

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**EGE BÖLGESİNDE YILLIK STANDART SÜRELİ
MAKSİMUM YAĞIŞLARIN DURAĞAN
OLMAYAN FREKANS ANALİZİ**

Ayşegül YARCI

Eylül, 2022

İZMİR

EGE BÖLGESİNDE YILLIK STANDART SÜRELİ MAKSİMUM YAĞIŞLARIN DURAĞAN OLMAYAN FREKANS ANALİZİ

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Hidrolik-Hidroloji ve Su Kaynakları Programı

Ayşegül YARCI

Eylül, 2022

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

AYŞEGÜL YARCI, tarafından **PROF. DR. TÜRKAY BARAN** yönetiminde hazırlanan “**EGE BÖLGESİNDE YILLIK STANDART SÜRELİ MAKSİMUM YAĞIŞLARIN DURAĞAN OLMAYAN FREKANS ANALİZİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Türkay BARAN

Yönetici

Doç. Dr. Gülay ONUŞLUEL GÜL

Doç. Dr. Ömer Levend AŞIKOĞLU

Jüri Üyesi

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Okan FISTIKOĞLU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Lisans eğitimimin son senesinde tanıştığım ve keşke lisans hayatıma başlar başlamaz tanışsaydım dediğim, birikimiyle ve yol göstericiliğiyle ufkumu açan değerli hocam Prof. Dr. Türkay Baran’a öncelikle beni Yüksek Lisans eğitimi almaya teşvik ettiği için ve bu eğitim boyunca her adımda yardımlarını esirgemediği için; yine tüm eğitim hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen aileme, tezin analiz kısmında yaptığı yardımlarla beni büyük zorluklardan kurtaran Dr. Öğr. Üyesi Erkan Durmazgezer’e ve bugüne kadar kendilerinden çok şey öğrendiğim tüm kıymetli hocalarıma ve biricik arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Ayşegül YARCI

EGE BÖLGESİNDEKİ YILLIK STANDART SÜRELİ MAKSİMUM YAĞIŞLARIN DURAĞAN OLMAYAN FREKANS ANALİZİ

ÖZ

Su yapılarının inşası, yüksek maliyetli ve yapımı uzun süren, meşakkatli bir süreçtir. Bu yapıların tasarımı ve planlanması sırasında dikkate alınması gereken ekstrem hidrolojik olayların (sağanaklar gibi) frekans analizi, su mühendislerinin öncelikli çalışma alanına girmektedir. Son yıllarda etkisi artan iklim değişikliği sebebiyle meydana gelen küresel ısınma sonucu yağışlarda mevsimlere göre düzensizleşmeler gözlenmiştir. Düzensizleşme sonucu yağışlarda ortaya çıkan eğilimler durağanlık özelliklerini bozduğundan ekstrem yağışları modellemede durağan olmayan, zamana bağlı olarak değişen parametreler içeren modeller kullanılmalıdır.

Bu çalışmada, iklim değişikliğine bağlı olarak durağanlık yapıları değişen yağış süreçlerinin farklı olasılık dağılımlarıyla modellemeleri gerçekleştirilmiştir. Standart süreli yıllık maksimum yağış (SSMY) verileri kullanılarak tamamlanan çalışma kapsamında, öncelikle SSMY verilerine eğilim testleri uygulanmıştır. Eğilim sonuçlarından bağımsız olarak, incelenen tüm istasyonların farklı sürelerdeki yağışlar için hem durağan hem de durağan olmayan kabulleriyle Genelleştirilmiş Ekstrem Değer (GEV) dağılımlarının uygunluğu araştırılmıştır. GEV dağılım parametreleri, parametreler için uygunluk analizleri ile muhtelif yıllık dönüş sürelerinde olması beklenen yağışlar R Studio açık kaynak yazılımında exTremes ve ismev paketleri kullanılarak hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda, eğilim gözlenen yağış süreleri için durağan olmayan dağılımların daha uygun olduğu saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Frekans analizi, Durağan olmayan frekans analizi, Standart süreli yıllık maksimum yağışlar, Eğilim, Genelleştirilmiş Ekstrem Değer dağılımı

NON STATIONARY FREQUENCY ANALYSIS OF STANDART DURATION ANNUAL MAXIMUM PRECIPITATION IN AEGEAN REGION

ABSTRACT

The construction of water structures is a high-cost and long-lasting, laborious process. Frequency analysis of extreme hydrological events (such as downpours), which should be taken into account during the design and planning of these structures, falls into the priority field of work of water engineers. In recent years, precipitation has spotted to become irregular as a result of global warming, the effect of which has occurred due to increasing climate change. Since the trends in precipitation, disrupt the characteristics of stationarity, non stationary containing time-varying parameters should be used in modeling extreme precipitation

In this study, modelling of precipitation processes under the non-stationary conditions, as a consequence of the climate change, was carried out by using different probability distribution functions. Within the scope of the study, which was modelling Standard annual maximum precipitation data, trend tests were applied first. Regardless of the test results, Generalized Extreme Value (GEV) distributions with both stationary and non-stationary parameters were fitted to the data received from stations for different periods of time. GEV distribution parameters, goodness of the fit of the distributions and the precipitations expected to occur during various return periods were calculated via the exTremes and ismev packages in the R Studio open source software. As a result of the study, it was found that non-stationary distributions are more suitable for precipitation periods where the trend is observed.

Keywords: Frequency analysis, Non stationary frequency analysis, Standart duration annual maximum precipitation, Trend, Generalized Extreme Value distribution

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	vii
BÖLÜM BİR – GİRİŞ.....	1
1.1 Çalışmanın Amacı.....	1
1.2 Çalışmanın Kapsamı.....	2
BÖLÜM İKİ – MEVCUT ÇALIŞMALAR.....	3
BÖLÜM ÜÇ – YÖNTEM.....	12
3.1 Eğilim Testleri.....	12
3.1.1 Regresyon Analizi.....	12
3.1.2 Mann Kendall.....	13

3.1.3 Spearman's Rho Testi.....	14
3.2 Olasılık Dağılım Fonksiyonları ve Parametre Tahminleri.....	15
3.2.1 Genelleştirilmiş Ekstrem Değer (GEV) dağılım modeli.....	15
3.2.2 Modellerin Seçimi.....	16
BÖLÜM DÖRT – VERİLER.....	18
BÖLÜM BEŞ – BULGULAR.....	27
5.1 Eğilim Testleri Sonuçları.....	29
5.2 Muhtelif Tekerrür Aralıkları İçin Tasarım Yağış Değerleri.....	37
BÖLÜM ALTI – SONUÇLAR VE GENEL DEĞERLENDİRME.....	61
KAYNAKLAR.....	63

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 4.1 Meteoroloji Genel Müdürlüğü yağış gözlem istasyonları konumları.....18



TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1 GEV dağılımları parametre modellemeleri.....	16
Tablo 4.1 Meteoroloji Genel Müdürlüğü yağış gözlem istasyonları.....	18
Tablo 4.2 Aydın meteoroloji istasyonu standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri ve temel istatistikleri.....	19
Tablo 4.3 Balıkesir meteoroloji istasyonu standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri ve temel istatistikleri.....	20
Tablo 4.4 Denizli meteoroloji istasyonu standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri ve temel istatistikleri.....	21
Tablo 4.5 İzmir meteoroloji istasyonu standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri ve temel istatistikleri.....	22
Tablo 4.6 Kütahya meteoroloji istasyonu standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri ve temel istatistikleri.....	23
Tablo 4.7 Manisa meteoroloji istasyonu standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri ve temel istatistikleri.....	24
Tablo 4.8 Muğla meteoroloji istasyonu standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri ve temel istatistikleri.....	25
Tablo 4.9 Aydın meteoroloji istasyonu standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri ve temel istatistikleri.....	26
Tablo 5.1 Eğilim görülen yağış süreleri için en uygun dağılımlar.....	27
Tablo 5.2 Eğilim görülmeyen yağış süreleri için en uygun dağılımlar.....	28
Tablo 5.3 Aydın istasyonu eğilim testleri sonuçları.....	29
Tablo 5.4 Balıkesir istasyonu eğilim testleri sonuçları.....	30

Tablo 5.5 Denizli istasyonu eğilim testleri sonuçları.....	31
Tablo 5.6 İzmir istasyonu eğilim testleri sonuçları.....	32
Tablo 5.7 Kütahya istasyonu eğilim testleri sonuçları.....	33
Tablo 5.8 Manisa istasyonu eğilim testleri sonuçları.....	34
Tablo 5.9 Muğla istasyonu eğilim testleri sonuçları.....	35
Tablo 5.10 Uşak İstasyonu eğilim testleri sonuçları.....	36
Tablo 5.11 Aydın istasyonu GEV dağılımına ait sonuçlar.....	37
Tablo 5.12 Aydın istasyonu durağan olmayan GEV 1 dağılımına ait sonuçlar.....	38
Tablo 5.13 Aydın istasyonu durağan olmayan GEV 2 dağılımına ait sonuçlar.....	38
Tablo 5.14 Aydın istasyonu durağan olmayan GEV 3 dağılımına ait sonuçlar.....	39
Tablo 5.15 Aydın istasyonu GEV dağılımlarına ait AIC ve BIC değerleri.....	39
Tablo 5.16 Balıkesir istasyonu GEV dağılımına ait sonuçlar.....	40
Tablo 5.17 Balıkesir istasyonu durağan olmayan GEV 1 dağılımına ait sonuçlar....	41
Tablo 5.18 Balıkesir istasyonu durağan olmayan GEV 2 dağılımına ait sonuçlar....	41
Tablo 5.19 Balıkesir istasyonu durağan olmayan GEV 3 dağılımına ait sonuçlar....	42
Tablo 5.20 Balıkesir istasyonu GEV dağılımlarına ait AIC ve BIC değerleri.....	42
Tablo 5.21 Denizli istasyonu GEV dağılımına ait sonuçlar.....	43
Tablo 5.22 Denizli istasyonu durağan olmayan GEV 1 dağılımına ait sonuçlar.....	44
Tablo 5.23 Denizli istasyonu durağan olmayan GEV 2 dağılımına ait sonuçlar.....	44
Tablo 5.24 Denizli istasyonu durağan olmayan GEV 3 dağılımına ait sonuçlar.....	45
Tablo 5.25 Denizli istasyonu GEV dağılımlarına ait AIC ve BIC değerleri.....	45
Tablo 5.26 İzmir istasyonu GEV dağılımına ait sonuçlar.....	46

Tablo 5.27 İzmir istasyonu durağan olmayan GEV 1 dağılımına ait sonuçlar.....	47
Tablo 5.28 İzmir istasyonu durağan olmayan GEV 2 dağılımına ait sonuçlar.....	47
Tablo 5.29 İzmir istasyonu durağan olmayan GEV 3 dağılımına ait sonuçlar.....	48
Tablo 5.30 İzmir istasyonu GEV dağılımlarına ait AIC ve BIC değerleri.....	48
Tablo 5.31 Kütahya istasyonu GEV dağılımına ait sonuçlar.....	49
Tablo 5.32 Kütahya istasyonu durağan olmayan GEV 1 dağılımına ait sonuçlar....	50
Tablo 5.33 Kütahya istasyonu durağan olmayan GEV 2 dağılımına ait sonuçlar....	50
Tablo 5.34 Kütahya istasyonu durağan olmayan GEV 3 dağılımına ait sonuçlar....	51
Tablo 5.35 Kütahya istasyonu GEV dağılımlarına ait AIC ve BIC değerleri.....	51
Tablo 5.36 Manisa istasyonu GEV (durağan) dağılımına ait sonuçları.....	52
Tablo 5.37 Manisa istasyonu durağan olmayan GEV 1 dağılımına ait sonuçlar.....	53
Tablo 5.38 Manisa istasyonu durağan olmayan GEV 2 dağılımına ait sonuçlar.....	53
Tablo 5.39 Manisa istasyonu durağan olmayan GEV 3 dağılımına ait sonuçlar.....	54
Tablo 5.40 Manisa istasyonu GEV dağılımlarına ait AIC ve BIC değerleri.....	54
Tablo 5.41 Muğla istasyonu GEV (durağan) dağılımına ait sonuçları.....	55
Tablo 5.42 Muğla istasyonu durağan olmayan GEV 1 dağılımına ait sonuçlar.....	56
Tablo 5.43 Muğla istasyonu durağan olmayan GEV 2 dağılımına ait sonuçlar.....	56
Tablo 5.44 Muğla istasyonu durağan olmayan GEV 3 dağılımına ait sonuçlar.....	57
Tablo 5.45 Muğla istasyonu GEV dağılımlarına ait AIC ve BIC değerleri.....	57
Tablo 5.46 Uşak istasyonu GEV dağılımına ait sonuçlar.....	58
Tablo 5.47 Uşak istasyonu durağan olmayan GEV 1 dağılımına ait sonuçlar.....	59
Tablo 5.48 Uşak istasyonu durağan olmayan GEV 2 dağılımına ait sonuçlar.....	59

Tablo 5.49 Uşak istasyonu durağan olmayan GEV 3 dağılımına ait sonuçlar.....60

Tablo 5.50 Uşak istasyonu GEV dağılımlarına ait AIC ve BIC değerleri.....60



BÖLÜM BİR

GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Amacı

Suyun dünya üzerindeki dağılımını, özelliklerini ve çevrimini inceleyen bir bilim olan hidroloji, su kaynaklarının geliştirilmesi ve daha verimli kullanılması konusunda yapılan çalışmaları içermektedir. Hidroloji ile ilgili yapılan araştırmalarda özellikle yağış verilerinin incelenmesi oldukça önemlidir. Hidrolojik çevrimin ana unsuru olan yağış süreçlerinin modellenmeleri ve periyodik ve rastgele bileşenlerinin belirlenmesi hidroloji mühendislerinin başlıca çalışma alanlarından biridir.

Sanayi devriminden sonra dünyanın iklimi değişmeye başlamış ve iklim değişikliğine bağlı küresel ısınma sürecine girilmiştir. Atmosfere salınan sera gazlarının etkisiyle yeryüzü ve su kütlelerinin ortalama sıcaklıklarında artış görülmüş ve bazı bölgelerde kuraklaşma, bazı bölgelerde ise ekstrem yağışlara bağlı taşkınlar ortaya çıkmıştır. Yağışlarda mevsimlere göre mevcut dağılımın bozulduğu bu gibi durumlarda mühendislik planlamaları bu çerçevede yapılmalıdır (Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, 2007).

İklim değişikliğine bağlı olarak, incelenen hidrolojik süreçlerde durağanlığın bozulmasının temel nedenlerinden biri yağışlarda artan/azalan eğilim gözlenmesidir. Türkiye’de yağışlarla ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, yıllık yağışların azalma eğilimi içinde olduğu ve kurak dönemlerin sayısının 1970’den sonra arttığı görülmektedir (Türkeş,1996). Bu nedenle, özellikle modelleme yapılırken veri analizinin ayrılmaz parçalarından biri eğilim analizleri olmalıdır. Ancak, bu adımdan sonra hidrolojik sürecin olasılık modelinin durağan veya durağan olmayan kabuller altında belirleneceği ortaya konulabilmektedir.

Zaman serilerinin durağan (durağan) olmaları, zaman içinde ortalamalarının ve varyanslarının sabit olması ve iki zaman anındaki değişkenler arasındaki kovaryansın sadece değişkenler arasındaki gecikmeye bağlı olup zamana bağlı olmaması anlamına gelmektedir (Başkaya Aytekin, 2012). Fakat iklim değişikliği sonucu yağışlar kalıcı olarak azalma veya artma eğilimi gösterince durağanlık özellikleri bozulmuştur.

Ekstrem yağışların modellendiği pek çok çalışmada, incelenen zaman serilerinin varyanslarında ve ortalamalarında değişimler tespit edilmektedir. Katz ve Brown'a göre, ekstrem yağışların görülme sıklığına etki eden en önemli parametre varyanslardaki değişimdir. Öyle ki şiddetli bir yağışın görülme olasılığı varyansta görülen ufak bir değişime karşı oldukça duyarlıdır (Katz ve Brown, 1992). Ekstrem yağışların modellemelerinde durağanlık kabulünün bozulması sonucu devreye durağan olmayan istatistiki parametreler girmiştir. Durağan olmayan durumda zaman serilerinin temel istatistiki parametreleri, zamana ve/veya diğer değişkenlere bağlı şekilde değişmektedir.

Bu çalışmada Ege Bölgesindeki merkez meteoroloji istasyonlarından alınan 5,10,15 ve 30 dakikalık ve 1,2,3,4,5,6,8,12,18 ve 24 saatlik gözlenmiş standart süreli yıllık maksimum yağış (SSMY) verilerine önce parametrik (Student t testi) ve parametrik olmayan (Mann Kendall ve Spearman's Rho testleri) eğilim testleri uygulanmış, ardından verilere durağan ve durağan olmayan kabulleriyle olasılık dağılım fonksiyonları uydurulup tasarım yağışı değerleri elde edilmiştir. Son olarak süreci temsil eden en uygun modele karar verebilmek için Akaike ve Bayes Bilgi Kriterlerine bakılmıştır. Burada hedeflenen, iklim değişikliğine bağlı olarak değişmesi beklenen yağış süreçlerini gerçeğe yakın olarak hesaplamaktır.

1.2 Çalışmanın Kapsamı

Bu çalışmada Ege Bölgesindeki il Merkezlerindeki uzun süreli gözlemlere sahip meteoroloji istasyonlarından alınan standart süreli maksimum yağış verileri kullanılarak önce parametrik ve parametrik olmayan testlerle eğilim analizleri gerçekleştirilmiş; ardından bu verilere durağan ve durağan olmayan parametrelerle olasılık dağılım fonksiyonu uydurup, muhtelif dönüş süreleri için yağış miktarı tahminleri yapılmıştır.

Çalışma kapsamında il merkezlerinde bulunan, uzun süreli gözleme sahip meteoroloji istasyonlarından alınan veriler kullanılmıştır. Eksik veri gözlenen yıllar için, bir önceki ve bir sonraki yıllara ait standart süreli maksimum yağış değerlerinin ortalaması alınarak böylece kesintisiz gözlem serileri elde edilmiştir.

BÖLÜM İKİ

MEVCUT ÇALIŞMALAR

Ekstrem yağışların durağan olmayan frekans analizi ve eğilim analizi ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalardan başlıcaları şöyledir:

Katz, Parlange ve Naveau (2002), Hidrolojide Ekstrem Değerlerin İstatistikleri adlı çalışmalarında, ekstrem değerlerin istatistiksel teorisiyle ilgili günümüzde hangi gelişmelerin yaşandığını ve ekstrem değerlerle ilgili fiziksel olarak anlamlı istatistiki modellerin nasıl kurulabileceğini araştırmışlardır. Çalışmanın ana konusu, ekstrem değerlerin, maksimum olabilirlik parametreleri ile iklimsel değişkenlerin (eğilimler, siklonlar ya da El Nino gibi fiziksel değişkenler) varlığında modellenmesidir. Çalışmadan çıkarılan sonuçlar şöyledir: L-Momentler yöntemine kıyasla Maksimum Olabilirlik yöntemi özellikle iklimsel değişkenler de devrede ise parametre tahmininde daha başarılıdır. Hidrolojik ekstremlerin tahmininde belirsizlikler Bayesian Metodu kullanılarak giderilebilir ve gelecekte hidrolojik zaman serilerinin modellenmesinde, bugüne kadar ekstremlerin modellenmesiyle ilgili keşfedilen yeni bilgilerle geleneksel stokastik modelleri birleştiren kompozit modeller kullanılacaktır.

Khalid, Ouarda, Ondo, Gachon ve Bobe (2006) Bağımlı ve/veya durağan olmayan hidro-meteorolojik gözlemlerin frekans analizleri isimli çalışmalarına parametrik frekans analizi kavramını tanımlayarak giriş yapmışlardır. Onlara göre frekans analizi, gözlem serilerine gelecekte görülme olasılıklarını ve dönüş sürelerini bulabilmek için olasılık dağılım fonksiyonu uydurmaktır. Bu adımda gözlemlerin bağımsız ve durağan olmaları temel koşul olarak kabul edilmektedir. Ne var ki iklim değişikliği sonucu analiz edilen hidro-meteorolojik gözlemlerin durağan olma özellikleri değişmiştir. Durağan olmayan gözlem değerlerinde rastlanan eğilim, klasik dönüş süresi hesabını geçersiz kılmaktadır. Bu nedenle Khalid ve diğerleri gözlem serilerindeki eğilimin giderilmesini önermişlerdir. Fakat bu sefer gözlem verilerinin yapısının değişmiştir. Çözüm olarak zaman ve iklim indeksleri gibi değişkenlerin, dağılımların parametrelerine katılması ve parametrelerin maksimum olabilirlik yöntemi ile hesaplanması önerilmektedir.

Sugahara, Da Rocha, ve Silveira 'nın (2009) Brezilya'nın Sao Paulo kenti için gerçekleştirdikleri ve ekstrem yağışların durağan olmayan analizinin yapıldığı çalışmalarında, 1933-2005 arası günlük yağış verileri kullanılmıştır. Zaman serileri oluşturulurken Eşik Üstü Pikler yöntemi kullanılmış ve dört farklı aşılma olasılığı için eşik değerler belirlenip dört ayrı dağılım modeli oluşturulmuştur (GPD 1, GPD 2, GPD 3 ve GPD 4). Genel Pareto Dağılımının kullanıldığı çalışmada parametreler, Maksimum Olabilirlik yöntemi ile tahmin edilmiştir. Temel istatistiki parametreler ise zamana göre değişecek şekilde modellenmiştir. En uygun modelin GPD 3 modeli (ölçek parametresinde %98 güven seviyesi için doğrusal eğilim gözlenen model) olduğuna, yeniden ölçeklendirilmiş Akaike Bilgi Kriteri ile ikinci dereceden yanlılık düzeltilmesi sonucu karar verilmiştir. Sonuçta özellikle yüksek aşılma olasılığı değerleri için yağışların yüksekliğinde ve şiddetinde artış tespit edilmiştir.

Trambley, Neppel ve Carreau (2011), Güney Fransa'daki 44 meteoroloji istasyonundan aldıkları ve 1958-2008 yıllarını kapsayan günlük yağış verilerini kullanarak gerçekleştirdikleri çalışmalarında ekstrem yağışların frekans analizini iklimsel değişkenleri göz önüne alarak gerçekleştirmişlerdir. Eşik üstü pikler yöntemi ile oluşturulan zaman serilerinde eşik değer olarak 100 mm'lik yağış yüksekliği seçilmiştir. Bu değeri aşan her yağış verisi ekstrem yağış olarak sınıflandırılmıştır. Bağımsız bir zaman serisi elde etmek için birbirini takip eden eşik üstü pik değerler arasında en az iki gün olmasına dikkat edilmiştir. Toplamda 168 eşik üstü pik değerle frekans analizi gerçekleştirilmiştir. Poisson dağılımı (PD) ve Genel Pareto (GP) dağılımları kullanılarak hem durağan hem de durağan olmayan model parametreleri maksimum olabilirlik yöntemi kullanılarak tahmin edilmiştir. Durağan olmayan modelin parametreleri iklim değişkenlerine bağlı olarak değişmektedir. Durağan olan modelin parametreleri ise sabit kalmaktadır. Modellerin karşılaştırılması sapma istatistiği testi ile gerçekleştirilmiş ve durağan olmayan model, gerçek verileri temsil etmede daha başarılı bulunmuştur. Çalışmada frekans analizine eklenen iklim değişkenleri şunlardır: EDF-2006 şiddetli yağış sipnotik desen sınıflandırması, günlük, aylık ve yıllık zaman dilimlerini baz alarak atmosferik değişkenler için NCEP/NCAR reanaliz verisi, Akdeniz Salınım İndeksi ve deniz yüzeyi sıcaklık verisi. Bulgular göstermektedir ki PD için bazı iklimsel değişkenler ve şiddetli yağışların sıklığı arasında bağlantı vardır. Bu değişkenler havadaki ve deniz suyu sıcaklığındaki

siklonik desen sınıflandırmasından WP4 ve WP7 frekanslarıyla ilişkili nem değişimidir. GP dağılımı için ise aylık zaman dilimi için NCEP/NCAR reanaliz verileri kullanılarak gerçekleştirilen modellemede şiddetli yağışların sıklığında anlamlı bir artış tespit edilmiştir. Sonuç olarak durağan olmayan modeller, hidrolojik olayları modellemede durağan olan modellere göre daha başarılı olmuştur.

Salas ve Obeysekera (2013), Ekstrem hidrolojik olayların dönüş süreleri ve riskleri gibi konseptleri durağan olmayan koşullar altında modellemeye yarayacak araçlardan bahsettikleri çalışmalarına iklim değişikliğinin hidrolojik olaylara etkisini açıklayarak başlamışlardır. Onlara göre hidrolojik olayların kayıtlarında eğilimler ve kaymalar (shifts) görülebilmektedir. Nehir havzalarında insan müdahaleleri, iklim sistemindeki değişiklikler (Pasifik Decadal Salınım İndeksi gibi) ve artan sera gazı salınımı iklim değişikliğine neden olan başlıca faktörlerdir. İklimin değişmesiyle birlikte ekstrem taşkınların (yağışların) şiddetlerinde ve dönüş sürelerinde değişiklikler meydana gelmiştir. Bunun üzerine bilim insanlarınca durağan olmayan yağış ve taşkın modellemelerinin oluşturulmasına yönelik öneriler geliştirilmiştir. Bir model durağan olmayacak şekilde dört yolla modellenebilmektedir. Birinci yol, olasılık dağılım modeli parametrelerini zamanın bir fonksiyonu olarak (eğilim içerecek şekilde) tanımlamaktır. İkinci yol, stokastik modeli kayan (shifting) desenleri (pattern) içerecek şekilde tasarlamaktır. Üçüncü yol, iklimsel değişkenler ve/veya diğer değişkenleri de modele dahil etmektir. Dördüncü yol ise diğer yöntemlerin de yer aldığı kompozit modeller kurmaktır. Durağan olmayan modeller kurulup, ekstrem hidrolojik olayların analizleri buna göre gerçekleştirildiğinde hidrolik yapıların ekonomik ömürleri boyunca gerçekleşecek ekstrem hidrolojik olayların risklerine karşı daha uygun önlemler alınabileceği de çalışmada belirtilmiştir.

