



**TOKAT, SAMSUN VE ORDU İLLERİ STANDART SÜRELİ
EN BÜYÜK YAĞIŞLARI İÇİN EN UYGUN DAĞILIMLARIN VE YAĞIŞ ŞİDDET-
SÜRE-TEKERRÜR EĞRİLERİNİN BELİRLENMESİ**

ABDULKADİR BOZYİĞİT

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
Prof. Dr. Tekin ÖZTEKİN
AĞUSTOS - 2021**

Her hakkı saklıdır



T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TOKAT, SAMSUN VE ORDU İLLERİ STANDART SÜRELİ EN BÜYÜK
YAĞIŞLARI İÇİN EN UYGUN DAĞILIMLARIN VE YAĞIŞ ŞİDDET-SÜRE
TEKERRÜR EĞRİLERİNİN BELİRLENMESİ**

ABDULKADİR BOZYİĞİT

TOKAT
AĞUSTOS - 2021

Her hakkı saklıdır

Abdulkadir BOZYİĞİT tarafından hazırlanan “**Tokat, Samsun ve Ordu İlleri Standart Süreli En Büyük Yağışları için En Uygun Dağılımların ve Yağış Şiddet-Süre-Tekerrür Eğrilerinin Belirlenmesi**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 15 HAZİRAN 2021 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği/Oy Çokluğu ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Prof. Dr. Tekin ÖZTEKİN

.....

Üye
Prof. Dr. Kadri YÜREKLİ
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

.....

Üye
Doç. Dr. Alper Serdar ANLI
Ankara Üniversitesi

.....

ONAY

.....
Prof. Dr. Mehmet GÜNEŞ
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

---/---/2021

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiki yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

ABDULKADİR BOZYİĞİT

25 Ağustos 2021

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOKAT, SAMSUN VE ORDU İLLERİ STANDART SÜRELİ EN BÜYÜK YAĞIŞLARI İÇİN EN UYGUN DAĞILIMLARIN VE YAĞIŞ ŞİDDET- SÜRE-TEKERRÜR EĞRİLERİNİN BELİRLENMESİ

ABDULKADİR BOZYİĞİT

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. TEKİN ÖZTEKİN)

Yüzey drenaj kanallarının projelenmesi için gerekli debilerin belirlenmesinde ihtiyaç duyulan uç yağış değerleri, standart süreli yıllık maksimum yağışların frekans analizi sonucu geliştirilen yağış şiddeti-süre-tekerrür eğrilerinden elde edilir. Bu tez çalışmasında 50 yıllık Tokat, 59 yıllık Samsun ve 51 yıllık Ordu illeri standart süreli (5-, 10-, 15-, ve 30-Dakika, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 8-, 12-, 18- ve 24-Saat) yıllık maksimum yağış verilerine en iyi uyum gösteren frekans dağılım fonksiyonları FRANMOD modeli kullanılarak üst çeyrek verilerinin 1-1 doğrusundan ortalama sapma (UQ_{AD}), üst kuyruk Anderson-Darling (UT_{An-Da}) uyum iyilik ve sağ kuyruk ortalama sapma (RT_{AD}) istatistiklerine göre belirlenmiştir. En iyi uyum gösteren dağılım, genel olarak illere, standart sürelerle ve istatistiklere göre değişim göstermiştir. Beş parametrelili Wakeby dağılımının her üç il standart süreli yıllık maksimum yağış serilerine uyumda ön plana çıktığı belirlenmiştir. Ölçülen ve tahmin edilen yağış değerleri 1-1 doğrulu saçılma grafiği ile karşılaştırılarak en iyi uyum sağlayan dağılıma karar verilmiştir. En iyi uyum sağlayan dağılım FRANMOD modelinde kullanılarak, 2-, 5-, 10-, 25-, 50-, 100-, ve 200-Yıl tekerrürlü yağış miktarları tahmin edilmiştir. Belirlenen dağılım ve tahmin edilen yağış miktarları T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü verileri ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen yağış değerleri kullanılarak Tokat, Samsun ve Ordu illerine ait yağış şiddeti-süre-tekerrür eğrileri çizilmiştir.

