 ile hesaplanmaktadır.

$$Var(t_i) = \frac{i \cdot (i - 1) \cdot (2i + 5)}{72} \quad (4.14)$$

t_i değişkeni Denklem 4.15 ile standardize edilirse $u(t_i)$ istatistiği hesaplanmaktadır.

$$u(t_i) = \frac{t_i - E(t_i)}{\sqrt{var(t_i)}} \quad (4.15)$$

İleri dönem $u(t_i)$ istatistiği hesaplanırken orijinal zaman serisi verileri tarih sırasında $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ kullanılırken, geri dönem istatistiği $u'(t)$ aynı serinin sondan başa doğru dizilmesiyle $u(t_i)$ istatistiğinin elde edilmesiyle aynı şekilde hesaplanır (Safari, 2012).

Sıralı Mann-Kendall testi gelişmekte olan bir eğilimin yaklaşık başlangıç yerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. İleri dönem istatistiği $u(t)$ ve geri dönem istatistiği $u'(t)$ eğrileri aynı grafik üzerinde çizdirildiğinde, bu eğrilerin kesişim noktaları yaklaşık olarak olası bir değişim noktasının yerini ifade etmektedir. Eğer bu kesişim noktasının standardize edilmiş istatistiği %5 güven seviyesinde ± 1.96 aralığı içerisinde kalırsa bu nokta istatistiksel açıdan anlamlı bir dönüm noktası olarak değerlendirilmez ancak kesişim noktası ± 1.96 aralığı dışında kalıyor ise anlamlı bir dönüm noktasının varlığı kabul edilmektedir (Chatterjee, Bisai ve Khan, 2014).

Sıralı Mann-Kendall analizi NCEP/NCAR atmosferik parametrelerinden sıcaklık, bağıl nem, geopotansiyel yükseklik ve alansal yağış ortalamasına uygulanarak büyük ölçekli atmosferik parametrelerin anlamlı dönüm noktalarının varlıkları araştırılmış; artış veya azalış yönündeki eğilimlerin başlangıç ve bitiş noktalarının istasyon yağışlarındaki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

BÖLÜM 5

UYGULAMA

5.1 Uygulama Alanı ve Veriler

5.1.1 Uygulama Alanın Konumu ve Başlıca Coğrafi Özellikleri

İzmir kuzey tarafında Madra Dağları, güney tarafında Kuşadası Körfezi, batıda Çeşme Yarımadası'nın Tekne Burnu, doğuda ise Aydın, Manisa il sınırları ile çevrilmiştir. İzmir $37^{\circ} 45'$ ve $39^{\circ} 15'$ kuzey enlemleri ile $26^{\circ} 15'$ ve $28^{\circ} 20'$ doğu boylamları arasındadır ve kuzey-güney doğrultusundaki uzunluğu yaklaşık olarak 200 km, doğu-batı doğrultusundaki genişliği ise 180 km'dir ve yüzölçümü 12.012 km^2 'dir (izmir.gov.tr).

5.1.1.1 Coğrafya

İzmir ili içinde Ege Bölgesi'nin önemli akarsularından Gediz, Küçük Menderes ve Bakırçay akış gösterir. Diğer bulunan akarsular sel karakterli küçük boyutlu akarsulardır. Gediz Nehri, İç Batı Anadolu'da Murat Dağı'ndan doğar ve toplam uzunluğu yaklaşık olarak 400 km'dir. İzmir sınırı içindeki Yamanlar Dağı'ndan doğan Kemalpaşa Çayı ise Gediz'in en önemli kollarından birini oluşturmaktadır. Gediz, Manisa Ovası'nın batısında il sınırlarına ulaşır ve Yamanlar Dağı ile Dumanlı Dağ arasındaki Menemen Boğazı'ndan geçerek, Foça'nın güneyinde denize dökülür. Küçük Menderes ise Bozdağlar'dan doğar ve uzunluğu 124 km'dir. Kendi ismi ile anılan çok bereketli Menderes ovasını sulayarak, Selçuk ilçesinin batısında denize dökülmektedir. Bakırçay, doğuda Ömerdağ, kuzeyde Madra, güneyde Yunt Dağı'ndan gelen kollardan oluşur ve 128 km uzunluğundadır. Ege Havzası'nın bir parçası olan ve büyük bölümü İzmir il sınırları içerisinde yer alan Bakırçay Havzası'nın en önemli akarsuyudur. Çandarlı Körfezi'nde denize dökülmektedir (izmir.gov.tr).

5.1.1.2 İzmir İlinin İklim ve Bitki Örtüsü

İzmir, Orta Enlem kuşağında bulunan ve denizsel etkilere açık, iç deniz özelliği gösteren körfezi barındırmaktadır. Orta Enlem kuşağında yer alması ve kıyı şehri olması sebebi ile Akdeniz iklimi hâkimdir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve bol

yağışlı, bahar ayları ise geçiş dönemi özelliği göstermektedir. Güneşlenme potansiyeli oldukça yüksek olan İzmir’de rüzgâr durumu denize açık kıyı şeridi ve farklı topografik yapıları bir arada bulundurması nedeni ile önemli bir potansiyel oluşturmaktadır (csb.gov.tr).

Güneşlenme süresi ve yeterli düzeyde yağış miktarı düşmesine bağlı olarak toprak yapısı tarımsal açıdan uygun özelliklere sahiptir. Yenilenebilir enerji kaynakları olan rüzgâr ve güneş açısından önemli derecede yüksek bir potansiyeline sahiptir. Zarar verici meteorolojik olayların (kuvvetli yağış, dolu ve fırtına vb.) görülme sıklığı özellikle kış aylarında artmaktadır. Afet risk yönetimi açısından ekstrem meteorolojik hadiselerin şiddeti ve sıklığına bağlı olarak Hava Tahmini ve Erken Uyarı amaçlı Meteoroloji Radarı ve Otomatik Meteoroloji Ölçüm İstasyonları kurulmuştur. Ayrıca İzmir Meteoroloji Bölge Müdürlüğü merkezinde Bölgesel Tahmin ve Erken Uyarı merkezi faaliyet göstermektedir (izmir.bel.tr).

İzmir ilinde temmuz-ağustos ayları en sıcak ve ocak-şubat ayları ise en soğuk aylardır. Senenin yaklaşık 100 gününde sıcaklıklar +30 derecenin üstüne çıkmaktadır. Sıcaklık +42,7°C ile -8,4°C arasında değişmektedir. Kar yağışı ise yok denecek kadar azdır. Senelik toplam yağış miktarı 700-1200 mm arasında bölgeden bölgeye değişiklik göstermektedir. Kemalpaşa ilçesi en çok yağış alan bölgedir. Sıcak yaz aylarında, kara ve denizin gece-gündüz arasındaki ısınma ve soğuma farkından meydana gelen imbat rüzgârları serinlik getirmektedir (cografya.gen.tr).

İzmir’de iklim elemanları içinde en büyük değişkenliği yağış miktarı göstermektedir. Yıllık ortalama toplam yağış miktarı 700 mm olmasına karşın, genel atmosfer dolaşımında görülen değişmelere bağlı olarak bazı yıllarda yağış toplamı 1000 mm’ye yaklaşmakta, bazı yıllarda ise 300 mm civarına düşmektedir. Yıl içinde yağış miktarı ekim ayının ikinci yarısından itibaren artış göstermekte ve mayıs ayına kadar devam etmektedir. Aylık ortalama yağış miktarının en yüksek olduğu aylar aralık, ocak, şubattır. Ortalama yağış değerlerine göre, sadece aralık ayında düşen yağışların yıllık toplama katkısı % 20 civarındadır. Yaz aylarında aylık yağış miktarının yıllık toplam içindeki payı ise, %2 düzeyine düşmektedir (izmir.meb.gov.tr).

5.1.2 İstasyon Verileri

Bu tez kapsamında İzmir genelinde şiddetli yağışlar ile yağışı etkileyen büyük ölçekli atmosferik parametreler arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Çalışma alanında yer alan İzmir Bölge, Bergama, Bornova, Buca, Çeşme, Karşıyaka, Kemalpaşa, Menderes, Torbalı ve Urla istasyonlarına ait günlük maksimum yağışları bağımlı değişken; yer seviyesindeki sıcaklık, bağıl nem ve bölgesel ortalama yağış değeri ile atmosferin 850 mbar, 500 mbar ve 200 mbar seviyelerindeki sıcaklık, nem değerleri ve geopotansiyel yükseklikler bağımsız açıklayıcı değişkenler olarak dikkate alınmıştır.

Bu tez kapsamında kullanılan istasyonların, istasyon kodları, isimleri ve veri aralıkları Tablo 5,1’de sunulmuştur.

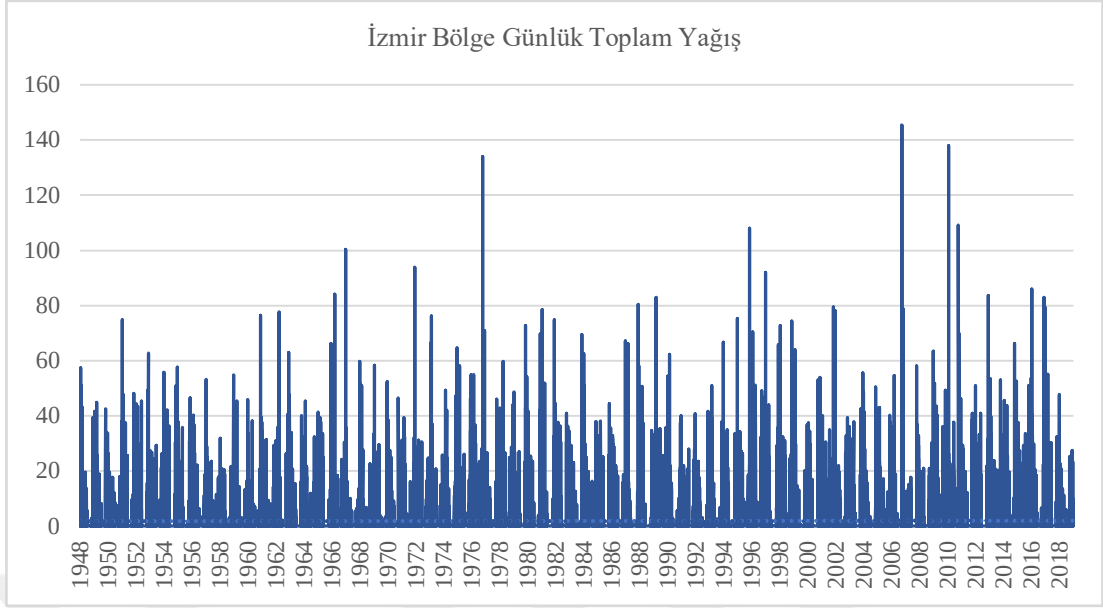
Atmosferik bağımsız değişkenler $2.5^0 \times 2.5^0$ alansal çözünürlüğe sahip NCEP/NCAR (National Centers for Environmental Prediction/ National Center for Atmospheric Research) Yeniden Analiz veri setinden temin edilmiştir. NCEP/NCAR veri seti 1948-2018 yılları arasındaki dönemi kapsayan atmosferik parametreleri içermekte ve çalışmada kullanılan 10 meteoroloji istasyonu dâhil olmak üzere son derece büyük bir alanı kapsamaktadır (Şekil 5.1).



Şekil 5.1 Çalışma kapsamında seçilen 10 meteoroloji istasyonunun konumu ve NCEP/NCAR gridinin kapsadığı alan

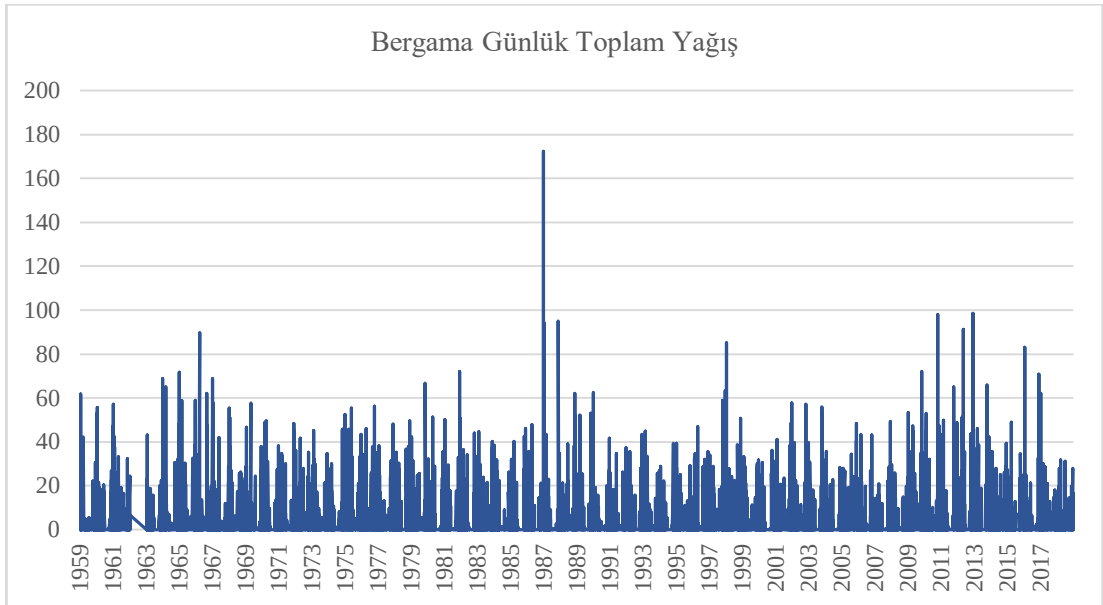
Tablo 5.1 Seçilen istasyonlar ve veri aralığı

İstasyon Kodu	İstasyon Adı	Yıl
17220	İzmir Bölge	1948-2018
17742	Bergama	1959-2018
17221	Çeşme	1963-2018
18442	Bornova	2013-2018
18443	Buca	2014-2018
18446	Karşıyaka	2014-2018
17749	Kemalpaşa	2009-2018
18050	Menderes	2012-2018
18030	Torbalı	2012-2018
18028	Urla	2012-2018



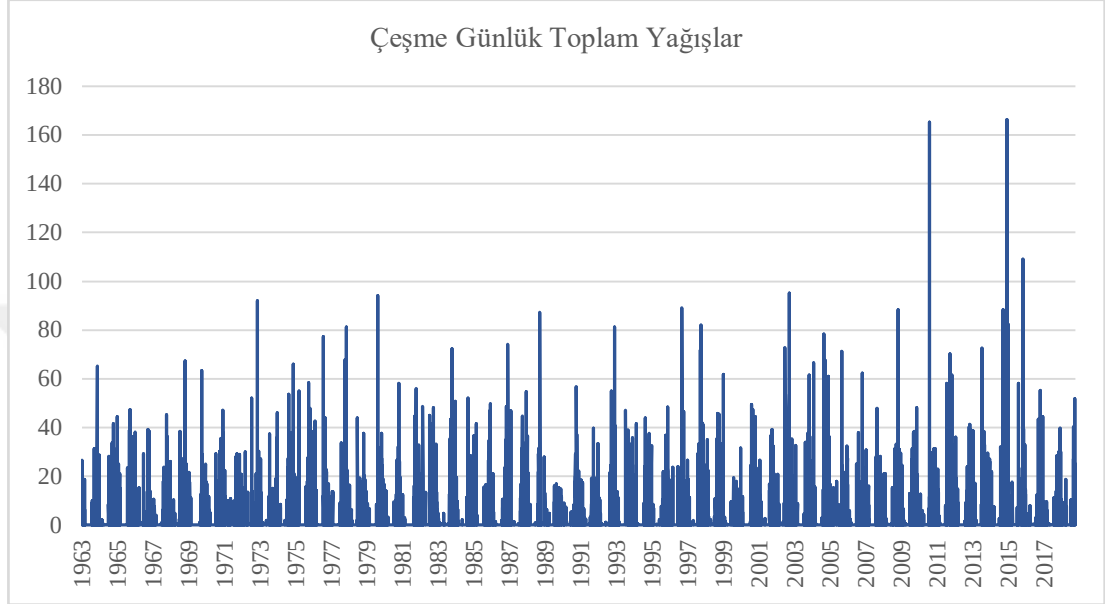
Şekil 5.2 İzmir bölge istasyonu 1948-2018 yılları arası günlük toplam yağış gidiş grafiği

İzmir Bölge istasyonu 1948-2018 yılları arası günlük toplam yağışlara ait olan gidiş grafiği incelendiğinde özellikle 1990'lı yıllardan sonra 80 mm ve üzeri yağışların görülme sıklığı arttığı belirlenmiştir.



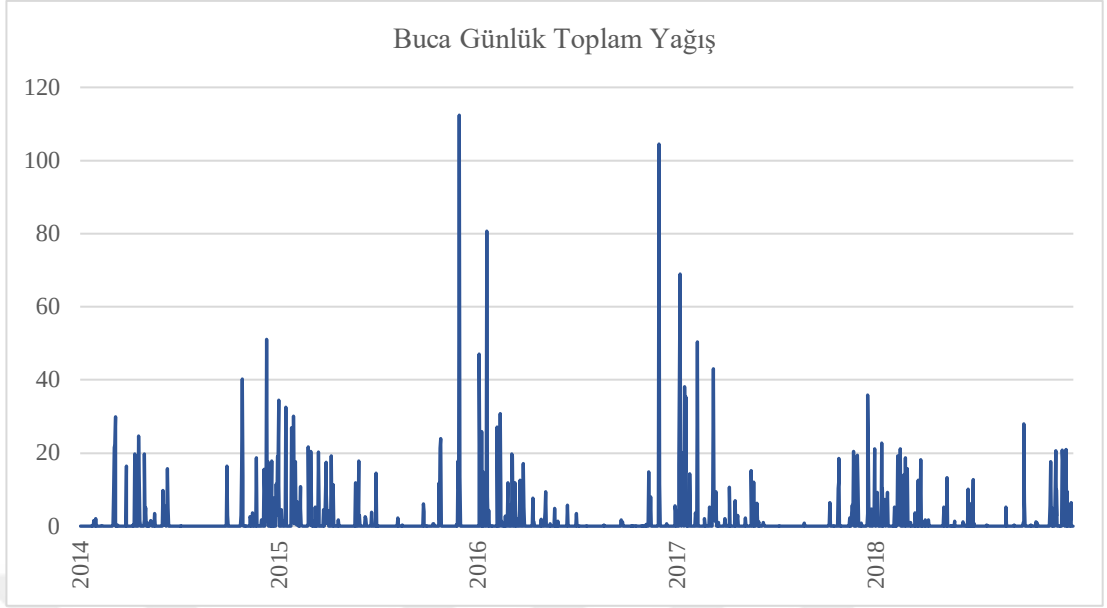
Şekil 5.3 Bergama İstasyonu 1959-2018 yılları arası günlük toplam yağış gidiş grafiği

Bergama istasyonu 1959-2018 yılları arası günlük toplam yağışlara ait gidiş grafiği incelendiğinde 1987 yılında 170 mm üzeri ekstrem yağış olduğu görülmektedir. Ayrıca özellikle 2010 yılından sonra maksimum yağışların görülme sıklığında artış olduğu görülmektedir.



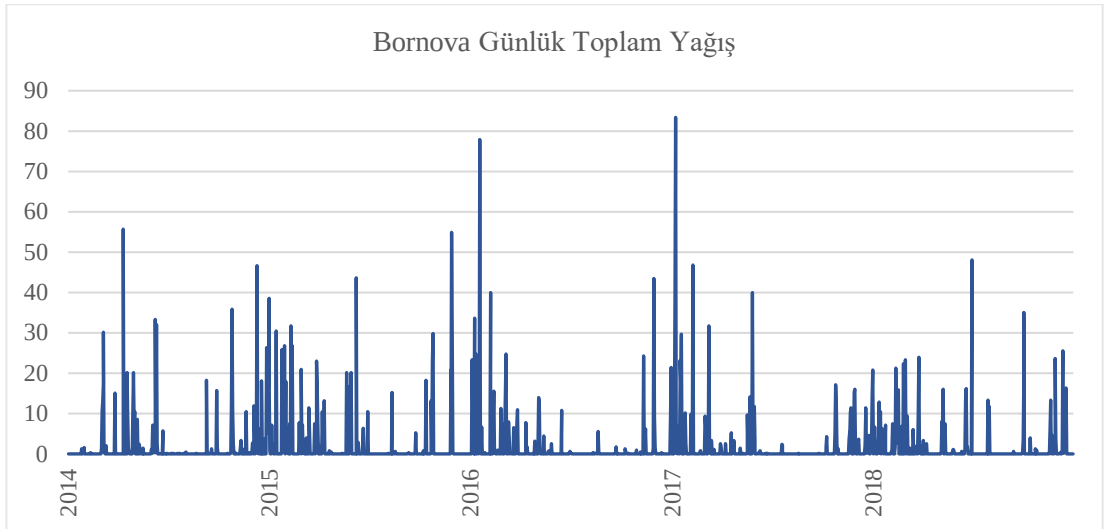
Şekil 5.4 Çeşme İstasyonu 1963-2018 yılları arası günlük toplam yağış gidiş grafiği

Çeşme istasyonuna ait 1963-2018 yılları arası günlük toplam yağışların gidiş grafiği incelendiğinde 2010 ve 2015 yılında 165 mm yüksekliğinde ekstrem yağış gözlenmiştir. Ayrıca son yıllarda şiddetli yağışların görülme sıklığının arttığı belirlenmiştir.



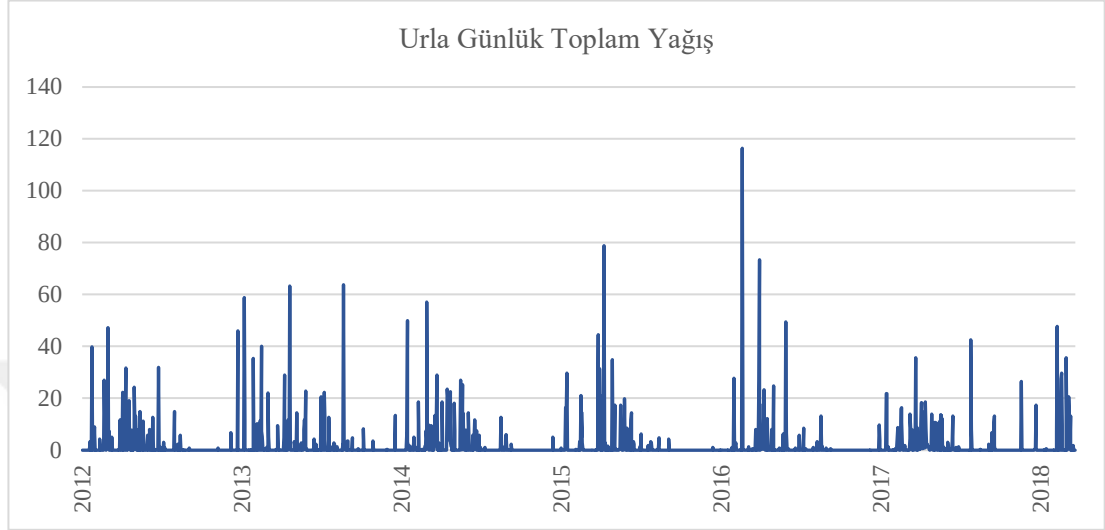
Şekil 5.5 Buca İstasyonu 2014-2018 yılları arası günlük toplam yağış gidiş grafiği

Buca istasyonu 2014-2018 yılları arası günlük toplam yağış gidiş grafiği incelendiğinde 2016 ve 2017 yıllarında 100 mm ve üzeri ekstrem yağış gözlemlendiği belirlenmiştir.



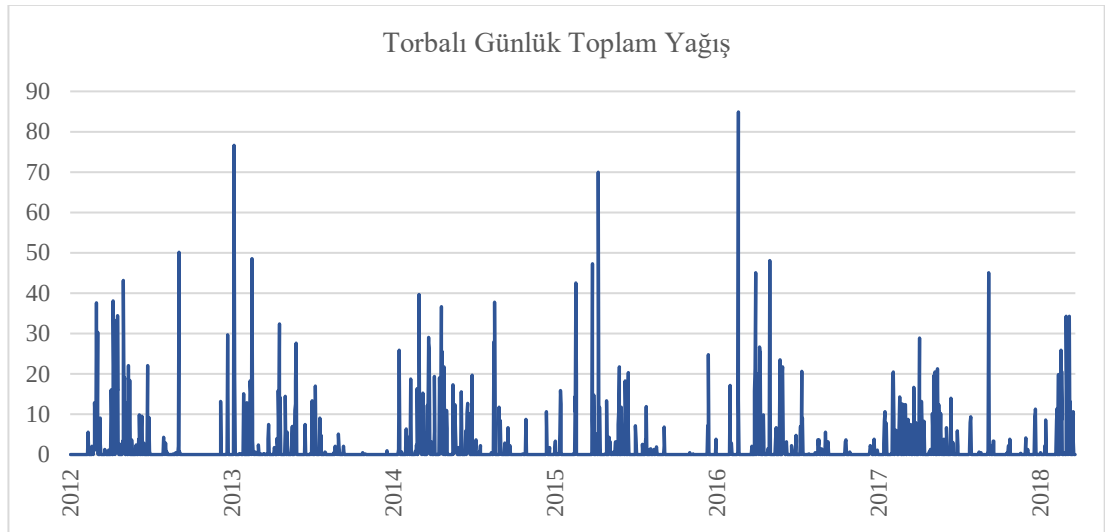
Şekil 5.6 Bornova istasyonu 2014-2018 yılları arası günlük toplam yağış gidiş grafiği

Bornova istasyonunun 2014-2018 yılları arası günlük toplam yağışlarına ait gidiş grafiği incelendiğinde 2016 ve 2017 yılında kış yağışlarının şiddetli geçtiği görülmektedir.



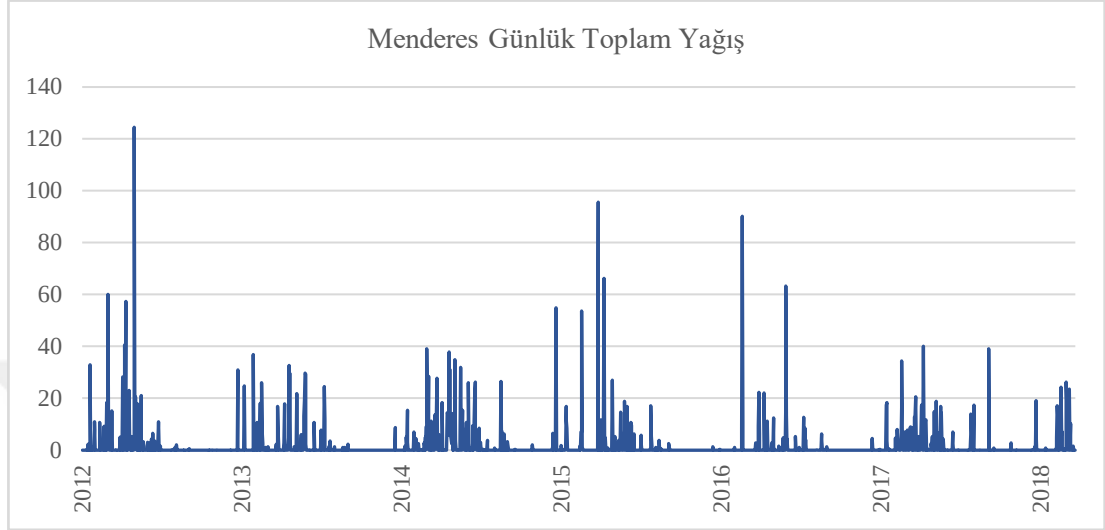
Şekil 5.7 Urla istasyonu 2012-2018 yılları arası günlük toplam yağış gidiş grafiği

Urla istasyonu 2012-2018 yılları arası günlük toplam yağış gidiş grafiği incelendiğinde 2015 ve 2016 yılında kış yağışlarının belirgin olduğu ve şiddetli yağışların görülme sıklığının arttığı belirlenmiştir.