Gül, Aşıkoğlu, Gül, Yaşoğlu ve Benzedden (2014) taşkınlarda durağan olmayan davranışı inceledikleri çalışmalarında, ekstrem taşkın verilerinde süre arttıkça durağan olmayan özelliğin daha belirgin olarak gözlemlendiğini bulmuşlardır. GEV-CDN yöntemiyle durağan olmayan frekans analizinin gerçekleştirildiği çalışmada, lokasyon parametresinin zamana bağlı olarak değiştiği durağan olmayan model en iyi performansı göstermiştir.

Aşıkoğlu ve Çiftlik (2015) Ege Bölgesinde gözlenen yağışlara eğilim testleri uyguladıkları çalışmalarında, DSI ve DMI'ye ait 47 istasyonun yıllık yağış verilerinde parametrik Student t testine göre 15 istasyonda, Mann Kendall ve Spearman's Rho testine göre ise 14 istasyonda azalış eğilimi tespit etmişlerdir.

Çakmak ve Baran'ın (2015) yaptığı yıllık toplam yağışlar için gerçekleştirilen çalışmada, eğilim testlerinde havza genelinde kurak/sulak dönemlerin belirlenebilmesi için DSI VE DMI istasyonlarında gözlemlenen yağışlar değerlendirilerek eğilim analizi yapılmıştır. Verileri irdelenen 40 yağış gözlem istasyonundan beşinde (Yavaşlar, Kemer Barajı, Kırıkköy, Yeşiloba, Burhaniye) azalış eğilimi, ikisinde (Topçam Barajı, Kuyucak) ise artış eğilimi gözlenmiştir. Artış eğilimi gösteren istasyonların aylık yağışlarında bir artış belirlenmemiştir. Aylık yağışlarda eğilim görülen istasyonların üçünde (Yavaşlar, Kırıkköy, Yeşiloba) ise, özellikle Aralık, Ocak ve Haziran aylarında azalış gözlenmiştir.

Vasiliades, Galiatsatou ve Loukas (2015), iklimsel değişkenleri kullanarak yıllık maksimum yağışların durağan olmayan frekans analizini yaptıkları çalışmalarına, hidrolojik verilerin iklim değişikliği ve insan müdahaleleri sonucu durağan olmayan bir karakteristiğe büründüklerinin altını çizerek başlamışlardır. Yunanistan ve Kıbrıs'taki meteoroloji istasyonlarından alınan yıllık maksimum yağış değerlerinden oluşturulmuş zaman serilerine GEV dağılımının uydurulduğu çalışmada, dağılım parametreleri iklimsel değişkenlere bağlı olarak tanımlanmış ve Koşullu Yoğunluk Ağı (CDN) yöntemi ile tahmin edilmiştir. Buna göre eğer bir değişken bile zamana bağlı olarak değişirse GEV-CDN modeli durağan olmayan ekstrem değer analizini (EVA) gerçekleştirebilir. Hibrit modelin parametreleri maksimum olabilirlik yöntemi ile Quasi - Newton BFGS algoritması kullanılarak tahmin edilmiş, modellerin uygunluğu küçük örneklem düzeltimi ile Akaike Bilgi Kriteri veya Bayesian Bilgi Kriteri ile kontrol edilmiştir. Her bir meteoroloji istasyonu için durağan ve durağan olmayan parametrelerle GEV dağılımı ve doğrusal ve doğrusal olmayan inşaa ile CDN modeli, farklı iklimsel değişkenlerle kombinasyon yapılacak şekilde denenmiş ve en uygun model bulunmaya çalışılmıştır. Çalışmada kullanılan iklimsel değişkenler şunlardır: Güney Salınım İndeksi (SOI), El-Nino Güney Salınım İndeksi (ENSO), Pasifik Decadal Salınım İndeksi (PDO), Akdeniz Salınım İndeksi (MOI) ve Kuzey

Atlantik Salınım İndeksidir (NAOI). Sonuçta iklimsel değişkenlerin farklı kombinasyonlarına göre her bir yağış istasyonu için en uygun model çıkarılmış ve gelecekteki ekstrem yağış değerleri tahminlerinin bu modeller kullanılarak yapılması önerilmiştir.

Gao, Huang, Chen, Chen ve Liu (2016), Çin'in Güneydoğu kıyı bölgesinde ekstrem yağışların görülme riskini durağan olmayan koşullar için modellemişlerdir. Onlara göre, şiddetli yağışların görülme riski incelenen zaman serilerinin ortalama ve varyanslarındaki değişimlerle yakından ilişkilidir. Ortalamada görülen ufak bir değişim, şiddetli yağışların görülme olasılığını arttırmaktadır. Çin'in Güneydoğu kıyı bölgesinde yer alan 86 meteoroloji istasyonundan alınan günlük yağış verileri ile gerçekleştirilen çalışmada outlier değer ihtimalini ortadan kaldırmak için R99 (yüzde 99 aşılması olasılığı değerine karşılık gelen) yağış yüksekliği maksimum yağış yüksekliği olarak zaman serisine alınmıştır. Zaman serilerinin varyans ve ortalamalarındaki değişimleri saptamak için parametrik olmayan Mann-Kendall (MK) eğilim testi uygulanmıştır. İklim değişikliği faktörünü çalışmaya dahil edebilmek için 10 büyük ölçekli sirkülasyon modeli (iklim değişikliğindeki doğal etmenleri temsil etmesi için) ve dört sera gazı emisyonu (iklim değişikliğindeki insani etkileri temsil etmesi için) analize eklenmiştir. GAMLSS, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki doğrusal, doğrusal olmayan, parametrik ve parametrik olmayan ilişkileri dağılım fonksiyonları yardımıyla açıklamaya yarayan bir istatistiksel modeldir. Bağımlı değişken R99 zaman serisi iken bağımsız değişkenler iklimsel değişkenlerdir. Her bir istasyon verisi için durağan ve durağan olmayan pek çok dağılım denenmiş, her birinin uygunluğu test edilmiştir. Ardından en uygun dağılımın parametreleri kullanılarak ekstrem yağış miktarları 2 yıllık ve 100 yıllık dönüş süreleri için tahmin edilmiştir. Sonuçlara göre GAMLSS modeli uygulanmadan önce R99 zaman serilerine MK eğilim testi uygulanmış ve yirmiden fazla istasyonda %95 güven seviyesi için artma ve azalma eğilimleri tespit edilmiştir. Sonuç olarak ekstrem yağışların risk analizi, iklim değişikliği faktörü (insan etkileri de dahil) göz önünde bulundurularak durağan olmayan yöntemlerle GAMLSS aracılığı ile gerçekleştirilmiş ve varyans ve ortalamanın değişiminde iklim değişikliğinin doğal etmenlerinin, insan etkilerinden daha büyük rol oynadığı ortaya çıkarılmıştır.

Wi, Valdés , Steinschneider ve Kim (2016), Güney Kore’de 65 yağış istasyonundan aldıkları 1, 6, 12 ve 24 saatlik yağış verilerini kullanarak, eşik üstü pikler ve yıllık gözlenmiş maksimum yağış değerleri yöntemleri ile zaman serileri elde etmişlerdir. Her iki yöntemle elde edilen zaman serilerine parametrik olmayan Mann-Kendall testi uygulanmış ve pek çok yağış istasyonu için, özellikle eşik üstü pikler yöntemi kullanılarak oluşturulan zaman serilerinde daha belirgin olmak üzere, eğilim tespit edilmiştir. Durağan olmayan ve zamana bağlı olarak değişen istatistiki model parametreleriyle Genelleştirilmiş Ekstrem Değer Dağılımı (GEV) ve Genelleştirilmiş Pareto Dağılımı (GPD) tüm zaman serilerine uygulanmış ve model uygunlukları Kantil-Kantil grafikleri ile sınanmıştır. Eşik üstü pikler ile oluşturulan zaman serilerinden daha iyi performans almak için GPD dağılımı Homojen Olmayan Poisson dağılımı ile kombinlenerek kompozit bir model oluşturulmuştur. Durağan olmayan dağılımlarla karşılaştırma yapabilmek için tüm zaman serilerine durağan model parametreleri ile GEV ve GPD dağılımları uygulanmıştır. Karşılaştırmalar göstermiştir ki, eşik üstü pikler kullanılarak oluşturulan modellerden türetilen tasarım yağış değerleri yıllık gözlenen maksimum yağış değerleri kullanılarak oluşturulan modellerden türetilen tasarım yağış değerlerinden genellikle daha küçük olmuştur. Buna karşılık hem eşik üstü pikler de hem de yıllık gözlenen maksimum yağış değerleriyle oluşturulan zaman serilerine uygulanan durağan olmayan modellerden elde edilen tasarım yağışı değerleri, aynı zaman serilerine uygulanan durağan modellerden elde edilen tasarım yağışı değerlerinden daha büyük olmuştur. Bu durum durağan modellerle türetilen verilere dayalı tasarım yaklaşımının hatalı olabileceğini göstermektedir.

Razmi, Golian ve Zahmatkesh (2017) New York şehrinin kıyı kesimlerindeki ekstrem su seviyelerinin (günlük maksimum yağışlar ve ani ekstrem yağışlar) durağan olmayan frekans analizini gerçekleştirmişlerdir. Yıllık gözlenen maksimum yağış ve Eşik Üstü Pikler yöntemleri ile oluşturulmuş zaman serilerine eğilim varlığını tespit etmek için Mann Kendall, verilerdeki durağanlığı tespit etmek için Arttırılmış Dickey Fuller testi (ADF) ve Kwiatkowski –Phillips- Schmidt- Shin (KPSS) testi (H_0 hipotezi eğilim var veya ortalama etrafında durağan, H_1 hipotezi ise durağan olmayan davranışın varlığına işaret etmektedir) uygulanmıştır. Verilere durağan olan ve olmayan GEV ve GPD dağılımlarının uydurulduğu çalışmada, dağılım parametreleri

Maksimum Olabilirlik ve Zorlanmış Maksimum Olabilirlik yöntemleri ile tahmin edilmiştir. Modellerin uygunlukları Akaike Bilgi Kriteri ile test edilmiş ve Eşik üstü pikler yöntemi ile oluşturulmuş zaman serilerine uydurulan durağan olmayan dağılımların farklı dönüş periyodları için daha büyük tasarım yağış değerleri verdiği tespit edilmiştir. Buna ek olarak aynı dağılımın uydurulduğu fakat farklı parametre tahmin yöntemlerinin uygulandığı zaman serilerinin, değişik dönüş periyodları için farklı tasarım yağış değerleri verdiği gözlenmiştir.

Nashwan, Ismail ve Ahmed (2019) Malezyanı'nın Yarımada bölgelerinde 22 yağış istasyonundan alınan saatlik yağış verilerini kullanarak yaptıkları çalışmalarında ekstrem yağışlar için durağan olmayan frekans analizi gerçekleştirmişlerdir. Arttırılmış Dickey-Fuller Testi serilerdeki durağanlığın değerlendirilmesi için kullanılmıştır. Ekstrem yağış zaman serilerine GEV, GP ve Gumbel dağılımları uydurulmuş, Kolmogorov-Smirnov (KS) testine göre en iyi sonuç veren dağılım GEV olmuştur. Dağılım parametreleri Maksimum Olabilirlik yöntemi ile tahmin edilmiştir. Olasılık-Olasılık ve Kantil-Kantil eğrileri dağılım uygunluğunu sınamak için kullanılmıştır. Sonuçta 1-2-3-10-12-24-48 ve 72 saatlik yağışlar için 2-10-25-50 ve 100 yıllık dönüş süreleri hesaplanarak pek çok istasyonun maksimum yağış değerinde artış tespit edilmiştir. Son olarak yağışlarda tespit edilen ve durağan olmayan artış değerleri haritaya işlenmiştir.

Vu ve Mishra (2019), Amerika Birleşik Devletlerinde yakın zamanda meydana gelen ekstrem yağışların durağan olmayan frekans analizini yaptıkları çalışmalarında, iklim değişikliğine bağlı olarak ekstrem yağışların karakteristiklerinin değiştiğini belirtmişlerdir. Özellikle son yıllarda dönüş süresi 1000 sene olan alışılmadık ekstrem yağışlar tespit edilmiştir. Bu çalışmada 1-3 ve 5 günlük süreler için yakın zamanda meydana gelmiş ekstrem yağışların durağan olmayan davranışları araştırılmıştır. Durağan olmayan davranış modellenirken, modele zaman, en yüksek sıcaklık, ortalama sıcaklık ve El Nino Güney Salınım İndeksi (ENSO) gibi değişkenler eklenmiştir. Olasılık dağılım fonksiyonu olarak zamana bağlı olarak değişen parametrelerle GEV seçilmiştir. Sonuçta durağan analizle karşılaştırıldığında durağan olmayan analizde çok daha düşük dönüş sürelerinin çıktığı görülmüştür.

Lee, Choi, Won ve Kim'in (2020) Güney Kore'de eşik üstü pik değerini geçen günlük yağışlardan oluşturulmuş zaman serilerinin durağan olmayan frekans analizinin belirsizliğini inceledikleri çalışmalarında, olasılık fonksiyonlarındaki belirsizliğin daha çok seçilen olasılık fonksiyonunun dağılım parametrelerinin tahminindeki belirsizlikten kaynaklandığını belirtmişlerdir. Çalışmada zaman serilerine, iklimsel değişkenlerin dahil edildiği GP dağılımı uydurulmuştur. Hava yüzeyi sıcaklığı ve çiy noktası (dew point) sıcaklığının değişkenler olarak dahil edildikleri modellerin en uygun modeller oldukları sonucuna varılmıştır. Tasarım yağışlarının kantillerinin belirsizliği Markov Zincirli Monte Carlo (MZMC) yöntemi ile test edilmiştir. Sonuçta iklimsel değişkenlerin ekstrem değerlerinin dahil edildiği modellerde güven aralığı genişliğinin çok arttığı görülmüştür. Buna çözüm olarak farklı aşılama olasılıkları için karşılık gelecek şekilde iklimsel değişkenlere referans değer atayan bir yöntem önerilmiştir. Sonuçlar göstermiştir ki iklimsel değişkenlere referans değer atamak model performansını önemli ölçüde arttırmakta ve belirsizliği azaltmaktadır.

Ouarda, Charron, ve St-Hilaire (2020) durağan ve durağan olmayan modellerin yağış frekans analizlerinin belirsizlikleri başlıklı çalışmalarında durağan olmayan modellerin kompleks yapılarından ötürü belirsizliklerinin artacağı varsayımından hareketle durağan ve durağan olmayan frekans analizi modellerini objektif kriterleri baz alarak belirsizlikler açısından karşılaştırmışlardır. Birleşik Arap Emirliklerinden elde edilen yağış verilerine uygulanan Mann-Kendall testi, yağışlarda azalma (bazı bölgelerde artma) eğiliminin olduğunu dolayısıyla durağan olmayan davranışın gözlemlendiğini saptamıştır. Çalışmada yıllık ve toplam maksimum yağışlara sırası ile GEV ve Gamma (G) Dağılımı uydurulmuştur. Sonuçlar durağan olmayan modellerle karşılaştırılmıştır. Modelleri durağan olmayan hale getirmek için zaman ve Okyanus Nino İndeksi (ONI) ve Kuzey Osilasyon İndeksi (NOI) değişkenler olarak modele dahil edilmiştir. Zaman değişkeni modele dahil edildiğinde modelin uygunluğunun azaldığı, iklimsel değişkenler modele dahil edildiğinde ise modelin uygunluğunun arttığı tespit edilmiştir. Buna karşılık özellikle iki ve daha fazla değişkenin dahil olduğu durağan olmayan modellerde belirsizliğin de büyük ölçüde arttığı gözlenmiştir. Modellerin güven aralıkları Parametrik Bootstrap Yöntemi ile belirlenmiş ve özellikle

yüksek aşılmama olasılıkları ve iki veya daha fazla değişkenin dahil olduğu durağan olmayan modellerde güven aralıkları geniş çıkmıştır.

Oruç (2021) Karadeniz Bölgesindeki 17 istasyondan aldığı 5,10,15 ve 30 dakikalık ve 1,3,6 ve 24 saatlik maksimum yağış verilerini kullanarak durağan olmayan frekans analizi gerçekleştirmiştir. GEV dağılımının yer ve şekil parametreleri zamana bağlı değişecek, ölçek parametresi ise sabit olacak şekilde düzenlenmiş ve durağan olmayan davranış, model uygunluklarına bakılarak tespit edilmiştir. Model uygunluklarını belirlemek için NNL (Negatif Log Olasılığı) kullanılmıştır. Durağan olmayan model performanslarının durağan olanlara göre hidrolojik süreçleri tahmin etmede daha başarılı olduğu sonucuna varılmıştır.

BÖLÜM ÜÇ

YÖNTEM

3.1 Eğilim Testleri

SSMY verilerine olasılık dağılım fonksiyonu uydurulmadan önce durağan olmayan davranışın saptanabilmesi için zaman serilerinin eğilim (trend) içerip içermedikleri kontrol edilmelidir (Razmi, Golian ve Zahmatkesh, 2017). Bu amaçla verilere, gidiş analizleri olarak bilinen ve parametrik olan student t testi ve parametrik olmayan Mann Kendall ve Spearman's Rho testleri %95 güven aralığına göre uygulanmıştır. Parametrik testler, veriler bağımsız ve normal dağılıma uyuyorsa parametrik olmayan testlere göre daha iyi sonuçlar vermektedir. Fakat hidrolojik zaman serileri için bu koşulları karşılamak çoğu zaman mümkün değildir. Ayrıca bu çalışma kapsamında kullanılan verilerin çarpıklık katsayılarının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu tür zaman serilerinde parametrik olmayan yöntemleri tercih etmenin daha iyi olduğu gösterilmiştir (Partal,2002).

3.1.1 Regresyon Analizi

Bir rastgele değişkenin değerini bir veya daha fazla sayıda rastgele değişkenlerin değerlerine bağlı olarak tahmin etmeye yarayan regresyon denkleminin belirlenmesine regresyon analizi denir. Doğrusal regresyonda, $y = a+bx$ şeklindeki regresyon denkleminde, b sabiti değişimin yönünü ve miktarını vermektedir. b'nin pozitif olması artan bir değişimi, negatif olması azalan bir değişimi ifade eder. b'nin sıfırdan çok farklı olmaması ise bir değişimin olmadığını gösterir. Regresyon analizi yapılan zaman serilerinde eğilimin varlığı, Student t test istatistiği ile tespit edilir (Bayazıt, 1981).

$$t=|r| * \left\{ \frac{N-2}{1-r^2} \right\}^{1/2} \quad (3.1)$$

X ve Y arasında, $\alpha = 0,05$ anlamlılık düzeyinde bir doğrusal bağımlılık bulunup bulunmadığı hesaplanan t değerinin v serbestlik derecesi dikkate alınarak $t_{\frac{\alpha}{2}, v}$ değeri ile karşılaştırılmasıyla belirlenir. Eğer $t > t_{\frac{\alpha}{2}, v}$ ise eğilim vardır sonucuna varılabilir (Bayazıt, 1981).

3.1.2 Mann Kendall

Hidro-meteorolojik zaman serilerinde meydana gelebilecek artma veya azalma yönündeki gidişlerin istatistiksel olarak anlamlılığı (eğilimin varlığı) parametrik ve parametrik olmayan testlerle tespit edilebilmektedir. Bu testlerden en sık kullanılanı parametrik olmayan Mann-Kendall testidir. Mann-Kendall testinde zaman serilerinin ortalamalarının zamanla değişip değişmediği ve değiştiyse ne yönde değiştiği görülebilmektedir (Razmi, Golian ve Zahmatkesh, 2017).

Mann Kendall testi $i= 1, \dots, n-1$ 'e kadar sıralanmış x_i veri setine ve $j=i+1, \dots, n$ 'e kadar sıralanmış olan bir x_j veri setine uygulanır. Test istatistiği S aşağıdaki ifade ile hesaplanır (Yue ve Wang, 2002).

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(x_j - x_i) \quad (3.2)$$

Denklemden n yıl olarak veri uzunluğudur.

Bu eşitlikteki $(x_j - x_i)$ değerinin işareti de aşağıdaki ifadeden bulunur

$$\text{sgn}(x_j - x_i) = \begin{cases} 1 & ; x_j > x_i \\ 0 & ; x_j = x_i \\ -1 & ; x_j < x_i \end{cases} \quad (3.3)$$

Asimptotik olarak, normal bir dağılıma sahip ve ortalaması sıfır olan test istatistiği S 'in varyansı aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır.

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad (3.4)$$

Eğer zaman serisinde benzer değerler (bağ durumu) varsa varyans hesabı aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır (Hirsch ve diğer.,1982).

$$\text{Var (S)} = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^p t_i(t_i-1)(2t_i+5)}{18} \quad (3.5)$$

Burada p veri setindeki bağıl grupların sayısı, t_i değeri i uzunluğundaki bir serideki bağıl gözlemleri göstermektedir.

Varyansı belirlenen Mann-Kendall testinin önemli olup olmadığı standart normal değişken z'nin hesaplanıp belirlenen çift yönlü güven ($\alpha = 0.01$ veya $\alpha = 0.05$) düzeylerine karşılık gelen normal dağılım tablosundaki standart z değerleriyle karşılaştırılmasıyla anlaşılır.

$$z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} ; S > 0 \\ 0 ; S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} ; S < 0 \end{cases} \quad (3.6)$$

Seçilen α anlamlılık seviyesinde hesap edilen z istatistiği değeri, normal dağılımın $z_{1-\alpha/2}$ değerinden büyük olduğu zaman eğilimin olmadığı şeklinde kurulan sıfır hipotezi (H_0) reddedilmektedir. Hesaplanan S değeri pozitif ise artan, negatif ise azalan bir eğilimin varlığı tespit edilmiş olur (Yu ve diğer., 1993).

3.1.3 Spearman's Rho Testi

Bu test, eğilim varlığının araştırılmasında hızlı ve basit bir test olup sıra istatistiklerine dayanmaktadır. Genelde iki gözlem serisi arasında anlamlı bir korelasyon olup olmadığını belirlemek amacıyla kullanılır. Sıra istatistiği $R(x_i)$ gözlemlerin küçükten büyüğe ya da büyükten küçüğe doğru sıralanması ile belirlenir ve Spearman's Rho testi değeri (r_s) aşağıdaki ifade ile hesaplanır (Yu ve diğer.,2002):

$$r_s = 1 - 6 \frac{[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2]}{n^3 - n} \quad (3.7)$$

$R(x_i)$ i. gözlemin sıra numarasını, i verilerin gözlem sırasını ve n toplam gözlem sayısını ifade eder. Hesaplanan r_s değeri tablodan kontrol edilerek istenen güven seviyesi için kritik r_s değeri ile karşılaştırılır. Eğer hesaplanan r_s , tablodan okunan kritik r_s değerinden büyükse gözlem değerlerinin zamanla değişmediği üzerine kurulan H_0 hipotezi reddedilir ve zaman serisinde belirli bir eğilim olduğu sonucuna varılır.

3.2 Olasılık Dağılım Fonksiyonları ve Parametre Tahminleri

Hidro-meteorolojik olayların görülme sıklığının (frekans) araştırıldığı analiz türüne frekans analizi denmektedir. Frekans analizinde grafik (frekans histogramları ve poligonları) veya analitik yöntemler kullanılabilmektedir. Analitik yöntemde önce gözlenmiş frekansları temsil edebilmesi için verilere olasılık dağılım fonksiyonları uydurulmakta daha sonra bu dağılım fonksiyonlarının parametre tahminleri yapılmaktadır. Analizin asıl amacı gözlenmesi beklenen en büyük değerleri kestirmek olduğu için tahminlerin güvenilirlikleri çeşitli testlerle sınanır.

Bu tez kapsamında standart süreli yıllık maksimum yağışlarla çalışıldığı için, literatürdeki diğer çalışmalar da referans alınarak verilere GEV dağılımı uydurulmuştur. Dağılım parametreleri, parametreler için uygunluk analizleri ile muhtelif yıllık dönüş sürelerinde olması beklenen yağışlar R Studio açık kaynak yazılımında exTremes ve ismev paketleri kullanılarak hesaplanmıştır.

3.2.1 Genelleştirilmiş Ekstrem Değer (GEV) Dağılım Modeli

GEV dağılımı Gumbel dağılımının birinci ikinci ve üçüncü hallerini kapsayan genelleştirilmiş bir matematiksel ifade şeklindedir. GEV dağılımının olasılık dağılım fonksiyonu aşağıda görüldüğü gibidir:

$$F(x) = \exp \left\{ - \left[1 - \frac{\kappa(x-\xi)}{\alpha} \right]^{1/\xi} \right\} \quad (3.8)$$

Yukarıda ifadesi verilen olasılık kütle fonksiyonunda ξ lokasyon parametresi, α ölçek parametresi ve κ de dağılımın şeklini belirleyen şekil parametresidir. $\kappa = 0$ olduğunda GEV dağılımı Gumbel dağılımına dönüşür. $|\kappa| < 0,3$ olduğunda ise GEV dağılımının genel şekli Gumbel dağılımına benzer. $\kappa > 0$ olduğunda dağılım $\xi + \alpha / \kappa$ ile ifade

edilebilen bir üst sınıra sahiptir ve EV tip3 dağılımına uygunluk gösterir; $\kappa < 0$ içinse dağılım sağa yatık ince bir kuyruğa sahiptir ve EV tip 2 dağılımına uygunluk gösterir.