2021, 120 SAYFA

ANAHTAR KELİMELER: Yağış şiddet-süre-tekerrür eğrisi, FRANMOD, Maksimum yağışlar, Frekans dağılımı

ABSTRACT

MASTER THESIS

DETERMINING THE MOST APPROPRIATE DISTRIBUTIONS AND INTENSITY-DURATION-RECURRENCE CURVES FOR THE STANDART DURATION ANNUAL LARGEST PRECIPITATIONS OF TOKAT, SAMSUN AND ORDU PROVINCES

ABDULKADİR BOZYİĞİT

**TOKAT GAZİOSMANPASA UNIVERSITY
INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES**

DEPARTMENT OF BIOSYSTEMS ENGINEERING

(SUPERVISOR: PROF. DR. TEKİN ÖZTEKİN)

The extreme precipitation values required in determining the flow rates required for the design of the surface drainage channels are obtained from the precipitation intensity-duration-recurrence curves developed as a result of the frequency analysis of the standard-duration annual maximum precipitations. In this thesis, the 50 years of Tokat, 59 years of Samsun, and 51 years of Ordu provinces standard duration (5-, 10-, 15-, and 30-minutes, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6 -, 8-, 12-, 18-, and 24-hour) largest annual precipitation data frequency distribution functions that best fit were determined using the FRANMOD model with the mean deviation (UQAD) from 1-1 line of the upper quartile data, upper tail Anderson -Darling (UTAn-Da), and right tail mean deviation (RTAD) of goodness of fit statistics. In general, the distribution that best matched has varied according to the provinces, standard durations, and statistics. It has been determined that the five-parameter Wakeby distribution comes to the fore in compliance with the annual maximum precipitation series for all three provinces. By comparing the measured and predicted precipitation values with the 1-1 straight scatter graph, the distribution that fits the best is decided. Using the best fit distribution in FRANMOD model, 2-, 5-, 10-, 25-, 50-, 100- and 200-year recurring rainfalls were estimated. The determined distributions and estimated precipitation amounts were compared with the data of the General Directorate of Meteorology of Ministry of Agriculture and Forestry of Turkish Republic. By using the obtained precipitation values, precipitation intensity-duration-recurrence curves for Tokat, Samsun, and Ordu provinces were drawn.

2021, 120 PAGE

KEYWORDS: Precipitation intensity-duration-recurrence curve, FRANMOD, Maximum precipitation, Frequency distribution

ÖNSÖZ

Lisans ve yüksek lisans öğrenimim süresince, beni araştırmaya ve çalışmaya teşvik eden, değerli vaktini, bilgisini, yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım ve çok kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. Tekin ÖZTEKİN'e, Biyosistem Mühendisliği bölüm hocalarıma, bana her zaman destek olan eşime ve aileme sonsuz teşekkür eder saygılarımı sunarım.

ABDULKADİR BOZYİĞİT

25 Ağustos 2021

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	17
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	38
3.1. Materyal.....	38
3.2. Yöntem.....	48
4.BULGULAR.....	63
5. SONUÇ	116
6. KAYNAKLAR	120
7. EKLER.....	127
8. ÖZGEÇMİŞ.....	139

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil		Sayfa
Şekil 3.1.	Samsun, Ordu ve Tokat illerinin Orta Karadeniz Bölgesi'ndeki konumları.	38
Şekil 3.2.	Tokat ili uzun yıllar (1929-2020) aylık ortalama yağış toplamı ve ortalama aylık sıcaklık değişimi.	39
Şekil 3.3.	Samsun ili uzun yıllar (1929-2020) aylık ortalama yağış toplamı ve ortalama aylık sıcaklık değişimi.	39
Şekil 3.4.	Ordu ili uzun yıllar (1959-2020) aylık ortalama yağış toplamı ve ortalama aylık sıcaklık değişimi.	40
Şekil 3.5.	FRANMOD modeline giriş (input) verilerinin girilme ekran görüntüsü.	54
Şekil 3.6.	FRANMOD modelinde girdi dizilerinin bağımsızlık, homojenlik ve aykırı veya uç değer (outliers) testleri ekran görüntüsü.	55
Şekil 3.7.	FRANMOD modelinde mevcut frekans dağılımlar.	56
Şekil 3.8.	FRANMOD modelinde çalıştırılacak dağılım ve bu dağılımın parametrelerini tahmin etme yönteminin seçilmesi.	56
Şekil 3.9.	FRANMOD modelinin bünyesinde mevcut dağılımları toplu olarak çalıştırma ekranı.	58
Şekil 3.10.	FRANMOD modeli ile dağılım-parametre tahmin yöntemi performans değerlendirmede Sağ Kuyruk Ortalama Sapma (RTAD) istatistik değerlerini elde etmek için frekans sınıflarının yığılımlı olasılıklara göre oluşturulması seçeneğine karar verilerek çalıştırılma ekranı.	60
Şekil 4.1.	Tokat 5-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	77
Şekil 4.2.	Tokat 10-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	77
Şekil 4.3.	Tokat 15-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	78
Şekil 4.4.	Tokat 30-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	78
Şekil 4.5.	Tokat 1-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	79
Şekil 4.6.	Tokat 2-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	79