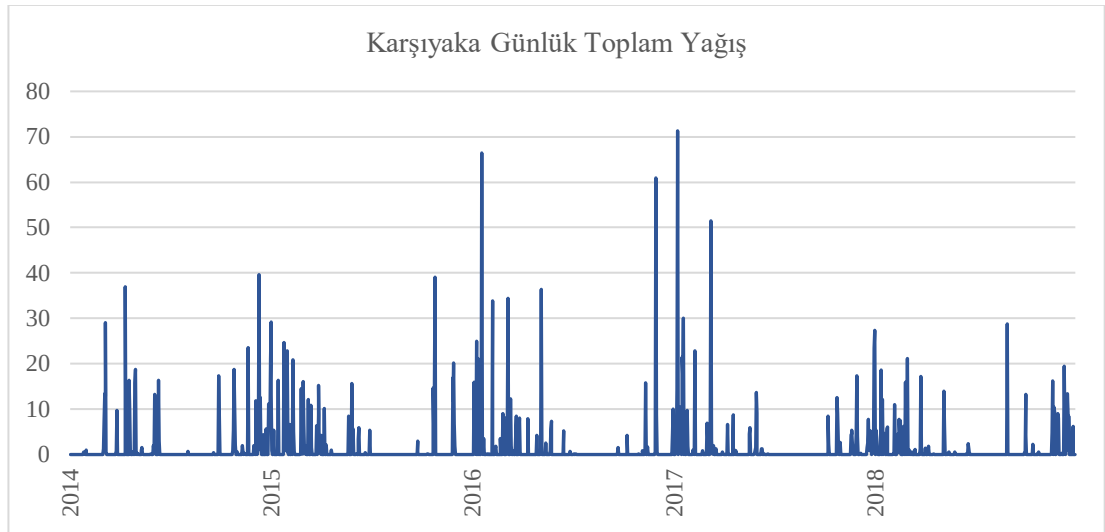
Şekil 5.8 Torbalı istasyonu 2012-2018 yılları arası günlük toplam yağış gidiş grafiği

Torbalı istasyonu 2012-2018 yılları arası günlük toplam yağış gidiş grafiği incelendiğinde kış yağışlarının belirgin geçtiği ve şiddetli yağışların görülme sıklığının arttığı belirlenmiştir



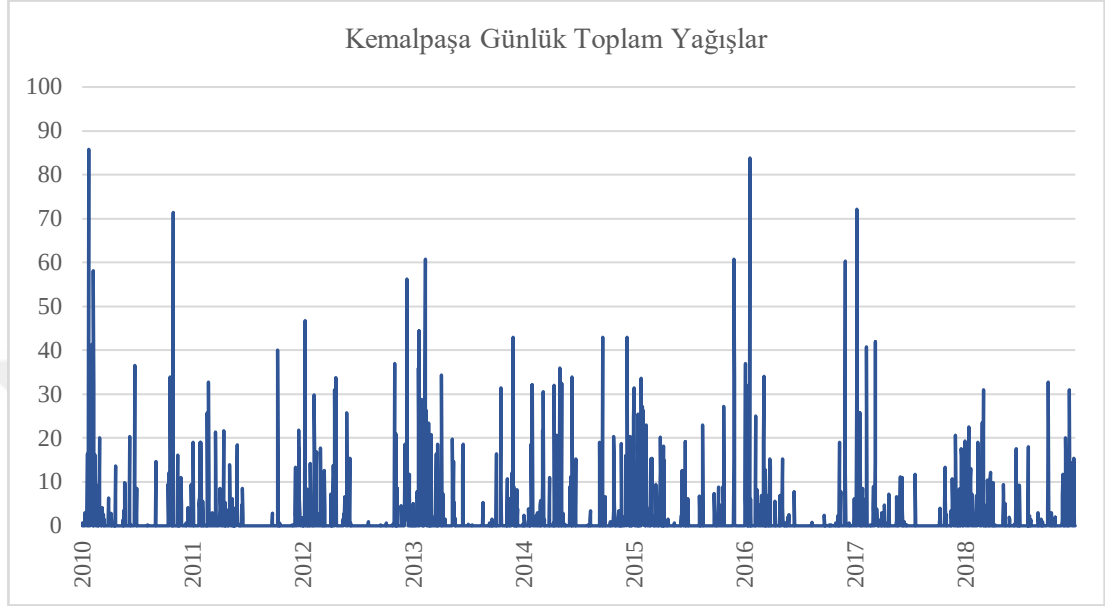
Şekil 5.9 Menderes istasyonu 2012-2018 yılları arası günlük toplam yağış gidiş grafiği

Menderes istasyonu 2012-2018 yılları arası günlük toplam yağış gidiş grafiği incelendiğinde 2012, 2015 ve 2016 yılında kış yağışlarının belirgin olduğu ve şiddetli yağışların görülme sıklığının arttığı belirlenmiştir



Şekil 5.10 Karşıyaka istasyonu 2014-2018 yılları arası günlük toplam yağış gidiş grafiği

Karşıyaka istasyonu 2014-2018 yılları arası günlük toplam yağış gidiş grafiği incelendiğinde kış yağışlarının belirgin geçtiği ve 2016 ve 2017 yılında şiddetli yağışların arttığı belirlenmiştir.



Şekil 5.11 Kemalpaşa istasyonu 2010-2018 yılları arası günlük toplam yağış gidiş grafiği

Kemalpaşa istasyonu 2010-2018 yılları arası günlük toplam yağış gidiş grafiği incelendiğinde son yıllarda şiddetli yağışların görülme sıklığının arttığı ve kış yağışlarının belirgin olduğu bulunmuştur.

5.1.3 NCEP/NCAR Yeniden Analiz verileri

Bu tez kapsamında kullanılan büyük atmosferik parametrelere ait veriler Ulusal Çevresel Tahmin Yeniden Analiz Bilgileri Merkezi (NOAA) internet sitesinden indirilmiştir. Büyük ölçekli atmosferik parametrelerden hava sıcaklığının 200, 500, 850 mbar ve yeryüzü seviyesindeki; geopotansiyel yüksekliğin 200, 500 ve 850 mbar seviyesindeki; bağıl nemin 200, 500, 850 mbar ve yeryüzü seviyesindeki ve alansal ortalama yağış (prate data) parametresine ait veriler 1948-2018 yılları arasını kapsayacak şekilde indirilmiştir.

Tablo 5.2 NCEP/NCAR parametreleri, basınç yükseklikleri ve tarih aralıkları

NCEP/NCAR Parametresi	Basınç Yüksekliği (mbar)	Yıl
Hava Sıcaklığı (°C)	Airsurf,Air850,Air500,Air 200	1948-2018
Geopotansiyel Yükseklik (m)	Hgt850,Hgt500,Hgt200	1948-2018
Bağıl Nem (%)	Rhumsurf,Rhum850,Rhum500,Rhum200	1948-2018
Yağış Oranı (kg/m ² /sn)	Prate Data	1948-2018

BÖLÜM 6

BULGULAR

Çalışma kapsamında İzmir Merkez ve ilçelerinde 10 adet yağış istasyonu seçilmiştir. İzmir Bölge, Bergama, Bornova, Buca, Çeşme, Karşıyaka, Kemalpaşa, Menderes, Torbalı ve Urla istasyonları için istasyon yağış değerlerine, NCEP/NCAR Yeniden Analiz verilerine ve hesaplanmış kuantil değerlerine Mann-Kendall Trend analizi uygulanmış ve eğilimler belirlenmiştir. Daha sonra artan veya azalan trendin yaklaşık olarak başlangıç ve bitiş noktalarını yani dönüm noktalarını bulmak için Sıralı Mann-Kendall analizi yapılmıştır. Ayrıca istasyon günlük toplam yağış değerlerine ve aynı dönem veri aralığına sahip NCEP/NCAR Yeniden Analiz verilerine kuantil regresyon uygulanmış ve büyük atmosferik parametreleri temsil eden bağımsız değişkenlere ait katsayılar bulunmuştur. Bulunan bu katsayılar ile yağış üzerinde etkisi baskın olan parametreler belirlenmiştir.

6.1 İstasyon Bazlı Kuantil Regresyon Analizi

Çalışma kapsamında seçilen İzmir bölge, Bergama, Bornova, Buca, Çeşme, Karşıyaka, Kemalpaşa, Menderes, Torbalı ve Urla istasyonlarındaki günlük toplam yağışlar bağımlı değişken, NCEP/NCAR Yeniden Analiz verileri ise bağımsız değişken olarak seçilmek suretiyle kuantil regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Gerek bağımlı gerekse bağımsız değişkenlerin veri aralıkları çok farklı olduğu için veriler kendi ortalama ve standart sapmalarıyla Denklem 6.1'e göre standartlaştırılmıştır. Söz konusu standardizasyon işlemi ile bağımsız değişkenlerin katsayılarının o parametre için anlamlılık gücünü göstermesi amaçlanmıştır. Bir başka deyişle, katsayısı yüksek olan standardize değişken kuantil regresyonda etkisi yüksek olan parametreyi gösterecektir.

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (6.1)$$

x =bağımsız NCEP/NCAR Yeniden Analiz değişkeni

μ = ortalama

σ = standart sapma

z = standartlaştırılmış değer

Tablo 6.1’de İzmir Bölge istasyonunun Q_{50} - Q_{90} - Q_{95} - Q_{99} kuantilli günlük yağış değerlerine ait NCEP/NCAR standardize değişkenlerinin katsayıları verilmektedir. İzmir Bölge istasyonuna ait %50 kuantilli yağış değerleri için NCEP/NCAR atmosferik parametrelerinin tüm katsayıları sıfır değerine çok yakın olduğu görülür. Bir başka ifade ile %50 kuantilli günlük yağış değeri sadece NCEP/NCAR gridinin alansal ortalama yağış değeri ile ilişkili olup diğer atmosferik parametrelerden etkilenmemektedir. Yine bir başka ifade ile ortalama günlük yağış değerleri sadece atmosferik ortalamadan etkilenmektedir.

Öte yandan, kuantil değeri arttıkça yani şiddetli yağış olaylarında özellikle airtsurface (yeryüzündeki hava sıcaklığı) parametresinin katsayısındaki artış dikkati çekmektedir. İzmir Bölge İstasyonunda, yüksek kuantilli yağış olaylarında (şiddetli yağışlarda) yüzey hava sıcaklığının etkisi bariz bir biçimde görünür olmaktadır.

Benzer şekilde, yüksek kuantilli yağışlarda, yüzeydeki nem parametresinin katsayısındaki artış, buna karşılık 500 mbar seviyesindeki düşüş dikkat çekicidir. Özetle, İzmir istasyonu için yüksek kuantilli yağışlar yüzey hava sıcaklığı ve yüzey nem değeri ile yüksek doğru orantı gösterirken, 500 mbar seviyesi ile yüksek ters ilişkilidir. Bir başka ifade ile İzmir istasyonunda sıcaklık ve nem artışıyla beraber şiddetli yağışlarda artışların gözleneceğine işaret etmektedir.

Tablo 6.1 İzmir Bölge (1948-2018) İstasyonunda Q_{50} - Q_{90} - Q_{95} - Q_{99} değerli kuantillere ait büyük atmosferik parametrelerin katsayıları

İZMİR BÖLGE	Q_{50}	Q_{90}	Q_{95}	Q_{99}
Air200 °C	$6.70e^{-15}$	0.0104	0.0288	0.0301
Air500 °C	$-3.01e^{-14}$	-0.0576	-0.1202	-0.2222
Air850 °C	$-3.05e^{-14}$	-0.0622	-0.1842	-0.5048
Airsurf °C	$1.05e^{-14}$	0.1781	0.4753	1.2721
Hgt200(m)	$-2.93e^{-14}$	-0.0713	-0.1942	-0.2106
Hgt500(m)	$9.29e^{-14}$	-0.0665	-0.0940	-0.4344
Hgt850(m)	$-2.82e^{-14}$	-0.0725	-0.1804	-0.2908
Rhum200(%)	$-1.14e^{-16}$	-0.0489	-0.0871	-0.0575
Rhum500(%)	$7.48e^{-17}$	0.0214	0.0407	0.0545
Rhum850(%)	$1.32e^{-15}$	0.0071	0.0013	-0.0300
Rhumsurf(%)	$2.17e^{-15}$	0.0969	0.2859	0.8291
Prate	$7.89e^{-2}$	1.1739	1.3984	1.9960
Sabit	$-2.47e^{-1}$	0.5380	1.1486	2.8170

Tablo 6.2’de Bergama istasyonuna ait katsayılar incelendiğinde, yüzey sıcaklığı (airsurface) parametresinde kuantil değeri arttıkça katsayının değerinin arttığı ve diğer parametrelere göre en baskın parametre olduğu belirlenmiştir. Diğer katsayılar incelendiğinde rhumsurface (yüzeydeki bağıl nem) ve prate (alansal ortalama yağış) parametresinin de etkisinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca geopotansiyel yükseklik (hgt) parametresinin atmosferin tüm katmanları için kuantil değerleri ile ters orantılı olduğu bulunmuştur. Bergama istasyonu için yüksek kuantilli yağışlar yüzey hava sıcaklığı, yüzey nem değeri ve alansal ortalama yağış parametresi ile yüksek doğru orantı gösterdiği belirlenmiştir.

Tablo 6.2 Bergama (1959-2018) istasyonunda Q_{50} - Q_{90} - Q_{95} - Q_{99} değeri kuantillere ait büyük atmosferik parametrelerin katsayıları

BERGAMA	Q_{50}	Q_{90}	Q_{95}	Q_{99}
Air200 °C	$3,14e^{-15}$	-0,0123	-0,0729	-0,3309
Air500 °C	$7,39e^{-16}$	-0,0245	0,0533	0,1436
Air850 °C	$-3,32e^{-15}$	-0,1181	-0,3205	-0,5959
Airsurf °C	$-4,34e^{-16}$	0,2994	0,8078	1,7133
Hgt200(m)	$-1,72e^{-14}$	-0,0473	-0,0554	0,5045
Hgt500(m)	$1,38e^{-14}$	-0,1471	-0,5083	-1,4821
Hgt850(m)	$-2,77e^{-15}$	-0,0588	-0,0708	-0,1347
Rhum200(%)	$-8,01e^{-16}$	-0,0558	-0,1072	-0,0783
Rhum500(%)	$4,67e^{-16}$	0,0312	0,0699	0,1440
Rhum850(%)	$7,13e^{-17}$	-0,0013	-0,0473	-0,1199
Rhumsurf (%)	$-1,93e^{-16}$	0,1660	0,4518	1,1495
Prate	$6,90e^{-2}$	0,9294	0,9793	1,4160
Sabit	$-2,42e^{-1}$	0,5054	1,1125	2,8935

Tablo 6.3’de Bornova istasyonuna ait katsayılar incelendiğinde, airtsurface yani yüzey sıcaklığı parametresinin en baskın parametre olduğu belirlenmiş ve kuantil değeri arttıkça katsayının değerinin de belirgin derecede arttığı bulunmuştur. Diğer katsayılar incelendiğinde rhumsurface ve prate parametresinin de baskın olduğu belirlenmiştir. Bornova istasyonu için yüksek kuantilli yağışlar yüzey hava sıcaklığı, yüzey nem değeri ve alansal ortalama yağış parametresi ile yüksek doğru orantı gösterdiği belirlenmiştir.

Tablo 6.3 Bornova (2013-2018) istasyonunda Q_{50} - Q_{90} - Q_{95} - Q_{99} değeri kuantillere ait büyük atmosferik parametrelerin katsayıları

BORNOVA	Q_{50}	Q_{90}	Q_{95}	Q_{99}
Air200 °C	$-1,69e^{-16}$	0,1329	0,2647	0,0439
Air500 °C	$4,19e^{-15}$	-0,1063	-0,0349	-0,0689
Air850 °C	$4,88e^{-16}$	-0,1575	-0,4126	-2,0263
Airsurf °C	$2,47e^{-15}$	0,1668	0,6909	2,7541
Hgt200(m)	$-2,38e^{-16}$	-0,1077	-0,3780	0,0494
Hgt500(m)	$-8,00e^{-15}$	0,0547	-0,1626	-0,7373
Hgt850(m)	$2,93e^{-15}$	-0,0998	-0,0529	-0,0483
Rhum200(%)	$-3,93e^{-17}$	-0,0573	-0,1161	-0,6423
Rhum500(%)	$1,19e^{-16}$	0,0985	0,2544	1,0323
Rhum850(%)	$-7,02e^{-16}$	-0,0056	-0,1133	-0,7153
Rhumsurf(%)	$4,94e^{-16}$	0,1439	0,3740	1,3301
Prate	$5,47e^{-2}$	0,8801	0,8090	1,7317
Sabit	$-2,62e^{-1}$	0,5814	1,1645	3,2993

Tablo 6.4'te Buca istasyonuna ait katsayılar incelendiğinde prate yani alansal ortalama yağış parametresinin en baskın parametre olduğu belirlenmiştir. Diğer katsayılar incelendiğinde yüzey sıcaklık (airsurface) ve yüzey nem (rhumsurface) parametresinin kuantil değerleri ile doğru orantılı olduğu fakat 850 mbar seviyesindeki sıcaklık (air850) parametresinin ters orantılı olarak baskın olduğu belirlenmiştir. Buca istasyonu için yüksek kuantilli yağışlar yüzey hava sıcaklığı, yüzey nem değeri ve alansal ortalama yağış parametresi ile yüksek doğru orantı gösterdiği belirlenmiştir.

Tablo 6.4 Buca (2014-2018) istasyonunda Q_{50} - Q_{90} - Q_{95} - Q_{99} değerli kuantillere ait büyük atmosferik parametrelerin katsayıları

BUCA	Q_{50}	Q_{90}	Q_{95}	Q_{99}
Air200 °C	$5,87e^{-18}$	0,0602	0,1430	-0,1447
Air500 °C	$-2,09e^{-15}$	-0,0520	0,0328	-0,2120
Air850 °C	$1,76e^{-16}$	-0,0690	-0,3163	-0,4141
Airsurf °C	$-1,31e^{-15}$	0,0493	0,4493	0,4223
Hgt200(m)	$3,60e^{-16}$	-0,0557	-0,2500	0,5600
Hgt500(m)	$3,15e^{-15}$	-0,0091	-0,2818	-1,0609
Hgt850(m)	$-1,14e^{-15}$	-0,0495	-0,0342	-0,0128
Rhum200(%)	$-1,73e^{-17}$	-0,0395	-0,1151	-0,1726
Rhum500(%)	$-9,05e^{-17}$	0,0448	0,2463	0,5617
Rhum850(%)	$2,98e^{-16}$	0,0228	-0,0506	0,1264
Rhumsurf(%)	$-4,32e^{-16}$	0,0478	0,1837	-0,0466
Prate	$4,52e^{-2}$	1,0169	0,9782	2,3753
Sabit	$-2,41e^{-1}$	0,4793	1,0992	2,6968

Benzer durumlar Çeşme istasyonu içinde geçerlidir. Tablo 6.5'te Çeşme istasyonunun Q_{50} - Q_{90} - Q_{95} - Q_{99} kuantilli günlük yağış değerlerine ait NCEP/NCAR standardize değişkenlerinin katsayıları verilmektedir. Bu katsayılar incelendiğinde, prate parametresinin en baskın parametre olduğu belirlenmiş ve kuantil değeri arttıkça; parametrenin katsayısının da yüksek oranda arttığı bulunmuştur. Benzer artış durumu airtsurface ve rhumsurf parametresi incelendiğinde de bulunmuştur. Bu durum hava sıcaklığı arttıkça buharlaşmanın ve doğal olarak yüzeydeki nem değerlerinin artması ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca 500 mbar seviyesindeki geopotansiyel yükseklik (hgt500) parametresinin kuantil değerleri ile ters orantılı şekilde baskın olduğu bulunmuştur. Çeşme istasyonu için de yüksek kuantilli yağışların yüzey hava sıcaklığı,

yüzey nem değeri ve alansal ortalama yağış parametresi ile yüksek doğru orantı gösterdiği belirlenmiştir.

Tablo 6.5 Çeşme (1963-2018) istasyonunda Q_{50} - Q_{90} - Q_{95} - Q_{99} değerli kuantillere ait büyük atmosferik parametrelerin katsayıları

ÇEŞME	Q_{50}	Q_{90}	Q_{95}	Q_{99}
Air200 °C	$1,18e^{-15}$	0,0225	0,0624	0,1886
Air500 °C	$-2,41e^{-14}$	-0,0798	-0,1894	-0,6013
Air850 °C	$-1,93e^{-14}$	0,0032	0,0066	-0,1962
Airsurf °C	$3,12e^{-16}$	0,0356	0,1069	0,5381
Hgt200(m)	$-4,65e^{-15}$	-0,0530	-0,1752	-0,4469
Hgt500(m)	$5,63e^{-14}$	0,0365	0,1402	0,6424
Hgt850(m)	$-1,78e^{-14}$	-0,0613	-0,1583	-0,3377
Rhum200(%)	$-2,28e^{-16}$	-0,0310	-0,0778	-0,0879
Rhum500(%)	$-1,55e^{-15}$	0,0251	0,0748	0,0785
Rhum850(%)	$-6,75e^{-16}$	0,0376	0,1144	0,3647
Rhumsurf(%)	$-1,78e^{-15}$	0,0337	0,1226	0,5362
Prate	$6,18e^{-2}$	1,1466	1,4466	2,4042
Sabit	$-2,23e^{-1}$	0,4346	0,9890	2,7389

Tablo 6.6'da Karşıyaka istasyonuna ait katsayılar incelendiğinde, airtsurface yani yüzey sıcaklığı parametresinin en baskın parametre olduğu belirlenmiştir ve kuantil değeri arttıkça; katsayının değerinin de attığı bulunmuştur. Diğer katsayılar incelendiğinde rhumsurface ve prate parametresinin de baskın olduğu belirlenmiştir. Karşıyaka istasyonu için yüksek kuantilli yağışlar söz konusu olduğunda yüzey hava sıcaklığı, yüzey nem değeri ve alansal ortalama yağış parametresi ile yüksek doğru orantı gösterdiği belirlenmiştir.

Tablo 6.6 Karşıyaka (2014-2018) istasyonunda Q_{50} - Q_{90} - Q_{95} - Q_{99} değerli kuantillere ait büyük atmosferik parametrelerin katsayıları

KARŞIYAKA	Q_{50}	Q_{90}	Q_{95}	Q_{99}
Air200 °C	$3,46e^{-16}$	0,0739	0,2196	0,0319
Air500 °C	$1,58e^{-15}$	-0,0923	-0,1220	-0,7200
Air850 °C	$1,74e^{-15}$	-0,0914	-0,2046	-1,4567
Airsurf °C	$-1,47e^{-15}$	0,0567	0,2780	1,7963
Hgt200(m)	$-1,55e^{-15}$	-0,0752	-0,3896	0,1947
Hgt500(m)	$-8,10e^{-16}$	0,0753	0,0074	-0,6021
Hgt850(m)	$6,14e^{-16}$	-0,0927	-0,1022	-0,2869
Rhum200(%)	$-1,09e^{-16}$	-0,0706	-0,1564	-0,5606
Rhum500(%)	$-7,56e^{-17}$	0,0742	0,2656	0,8112
Rhum850(%)	$2,20e^{-16}$	0,0221	0,0260	-0,6572
Rhumsurf(%)	$-3,12e^{-16}$	0,0740	0,1302	0,8218
Prate	$4,07e^{-2}$	0,7954	0,8475	1,5540
Sabit	$-2,39e^{-1}$	0,4391	1,1304	3,2703

Tablo 6.7’de Kemalpaşa istasyonuna ait katsayılar incelendiğinde, airtsurface yani yüzey sıcaklığı parametresinin en baskın parametre olduğu belirlenmiştir ve kuantil değeri arttıkça; katsayıdaki artış belirgin durumdadır. Diğer katsayılar incelendiğinde rhumsurface ve prate parametresinin de baskın olduğu belirlenmiştir. Ayrıca 850 mbar seviyesindeki sıcaklık (air850) parametresinin kuantil değerleri ile ters orantılı şekilde baskın bir parametre olduğu bulunmuştur. Karşıyaka istasyonu için yüksek kuantilli yani şiddetli yağışlar söz konusu olduğunda yüzey hava sıcaklığı, yüzey nem değeri ve alansal ortalama yağış parametresi ile yüksek doğru orantı gösterdiği belirlenmiştir.

Tablo 6.7 Kemalpaşa (2009-2018) istasyonunda Q_{50} - Q_{90} - Q_{95} - Q_{99} değerli kuantillere ait büyük atmosferik parametrelerin katsayıları

KEMALPAŞA	Q_{50}	Q_{90}	Q_{95}	Q_{99}
Air200 °C	$4,87e^{-16}$	0,0518	0,0860	-0,4869
Air500 °C	$1,09e^{-14}$	-0,0173	-0,1876	0,3480
Air850 °C	$1,06e^{-14}$	-0,0759	-0,2052	-0,3281
Airsurf °C	$-5,89e^{-15}$	0,1092	0,3393	1,9880
Hgt200(m)	$-3,01e^{-15}$	-0,0018	0,1618	0,8673
Hgt500(m)	$-1,65e^{-14}$	-0,1246	-0,3716	-2,9579
Hgt850(m)	$6,79e^{-15}$	-0,0462	-0,0712	0,1750
Rhum200(%)	$-3,56e^{-16}$	-0,0179	-0,0501	-0,3099
Rhum500(%)	$8,64e^{-17}$	0,0577	0,1142	0,3229
Rhum850(%)	$9,67e^{-16}$	0,0133	0,0095	-0,3561
Rhumsurf(%)	$-1,15e^{-15}$	0,0882	0,1964	1,0980
Prate	$9,93e^{-2}$	1,1507	1,3183	1,6811
Sabit	$-2,51e^{-1}$	0,5678	1,1533	3,0554

Tablo 6.8’de Menderes istasyonuna ait katsayılar incelendiğinde prate yani alansal ortalama yağış parametresinin en baskın parametre olduğu belirlenmiştir ve kuantil değeri arttıkça; katsayı değerinin de belirgin derecede arttığı görülmüştür. Diğer katsayılar incelendiğinde aurface ve rhumsurface parametresinin de doğru orantılı şekilde baskın parametre olduğu belirlenmiştir. Ayrıca 500 mbar seviyesindeki sıcaklık (air500) parametresinin yüksek derecede ters orantılı olduğu bulunmuştur. Menderes istasyonu için yüksek kuantilli yağışlar söz konusu olduğunda yüzey hava sıcaklığı, yüzey nem değeri ve alansal ortalama yağış parametresi ile yüksek doğru orantı gösterdiği belirlenmiştir.