Dağılımın durağan olan modelinde ξ lokasyon, α ölçek ve κ şekil parametreleri sabit kabul edilmiştir. Dağılımın durağan olmayan modellerinde ise ξ lokasyon parametresi ve α ölçek parametresi zamana bağlı fonksiyonlar şeklinde ifade edilmiş; κ şekil parametresi ise sabit kabul edilmiştir. Parametreler maksimum olabilirlik yöntemi ile tahmin edilmiştir. GEV Durağan ve GEV 1 ölçek parametresinin zamana bağlı olarak değiştiği, GEV 2 lokasyon parametresinin zamana bağlı olarak değiştiği ve GEV 3 hem ölçek hem de lokasyon parametrelerinin zamana bağlı olarak değiştiği durağan olmayan dağılımlar olmak üzere dağılımların parametre modellemeleri aşağıda görülmektedir.

Tablo 3.1 GEV dağılımları parametre modellemeleri

Model	Parametreler		
GEV	$\alpha=\text{sabit}$	$\xi=\text{sabit}$	$\kappa=\text{sabit}$
GEV 1	$\alpha(t)=\alpha_0+\alpha_1t$	$\xi=\text{sabit}$	$\kappa=\text{sabit}$
GEV 2	$\alpha=\text{sabit}$	$\xi(t)=\xi_0+\xi_1t$	$\kappa=\text{sabit}$
GEV 3	$\alpha(t)=\alpha_0+\alpha_1t$	$\xi(t)=\xi_0+\xi_1t$	$\kappa=\text{sabit}$

3.2.2 Modellerin Seçimi

Hidrometeorolojik zaman serilerinde süreci en iyi temsil edecek modelin seçimi ve geçerliliği, gelecekte beklenecek olay tahminlerini çok etkileyecektir. Bu nedenle, öngörülen modeller arasında en uygun olanın seçimine yönelik uygunluk testlerinin yapılması gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında, süreci en iyi temsil edecek, gelecek tahminini en gerçeğe yakın biçimde verebilecek modelin seçimine karar vermek için, Akaike Bilgi Kriteri (AIC) ve Bayes Bilgi Kriteri (BIC) kullanılmıştır.

AIC ve BIC, en uygun model seçimini ele alsa da, AIC’de tahmin edilen herhangi bir istatistiksel modelin uyum iyiliği gösterilirken; BIC, farklı sayıda parametreye sahip bir grup parametrik model arasında karmaşıklığın bir ölçütü olarak tanımlanabilir. Model karşılaştırmalarında her zaman en düşük AIC değerini veren

model tercih edilir. AIC sadece seçili örnek büyüklüğü içinde değil aynı zamanda seçili örnek büyüklüğü dışındaki gelecek tahmini için de geçerlidir (Ucal,2016). Dolayısıyla model uygunluğunu Akaike Bilgi Kriteri daha iyi değerlendirirken, Bayes Bilgi Kriteri model karmaşıklığına karşı daha hassastır.

Akaike Bilgi Kriterinde $L(\hat{\theta})$ maksimize edilmiş olabilirlik fonksiyonu, θ , model altında θ parametre vektörünün maksimum olabilirlik tahmini ve k modeldeki bağımsız parametre sayısını göstermek üzere eşitlik denklem 3.9'da gösterilmektedir (Akaike ,1987):

$$AIC = -2\text{Log}L(\hat{\theta}) + 2k \quad (3.9)$$

Bayes Bilgi Kriterinde θ , model (ya da dağılım) parametrelerinin kümesini (veya vektörünü), $\text{Log}L(\hat{\theta})$, aday modelin logaritmik en çok olabilirlik tahmininde değerlendirildiği değeri ve k , aday modeldeki tahmin edilen parametre sayısını göstermek üzere eşitlik denklem 3.10'da gösterilmektedir (Bierens,2004):

$$BIC = -2\text{Log}L(\hat{\theta}) + k\log n \quad (3.10)$$

Bayes Bilgi Kriterleri ile Akaike'ın Bilgi Kriterleri karşılaştırıldığında, ek parametreler için cezanın Bayes Bilgi Kriterinde daha fazla olduğu görülür.

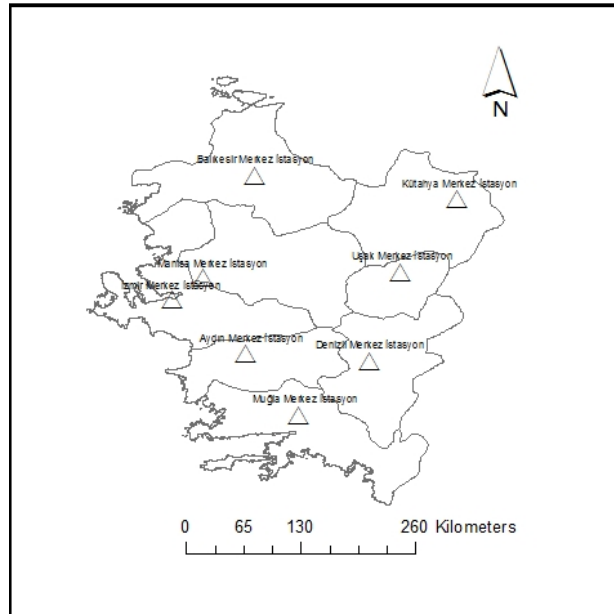
BÖLÜM DÖRT

VERİLER

Ege Bölgesinde il merkezlerinde bulunan ve bu tez kapsamında verilerin alındığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ait sekiz yağış gözlem istasyonuna ve yağış sürelerine ilişkin bilgiler Tablo 4.1'de, istasyonların konum haritası Şekil 4.1'de, istasyonlara ait gözlenen standart gözlenen en büyük yağış değerleri ve bunların temel istatistikleri de Tablo 4.2 ilâ 4.9'da gösterilmiştir.

Tablo 4.1 Meteoroloji Genel Müdürlüğü yağış gözlem istasyonları

İstasyon No	İstasyon Adı	Gözlem Aralığı	Yıllık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	Yükseklik (m)
17155	Kütahya	1941-2010	563,6	969
17186	Manisa	1958-2010	747,3	212
17188	Uşak	1941-2010	557,6	919
17220	İzmir	1938-2010	713,8	29
17234	Aydın	1959-2010	661,7	56
17237	Denizli	1959-2010	568,7	425
17292	Muğla	1944-2010	1209,1	646
18433	Balıkesir	1957-2010	599,4	110



Şekil 4.1 Meteoroloji Genel Müdürlüğü yağış gözlem istasyonları konumları

Tablo 4.2 Aydın meteoroloji istasyonu standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri ve temel istatistikleri

GÖZLEM YILI	DAKİKA				S A A T											
	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +	
2010	7,7	9,9	14,0	17,5	30,0	36,3	47,7	48,5	48,5	48,5	48,5	51,2	58,1	59,3		
2009	6,0	8,8	11,6	16,0	23,8	29,7	30,8	30,8	30,9	30,9	31,9	34,4	46,5	93,8	*	
2008	4,8	9,1	12,0	13,4	13,4	16,9	20,6	23,3	24,2	24,8	24,9	24,9	25,0	33,0		
2007	4,8	8,0	11,3	18,1	34,2	58,9	59,5	59,6	59,6	59,6	59,7	60,1	60,4	60,6		
2006	6,4	9,2	14,1	20,5	24,7	27,2	29,4	31,3	31,6	31,9	32,8	43,2	47,5	48,7		
2005	6,0	9,0	9,0	13,9	19,2	30,7	34,4	35,4	35,5	37,9	38,9	38,9	47,2	50,9		
2004	5,9	9,2	12,4	18,5	24,8	25,4	29,6	29,7	29,7	33,3	44,1	44,1	48,2	51,6		
2003	10,7	21,3	32,0	59,8	78,1	87,3	87,4	91,4	91,4	91,4	91,6	91,7	91,9	92,0		
2002	7,0	12,8	16,4	22,7	23,3	24,5	24,5	24,5	26,6	30,1	30,2	30,2	34,3	47,2		
2001	4,1	6,0	6,4	7,9	12,8	19,8	22,9	23,5	23,6	23,6	23,6	23,6	24,9	63,7	*	
2000	8,7	10,5	15,0	19,0	22,1	23,1	23,5	23,5	23,5	23,8	29,7	29,7	29,7	29,7		
1999	5,7	9,3	9,9	16,6	18,5	18,6	18,6	18,6	18,7	18,7	18,7	18,7	18,8	18,8		
1998	6,3	8,7	11,2	17,9	31,0	40,4	46,2	48,3	48,3	48,3	48,4	49,7	57,7	58,2		
1997	6,9	9,1	11,1	13,8	15,3	16,1	16,7	16,7	17,0	17,8	17,8	21,6	24,5	74,9	*	
1996	6,8	8,4	13,1	19,6	27,8	28,0	30,4	31,4	31,4	31,4	31,5	31,5	31,6	42,1		
1995	8,1	11,1	14,9	21,1	23,0	23,8	24,1	24,2	24,2	24,6	24,7	24,8	24,9	33,6		
1994	5,4	7,1	9,7	13,6	14,5	22,9	29,9	36,1	40,0	42,6	45,6	53,1	53,7	53,8		
1993	1,6	2,7	3,5	5,9	9,0	13,6	15,0	16,0	16,1	18,6	19,7	21,2	23,0	48,1	*	
1992	7,4	9,4	11,7	18,9	19,9	22,6	23,0	24,1	24,3	27,5	29,9	29,9	29,9	29,9		
1991	9,8	11,9	13,2	15,0	15,7	16,5	17,3	20,2	22,5	24,2	25,8	29,3	35,4	42,7		
1990	5,5	6,9	8,9	16,0	20,3	20,5	23,5	30,8	32,6	38,4	44,0	46,5	48,2	80,2		
1989	1,5	3,0	3,5	4,5	6,0	11,6	15,4	17,5	17,6	18,0	22,8	26,6	27,0	53,0	*	
1988	7,8	8,8	9,0	9,3	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	34,2	*	
1987	4,4	6,0	7,9	8,5	11,9	13,8	14,2	16,7	25,0	26,8	28,3	28,3	35,1	51,1		
1986	9,8	12,6	18,2	29,9	39,9	43,3	45,9	46,0	46,0	46,0	46,0	46,0	46,0	60,8		
1985	6,9	10,2	11,7	13,7	13,8	14,2	16,3	17,7	18,0	21,1	28,4	29,4	29,9	37,8		
1984	8,9	9,9	10,3	12,3	17,2	23,1	30,4	35,2	38,9	40,1	42,0	44,6	44,8	54,8		
1983	6,6	8,0	10,0	11,8	14,7	17,5	17,7	18,9	23,4	25,2	26,6	28,6	30,9	33,4		
1982	7,5	11,1	13,9	16,3	20,6	24,8	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	45,3		
1981	5,0	5,5	7,5	9,4	15,4	26,1	26,1	28,5	36,3	42,1	53,6	75,2	87,0	89,3		
1980	9,3	10,9	12,3	20,8	38,9	42,4	46,3	46,4	46,4	46,4	46,4	46,4	46,4	49,3		
1979	9,7	12,2	12,7	13,3	14,5	14,6	14,9	19,7	22,0	22,6	22,8	23,1	28,1	29,3		
1978	11,6	17,4	17,4	20,1	22,4	23,1	23,1	25,9	26,8	26,8	27,0	27,4	31,2	53,1		
1977	7,4	9,6	10,8	12,1	12,1	17,5	17,5	17,5	19,5	22,7	22,8	22,8	22,8	30,4		
1976	8,5	14,8	18,0	26,0	28,6	31,4	32,3	32,8	43,9	50,0	51,6	59,8	59,9	60,5		
1975	7,0	11,9	15,2	19,9	29,4	29,7	29,7	29,7	29,7	29,7	29,7	29,7	30,6	41,4		
1974	3,7	7,9	9,5	11,5	11,5	13,5	13,6	13,6	14,0	14,6	14,6	14,6	18,7	51,7	*	
1973	4,0	6,5	8,7	9,7	18,0	20,2	22,1	22,7	24,5	25,4	29,3	29,5	30,0	55,3		
1972	7,1	10,8	12,6	14,7	18,2	19,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	21,6	22,6	25,9		
1971	6,3	7,3	8,4	9,0	11,3	15,7	22,6	29,4	35,5	39,7	42,3	43,8	47,8	50,5		
1970	5,2	8,3	8,5	14,4	16,6	22,9	24,2	24,4	26,1	27,1	27,2	27,6	28,2	39,7		
1969	4,0	6,5	9,8	13,7	13,8	15,1	15,8	15,9	15,9	16,9	17,4	20,2	41,7	48,6		
1968	5,0	6,8	9,1	11,6	12,4	17,3	23,4	25,2	29,3	33,7	37,0	39,5	48,8	48,8		
1967	5,2	7,4	12,4	16,8	21,0	23,9	28,5	29,3	29,3	29,3	29,3	29,4	32,6	34,2		
1966	5,6	9,0	12,1	20,8	23,3	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	26,6	28,2	37,5		
1965	6,0	6,9	7,2	8,7	17,4	24,3	26,9	26,9	29,5	31,9	33,6	33,6	34,2	39,5		
1964	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	9,7	11,6	12,0	12,2	12,2	15,1	17,6	17,6	68,8	*	
1963	6,0	9,0	9,3	9,6	9,6	10,6	10,6	10,6	11,0	15,4	16,7	16,7	17,2	39,2	*	
1962	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	
1961	5,5	7,4	8,7	9,0	9,4	17,2	17,2	17,2	17,9	17,9	17,9	17,4	20,3	35,7		
1960	9,0	12,0	14,7	15,0	16,2	17,1	17,1	18,9	20,3	21,8	23,6	28,0	38,4	52,3		
1959	3,3	5,2	6,3	7,6	9,2	9,4	9,4	14,9	20,0	20,4	20,4	25,6	32,4	56,9	*	
1958																
1957																
1956																
1955																
1954																
1953																
1952																
1951																
1950																
1949																
1948																
1947																
1946																
1945																
1944																
1943																
1942																
1941																
1940																
1939																
1938																
N	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	51	
Y-ORT	6,9	9,8	12,4	17,1	21,9	25,9	28,1	29,6	31,4	32,9	34,7	36,6	39,8	47,2	49,4	
Y-EB	11,6	21,3	32,0	59,8	78,1	87,3	87,4	91,4	91,4	91,4	91,6	91,7	91,9	92,0	93,8	
Std.S	1,88	3,07	4,26	8,34	11,61	13,44	13,82	14,01	13,82	13,82	14,10	15,53	16,17	15,58	16,44	
Car.K	0,61	1,67	2,54	3,51	3,07	2,91	2,47	2,55	2,38	2,15	1,83	1,59	1,44	1,00	0,88	
UDF	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	
2 YIL	6,6	9,1	11,3	15,0	18,8	21,9	24,2	25,7	27,7	29,4	31,4	32,8	36,2	45,2	47,3	
5 YIL	8,3	11,8	14,8	21,0	27,3	31,5	34,6	36,3	38,5	40,6	43,2	46,0	50,2	59,1	62,0	
10 YIL	9,4	13,7	17,4	26,0	34,5	39,9	43,5	45,3	47,4	49,4	52,2	56,0	60,5	67,8	71,2	
25 YIL	10,8	16,2	21,2	33,4	45,5	53,6	57,3	59,2	60,6	62,3	64,7	70,4	74,7	78,2	82,3	
50 YIL	11,7	18,3	24,3	39,9	55,4	66,4	69,7	71,6	72,1	73,2	75,0	82,3	85,6	86,2	90,1	
100 YIL	12,7	20,4	27,7	47,4	66,9	81,7	84,3	85,2	85,4	86,1	86,1	92,7	95,3	97,7	98,5	
PLF	0,14	0,21	0,27	0,41	0,55	0,65	0,69	0,72	0,74	0,77	0,80	0,86	0,91	1,00	1,04	
PLV	0,16	0,23	0,28	0,38	0,48	0,56	0,61	0,64	0,67	0,71	0,74	0,78	0,84	1,00	1,00	

Tablo 4.3 Balıkesir meteoroloji istasyonu standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri ve temel istatistikleri

GOZLEM	DAKİKA				S A A T												
YILI	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +		
2010	6.4	9.9	13.9	20.4	21.4	21.4	26.8	29.5	30.6	31.1	31.1	31.1	31.2	50.6			
2009	3.3	5.3	7.0	10.3	16.7	24.4	27.2	28.9	30.2	32.3	33.3	37.1	42.2	42.9			
2008	2.8	5.7	8.2	10.1	12.8	13.4	14.8	15.7	16.0	17.6	18.7	18.9	19.0	19.0			
2007	2.4	4.7	6.9	9.3	10.6	13.3	16.3	19.6	22.5	25.5	27.1	29.6	33.0	43.5			
2006	6.1	10.8	13.3	21.1	27.9	41.6	42.3	42.5	42.6	42.7	42.8	42.9	43.0	43.1			
2005	4.2	6.8	9.2	11.2	11.4	13.3	14.8	14.8	14.8	14.8	15.1	17.7	17.8	27.5	*		
2004	2.7	5.1	5.5	5.9	7.1	11.4	14.2	15.6	16.7	17.2	17.2	17.3	21.9	126.8	*		
2003	3.2	6.1	8.2	9.9	10.4	11.4	16.1	19.2	22.3	25.2	26.8	30.8	32.9	34.2			
2002	4.7	6.8	9.1	15.1	24.9	31.4	31.4	31.4	31.5	31.5	31.5	31.6	38.5	41.5			
2001	10.1	19.9	28.0	34.2	35.2	36.5	39.3	42.0	42.4	42.5	44.1	48.8	57.2	63.4			
2000	6.8	9.0	10.0	10.5	10.5	13.6	14.5	17.1	19.3	19.3	19.4	19.4	26.3	32.6			
1999	8.4	9.8	14.6	17.0	17.7	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	18.0	18.0	18.0	18.0			
1998	5.6	8.8	12.3	22.1	40.9	54.7	61.0	65.8	68.1	70.8	71.8	71.8	72.0	73.3			
1997	7.4	11.0	13.5	13.7	15.2	24.2	29.4	36.7	38.3	43.3	54.4	61.1	61.2	63.2			
1996	5.3	9.2	11.1	13.3	13.9	20.8	28.9	36.9	42.0	45.6	46.7	46.8	47.0	47.1			
1995	6.7	9.0	12.2	18.1	21.0	21.2	21.3	22.4	24.1	25.6	25.7	25.8	39.2	39.4			
1994	3.7	4.3	4.9	6.4	8.8	13.1	15.5	18.5	19.7	22.2	26.2	29.9	34.1	47.5			
1993	4.2	7.6	9.9	11.3	12.2	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1	17.2	21.5	28.3			
1992	5.6	8.2	9.8	10.0	11.2	12.9	12.9	12.9	13.4	15.9	15.9	15.9	15.9	30.3			
1991	5.7	7.8	9.6	10.7	11.7	11.8	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	28.5			
1990	7.3	11.2	14.5	18.2	26.1	40.1	41.1	41.1	41.1	44.4	44.4	48.5	48.5	112.1	*		
1989	10.3	12.1	14.3	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	15.1	15.1	15.2	15.2	15.2	36.6	*		
1988	3.7	5.7	6.7	8.7	9.2	10.3	10.7	11.0	11.1	11.1	11.1	11.1	11.7	50.6	*		
1987	4.1	7.5	8.2	9.8	11.9	14.0	14.1	14.6	17.2	17.2	20.0	20.2	20.2	60.5	*		
1986	4.0	4.6	5.1	6.8	8.3	10.7	13.5	15.2	15.7	17.8	18.8	18.8	22.6	42.3	*		
1985	11.4	20.2	27.1	32.1	32.3	32.4	32.4	32.4	32.4	32.4	32.4	32.4	32.4	34.3			
1984	5.0	7.8	8.5	9.7	12.7	15.0	19.7	25.1	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3			
1983	10.5	20.9	26.8	34.7	38.0	38.7	38.7	38.8	38.8	38.8	38.8	38.8	38.8	38.8			
1982	7.2	8.8	9.0	9.7	10.2	12.3	13.3	13.3	13.3	15.4	23.8	27.3	31.7	31.7			
1981	4.2	6.0	6.2	7.9	8.7	14.2	16.7	18.3	18.9	19.9	19.9	19.9	19.9	58.8	*		
1980	3.5	4.2	5.7	8.1	12.5	22.6	29.8	32.5	34.8	36.3	36.9	38.0	41.2	41.5			
1979	3.8	5.0	9.1	11.4	12.4	15.5	20.5	22.7	23.4	23.7	28.0	32.6	32.6	55.9			
1978	5.5	7.0	12.2	23.8	30.6	35.5	37.6	43.3	48.6	52.1	53.8	53.8	53.8	53.9			
1977	3.7	5.5	7.0	9.2	13.5	22.9	31.4	38.4	38.4	43.2	48.5	58.1	60.0	60.6			
1976	5.8	11.3	15.2	20.8	22.2	23.5	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	41.3			
1975	6.2	7.5	8.4	10.1	12.3	20.1	20.4	24.0	27.6	31.1	36.6	37.8	37.8	48.7			
1974	4.0	6.5	7.1	10.3	14.4	15.2	17.6	18.8	19.2	24.5	27.2	31.0	33.8	39.7			
1973	5.9	9.5	10.7	10.7	11.7	16.6	19.2	20.8	21.0	22.2	23.9	24.7	25.0	85.1	*		
1972	8.3	9.4	13.8	16.5	16.5	21.4	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.5	23.9			
1971	5.5	6.8	8.2	8.8	13.7	13.8	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	37.4	*		
1970	7.8	14.8	16.7	19.2	20.6	20.6	20.6	20.7	20.7	20.7	20.7	20.7	20.7	36.2			
1969	4.0	7.3	10.3	16.6	22.2	37.6	38.2	48.0	49.3	49.3	49.3	49.3	49.3	50.8			
1968	7.6	9.5	12.3	14.4	15.1	19.5	19.6	19.6	19.6	19.6	30.6	30.8	30.8	77.9	*		
1967	7.7	9.9	10.4	13.5	20.0	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	44.7			
1966	10.9	17.7	18.3	20.0	21.5	21.5	22.1	23.2	23.4	25.8	25.9	27.1	27.1	63.9	*		
1965	7.7	8.3	8.6	9.4	9.5	9.9	10.2	12.6	14.2	16.0	16.2	16.3	16.3	41.1	*		
1964	6.8	10.3	12.3	15.9	17.2	17.2	17.2	18.4	20.0	20.8	20.8	20.8	20.8	44.0	*		
1963	6.0	8.5	10.7	12.2	13.1	13.6	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	65.6	*		
1962	4.8	6.0	6.7	7.9	10.4	12.0	12.0	14.5	15.9	16.2	17.4	17.6	17.6	97.2	*		
1961	4.6	8.2	9.0	11.4	14.0	15.9	23.6	25.9	26.7	26.7	26.7	30.5	30.5	37.2			
1960	5.0	7.3	9.2	14.1	23.3	33.3	34.0	34.8	35.1	35.1	36.1	40.3	41.7	41.8			
1959	9.3	16.8	21.6	29.8	34.3	34.3	35.0	35.2	36.2	36.2	36.2	42.4	43.4	45.1			
1958	5.0	8.5	13.5	14.0	14.7	21.9	23.1	24.9	27.3	28.8	29.4	29.4	33.2	33.2			
1957	18.3	22.4	26.0	26.4	26.9	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	28.5	30.0			
1956																	
1955																	
1954																	
1953																	
1952																	
1951																	
1950																	
1949																	
1948																	
1947																	
1946																	
1945																	
1944																	
1943																	
1942																	
1941																	
1940																	
1939																	
1938																	
N	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	54		
Y-ORT	6.1	9.5	12.3	15.8	18.9	23.2	25.7	27.9	29.1	30.4	31.8	33.5	35.4	40.8	48.0		
Y-EB	18.3	22.4	28.0	34.7	40.9	54.7	61.0	65.8	68.1	70.8	71.8	71.8	72.0	73.3	126.8		
Std.S	2.96	4.66	5.98	7.48	8.66	10.03	10.05	11.11	11.52	11.86	12.34	13.09	13.15	12.29	21.26		
Car.K	2.06	1.56	1.55	1.22	1.03	1.10	1.24	1.19	1.17	1.23	1.18	1.01	0.80	0.50	1.74		
UDF	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3		
2 YIL	5.4	8.2	10.7	13.8	16.7	20.9	23.7	25.7	26.9	28.0	29.3	30.9	33.3	39.8	43.3		
5 YIL	7.9	12.1	15.6	20.3	24.3	29.8	32.6	35.6	37.2	38.5	40.2	42.7	45.3	50.9	61.2		
10 YIL	9.7	15.2	19.6	25.4	30.2	36.4	38.9	42.5	44.3	45.9	47.9	50.9	53.2	57.3	74.3		
25 YIL	12.4	19.8	25.5	32.7	38.7	45.4	47.3	51.7	53.5	55.7	58.2	61.6	63.0	64.4	92.5		
50 YIL	14.6	23.7	30.5	38.9	45.7	52.7	53.8	58.8	60.6	63.3	66.2	69.2	69.9	70.2	107.2		
100 YIL	16.9	28.2	36.3	45.8	53.5	60.4	60.6	66.1	67.9	71.3	73.6	74.5	77.4	78.4	122.8		
PLF	0.18	0.29	0.37	0.47	0.56	0.66	0.70	0.76	0.79	0.82	0.86	0.90	0.94	1.00	1.35		
PLV	0.17	0.25	0.33	0.41	0.48	0.58	0.64	0.69	0.72	0.75	0.78	0.82	0.87	1.00	1.00		

Tablo 4.4 Denizli meteoroloji istasyonu standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri ve temel istatistikleri