Tablo 6.8 Menderes (2012-2018) istasyonunda Q_{50} - Q_{90} - Q_{95} - Q_{99} değerli kuantillere ait büyük atmosferik parametrelerin katsayıları

MENDERES	Q_{50}	Q_{90}	Q_{95}	Q_{99}
Air200 °C	$1,52e^{-16}$	0,0616	0,0813	-0,0930
Air500 °C	$2,93e^{-15}$	-0,1132	-0,2269	-0,5333
Air850 °C	$2,24e^{-15}$	-0,0781	-0,0556	-0,2153
Airsurf °C	$-8,09e^{-16}$	0,0748	-0,0497	0,2476
Hgt200(m)	$-5,08e^{-16}$	-0,0523	-0,1010	0,3212
Hgt500(m)	$-4,86e^{-15}$	-0,0257	0,0904	-0,0725
Hgt850(m)	$1,79e^{-15}$	-0,0605	-0,2056	-0,2811
Rhum200(%)	$5,12e^{-17}$	-0,0568	-0,0830	-0,0816
Rhum500(%)	$1,08e^{-16}$	0,0670	0,1717	0,1485
Rhum850(%)	$-1,87e^{-17}$	0,0231	0,1282	0,2185
Rhumsurf(%)	$-1,31e^{-16}$	0,0303	-0,0174	0,1872
Prate	$3,61e^{-2}$	0,7864	1,2593	3,2690
Sabit	$-2,32e^{-1}$	0,4681	1,1487	2,6692

Tablo 6.9’da Torbalı istasyonuna ait katsayılar incelendiğinde prate yani alansal ortalama yağış parametresinin en baskın parametre olduğu belirlenmiştir ve kuantil değeri arttıkça; katsayının değerinin de arttığı belirlenmiştir. Diğer katsayılar incelendiğinde airsurface ve rhumsurface parametresinin de birbirine yakın oranlarda baskın olduğu belirlenmiştir. Torbalı istasyonu için yüksek kuantilli yani şiddetli yağışlarda yüzey hava sıcaklığı, yüzey nem değeri ve alansal ortalama yağış parametresi ile yüksek doğru orantı gösterdiği belirlenmiştir.

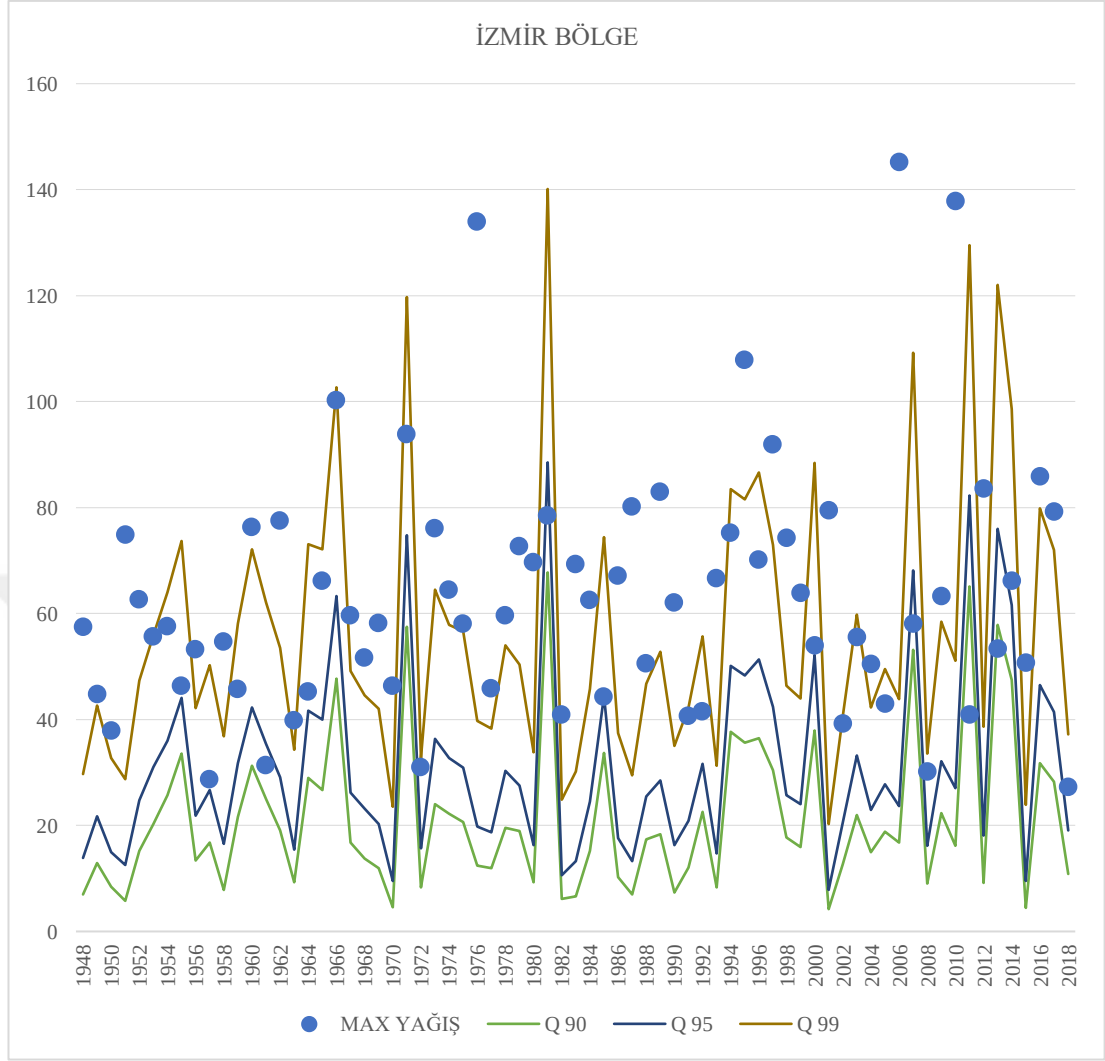
Tablo 6.9 Torbalı (2012-2018) istasyonunda Q_{50} - Q_{90} - Q_{95} - Q_{99} değerli kuantillere ait büyük atmosferik parametrelerin katsayıları

TORBALI	Q_{50}	Q_{90}	Q_{95}	Q_{99}
Air200 °C	$-1,49e^{-17}$	0,0633	0,0181	0,0021
Air500 °C	$3,43e^{-15}$	0,0156	0,0171	0,1107
Air850 °C	$2,67e^{-15}$	-0,1010	-0,2603	-0,0409
Airsurf °C	$-3,36e^{-16}$	0,1045	0,4029	0,5388
Hgt200(m)	$6,87e^{-16}$	-0,1095	-0,1980	-0,0772
Hgt500(m)	$-7,35e^{-15}$	-0,1058	-0,2097	-0,8128
Hgt850(m)	$2,41e^{-15}$	-0,0676	-0,1050	-0,1611
Rhum200(%)	$-6,71e^{-18}$	-0,0489	-0,1414	0,0357
Rhum500(%)	$2,57e^{-16}$	0,0738	0,1752	0,3127
Rhum850(%)	$-2,21e^{-16}$	0,0304	0,0291	0,2255
Rhumsurf(%)	$4,14e^{-16}$	0,0724	0,1920	0,4455
Prate	$5,95e^{-2}$	1,0319	1,3127	2,2003
Sabit	$-2,60e^{-1}$	0,6369	1,1964	2,9916

Tablo 6.10’da Urla istasyonuna ait katsayılar incelendiğinde prate parametresinin en baskın parametre olduğu belirlenmiştir ve kuantil değeri arttıkça; katsayıdaki artış bariz bir şekilde görülmektedir. Diğer katsayılar incelendiğinde airsurface ve rhumsurface parametresinin de baskın olduğu belirlenmiştir. Urla istasyonu için yüksek kuantilli yağışların yüzey hava sıcaklığı, yüzey nem değeri ve alansal ortalama yağış parametresi ile yüksek doğru orantı gösterdiği belirlenmiştir.

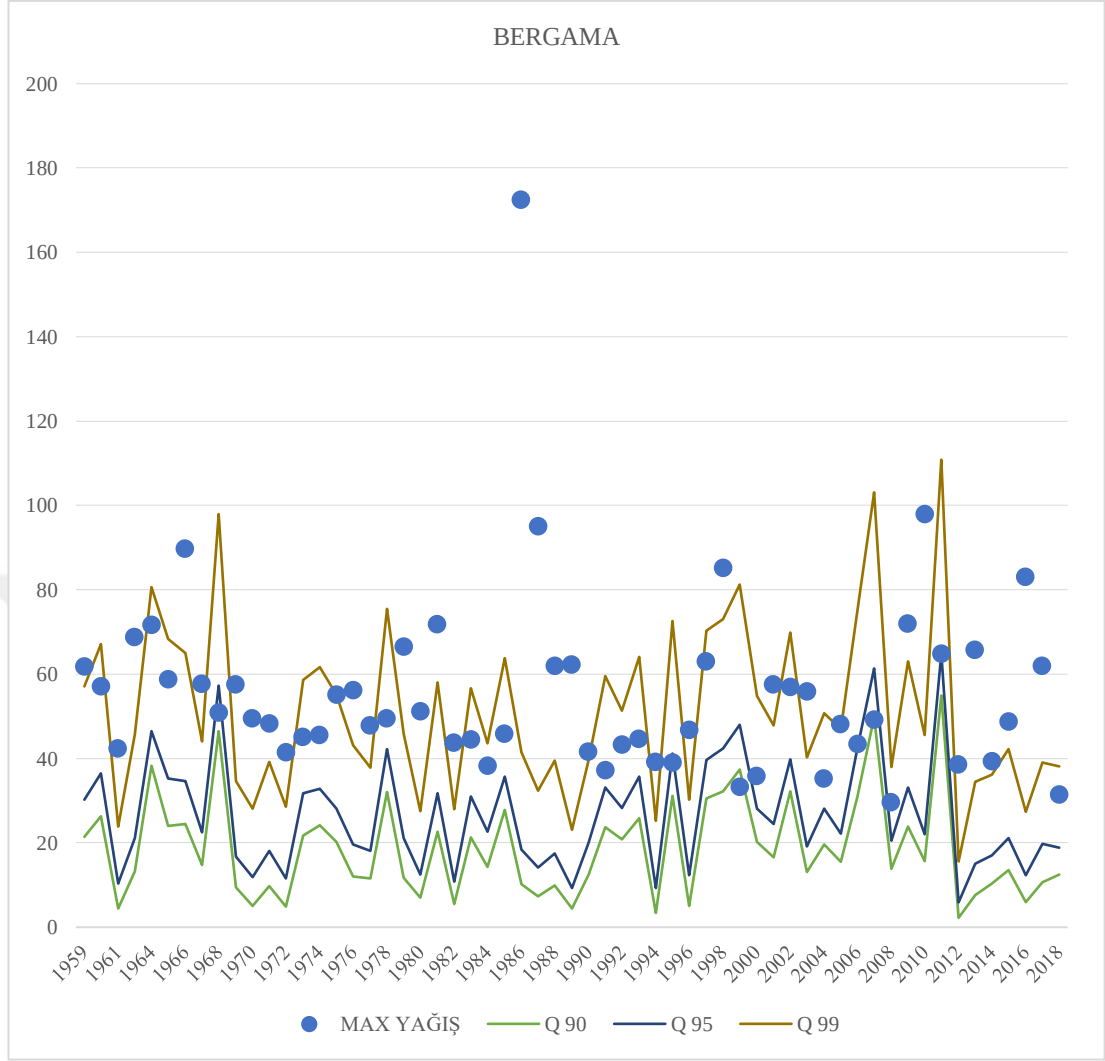
Tablo 6.10 Urla (2012-2018) istasyonunda Q_{50} - Q_{90} - Q_{95} - Q_{99} değeri kuantillere ait büyük atmosferik parametrelerin katsayıları

URLA	Q_{50}	Q_{90}	Q_{95}	Q_{99}
Air200 °C	$-9,01e^{-17}$	0,0293	0,0412	-0,1439
Air500 °C	$2,95e^{-15}$	-0,0432	-0,1564	0,0022
Air850 °C	$3,54e^{-15}$	-0,0276	-0,0750	-0,1302
Airsurf °C	$-2,26e^{-15}$	0,0041	0,0838	1,2033
Hgt200(m)	$6,48e^{-16}$	-0,0250	-0,0014	-0,3416
Hgt500(m)	$-6,18e^{-15}$	-0,0407	-0,1484	-1,0723
Hgt850(m)	$2,24e^{-15}$	-0,0348	-0,0782	-0,1222
Rhum200(%)	$-7,16e^{-17}$	-0,0444	-0,1296	-0,2719
Rhum500(%)	$-4,39e^{-17}$	0,0397	0,1387	0,1460
Rhum850(%)	$1,75e^{-16}$	0,0301	0,0850	0,0475
Rhumsurf(%)	$-4,95e^{-16}$	0,0159	0,0680	0,8171
Prate	$8,00e^{-2}$	1,1760	1,3616	1,9431
Sabit	$-2,29e^{-1}$	0,5021	1,0594	3,1373



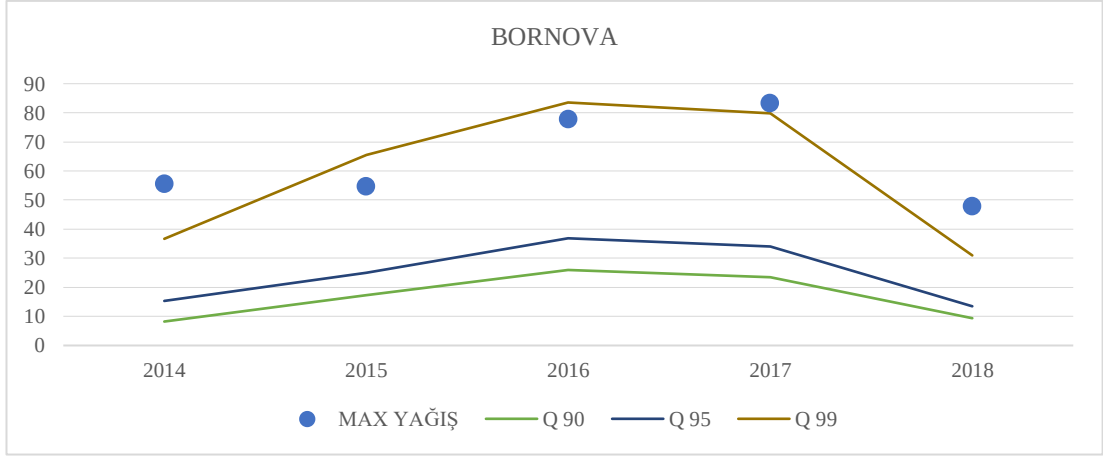
Şekil 6.1 İzmir Bölge İstasyonuna ait 1948-2018 yılları arasında ölçülen yıllık maksimum yağış değerleri ve o yağış değerlerinin ölçüldüğü güne ait atmosferik parametrelerden elde edilen Q_{90} , Q_{95} , Q_{99} kuantil regresyon tahminleri

Şekil 6.1’de sunulan grafikte İzmir Bölge istasyonu 1948-2018 yılları arası yıllık maksimum yağış değerleri mavi nokta ile gösterilmiştir. Maksimum yağışın gözlemlendiği güne ait Q_{90} , Q_{95} ve Q_{99} değerli kuantil regresyon tahminleri ise renkli çizgiler ile belirtilmiştir. Burada grafik incelendiğinde Q_{99} kuantilli yağışların, yıllık maksimum yağış değerlerine yakın olduğu 1970-2000 yılları arasında istasyon bazlı yıllık maksimum yağışların kuantil tahmin değerlerinden daha büyük olduğu yani çok şiddetli yağışların görüldüğü belirlenmiştir.



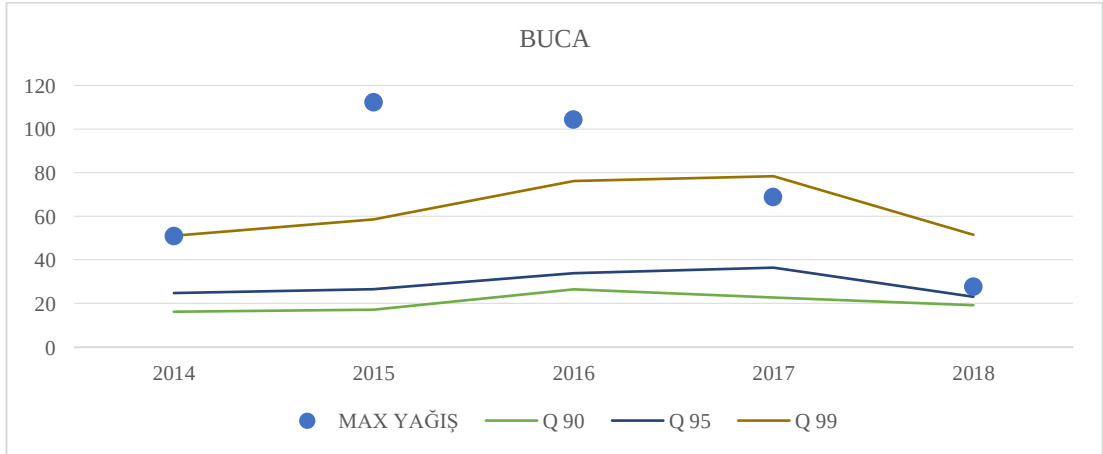
Şekil 6.2 Bergama İstasyonuna ait 1959-2018 yılları arasında ölçülen yıllık maksimum yağış değerleri ve o yağış değerlerinin ölçüldüğü güne ait atmosferik parametrelerden elde edilen Q₉₀, Q₉₅, Q₉₉ kuantil regresyon tahminleri

Şekil 6.2’de sunulan Bergama istasyonu 1959-2018 yılları arası yıllık maksimum yağış değerleri mavi nokta ile ve Q₉₀, Q₉₅, Q₉₉ kuantil regresyon tahminleri ise renkli çizgiler ile temsil edilmiştir. Burada grafik incelendiğinde istasyon bazlı yıllık maksimum yağışların çoğunlukla Q₉₉ değerli kuantil tahmin değerlerinin altında kaldığı belirlenmiş fakat 2012 yılından sonraki yağışların kuantil tahmin değerlerinden daha büyük olduğu ve şiddetli yağışların görüldüğü bulunmuştur



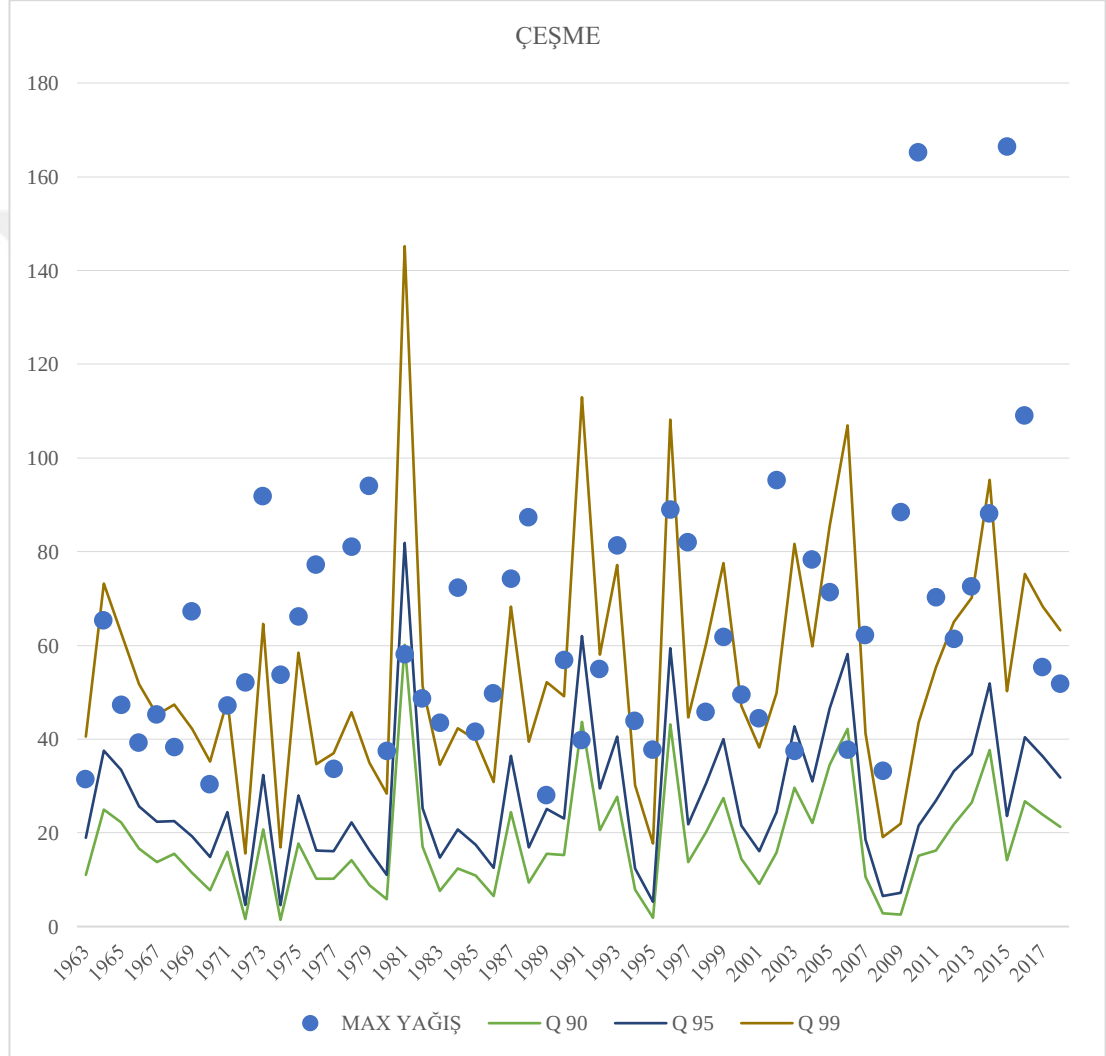
Şekil 6.3 Bornova İstasyonuna ait 2014-2018 yılları arasında ölçülen yıllık maksimum yağış değerleri ve o yağış değerlerinin ölçüldüğü güne ait atmosferik parametrelerden elde edilen Q₉₀, Q₉₅, Q₉₉ kuantil regresyon tahminleri

Bornova İstasyonuna (Şekil 6.3) ait 2014-2018 yılları arasında ölçülen yıllık maksimum yağış değerleri mavi nokta ile ve o yağış değerlerinin ölçüldüğü güne ait atmosferik parametrelerden elde edilen Q₉₀, Q₉₅, Q₉₉ kuantil regresyon tahminleri ise renkli çizgiler ile gösterilmiştir. Kısa gözlem aralığına sahip bu istasyonda yıllık maksimum yağışlar Q₉₉ değerli kuantil tahmin değerine yakın olduğu belirlenmiştir.



Şekil 6.4 Buca İstasyonuna ait 2014-2018 yılları arasında ölçülen yıllık maksimum yağış değerleri ve o yağış değerlerinin ölçüldüğü güne ait atmosferik parametrelerden elde edilen Q₉₀, Q₉₅, Q₉₉ kuantil regresyon tahminleri

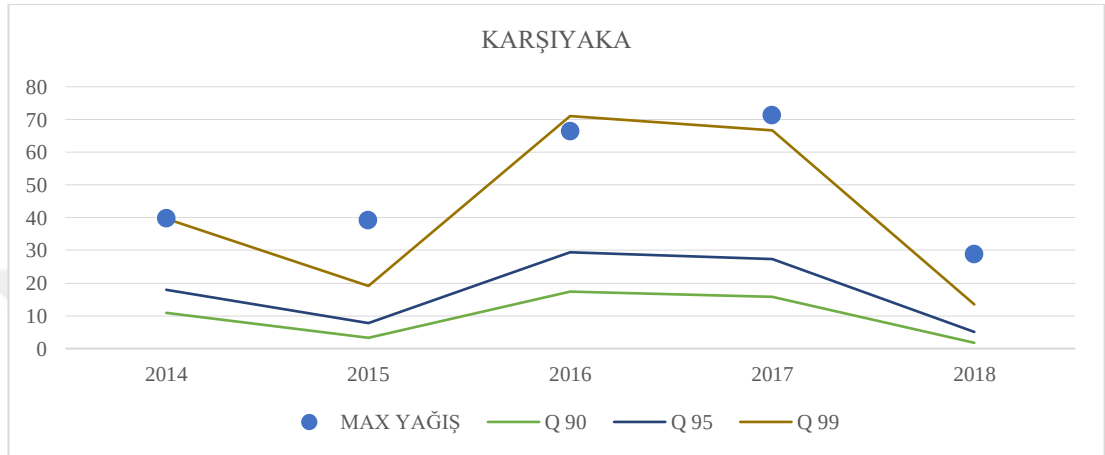
Buca İstasyonuna (Şekil 6.4) ait 2014-2018 yılları arasında ölçülen yıllık maksimum yağış değerleri mavi nokta ile ve o yağış değerlerinin ölçüldüğü güne ait atmosferik parametrelerden elde edilen Q_{90} , Q_{95} , Q_{99} kuantil regresyon tahminleri ise renkli çizgiler ile gösterilmiştir. Kısa gözlem aralığına sahip bu istasyonda yıllık maksimum yağışların bazen Q_{99} değerli kuantil tahmin değerinin altında kalırken bazen üstünde yağış değerine sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 6.5 Çeşme İstasyonuna ait 1963-2018 yılları arasında ölçülen yıllık maksimum yağış değerleri ve o yağış değerlerinin ölçüldüğü güne ait atmosferik parametrelerden elde edilen Q_{90} , Q_{95} , Q_{99} kuantil regresyon tahminleri

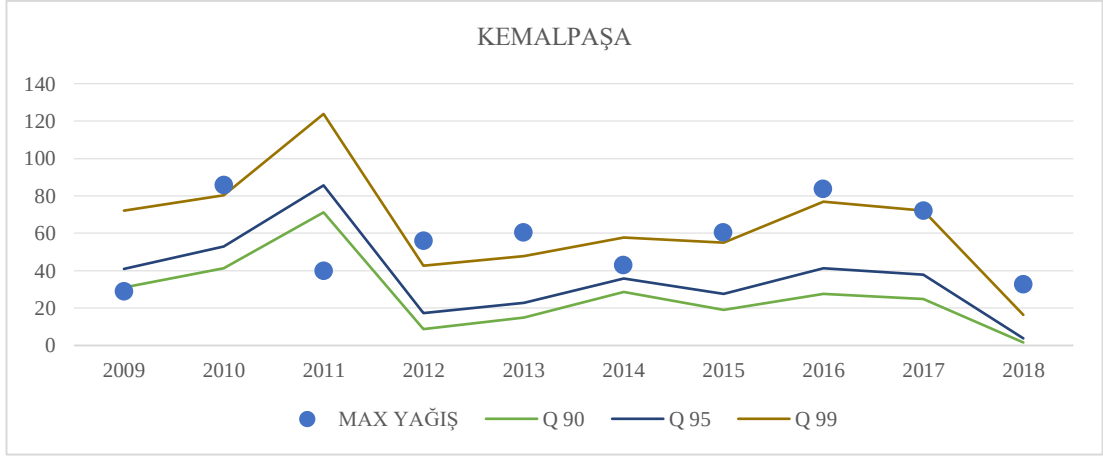
Çeşme İstasyonuna (Şekil 6.5) ait 1963-2018 yılları arasında ölçülen yıllık maksimum yağış değerleri mavi nokta ile ve o yağış değerlerinin ölçüldüğü güne ait

atmosferik parametrelerden elde edilen Q_{90} , Q_{95} , Q_{99} kuantil regresyon tahminleri ise renkli çizgiler ile temsil edilmiştir. Burada grafik incelendiğinde (Şekil 6.5) istasyon bazlı yıllık maksimum yağışların genel olarak Q_{95} ve Q_{99} kuantil değerlerine yakın olduğu belirlenmiştir. Ayrıca 2010 ve 2015 yıllarında ekstrem yağış gözlemlendiği belirlenmiştir.



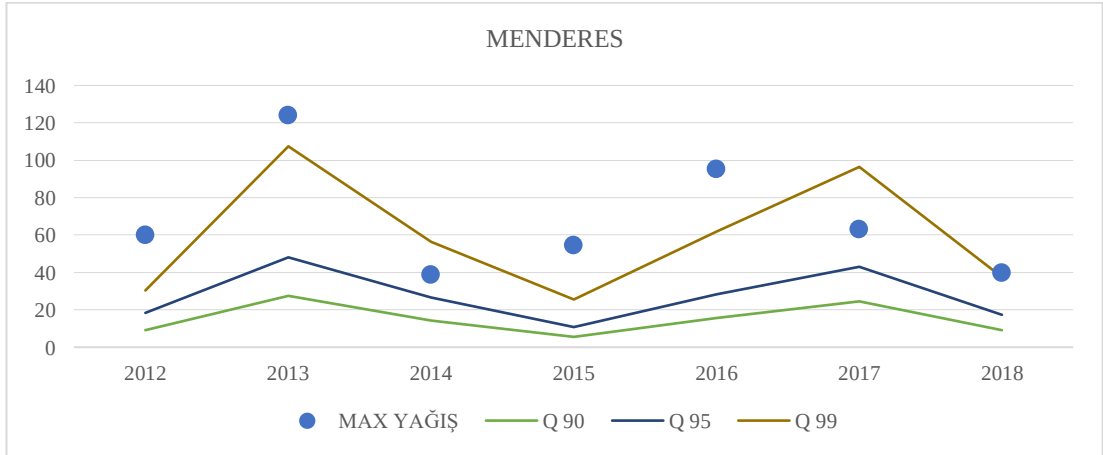
Şekil 6.6 Karşıyaka İstasyonuna ait 2014-2018 yılları arasında ölçülen yıllık maksimum yağış değerleri ve o yağış değerlerinin ölçüldüğü güne ait atmosferik parametrelerden elde edilen Q_{90} , Q_{95} , Q_{99} kuantil regresyon tahminleri

Karşıyaka İstasyonuna (Şekil 6.6) ait 2014-2018 yılları arasında ölçülen yıllık maksimum yağış değerleri mavi nokta ile ve o yağış değerlerinin ölçüldüğü güne ait atmosferik parametrelerden elde edilen Q_{90} , Q_{95} , Q_{99} kuantil regresyon tahminleri ise renkli çizgiler ile gösterilmiştir. Kısa gözlem aralığına sahip bu istasyonda yıllık maksimum yağışlar Q_{99} değerli kuantil tahmin değerine yakın olduğu belirlenmiştir.



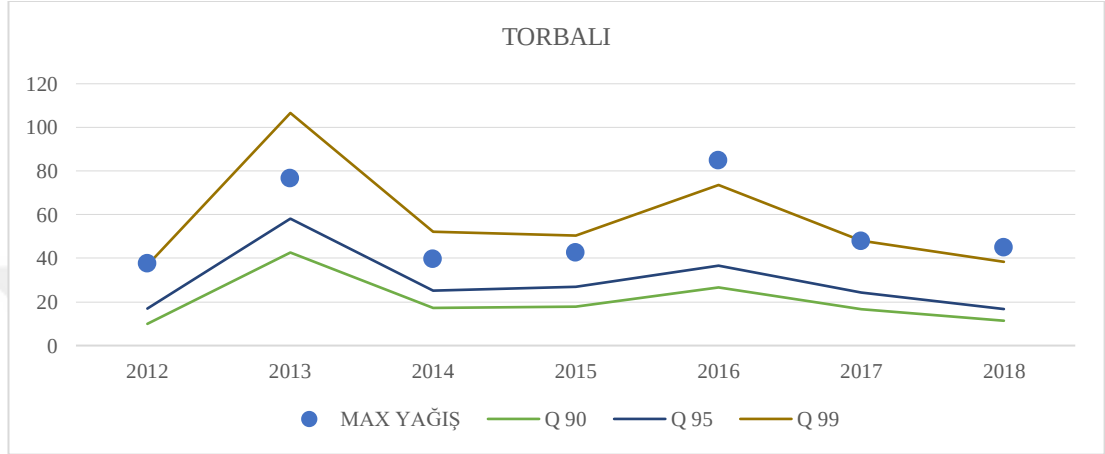
Şekil 6.7 Kemalpaşa İstasyonuna ait 2009-2018 yılları arasında ölçülen yıllık maksimum yağış değerleri ve o yağış değerlerinin ölçüldüğü güne ait atmosferik parametrelerden elde edilen Q₉₀, Q₉₅, Q₉₉ kuantil regresyon tahminleri

Kemalpaşa İstasyonuna ait 2009-2018 yılları arasında ölçülen yıllık maksimum yağış değerleri mavi nokta ile ve o yağış değerlerinin ölçüldüğü güne ait atmosferik parametrelerden elde edilen Q₉₀, Q₉₅, Q₉₉ kuantil regresyon tahminleri ise renkli çizgiler ile gösterilmiştir. Sunulan bu grafik incelendiğinde (Şekil 6.7) istasyonda yıllık maksimum yağışların Q₉₉ değerli kuantil tahmin değerine yakın olduğu belirlenmiştir.



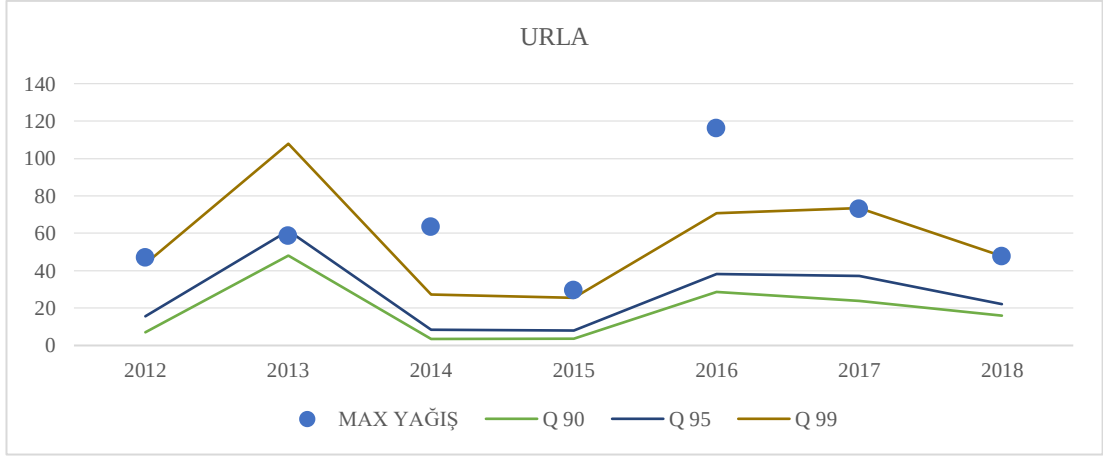
Şekil 6.8 Menderes İstasyonuna ait 2012-2018 yılları arasında ölçülen yıllık maksimum yağış değerleri ve o yağış değerlerinin ölçüldüğü güne ait atmosferik parametrelerden elde edilen Q₉₀, Q₉₅, Q₉₉ kuantil regresyon tahminleri

Menderes İstasyonuna (Şekil 6.8) ait 2012-2018 yılları arasında ölçülen yıllık maksimum yağış değerleri mavi nokta ile ve o yağış değerlerinin ölçüldüğü güne ait atmosferik parametrelerden elde edilen Q_{90} , Q_{95} , Q_{99} kuantil regresyon tahminleri ise renkli çizgiler ile gösterilmiştir. Kısa gözlem aralığına sahip bu istasyonda yıllık maksimum yağışların Q_{99} değerli kuantil tahmin değerine yakın olduğu belirlenmiştir.



Şekil 6.9 Torbalı İstasyonuna ait 2012-2018 yılları arasında ölçülen yıllık maksimum yağış değerleri ve o yağış değerlerinin ölçüldüğü güne ait atmosferik parametrelerden elde edilen Q_{90} , Q_{95} , Q_{99} kuantil regresyon tahminleri

Torbalı İstasyonuna (Şekil 6.9) ait 2012-2018 yılları arasında ölçülen yıllık maksimum yağış değerleri mavi nokta ile ve o yağış değerlerinin ölçüldüğü güne ait atmosferik parametrelerden elde edilen Q_{90} , Q_{95} , Q_{99} kuantil regresyon tahminleri ise renkli çizgiler ile gösterilmiştir. Kısa gözlem aralığına sahip bu istasyonda yıllık maksimum yağışların Q_{99} değerli kuantil tahmin değerine yakın olduğu belirlenmiştir.



Şekil 6.10 Urla İstasyonuna ait 2012-2018 yılları arasında ölçülen yıllık maksimum yağış değerleri ve o yağış değerlerinin ölçüldüğü güne ait atmosferik parametrelerden elde edilen Q90, Q95, Q99 kuantil regresyon tahminleri

Urla İstasyonuna (Şekil 6.10) ait 2012-2018 yılları arasında ölçülen yıllık maksimum yağış değerleri mavi nokta ile ve o yağış değerlerinin ölçüldüğü güne ait atmosferik parametrelerden elde edilen Q90, Q95, Q99 kuantil regresyon tahminleri ise renkli çizgiler ile gösterilmiştir. Kısa gözlem aralığına sahip bu istasyonda yıllık maksimum yağışlar Q99 değerli kuantil tahmin değerine yakın olduğu belirlenmiştir.

6.2 İstasyonların Gözlem Süresi Aralığındaki Günlük NCEP/NCAR

Parametrelerine Ait Eğilimler

Daha önceki bölümlerde detaylıca anlatılan Mann-Kendall eğilim testi, çalışmada verileri değerlendirilen NCEP/NCAR Yeniden Analiz verilerine uygulanarak eğilimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Tablo 6.11 1948-2018 yılları arasına ait günlük NCEP/NCAR Yeniden Analiz verilerine ait eğilimler

Basınç Yüksekliği (mbar)	Air200 °C	Air500 °C	Air850 °C	Airsurf °C	Hgt200(m)	Hgt500(m)	Hgt850(m)	Rhum200(%)	Rhum500(%)	Rhum850(%)	Rhumsurf(%)	Prate Data
Trend Değişimleri	Artan	Artan	Artan	Artan	Artan	Artan	Artan	Azalan	Azalan	Azalan	Azalan	Azalan

Tablo 6.11'e göre hava sıcaklığını temsil eden air parametresi yer seviyesinde ve atmosferin 200 mbar, 500 mbar ve 850 mbar katmanlarında artma eğilimdedir. Sıcaklık artışına paralel olarak, eş basınç yükseklikleri de beklendiği gibi artış eğilimi göstermektedir. Bununla birlikte, bölgedeki nem değerleri yüzeyde ve atmosferin 200 mbar, 500 mbar ve 850 mbar katmanlarında azalma eğilimi göstermektedirler. Azalan nem değerlerine paralel olarak, bölgedeki günlük yağış değerlerinde de azalma eğilimi görülmesi beklenen bir sonuç olmaktadır. İstasyonların gözlem süresi aralığındaki NCEP/NCAR parametrelerinin eğilimleri aşağıda tabloda verilmektedir. Gözlem süresi farklı olduğu için NCEP/NCAR parametrelerinde de farklı eğilimler bulunmuştur.

Tablo 6.12 İstasyonların gözlem süresi aralığındaki atmosferik sıcaklık (air) parametrelerinin eğilimleri

İstasyon Adı	Air200 C°	Air500 C°	Air850 C°	Airsurf C°
İzmir Bölge (1948-2018)	Artan	Artan	Artan	Artan
Bergama (1959-2018)	Artan	Artan	Artan	Artan
Bornova (2014-2018)	Trend Yok	Artan	Artan	Artan
Buca (2014-2018)	Trend Yok	Artan	Artan	Artan
Çeşme (1963-2018)	Artan	Artan	Artan	Artan
Karşıyaka (2014-2018)	Trend Yok	Artan	Artan	Artan
Kemalpaşa (2009-2018)	Trend Yok	Artan	Artan	Artan
Menderes (2012-2018)	Trend Yok	Artan	Artan	Artan
Torbalı (2012-2018)	Trend Yok	Artan	Artan	Artan
Urla (2012-2018)	Trend Yok	Artan	Artan	Artan

Tablo 6.12 incelendiğinde atmosferin 200mbar seviyesindeki hava sıcaklığının uzun gözlem aralığına sahip İzmir Bölge, Bergama ve Çeşme istasyonlarında artan eğilimde olduğu belirlenmiş diğer istasyonlarda ise gözlem aralığı daha kısa olduğu için bir eğilim bulunamamıştır. Atmosferin 500mbar ve 850mbar seviyelerindeki hava

sıcaklığında ve yüzeydeki hava sıcaklığı değerlerinde tüm istasyonlarda artan eğilim bulunmuştur.

Tablo 6.13 İstasyonların gözlem süresi aralığındaki geopotansiyel yükseklik (hgt) parametresine ait eğilimler

İstasyon Adı	Hgt200(m)	Hgt500(m)	Hgt850(m)
İzmir Bölge (1948-2018)	Artan	Artan	Artan
Bergama (1959-2018)	Artan	Artan	Artan
Bornova (2014-2018)	Artan	Artan	Trend Yok
Buca (2014-2018)	Artan	Artan	Trend Yok
Çeşme (1963-2018)	Artan	Artan	Artan
Karşıyaka (2014-2018)	Artan	Artan	Trend Yok
Kemalpaşa (2009-2018)	Artan	Artan	Artan
Menderes (2012-2018)	Artan	Artan	Artan
Torbalı (2012-2018)	Artan	Artan	Artan
Urla (2012-2018)	Artan	Artan	Artan

Tablo 6.13 incelendiğinde geopotansiyel yüksekliği temsil eden hgt parametresine ait eğilim sonuçları incelendiğinde 200mbar ve 500mbar seviyesinde tüm istasyonlarda artan eğilim bulunmuştur. 850 mbar seviyesindeki eğilim sonuçları incelendiğinde İzmir Bölge, Bergama, Çeşme, Kemalpaşa, Menderes, Torbalı ve Urla istasyonlarında artan eğilim bulunmuş Bornova, Buca ve Karşıyaka istasyonlarında ise eğilim bulunamamıştır.

Tablo 6.14 İstasyonların gözlem süresi aralığındaki bağıl nem (rhum) ve atmosferdeki yağış oranı (prate) parametrelerinin eğilimleri

İstasyon Adı	Rhum200(%)	Rhum500(%)	Rhum850(%)	Rhumsurf(%)	Prate Data
İzmir Bölge (1948-2018)	Azalan	Azalan	Azalan	Azalan	Azalan
Bergama (1959-2018)	Azalan	Azalan	Azalan	Azalan	Azalan
Bornova (2014-2018)	Trend Yok	Trend Yok	Azalan	Azalan	Artan
Buca (2014-2018)	Trend Yok	Trend Yok	Azalan	Azalan	Artan
Çeşme (1963-2018)	Azalan	Azalan	Azalan	Azalan	Azalan
Karşıyaka (2014-2018)	Trend Yok	Trend Yok	Azalan	Azalan	Artan
Kemalpaşa (2009-2018)	Azalan	Azalan	Azalan	Azalan	Azalan
Menderes (2012-2018)	Trend Yok	Trend Yok	Azalan	Azalan	Trend Yok
Torbalı (2012-2018)	Trend Yok	Trend Yok	Azalan	Azalan	Trend Yok
Urla (2012-2018)	Trend Yok	Trend Yok	Azalan	Azalan	Trend Yok

Tablo 6.14’de sunulan atmosferdeki bağıl nemi temsil eden rhum parametresine ait eğilim sonuçları incelendiğinde 200mbar ve 500mbar seviyesinde İzmir Bölge, Bergama, Çeşme ve Kemalpaşa istasyonlarında azalan eğilim bulunmuş daha kısa gözlem aralığına sahip diğer istasyonlarda ise eğilim bulunamamıştır. Atmosferin 850mbar (rhum850) seviyesindeki ve yüzeydeki bağıl nem (rhumsurface) değerlerine ait eğilim sonuçları incelendiğinde bütün istasyonlarda azalan eğilim olduğu bulunmuştur.

Atmosferdeki yağış oranını temsil eden prate parametresinde ise İzmir Bölge, Bergama, Çeşme ve Kemalpaşa istasyonlarında azalan eğilim bulunmuştur. Bornova, Buca ve Karşıyaka istasyonlarında ise artan eğilim bulunmuştur. Menderes, Torbalı ve Urla istasyonlarında ise herhangi bir eğilim bulunamamıştır.

Tablo 6.11, 6.12, 6.13 ve 6.14’e ait sonuçlar incelendiğinde atmosferik parametrelerin 1948-2018 dönemi içerisinde farklı eğilim davranışları gösterdiği

ortaya çıkmaktadır. Analiz dönem aralığı birbirine yakın olan istasyonlarda benzer eğilimler olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, dönem farklılaşmalarını ortaya koyabilmek ve dönüm noktalarını bulmak için Sıralı Mann-Kendall eğilim analizleri gerçekleştirilmiştir.

6.3 İstasyon Günlük Toplam Yağış ve NCEP-NCAR Parametreleri Mann-Kendall Testi

İzmir Bölge, Bergama, Bornova, Buca, Çeşme, Karşıyaka, Kemalpaşa, Menderes, Torbalı ve Urla istasyonlarının günlük toplam yağış değerlerine ve aynı döneme ait NCEP/NCAR Yeniden Analiz verilerine Mann-Kendall testi uygulanmış ve bu analiz sonucunda bulunan eğilimler incelenmiştir.

1948-2018 yılları arası İzmir Bölge istasyonuna ait günlük toplam yağış ve günlük NCEP parametrelerinin istatistik özellikleri ve Mann-Kendall Trend testinin Kendall's tau ve p-value değerleri Tablo 6.15'de verilmiş ve trendin sonucu belirtilmiştir. En uzun veri aralığına sahip olan İzmir Bölge istasyonunda istasyon günlük yağışlara uygulanan Mann-Kendall trend analizi sonuçları incelendiğinde p-value değerinin 0,05 değerinden küçük olduğu görülmektedir. Bu durumda günlük yağışlara ait serinin bir eğilime sahip olduğu belirlenmiştir. Eğilimin yönünü belirlemek için ise Kendall's tau istatistik değerine bakılarak eksi değere sahip olduğu için azalan bir eğilime sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

1948-2018 yılları günlük NCEP parametrelerinin sonuçları incelendiğinde atmosferin 200, 500, 850 mbar ve yeryüzü seviyesinde (airsurface) sıcaklık değerlerinin artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Aynı zamanda geopotansiyel yüksekliklerinde sıcaklıkla paralel olarak artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Fakat bağıl nem parametresi incelendiğinde atmosferin 200, 500, 850 mbar ve yeryüzü seviyesinde azalan eğilimde olduğu belirlenmiştir. Azalan nem değerleri ile ilişkili olarak atmosferdeki alansal yağış ortalamasını temsil eden prate parametresinde azalan eğilimde olduğu bulunmuştur.

Tablo 6.15 1948-2018 yılları arası İzmir Bölge istasyonuna ait günlük toplam yağış ve günlük NCEP parametrelerinin istatistik özellikleri ve Mann-Kendall Trend testinin sonucu

1948-2018 İZMİR BÖLGE İSTASYON GÖZLENMİŞ YAĞIŞ ve GÜNLÜK NCEP PARAMETRELERİ								
İSTATİSTİK ÖZELLİKLER						MANN -KENDALL TREND TEST		TREND SONUÇ
Değişken	Gözlem Sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. Sapma	Kendall's tau	p-value (Two- tailed)	
İST. YAĞIŞ	25908	0,00	145,30	1,88	6,82	-0,01	0,02	AZALAN
AIR200 C°	25908	-69,220	-40,470	-54,331	5,255	0,019	< 0.0001	ARTAN
AIR500 C°	25908	-38,920	-1,525	-16,452	6,181	0,040	< 0.0001	ARTAN
AIR850 C°	25908	-13,370	28,570	9,896	7,370	0,035	< 0.0001	ARTAN
AIRSURF C°	25908	-3,790	34,750	16,934	6,937	0,030	< 0.0001	ARTAN
HGT200(m)	25908	11291,000	12602,000	11974,194	261,062	0,043	< 0.0001	ARTAN
HGT500(m)	25908	5195,000	5947,000	5686,253	122,437	0,063	< 0.0001	ARTAN
HGT850(m)	25908	1226,000	1625,000	1486,835	42,342	0,094	< 0.0001	ARTAN
RHUM200(%)	25908	0,000	99,750	37,844	23,001	-0,126	< 0.0001	AZALAN
RHUM500(%)	25908	0,000	100,010	33,064	20,432	-0,097	< 0.0001	AZALAN
RHUM850(%)	25908	0,500	99,750	51,990	18,786	-0,044	< 0.0001	AZALAN
RHUMSURF(%)	25908	16,750	99,510	68,980	17,791	-0,034	< 0.0001	AZALAN
PRATE	25908	0,000	40,072	1,369	3,255	-0,128	< 0.0001	AZALAN

Tablo 6. 16 1959-2018 yılları arası Bergama istasyonuna ait günlük toplam yağış ve günlük NCEP parametrelerinin istatistik özellikleri ve Mann-Kendall Trend testinin sonucu

1959-2018 BERGAMA İSTASYON GÖZLENMİŞ YAĞIŞ ve GÜNLÜK NCEP PARAMETRELERİ								
İSTATİSTİK ÖZELLİKLER						MANN -KENDALL TREND TEST		TREND SONUÇ
Değişken	Gözlem Sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. Sapma	Kendall's tau	p-value (Two- tailed)	
İST. YAĞIŞ	21450	0,00	172,50	1,83	6,37	0,00	0,55	TRENDYOK
AIR200 C°	21450	-67,870	-40,470	-54,340	5,258	0,027	< 0.0001	ARTAN
AIR500 C°	21450	-38,920	-1,525	-16,404	6,138	0,041	< 0.0001	ARTAN
AIR850 C°	21450	-13,370	28,570	9,889	7,326	0,045	< 0.0001	ARTAN
AIRSURF C°	21450	-3,790	34,750	16,897	6,919	0,044	< 0.0001	ARTAN
HGT200(m)	21450	11291,000	12602,000	11974,753	259,362	0,052	< 0.0001	ARTAN
HGT500(m)	21450	5195,000	5947,000	5687,710	122,058	0,070	< 0.0001	ARTAN
HGT850(m)	21450	1226,000	1625,000	1487,563	42,461	0,109	< 0.0001	ARTAN
RHUM200(%)	21450	0,000	99,260	36,613	22,213	-0,112	< 0.0001	AZALAN
RHUM500(%)	21450	0,000	100,010	31,904	19,596	-0,067	< 0.0001	AZALAN
RHUM850(%)	21450	1,000	99,750	51,692	18,698	-0,037	< 0.0001	AZALAN
RHUMSURF(%)	21450	16,750	99,000	69,025	17,398	-0,039	< 0.0001	AZALAN
PRATE	21450	0,000	40,072	1,325	3,197	-0,137	< 0.0001	AZALAN

Tablo 6.16’ da 1959-2018 yılları arası Bergama istasyonuna ait günlük toplam yağış ve NCEP parametrelerinin gözlem sayısı, minimum ve maksimum değerleri, ortalama ve standart sapma değerleri ile Mann-Kendall eğilim analizlerinin sonuçları verilmiştir. İstasyon yağışına ait sonuçlar incelendiğinde p-value değeri 0.05 değerinden büyük olduğu için seride eğilim bulunmadığı belirlenmiştir.

1959-2018 yılları arası günlük NCEP parametrelerinin sonuçları incelendiğinde atmosferin 200, 500, 850 mbar ve yeryüzü seviyesinde (airsurface) sıcaklık değerlerinin artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Aynı zamanda geopotansiyel yüksekliklerinde atmosferin bütün katmanlarında sıcaklıkla paralel olarak artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Fakat bağıl nem parametresi incelendiğinde atmosferin 200, 500, 850 mbar ve yeryüzü seviyesinde azalan eğilimde olduğu belirlenmiştir. Azalan nem değerleri ile ilişkili olarak atmosferdeki alansal yağış ortalamasını temsil eden prate parametresinde azalan eğilimde olduğu bulunmuştur.