GOZLEM	DAKİKA				S A A T											
YILI	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +	
2010	10,0	16,9	23,1	37,3	52,1	58,2	61,5	61,5	61,7	61,7	61,7	61,8	61,9	63,6		
2009	1,6	3,0	4,5	7,3	10,8	17,9	21,8	23,7	23,8	23,9	24,4	24,5	30,1	45,2		
2008	9,1	9,3	11,3	11,9	16,4	17,2	19,0	21,5	21,9	21,9	23,5	23,8	23,8	23,8		
2007	2,9	4,1	4,3	6,0	7,1	11,3	13,5	15,8	17,5	17,6	17,6	18,1	18,3	53,4	*	
2006	3,8	7,1	10,2	13,7	14,8	17,9	22,0	28,0	31,0	31,4	31,8	33,8	37,2	37,3		
2005	4,8	8,7	11,0	21,9	30,5	33,8	37,2	37,6	37,9	38,0	38,0	38,1	38,2	51,4		
2004	1,7	3,4	4,5	6,0	6,4	11,0	14,6	18,4	21,4	23,2	26,0	27,2	27,7	36,6		
2003	4,8	6,8	6,8	7,8	9,4	17,4	21,4	21,5	21,5	21,5	21,6	21,7	21,7	28,8		
2002	8,5	9,8	13,3	14,8	20,6	23,0	24,2	27,2	33,3	37,9	41,0	44,2	58,3	60,7		
2001	3,7	5,6	8,2	9,4	10,3	17,4	20,2	20,4	20,7	21,2	21,3	22,4	24,1	73,2	*	
2000	9,9	10,1	10,1	10,8	11,6	14,2	15,5	20,2	20,2	20,3	20,3	21,9	22,0	22,1		
1999	7,6	15,2	20,7	31,1	48,0	49,3	49,7	49,8	49,9	49,9	50,0	50,0	50,0	50,0		
1998	5,5	8,7	12,2	15,7	16,3	16,5	19,5	21,2	25,6	26,4	26,0	28,5	33,7	39,9		
1997	9,4	17,6	22,2	31,3	33,2	44,0	45,4	45,5	45,5	45,5	45,7	45,8	45,9	46,4		
1996	1,8	3,6	5,4	6,0	9,6	11,0	12,1	12,2	12,5	12,5	12,7	12,7	15,3	34,6	*	
1995	20,7	29,9	32,4	42,9	51,2	72,7	99,2	104,9	105,6	105,6	105,6	105,6	105,6	106,1		
1994	4,0	6,2	8,4	13,3	18,0	21,5	23,1	25,6	30,9	33,7	37,1	43,3	46,7	50,0		
1993	6,1	10,1	12,2	13,7	14,8	16,9	19,6	20,8	21,7	22,6	24,8	32,0	37,3	41,5		
1992	7,1	11,6	16,6	22,7	29,6	32,3	32,4	32,4	32,4	32,2	32,4	32,4	32,4	53,2		
1991	7,7	12,4	13,9	14,7	14,7	15,7	20,0	21,2	22,5	23,0	24,3	28,7	34,4	50,3		
1990	7,2	9,9	12,0	20,0	20,6	20,6	20,6	20,6	25,4	30,7	37,2	41,8	42,5	42,6		
1989	3,1	3,9	5,0	8,7	9,3	15,2	15,7	18,8	23,0	30,9	37,1	46,9	50,6	63,8		
1988	5,8	8,1	10,6	19,3	21,3	2,2	22,6	23,0	24,0	25,8	27,1	28,4	28,5	30,6		
1987	5,7	8,7	9,2	9,4	11,7	14,4	16,3	18,2	22,6	23,6	25,2	27,0	28,1	30,9		
1986	7,5	13,0	17,0	26,1	33,0	33,4	35,6	36,3	36,5	36,6	36,8	36,8	36,8	36,8		
1985	10,4	13,5	16,6	21,8	25,2	25,7	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9	27,7		
1984	3,5	4,5	4,8	5,2	9,2	17,5	23,0	26,0	27,2	27,2	27,2	27,4	27,4	46,9		
1983	10,1	13,0	14,2	18,7	18,8	18,8	21,3	24,4	25,1	25,2	25,8	33,1	41,1	48,1		
1982	9,6	10,2	12,4	13,4	14,8	17,1	19,6	19,8	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	24,0		
1981	7,9	9,9	13,9	21,4	22,5	22,5	23,7	24,7	24,7	24,7	24,7	24,7	24,7	37,5		
1980	4,0	5,0	7,0	9,8	15,8	18,9	18,9	22,6	25,7	27,2	29,0	29,6	29,7	74,4	*	
1979	6,7	7,7	8,9	14,5	15,7	26,2	26,4	27,0	27,1	27,1	29,7	32,7	32,7	53,0		
1978	4,2	5,2	6,0	6,8	8,4	9,3	9,9	10,2	11,1	19,3	20,1	25,7	56,5		*	
1977	6,6	8,5	11,5	18,5	18,9	18,9	18,9	19,1	20,7	22,1	24,4	25,9	35,8	42,3		
1976	3,0	5,2	7,0	12,6	17,2	18,6	20,1	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	71,6	*	
1975	9,4	11,4	11,9	12,0	12,0	12,7	15,2	18,1	21,0	22,0	22,6	22,6	23,4	31,7		
1974	2,0	2,2	2,4	5,0	6,5	12,1	15,7	20,9	23,7	25,0	27,7	30,3	30,3	30,3		
1973	7,9	12,9	17,9	28,8	37,0	38,1	38,1	38,1	39,5	39,5	43,9	44,5	44,5	72,8		
1972	9,1	14,2	19,9	29,9	29,9	29,9	29,9	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	35,5	35,5		
1971	10,7	10,7	11,0	16,2	23,3	25,1	26,5	27,6	27,6	27,6	27,6	28,4	28,5	36,2		
1970	4,5	5,2	6,6	12,7	15,3	18,9	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	21,6	21,8	30,2		
1969	5,0	8,0	8,7	12,7	12,7	14,8	19,2	19,4	19,4	20,6	22,8	22,8	22,8	35,9		
1968	3,2	3,4	3,6	5,0	8,4	12,0	13,9	15,6	15,8	15,8	17,7	25,9	34,8	41,3		
1967	5,0	5,5	5,9	6,1	7,4	10,7	11,5	11,8	11,8	11,8	11,8	18,2	20,0	37,1	*	
1966	5,0	8,3	11,8	12,8	14,3	24,1	25,3	25,3	25,3	28,2	34,6	40,1	41,9	70,2	*	
1965	5,1	5,5	7,3	11,0	18,4	24,1	26,7	26,9	29,1	29,6	39,3	39,4	39,4	56,5		
1964	9,0	10,7	16,7	19,5	19,6	19,9	21,7	23,5	23,7	23,7	23,7	27,0	31,9	41,6		
1963	6,0	11,0	12,5	20,3	30,3	35,4	36,1	36,8	37,6	38,0	38,8	39,5	39,5	41,9		
1962	3,4	6,6	7,5	9,1	9,6	11,5	15,3	15,3	15,4	17,7	23,6	29,8	30,9	50,7	*	
1961	8,0	12,0	16,9	23,4	25,0	25,3	25,3	25,3	25,3	26,9	28,8	28,8	28,8	35,0		
1960	1,6	3,2	3,7	6,6	13,1	24,7	24,7	29,3	34,0	36,0	37,5	39,1	40,4	43,4		
1959	3,0	4,2	5,0	5,9	6,4	7,0	8,3	8,6	8,7	8,7	10,1	16,0	19,0	39,3	*	
1958																
1957																
1956																
1955																
1954																
1953																
1952																
1951																
1950																
1949																
1948																
1947																
1946																
1945																
1944																
1943																
1942																
1941																
1940																
1939																
1938																
N	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	52	
Y-ORT	6,9	9,7	12,1	17,1	20,7	23,9	26,9	28,5	29,9	30,8	32,3	34,2	36,3	43,4	45,8	
Y-EB	20,7	29,9	32,4	42,9	52,1	72,7	99,2	104,9	105,6	105,6	105,6	105,6	105,6	106,1	106,1	
Std.S	3,42	4,95	6,09	8,89	11,36	13,22	15,12	15,23	14,96	14,81	14,76	14,54	14,71	15,12	15,90	
Car.K	1,38	1,56	0,93	0,90	1,28	1,82	3,16	3,53	3,57	3,51	3,29	3,15	2,77	1,88	1,32	
UDF	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	
2 YIL	6,2	8,7	11,3	15,9	18,7	21,0	22,7	24,1	25,6	26,6	28,1	30,1	32,3	40,0	43,0	
5 YIL	9,3	13,1	16,7	23,8	28,9	32,5	34,4	35,6	36,9	37,8	39,5	41,5	44,2	53,0	57,1	
10 YIL	11,3	16,1	20,1	28,8	35,6	40,7	44,1	45,3	46,4	47,2	49,0	50,8	53,6	62,5	66,5	
25 YIL	13,9	20,0	24,3	34,8	44,1	51,7	58,5	60,0	60,9	61,5	63,0	64,6	67,2	75,1	78,6	
50 YIL	15,9	23,0	27,3	39,1	50,4	60,3	70,6	72,7	73,4	73,8	75,1	76,3	78,5	85,1	87,6	
100 YIL	17,9	26,1	30,2	43,3	56,8	69,2	84,1	87,0	87,5	87,7	88,5	89,2	90,9	95,5	96,6	
PLF	0,18	0,26	0,31	0,45	0,56	0,65	0,74	0,76	0,78	0,79	0,81	0,84	0,88	1,00	1,05	
PLV	0,17	0,24	0,29	0,41	0,49	0,55	0,62	0,66	0,70	0,72	0,75	0,79	0,84	1,00	1,00	

Tablo 4.5 İzmir meteoroloji istasyonu standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri ve temel istatistikleri

GOZLEM	DAKKA				S A A T												24 +
YILI	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24			
2010	8.2	12.0	15.1	19.7	35.4	39.9	54.8	66.9	74.9	82.5	92.7	118.3	133.1	143.2			
2009	5.4	8.2	10.3	17.2	26.6	31.5	36.0	37.0	37.8	39.0	43.9	47.5	57.5	78.4			
2008	7.3	10.5	12.7	17.6	21.4	25.6	29.8	29.9	30.0	30.1	30.1	30.1	47.0	48.5			
2007	5.5	9.4	12.9	19.4	24.3	33.8	39.2	43.8	49.9	55.6	56.2	58.7	58.9	58.9			
2006	10.0	16.3	19.0	27.2	42.3	58.1	83.5	92.6	115.7	132.9	144.9	145.1	145.3	145.3			
2005	7.0	8.4	10.3	13.6	20.0	33.5	40.1	46.7	50.7	53.1	53.7	54.2	54.8	54.8			
2004	5.6	9.1	11.8	15.9	20.8	32.8	38.8	43.8	47.6	49.4	50.3	50.5	55.2	59.9			
2003	3.7	5.9	8.1	13.5	23.1	37.4	42.4	46.3	46.4	47.8	52.6	55.6	56.4	57.5			
2002	7.5	11.8	16.0	20.2	26.2	31.6	31.8	35.3	42.9	43.7	43.8	43.9	44.0	44.1			
2001	19.6	20.8	25.1	33.9	37.0	55.4	61.6	68.0	69.2	69.5	79.1	92.9	92.9	92.9			
2000	7.0	10.8	15.9	22.5	31.4	37.0	50.1	52.6	52.9	53.0	53.0	53.0	54.4	61.2			
1999	7.4	8.0	8.8	12.3	15.6	17.7	31.1	32.4	33.4	41.2	51.6	68.6	68.7	70.0			
1998	8.8	13.7	19.7	34.9	49.3	65.0	74.3	75.1	75.1	75.1	75.1	75.3	75.4	84.5			
1997	7.6	11.5	13.4	16.0	22.6	25.9	27.0	31.2	34.3	37.1	44.3	49.9	64.0	92.0			
1996	6.9	11.9	14.3	18.8	22.0	29.2	42.4	42.9	47.2	47.4	47.6	49.4	52.1	70.3			
1995	13.4	23.1	28.0	37.5	57.4	68.2	83.0	84.9	99.9	104.5	104.6	104.7	108.0	108.1			
1994	4.3	12.7	14.1	18.7	26.4	31.5	31.8	31.9	31.9	31.9	31.9	37.7	38.8	75.3	*		
1993	2.5	3.1	4.3	7.2	10.5	14.3	16.9	19.9	24.6	27.3	31.8	34.8	37.9	66.7	*		
1992	10.2	11.4	12.7	13.5	13.8	19.3	27.1	33.5	41.1	47.5	49.1	50.4	50.4	50.4			
1991	8.2	14.4	20.8	22.4	27.5	26.0	27.8	27.9	27.9	27.9	27.9	27.9	30.4	40.8			
1990	2.9	4.2	4.5	7.7	9.1	14.8	17.4	20.6	20.9	21.0	21.6	21.8	29.1	62.2	*		
1989	9.1	13.0	16.8	26.4	31.8	35.3	35.3	35.3	35.3	35.3	35.3	35.3	35.3	83.0			
1988	1.5	2.5	2.8	4.0	6.0	6.8	7.0	7.1	9.9	10.6	11.7	11.8	11.8	50.7	*		
1987	5.6	9.5	13.1	19.2	27.8	34.1	38.4	40.0	44.5	52.3	58.2	73.0	79.7	85.6			
1986	7.2	8.1	9.3	11.3	14.4	17.3	17.5	17.5	17.5	18.8	18.8	18.8	18.8	67.2	*		
1985	9.9	13.5	15.4	16.0	29.8	32.0	34.4	40.3	43.4	44.4	44.4	44.5	44.5	44.5			
1984	6.4	8.9	10.2	13.7	17.1	25.2	31.1	36.1	37.8	37.8	37.8	49.5	54.4	62.6			
1983	4.5	7.0	8.6	12.3	15.2	21.7	24.7	35.0	38.4	39.8	47.0	56.1	72.4	77.2			
1982	7.2	11.3	13.9	21.0	34.6	39.7	40.8	41.0	41.0	41.0	51.5	51.6	54.1				
1981	7.3	10.0	13.0	21.8	32.3	47.8	58.2	58.4	58.6	58.6	62.7	81.8	92.6	112.0			
1980	6.8	9.2	10.4	18.6	28.6	33.9	36.0	37.8	40.6	40.7	40.8	40.8	65.7	66.9			
1979	18.4	29.7	37.4	52.3	60.8	62.8	63.1	63.1	63.1	63.1	64.2	72.2	72.6	72.8			
1978	7.0	8.6	8.6	14.2	14.8	26.0	30.0	35.6	40.6	43.0	47.5	57.8	59.5	59.7			
1977	3.3	3.6	4.4	6.0	9.5	11.2	16.7	18.6	21.8	24.3	26.6	37.1	38.9	46.0			
1976	9.9	18.6	21.1	27.4	38.7	38.7	45.0	45.1	45.1	45.1	48.6	52.4	69.2	134.1	*		
1975	14.5	17.8	20.2	23.0	24.3	24.9	28.1	35.9	39.9	42.1	47.1	56.9	57.4	58.1			
1974	8.3	10.5	12.8	15.4	17.5	17.5	34.0	42.1	48.5	50.5	52.4	55.6	57.0	64.6			
1973	10.5	14.4	15.8	18.6	20.3	30.2	32.8	34.3	35.0	38.8	47.7	50.2	75.6	76.2			
1972	5.4	9.2	10.2	17.6	22.7	24.8	24.8	29.1	30.0	30.4	30.5	31.0	31.1	31.1			
1971	6.4	8.1	10.4	12.7	16.3	26.2	43.8	51.6	58.2	63.2	66.8	84.9	93.9	93.9			
1970	4.7	6.8	8.0	10.3	17.9	28.2	30.6	33.2	43.4	45.4	46.4	46.4	46.4	46.4			
1969	5.4	7.2	8.7	13.6	23.4	30.9	30.9	30.9	34.6	37.5	45.8	55.1	57.9	58.3			
1968	5.1	8.1	12.0	18.1	21.0	21.0	29.2	33.6	37.0	43.1	49.1	50.8	54.1	66.3			
1967	10.0	11.0	12.3	16.5	20.0	23.8	26.6	34.2	38.2	41.8	49.1	52.8	55.1	59.7			
1966	10.1	20.2	23.8	33.6	56.6	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	90.0	102.3			
1965	9.3	9.3	12.4	17.7	19.5	21.5	25.8	33.0	38.5	43.2	50.6	62.7	64.2	66.2			
1964	5.0	8.0	11.5	15.0	22.0	31.4	35.7	39.2	39.2	39.2	39.7	39.7	39.7	45.4			
1963	8.1	9.7	11.9	11.9	21.7	35.6	35.6	35.6	35.6	35.6	35.6	42.2	48.0	48.0			
1962	5.5	8.5	10.0	15.5	20.9	27.9	28.7	29.4	30.3	33.8	42.0	47.2	62.5	77.6			
1961	6.5	8.0	10.0	13.9	22.3	27.1	27.8	28.0	28.2	28.2	28.2	28.2	28.2	31.4			
1960	6.2	7.5	9.4	11.2	14.4	16.2	29.4	35.3	41.0	42.5	47.3	55.7	59.5	76.4			
1959	5.7	10.0	10.0	12.5	14.5	20.9	24.5	27.5	30.4	33.1	36.0	42.8	43.9	46.2			
1958	8.1	11.9	12.3	13.8	15.0	15.7	18.4	23.6	29.0	35.4	45.3	50.5	53.7	54.8			
1957	7.2	9.0	14.7	16.2	17.7	17.7	18.0	18.0	18.3	21.9	27.7	32.6	33.8	33.8			
1956	4.5	6.5	7.0	8.0	11.3	13.2	18.9	22.6	25.7	28.3	32.4	35.7	38.3	53.3			
1955	3.9	6.0	7.7	11.5	14.8	19.9	20.6	23.0	24.6	27.0	27.1	43.4	61.4	63.3			
1954	7.0	9.0	12.5	14.9	19.8	24.3	32.2	34.3	40.9	43.0	46.3	51.5	55.1	57.7			
1953	9.9	11.9	14.0	15.6	17.6	25.3	29.5	34.1	38.1	42.7	48.4	52.7	53.7	55.8			
1952	9.4	9.4	10.4	14.4	18.8	22.7	29.9	31.9	32.3	35.7	37.7	45.5	46.5	62.7			
1951	6.2	6.2	6.5	9.0	14.0	22.2	22.2	22.2	27.2	29.3	32.7	37.2	43.8	74.9	*		
1950	10.2	14.3	17.0	19.7	20.5	21.3	24.3	28.9	29.2	29.7	29.8	30.1	30.2	38.0			
1949	5.8	6.0	6.2	8.7	13.0	22.4	23.9	26.3	29.1	31.8	33.4	33.5	33.5	44.9			
1948	5.0	8.3	10.6	12.1	12.1	12.1	14.8	18.2	23.8	27.8	33.3	35.5	36.0	57.5			
1947	3.8	5.9	6.3	12.5	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	50.3	*		
1946	8.1	13.4	14.0	15.8	16.0	16.3	16.8	18.2	22.7	24.3	24.8	24.9	24.9	56.9	*		
1945	7.4	12.8	15.0	16.8	18.0	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	84.2	*		
1944	8.6	10.0	12.6	14.1	16.3	16.6	19.7	22.0	22.2	30.7	41.1	45.3	60.6	65.4			
1943	14.1	17.1	19.5	27.3	35.4	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	52.1			
1942	10.0	14.3	17.8	25.6	29.9	37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	46.9			
1941	8.9	12.2	12.8	14.0	14.0	15.0	18.5	24.0	25.7	26.0	26.0	26.0	26.0	33.2			
1940	5.7	7.7	8.5	11.3	14.1	24.6	31.0	36.4	39.9	43.3	48.1	48.4	69.6	82.1			
1939	5.0	8.0	10.4	12.1	12.1	13.0	16.7	16.7	18.3	19.3	21.5	31.1	48.2	49.5			
1938	5.0	8.2	8.8	14.5	19.3	24.6	25.8	26.6	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	46.4			
N	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62			
Y-ORT	7.8	10.9	13.3	17.8	23.6	29.8	35.1	38.5	41.8	44.4	47.8	52.9	58.0	64.3			
Y-EB	19.6	29.7	37.4	52.3	60.8	76.5	83.5	92.6	115.7	132.9	144.9	145.1	145.3	145.3			
Std.S	3.16	4.45	5.51	7.77	11.07	13.86	15.62	15.92	17.91	19.09	20.10	21.82	23.11	23.40			
Car.K	1.72	1.92	1.93	2.10	1.74	1.53	1.61	1.57	1.99	2.37	2.44	1.97	1.60	1.50			
UDF	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3			
2 YIL	7.0	9.9	12.1	16.0	20.8	26.7	31.3	34.9	37.5	39.6	43.0	47.8	53.3	59.5			
5 YIL	9.7	13.6	16.7	22.4	29.9	38.5	44.4	48.4	52.2	54.8	59.0	65.8	73.2	79.7			
10 YIL	11.7	16.3	20.0	27.1	37.0	47.3	54.4	58.4	63.4	66.7	71.4	79.5	87.2	94.1			
25 YIL	14.4																

Tablo 4.6 Kütahya meteoroloji istasyonu standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri ve temel istatistikleri

GÖZLEM	DAKİKA				S A A T													
YILI	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +			
2010	7,2	9,3	11,5	16,9	21,4	21,5	21,9	24,1	25,3	25,3	25,3	25,4	25,4	26,7				
2009	8,1	11,2	13,8	18,9	21,3	21,4	22,1	22,7	29,3	29,3	29,3	29,4	29,4	31,4				
2008	2,2	4,2	5,8	9,7	11,2	11,3	15,1	17,1	17,2	17,2	17,2	17,3	17,5	41,0	*			
2007	9,8	14,5	18,9	20,6	21,6	21,6	29,4	29,9	30,2	30,2	30,3	30,4	30,4	32,0				
2006	3,9	6,3	8,8	12,5	12,7	15,8	22,2	24,9	26,2	27,7	30,7	33,2	33,3	35,1				
2005	4,6	7,3	9,9	13,3	14,3	14,9	15,0	17,7	22,7	24,7	27,4	29,1	29,2	33,1				
2004	5,7	8,1	9,9	16,8	24,4	24,7	24,7	24,7	24,8	24,8	24,8	24,8	34,6	38,4				
2003	3,1	4,3	5,6	7,0	7,6	10,9	15,7	17,1	17,2	17,2	17,3	17,3	27,6	32,7				
2002	8,7	14,3	16,9	23,5	28,2	31,5	36,1	38,2	38,4	38,5	38,5	43,4	49,6	49,7				
2001	1,6	2,4	3,1	4,6	6,1	6,1	7,3	7,5	8,5	9,6	13,4	18,5	25,0	92,2	*			
2000	8,5	13,8	17,0	24,6	28,1	29,6	29,6	29,7	29,7	29,7	29,7	31,8	36,3	40,7				
1999	6,5	6,5	7,1	9,2	9,8	10,3	12,6	12,7	12,8	12,8	12,8	16,4	16,5	16,5				
1998	8,2	16,0	19,7	26,0	30,4	30,8	33,2	33,2	33,2	33,3	33,3	33,3	33,6	33,7				
1997	4,0	6,1	7,9	10,7	14,5	23,7	30,2	30,3	30,3	30,3	37,3	41,6	42,1	43,8				
1996	4,4	5,1	6,2	7,7	8,9	11,8	12,5	12,5	14,4	15,1	16,3	17,9	25,9	27,5				
1995	9,6	15,0	20,1	22,7	22,9	22,9	22,9	23,0	23,0	23,0	23,1	23,1	23,2	39,3				
1994	3,6	5,7	6,9	13,3	13,5	13,6	13,9	15,5	19,4	20,6	22,4	23,3	24,0	34,7				
1993	6,8	6,9	7,0	9,0	9,0	9,1	9,1	12,2	12,5	12,5	12,5	13,3	13,3	38,2	*			
1992	8,4	9,1	9,4	9,6	9,8	10,5	12,9	16,1	18,9	19,9	22,2	22,3	25,1	26,9				
1991	10,4	15,8	16,2	20,2	23,8	29,4	20,8	30,0	30,0	30,0	31,2	32,7	32,8	32,8				
1990	3,7	7,0	8,0	8,2	9,4	13,0	16,4	20,0	23,9	27,2	27,7	28,1	28,3	44,1				
1989	4,4	7,5	8,8	11,9	12,4	12,4	13,6	15,3	15,6	15,6	19,8	26,8	29,4	32,4				
1988	8,8	9,4	9,5	9,5	13,5	20,6	20,7	20,7	20,7	20,7	21,1	24,4	28,7	35,0				
1987	5,7	11,5	13,6	19,2	19,7	19,7	19,7	19,8	20,1	21,7	21,8	21,8	21,8	41,1				
1986	10,5	16,5	21,0	22,6	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,8	22,8	71,0	*			
1985	2,2	3,7	4,7	7,0	8,0	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	42,6	*			
1984	5,2	7,4	9,6	12,6	13,8	16,5	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	35,3	*			
1983	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	*			
1982	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	*			
1981	8,2	12,4	13,3	14,5	15,0	15,1	20,3	21,1	21,1	21,1	21,4	21,6	21,6	57,2	*			
1980	4,0	6,0	6,7	9,2	14,5	15,3	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	18,1	50,2	*			
1979	5,1	7,1	7,1	9,6	16,8	32,2	42,7	46,8	50,5	50,5	53,5	57,3	57,4	58,0				
1978	2,0	3,8	4,8	5,6	7,4	13,7	14,5	14,5	14,5	14,6	19,3	20,7	21,1	28,8				
1977	4,8	4,0	8,4	15,5	16,1	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	18,9	29,7	40,3	45,9				
1976	4,5	7,0	9,5	16,4	17,5	17,9	17,9	17,9	17,9	17,9	17,9	20,4	21,3	73,9	*			
1975	6,8	12,6	16,3	19,9	22,9	23,2	24,8	24,8	24,8	28,2	28,2	28,2	28,2	43,4				
1974	5,0	6,9	8,0	9,2	9,2	13,9	16,0	18,6	19,9	21,3	21,3	21,3	21,2	28,4				
1973	3,7	4,9	6,2	7,7	7,7	8,8	9,1	9,3	9,5	12,4	13,7	18,8	21,8	27,8				
1972	5,5	7,4	7,4	12,9	12,9	20,5	20,5	20,6	22,2	22,7	22,7	32,4	33,3	42,7				
1971	7,1	11,1	14,4	16,6	16,6	20,0	20,0	20,0	21,4	25,6	28,4	33,9	34,1					
1970	7,0	9,2	9,7	9,8	9,8	10,8	11,9	15,6	18,5	20,3	20,3	20,3	20,3	39,6				
1969	7,8	8,7	9,0	16,3	23,3	24,5	24,5	24,8	24,8	24,8	25,0	25,0	25,0	55,2	*			
1968	2,3	2,6	3,0	4,7	7,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	52,5	*			
1967	20,2	24,6	35,8	37,6	38,8	38,8	39,0	39,0	39,0	39,0	39,0	39,0	39,0	39,0				
1966	8,5	14,7	17,7	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	21,2	24,4	25,6	25,9	25,9	26,0				
1965	5,1	10,1	10,1	10,1	10,6	14,6	17,9	18,9	18,9	19,6	19,6	19,6	19,6	34,3				
1964	4,8	5,5	8,5	8,5	9,6	10,4	10,4	10,4	11,5	12,0	33,0	33,0	33,2	49,7	*			
1963	4,1	5,6	8,3	12,6	13,6	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	19,1	19,1	31,0	35,3				
1962	5,3	10,1	10,5	11,7	12,8	12,9	17,3	21,2	21,9	22,5	24,1	24,5	30,0	38,5				
1961	4,2	8,3	9,8	12,9	16,4	21,4	22,6	23,1	23,1	23,1	24,4	24,9	24,9	28,4				
1960	2,6	4,8	6,3	9,1	10,4	11,5	12,5	13,0	13,3	14,6	18,1	19,9	22,2	58,6	*			
1959	10,4	13,8	20,7	26,7	27,7	27,7	27,7	27,7	27,7	27,7	27,7	36,7	36,7	39,0				
1958	7,3	11,9	14,4	15,9	16,8	16,8	16,9	16,9	16,9	16,9	17,0	17,7	17,7	55,2	*			
1957	3,8	6,0	8,7	17,3	17,3	17,3	17,4	19,5	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	46,7	*			
1956	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	*			
1955	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	*			
1954	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	*			
1953	8,2	16,4	22,2	28,8	31,0	31,0	31,0	31,0	31,8	32,1	32,6	33,1	34,2	41,6				
1952	1,8	3,6	4,2	5,6	6,7	9,8	12,1	13,0	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	39,2	*			
1951	4,4	7,0	7,7	10,0	17,2	18,4	19,6	19,9	19,9	19,9	19,9	19,9	24,3	29,4				
1950	3,9	7,8	8,4	8,4	8,8	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	30,7	*			
1949	2,6	3,0	4,2	4,3	5,0	8,0	8,0	10,3	11,2	13,3	11,3	11,5	11,5	22,2				
1948	8,2	12,8	13,0	16,9	16,9	21,6	21,7	21,7	22,0	22,0	23,3	23,5	23,5	33,1				
1947	6,5	10,1	12,9	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	14,5	19,1	30,9				
1946	6,8	12,7	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	14,8	14,8	15,7	15,7	17,0	34,8	*			
1945	6,6	6,6	8,0	8,0	14,1	14,1	15,0	15,2	15,2	15,2	16,4	16,4	16,4	27,0				
1944	4,0	6,0	11,3	15,5	16,5	16,5	16,7	16,7	16,7	16,7	16,9	16,9	17,0	41,7	*			
1943	7,5	11,6	12,1	12,6	12,6	12,6	14,5	19,4	22,0	22,3	22,3	25,3	25,4	47,3				
1942	6,2	7,4	8,0	13,1	19,2	23,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	28,2				
1941	8,5	14,5	17,5	22,5	22,5	23,6	24,9	24,9	25,1	25,1	25,1	25,1	25,1	28,5				
1940																		
1939																		
1938																		
N	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	65			
Y-ORT	6,5	9,7	11,9	15,0	16,9	19,2	20,7	21,9	22,9	23,6	24,7	26,5	28,6	34,9	39,6			
Y-EB	20,2	24,6	35,8	37,6	38,8	38,8	42,7	46,8	50,5	50,5	53,5	57,3	57,4	58,0	92,2			
Std.S	2,99	4,34	5,93	6,92	7,37	7,29	7,74	7,75	7,83	7,64	7,78	8,35	8,48	7,77	12,74			
Car.K	2,10	0,96	1,70	1,04	0,82	0,61	0,89	1,04	1,12	1,08	1,20	1,26	1,04	0,48	1,62			
UDF	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3				
2 YIL	6,0	9,0	10,5	13,6	15,6	18,0	19,4	20,7	21,8	22,4	23,6	25,2	27,7	34,6	37,2			
5 YIL	8,6	13,0	15,5	19,9	22,5	24,8	26,5	27,6	28,8	29,3	30,5	32,6	35,2	41,4	48,1			
10 YIL	10,3	15,6	19,3	24,2	26,9	29,2	31,1	32,2	33,2	33,7	34,8	37,3	39,7	45,0	55,7			
25 YIL	12,5	18,9	24,7	29,8	32,5	34,8	36,8	37,9	38,6	39,1	40,1	43,2	44,9	49,0	65,6			
50 YIL	14,2	21,3	29,2	33,9	36,6	38,9	41,1	42,1	42,5	43,1</								

Tablo 4.7 Manisa meteoroloji istasyonu standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri ve temel istatistikleri

GÖZLEM YILI	DAKİKA				S A A T															
	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +					
2010	9,5	18,4	27,1	36,3	46,8	47,3	51,4	53,7	55,8	59,4	77,3	79,6	98,0	100,2						
2009	3,7	6,0	7,2	9,7	14,7	19,4	23,7	25,1	27,1	29,2	31,3	32,9	40,8	52,6						
2008	3,5	6,3	8,5	13,0	15,7	15,7	17,1	18,9	20,0	22,5	30,2	35,2	36,2	36,2						
2007	7,3	10,8	11,2	11,5	11,5	18,9	24,8	28,6	32,6	35,7	37,0	37,7	39,8	44,1						
2006	3,6	7,0	9,1	13,9	15,2	21,2	30,8	35,8	41,2	44,5	45,3	48,0	49,6	49,7						
2005	8,3	12,9	16,0	20,9	26,4	30,8	33,9	38,4	38,4	38,9	38,9	40,1	43,0	48,8						
2004	5,1	8,1	9,1	13,1	20,3	32,6	27,1	32,4	36,0	37,9	39,2	39,3	39,4	48,6						
2003	7,6	13,1	18,9	27,4	30,1	30,1	30,4	30,8	30,8	30,8	30,8	37,2	37,6	41,0						
2002	5,5	10,6	15,1	23,6	29,1	33,8	43,0	48,1	48,7	48,7	48,7	49,0	54,6	56,6						
2001	10,0	15,2	19,2	27,5	31,5	37,7	47,6	49,3	51,9	52,7	57,5	64,5	64,5	106,5						
2000	6,4	8,8	11,7	17,2	19,4	23,3	27,0	33,2	39,0	40,8	44,7	47,6	51,1	51,6						
1999	6,9	12,3	15,7	21,5	22,1	22,7	23,2	23,2	24,3	24,8	24,9	24,9	26,9	27,1						
1998	4,7	8,4	12,8	18,0	22,7	24,5	24,5	26,7	29,1	30,0	32,5	50,3	53,1	90,4	*					
1997	6,0	9,4	12,9	20,6	22,7	23,7	23,8	25,0	27,8	33,4	41,9	48,1	59,7	65,8						
1996	4,4	6,7	6,8	9,7	13,3	20,0	28,6	36,4	42,4	45,7	46,8	46,9	49,0	49,1						
1995	6,7	11,0	14,4	25,7	36,0	36,3	36,7	37,1	42,3	42,7	43,2	43,2	44,8	44,9						
1994	4,8	6,1	8,2	12,1	14,7	19,1	19,9	20,1	20,3	21,1	25,5	27,2	33,3	45,9						
1993	4,7	7,7	9,4	17,5	28,3	33,5	34,0	35,0	35,0	35,2	35,2	35,2	36,1	43,6						
1992	8,3	11,5	15,0	24,3	27,0	32,2	34,9	35,9	45,8	44,4	44,4	44,4	44,4	45,9						
1991	7,4	9,3	9,6	9,6	16,2	17,7	22,7	28,5	33,4	33,5	34,0	34,6	34,6	42,1						
1990	5,5	8,1	10,1	15,3	18,6	20,4	23,8	29,8	32,5	35,0	40,0	45,2	45,2	45,2						
1989	4,1	4,9	6,2	8,7	14,3	23,2	26,9	32,9	35,2	42,6	50,3	64,1	67,0	84,9						
1988	3,5	5,0	5,5	6,0	6,7	7,2	8,8	9,0	9,1	9,1	9,1	9,1	9,8	51,9	*					
1987	6,0	8,5	10,0	12,0	16,0	24,5	24,5	24,5	24,5	34,1	39,0	43,0	58,5	64,9						
1986	5,5	9,8	12,8	21,8	25,8	34,0	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	163,5	*					
1985	9,2	12,6	19,1	20,1	25,6	33,9	43,8	46,5	47,4	48,0	52,4	55,1	58,1	58,2						
1984	2,5	3,6	4,0	5,3	7,8	9,9	10,1	11,3	16,4	18,6	25,8	30,1	34,3	47,1						
1983	13,3	20,4	27,6	28,0	41,8	42,2	42,2	42,2	42,2	42,2	42,2	42,2	50,6	55,9						
1982	3,9	5,4	6,1	9,6	13,3	17,2	23,6	31,4	37,7	43,3	49,7	52,4	53,9	53,9						
1981	3,1	5,5	6,6	8,6	9,9	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	95,7	*					
1980	10,2	18,5	21,9	26,2	29,9	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	36,5	47,5						
1979	10,3	15,8	17,7	23,1	25,9	31,2	31,6	31,6	31,6	31,6	33,2	42,9	48,3	59,5						
1978	5,7	8,3	9,8	11,2	12,0	16,8	28,2	33,6	42,1	50,1	54,0	63,2	67,9	73,0						
1977	6,7	9,1	12,5	19,2	20,5	23,4	23,4	23,4	23,4	26,5	39,1	50,7	52,2	75,5						
1976	7,2	10,2	10,4	21,2	21,6	29,1	29,1	29,1	29,1	33,4	36,6	40,2	44,7	71,5						
1975	4,9	6,5	7,5	9,0	10,3	14,4	15,8	16,5	17,0	17,0	20,0	20,0	21,7	59,0	*					
1974	9,9	17,4	21,4	26,0	31,8	31,8	35,9	35,9	35,9	39,1	43,0	43,3	43,3	62,6						
1973	4,8	6,5	8,7	11,8	11,8	12,8	12,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	49,9	*					
1972	9,5	12,4	12,8	13,4	13,4	13,4	17,4	17,8	19,0	21,6	21,6	29,1	32,1	35,4						
1971	5,6	5,8	6,7	7,7	15,4	22,3	29,4	35,2	38,1	39,4	40,8	38,6	45,6	66,3						
1970	9,8	13,3	19,1	26,1	26,1	27,5	30,1	30,1	30,6	30,6	33,8	40,2	45,4	46,9						
1969	2,3	3,6	4,8	7,2	9,9	18,8	23,4	25,5	26,5	27,4	27,4	27,4	27,4	47,9						
1968	9,0	10,0	13,5	21,2	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	47,6	*					
1967	7,6	13,7	17,0	32,8	35,5	36,6	36,6	36,6	36,6	36,6	36,6	36,6	36,6	63,3						
1966	7,7	12,5	14,1	25,3	41,2	44,6	45,2	45,8	46,2	46,2	55,0	65,0	66,6	104,9						
1965	5,9	7,8	8,0	8,3	12,2	20,2	30,4	36,4	47,0	55,0	69,7	82,0	82,7	85,0						
1964	5,6	7,0	7,4	12,1	20,1	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	82,5	*					
1963	7,5	9,0	9,7	14,7	17,9	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	55,1	*					
1962	6,5	8,0	10,0	20,0	27,2	40,2	40,2	46,3	51,7	54,2	84,2	94,6	98,6	141,1						
1961	3,0	5,4	7,5	11,4	18,3	24,2	26,8	28,3	29,4	33,6	34,0	34,0	34,0	60,4						
1960	4,3	5,1	5,8	7,6	12,7	13,5	15,6	20,5	24,6	27,8	30,7	32,1	39,3	58,3						
1959	3,5	7,0	10,0	12,7	14,3	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	71,5	*					
1958	3,8	7,3	8,5	15,2	21,0	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	50,0	*					
1957																				
1956																				
1955																				
1954																				
1953																				
1952																				
1951																				
1950																				
1949																				
1948																				
1947																				
1946																				
1945																				
1944																				
1943																				
1942																				
1941																				
1940																				
1939																				
1938																				
N	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	53					
Y-ORT	6,6	10,0	12,6	17,6	22,2	26,5	29,8	32,4	35,1	37,4	41,6	45,2	48,9	59,8	62,8					
Y-EB	13,3	20,4	27,6	36,3	46,8	47,3	51,4	53,7	55,8	59,4	84,2	94,6	98,6	141,1	163,5					
Std.S	2,48	4,20	5,79	7,86	9,43	8,97	8,93	9,11	9,70	9,83	13,24	15,23	16,38	22,03	25,38					
Car.K	0,41	0,64	0,83	0,35	0,74	0,41	0,40	0,20	0,12	0,18	1,37	1,44	1,49	1,75	1,99					
UDF	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3					
2 YIL	6,3	9,3	11,4	16,3	20,4	25,5	29,5	32,5	34,5	36,8	39,0	41,8	45,2	54,6	56,3					
5 YIL	8,6	13,3	16,8	23,9	29,1	33,8	37,4	40,4	43,3	45,7	50,6	54,9	59,3	73,1	76,9					
10 YIL	10,0	15,8	20,5	28,9	35,1	38,7	41,5	44,3	48,2	50,6	58,7	64,5	69,6	87,0	93,1					
25 YIL	11,6	19,0	25,2	35,0	42,7	44,5	45,7	48,1	53,5	56,0	69,2	77,8	83,8	106,5	116,6					
50 YIL	12,6	21,2	28,8	39,4	48,3	48,4	48,5	50,3	57,0	59,6	77,5	88,4	95,2	122,5	136,6					
100 YIL	13,6	23,4	32,4	43,7	50,6	52,1	52,1	54,3	60,1	62,8	86,0	99,8	107,4	139,8	158,9					
PLF	0,11	0,18,																		

Tablo 4.8 Muğla meteoroloji istasyonu standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri ve temel istatistikleri

GOZLEM	DAKİKA				S A A T															
YILI	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +					
2010	4,6	8,1	11,8	15,1	20,5	23,8	25,7	26,0	26,5	26,5	26,6	26,7	28,9	148,0	*					
2009	6,7	11,3	13,9	16,8	19,2	21,3	26,0	26,4	26,7	27,3	27,6	30,2	31,7	81,0	*					
2008	2,6	4,2	5,7	8,2	11,9	17,1	24,4	25,2	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	72,2	*					
2007	9,1	11,2	12,4	16,9	21,0	26,6	34,2	34,6	36,2	36,9	37,6	39,0	43,2	46,6						
2006	8,6	11,5	14,3	21,3	36,4	62,5	67,0	73,8	78,4	84,3	86,9	88,1	92,5	101,0						
2005	8,1	11,8	15,8	28,5	46,4	59,7	64,5	67,2	67,3	67,3	67,3	67,3	67,3	87,8						
2004	4,3	5,3	6,9	9,5	14,2	20,5	30,3	34,1	35,2	36,3	37,5	37,8	37,8	90,4	*					
2003	10,7	14,1	17,4	24,9	32,8	48,1	52,2	53,7	59,3	62,7	70,4	85,1	106,5	119,5						
2002	9,5	17,6	22,3	27,3	30,0	34,8	34,8	36,8	36,8	36,8	36,8	36,9	58,5	64,9						
2001	5,9	9,4	11,6	14,6	18,8	24,2	32,3	36,0	36,0	36,1	36,1	36,1	36,4	83,2	*					
2000	2,9	4,3	6,2	7,5	8,9	14,6	15,9	17,4	18,4	19,7	21,6	25,5	25,5	25,7						
1999	2,8	5,2	5,6	7,3	7,5	8,7	8,7	8,7	8,7	8,8	8,8	10,0	10,2	10,3						
1998	8,0	15,0	20,5	34,3	51,2	62,0	62,0	62,1	62,1	62,1	62,1	62,2	73,1	138,9	*					
1997	5,4	10,4	13,5	16,0	21,1	29,9	36,2	39,9	40,5	42,4	48,1	65,4	75,7	90,9						
1996	9,9	19,1	22,1	23,8	25,6	27,7	31,5	31,5	31,5	31,6	31,6	31,6	31,6	93,0	*					
1995	8,8	10,0	14,6	17,3	18,5	20,7	30,4	31,4	31,8	33,0	33,8	35,0	42,3	155,6	*					
1994	10,0	12,4	14,6	19,4	37,1	46,9	49,8	49,9	51,0	53,7	65,4	77,8	83,0	107,5						
1993	8,8	13,6	18,9	22,7	33,1	34,9	35,0	38,7	40,2	40,6	40,6	40,6	40,7	99,8	*					
1992	7,7	9,1	9,5	10,3	10,7	13,8	21,6	25,4	30,1	36,2	42,2	50,7	54,2	69,8						
1991	3,3	4,3	5,2	7,3	9,0	15,2	17,9	23,6	24,6	26,0	26,3	26,5	29,7	78,5	*					
1990	7,7	12,7	16,8	26,5	33,9	54,3	54,3	63,3	67,9	68,3	68,3	68,3	68,3	101,5						
1989	6,0	11,8	12,3	13,8	19,0	22,2	23,9	24,8	26,6	27,3	27,4	40,6	47,2	94,6	*					
1988	6,3	10,5	12,1	14,6	16,2	16,2	17,0	17,0	17,0	17,0	18,8	22,7	22,7	155,0	*					
1987	3,1	5,5	7,4	9,8	10,7	11,5	13,2	13,3	14,2	14,2	16,3	18,5	19,7	82,9	*					
1986	6,7	9,1	10,0	19,3	28,5	37,2	37,6	37,6	37,6	37,6	37,6	37,6	37,6	56,6						
1985	6,4	9,7	11,5	20,3	23,6	24,7	28,4	29,3	32,9	35,2	44,1	46,4	46,4	70,2						
1984	7,9	11,1	17,7	27,5	35,0	38,6	41,5	46,3	57,0	62,9	81,3	98,3	102,7	102,8						
1983	12,4	17,0	21,5	22,3	28,2	33,5	38,0	39,2	39,6	44,2	55,4	58,5	64,6							
1982	12,5	17,0	21,1	28,4	37,7	40,4	41,0	44,5	45,4	45,6	48,4	48,5	53,7	53,7						
1981	3,3	5,4	6,4	7,3	11,3	22,3	27,9	31,8	34,4	36,5	38,7	41,4	57,3	105,4	*					
1980	11,7	16,0	16,4	17,3	23,2	23,7	23,8	24,7	24,8	25,1	25,2	25,2	25,2	81,0	*					
1979	14,8	25,3	32,1	42,8	48,4	52,2	52,8	52,8	53,1	56,9	62,8	85,0	96,9	112,7						
1978	13,1	20,3	21,4	25,1	27,8	40,6	44,6	48,4	50,6	50,8	50,8	53,3	53,3	83,2						
1977	8,4	9,0	9,0	11,5	14,8	25,6	31,2	31,6	31,6	32,4	33,3	33,3	35,2	70,2	*					
1976	12,8	18,1	22,5	36,7	49,4	52,6	54,7	56,1	56,1	56,1	57,0	60,9	67,9	71,4						
1975	10,5	19,8	19,8	24,5	41,2	46,1	46,1	52,9	57,6	60,9	74,8	88,2	94,5	116,7						
1974	6,9	10,3	10,6	16,3	20,2	24,3	26,5	26,5	31,5	33,1	34,5	35,2	41,9	111,7	*					
1973	4,8	7,0	8,2	9,5	15,8	23,9	29,2	31,9	37,0	40,3	54,3	62,1	76,2	128,0	*					
1972	5,5	8,4	9,8	9,8	13,8	31,0	38,7	42,7	46,4	50,2	53,1	53,4	60,6	70,6						
1971	7,4	8,6	10,0	14,2	15,8	26,9	31,8	41,0	46,2	51,7	58,4	65,7	69,8	77,5						
1970	5,4	7,5	7,5	10,0	26,6	42,2	52,8	61,9	67,9	70,2	71,7	73,2	75,2	78,5						
1969	6,3	11,0	14,2	18,2	19,2	37,0	49,4	56,5	70,5	77,6	82,7	83,5	109,7	109,7						
1968	14,1	18,9	26,4	37,0	46,8	68,0	69,7	71,5	73,1	73,6	84,2	98,5	103,0	103,6						
1967	7,0	8,6	10,2	11,5	20,5	26,8	31,7	31,8	33,8	37,8	47,6	62,2	77,1	77,1						
1966	10,6	10,6	12,4	18,1	19,1	30,7	40,2	53,8	68,6	76,3	84,9	99,6	103,6	107,7						
1965	6,0	7,1	9,4	14,8	15,4	48,0	56,2	61,0	63,5	65,0	67,5	69,5	75,1	132,9						
1964	11,5	17,1	18,1	27,6	28,3	49,0	58,5	63,8	66,6	68,3	71,1	93,7	105,5	105,5						
1963	12,3	22,3	25,6	32,9	36,1	36,2	36,2	36,6	36,6	36,6	37,4	47,2	51,2	60,7						
1962	12,4	16,9	20,9	21,4	43,0	53,8	61,8	64,8	76,8	87,3	90,8	97,4	109,0	140,6						
1961	7,0	10,5	11,3	15,0	24,0	24,7	24,7	27,6	31,1	33,5	45,7	63,9	74,5	74,5						
1960	7,3	8,5	10,5	14,2	21,3	30,2	39,9	53,4	66,0	72,1	90,2	102,5	108,4	108,4						
1959	6,2	7,5	8,6	10,7	15,4	17,5	22,2	26,4	31,0	35,2	40,4	49,0	57,8	67,0						
1958	12,8	13,1	13,6	14,1	14,6	16,4	20,0	21,5	24,2	29,4	36,9	50,1	69,7	74,1						
1957	13,6	23,0	25,3	29,7	32,7	34,7	35,3	35,3	35,3	35,3	35,3	35,3	35,9	50,4						
1956	7,7	10,7	15,2	21,3	27,3	27,3	27,3	28,7	32,7	38,2	49,2	67,9	80,9	89,7						
1955	8,2	10,5	10,5	10,5	19,3	25,0	34,9	43,9	50,4	51,3	62,0	90,6	128,5	146,4						
1954	5,5	7,5	8,5	11,5	19,5	26,4	33,4	35,4	42,2	49,0	64,0	78,7	86,6	96,0						
1953	6,0	10,5	12,0	20,0	23,9	23,9	23,9	26,6	28,3	29,2	31,8	37,6	40,1	80,5	*					
1952	10,2	12,2	14,2	22,0	28,0	31,0	34,0	36,9	37,0	37,3	37,4	54,4	71,8	90,0						
1951	7,0	9,0	11,0	13,1	16,8	24,0	28,3	33,3	37,3	40,6	41,2	43,9	59,5	73,2						
1950	8,5	10,0	12,1	18,3	28,7	36,7	42,4	50,4	55,3	56,4	69,4	95,9	106,2	110,3						
1949	4,4	6,2	7,0	11,1	20,0	33,9	45,3	53,1	60,1	63,9	67,4	69,3	70,3	89,0						
1948	6,6	9,8	12,1	16,6	26,0	28,5	28,5	30,7	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	75,9	*					
1947	8,0	11,5	17,9	25,8	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6	53,2	61,9	65,0						
1946	12,1	15,7	8,1	19,8	19,8	19,8	20,3	22,0	25,6	33,9	40,8	53,8	74,5	92,9						
1945	7,2	7,2	7,2	10,5	15,8	18,3	19,7	23,8	27,4	34,0	36,5	41,5	48,1	79,4						
1944	11,6	15,3	16,4	17,5	22,3	30,0	38,6	45,4	53,8	58,2	61,6	68,7	88,4	88,4						
1943																				
1942																				
1941																				
1940																				
1939																				
1938																				
N	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	67					
Y-ORT	8,8	12,4	14,6	19,9	26,6	35,0	39,4	43,4	47,3	50,3	55,8	64,9	73,6	85,5	88,7					
Y-EB	14,8	25,3	32,1	42,8	49,4	68,0	69,7	73,8	78,4	87,3	90,8	102,5	128,5	146,4	155,6					
Std.S	3,01	4,93	6,10	8,30	10,80	13,51	13,94	15,04	16,58	17,27	18,95	21,92	25,04	27,16	27,45					
Car.K	0,13	0,77	0,76	0,65	0,43	0,40	0,17	0,00	0,01	0,14	0,02	-0,09	-0,10	-0,20	0,11					

Tablo 4.9 Uşak meteoroloji istasyonu standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri ve temel istatistikleri