Tablo 6.17 2013-2018 yılları arası Bornova istasyonuna ait günlük toplam yağış ve günlük NCEP parametrelerinin istatistik özellikleri ve Mann-Kendall Trend testinin sonucu

2013-2018 BORNOVA İSTASYON GÖZLENMİŞ YAĞIŞ VE GÜNLÜK NCEP PARAMETRELERİ								
İSTATİSTİK ÖZELLİKLER						MANN -KENDALL TREND TEST		TREND SONUÇ
Değişken	Gözlem Sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. Sapma	Kendall's tau	p-value (Two- tailed)	
İST. YAĞIŞ	1841	0,00	83,40	1,79	6,25	0,01	0,49	TREND YOK
AIR200 C°	1841	-65,525	-40,775	-53,882	5,510	0,000	0,987	TREND YOK
AIR500 C°	1841	-35,825	-1,525	-15,528	6,040	0,075	< 0.0001	ARTAN
AIR850 C°	1841	-11,375	28,100	10,941	7,271	0,079	< 0.0001	ARTAN
AIRSURF C°	1841	-2,375	33,725	17,826	6,936	0,079	< 0.0001	ARTAN
HGT200(m)	1841	11385,750	12586,000	12016,171	252,212	0,066	< 0.0001	ARTAN
HGT500(m)	1841	5280,750	5947,000	5709,795	116,341	0,063	< 0.0001	ARTAN
HGT850(m)	1841	1283,250	1625,000	1496,643	40,809	0,004	0,805	TREND YOK
RHUM200(%)	1841	0,000	91,250	33,359	20,586	0,000	0,985	TREND YOK
RHUM500(%)	1841	0,000	95,000	31,295	20,558	-0,025	0,108	TREND YOK
RHUM850(%)	1841	1,250	97,000	50,274	18,661	-0,065	< 0.0001	AZALAN
RHUMSURF(%)	1841	21,000	99,000	69,162	16,966	-0,084	< 0.0001	AZALAN
PRATE	1841	0,000	32,616	1,598	3,740	0,090	< 0.0001	ARTAN

Tablo 6.17’de 2013-2018 yılları arası Bornova istasyonuna ait günlük toplam yağış ve NCEP parametrelerinin istatistik özellikleri ve Mann-Kendall eğilim analizlerinin sonuçları verilmiştir. İstasyon yağışına ait sonuçlar incelendiğinde p-value değeri 0.05 değerinden büyük olduğu için seride eğilim bulunmadığı belirlenmiştir.

NCEP parametrelerine ait sonuçlar incelendiğinde 200mbar seviyesindeki sıcaklık değerlerinde (air200) bir eğilim bulunmadığı fakat atmosferin 500, 850 mbar ve yeryüzü seviyesindeki sıcaklık değerlerinin p-value değeri 0,05 değerinden küçük olduğu için eğilime sahip olduğu ve Kendall’s tau değeri pozitif olduğu için artan eğilim olduğu belirlenmiştir. Atmosferin 200 ve 500 mbar seviyesindeki geopotansiyel yüksekliklerin artan eğilimde olduğu ancak 850 mbar seviyesinde bir eğilim olmadığı bulunmuştur. Ayrıca bağıl nem parametresine ait sonuçlar incelendiğinde 200 ve 500 mbar seviyesinde bir eğilim olmadığı fakat 850 mbar ve yeryüzü seviyesindeki nem değerlerinde azalan eğilim olduğu belirlenmiştir. Alansal yağış ortalamasını temsil eden prate parametresinde ise artan eğilim belirlenmiştir.

Tablo 6.18 2014-2018 yılları arası Buca istasyonuna ait günlük toplam yağış ve günlük NCEP parametrelerinin istatistik özellikleri ve Mann-Kendall Trend testinin sonucu

2014-2018 BUCA İSTASYON GÖZLENMİŞ YAĞIŞ ve GÜNLÜK NCEP PARAMETRELERİ								
İSTATİSTİK ÖZELLİKLER						MANN -KENDALL TREND TEST		TREND SONUÇ
Değişken	Gözlem Sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. Sapma	Kendall's tau	p-value (Two-tailed)	
İST YAĞIŞ	1841	0,00	112,40	1,72	6,69	0,02	0,29	TREND YOK
AIR200 C°	1841	-65,525	-40,775	-53,892	5,511	0,000	0,990	TREND YOK
AIR500 C°	1841	-35,825	-1,525	-15,551	6,050	0,077	< 0.0001	ARTAN
AIR850 C°	1841	-11,375	28,100	10,910	7,296	0,082	< 0.0001	ARTAN
AIRSURF C°	1841	-2,375	33,725	17,792	6,958	0,082	< 0.0001	ARTAN
HGT200(m)	1841	11385,750	12586,000	12015,254	252,551	0,068	< 0.0001	ARTAN
HGT500(m)	1841	5280,750	5947,000	5709,385	116,651	0,064	< 0.0001	ARTAN
HGT850(m)	1841	1283,250	1625,000	1496,597	40,909	0,004	0,817	TREND YOK
RHUM200(%)	1841	0,000	91,250	33,269	20,533	0,008	0,591	TREND YOK
RHUM500(%)	1841	0,000	95,000	31,270	20,545	-0,020	0,194	TREND YOK
RHUM850(%)	1841	1,250	97,000	50,268	18,690	-0,065	< 0.0001	AZALAN
RHUMSURF(%)	1841	21,000	99,000	69,168	16,968	-0,081	< 0.0001	AZALAN
PRATE	1841	0,000	32,616	1,590	3,734	0,094	< 0.0001	ARTAN

Tablo 6.18’de 2014-2018 yılları arası Buca istasyonuna ait günlük toplam yağış ve NCEP parametrelerinin gözlem sayısı, minimum ve maksimum değerleri, ortalama ve standart sapma değerleri ile Mann-Kendall eğilim testine ait Kendall’s tau ve p-value değerleri ile birlikte test sonuçları verilmiştir. İstasyon yağışına ait sonuçlar incelendiğinde p-value değeri incelendiğinde 0.05 değerinden büyük olduğu için seride eğilim bulunmadığı belirlenmiştir.

2014-2018 yılları arası günlük NCEP parametrelerinin sonuçları incelendiğinde atmosferin 200 mbar seviyesindeki sıcaklık değerlerinde eğilim bulunmadığı fakat 500, 850 mbar ve yeryüzü seviyesindeki sıcaklık değerlerinde artan eğilim olduğu bulunmuştur. Geopotansiyel yüksekliği temsil eden hgt parametresine ait sonuçlar incelendiğinde atmosferin 200 ve 500 mbar seviyesinde artan eğilim varken 850 mbar seviyesinde herhangi bir eğilim bulunmadığı belirlenmiştir. Bağıl nemi temsil eden rhum parametresinde ise 200 ve 500 mbar seviyesinde eğilim bulunmazken, 850mbar ve yeryüzü seviyesindeki nem değerlerinde azalan eğilim olduğu belirlenmiştir. Atmosferdeki alansal ortalama yağışı temsil eden prate parametresinde ise artan eğilim olduğu bulunmuştur.

Tablo 6.19’da 1963-2018 yılları arası Çeşme istasyonuna ait günlük toplam yağış ve günlük NCEP parametrelerinin istatistik özellikleri ve Mann-Kendall Trend testinin Kendall’s tau ve p-value değerleri ile trendin sonucu belirtilmiştir. Uzun veri aralığına sahip istasyonlardan biri olan Çeşme istasyonunda günlük toplam yağışlara uygulanan Mann-Kendall trend analizi sonuçları incelendiğinde p-value değerinin 0,05 değerinden küçük olduğu görülmektedir. Bu durumda günlük yağışlara ait serinin bir eğilime sahip olduğu belirlenmiştir. Eğilimin yönünü belirlemek için ise Kendall’s tau istatistik değerine bakılarak eksi değere sahip olduğu için azalan bir eğilim olduğu sonucuna varılmıştır.

1963-2018 yılları arası günlük NCEP parametrelerinin sonuçları incelendiğinde atmosferin 200, 500, 850 mbar ve yeryüzü seviyesinde (airsurface) sıcaklık değerlerinin artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Aynı zamanda geopotansiyel yüksekliği temsil eden hgt parametresinde de atmosferin bütün katmanlarında sıcaklıkla paralel olarak artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Fakat bağıl nemi temsil eden rhum parametresi incelendiğinde atmosferin 200, 500, 850 mbar ve

yeryüzü seviyesinde azalan eğilimde olduğu belirlenmiştir. Azalan nem değerleri ile ilişkili olarak atmosferdeki alansal yağış ortalamasını temsil eden prate parametresinde azalan eğilimde olduğu bulunmuştur.

Tablo 6. 19 1963-2018 yılları arası Çeşme istasyonuna ait günlük toplam yağış ve günlük NCEP parametrelerinin istatistik özellikleri ve Mann-Kendall Trend testinin sonucu

1963-2018 ÇEŞME İSTASYON GÖZLENMİŞ YAĞIŞ ve GÜNLÜK NCEP PARAMETRELERİ								
İSTATİSTİK ÖZELLİKLER						MANN -KENDALL TREND TEST		TREND SONUÇ
Değişken	Gözlem Sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. Sapma	Kendall's tau	p-value (Two- tailed)	
İST. YAĞIŞ	20364	0,00	166,40	1,55	6,27	-0,01	0,04	AZALAN
AIR200 C°	20364	-67,870	-40,775	-54,327	5,267	0,032	< 0.0001	ARTAN
AIR500 C°	20364	-38,920	-1,525	-16,350	6,145	0,041	< 0.0001	ARTAN
AIR850 C°	20364	-13,370	28,570	9,965	7,351	0,043	< 0.0001	ARTAN
AIRSURF C°	20364	-3,790	34,750	16,976	6,947	0,042	< 0.0001	ARTAN
HGT200(m)	20364	11291,000	12602,000	11977,246	259,636	0,052	< 0.0001	ARTAN
HGT500(m)	20364	5195,000	5947,000	5689,450	122,322	0,065	< 0.0001	ARTAN
HGT850(m)	20364	1226,000	1625,000	1488,317	42,532	0,098	< 0.0001	ARTAN
RHUM200(%)	20364	0,000	98,760	36,156	21,960	-0,107	< 0.0001	AZALAN
RHUM500(%)	20364	0,000	95,510	31,579	19,418	-0,061	< 0.0001	AZALAN
RHUM850(%)	20364	1,000	99,750	51,495	18,729	-0,033	< 0.0001	AZALAN
RHUMSURF(%)	20364	16,750	99,000	68,721	17,355	-0,026	< 0.0001	AZALAN
PRATE	20364	0,000	40,072	1,305	3,184	-0,136	< 0.0001	AZALAN

Tablo 6.20’de 2014-2018 yılları arası Karşıyaka istasyonuna ait günlük toplam yağış ve NCEP parametrelerinin gözlem sayısı, minimum ve maksimum değerleri, ortalama ve standart sapma değerleri ile Mann-Kendall eğilim testine ait Kendall’s tau ve p-value değerleri ile birlikte test sonuçları verilmiştir. İstasyon yağışına ait sonuçlar incelendiğinde p-value değeri incelendiğinde 0.05 değerinden büyük olduğu için seride eğilim bulunmadığı belirlenmiştir.

2014-2018 yılları arası günlük NCEP parametrelerinin sonuçları incelendiğinde atmosferin 200 mbar seviyesindeki sıcaklık değerlerinde eğilim bulunmadığı fakat 500, 850 mbar ve yeryüzü seviyesindeki sıcaklık değerlerinde artan eğilim olduğu bulunmuştur. Geopotansiyel yüksekliği temsil eden htg parametresine ait sonuçlar incelendiğinde atmosferin 200 ve 500 mbar seviyesinde artan eğilim varken 850 mbar

seviyesinde herhangi bir eğilim bulunmadığı belirlenmiştir. Bağlı nemi temsil eden rhum parametresinde ise 200 ve 500 mbar seviyesinde eğilim bulunmazken, 850mbar ve yeryüzü seviyesindeki nem değerlerinde azalan eğilim olduğu belirlenmiştir. Atmosferdeki alansal ortalama yağışı temsil eden prate parametresinde ise artan eğilim olduğu bulunmuştur.

Tablo 6.20 2014-2018 yılları arası Karşıyaka istasyonuna ait günlük toplam yağış ve günlük NCEP parametrelerinin istatistik özellikleri ve Mann-Kendall Trend testinin sonucu

2014-2018 KARŞIYAKA İSTASYON GÖZLENMİŞ YAĞIŞ ve GÜNLÜK NCEP PARAMETRELERİ								
İSTATİSTİK ÖZELLİKLER						MANN -KENDALL TREND TEST		TREND SONUÇ
Değişken	Gözlem Sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. Sapma	Kendall's tau	p-value (Two-tailed)	
İST. YAĞIŞ	1840	0,00	71,30	1,28	5,00	0,03	0,09	TREND YOK
AIR200 C°	1840	-65,525	-40,775	-53,926	5,504	0,001	0,974	TREND YOK
AIR500 C°	1840	-35,825	-1,525	-15,576	6,046	0,077	< 0.0001	ARTAN
AIR850 C°	1840	-11,375	28,100	10,875	7,283	0,081	< 0.0001	ARTAN
AIRSURF C°	1840	-2,375	33,725	17,758	6,943	0,081	< 0.0001	ARTAN
HGT200(m)	1840	11385,750	12586,000	12014,059	252,410	0,068	< 0.0001	ARTAN
HGT500(m)	1840	5280,750	5947,000	5708,940	116,599	0,065	< 0.0001	ARTAN
HGT850(m)	1840	1283,250	1625,000	1496,565	40,935	0,007	0,675	TREND YOK
RHUM200(%)	1840	0,000	91,250	33,403	20,591	0,005	0,746	TREND YOK
RHUM500(%)	1840	0,000	95,000	31,379	20,598	-0,024	0,125	TREND YOK
RHUM850(%)	1840	1,250	97,000	50,333	18,717	-0,068	< 0.0001	AZALAN
RHUMSURF(%)	1840	21,000	99,000	69,244	16,928	-0,085	< 0.0001	AZALAN
PRATE	1840	0,000	32,616	1,586	3,709	0,088	< 0.0001	ARTAN

Tablo 6.21’de 2009-2018 yılları arası Kemalpaşa istasyonuna ait günlük toplam yağış ve NCEP parametrelerinin gözlem sayısı, minimum ve maksimum değerleri, ortalama ve standart sapma değerleri ile Mann-Kendall eğilim analizlerinin sonuçları verilmiştir. İstasyon yağışına ait sonuçlar incelendiğinde p-value değeri 0.05 değerinden büyük olduğu için seride eğilim bulunmadığı belirlenmiştir.

2009-2018 yılları arası günlük NCEP parametrelerinin sonuçları incelendiğinde atmosferin 200 mbar seviyesindeki sıcaklık değerlerinde herhangi bir eğilim bulunmadığı fakat atmosferin 500, 850 mbar ve yeryüzü seviyesinde (airsurface) sıcaklık değerlerinin artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Aynı zamanda

geopotansiyel yüksekliği temsil eden hgt parametresinde de atmosferin bütün katmanlarında sıcaklıkla paralel olarak artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Fakat bağıl nemi temsil eden rhum parametresi incelendiğinde atmosferin 200, 500, 850 mbar ve yeryüzü seviyesinde azalan eğilimde olduğu belirlenmiştir. Azalan nem değerleri ile ilişkili olarak atmosferdeki alansal yağış ortalamasını temsil eden prate parametresinde azalan eğilimde olduğu bulunmuştur.

Tablo 6.21 2009-2018 yılları arası Kemalpaşa istasyonuna ait günlük toplam yağış ve günlük NCEP parametrelerinin istatistik özellikleri ve Mann-Kendall Trend testinin sonucu

2009-2018 KEMALPAŞA İSTASYON GÖZLENMİŞ YAĞIŞ ve GÜNLÜK NCEP PARAMETRELERİ								
İSTATİSTİK ÖZELLİKLER						MANN -KENDALL TREND TEST		TREND SONUÇ
Değişken	Gözlem Sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. Sapma	Kendall's tau	p-value (Two-tailed)	
İST.YAĞIŞ	3345	0,00	85,80	1,87	6,36	-0,02	0,20	TREND YOK
AIR200 C°	3345	-65,800	-40,775	-53,888	5,526	0,016	0,178	TREND YOK
AIR500 C°	3345	-35,825	-1,525	-15,625	6,170	0,044	0,000	ARTAN
AIR850 C°	3345	-11,375	28,100	10,809	7,277	0,049	< 0.0001	ARTAN
AIRSURF C°	3345	-2,375	33,725	17,705	6,950	0,048	< 0.0001	ARTAN
HGT200(m)	3345	11385,750	12602,000	12009,120	260,722	0,053	< 0.0001	ARTAN
HGT500(m)	3345	5261,000	5947,000	5704,335	119,990	0,062	< 0.0001	ARTAN
HGT850(m)	3345	1283,250	1625,000	1492,637	42,276	0,078	< 0.0001	ARTAN
RHUM200(%)	3345	0,000	95,500	33,739	21,239	-0,024	0,040	AZALAN
RHUM500(%)	3345	0,000	95,000	31,642	20,942	-0,035	0,002	AZALAN
RHUM850(%)	3345	1,250	97,250	50,254	18,725	-0,036	0,002	AZALAN
RHUMSURF(%)	3345	21,000	99,000	69,126	17,143	-0,044	0,000	AZALAN
PRATE	3345	0,000	33,696	1,579	3,665	-0,055	< 0.0001	AZALAN

Tablo 6.22' de 2012-2018 yılları arası Menderes istasyonuna ait günlük toplam yağış ve NCEP parametrelerinin gözlem sayısı, minimum ve maksimum değerleri, ortalama ve standart sapma değerleri ile Mann-Kendall eğilim testine ait Kendall's tau ve p-value değerleri ile birlikte test sonuçları verilmiştir. İstasyon yağışına ait sonuçlar incelendiğinde p-value değeri incelendiğinde 0.05 değerinden büyük olduğu için seride eğilim bulunmadığı belirlenmiştir.

2012-2018 yılları arası günlük NCEP parametrelerinin sonuçları incelendiğinde atmosferin 200 mbar seviyesindeki sıcaklık değerlerinde eğilim bulunmadığı fakat

500, 850 mbar ve yeryüzü seviyesindeki sıcaklık değerlerinde artan eğilim olduğu bulunmuştur. Geopotansiyel yüksekliği temsil eden htg parametresine ait sonuçlar incelendiğinde atmosferin 200, 500 mbar ve yeryüzü seviyesindeki değerlerinde artan eğilim olduğu belirlenmiştir. Bağıl nemi temsil eden rhum parametresinde ise 200 ve 500 mbar seviyesinde eğilim bulunmazken, 850mbar ve yeryüzü seviyesindeki nem değerlerinde azalan eğilim olduğu belirlenmiştir. Atmosferdeki alansal ortalama yağışı temsil eden prate parametresinde ise p-value değeri 0,05 değerinden büyük olduğu için eğilim olmadığı sonucuna varılmıştır.

Tablo 6.22 2012-2018 yılları arası Menderes istasyonuna ait günlük toplam yağış ve günlük NCEP parametrelerinin istatistik özellikleri ve Mann-Kendall Trend testinin sonucu

2012-2018 MENDERES İSTASYON GÖZLENMİŞ YAĞIŞ ve GÜNLÜK NCEP PARAMETRELERİ								
İSTATİSTİK ÖZELLİKLER						MANN -KENDALL TREND TEST		TREND SONUÇ
Değişken	Gözlem Sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. Sapma	Kendall's tau	p-value (Two-tailed)	
İST. YAĞIŞ	2263	0,00	124,50	1,66	6,70	-0,02	0,29	TREND YOK
AIR200 C°	2263	-65,525	-40,775	-53,956	5,500	0,016	0,259	TREND YOK
AIR500 C°	2263	-35,825	-1,525	-15,573	6,002	0,061	< 0.0001	ARTAN
AIR850 C°	2263	-11,375	28,100	10,902	7,176	0,063	< 0.0001	ARTAN
AIRSURF C°	2263	-2,375	33,725	17,767	6,850	0,063	< 0.0001	ARTAN
HGT200(m)	2263	11385,750	12586,000	12013,527	253,545	0,057	< 0.0001	ARTAN
HGT500(m)	2263	5280,750	5947,000	5707,903	116,934	0,061	< 0.0001	ARTAN
HGT850(m)	2263	1283,250	1625,000	1495,377	41,520	0,035	0,012	ARTAN
RHUM200(%)	2263	0,000	91,250	33,789	20,932	-0,022	0,110	TREND YOK
RHUM500(%)	2263	0,000	95,000	31,489	20,913	-0,025	0,079	TREND YOK
RHUM850(%)	2263	1,250	97,000	50,093	18,698	-0,040	0,005	AZALAN
RHUMSURF(%)	2263	21,000	99,000	69,173	17,238	-0,063	< 0.0001	AZALAN
PRATE	2263	0,000	32,616	1,657	3,797	0,018	0,241	TREND YOK

Tablo 6.23' de 2012-2018 yılları arası Torbalı istasyonuna ait günlük toplam yağış ve NCEP parametrelerinin gözlem sayısı, minimum ve maksimum değerleri, ortalama ve standart sapma değerleri ile Mann-Kendall eğilim testine ait Kendall's tau ve p-value değerleri ile birlikte test sonuçları verilmiştir. İstasyon yağışına ait sonuçlar incelendiğinde p-value değeri incelendiğinde 0.05 değerinden büyük olduğu için seride eğilim bulunmadığı belirlenmiştir.

2012-2018 yılları arası günlük NCEP parametrelerinin sonuçları incelendiğinde atmosferin 200 mbar seviyesindeki sıcaklık değerlerinde eğilim bulunmadığı fakat 500, 850 mbar ve yeryüzü seviyesindeki sıcaklık değerlerinde artan eğilim olduğu bulunmuştur. Geopotansiyel yüksekliği temsil eden htg parametresine ait sonuçlar incelendiğinde atmosferin 200, 500 mbar ve yeryüzü seviyesindeki değerlerinde artan eğilim olduğu belirlenmiştir. Bağıl nemi temsil eden rhum parametresinde ise 200 ve 500 mbar seviyesinde eğilim bulunmazken, 850mbar ve yeryüzü seviyesindeki nem değerlerinde azalan eğilim olduğu belirlenmiştir. Atmosferdeki alansal ortalama yağışı temsil eden prate parametresinde ise p-value değeri 0,05 değerinden büyük olduğu için eğilim olmadığı sonucuna varılmıştır.

Tablo 6.23 2012-2018 yılları arası Torbalı istasyonuna ait günlük toplam yağış ve günlük NCEP parametrelerinin istatistik özellikleri ve Mann-Kendall Trend testinin sonucu

2012-2018 TORBALI İSTASYON GÖZLENMİŞ YAĞIŞ ve GÜNLÜK NCEP PARAMETRELERİ								
İSTATİSTİK ÖZELLİKLER						MANN -KENDALL TREND TEST		TREND SONUÇ
Değişken	Gözlem Sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. Sapma	Kendall's tau	p-value (Two-tailed)	
İST. YAĞIŞ	2239	0,00	84,90	1,73	6,04	0,01	0,65	TREND YOK
AIR200 C°	2239	-65,525	-40,775	-53,926	5,506	0,010	0,492	TREND YOK
AIR500 C°	2239	-35,825	-1,525	-15,576	6,028	0,063	< 0.0001	ARTAN
AIR850 C°	2239	-11,375	28,100	10,907	7,207	0,063	< 0.0001	ARTAN
AIRSURF C°	2239	-2,375	33,725	17,772	6,882	0,065	< 0.0001	ARTAN
HGT200(m)	2239	11385,750	12586,000	12013,646	254,675	0,059	< 0.0001	ARTAN
HGT500(m)	2239	5280,750	5947,000	5707,866	117,376	0,062	< 0.0001	ARTAN
HGT850(m)	2239	1283,250	1625,000	1495,375	41,671	0,035	0,013	ARTAN
RHUM200(%)	2239	0,000	91,250	33,604	20,816	-0,015	0,286	TREND YOK
RHUM500(%)	2239	0,000	95,000	31,386	20,881	-0,021	0,130	TREND YOK
RHUM850(%)	2239	1,250	97,000	49,961	18,742	-0,035	0,014	AZALAN
RHUMSURF(%)	2239	21,000	99,000	68,999	17,246	-0,054	0,000	AZALAN
PRATE	2239	0,000	32,616	1,616	3,721	0,026	0,094	TREND YOK

Tablo 6.24 2012-2018 yılları arası Urla istasyonuna ait günlük toplam yağış ve günlük NCEP parametrelerinin istatistik özellikleri ve Mann-Kendall Trend testinin sonucu

2014-2018 URLA İSTASYON GÖZLENMİŞ YAĞIŞ ve GÜNLÜK NCEP PARAMETRELERİ								
İSTATİSTİK ÖZELLİKLER						MANN -KENDALL TREND TEST		TREND SONUÇ
Değişken	Gözlem Sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. Sapma	Kendall's tau	p-value (Two- tailed)	
İST. YAĞIŞ	2257	0,00	116,40	1,75	6,64	0,00	0,97	TRENDYOK
AIR200 C°	2257	-65,525	-40,775	-53,942	5,499	0,016	0,243	TREND YOK
AIR500 C°	2257	-35,825	-1,525	-15,570	6,009	0,061	< 0.0001	ARTAN
AIR850 C°	2257	-11,375	28,100	10,911	7,181	0,064	< 0.0001	ARTAN
AIRSURF C°	2257	-2,375	33,725	17,781	6,853	0,064	< 0.0001	ARTAN
HGT200(m)	2257	11385,750	12586,000	12013,615	253,864	0,057	< 0.0001	ARTAN
HGT500(m)	2257	5280,750	5947,000	5707,836	117,064	0,061	< 0.0001	ARTAN
HGT850(m)	2257	1283,250	1625,000	1495,271	41,503	0,035	0,013	ARTAN
RHUM200(%)	2257	0,000	91,250	33,780	20,947	-0,023	0,105	TREND YOK
RHUM500(%)	2257	0,000	95,000	31,496	20,930	-0,025	0,077	TREND YOK
RHUM850(%)	2257	1,250	97,000	50,084	18,712	-0,041	0,003	AZALAN
RHUMSURF(%)	2257	21,000	99,000	69,145	17,254	-0,064	< 0.0001	AZALAN
PRATE	2257	0,000	32,616	1,661	3,801	0,018	0,247	TREND YOK

Tablo 6.24' de 2012-2018 yılları arası Urla istasyonuna ait günlük toplam yağış ve NCEP parametrelerinin gözlem sayısı, minimum ve maksimum değerleri, ortalama ve standart sapma değerleri ile Mann-Kendall eğilim testine ait Kendall's tau ve p-value değerleri ile birlikte test sonuçları verilmiştir. İstasyon yağışına ait sonuçlar incelendiğinde p-value değeri incelendiğinde 0.05 değerinden büyük olduğu için seride eğilim bulunmadığı belirlenmiştir.

2012-2018 yılları arası günlük NCEP parametrelerinin sonuçları incelendiğinde atmosferin 200 mbar seviyesindeki sıcaklık değerlerinde eğilim bulunmadığı fakat 500, 850 mbar ve yeryüzü seviyesindeki sıcaklık değerlerinde artan eğilim olduğu bulunmuştur. Geopotansiyel yüksekliği temsil eden htg parametresine ait sonuçlar incelendiğinde atmosferin 200, 500 mbar ve yeryüzü seviyesindeki değerlerinde artan eğilim olduğu belirlenmiştir. Bağıl nemi temsil eden rhum parametresinde ise 200 ve 500 mbar seviyesinde eğilim bulunmazken, 850mbar ve yeryüzü seviyesindeki nem değerlerinde azalan eğilim olduğu belirlenmiştir. Atmosferdeki alansal ortalama yağışı

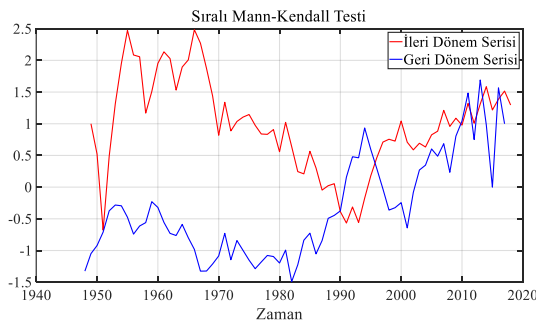
temsil eden prate parametresinde ise p-value değeri 0,05 değerinden büyük olduğu için eğilim olmadığı sonucuna varılmıştır.