GÖZLEM YILI	DAKİKA				S A A T															
	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	24 +					
2010	3,3	5,7	7,6	11,5	13,1	18,4	21,1	22,4	23,1	23,1	23,2	25,2	25,9	34,4						
2009	4,3	7,2	8,5	9,0	9,1	10,7	13,1	13,2	13,3	13,3	13,4	16,1	21,3	39,9	*					
2008	5,6	7,4	10,5	13,4	13,6	14,1	16,7	17,3	17,3	17,5	17,6	17,7	22,8	31,4						
2007	9,8	10,5	11,7	15,6	19,4	21,9	25,3	26,7	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	30,8						
2006	8,3	8,7	12,8	17,9	22,5	22,5	34,9	41,1	41,1	41,5	41,5	41,6	41,6	41,6						
2005	10,2	14,6	17,6	23,8	28,3	30,3	33,0	37,8	38,8	38,8	38,8	38,8	38,9	39,3						
2004	2,3	3,7	4,5	6,3	10,0	18,1	22,3	23,2	23,2	23,2	23,2	23,3	23,3	37,0						
2003	3,9	6,7	8,3	10,6	11,4	15,0	16,8	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	60,7	*					
2002	6,3	7,9	11,3	16,5	20,3	22,6	22,8	22,8	23,2	23,5	24,3	31,0	38,0	38,0						
2001	4,9	6,7	10,0	13,4	13,9	14,1	15,0	15,0	15,0	15,1	15,1	15,1	18,4	56,4	*					
2000	4,4	5,4	5,9	7,3	10,6	14,7	16,3	18,5	19,3	19,8	21,9	23,5	38,3	45,6						
1999	7,7	12,2	16,5	24,3	26,7	28,7	28,7	28,8	28,8	30,1	33,0	33,0	33,0	33,0						
1998	3,5	5,9	8,5	13,7	16,5	22,4	24,6	30,5	32,7	35,7	37,2	38,0	39,1	40,7						
1997	3,6	4,5	5,4	8,4	9,1	11,0	11,9	15,9	19,3	20,3	20,3	20,4	20,4	31,6						
1996	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	14,2	16,2	16,2	16,3	16,3	16,3	16,3	16,4	17,0	32,7					
1995	7,2	9,4	9,5	9,6	9,9	10,5	11,1	11,3	12,6	15,4	18,5	23,9	32,4	35,0						
1994	6,2	9,0	10,3	12,0	12,5	13,7	14,2	14,2	15,8	18,1	18,2	18,9	19,2	31,6						
1993	4,2	7,2	9,0	10,2	11,7	14,6	14,7	15,0	15,3	15,4	15,5	15,6	15,8	28,1						
1992	6,2	9,9	13,0	16,5	22,7	23,1	24,3	26,3	31,1	36,3	42,8	47,8	47,9	47,9						
1991	3,7	5,2	6,0	7,6	9,1	12,7	12,9	13,9	15,0	15,3	15,6	15,6	15,6	38,0	*					
1990	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*					
1989	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*					
1988	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*					
1987	4,0	5,3	6,1	11,5	13,7	14,3	14,3	14,3	14,3	14,5	14,8	14,8	14,8	24,6						
1986	3,5	7,0	9,0	11,5	12,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	37,4	*					
1985	3,5	4,0	4,8	5,2	8,5	9,5	14,2	16,0	17,0	17,2	20,8	24,0	24,0	26,3						
1984	5,6	7,1	7,8	9,8	11,3	13,0	13,4	14,6	14,9	15,3	18,1	20,4	21,6	56,6	*					
1983	7,1	12,6	13,6	14,2	18,0	19,5	19,7	19,7	19,7	31,0	35,0	36,0	36,2	36,2						
1982	4,7	5,0	6,1	10,5	12,3	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	24,7						
1981	5,7	9,1	12,1	22,4	25,4	29,0	30,7	37,3	43,9	45,1	45,3	45,3	45,3	45,3						
1980	6,4	12,4	17,0	28,0	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	34,4						
1979	4,8	6,8	9,4	14,6	18,0	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	39,5						
1978	3,0	5,9	7,9	12,0	13,0	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	20,8	23,0	25,6						
1977	4,5	5,2	5,3	6,0	7,3	10,1	12,7	15,5	15,8	16,0	16,0	16,0	18,4	24,5						
1976	5,0	7,5	8,3	9,7	11,8	11,8	11,8	13,7	14,7	16,3	20,5	27,7	29,6	35,5						
1975	13,7	20,2	23,7	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	33,3						
1974	4,0	4,8	5,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	28,8	*					
1973	5,5	9,1	11,6	20,5	23,9	30,6	34,1	35,5	36,5	38,3	42,6	45,1	46,6	46,6						
1972	6,5	11,5	15,5	17,5	27,6	27,6	27,9	30,1	32,4	34,4	35,0	35,0	35,0	35,0						
1971	8,3	11,9	16,2	22,6	27,6	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	35,0						
1970	1,7	2,5	2,8	3,8	5,2	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	26,4	*					
1969	7,2	10,8	12,0	18,5	28,0	31,7	32,5	32,5	32,5	32,5	32,5	32,5	32,5	39,1						
1968	5,0	7,8	11,9	13,1	13,1	14,4	14,4	17,1	17,8	20,4	26,3	30,1	34,0	37,1						
1967	6,0	9,8	11,7	14,4	14,4	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	27,0						
1966	7,4	10,7	13,7	19,4	27,7	28,1	31,5	31,6	31,6	32,8	34,1	34,1	34,1	49,8						
1965	4,6	6,6	7,6	8,2	9,6	17,0	21,0	22,4	22,4	25,0	26,9	34,3	35,1	35,1						
1964	3,8	4,3	4,8	4,8	6,0	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	44,2	*					
1963	4,0	6,3	6,6	7,5	8,0	10,0	10,0	12,0	14,0	14,0	15,3	18,1	23,9	31,3						
1962	5,5	8,3	9,0	13,0	16,5	16,5	16,5	16,5	18,2	20,2	25,2	37,0	38,5	53,5						
1961	8,0	12,0	14,0	14,0	14,5	15,3	15,3	15,3	15,3	15,3	15,3	15,3	16,3	20,9						
1960	5,4	6,0	6,0	6,0	8,4	15,1	20,0	26,5	30,0	33,0	35,0	47,2	50,9	53,9						
1959	7,3	8,0	10,5	11,4	11,4	16,3	19,9	21,2	22,5	23,9	27,5	31,0	32,0	46,1						
1958	4,6	9,2	11,0	12,8	15,4	24,5	28,1	29,3	30,1	30,1	30,1	31,1	43,7	46,0						
1957	11,0	11,0	12,5	12,5	13,0	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	25,0						
1956	3,4	4,1	4,4	4,4	5,7	9,9	13,3	15,8	17,2	17,2	17,2	17,2	17,2	38,1	*					
1955	8,4	11,7	18,9	24,2	35,9	36,9	37,3	38,3	38,3	38,3	38,3	38,3	38,3	47,3						
1954	2,7	5,0	5,0	5,0	7,9	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	36,8	*					
1953	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*					
1952	6,4	8,0	10,3	16,0	32,0	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1	39,4						
1951	4,0	5,4	5,4	6,7	9,7	10,4	12,0	14,4	15,8	17,0	18,9	22,4	22,9	49,0	*					
1950	4,7	7,5	7,5	12,0	12,2	12,2	14,9	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	22,8						
1949	7,0	8,0	10,3	12,6	16,0	16,4	18,8	22,5	26,5	30,6	32,8	32,8	32,8	33,8						
1948	4,0	5,5	5,5	5,5	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	33,0	*					
1947	4,7	7,0	7,0	9,8	17,9	17,9	17,9	17,9	20,4	21,8	23,1	31,6	33,9	33,9						
1946	5,2	5,9	6,9	7,7	10,2	15,9	17,4	20,0	20,9	21,2	22,7	22,7	22,7	40,4						
1945	4,5	7,0	7,2	7,2	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	23,7	*					
1944	4,5	4,5	4,5	4,5	7,0	10,5	12,7	13,2	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	27,7	*					
1943	5,8	7,1	8,1	8,1	9,3	9,8	10,3	11,6	13,4	15,4	18,8	20,9	25,6	44,1	*					
1942	6,8	13,5	13,5	15,3	19,0	20,2	20,2	22,1	22,1	22,1	22,1	22,1	22,1	35,4						
1941	5,4	8,1	8,1	8,1	11,3	18,1	20,6	25,9	28,2	30,4	36,1	43,4	44,6	44,6						
1940																				
1939																				
1938																				
N	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	66					
Y-ORT	6,1	8,7	10,6	13,9	17,1	19,6	21,0	22,7	23,8	24,9	26,3	28,2	29,9	36,2	37,1					
Y-EB	13,7	20,2	23,7	28,0	35,9	38,1	38,1	38,3	43,9	45,1	45,3	47,8	50,9	59,3	60,7					
Std.S	2,23	3,10	4,03	5,71	7,42	7,27	7,27	7,79	8,32	8,61	8,99	9,72	10,07	8,07	9,00					
Car.K	1,07	1,09	0,86	0,75	0,74	0,75	0,64	0,54	0,64	0,50	0,40	0,27	0,12	0,25	0,48					
UDF	G2P	G2P	G2P	G2P	G2P	G2P	G2P	G2P	G2P	G2P	G2P	G2P	G2P	G2P	G2P					
2 YIL	5,7	8,2	10,1	13,2	16,2	18,8	20,3	22,0	22,9	24,2	25,7	27,8	29,7	35,8						

BÖLÜM BEŞ

BULGULAR

Çalışma kapsamında meteoroloji istasyonların alınan yağış verilerine yapılan eğilim testlerinin sonuçları artış (↑), azalış (↓) ve eğilim olmaması (→) durumuna göre Student t, Mann Kendall ve Spearman's Rho testleri için tanımlanmıştır. Tablo 5.1 ve 5.2'de Akaike ve Bayes Bilgi Kriterlerine göre seçilen en uygun modeller özetlenmektedir.

Tablo 5.1'de görüldüğü gibi eğilim görülen yağış sürelerinde durağan olmayan parametrelerle kurulan modellerin Akaike ve Bayes Bilgi Kriterlerine göre en uygun dağılımları simgeledikleri gözlenmektedir. Manisa İstasyonunda yalnızca 24 saatlik yağışta Student t ve Spearman'ın Rho testlerine göre azalış eğilimi görülmüş ve en uygun dağılım durağan parametrelerle kurulan GEV dağılımı olmuştur. Manisa İstasyonu hariç muhtelif yağış süreleri için artış/azalış eğilimleri gözlenen tüm istasyonlarda durağan olmayan parametrelerle kurulan GEV dağılımları AIC ve BIC'e göre daha uygun çıkmışlardır.

Tablo 5.2'de görüldüğü gibi eğilim olmayan yağış süreleri için durağan parametrelerle kurulan standart GEV dağılımlarının süreci daha iyi temsil ettikleri ortaya konmuştur. Bu bağlamda bulgular beklenen sonuçlarla örtüşmektedir. Yağışlarda eğilim gözlemlendiği takdirde durağan kabullerle kurulan modellerin gerçeğe yakın sonuçlar vermeyeceği gözlenmiştir.

Tablo 5.1 Eğilim görülen yağış süreleri için en uygun dağılımlar

İstasyon	Eğilim Görülen Yağış Süreleri	Student t	Mann Kendall	Spearman's Rho	En Uygun Dağılım
Aydın	30 dakika ila 12 saat	↑	↑	↑	GEV 3
Balıkesir	5 dakika	↓	↓	↓	GEV2
İzmir	30 dakika ila 24 saat	↑	↑	↑	GEV 3
Kütahya	12 ila 18 saat	↓	↓	↓	GEV3
Manisa	24 saat	↓	→	↓	GEV
Muğla	12 ila 18 saat	↓	↓	↓	GEV3

Tablo 5.2 Eğilim görülmeyen yağış süreleri için en uygun dağılımlar

İstasyon	Eğilim Görülen Yağış Süreleri	Student t	Mann Kendall	Spearman's Rho	En Uygun Dağılım
Aydın	5 dakika ila 15 dakika + 24 saat	➡	➡	➡	GEV
Balıkesir	10 dakika ila 24 saat	➡	➡	➡	GEV
Denizli	5 dakika ila 24 saat	➡	➡	➡	GEV
İzmir	5 dakika ila 15 dakika	➡	➡	➡	GEV
Kütahya	5 dakika ila 8 saat + 24 saat	➡	➡	➡	GEV
Manisa	5 dakika ila 18 saat	➡	➡	➡	GEV
Muğla	12 ila 18 saat	➡	➡	➡	GEV
Uşak	5 dakika ila 24 saat	➡	➡	➡	GEV

5.1 Eğilim Testleri Sonuçları

Aydın istasyonuna ait eğilim testleri sonuçları değerlendirildiğinde, yıllık standart süreli maksimum yağışlara ait eğilim analizi sonuçları Tablo 5.3’de gösterilmiştir. Her üç test sonucunda 30 dakikadan 12 saate kadar olan yağışlarda artış eğilimi tespit edilmiştir.

Tablo 5.3 Aydın istasyonu eğilim testleri sonuçları

	<i>Mann Kendall</i>	<i>Spearman’s Rho</i>	<i>Student t</i>
5 Dk	➡	➡	➡
10 Dk	➡	➡	➡
15 Dk	➡	➡	➡
30 Dk	⬆	⬆	⬆
1 Sa	⬆	⬆	⬆
2 Sa	⬆	⬆	⬆
3 Sa	⬆	⬆	⬆
4 Sa	⬆	⬆	⬆
5 Sa	⬆	⬆	⬆
6 Sa	⬆	⬆	⬆
8 Sa	⬆	⬆	⬆
12 Sa	⬆	⬆	⬆
18 Sa	➡	➡	⬆
24 Sa	➡	➡	➡

Balıkesir istasyonuna ait eğilim testleri sonuçları değerlendirildiğinde, yıllık standart süreli maksimum yağışlara ait eğilim analizi sonuçları Tablo 5.4’de gösterilmiştir. Her üç test sonucunda 5 dakikalık yağışlarda azalış eğilimi tespit edilmiştir.

Tablo 5.4 Balıkesir istasyonu eğilim testleri sonuçları

	<i>Mann Kendall</i>	<i>Spearman’s Rho</i>	<i>Student t</i>
5 Dk	↓	↓	↓
10 Dk	→	→	→
15 Dk	→	→	→
30 Dk	→	→	→
1 Sa	→	→	→
2 Sa	→	→	→
3 Sa	→	→	→
4 Sa	→	→	→
5 Sa	→	→	→
6 Sa	→	→	→
8 Sa	→	→	→
12 Sa	→	→	→
18 Sa	→	→	→
24 Sa	→	→	→

Denizli istasyonuna ait eğilim testleri sonuçları değerlendirildiğinde, yıllık standart süreli maksimum yağışlara ait eğilim analizi sonuçları Tablo 5.5’de gösterilmiştir. Her üç test sonucunda yağışlarda eğilim tespit edilmemiştir.

Tablo 5.5 Denizli istasyonu eğilim testleri sonuçları

	<i>Mann Kendall</i>	<i>Spearman’s Rho</i>	<i>Student t</i>
5 Dk	➡	➡	➡
10 Dk	➡	➡	➡
15 Dk	➡	➡	➡
30 Dk	➡	➡	➡
1 Sa	➡	➡	➡
2 Sa	➡	➡	➡
3 Sa	➡	➡	➡
4 Sa	➡	➡	➡
5 Sa	➡	➡	➡
6 Sa	➡	➡	➡
8 Sa	➡	➡	➡
12 Sa	➡	➡	➡
18 Sa	➡	➡	➡
24 Sa	➡	➡	➡

İzmir istasyonuna ait eğilim testleri sonuçları değerlendirildiğinde, yıllık standart süreli maksimum yağışlara ait eğilim analizi sonuçları Tablo 5.6’da gösterilmiştir. Her üç test sonucunda 30 dakikadan 24 saate kadar olan yağışlarda artış eğilimi tespit edilmiştir.

Tablo 5.6 İzmir istasyonu eğilim testleri sonuçları

	<i>Mann Kendall</i>	<i>Spearman’s Rho</i>	<i>Student t</i>
5 Dk	➡	➡	➡
10 Dk	➡	➡	➡
15 Dk	➡	➡	➡
30 Dk	⬆	⬆	⬆
1 Sa	⬆	⬆	⬆
2 Sa	⬆	⬆	⬆
3 Sa	⬆	⬆	⬆
4 Sa	⬆	⬆	⬆
5 Sa	⬆	⬆	⬆
6 Sa	⬆	⬆	⬆
8 Sa	⬆	⬆	⬆
12 Sa	⬆	⬆	⬆
18 Sa	⬆	⬆	⬆
24 Sa	⬆	⬆	⬆

Kütahya istasyonuna ait eğilim testleri sonuçları değerlendirildiğinde, yıllık standart süreli maksimum yağışlara ait eğilim analizi sonuçları Tablo 5.7’de gösterilmiştir. Her üç test sonucunda 12 ve 18 saatlik yağışlarda azalış eğilimi tespit edilmiştir.

Tablo 5.7 Kütahya istasyonu eğilim testleri sonuçları

	<i>Mann Kendall</i>	<i>Spearman’s Rho</i>	<i>Student t</i>
5 k	➡	➡	➡
10 Dk	➡	➡	➡
15 Dk	➡	➡	➡
30 Dk	➡	➡	➡
1 Sa	➡	➡	➡
2 Sa	➡	➡	➡
3 Sa	➡	➡	➡
4 Sa	➡	➡	➡
5 Sa	➡	➡	➡
6 Sa	➡	➡	➡
8 Sa	➡	➡	➡
12 Sa	⬇	⬇	⬇
18 Sa	⬇	⬇	⬇
24 Sa	➡	➡	➡

Manisa istasyonuna ait eğilim testleri sonuçları değerlendirildiğinde, yıllık standart süreli maksimum yağışlara ait eğilim analizi sonuçları Tablo 5.8’de gösterilmiştir. Mann Kendall ve Spearman’s Rho testlerine göre 24 saatlik yağışlarda azalış eğilimi gözlenirken, Student t testine göre yağışlarda eğilim gözlenmemiştir.

Tablo 5.8 Manisa istasyonu eğilim testleri sonuçları

	<i>Mann Kendall</i>	<i>Spearman’s Rho</i>	<i>Student t</i>
5 Dk	➡	➡	➡
10 Dk	➡	➡	➡
15 Dk	➡	➡	➡
30 Dk	➡	➡	➡
1 Sa	➡	➡	➡
2 Sa	➡	➡	➡
3 Sa	➡	➡	➡
4 Sa	➡	➡	➡
5 Sa	➡	➡	➡
6 Sa	➡	➡	➡
8 Sa	➡	➡	➡
12 Sa	➡	➡	➡
18 Sa	➡	➡	➡
24 Sa	⬇	⬇	➡

Muğla istasyonuna ait eğilim testleri sonuçları değerlendirildiğinde, yıllık standart süreli maksimum yağışlara ait eğilim analizi sonuçları Tablo 5.9’da gösterilmiştir. Her üç test sonucunda 8 saatten 18 saate kadar olan yağışlarda azalış eğilimi tespit edilmiştir.

Tablo 5.9 Muğla istasyonu eğilim testleri sonuçları

	<i>Mann Kendall</i>	<i>Spearman’s Rho</i>	<i>Student t</i>
5 Dk	➡	➡	➡
10 Dk	➡	➡	➡
15 Dk	➡	➡	➡
30 Dk	➡	➡	➡
1 Sa	➡	➡	➡
2 Sa	➡	➡	➡
3 Sa	➡	➡	➡
4 Sa	➡	➡	➡
5 Sa	➡	➡	➡
6 Sa	➡	➡	➡
8 Sa	⬇	⬇	⬇
12 Sa	⬇	⬇	⬇
18 Sa	⬇	⬇	⬇
24 Sa	➡	➡	➡

Uşak istasyonuna ait eğilim testleri sonuçları değerlendirildiğinde, yıllık standart süreli maksimum yağışlara ait eğilim analizi sonuçları Tablo 5.10’da gösterilmiştir. Her üç test sonucunda yağışlarda eğilim tespit edilmemiştir.

Tablo 5.10 Uşak istasyonu eğilim testleri sonuçları

	<i>Mann Kendall</i>	<i>Spearman’s Rho</i>	<i>Student t</i>
5 Dk	➡	➡	➡
10 Dk	➡	➡	➡
15 Dk	➡	➡	➡
30 Dk	➡	➡	➡
1 Sa	➡	➡	➡
2 Sa	➡	➡	➡
3 Sa	➡	➡	➡
4 Sa	➡	➡	➡
5 Sa	➡	➡	➡
6 Sa	➡	➡	➡
8 Sa	➡	➡	➡
12 Sa	➡	➡	➡
18 Sa	➡	➡	➡
24 Sa	➡	➡	➡

5.2 Muhtelif Tekerrür Aralıkları İçin Tasarım Yağış Değerleri

Aydın istasyonuna ait yıllık standart süreli maksimum yağış verilerinin 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık tekerrür aralıklarına göre durağan ve durağan olmayan GEV dağılımlarına ait tasarım yağışı değerleri sırasıyla Tablo 5.11 ilâ 5.14’de gösterilmiştir. Dağılımların AIC ve BIC değerleri ise Tablo 5.15’de gösterilmiştir.

Tablo 5.11 Aydın istasyonu GEV dağılımına ait sonuçlar

Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları(mm)						
Yağış süresi (saat)	2	5	10	25	50	100
	50%	80%	90%	96%	98%	99%
0,083	6,505	8,353	9,295	10,239	10,796	11,251
0,166	8,911	11,731	13,455	15,481	16,882	18,192
0,25	10,426	14,204	16,628	19,607	21,757	23,843
0,5	14,132	20,196	24,561	30,511	35,26	40,278
1	17,364	25,705	32,182	41,639	49,708	58,732
2	20,658	30,129	37,606	48,694	58,297	69,17
3	22,288	32,94	40,909	52,459	62,241	73,111
4	24,091	34,632	42,628	54,057	63,612	74,11
5	25,858	36,84	44,826	55,814	64,665	74,088
6	27,303	38,577	46,685	57,725	66,531	75,829
8	28,907	40,747	49,15	60,457	69,373	78,695
12	30,526	43,304	52,468	64,914	74,817	85,25
18	33,844	47,693	57,232	69,722	79,315	89,121
24	47,181	61,558	70,629	81,606	89,413	96,89

Tablo 5.12 Aydın istasyonu durağan olmayan GEV1 dağılımına ait sonuçlar

Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları(mm)						
Yağış süresi	2 50%	5 80%	10 90%	25 96%	50 98%	100 99%
0,083	6,505	8,355	9,298	10,244	10,802	11,259
0,166	9,092	12,598	14,72	17,196	18,894	20,472
0,25	11,155	15,875	18,834	22,395	24,913	27,313
0,5	14,083	21,274	26,413	33,369	38,886	44,683
1	17,44	26,878	34,052	44,33	52,938	62,412
2	20,619	30,134	37,635	48,742	58,346	69,209
3	22,611	33,21	41,29	52,891	62,631	73,373
4	24,051	35,781	44,427	56,468	66,283	76,838
5	25,999	37,818	46,211	57,507	66,418	75,738
6	27,404	38,921	47,15	58,292	67,129	76,415
8	28,997	40,922	49,35	60,646	69,52	78,768
12	30,729	43,775	53,071	65,625	75,558	85,974
18	33,968	48,04	57,715	70,362	80,06	89,961
24	47,543	62,921	72,564	84,168	92,375	100,2

Tablo 5.13 Aydın istasyonu durağan olmayan GEV 2 dağılımına ait sonuçlar

Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları(mm)						
Yağış süresi	2 50%	5 80%	10 90%	25 96%	50 98%	100 99%
0,083	6,585	8,434	9,378	10,324	10,883	11,34
0,166	9,163	11,967	13,675	15,679	17,061	18,351
0,25	11,223	14,96	17,348	20,272	22,375	24,409
0,5	15,746	21,718	25,963	31,683	36,2	40,928
1	18,036	26,067	32,226	41,119	48,624	56,939
2	21,527	31,026	38,676	50,23	60,411	72,115
3	23,896	33,782	41,467	52,703	62,301	73,044
4	24,996	35,125	42,796	53,744	62,883	72,912
5	27,173	37,716	45,348	55,803	64,191	73,09
6	27,727	38,724	46,648	57,456	66,091	75,221
8	29,828	41,81	50,278	61,628	70,544	79,836
12	31,167	43,411	52,175	64,057	73,497	83,427
18	35,4	49,237	58,692	70,985	80,361	89,888
24	47,191	61,573	70,65	81,636	89,451	96,938

Tablo 5.14 Aydın istasyonu durağan olmayan GEV 3 dağılımına ait sonuçlar

Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları(mm)						
Yağış süresi	2	5	10	25	50	100
	50%	80%	90%	96%	98%	99%
0,083	6,599	8,446	9,39	10,335	10,893	11,351
0,166	9,594	13,163	15,317	17,822	19,537	21,125
0,25	12,378	17,346	20,416	24,06	26,604	29,003
0,5	17,875	26,375	32,348	40,314	46,541	53,002
1	22,775	34,051	42,466	54,319	64,086	74,689
2	26,66	38,368	47,277	60,053	70,764	82,563
3	26,396	37,5	46,034	58,379	68,818	80,401
4	29,044	41,621	50,779	63,39	73,56	84,398
5	29,478	41,782	50,452	62,04	71,119	80,56
6	29,626	41,689	50,199	61,588	70,522	79,82
8	32,699	46,363	55,783	68,13	77,62	87,329
12	31,632	44,841	54,251	66,957	77,009	87,547
18	36,75	52,635	63,362	77,158	87,571	98,06
24	48,45	65,909	76,825	89,925	99,168	107,96

Tablo 5.15 Aydın istasyonu GEV dağılımlarına ait AIC ve BIC değerleri

Yağış süresi (saat)	Dağılım modeli			
	GEV	GEV 1	GEV 2	GEV 3
	AIC/BIC	AIC/BIC	AIC/BIC	AIC/BIC
0,083	230,5/236,4	232,5/240,3	232,5/240,3	234,5/244,2
0,166	266/271,9	266,2/274	267,8/275,6	267,8/277,5
0,25	294,1/299,9	292,2/300	295,7/303,5	292,5/302,3
0,5	339,9/345,8	339,7/347,5	339,7/347,5	336,6/346,3
1	370,9/376,8	372/379,8	371,3/379,2	366,1/375,9
2	383,4/389,2	385,4/393,2	382,6/390,4	378,5/388,2
3	393,8/399,7	395,7/403,5	392,3/400,1	389,8/400
4	396,2/402,1	397,6/405,4	396,1/403,9	392,2/402
5	402,2/408	403,7/411,5	401,7/409,5	400,8/410,5
6	405,5/411,3	407,2/415	406,6/414,4	405,5/415,3
8	411,2/417,1	413/420,8	412,3/420,1	409,2/419
12	415,9/424,7	420,6/428,4	420/427,8	421/430,7
18	428,8/434,7	430,7/438,5	429,9/437,7	429,4/439,2
24	436,2/442	436/443,8	438,2/446	435,9/445,7

Balıkesir istasyonuna ait yıllık standart süreli maksimum yağış verilerinin 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık tekerrür aralıklarına göre durağan ve durağan olmayan GEV dağılımlarına ait tasarım yağışı değerleri sırasıyla Tablo 5.16 ilâ 5.19’da gösterilmiştir. Dağılımların AIC ve BIC değerleri ise Tablo 5.20’de gösterilmiştir.

Tablo 5.16 Balıkesir istasyonu GEV dağılımına ait sonuçlar

Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları(mm)						
Yağış süresi (saat)	2	5	10	25	50	100
	50%	80%	90%	96%	98%	99%
0,083	5,492	7,792	9,528	11,995	14,048	16,294
0,166	8,056	11,534	14,422	18,907	22,966	27,739
0,25	10,14	14,619	18,266	23,829	28,777	34,512
0,5	12,55	18,401	23,371	31,258	38,543	47,262
1	14,769	21,841	28,093	38,385	48,232	60,378
2	17,786	26,53	34,827	49,422	64,289	83,642
3	20,479	29,382	36,357	47,792	57,731	69,282
4	21,916	31,672	39,847	52,652	64,337	78,175
5	23,028	33,034	41,15	53,489	64,43	77,074
6	24,202	34,54	42,77	55,069	65,798	78,024
8	25,759	36,491	44,585	56,098	65,674	76,152
12	26,86	38,583	47,434	60,033	70,521	82,005
18	28,828	40,944	49,496	60,943	69,926	79,277
24	43,463	60,691	73,385	91,058	105,459	120,944

Tablo 5.17 Balıkesir İstasyonu durağan olmayan GEV 1 dağılımına ait sonuçlar

Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları(mm)						
Yağış süresi	2	5	10	25	50	100
	50%	80%	90%	96%	98%	99%
0,083	5,550	8,608	11,334	15,857	20,217	25,629
0,166	8,072	11,591	14,517	19,066	23,188	28,041
0,25	10,124	14,674	18,397	24,102	29,2	35,131
0,5	12,798	19,75	25,901	36,033	45,733	57,703
1	15,24	24,151	32,406	46,603	60,76	78,854
2	17,824	26,618	34,954	49,596	64,493	83,868
3	20,522	30,322	38,594	51,639	63,62	77,889
4	22,023	32,052	40,414	53,451	65,295	79,269
5	23,257	34,02	42,679	55,745	67,248	80,461
6	24,269	35,091	43,705	56,573	67,795	80,58
8	26,281	38,338	47,249	59,689	69,853	80,806
12	26,903	38,883	47,923	60,785	71,488	83,204
18	28,815	40,928	49,47	60,897	69,858	79,18
24	43,969	62,375	76,091	95,383	111,261	128,477

Tablo 5.18 Balıkesir istasyonu durağan olmayan GEV 2 dağılımına ait sonuçlar

Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları(mm)						
Yağış süresi (saat)	2	5	10	25	50	100
	50%	80%	90%	96%	98%	99%
0,083	6,308	8,614	10,797	14,632	18,532	23,603
0,166	9,042	12,429	15,257	19,671	23,686	28,427
0,25	10,834	15,177	18,751	24,258	29,203	34,981
0,5	13,16	19,134	24,276	32,535	40,254	49,585
1	14,801	21,952	28,304	38,806	48,895	61,983
2	18,303	26,939	34,991	48,918	62,885	80,821
3	20,485	29,387	36,659	47,789	57,72	69,26
4	21,919	31,677	39,855	52,669	64,366	78,222
5	23,029	33,032	41,144	53,475	64,408	77,042
6	24,203	34,535	42,758	55,041	65,753	77,957
8	25,762	36,494	44,587	56,095	65,666	76,137
12	26,864	38,592	47,449	60,061	70,563	82,064
18	28,83	40,937	49,48	60,916	69,888	79,228
24	43,508	60,786	73,544	91,344	105,877	121,528

Tablo 5.19 Balıkesir istasyonu durağan olmayan GEV 3 dağılımına ait sonuçlar

Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları(mm)						
Yağış süresi (saat)	2 50%	5 80%	10 90%	25 96%	50 98%	100 99%
0,083	6,169	8,364	10,456	14,154	17,938	22,882
0,166	9,178	12,917	15,993	20,73	24,983	29,951
0,25	10,152	14,576	18,132	23,491	28,204	33,612
0,5	13,327	18,86	23,785	32,479	41,323	52,289
1	15,626	21,922	27,73	40,399	52,398	67,684
2	18,948	28,854	38,348	55,202	72,52	95,235
3	20,519	30,374	38,708	51,875	63,989	78,436
4	21,914	31,71	39,95	52,903	64,763	78,85
5	23,131	33,981	42,684	55,779	67,278	80,455
6	24,765	36,398	45,505	58,908	70,429	83,393
8	25,877	37,008	45,336	57,092	66,801	77,359
12	27,437	40,288	49,844	63,258	74,276	86,204
18	31,787	45,993	55,694	68,301	77,911	87,673
24	44,299	61,404	76,157	97,232	114,839	134,174

Tablo 5.20 Balıkesir istasyonu GEV dağılımlarına ait AIC ve BIC değerleri

Dağılım modeli				
Yağış süresi (saat)	GEV	GEV 1	GEV 2	GEV 3
	AIC/BIC	AIC/BIC	AIC/BIC	AIC/BIC
0,083	247,4/253,3	247,8/255,7	238,4/246,4	240,6/250,5
0,166	287,9/293,8	289,9/297,8	286,8/294,8	288,5/298,4
0,25	316/322	318/326	316,5/324,4	320,1/330
0,5	343,1/349	344,4/352,3	343,9/351,8	345,1/355,1
1	361,6/367,5	362,3/370,3	363,5/371,5	362,7/372,6
2	380,6/386,6	382,6/390,5	382,3/390,3	383,9/393,8
3	390,1/396	392/400	392,1/400	393,9/409,9
4	398,7/404,7	400,7/408,6	400,7/408,7	402,7/412,7
5	403/409	404,7/412,7	405/413	406,7/413,7
6	407,4/413,4	409,2/417,1	409,4/417,4	411/420,9
8	414/420	415,4/423,3	416/424	417,7/427,6
12	423,5/429,5	425,4/433,4	425,5/433,5	427,2/437,1
18	430,1/436	432,1/440	432,1/440	432,9/442,8
24	465,7/471,7	466,6/474,6	467,5/475,5	466,2/476,1

Denizli istasyonuna ait yıllık standart süreli maksimum yağış verilerinin 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık tekerrür aralıklarına göre durağan ve durağan olmayan GEV dağılımlarına ait tasarım yağışı değerleri sırasıyla Tablo 5.21 ilâ 5.24’de gösterilmiştir. Dağılımların AIC ve BIC değerleri ise Tablo 5.25’de gösterilmiştir.

Tablo 5.21 Denizli istasyonu GEV dağılımına ait sonuçlar

Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları(mm)						
Yağış süresi (saat)	2	5	10	25	50	100
	50%	80%	90%	96%	98%	99%
0,083	5,641	8,556	10,538	13,101	15,047	17,017
0,166	7,921	12,009	14,914	18,825	21,912	25,141
0,25	9,912	15,109	18,761	23,628	27,431	31,377
0,5	13,073	20,881	27,12	36,476	44,665	54,022
1	15,515	24,945	33,009	45,881	57,839	72,222
2	19,472	29,567	36,854	46,81	54,779	63,215
3	21,419	31,122	38,797	50,199	60,087	71,301
4	23,174	33,013	40,462	51,093	59,964	69,698
5	24,654	34,904	42,422	52,844	61,303	70,365
6	25,632	36,172	43,787	54,201	62,542	71,379
8	27,264	37,985	45,717	56,272	64,712	73,642
12	29,076	39,618	47,459	58,469	67,515	77,309
18	30,887	41,965	50,335	62,26	72,196	83,083
24	42,811	56,562	66,141	78,812	88,64	98,771

Tablo 5.22 Denizli istasyonu durağan olmayan GEV 1 dağılımına ait sonuçlar

Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları(mm)						
Yağış süresi	2	5	10	25	50	100
	50%	80%	90%	96%	98%	99%
0,083	5,759	9,015	11,2	13,993	16,089	18,19
0,166	8,031	12,46	15,556	19,666	22,863	26,167
0,25	9,945	15,241	18,942	23,854	27,677	31,628
0,5	13,075	20,892	21,137	36,5	44,693	54,055
1	15,661	25,246	33,396	46,34	58,307	72,639
2	19,574	30,187	37,799	48,142	56,374	65,049
3	21,647	32,69	41,789	55,824	68,443	83,2
4	23,164	33,014	40,469	51,107	59,983	69,721
5	24,625	34,884	42,408	52,839	61,304	70,374
6	26,046	37,173	45,293	56,501	65,557	75,224
8	31,011	43,054	52,154	65,117	75,918	87,752
12	29,268	40,672	49,093	60,839	70,428	80,755
18	31,011	43,054	52,154	65,117	75,918	87,752
24	43,009	56,871	66,524	79,288	89,186	99,387

Tablo 5.23 Denizli istasyonu durağan olmayan GEV 2 dağılımına ait sonuçlar

Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları(mm)						
Yağış süresi	2	5	10	25	50	100
	50%	80%	90%	96%	98%	99%
0,083	5,644	8,557	10,536	13,096	15,039	17,005
0,166	8,148	12,229	15,121	19,007	22,067	25,262
0,25	10,262	15,495	19,2	24,173	28,086	32,17
0,5	13,195	21,064	27,316	36,641	44,76	53,997
1	15,525	24,963	33,033	45,912	57,876	72,264
2	19,487	29,588	36,881	46,849	54,828	63,278
3	22,288	31,812	39,493	51,109	61,358	73,152
4	25,956	35,663	43,303	54,603	64,362	75,388
5	25,516	35,381	42,697	52,943	61,34	70,412
6	27,557	37,447	44,668	54,638	62,698	71,304
8	29,82	40,352	48,095	58,854	67,606	77
12	29,079	39,621	47,46	58,466	67,508	77,297
18	30,887	41,967	50,344	62,282	72,232	83,138
24	43,233	57,075	66,767	79,647	89,682	100,067

Tablo 5.24 Denizli istasyonu durağan olmayan GEV 3 dağılımına ait sonuçlar

Yağış süresi	Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları(mm)					
	2 50%	5 80%	10 90%	25 96%	50 98%	100 99%
0,083	6,247	9,694	11,987	14,896	17,062	19,22
0,166	9,202	14,14	17,535	21,974	25,378	28,853
0,25	11,319	17,177	21,219	26,52	30,599	34,775
0,5	14,075	22,35	28,765	38,124	46,1	55,009
1	16,777	21,179	35,934	49,704	62,32	77,312
2	20,679	31,84	39,785	50,505	58,979	67,859
3	22,418	31,513	39,435	53,221	65,764	80,581
4	24,554	33,249	40,125	51,905	62,456	74,419
5	26,802	36,209	43,283	53,315	61,637	71,544
6	28,712	39,126	46,861	57,705	66,604	76,228
8	28,794	39,059	46,621	57,15	65,729	75,133
12	20,679	31,84	39,785	50,505	58,979	67,859
18	31,346	43,982	53,524	67,108	78,419	90,806
24	42,821	56,705	66,365	79,13	89,021	99,209

Tablo 5.25 Denizli istasyonu GEV dağılımlarına ait AIC ve BIC değerleri

Yağış süresi	Dağılım modeli			
	GEV AIC/BIC	GEV 1 AIC/BIC	GEV 2 AIC/BIC	GEV 3 AIC/BIC
0,083	267/272,8	268,2/276	268,9/276,7	269,3/277,2
0,166	300,6/306,4	302,2/310	302,4/310,2	303,2/313
0,25	326,3/332,2	328,3/336,1	327,9/335,7	329,2/338,9
0,5	363,1/369	365,1/372,9	365,1/372,9	366,6/376,4
1	379,7/385,5	381,7/389,5	381,7/389,5	383,3/393
2	393,8/399,7	395,5/403,4	395,8/403,6	397/406,8
3	385,9/391,7	387/394,8	386,2/394	387,7/397,5
4	388,7/394,5	390,7/398,5	386,8/394,6	389,2/399
5	393,9/399,7	395,9/403,7	393,6/401,4	393,7/403,4
6	397,2/403	398,8/406,	395,6/403,4	397,1/406,8
8	399,3/405,2	401,2/408,8	398,9/406,7	401,3/411
12	396,8/402,6	397,9/405,7	398,8/406,6	399,4/409,1
18	401,5/407,4	402,2/410	403,5/411,3	403,8/413,5
24	427,7/433,6	429,4/437,2	429,5/437,3	431,4/441,2

İzmir istasyonuna ait yıllık standart süreli maksimum yağış verilerinin 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık tekerrür aralıklarına göre durağan ve durağan olmayan GEV dağılımlarına ait tasarım yağışı değerleri sırasıyla Tablo 5.26 ilâ 5.29’da gösterilmiştir. Dağılımların AIC ve BIC değerleri ise Tablo 5.30’da gösterilmiştir.

Tablo 5.26 İzmir istasyonu GEV dağılımına ait sonuçlar

Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları(mm)						
Yağış süresi (saat)	2	5	10	25	50	100
	50%	80%	90%	96%	98%	99%
0,083	6,966	9,718	11,526	13,795	15,468	17,118
0,166	9,881	13,807	16,406	19,69	22,127	24,545
0,25	11,969	16,837	20,051	24,101	27,099	30,068
0,5	15,876	22,323	26,772	32,608	37,097	41,693
1	20,464	29,508	36,178	45,472	53,052	61,207
2	25,91	37,27	45,394	56,399	65,135	74,319
3	30,24	43,104	52,234	64,519	74,207	84,334
4	33,479	47,022	56,28	68,321	77,508	86,847
5	35,923	50,475	60,765	74,564	85,409	96,715
6	38,108	53,306	64,063	78,5	89,856	101,703
8	41,079	57,487	68,948	84,149	95,968	108,179
12	45,444	64,109	76,929	93,673	106,501	119,586
18	50,278	71,064	84,821	102,198	115,084	127,872
24	61,099	80,912	94,896	113,617	128,306	143,598

Tablo 5.27 İzmir istasyonu durağan olmayan GEV 1 dağılımına ait sonuçlar

Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları (mm)						
Yağış süresi (saat)	2	5	10	25	50	100
	50%	80%	90%	96%	98%	99%
0,083	7,195	10,684	13,016	15,989	18,214	20,437
0,166	10,153	15,353	18,929	23,602	27,186	30,844
0,25	12,257	18,583	22,776	28,08	32,018	35,931
0,5	16,201	25,313	31,7	40,197	46,825	53,689
1	20,287	32,079	41,005	53,74	64,365	76,021
2	25,917	39,91	49,733	62,817	73,035	83,63
3	30,291	45,208	55,677	69,622	80,509	91,796
4	33,37	48,839	59,083	72,03	81,637	91,176
5	36,252	51,663	62,499	76,954	88,258	99,992
6	38,313	54,084	65,233	80,18	91,925	104,167
8	41,298	58,428	70,364	86,16	98,416	111,054
12	44,965	63,622	76,386	92,999	105,683	118,584
18	50,505	71,344	85,057	102,287	115,001	127,564
24	61,094	81,024	95,088	113,916	128,688	144,066

Tablo 5.28 İzmir istasyonu durağan olmayan GEV 2 dağılımına ait sonuçlar

Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları (mm)						
Yağış süresi (saat)	2	5	10	25	50	100
	50%	80%	90%	96%	98%	99%
0,083	7,259	10,01	11,834	14,143	15,859	17,564
0,166	9,883	13,81	16,411	19,698	22,136	24,557
0,25	12,451	17,3	20,475	24,447	27,364	30,236
0,5	16,413	22,782	27,126	32,766	37,061	41,42
1	22,928	31,743	37,964	46,29	52,821	59,62
2	28,835	39,819	47,386	57,297	64,911	72,696
3	31,742	43,965	52,432	63,577	72,18	81,012
4	33,714	46,808	55,734	67,313	76,126	85,066
5	38,639	52,809	62,478	75,032	84,595	94,302
6	38,297	53,062	63,486	77,444	88,4	99,808
8	45,427	61,701	72,81	87,239	98,233	109,396
12	46,151	64,89	77,76	94,573	107,455	120,596
18	50,585	71,75	85,81	103,628	116,885	130,076
24	63,974	83,547	97,387	115,948	130,535	145,744

Tablo 5.29 İzmir istasyonu durağan olmayan GEV 3 dağılımına ait sonuçlar

Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları (mm)						
Yağış süresi (saat)	2	5	10	25	50	100
	50%	80%	90%	96%	98%	99%
0,083	7,022	10,456	12,754	15,686	17,882	20,078
0,166	10,368	15,721	19,369	24,101	27,701	31,352
0,25	13,166	19,606	23,861	29,228	33,202	37,14
0,5	17,917	27,245	33,756	42,387	49,094	56,02
1	23,342	35,958	45,448	58,911	70,082	82,281
2	33,07	48,67	59,498	73,773	84,811	96,159
3	34,003	49,487	59,822	72,978	82,808	92,625
4	35,853	51,329	61,966	75,867	86,523	97,4
5	37,807	54,164	65,623	80,858	92,735	105,029
6	40,45	56,862	67,737	81,485	91,691	101,826
8	45,827	64,804	77,018	92,063	102,951	113,534
12	47,241	66,694	79,341	95,058	106,533	117,77
18	56,667	76,543	90,14	106,373	117,766	128,558
24	68,126	89,788	104,684	124,158	139,093	154,341

Tablo 5.30 İzmir istasyonu GEV dağılımlarına ait AIC ve BIC değerleri

Dağılım modeli				
Yağış süresi	GEV	GEV 1	GEV 2	GEV 3
	AIC/BIC	AIC/BIC	AIC/BIC	AIC/BIC
0,083	365,2/372,1	364,1/372	366,8/376	366,3/377,8
0,166	416,8/423,7	414,1/423,3	418,8/427,9	416/427,5
0,25	448,2/455,1	446,1/455,3	449,9/459,1	447,4/458,9
0,5	487,1/493,9	481,5/490,7	488,5/497,6	481,8/493,2
1	533,6/540,4	527,3/536,4	533,6/542,8	523,9/535,3
2	568,4/575,3	565,9/575,1	566,5/575,6	557,7/569,1
3	586,9/593,8	583,4/592,5	586,2/595,3	574,5/586
4	596,3/603,2	592,1/601,3	597,5/606,7	587,8/599,3
5	604,7/611,6	604,9/614,1	603,3/612,4	597,3/608,7
6	610,6/617,5	610,8/620	612/621,2	603,3/614,8
8	622,4/629,2	622,9/632	620,3/629,5	611,5/622,9
12	642,5/649,3	644,1/653,3	643,8/653	637,5/648,9
18	660,4/667,3	662,3/671,5	662,4/671,5	657,2/668,6
24	650,4/657,2	652,3/661,5	649/658,1	647,3/658,7

Kütahya İstasyonuna ait yıllık standart süreli maksimum yağış verilerinin 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık tekerrür aralıklarına göre durağan ve durağan olmayan GEV dağılımlarına ait tasarım yağışı değerleri sırasıyla Tablo 5.31 ilâ 5.34’de gösterilmiştir. Dağılımların AIC ve BIC değerleri ise Tablo 5.35’de gösterilmiştir.

Tablo 5.31 Kütahya istasyonu GEV dağılımına ait sonuçlar

Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları(mm)						
Yağış süresi (saat)	2	5	10	25	50	100
	50%	80%	90%	96%	98%	99%
0,083	5,616	8,1	9,741	11,808	13,337	14,853
0,166	8,357	12,061	14,487	17,525	19,758	21,957
0,25	9,96	14,565	17,843	22,264	25,76	29,421
0,5	12,948	18,513	22,25	27,033	30,625	34,228
1	14,709	20,682	24,651	29,681	33,424	37,15
2	16,751	22,79	26,721	31,612	35,187	38,692
3	17,96	24,275	28,424	33,632	37,469	41,257
4	19,04	25,486	29,674	34,876	38,672	42,388
5	19,883	26,483	30,739	35,991	39,797	43,502
6	20,396	26,966	31,206	36,442	40,241	43,941
8	21,647	28,396	32,7	37,956	41,728	45,369
12	23,047	30,321	34,953	40,608	44,662	48,573
18	24,987	32,784	37,52	43,061	46,873	50,423
24	37,13	47,386	54,377	63,446	70,349	77,351

Tablo 5.32 Kütahya istasyonu durağan olmayan GEV 1 dağılımına ait sonuçlar

Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları(mm)						
Yağış süresi (saat)	2	5	10	25	50	100
	50%	80%	90%	96%	98%	99%
0,083	5,69	8,395	10,186	12,448	14,126	15,792
0,166	8,375	12,127	14,587	17,666	19,931	22,162
0,25	10,008	14,743	18,111	22,653	26,243	30,002
0,5	12,969	18,603	22,384	27,22	30,851	34,492
1	14,849	21,16	25,32	30,556	34,424	38,252
2	17,019	24,029	28,624	34,379	38,611	42,781
3	18,197	25,401	30,102	35,965	40,259	44,476
4	19,289	26,888	31,798	37,867	42,275	46,571
5	20,128	27,964	32,981	39,132	43,564	47,855
6	20,596	28,391	33,397	39,551	43,996	48,31
8	21,789	29,342	34,124	39,927	44,066	48,04
12	23,101	30,754	35,604	41,497	45,704	49,747
18	25,044	33,405	38,445	44,297	48,296	51,998
24	37,46	49,349	57,517	68,189	76,366	84,71

Tablo 5.33 Kütahya istasyonu durağan olmayan GEV 2 dağılımına ait sonuçlar

Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları(mm)						
Yağış süresi (saat)	2	5	10	25	50	100
	50%	80%	90%	96%	98%	99%
0,083	5,765	8,242	9,881	11,948	13,48	14,999
0,166	8,653	12,352	14,778	17,817	20,053	22,257
0,25	10,326	14,922	18,193	22,606	26,095	29,751
0,5	13,117	18,665	22,4	27,189	30,794	34,416
1	14,71	20,684	24,653	29,683	33,426	37,15
2	16,784	22,826	26,764	31,668	35,257	38,777
3	18,475	24,786	28,907	34,048	37,817	41,518
4	19,718	26,013	30,062	35,047	38,653	42,156
5	20,41	27,027	31,288	36,54	40,343	44,042
6	21,887	28,324	32,39	37,312	40,816	44,174
8	23,551	30,201	34,386	39,438	43,023	46,451
12	25,517	32,621	37,123	42,592	46,498	50,25
18	25,006	32,626	37,234	42,602	46,28	49,693
24	37,136	47,396	54,39	63,466	70,373	77,382

Tablo 5.34 Kütahya istasyonu durağan olmayan GEV 3 dağılımına ait sonuçlar

Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları(mm)						
Yağış süresi (saat)	2	5	10	25	50	100
	50%	80%	90%	96%	98%	99%
0,083	5,578	8,258	10,031	12,268	13,927	15,572
0,166	8,68	12,369	14,788	17,818	20,046	22,243
0,25	10,327	14,909	18,171	22,571	26,049	29,692
0,5	13,242	18,928	22,745	27,628	31,294	34,971
1	14,934	21,267	25,453	30,734	34,645	38,522
2	17,373	24,538	29,237	35,121	39,45	43,716
3	19,31	26,746	31,586	37,609	42,011	46,327
4	20,005	27,762	32,775	38,971	43,472	47,859
5	21,99	30,01	35,132	41,395	45,897	50,247
6	22,634	30,752	35,942	42,296	46,867	51,289
8	23,998	31,813	36,702	42,57	46,712	50,654
12	25,77	33,673	38,636	44,618	48,854	52,899
18	27,039	35,467	40,66	46,813	51,099	55,133
24	39,296	52,035	60,766	72,146	80,848	89,71

Tablo 5.35 Kütahya istasyonu GEV dağılımlarına ait AIC ve BIC değerleri

Dağılım modeli				
Yağış süresi	GEV	GEV 1	GEV 2	GEV 3
	AIC/BIC	AIC/BIC	AIC/BIC	AIC/BIC
0,083	335,6/342,4	335,8/347,7	337,5/346,5	338,4/349,8
0,166	393,5/400,3	395,5/404,5	395,3/404,3	397,3/408,6
0,25	419,1/425,9	421,1/430,1	420,9/429,9	422,9/434,1
0,5	449,1/455,9	451,1/460,1	451,1/460	453/464,3
1	459,8/466,5	461,6/470,6	461,8/470,8	463,5/474,8
2	462,7/469,4	463,3/472,3	464,7/473,7	465,2/476,5
3	468,3/475,1	469,2/478,2	470,1/479,1	470,5/481,7
4	470,9/477,7	471,2/480,1	472,4/481,4	472,4/483,6
5	474,2/481	474,2/483,2	475,6/484,6	474,5/485,7
6	473,8/480,6	473,7/482,7	474,7/483,7	473,7/485
8	477,9/484,7	479,1/488,1	478,1/487,1	478,4/490
12	488,4/495,1	490,2/499,2	487,1/496,1	488,3/500
18	500,3/507	502/511	502,2/511,2	500/511,3
24	533/539,7	533,3/542,3	535/544	534,7/546

Manisa istasyonuna ait yıllık standart süreli maksimum yağış verilerinin 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık tekerrür aralıklarına göre durağan ve durağan olmayan GEV dağılımlarına ait tasarım yağışı değerleri sırasıyla Tablo 5.36 ilâ 5.39’da gösterilmiştir. Dağılımların AIC ve BIC değerleri ise Tablo 5.30’da gösterilmiştir.