6.4 İstasyon Kuantil Değerleriyle Sıralı Mann-Kendall Testi

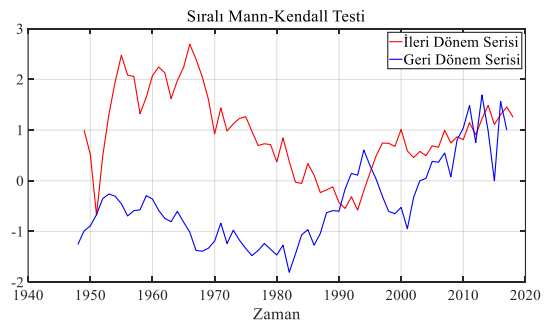
Gözlem aralığı diğer istasyonlara kıyasla daha uzun olan İzmir Bölge (1948-2018) ve Bergama (1959-2018) istasyonlarına ait Q_{50} - Q_{90} - Q_{95} - Q_{99} değerli kuantil tahmin değerlerine uygulanan sıralı Mann-Kendall eğilim analizleri atmosferik parametrelerdeki dönüm noktalarını belirlemek ve artan veya azalan trendin başlangıç ve bitiş noktalarını bulmak için uygulanmıştır.

İzmir Bölge istasyonuna ait Q_{50} - Q_{90} - Q_{95} - Q_{99} değerli kuantillerin sıralı Mann-Kendall ileri dönem serisine ait gidiş grafiği incelendiğinde 1990 yılında önemli olmayan bir dönüm noktası olduğu belirlenmiştir. 1990 yılı öncesi kuantil değerlerinde azalan bir eğilim varken 1990 sonrasında artan bir eğilim olduğu belirlenmiştir.

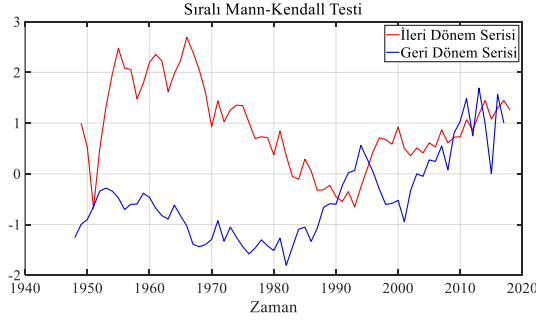
Bergama istasyonuna ait Q_{50} - Q_{90} - Q_{95} - Q_{99} değerli kuantillerin sıralı Mann-Kendall ileri dönem serisine ait gidiş grafiği incelendiğinde 1970 yılında önemli olmayan bir dönüm noktası olduğu belirlenmiştir. 1970 yılı öncesi kuantil değerlerinde azalan bir eğilim varken 1970 sonrasında artan bir eğilim olduğu belirlenmiştir. Ayrıca 2010 yılında da önemli olmayan bir dönüm noktası olduğu belirlenmiş ve 2010 yılından sonra kuantil değerlerinde azalan eğilim olduğu belirlenmiştir.



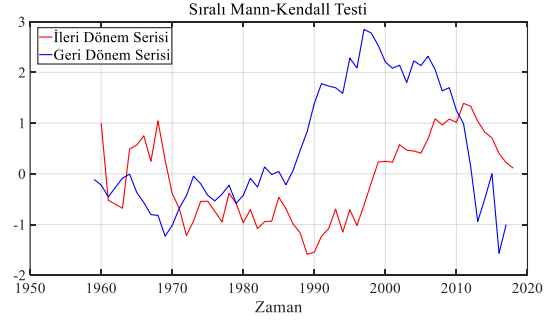
Şekil 6.11 İzmir Bölge Q_{50} sıralı Mann-Kendall testi



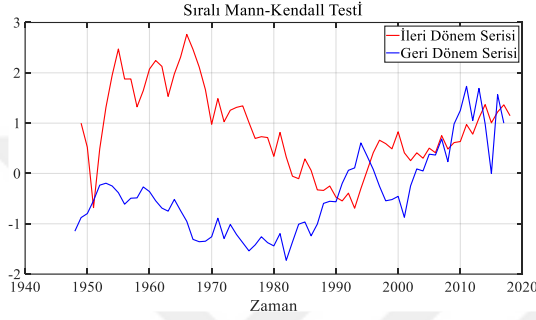
Şekil 6.12 İzmir Bölge Q_{90} sıralı Mann-Kendall testi



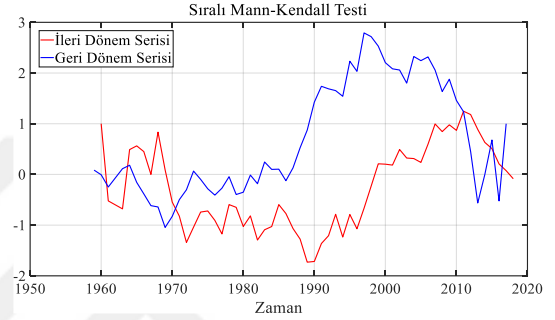
Şekil 6.13 İzmir Bölge Q₉₅ sıralı Mann-Kendall testi



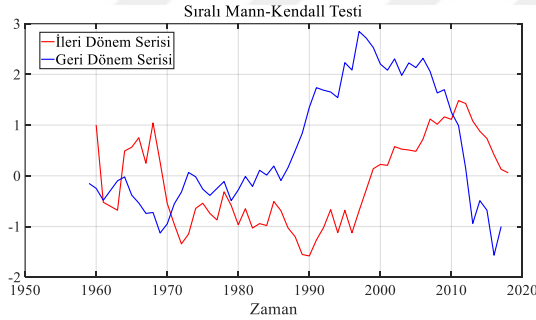
Şekil 6.16 Bergama Q₉₀ sıralı Mann-Kendall testi



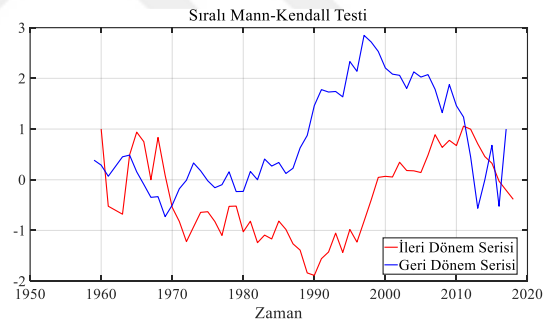
Şekil 6.14 İzmir bölge Q₉₉ sıralı Mann-Kendall testi



Şekil 6.17 Bergama Q₉₅ sıralı Mann-Kendall testi



Şekil 6.15 Bergama Q₅₀ sıralı Mann-Kendall testi



Şekil 6.18 Bergama Q₉₉ sıralı Mann-Kendall testi

6.5 NCEP/NCAR Parametreleriyle Sıralı Mann- Kendall Testi

6.5.1 Airsturface Ortalama Değerleriyle Sıralı Mann-Kendall Testi

NCEP/NCAR Yeniden Analiz verilerine uygulanan sıralı Mann-Kendall eğilim analizleri atmosferik parametrelerdeki dönüm noktalarını belirlemek ve artan veya azalan trendin başlangıç ve bitiş noktalarını bulmak amacıyla uygulanmıştır.

Atmosferik parametrelerden yüzey sıcaklığı (airsurface) parametresinin aylık ortalama değerlerine ait 1948-2018 yılları arası sıralı Mann-Kendall testi sonuçları Şekil 6.19-6.30'de verilmektedir.

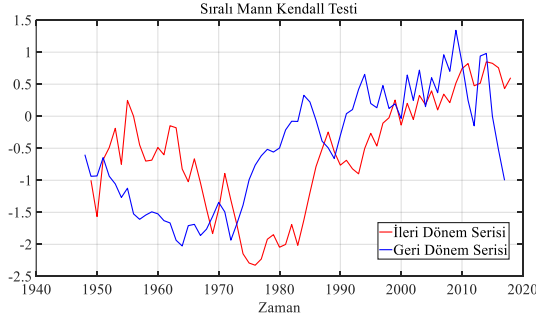
Airsurface parametresinin ocak ayı ortalama değerlerine uygulanan sıralı Mann-Kendall analiz testi sonuçları incelendiğinde (Şekil 6.19) 1973 yılının önemli dönüm noktası olduğu belirlenmiştir. 1973 yılı öncesi azalan eğilim varken dönüm noktasından sonra sıcaklık değerlerinde artan eğilim gözlenmiştir. Şubat ayına ait grafik incelendiğinde (Şekil 6.20) sıcaklık değerlerinde sürekli azalan bir eğilim olduğu ve herhangi bir dönüm noktasının olmadığı belirlenmiştir. Mart ayına ait grafik incelendiğinde (Şekil 6.21) ise sıcaklık değerlerinde sürekli artan bir eğilim olduğu bulunmuştur.

Nisan ayı (Şekil 6.22) yüzey sıcaklık değerlerine ait sıralı Mann-Kendall analiz sonuçları incelendiğinde 1964 yılı önemli dönüm noktası olarak belirlenmiştir. 1964 yılı öncesi azalan eğilimde olan sıcaklık değerlerinin dönüm noktasından sonra artan eğilimde olduğu görülmüştür. Mayıs ayına ait grafik incelendiğinde (Şekil 6.23) 1963 yılı önemli dönüm noktası olarak belirlenmiştir. 1963 yılı öncesinde azalan eğilimde olan sıcaklık değerleri 1963 yılından sonra belirgin biçimde artan eğilime geçtiği görülmüştür. Haziran ayına ait grafik incelendiğinde (Şekil 6.24) benzer şekilde 1964 yılı önemli dönüm noktası olarak bulunmuş ve 1964 yılı sonrasında sıcaklık değerlerinde artan eğilim olduğu belirlenmiştir.

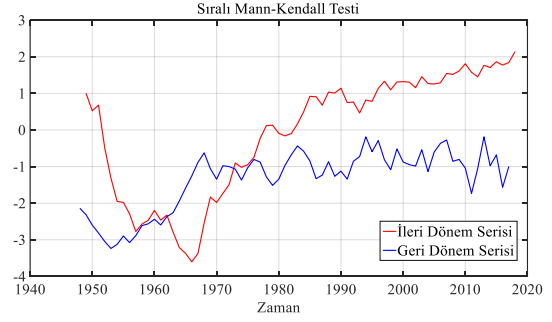
Temmuz (Şekil 6.25), ağustos (Şekil 6.26) ve eylül ayı (Şekil 6.27) yüzey sıcaklıklarına ait sıralı Mann-Kendall analiz sonuçları incelendiğinde sürekli artan bir eğilim olduğu ve herhangi bir dönüm noktasının bulunmadığı belirlenmiştir.

Ekim ayı (Şekil 6.28) ortalama sıcaklık değerlerine ait grafik incelendiğinde 1971 yılı önemli dönüm noktası olarak belirlenmiştir. 1971 yılı öncesi azalan eğilimde olan sıcaklık değerleri 1971 yılından sonra artan eğilime geçtiği bulunmuştur.

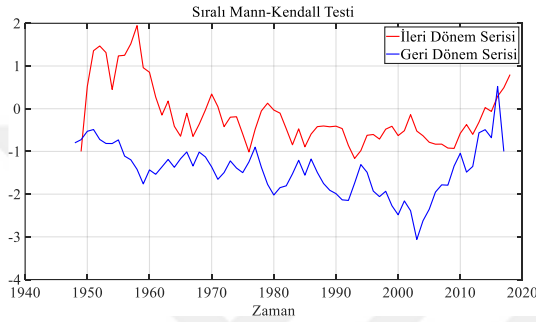
Kasım (Şekil 6.29) ve aralık aylarına (Şekil 6.30) ait grafikler incelendiğinde dönüm noktaları 1974-1975 yılları olarak belirlenmiş ve dönüm noktasından sonra sıcaklık değerlerinde artan eğilim olduğu bulunmuştur.



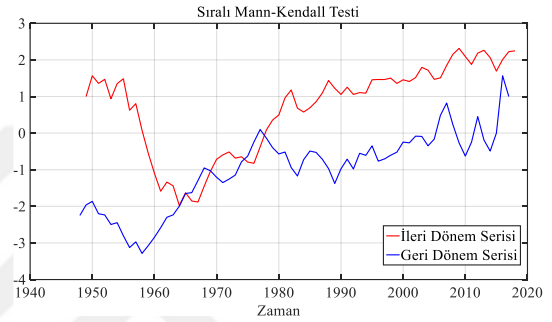
Şekil 6.19 NCEP-NCAR aersurface ocak ayı ortalama sıralı Mann-Kendall testi



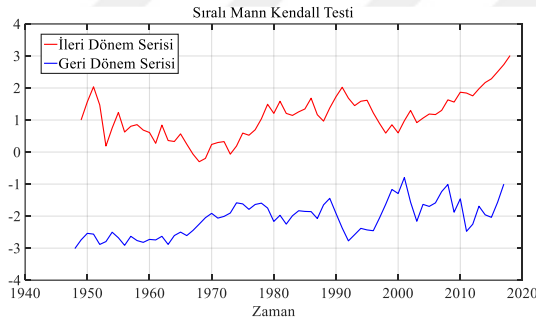
Şekil 6.23 NCEP-NCAR aersurface mayıs ayı ortalama sıralı Mann-Kendall testi



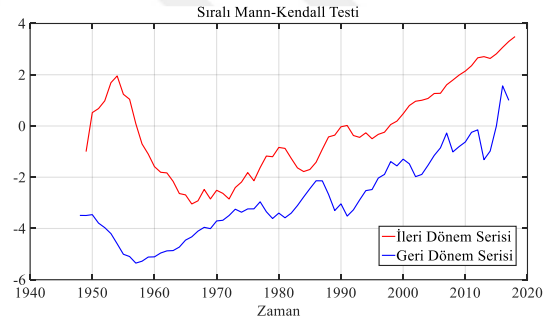
Şekil 6.20 NCEP-NCAR aersurface şubat ayı ortalama sıralı Mann-Kendall testi



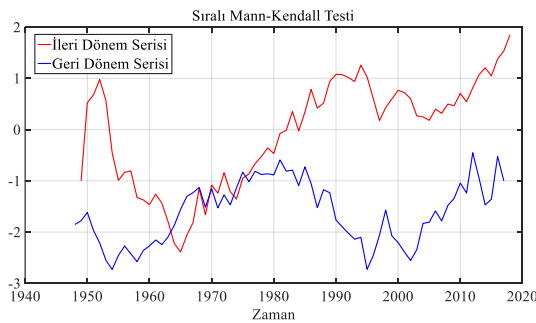
Şekil 6.24 NCEP-NCAR aersurface haziran ayı ortalama sıralı Mann-Kendall testi



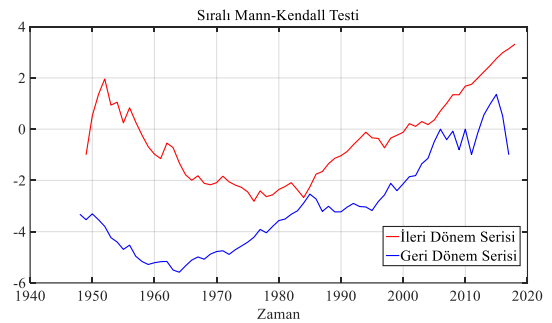
Şekil 6.21 NCEP-NCAR aersurface mart ayı ortalama sıralı Mann-Kendall testi



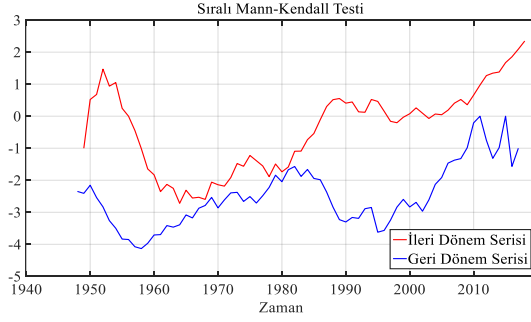
Şekil 6.25 NCEP-NCAR temmuz ayı aersurface ortalama sıralı Mann-Kendall testi



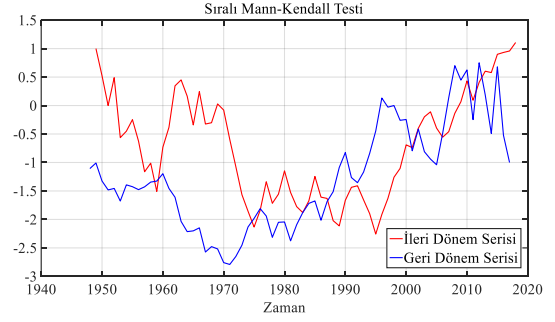
Şekil 6.22 NCEP-NCAR aersurface nisan ayı ortalama sıralı Mann-Kendall testi



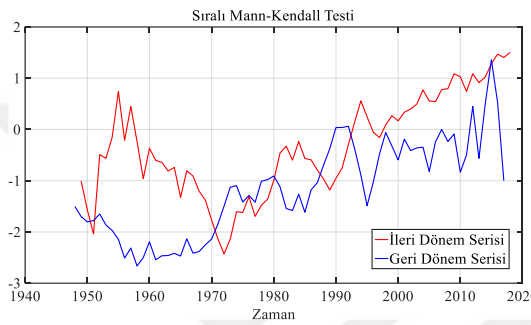
Şekil 6.26 NCEP-NCAR ağustos ayı aersurface ortalama sıralı Mann-Kendall testi



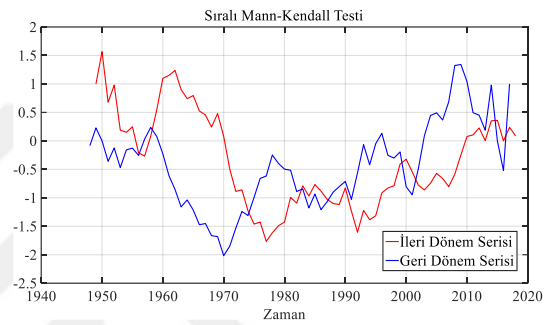
Şekil 6.27 NCEP-NCAR eylül ayı airtsurface ortalama sıralı Mann-Kendall testi



Şekil 6.29 NCEP-NCAR kasım ayı airtsurface ortalama sıralı Mann-Kendall testi



Şekil 6.28 NCEP-NCAR ekim ayı airtsurface ortalama sıralı Mann-Kendall testi



Şekil 6.30 NCEP-NCAR aralık ayı airtsurface ortalama sıralı Mann-Kendall testi

6.5.2 Rhumsurface Ortalama Değerleriyle Sıralı Mann-Kendall Testi

Atmosferik parametrelerden yüzey bağıl nem parametresinin aylık ortalama değerlerine ait 1948-2018 yılları arası sıralı Mann-Kendall testi sonuçları Şekil.6.31-6.42 arasında bütün aylar için verilmektedir.

Rhumsurface parametresine ait ocak (Şekil 6.31) ve mart ayı (Şekil 6.33) ortalama değerlerine uygulanan sıralı Mann-Kendall analiz sonuçları incelendiğinde bağıl nem değerlerinin sürekli azalan bir eğilimde olduğu bulunmuştur. Şubat ayı (Şekil 6.32) ortalamalarına ait gidiş grafikleri incelendiğinde 1968 yılı anlamlı olmayan dönüm noktası olarak bulunmuştur. 1948-1968 yılları arasında artan eğilim gözlenirken 1968 yılından sonra bağıl nem değerlerinde azalan eğilim olduğu belirlenmiştir.

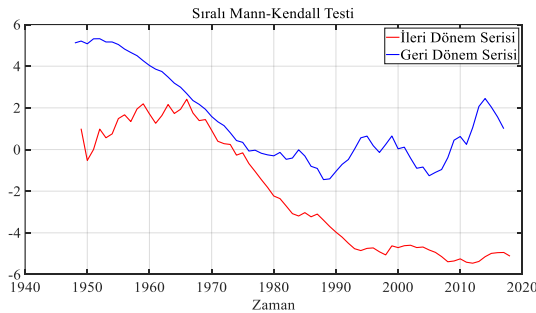
Nisan ayı (Şekil 6.34) ortalama değerlerine ait grafik incelendiğinde 1963 yılında anlamlı olmayan bir dönüm noktası olduğu belirlenmiştir. 1963 yılı öncesi artan eğilimde olan nem değerlerinin 1963 yılından sonra azalan eğilimde olduğu

bulunmuştur. Mayıs ayına (Şekil 6.35) ait gidiş grafikleri incelendiğinde 1967 yılı önemli dönüm noktası olarak belirlenmiştir. 1967 yılı öncesinde artan eğilim varken dönüm noktasından sonra azalan eğilim olduğu görülmüştür.

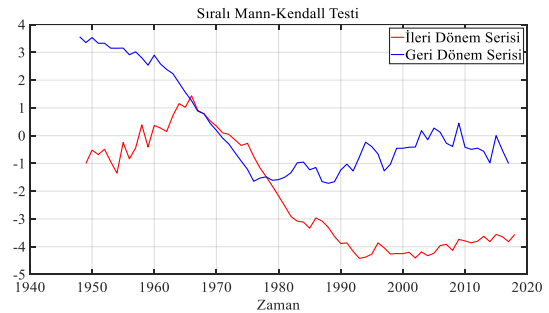
Haziran ayı (Şekil 6.36) ortalama nem değerlerine ait gidiş grafikleri incelendiğinde 1959 yılının anlamlı olmayan dönüm noktası olduğu belirlenmiştir. İleri dönem serisine ait gidiş grafiği incelendiğinde 1965 yılına kadar artan eğilimde olan nem değerleri bu yıldan sonra azalan eğilime doğru geçtiği görülmüştür. Benzer eğilimler temmuz ayı (Şekil 6.37) içinde bulunmuştur.

Ağustos (Şekil 6.38) ve eylül aylarına (Şekil 6.39) ait grafikler incelendiğinde benzer eğilimlerde olduğu saptanmıştır. 1952 yılı anlamlı olmayan dönüm noktası olarak kabul edilmiştir. İleri dönem serisi gidiş grafiği incelendiğinde 1952 yılından önce azalan eğilimde olan bağıl nem değerlerinin 1952 yılından sonra artan eğilimde olduğu belirlenmiştir.

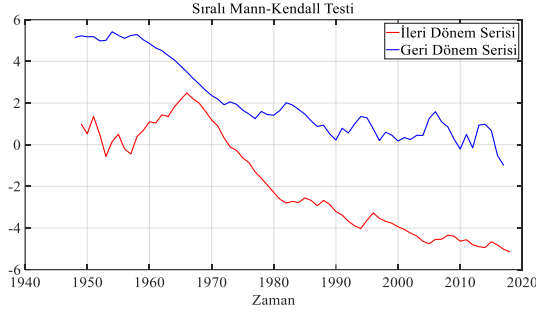
Ekim ayı (Şekil 6.40) ortalamalarına ait grafik incelendiğinde 1986 yılı anlamlı olmayan dönüm noktası olarak belirlenmiştir. 1986 yılından önce azalan eğilimde olan nem değerleri bu yıldan sonra artan eğilime geçmiştir. Kasım ayına (Şekil 6.41) ait grafik incelendiğinde 1966 yılı anlamlı olmayan dönüm noktası olarak belirlenmiştir. 1966 yılından sonra nem değerlerinde belirgin şekilde azalan bir eğilim olduğu tespit edilmiştir. Aralık ayı (Şekil 6.42) ortalama nem değerlerine ait grafik incelendiğinde 1963 yılı anlamlı dönüm noktası olarak belirlenmiştir. 1963 yılından sonra artan eğilimde olan nem değerleri dönüm noktasından sonra azalan eğilime geçmiştir.