Tablo 5.36 Manisa istasyonu GEV (durağan) dağılımına ait sonuçlar

Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları(mm)						
Yağış süresi (saat)	2	5	10	25	50	100
	50%	80%	90%	96%	98%	99%
0,083	5,948	8,103	9,44	11,03	12,144	13,197
0,166	8,721	12,213	14,653	17,888	20,403	23,002
0,25	10,65	15,433	18,98	23,948	28,02	32,419
0,5	15,656	22,387	26,699	31,989	35,8	39,492
1	19,4	27,525	33,001	40,033	45,332	50,662
2	24,204	32,231	36,837	41,958	45,311	48,304
3	27,073	35,463	40,116	45,134	48,322	51,098
4	29,538	38,34	42,966	47,726	50,612	53,029
5	31,882	41,297	46,051	50,771	53,535	55,782
6	33,85	43,814	48,788	53,677	56,511	58,796
8	35,614	48,939	57,066	66,604	73,188	79,337
12	38,428	53,716	63,137	74,297	82,072	89,389
18	41,313	58,067	68,313	80,37	88,713	96,522
24	56,919	76,389	91,365	113,049	131,4	151,777

Tablo 5.37 Manisa istasyonu durağan olmayan GEV 1 dağılımına ait sonuçlar

Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları(mm)						
Yağış süresi	2	5	10	25	50	100
	50%	80%	90%	96%	98%	99%
0,083	6,039	8,476	10	11,831	13,124	14,355
0,166	8,707	12,249	14,735	18,046	20,63	23,308
0,25	10,707	15,896	19,703	24,983	29,27	33,865
0,5	15,708	22,625	27,032	32,413	36,272	39,996
1	19,535	28,24	34,089	41,578	47,207	52,857
2	24,267	32,542	37,287	42,557	46,004	49,079
3	27,26	36,352	41,301	46,549	49,829	52,645
4	29,745	39,144	43,983	48,871	51,782	54,181
5	32,087	41,684	46,416	51,017	53,655	55,762
6	33,851	43,811	48,78	53,664	56,494	58,774
8	35,846	49,189	57,302	66,798	73,335	79,427
12	38,313	53,598	63,057	74,305	82,17	89,595
18	41,36	58,199	68,509	80,652	89,064	96,943
24	56,944	76,45	91,451	113,169	131,545	151,947

Tablo 5.38 Manisa istasyonu durağan olmayan GEV 2 dağılımına ait sonuçlar

Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları(mm)						
Yağış süresi	2	5	10	25	50	100
	50%	80%	90%	96%	98%	99%
0,083	6,043	8,254	9,649	11,337	12,537	13,687
0,166	9,488	12,941	15,379	18,644	21,208	23,877
0,25	11,042	15,728	19,186	24,005	27,938	32,17
0,5	16,385	23,05	27,352	32,665	36,521	40,277
1	19,562	27,581	33,016	40,031	45,343	50,709
2	25,013	33,055	37,648	42,73	46,043	48,989
3	28,288	36,635	41,202	46,069	49,125	51,759
4	33,048	41,77	46,443	51,331	54,345	56,904
5	33,533	42,785	47,333	51,743	54,265	56,275
6	35,521	45,358	50,264	55,085	57,877	60,127
8	37,643	50,684	58,737	68,293	74,962	81,248
12	38,541	53,869	63,303	74,468	82,278	89,544
18	41,587	58,422	68,695	80,761	89,096	96,883
24	57,778	77,155	92,138	113,938	132,472	153,134

Tablo 5.39 Manisa istasyonu durağan olmayan GEV 3 dağılımına ait sonuçlar

Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları (mm)						
Yağış süresi	2	5	10	25	50	100
	50%	80%	90%	96%	98%	99%
0,083	5,972	8,282	9,776	11,571	12,839	14,047
0,166	9,69	13,358	15,936	19,374	22,061	24,849
0,25	12,270	17,899	22,002	27,66	32,226	37,097
0,5	17,34	24,45	29	34,575	38,59	42,475
1	20,759	29,62	35,566	43,171	48,88	54,605
2	25,715	34,017	38,786	44,093	47,57	50,677
3	28,295	37,231	42,143	47,4	50,715	53,582
4	31,141	40,541	45,411	50,357	53,319	55,772
5	35,05	44,293	48,976	53,639	56,378	58,609
6	37,216	46,48	51,113	55,676	58,325	60,464
8	36,678	48,556	56,364	65,841	72,311	78,297
12	40,321	53,616	63,587	75,307	83,409	90,984
18	45,748	59,182	68,683	81,929	91,038	99,518
24	59,188	77,748	92,911	117,148	138,068	161,692

Tablo 5.40 Manisa istasyonu GEV dağılımlarına ait AIC ve BIC değerleri

Dağılım modeli				
Yağış süresi	GEV	GEV 1	GEV 2	GEV 3
	AIC/BIC	AIC/BIC	AIC/BIC	AIC/BIC
0,083	244,7/250,6	246,2/254,1	246,6/254,5	248,2/258
0,166	290,8/396,7	292,8/300,7	291,2/299,1	293,1/303
0,25	321,5/327,4	323,3/331,2	322,5/330,4	323/332,9
0,5	364,5/370,4	366,4/374,3	365,6/373,4	367/376,9
1	381,8/387,7	383,6/391,4	383,6/391,5	385/394,8
2	387/392,9	388,9/396,8	388,4/396,3	390,2/400
3	392,5/398,4	393,9/401,8	393,4/401,3	395,2/405,1
4	399,7/405,6	400,9/408,7	399,3/407,1	401,6/411,4
5	408,8/414,7	410,6/418,5	408,9/416,8	410/419,8
6	414,9/420,9	417/424,8	415,1/423	415,9/425,8
8	437,2/443,1	439,1/447	436,9/444,8	439,3/449,1
12	451,5/457,4	453,5/461,4	453,4/461,2	452/461,9
18	461,5/467,4	463,4/471,3	463,3/471,2	460,6/470,5
24	468,6/474,5	470,6/478,5	469,3/477,2	469,6/479,5

Muğla istasyonuna ait yıllık standart süreli maksimum yağış verilerinin 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık tekerrür aralıklarına göre durağan ve durağan olmayan GEV dağılımlarına ait tasarım yağışı değerleri sırasıyla Tablo 5.41 ilâ 5.44’de gösterilmiştir. Dağılımların AIC ve BIC değerleri ise Tablo 5.45’de gösterilmiştir.

Tablo 5.41 Muğla istasyonu GEV (durağan) dağılımına ait sonuçlar

Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları(mm)						
Yağış süresi (saat)	2 50%	5 80%	10 90%	25 96%	50 98%	100 99%
0,083	7.919	10.583	12.026	13.550	14.498	15.310
0,166	10,858	15,117	17,898	21,367	23,908	26,405
0,25	12,709	17,939	21,514	26,164	29,712	33,318
0,5	16,989	24,197	29,116	35,501	40,365	45,302
1	22,772	32,357	38,76	46,916	53,015	59,109
2	29,606	41,54	49,434	59,399	66,786	74,114
3	34,438	46,65	53,992	62,5	68,3	73,661
4	37,808	51,021	58,692	67,307	73,003	78,132
5	40,675	55,32	63,902	73,623	80,104	85,981
6	42,838	58,419	67,646	78,195	85,293	91,779
8	47,09	64,544	74,638	85,937	93,382	100,068
12	54,036	74,721	86,424	99,271	107,577	114,916
18	61,535	85,552	98,695	112,703	121,5	129,084
24	89,727	114,777	127,845	141,198	149,242	155,938

Tablo 5.42 Muğla istasyonu durağan olmayan GEV 1 dağılımına ait sonuçlar

Yağış süresi	Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları(mm)					
	2 50%	5 80%	10 90%	25 96%	50 98%	100 99%
0,083	8,024	10,955	12,593	14,373	15,511	16,508
0,166	11,14	16,653	20,536	25,724	29,788	34,012
0,25	12,869	19,196	23,714	29,828	34,675	39,767
0,5	17,451	26,73	33,367	42,362	49,505	57,015
1	22,416	32,455	39,39	48,493	55,502	62,683
2	30,129	42,704	51,001	61,45	69,178	76,828
3	34,784	47,36	54,907	63,637	69,578	75,062
4	38,111	51,72	59,6	68,431	74,258	79,495
5	40,769	55,855	64,737	74,84	81,602	87,755
6	43,217	59,384	69,008	80,061	87,532	94,385
8	47,096	64,569	74,68	86,006	93,474	100,184
12	54,039	74,724	86,426	99,272	107,577	114,915
18	61,542	85,569	98,717	112,73	121,53	129,117
24	89,81	114,907	127,977	141,313	149,334	156,003

Tablo 5.43 Muğla istasyonu durağan olmayan GEV 2 dağılımına ait sonuçlar

Yağış süresi	Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları(mm)					
	2 50%	5 80%	10 90%	25 96%	50 98%	100 99%
0,083	9,147	11,751	13,219	14,826	15,862	16,776
0,166	11,568	15,818	18,679	22,348	25,11	27,885
0,25	12,982	18,235	21,877	26,675	30,383	34,192
0,5	17,615	24,865	29,959	36,75	42,056	47,562
1	23,871	33,663	40,511	49,601	56,675	63,99
2	29,923	41,745	49,797	60,236	68,176	76,226
3	35,638	47,894	55,398	64,236	70,358	76,093
4	38,31	51,522	59,274	68,066	73,934	79,261
5	40,931	55,609	64,232	74,02	80,56	86,502
6	42,808	58,3	67,543	78,181	85,385	92,005
8	47,137	64,524	74,648	86,048	93,606	100,427
12	54,352	74,93	86,674	99,667	108,132	115,66
18	64,86	88,308	101,388	115,568	124,623	132,542
24	89,689	114,736	127,802	141,153	149,194	155,889

Tablo 5.44 Muğla istasyonu durağan olmayan GEV 3 dağılımına ait sonuçlar

Yağış süresi	Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları(mm)					
	2 50%	5 80%	10 90%	25 96%	50 98%	100 99%
0,083	9,051	11,585	13,02	14,595	15,614	16,515
0,166	11,064	15,421	19,064	23,939	27,764	31,745
0,25	13,075	19,511	24,11	30,335	35,273	40,46
0,5	16,845	25,87	32,345	41,143	48,146	55,526
1	22,556	35,308	45,737	60,609	73,012	86,612
2	29,433	44,698	55,004	68,257	78,259	88,331
3	34,52	48,976	57,819	68,226	75,429	82,171
4	38,245	52,662	61,979	72,684	79,922	86,565
5	41,646	55,333	65,124	76,593	84,495	91,862
6	43,562	58,303	68,276	79,949	87,986	95,474
8	48,612	65,698	76,075	89,325	98,534	107,109
12	58,368	78,356	89,871	102,716	111,153	118,708
18	67,712	91,014	103,886	117,72	126,478	134,081
24	90,5	124,917	144,205	165,2	178,66	190,471

Tablo 5.45 Muğla istasyonu GEV dağılımlarına ait AIC ve BIC değerleri

Yağış süresi	Dağılım modeli			
	GEV AIC/BIC	GEV 1 AIC/BIC	GEV 2 AIC/BIC	GEV 3 AIC/BIC
0,083	343,2/349,8	345/353,8	340,4/349,3	342,4/353,4
0,166	396,2/402,8	396/404,8	396,4/405,2	397,3/408,3
0,25	421,4/428	421,9/430,7	423,2/432,1	423,9/434,9
0,5	464,4/471,1	464,1/472,9	465,8/474,7	466/477,1
1	503,8/510,4	504,7/513,5	504/512,8	499,6/510,7
2	533,5/540,1	534,1/542,9	534,7/543,5	531,4/542,4
3	541,6/548,2	542,9/551,7	543,1/551,9	542,9/553,9
4	554,2/560,8	555,8/564,6	555,8/564,6	555,8/566,9
5	567,7/574,3	569,4/578,2	569,3/578,1	569,4/580,4
6	575,2/581,8	576,7/585,6	576,8/585,6	577,1/588,1
8	591,9/598,5	593,9/602,7	593,5/602,3	593,5/604,5
12	616/622,6	618/626,8	617,5/626,3	614,7/625,7
18	637,4/644	639,4/648,2	635,2/644,1	634,8/645,8
24	643,2/649,8	645,2/654	645,2/654	639,5/650,5

Uşak istasyonuna ait yıllık standart süreli maksimum yağış verilerinin 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık tekerrür aralıklarına göre durağan ve durağan olmayan GEV dağılımlarına ait tasarım yağışı değerleri sırasıyla Tablo 5.46 ilâ 5.49’da gösterilmiştir. Dağılımların AIC ve BIC değerleri ise Tablo 5.50’de gösterilmiştir.

Tablo 5.46 Uşak istasyonu GEV dağılımına ait sonuçlar

Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları(mm)						
Yağış süresi (saat)	2	5	10	25	50	100
	50%	80%	90%	96%	98%	99%
0,083	5,307	7,167	8,389	9,922	11,052	12,168
0,166	7,533	10,165	11,883	14,027	15,597	17,14
0,25	9,021	12,521	14,815	17,686	19,796	21,875
0,5	11,432	16,51	19,901	24,219	27,445	30,668
1	13,324	19,822	24,886	32,306	38,658	45,781
2	15,987	22,533	27,214	33,556	38,589	43,881
3	17,568	24,256	28,638	34,123	38,155	42,127
4	19,054	26,305	30,893	36,459	40,428	44,237
5	19,894	27,634	32,559	38,564	42,867	47,015
6	20,926	29,031	34,016	39,911	44,011	47,864
8	22,27	30,766	35,754	41,414	45,194	48,626
12	24,189	33,378	38,503	44,058	47,605	50,707
18	26,058	35,537	40,488	45,551	48,602	51,145
24	36,195	43,976	48,545	53,728	57,19	60,333

Tablo 5.47 Uşak istasyonu durağan olmayan GEV 1 dağılımına ait sonuçlar

Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları(mm)						
Yağış süresi	2	5	10	25	50	100
	50%	80%	90%	96%	98%	99%
0,083	5,468	7,725	9,194	11,021	12,356	13,665
0,166	7,546	10,218	11,962	14,138	15,732	17,298
0,25	9,086	12,758	15,167	18,184	20,403	22,59
0,5	11,792	17,661	21,664	26,861	30,818	34,834
1	13,965	22,216	28,866	38,916	47,779	57,973
2	16,767	24,804	30,598	38,506	44,829	51,516
3	18,443	26,996	32,771	40,198	45,804	51,449
4	19,315	27,756	33,33	40,357	45,558	50,712
5	19,595	27,552	32,741	39,209	43,944	48,591
6	21,496	31,675	38,375	46,794	53,008	59,148
8	22,707	31,558	36,746	42,624	46,544	50,1
12	24,079	33,662	38,98	44,718	48,365	51,542
18	26,354	36,671	42,136	47,796	51,251	54,159
24	36,493	44,389	49,015	54,255	57,749	60,916

Tablo 5.48 Uşak istasyonu durağan olmayan GEV 2 dağılımına ait sonuçlar

Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları(mm)						
Yağış süresi	2	5	10	25	50	100
	50%	80%	90%	96%	98%	99%
0,083	5,4	7,216	8,407	9,898	10,996	12,077
0,166	7,598	10,23	11,947	14,09	15,66	17,202
0,25	9,771	13,24	15,524	18,396	20,517	22,614
0,5	12,876	17,835	21,269	25,789	29,277	32,858
1	14,618	21,104	26,488	34,851	42,42	51,322
2	17,779	24,29	29,188	36,135	41,9	48,194
3	19,691	26,361	31,031	37,237	42,072	47,075
4	20,921	28,104	32,921	39,077	43,695	48,323
5	21,546	29,277	34,368	40,767	45,491	50,16
6	21,906	30,059	35,125	41,169	45,411	49,427
8	23,477	31,986	37,078	42,952	46,94	50,612
12	24,82	34,029	39,237	44,953	48,646	51,909
18	26,647	36,18	41,196	46,361	49,495	52,12
24	37,074	44,717	49,283	54,544	58,11	61,39

Tablo 5.49 Uşak istasyonu durağan olmayan GEV 3 dağılımına ait sonuçlar

Dönüş Aralıkları (yıl)/Aşılmama olasılıkları/Tasarım yağışları(mm)						
Yağış süresi	2	5	10	25	50	100
	50%	80%	90%	96%	98%	99%
0,083	5,326	7,561	9,016	10,828	12,153	13,452
0,166	7,637	10,341	12,106	14,307	15,919	17,502
0,25	9,778	13,258	15,55	18,433	20,561	22,666
0,5	13,254	18,222	21,652	26,155	29,621	33,171
1	11,937	19,421	25,599	35,144	43,74	53,805
2	17,302	22,893	27,039	32,844	37,599	42,737
3	18,946	24,04	27,563	32,195	35,765	39,427
4	18,984	26,315	31,042	36,875	41,103	45,218
5	21,165	27,623	33,402	41,563	47,792	54,126
6	21,981	28,797	35,239	43,413	49,501	55,566
8	23,127	30,734	37,166	44,967	50,528	55,865
12	24,375	34,659	41,512	49,414	54,777	59,714
18	26,943	36,943	43,503	50,621	55,171	59,154
24	36,646	44,47	50,053	56,64	61,212	65,501

Tablo 5.50 Uşak istasyonu GEV dağılımlarına ait AIC ve BIC değerleri

Dağılım modeli				
Yağış süresi (saat)	GEV	GEV 1	GEV 2	GEV 3
	AIC/BIC	AIC/BIC	AIC/BIC	AIC/BIC
0,083	296,3/303	296,8/305,8	298,1/307,1	298,7/310
0,166	345,2/352	347,2/356,2	347,2/356,2	349,2/360,4
0,25	385,5/392,3	387,4/396,4	386/395	388/399,2
0,5	436,9/443,7	438,3/447,3	434,3/443,3	436/447,2
1	462,9/469,6	462,9/471,9	461,1/470	462,7/474
2	468,9/475,7	469/478	467/476	468,6/480
3	476,8/483,6	476,3/485,3	474,7/483,7	475,4/486,6
4	490,2/496,9	491/500	489,3/498,2	494,2/505,5
5	498,9/505,6	500,7/510	498,4/507,4	499,4/510,7
6	507,3/514,1	508,2/517,2	508/517	508,4/519,6
8	516,4/523,2	518,1/257	517,3/526,3	518,2/529,4
12	530,1/536,9	531,5/540,5	531,7/540,7	531,4/542,7
18	537,7/544,4	538,3/547,3	539,3/548,3	538,7/550
24	503,3/510	505,2/514,2	504,7/513,6	505,6/516,8

BÖLÜM ALTI

SONUÇLAR VE GENEL DEĞERLENDİRME

Su kaynaklarının planlanması ve su yapılarının hidro-meteorolojik parametrelerdeki eğilimlerin izlenmesi ve verilerin değişiminin modellenmesi oldukça önemlidir. Bu konuda yapılan pek çok çalışmada iklim değişikliğine bağlı olarak yağışlarda artma/azalma eğilimleri gözlenmektedir. Yağışlarda durağanlığın bozulduğu bu gibi durumlarda hidrolojik süreçleri en iyi temsil edecek modellerin oluşturulması için durağan olmayan parametrelerle oluşturulmuş modellere yönelmek gerekmektedir.

Bu çalışmada Ege Bölgesindeki Merkez Meteoroloji İstasyonlarından alınan 5,10,15 ve 30 dakikalık ve 1,2,3,4,5,6,8,12,18 ve 24 saatlik gözlenmiş standart süreli yıllık maksimum yağış (SSMY) verileri kullanılarak durağan olmayan frekans analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre eğilim görülen istasyonlarda durağan olmayan parametrelerle kurulan modellerin, Akaike ve Bayes Bilgi Kriterlerine göre daha uygun oldukları sonucuna varılmıştır. Mann Kendall testine göre %95 güven aralığında, eğilim görülmeyen Manisa İstasyonu hariç eğilim görülen (artış/azalış) yağış süreleri için Aydın, Balıkesir, İzmir, Kütahya ve Muğla İstasyonlarında GEV 2 ve GEV 3 dağılımları süreci en uygun temsil eden modeller olmuşlardır.

Tasarım yağış değerleri incelendiğinde artış ve azalış eğilimi görülen istasyonlarda durağan olmayan ve diğer dağılımlara kıyasla en yüksek tasarım yağışı değerlerini veren GEV 3 dağılımları AIC ve BIC'e göre daha uygun dağılımlar olmuşlardır. İstisna olarak azalış eğilimi görülen Balıkesir istasyonunda durağan olmayan dağılımlar arasında en düşük tasarım yağışı değerini veren GEV 2 dağılımı AIC ve BIC'e göre en uygun model olmuştur.

Artış eğilimi görülen Aydın ve İzmir İstasyonlarında özellikle taşkın modellemelerinde durağan kabule göre yapılan modellemelerin gerçeğe uygun olmayan sonuçlar vereceği öngörülmektedir. Bu bağlamda durağan olmayan frekans analizleriyle elde edilen çıktıların daha güvenilir olacakları açıktır.

Muğla ve Kütahya İstasyonlarındaki azalış eğilimleri göz önüne alındığında, tarım ve su kaynaklarının etkin kullanımı açısından yağışların seyrinin daha geniş bir kapsamda araştırılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda özellikle kuraklık açısından bu bölgelerde yağış frekans analizi yapılması tavsiye edilmektedir.



KAYNAKLAR

Akaike, H. (1987). Factor analysis and AIC. *Psychometrika*, 52(3), 317–332.

Aşıkoğlu, O. L., & Çiftlik, D. (2015). Recent rainfall trends in the Aegean region of Turkey. *Journal of Hydrometeorology*, 16(4), 1873-1885.

Aytekin, B. A. (2012). *İklim Değişikliğinde Düşük Akımların İstatistik Analizi*. [Doktora Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi.

Bayazıt, M. (1981). *Hidrolojide istatistik yöntemler*. İstanbul: Teknik Üniversite Matbaası.

Bierens, H. J. (2004). *Information criteria and model selection*. Manuscript, Penn State University.

Çakmak, İ. M. Ö., & Baran, T. (2015). Büyük Menderes Havzası Yağışlarında Eğilim Analizi. *4.Su Yapıları Sempozyumu*, 419-427.

Gao, L., Huang, J., Chen, X., Chen, Y., & Liu, M. (2017). Risk of extreme precipitation under nonstationarity conditions during the second flood season in the southeastern coastal region of China. *Journal of Hydrometeorology*, 18(3), 669-681.

Gül, G. O., Aşıkoğlu, Ö., Gül, A., Yaşoğlu, G. F., & Benzedem, E. (2014). Nonstationarity in flood time series. *Journal of Hydrologic Engineering*, 19(7), 1349-1360.

Hirsch, R.M., Slack, J.R., & Smith, R.A. (1982). Techniques of trend analysis for monthly water quality data. *Water Resources Research*, 18(1), 107-121.

Katz, R. W., & Brown, B. G. (1992). Extreme events in a changing climate: variability is more important than averages. *Climatic Change*, 21(3), 289-302.

Katz, R. W., Parlange, M. B., & Naveau, P. (2002). Statistics of extremes in hydrology. *Advances in Water Resources*, 25(8-12), 1287-1304.

Khalid, M. N., Ouarda, T. B., Ondo, J. C., Gachon, P., & Bobée, B. (2006). Frequency analysis of a sequence of dependent and/or non-stationary hydro-meteorological observations: A review. *Journal of Hydrology*, 329(3-4), 534-552.

Kulkarni, A., & von Storch, H. (1995). Monte Carlo experiments on the effect of serial correlation on the Mann-Kendall test of trend. *Meteorologische Zeitschrift*, 4(2), 82-85.

Lee, O., Choi, J., Won, J., & Kim, S. (2020). Uncertainty in nonstationary frequency analysis of South Korea's daily rainfall peak over threshold excesses associated with covariates. *Hydrology and Earth System Sciences*, 24(11), 5077-5093.

Nashwan, M. S., Tarmizi, I., & Kamal, A. (2019). Non-stationary analysis of extreme rainfall in peninsular Malaysia. *Journal of Sustainability Science and Management*, 14(3), 17-34.

Oruç, S. (2021). Non-stationary investigation of extreme rainfall. *Civil Engineering Journal*, 7(9), 1620-1633.

Ouarda, T. B., Charron, C., & St-Hilaire, A. (2020). Uncertainty of stationary and nonstationary models for rainfall frequency analysis. *International Journal of Climatology*, 40(4), 2373-2392.

Partal, T. (2002). *Türkiye Yağış Verilerinin Trend Analizi*. [Doktora Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi.

Razmi, A., Golian, S., & Zahmatkesh, Z. (2017). Non-stationary frequency analysis of extreme water level: application of annual maximum series and peak-over threshold approaches. *Water Resources Management*, 31(7), 2065.

Salas, J. D., & Obeysekera, J. (2014). Revisiting the concepts of return period and risk for nonstationary hydrologic extreme events. *Journal of Hydrologic Engineering*, 19(3), 554-568.

Sugahara, S., Da Rocha, R. P., & Silveira, R. (2009). Non-stationary frequency analysis of extreme daily rainfall in Sao Paulo, Brazil. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 29(9), 1339-1349.

Tarım ve Köyişleri Bakanlığı (2007). *Türkiye tarımsal kuraklık eylem planı*. Ankara: Tarım ve Köyişleri Bakanlığı.

Tramblay, Y., Neppel, L., & Carreau, J. (2011). Climatic covariates for the frequency analysis of heavy rainfall in the Mediterranean region. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11(9), 2463-2468.

Türkeş, M. (1996). Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey. *International Journal of Climatology*, 16(9), 1057-1076.

Ucal, M. Ş. (2016). Ekonometrik Model Seçim Kriterleri Üzerine Kısa Bir İnceleme, *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(2), 41-56.

Vasiliades, L., Galiatsatou, P., & Loukas, A. J. W. R. M. (2015). Nonstationary frequency analysis of annual maximum rainfall using climate covariates. *Water Resources Management*, 29(2), 339-358.

Vu, T. M., & Mishra, A. K. (2019). Nonstationary frequency analysis of the recent extreme precipitation events in the United States. *Journal of Hydrology*, 575, 999-1010.

Yu, Y. S., Zou, S. & Whittemore, D. (1993). Non parametric trend analysis of water quality data of rivers in Kansas. *Journal of Hyrology*, 150(1), 61-80.

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*, 259(1-4), 254-271.

Yue, S. & Wang, C.Y. (2002). Regional streamflow trend detection with consideration of both temporal and spatial correlation. *International Journal of Climatology*, 22(8), 933-946.

Wi, S., Valdés, J. B., Steinschneider, S., & Kim, T. W. (2016). Non-stationary frequency analysis of extreme precipitation in South Korea using peaks-over-threshold and annual maxima. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 30(2), 583-606.