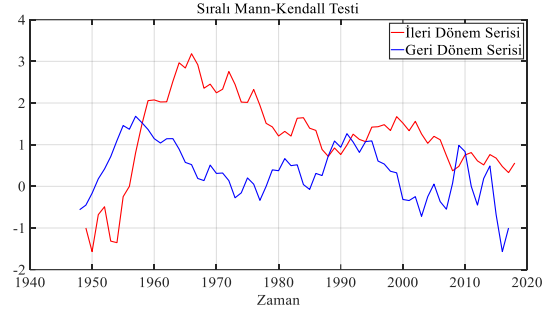
Şekil 6.31 NCEP-NCAR ocak ayı rhumsurf ortalama sıralı Mann-Kendall testi



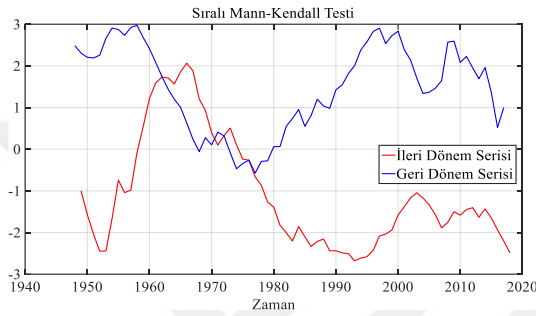
Şekil 6.32 NCEP-NCAR şubat ayı rhumsurf ortalama sıralı Mann-Kendall testi



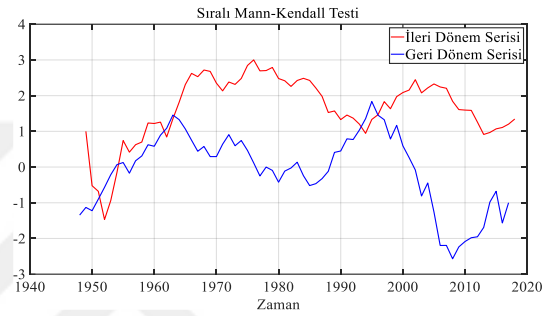
Şekil 6.33 NCEP-NCAR mart ayı rhumsurf ortalama sıralı Mann-Kendall testi



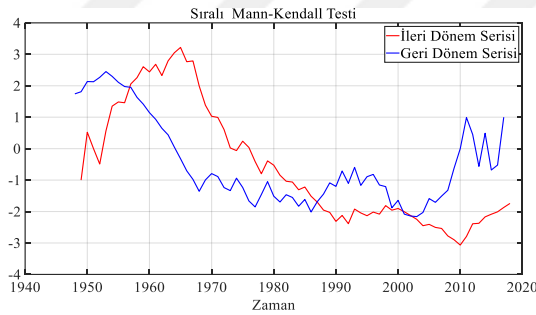
Şekil 6.37 NCEP-NCAR temmuz ayı rhumsurf ortalama sıralı Mann-Kendall testi



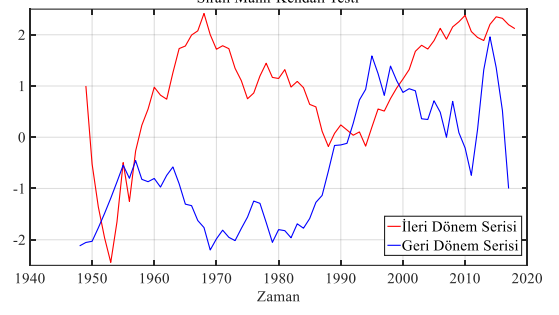
Şekil 6.34 NCEP-NCAR nisan ayı rhumsurf ortalama sıralı Mann-Kendall testi



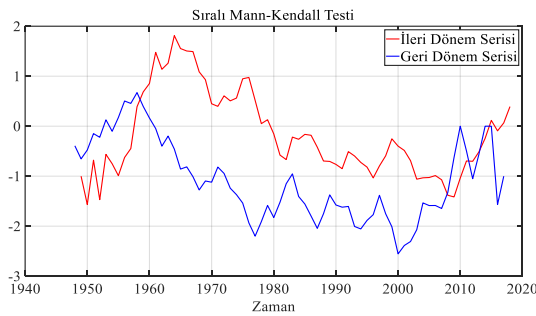
Şekil 6.38 NCEP-NCAR ağustos ayı rhumsurf ortalama sıralı Mann-Kendall testi



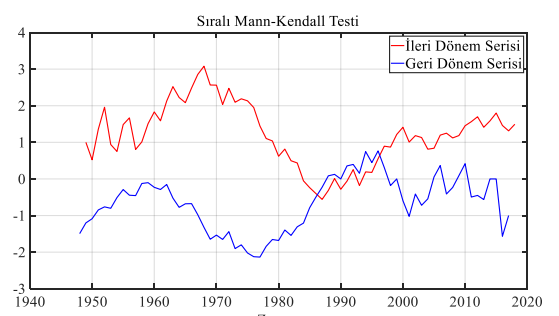
Şekil 6.35 NCEP-NCAR mayıs ayı rhumsurf ortalama sıralı Mann-Kendall testi



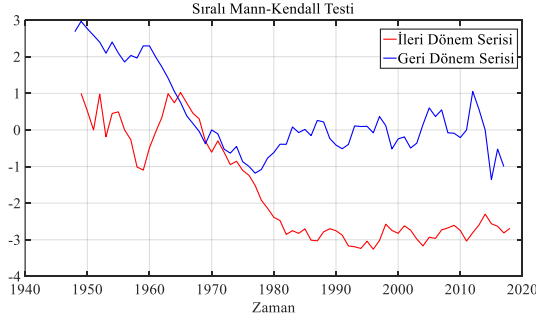
Şekil 6.39 NCEP-NCAR eylül ayı rhumsurf ortalama sıralı Mann-Kendall testi



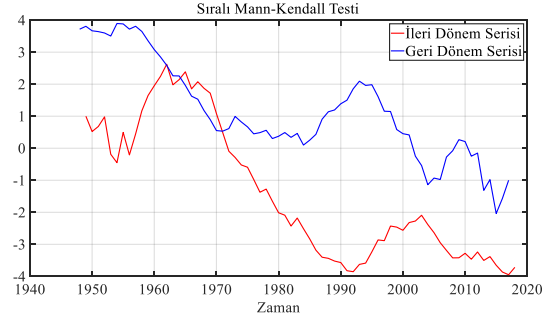
Şekil 6.36 NCEP-NCAR haziran ayı rhumsurf ortalama sıralı Mann-Kendall testi



Şekil 6.40 NCEP-NCAR ekim ayı rhumsurf ortalama sıralı Mann-Kendall testi



Şekil 6.41 NCEP-NCAR kasım ayı rhumsurf ortalama sıralı Mann-Kendall testi



Şekil 6.42 NCEP-NCAR aralık ayı rhumsurf ortalama sıralı Mann-Kendall testi

6.5.3 Prate Ortalama Değerleriyle Sıralı Mann-Kendall Testi

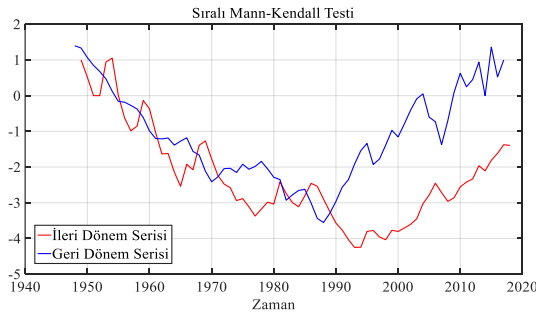
Atmosferik parametrelerden alansal yağış ortalaması parametresinin aylık ortalama değerlerine ait 1948-2018 yılları arası sıralı Mann-Kendall testi sonuçları Şekil 6.43-6.54 arasında bütün aylar için tek tek verilmektedir.

Prate parametresi ocak ayı (Şekil 6.43) ortalama değerlerine uygulanan analize ait grafik incelendiğinde 1989 yılı önemli dönüm noktası olarak belirlenmiştir. İleri dönem serisine ait gidiş grafiği incelendiğinde 1948-1989 yılları arasında azalan eğilim görülürken dönüm noktasından sonra alansal ortalama yağış değerlerinin artan eğilim gösterdiği belirlenmiştir. Şubat ayına (Şekil 6.44) ait grafik incelendiğinde 1984 yılı anlamlı olmayan dönüm noktası olarak belirlenmiştir. İleri dönem serisine ait grafik incelendiğinde 1984 yılı öncesinde azalan eğilim varken 1984 yılından sonra artış eğilimi belirlenmiştir. Mart ayı (Şekil 6.45) grafiği incelendiğinde 1973 yılı anlamlı olmayan dönüm noktası olarak bulunmuştur. 1973 yılından önce artış eğilimi varken sonrasında azalan eğilim olduğu belirlenmiştir.

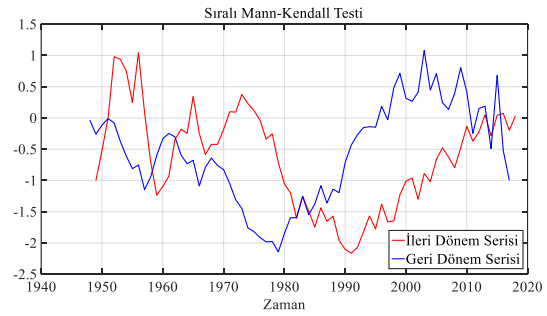
Nisan ayı (Şekil 6.46) ortalama değerlerine uygulanan sıralı Mann-Kendall testine ait grafik incelendiğinde 1960 yılı anlamlı olmayan dönüm noktası olarak belirlenmiş ve 1960 yılından sonra alansal yağış ortalaması değerlerinde azalan eğilim olduğu bulunmuştur. Mayıs ayına (Şekil 6.47) ait grafik incelendiğinde 1953 yılı anlamlı olmayan dönüm noktası olarak belirlenmiş ve ileri dönem serisine ait gidiş grafiğinde 1953-2009 yılları arasında azalan eğilim olduğu, anlamlı dönüm noktası olan 2009 yılından sonra ise alansal ortalama yağış değerlerinde artış eğilimi olduğu bulunmuştur.

Haziran ayına (Şekil 6.48) ait grafikte ileri dönem serisi incelendiğinde 1958-2007 yılları arasında azalan bir varken 2007 yılından sonra artan olduğu belirlenmiştir. Temmuz ayı (Şekil 6.49) grafiğinde 1983 yılı anlamlı olmayan dönüm noktası olarak belirlenmiş ve bu yıldan sonra alansal ortalama yağış değerlerinin azalan eğilim olduğu belirlenmiştir.

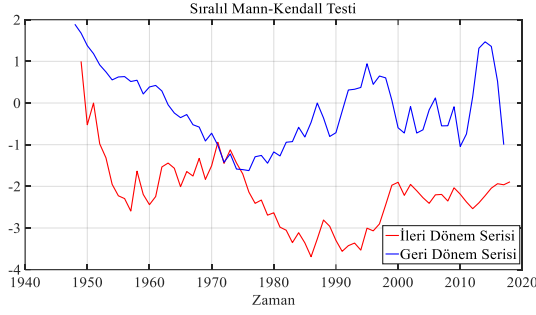
Ağustos ayına (Şekil 6.50) ait grafik incelendiğinde 1953 yılı anlamlı dönüm noktası olarak belirlenmiş ve dönüm noktasından sonra artış eğilimi olduğu belirlenmiştir. Eylül ayı (Şekil 6.51) grafiğinde ise 1990 yılı anlamlı dönüm noktası olarak belirlenmiş ve dönüm noktasından sonra alansal ortalama yağış değerlerinde artış eğilimi olduğu bulunmuştur. Ekim ayında (Şekil 6.52) ise 1986 yılı anlamlı olmayan dönüm noktası olarak belirlenmiş ve bu yıldan sonra artış eğilimi olduğu belirlenmiştir. Kasım ayında (Şekil 6.53) ise 1967 yılı anlamlı olmayan bir dönüm noktası olarak kabul edilmiş ve bu yıldan sonra artan eğilim olduğu belirlenmiştir. Son olarak aralık ayında (Şekil 6.54) ise 1984 yılı anlamlı olmayan dönüm noktası olarak kabul edilmiş ve bu yıldan sonra alansal ortalama yağış değerlerinde artan eğilim olduğu bulunmuştur.



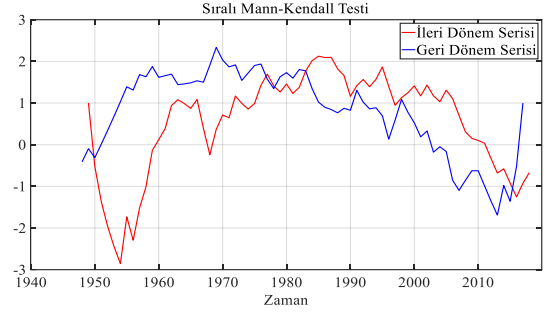
Şekil 6.43 NCEP-NCAR ocak ayı prate ortalama sıralı Mann-Kendall testi



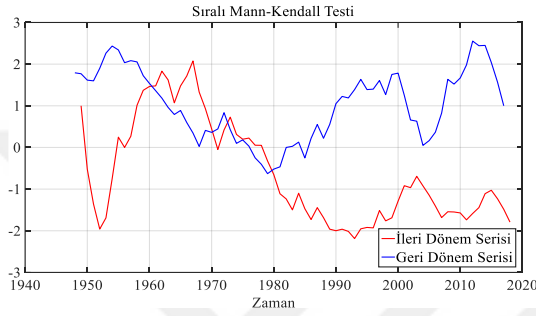
Şekil 6.44 NCEP-NCAR şubat ayı prate ortalama sıralı Mann-Kendall testi



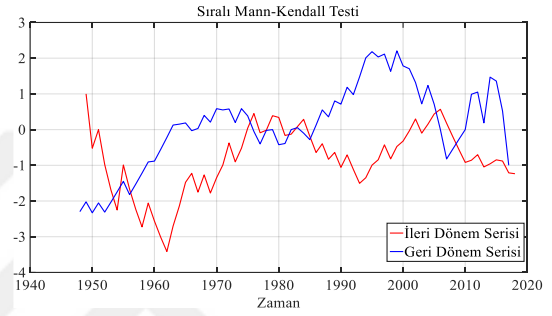
Şekil 6.45 NCEP-NCAR mart ayı prate ortalama sıralı Mann-Kendall testi



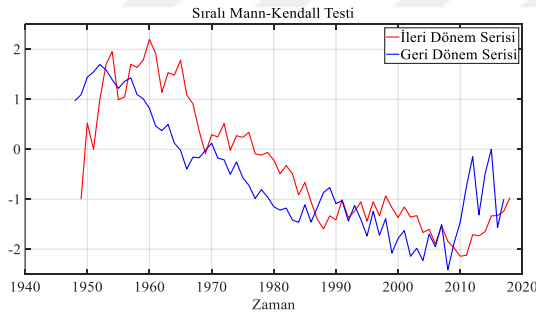
Şekil 6.49 NCEP-NCAR temmuz ayı prate ortalama sıralı Mann-Kendall testi



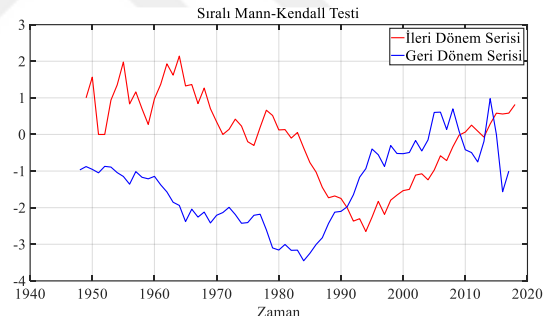
Şekil 6.46 NCEP-NCAR nisan ayı prate ortalama sıralı Mann-Kendall testi



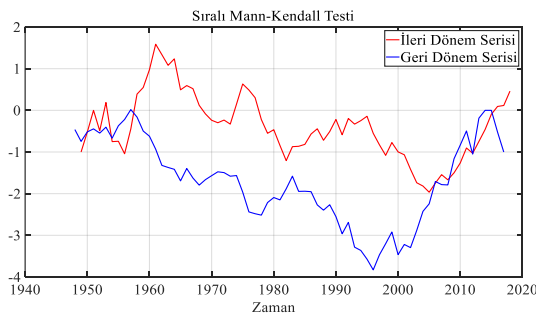
Şekil 6.50 NCEP-NCAR ağustos ayı prate ortalama sıralı Mann-Kendall testi



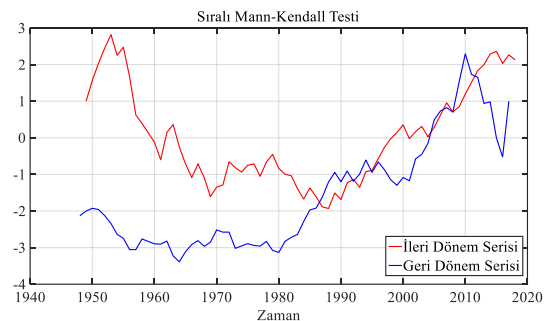
Şekil 6.47 NCEP-NCAR mayıs ayı prate ortalama sıralı Mann-Kendall testi



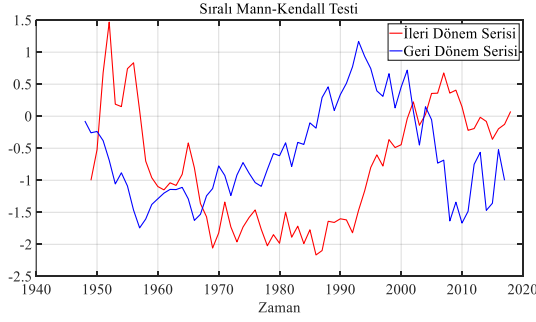
Şekil 6.51 NCEP-NCAR eylül ayı prate ortalama sıralı Mann-Kendall testi



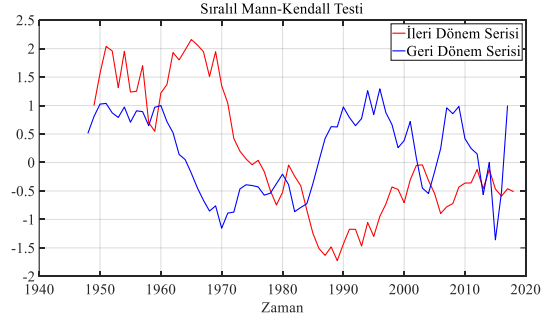
Şekil 6.48 NCEP-NCAR haziran ayı prate ortalama sıralı Mann-Kendall testi



Şekil 6.52 NCEP-NCAR ekim ayı prate ortalama sıralı Mann-Kendall testi



Şekil 6.53 NCEP-NCAR kasım ayı prate ortalama sıralı Mann-Kendall testi



Şekil 6.54 NCEP-NCAR aralık ayı prate ortalama sıralı Mann-Kendall testi

6.5.4 Prate Maksimum Değerleriyle Sıralı Mann-Kendall Testi

Atmosferik parametrelerden alansal yağış ortalama parametresinin aylık maksimum değerlerine ait 1948-2018 yılları arası sıralı Mann-Kendall testi sonuçları Şekil 6.55-6.66 arasında bütün aylar için tek tek verilmektedir.

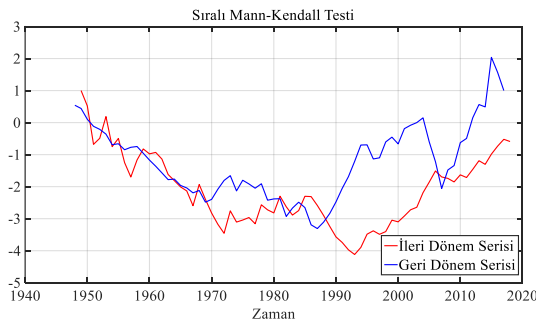
Ocak ayı (Şekil 6.55) alansal yağış ortalama parametresine ait maksimum değerlere uygulanan sıralı Mann-Kendall analiz grafiği incelendiğinde 1988 yılı anlamlı dönüm noktası olarak belirlenmiştir. 1948-1988 arası azalan eğilim varken dönüm noktasından artış eğilimi olduğu bulunmuştur. Benzer eğilimler şubat ayı (Şekil 6.56) grafiğinde de görülmüştür. 1982 yılı anlamlı dönüm noktası olarak belirlenmiş ve 1982 yılından sonra prate parametresine ait değerlerin artış eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Mart ayına (Şekil 6.57) ait grafikte ileri dönem serisi eğilimleri incelendiğinde 1975 yılında önemli olmayan bir dönüm noktası olduğu belirlenmiş ve 1975 yılı öncesinde artış eğiliminde olan prate değerleri daha sonra azalan eğilime geçmiş ayrıca 2000'li yıllardan sonra anlamlı olmayan bir artış eğilimi olduğu belirlenmiştir.

Nisan ayına (Şekil 6.58) ait grafik sonuçları incelendiğinde anlamlı bir dönüm noktasının olmadığı fakat ileri dönem serisine ait eğri incelendiğinde 1952-1967 yılları arasında artan bir eğilim olduğu daha sonra 1990'a kadar azalan bir eğilim varken 1990 sonrası prate parametresine ait maksimum değerlerde artış eğilimi olduğu belirlenmiştir. Benzer eğri mayıs ayına (Şekil 6.59) ait grafikte de görülmüştür. 1948-1965 yılları arasında artış eğilimi varken daha sonra 2010 yılına kadar azalan eğilim görülmüştür. 2010 yılından sonra prate parametresine ait maksimum değerlerde artış

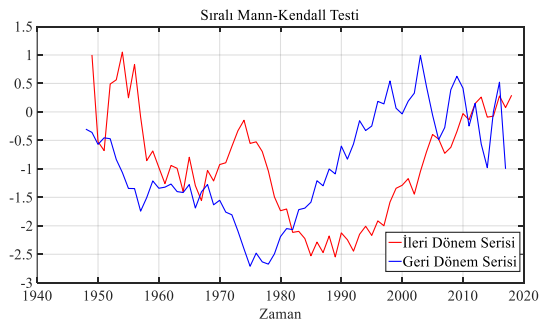
eğilimi bulunmuştur. Haziran ayı (Şekil 6.60) grafiğinde ise 2002 yılı anlamlı dönüm noktası olarak belirlenmiş ve 2002 öncesi azalan eğilim varken dönüm noktasından sonra artış eğilimi olduğu belirlenmiştir.

Temmuz ayı (Şekil 6.61) prate maksimum değerlerine ait analiz sonuçları incelendiğinde anlamlı bir dönüm noktasının bulunmadığı fakat ileri dönem serisine ait eğride 1954-1987 yılları arasında artan eğilim varken daha sonra azalan eğilim olduğu belirlenmiştir. Ağustos ayı (Şekil 6.62) grafiğinde ise 1954 yılı anlamlı dönüm noktası olarak belirlenmiş ve 1948-1954 yılları arasında azalan eğilim varken dönüm noktasından sonra artan eğilim olduğu bulunmuştur. Eylül ayına (Şekil 6.63) ait grafikte ise 1992 yılı önemli dönüm noktası olarak kabul edilmiş ve 1948-1992 arası azalan eğilimde olan prate maksimum değerleri dönüm noktasından sonra artan eğilime geçmiştir.

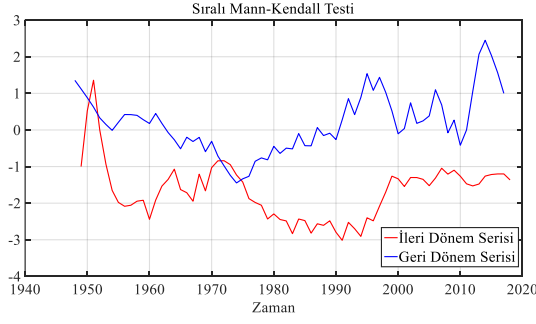
Ekim ayı (Şekil 6.64) prate maksimum değerlerine ait analiz sonuçları incelendiğinde önemli bir dönüm noktasının olmadığı fakat 1948-1987 yılları arasında azalan eğilimde olan ileri dönem serisinin 1987'den sonra artan eğilimde olduğu belirlenmiştir. Kasım ayı (Şekil 6.65) grafiğinde ise anlamlı dönüm noktasının bulunmadığı ve ileri dönem serisinin artan ve azalan eğilimler gösterdiği ve 1990'dan sonra artan bir eğilim olduğu görülmüştür. Aralık ayında (Şekil 6.66) da benzer şekilde önemli dönüm noktası olmadığı belirlenmiş ve 1960-1990 arası azalan eğilim varken 1990 sonrası artış eğilimi olduğu belirlenmiştir.



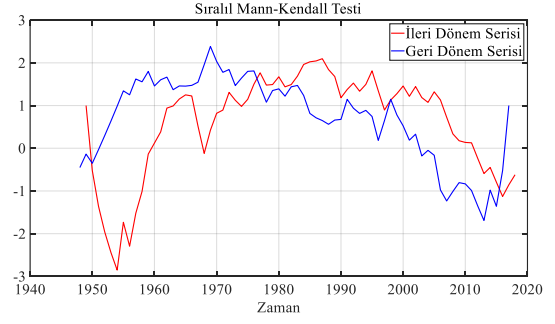
Şekil 6.55 NCEP-NCAR ocak ayı prate maksimum sıralı Mann-Kendall testi



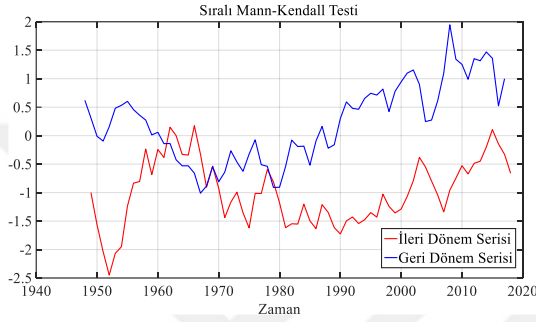
Şekil 6.56 NCEP-NCAR şubat ayı prate maksimum sıralı Mann-Kendall testi



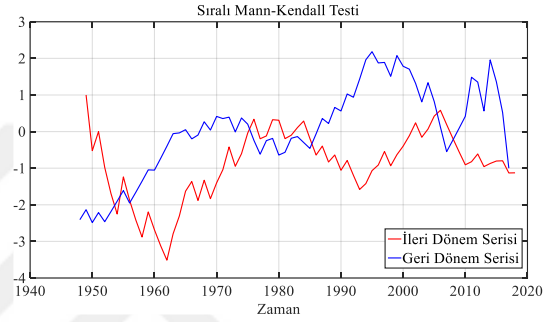
Şekil 6.57 NCEP-NCAR mart ayı prate maksimum sıralı Mann-Kendall testi



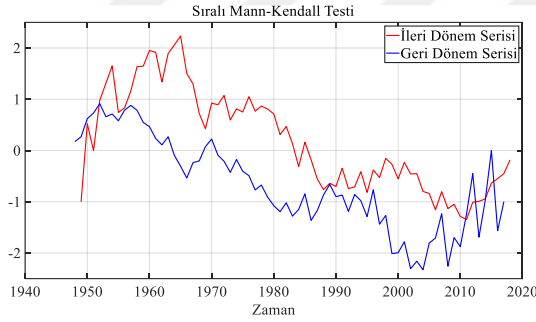
Şekil 6.61 NCEP-NCAR temmuz ayı prate maksimum sıralı Mann-Kendall testi



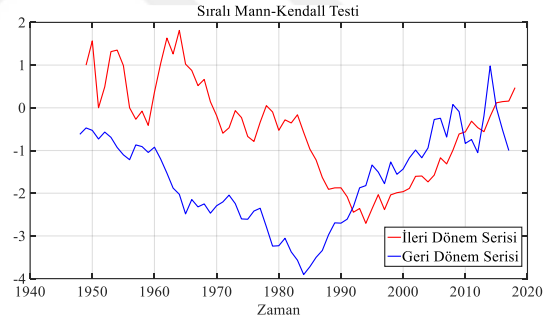
Şekil 6.58 NCEP-NCAR nisan ayı prate maksimum sıralı Mann-Kendall testi



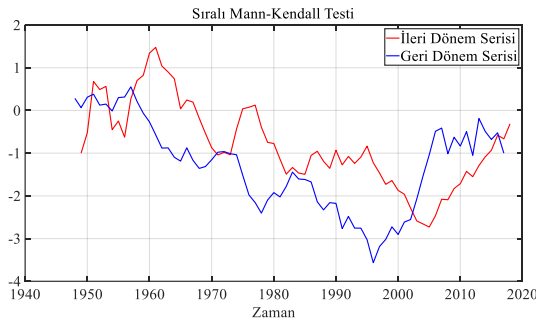
Şekil 6.62 NCEP-NCAR ağustos ayı prate maksimum sıralı Mann-Kendall testi



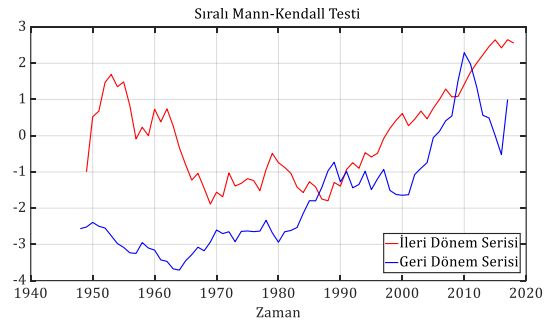
Şekil 6.59 NCEP-NCAR mayıs ayı prate maksimum sıralı Mann-Kendall testi



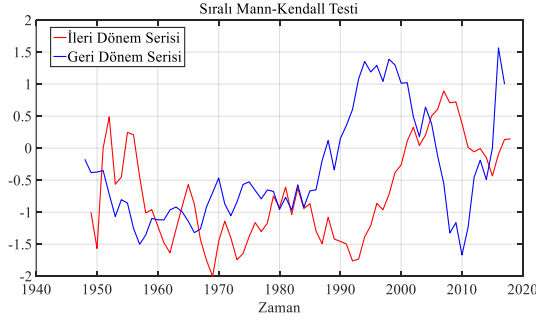
Şekil 6.63 NCEP-NCAR eylül ayı prate maksimum sıralı Mann-Kendall testi



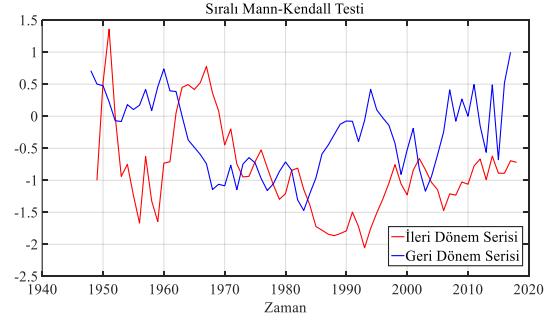
Şekil 6.60 NCEP-NCAR haziran ayı prate maksimum sıralı Mann-Kendall testi



Şekil 6.64 NCEP-NCAR ekim ayı prate maksimum sıralı Mann-Kendall testi



Şekil 6.65 NCEP-NCAR kasım ayı prate maksimum sıralı Mann-Kendall testi

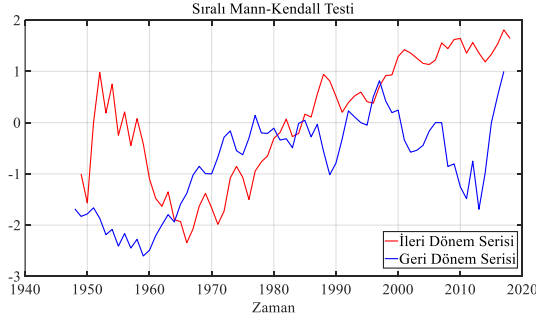


Şekil 6.66 NCEP-NCAR aralık ayı prate maksimum sıralı Mann-Kendall testi

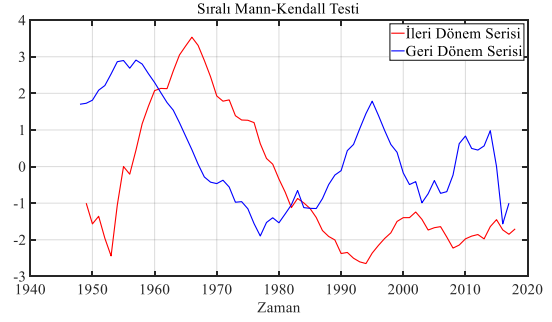
6.5.5 *Airsurface, Rhumsurface ve Prate Parametrelerinin Yıllık Maksimum Değerleriyle Sıralı Mann-Kendall Testi*

Yüzey sıcaklığı parametresinin 1948-2018 arası yıllık maksimum değerlerine uygulanan sıralı Mann-Kendall analizine ait grafik incelendiğinde (Şekil 6.67) 1963 yılı anlamlı dönüm noktası olarak belirlenmiş ve 1948-1963 yılları arasında azalan eğilim varken dönüm noktasından sonra sıcaklık değerlerinde artış eğilimi olduğu belirlenmiştir. Yüzey sıcaklığı parametresinin yıllık ortalama değerlerine ait grafik incelendiğinde (Şekil 6.68) ise sürekli bir artış olduğu bulunmuştur.

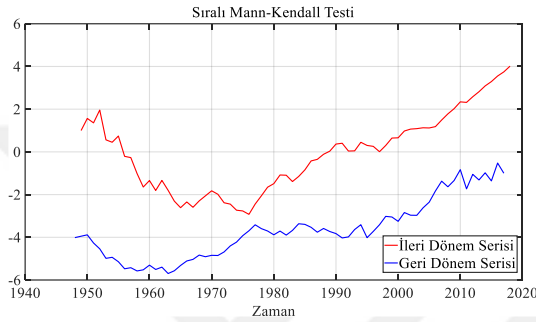
Yüzey bağıl nem parametresinin yıllık maksimum değerlerine ait analiz sonuçları incelendiğinde (Şekil 6.69) ileri ve geri dönem serilerinin kesiştiği 1982 anlamlı dönüm noktası olarak kabul edilmiştir. 1982 yılına kadar azalan eğilim gözlenirken, 1982 yılından sonra anlamlı bir biçimde artışa geçtiği görülmektedir. Yüzey bağıl nem parametresinin yıllık ortalama değerlerine ait grafik incelendiğinde (Şekil 6.70) 1960 yılı önemli dönüm noktası olarak kabul edilmiş ve 1960 öncesi artış eğilimi mevcutken dönüm noktasından sonra azalan eğilim olduğu belirlenmiştir.



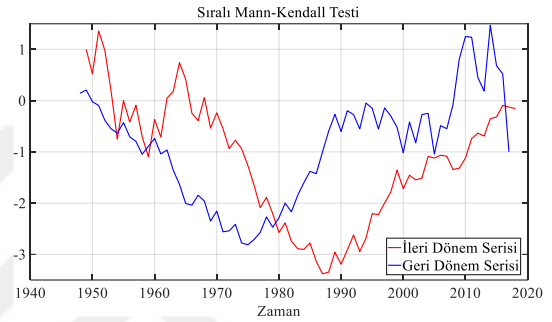
Şekil 6.67 NCEP-NCAR aırsurface maksimum sıralı Mann-Kendall testi



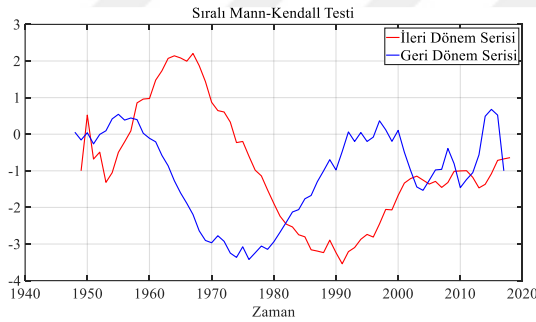
Şekil 6.70 NCEP-NCAR rhumsurface ortalama sıralı Mann-Kendall testi



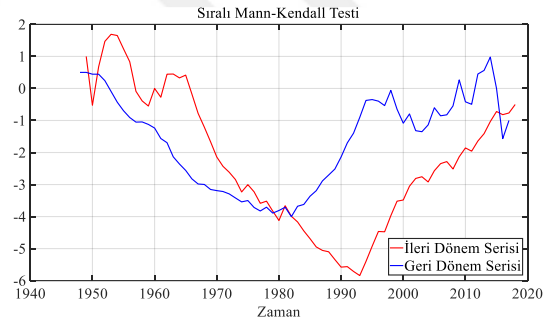
Şekil 6.68 NCEP-NCAR aırsurface ortalama sıralı Mann-Kendall testi



Şekil 6.71 NCEP-NCAR prate maksimum sıralı Mann-Kendall testi



Şekil 6.69 NCEP-NCAR rhumsurface maksimum sıralı Mann-Kendall testi



Şekil 6.72 NCEP-NCAR prate ortalama sıralı Mann-Kendall testi

1948-2018 yılları arası alansal ortalama yağış (prate) parametresinin yıllık maksimum değerler kullanılarak yapılmış Sıralı Mann-Kendall testi sonucunda (Şekil 6.71) 1980 yılı anlamlı dönüm noktası olarak belirlenmiş ve 1980 yılından itibaren gözle görülür bir artış eğiliminde olduğudur. Alansal ortalama yağış parametresinin yıllık ortalama değerleri (Şekil 6.72) kullanılarak yapılan analiz sonucunda da 1980 yılı anlamlı dönüm noktası olarak belirlenmiştir.

Tüm bu parametrelere ait eğilimler ve dönüm noktaları yorumlandığında 1964 yılından sonra artan hava sıcaklıkları, yüzeydeki nem parametresini etkilemiş ve atmosferdeki nem oranının artışına sebep olmuştur. Bu durum da yağış için gerekli şartlar oluştuğunda bir anda kısa süreli ama şiddetli yağışların oluşmasına sebep olmuştur. İzmir’de son yıllarda görülme sıklığı artan kısa süreli ve şiddetli yağışlar bu duruma örnek verilebilir

.



BÖLÜM 7

SONUÇLAR

Çalışma kapsamında İzmir Merkez ve ilçelerinde konumlanan 10 adet yağış istasyonunun günlük yağış gözlemlerindeki eğilimler belirlenmiş ve bu eğilimlere ait dönüm noktaları araştırılmıştır. Ayrıca büyük ölçekli atmosferik parametrelerden sıcaklık, geopotansiyel yükseklik, bağıl nem ve alansal yağış ortalamasına ait veriler kullanılarak eğilim ve dönüm noktaları belirlenmiş ve kuantil ilişkileri incelenmiştir. Bu kapsamda İzmir bölge (1948-2018), Bergama (1959-2018), Bornova (2013-2018), Buca (2014-2018), Çeşme (1963-2018), Karşıyaka (2014-2018), Kemalpaşa (2009-2018), Menderes (2012-2018), Torbalı (2012-2018) ve Urla (2012-2018) istasyonlarının yağış gözlemleri ile NCEP/NCAR Yeniden Analiz verileri kullanılarak Mann-Kendall trend analizi ve sıralı Mann-Kendall trend analizleri gerçekleştirilmiştir.

NCEP/NCAR Yeniden Analiz verilerinden 1948-2018 yılları arası günlük verileri kapsayan sıcaklık (air) parametresine uygulanan Mann-Kendall trend analizi sonucunda, yüzey hava sıcaklığı (airsurface) ve atmosferin 200, 500 ve 850 mbar (air200, air500 ve air850) seviyelerindeki sıcaklık değerlerinde artan eğilim olduğu bulunmuştur.

Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) 5.Değerlendirme Raporu incelendiğinde önümüzdeki yıllar için sıcaklık ve yağış beklentileri oldukça dikkat çekicidir. Buna göre sıcaklıkların kötümser senaryoya göre dünyada ortalama 2,6 ila 4,8°C, iyimser senaryoya göre ise 0,3 ila 1,7°C artması beklenmektedir. Ayrıca, sıcak hava dalgalarının frekanslarının ve sürelerinin artmaya devam etmesi durumunda, aşırı yağışların daha da şiddetli olacağı ve bazı bölgelerde bu şiddetli yağışların görülme sıklığının da artacağı beklenmektedir (IPCC, 2013). Bu tez kapsamında yapılan Mann-Kendall eğilim analizleri sonucunda da sıcaklıkların 1948 yılından beri artan bir eğilimde olduğu bulunmuştur ayrıca gelecek dönemlerde sıcaklık değerlerinin artış eğiliminin devam etmesi beklenmektedir.

Ayrıca sıcaklık (air) ve bağıl nem (rhum) parametrelerine uygulanan sıralı Mann-Kendall trend analizleri sonucunda İzmir merkez ve diğer istasyonlardaki sıcaklık değerlerinin 1960'lı yıllardan itibaren artmakta olduğu, ancak en şiddetli yağışların gözlemlendiği kış aylarındaki (kasım, aralık, ocak ve şubat) sıcaklıkların 1975'li yıllardan itibaren artışa geçtiği belirlenmiştir. Bağıl nem parametresinin sonuçları incelendiğinde ise nem değerlerindeki azalmanın 1960'lı yıllarda başladığı ayrıca 2000'li yıllardan sonra nem değerlerinde anlamlı olmayan artış eğiliminin başladığı belirlenmiştir. Böylece artan sıcaklık değerleriyle birlikte atmosferin nem tutma kapasitesi artmış ve şiddetli yağış olaylarının daha sık görülmesine neden olmuştur.

Yüzey sıcaklığı parametresinin (airsurface) 1948-2018 arası yıllık maksimum değerlerine uygulanan sıralı Mann-Kendall analizi sonucunda anlamlı dönüm noktası olarak belirlenen 1963 yılından sonra yıllık maksimum sıcaklık değerlerinin artış eğiliminde olduğu, yani yıllık gözlenen maksimum sıcaklık değerlerinin her geçen sene arttığı belirlenmiştir.

1948-2018 yılları arası alansal ortalama yağış (prate) parametresinin yıllık maksimum ve yıllık ortalama değerleri kullanılarak yapılan analiz sonucunda ise 1980 yılı anlamlı dönüm noktası olarak belirlenmiş ve bu yıldan sonra alansal yağış değerlerinde artış eğilimi olduğu ve bu artışın şiddetli yağış olaylarına etkisinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

Ayrıca bu tez kapsamında istasyon bazlı günlük toplam yağışlara ve aynı döneme ait büyük ölçekli atmosferik parametrelere uygulanan kuantil regresyon analizi sonucunda, NCEP/NCAR verilerini temsil eden bağımsız değişkenlere ait katsayılar incelendiğinde, Q90, Q95 ve Q99 kuantil değerli maksimum yağışların yer seviyesindeki sıcaklık (airsurface), bağıl nem (rhumsurface) ve alansal ortalama yağış (prate) parametreleri ile büyük oranda doğru orantılı olduğu, bu üç parametre içinde en baskın unsurun sıcaklık parametresi olduğu belirlenmiştir. Bir başka ifade ile şiddetli yağışların, nem değerlerindeki artışlara göre sıcaklık değerlerindeki artışlarından daha çok etkilendiği tespit edilmiştir. Kısacası çalışma bölgesinde sıcaklıklar arttıkça maksimum yağış miktarlarının daha da arttığı belirlenmiştir.

Küresel ısınma sonucunda meydana gelen iklim değişikliği sadece toplam yağış miktarlarını etkilemekle kalmayıp ayrıca ekstrem yağış olaylarının görülme sıklıklarının artmasına da neden olmaktadır. Bunun nedeni, atmosferdeki hava sıcaklığının yükselmesi sonucunda atmosferin nem tutma kapasitesinin artması ve buna bağlı olarak hidrolojik döngünün hızlanmasıdır. (Mishra ve Singh, 2010). Yapılan analizler sonucunda da İzmir Merkez ve diğer istasyonlarda artan sıcaklık değerlerinin şiddetli yağış olaylarının oluşumunu etkilediği ve görülme sıklığının artmasına neden olduğu belirlenmiş ayrıca şiddetli yağış olaylarında bağıl nem (rhum) parametresinin de etkisinin yüksek olduğu bulunmuştur.

Tüm dünyada ve özellikle Akdeniz havzasında bulunan ülkemizde artan şiddetli yağış olayları sonucunda sel felaketlerinin görülme sıklığı artmaktadır. Can ve mal kaybına sebep olan bu olaylar nedeniyle birçok önlem alınması gerekmektedir. İzmir ili için afet risk yönetimi açısından ekstrem meteorolojik hadiselerin şiddeti ve sıklığına bağlı olarak Hava Tahmini ve Erken Uyarı amaçlı Meteoroloji Radarı ve Otomatik Meteoroloji Ölçüm İstasyonları kurulmuştur. Ayrıca İzmir Meteoroloji Bölge Müdürlüğü merkezinde Bölgesel Tahmin ve Erken Uyarı merkezi faaliyet göstermektedir. Bununla birlikte şiddetli yağış olaylarında yağmur suyu drenaj sistemleri çok önem kazanmıştır. Bu durumda yağmur suyu drenaj sistemleri kurulurken yeni teknolojik yaklaşımlarla, değişen yağış rejimleri ve iklim şartları göz önünde bulundurularak planlamalar yapılmalı, eski ve yetersiz altyapı sistemlerinde ise yenileme ve dönüşüm gerçekleştirilmelidir.

Ayrıca yeşil altyapı sistemleri de artan şiddetli yağış olaylarının sebep olacağı sorunlara bir çözüm olarak düşünülmelidir. Gri altyapı olarak adlandırılan mevcut altyapı sistemleri ile entegre bir biçimde çalışan ve yağışı düştüğü yerde tutup sızmayı arttırmayı hedefleyen sistemlerden yararlanılarak, su baskını veya sellere sebebiyet vermeden yağmur suyunun drene edilmesi sağlanmış olur.

KAYNAKLAR

- Acar R. ve Şenocak S. (2008). Türkiye’deki kısa süreli yağışların trend analizi. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1, 18-25.
- Altındağ, İ. (2010). *Quantile Regresyon ve Bir Uygulama*. [Yüksek Lisans Tezi]. Selçuk Üniversitesi.
- Aslan, D. ve Fıstıkoğlu, O. (2021). Kuantil regresyon ile istasyon bazlı kuraklıkların büyük ölçekli atmosferik kuraklıklarla ilişkilerinin araştırılması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 23(67), 233-246, İzmir. <https://doi.org/10.21205/deufmd.2021236720>
- Avcı, V. ve Esen, F. (2019). Malatya havzasında sıcaklık ve yağışın trend analizi. *İnönü Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi (INIJOSS)*, 8(1), 230-246.
- Aykır, D. (2017). Türkiye’de ekstrem sıcaklık indislerinin eğilimlerinde şehirleşmenin etkisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 69, 47-57. <https://doi.org/10.17211/tcd.306742>
- Balcıoğlu, Y.E. (2021). *Bodrum, Marmaris, Köyceğiz ve Muğla’da sıcaklık ve yağış değişkenlerinin analizi ve ekstrem olaylar* [Yüksek Lisans Tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Brunetti, M., Maugeri, M. & Nanni, T. (2001). Changes in total precipitation, rainy days and extreme events in northeastern Italy. *International journal of climatology: a journal of the royal meteorological society*, 21(7), 861-871. <https://doi.org/10.1002/joc.660>
- Ceyhunlu, A. I. ve Aydın, F. (2020). Yenilikçi Şen trend yöntemi ile Sakarya’nın meteorolojik verilerinin eğilim analizi. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 5(2) , 1-7. <https://dergipark.org.tr/en/pub/idec/issue/56997/754609>
- Chatterjee, S. , Bisai, D. & Khan, A. (2014). Detection of approximate potential trend turning points in temperature time series (1941-2010) for Asansol weather observation station. West Bengal, India, *Atmospheric And Climate Sciences*, 4, 64-69. <http://dx.doi.org/10.4236/acs.2014.41009>

- Coğrafya Dünyası. (5 Mart 2022). *İzmir iklim ve bitki örtüsü*.
<https://web.archive.org/web/20180724164821/http://www.cografya.gen.tr/tr/izmir/iklim.html>
- Çelik, S. , Bölük, E., Akbaş, A. İ., ve Deniz, A. (2017). İklim değişiyor, hava olayları sertleşiyor. *Meteoroloji Genel Müdürlüğü*, <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/iklimdegisiyor.pdf>.
- Çeribaşı, G. (2018). Batı Karadeniz Havzasının yağış verilerinin Yenilikçi Şen yöntemi ile analizi. *Akademik platform mühendislik ve bilim dergisi*, 6 (3), 168-173.
<https://doi.org/10.21541/apjes.431965>
- Demir, S. , Karakaya, K. , Kavuncu, O. ve Akdoğan, Y. (2021). Ordu İli iklim parametrelerinin trend analizi ve değişim noktasının belirlenmesi. *Gazi Osman Paşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 10 (1),128-141
- Demircan, M., Demir, Ö. , Atay, H. , Eskioğlu, O. , Tüvan, A. , Gürkan. , H. ve Akçakaya, A. (23-24 Ekim 2014). *Türkiye’de yeni senaryolara göre iklim değişikliği projeksiyonları*. [TÜCAUM VIII. Coğrafya Sempozyumu]. Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi, Ankara, Türkiye.
- Dimitrov, R. S. (2016). The Paris agreement on climate change: Behind closed doors. *Global Environmental Politics*, 16(3), 1-11
https://doi.org/10.1162/GLEP_a_00361
- Gençler, M., Uğurlu, A., Kaçar, M., Özcan, H., Kesim, A. ve Aydın, B. (2005). *Hidrometeoroloji ders kitabı*, <https://mgm.gov.tr/FILES/genel/kitaplar/hidrometeoroloji.pdf>
- Ghasemi, A. R. (2015). Changes and trends in maximum, minimum and mean temperature series in Iran. *Atmospheric Science Letters*, 16(3), 366-372.
<https://doi.org/10.1002/asl2.569>

Ghosh, S., Luniya, V. & Gupta, A. (2009). Trend analysis of Indian summer monsoon rainfall at different spatial scales. *Atmospheric Science Letters*, 10(4), 285-290. <https://doi.org/10.1002/asl.235>

Gültekin, F. (2 Şubat 2021). *Regresyon analizi*. <http://w3.balikesir.edu.tr/~bsentuna/wp-content/uploads/2013/03/Regresyon-Analizi.pdf>.

Gündoğdu, M. E. (2006). *Meteorolojik parametrelerin hava kirliliğine etkilerinin yapay sinir ağları modeli ile incelenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Yıldız Teknik Üniversitesi.

IPCC (19-21 Eylül 2007). *Towards new scenarios for analysis of emissions, climate change, impacts, and response strategies: IPCC expert meeting report*. [Bildiri Özeti] . Noordwijkerhout, Netherlands. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/expert-meeting-report-scenarios-1.pdf>

IPCC, 2013: Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (Ed). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis içinde* (s159-203).

İzmir Büyükşehir Belediyesi (25 Mart 2022). *İzmir İli-Çeşme İlçesi-Musalla Mahallesi 5247 ada 1 parseli ait 1/5000 ölçekli koruma amaçlı nazım imar planı açıklama raporu*, https://www.izmir.bel.tr/YuklenenDosyalar/NazimImarPlani/2810521_18125.pdf

Kahveci, E. (2015). *Sapanca Gölü Su Bütçesi*. [Uzmanlık Tezi]. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara.

Klein, T. A. & Konnen, G. (2003). Trends in indices of daily temperature and precipitation extremes in Europe 1946-1999. *Journal of Climate* 16, 3665-3680. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2003\)016<3665:THODT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2003)016<3665:THODT>2.0.CO;2)

- Koenker, R. & Basset, G. (1978). Regression quantiles. *Econometrica*, 46(1), 33-50. <https://doi.org/10.2307/1913643>
- Koenker, R. & Hallock, K. (2001). Quantile regression. *Journal of Economic Perspectives*, 15 (4), 143-156. doi:10.1257/jep.15.4.143
- Kömüşçü, Ü. A. , Çelik, S. & Ceylan, A. (2011). 8-12 Eylül 2009 tarihlerinde Marmara Bölgesi'nde meydana gelen sel olayının yağış analizi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 9 (2) , 209-220. DOI: 10.1501/Cogbil_0000000125
- Köse, İ. (2018). İklim değişikliği müzakereleri: Türkiye'nin Paris Anlaşması'nı imza süreci. *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 9 (1) , 55-81. DOI:10.18354/esam.329348
- Kurtoğlu, F. (2011). *Quantile regresyon: teorisi ve uygulamaları* [Yüksek Lisans Tezi]. Çukurova Üniversitesi.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2 Şubat 2021). <https://www.mgm.gov.tr>
- Mishra, A. K. & Singh, V. P. (2010). A review of drought concepts. *Journal of hydrology*, 391(1-2), 202-216. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.07.012>
- Narrant, C. & Douguedroit, A. (2006). Monthly and daily precipitation trends in the Mediterranean (1950-2000). *Theoretical and applied climatology*, 83, 89-106. <https://doi.org/10.1007/s00704-005-0163-y>
- Obasi, G. O. P. (2001). WMO-No 920. 2001. *Wmo statement on the status of the Global Climate in 2000*. Geneva- Switzerland.
- Okkan, U. (5 Mart 2020). *Balıkesir Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü hidroloji ders notları*. <https://docplayer.biz.tr/59899273-Hidroloji-ders-notlari.html>
- Özfidaner, M., Uçan, D. ve Topaloğlu, F. (2019). Adana ilinde maksimum ve minimum sıcaklıkların gidiş analizi. *Mediterranean agricultural sciences*, 32(2), 237-241. <https://doi.org/10.29136/mediterranean.536973>

- Özfidaner, M., Şapolyo, D. ve Topaloğlu, F. (2018). Ortalama sıcaklıkların gidiş analizi: Silifke istasyonu. *DÜSTAD Dünya Sağlık ve Tabiat Bilimleri Dergisi*, 1 (2), 56-63.
- Safari, B. (2012). Trend analysis of the mean annual temperature in Rwanda during the last fifty two years. *Journal of Environmental Protection*, 3(6), 14. DOI:10.4236/jep.2012.36065
- Santos, J. & Leite, S. (2009). Long-term variability of the temperature time series recorded in Lisbon. *Journal of Applied Statistics*, 36(3), 323-337. <https://doi.org/10.1080/02664760802449159>
- Sarış, F. , Keserci, F. ve Bayraktar, C. (2021). Yerel yağış değişkenliğine bir örnek: Fethiye-Söğütüldere karşılaştırması. *Türkiye Coğrafya Dergisi*, 77, 87-98. <https://doi.org/10.17211/tcd.928567>
- Şensoy, S. , Demircan, M., Ulupınar, Y. ve Balta, İ. (2008). Türkiye iklimi. Ankara https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/13_turkiye_iklimi.pdf
- TC. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (5 Nisan 2022). <https://csb.gov.tr>
- TC. İzmir İl Milli Eğitim Müdürlüğü (5 Nisan 2022). *İlimiz hakkında*. <https://izmir.meb.gov.tr/www/ilimiz-hakkinda/icerik/2>
- TC. İzmir Valiliği, İzmir Hakkında (5 Nisan 2022). <http://izmir.gov.tr/izmir-hakkinda>
- Trenberth, K. E. (2011). Changes in precipitation with climate change. *Climate research*, 47(1-2), 123-138. doi:10.3354/cr00953
- Trenberth, K. E. (2014). Water cycles and climate change. *Global environmental change*, 2014, 31-37.
- Turp, M. T. , Öztürk, T. , Türkeş, M. ve Kurnaz, M. L. (2014). Regcm4. 3.5 bölgesel iklim modelini kullanarak Türkiye ve çevresi bölgelerin yakın gelecekteki hava sıcaklığı ve yağış klimatolojileri için öngörülen değişikliklerin incelenmesi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 23(1), 1-24.

- Yalçın, G. Demircan, M. , Ulupınar, Y. ve Bulut, E. (2005). *Klimatoloji-1.Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.*
<https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/kitaplar/klimatoloji1.pdf>
- Yue, S. , Pilon, P. & Cavadias, G. (2002). Power of the mann-kendall and spearman's rho tests for detecting monotonic trends in hydrological series. *Journal of Hydrology*, 254-271. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(01\)00594-7](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(01)00594-7)
- Yüce, M.I. , Aksoy, H. , Önöz, B. , Çetin, M., Eriş, E. , Eşit, M. , Burgan, H.İ. , Oğuz, A. ve Kalaçi, V. (09-12 Ekim 2019). *İklim değişikliğinin yağışlar üzerine etkisi: Kahramanmaraş ve Osmaniye örneği.*[Bildiriler Kitabı] 10. Uluslararası Hidroloji Kongresi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla, 375-388
- Zeybekoğlu, U. ve Karahan, H. (2018). Standart süreli yağış şiddetlerinin eğilim analizi yöntemleriyle incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(6), 974-1004. doi:10.5505/pajes.2017.54265
- Zhang, X. , Harvey, K.D. , Hogg, W.D. & Yuzyk, T.R. (2001). Trends in Canadian streamflow. *Water resources research* 37 (4), 987-998.
<https://doi.org/10.1029/2000WR900357>