Şekil**Sayfa**

Şekil 4.7.	Tokat 3-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	80
Şekil 4.8.	Tokat 4-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	80
Şekil 4.9.	Tokat 5-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	81
Şekil 4.10.	Tokat 6-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	81
Şekil 4.11.	Tokat 8-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	82
Şekil 4.12.	Tokat 12-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	82
Şekil 4.13.	Tokat 18-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	83
Şekil 4.14.	Tokat 24-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	83
Şekil 4.15.	Samsun 5-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	85
Şekil 4.16.	Samsun 10-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	85
Şekil 4.17.	Samsun 15-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	86
Şekil 4.18.	Samsun 30-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	86
Şekil 4.19.	Samsun 1-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	87
Şekil 4.20.	Samsun 2-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	87
Şekil 4.21.	Samsun 3-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	88

Şekil**Sayfa**

Şekil 4.22	Samsun 4-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	88
Şekil 4.23.	Samsun 5-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	89
Şekil 4.24.	Samsun 6-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	89
Şekil 4.25.	Samsun 8-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	90
Şekil 4.26.	Samsun 12-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	90
Şekil 4.27.	Samsun 18-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	91
Şekil 4.28.	Samsun 24-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	91
Şekil 4.29.	Ordu 5-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	92
Şekil 4.30.	Ordu 10-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	92
Şekil 4.31.	Ordu 15-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	93
Şekil 4.32.	Ordu 30-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	93
Şekil 4.33.	Ordu 1-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	94
Şekil 4.34.	Ordu 2-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	94
Şekil 4.35.	Ordu 3-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	95
Şekil 4.36.	Ordu 4-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	95

Şekil**Sayfa**

Şekil 4.37.	Ordu 5-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	96
Şekil 4.38.	Ordu 6-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	96
Şekil 4.39.	Ordu 8-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	97
Şekil 4.40.	Ordu 12-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	97
Şekil 4.41.	Ordu 18-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	98
Şekil 4.42.	Ordu 24-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.	98
Şekil 4.43.	Tokat il merkezinde 1966-2015 yılları arasında standart sürelerde ölçülen yağışların FRANMOD modelindeki dağılımlar kullanılarak tahmin edilen yağışları için şiddet-süre-tekerrür eğrileri.	110
Şekil 4.44.	Samsun il merkezinde 1957-2015 yılları arasında standart sürelerde ölçülen yağışların FRANMOD modelindeki dağılımlar kullanılarak tahmin edilen yağışları için şiddet-süre-tekerrür eğrileri.	111
Şekil 4.45.	Ordu il merkezinde 1965-2015 yılları arasında standart sürelerde ölçülen yağışların FRANMOD modelindeki dağılımlar kullanılarak tahmin edilen yağışları için şiddet-süre-tekerrür eğrileri	112
Şekil 4.46.	Tokat il merkezinde 1966-2015 yılları arasında standart sürelerde ölçülen yağışların MGM ve FRANMOD modelindeki dağılımlar kullanılarak tahmin edilen yağışları için 100-, ve 200-Yıl tekerrürlü yağış şiddeti-süre-tekerrür eğrilerinin karşılaştırılması.	113
Şekil 4.47.	Samsun il merkezinde 1957-2015 yılları arasında standart sürelerde ölçülen yağışların MGM ve FRANMOD modelindeki dağılımlar kullanılarak tahmin edilen yağışları için 100-, ve 200-Yıl tekerrürlü yağış şiddeti-süre-tekerrür eğrilerinin karşılaştırılması.	114
Şekil 4.48.	Ordu il merkezinde 1965-2015 yılları arasında standart sürelerde ölçülen yağışların MGM ve FRANMOD modelindeki dağılımlar kullanılarak tahmin edilen yağışları için 100-, ve 200-Yıl tekerrürlü yağış şiddeti-süre-tekerrür eğrilerinin karşılaştırılması.	115

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge

Sayfa

Çizelge 3.1.	Meteoroloji Genel Müdürlüğü Tokat Meteoroloji İstasyonu'nda ölçülen standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri (mm).	42
Çizelge 3.2.	Meteoroloji Genel Müdürlüğü Samsun Meteoroloji İstasyonu'nda ölçülen standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri (mm).	44
Çizelge 3.3.	Meteoroloji Genel Müdürlüğü Ordu Meteoroloji İstasyonu'nda ölçülen standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri (mm).	46
Çizelge 3.4.	Çalışmada kullanılan dağılım-parametre tahmin yöntemi birleşimleri (kombinasyonları).	51
Çizelge 4.1.	Meteoroloji Genel Müdürlüğü Tokat Meteoroloji İstasyonu'nda 1966-2015 yıllarında standart zamanlarda gözlenen yıllık en büyük yağış değerlerine ait bazı tanımlayıcı istatistikler.	64
Çizelge 4.2.	Meteoroloji Genel Müdürlüğü Samsun Meteoroloji İstasyonu'nda 1957-2015 yıllarında standart zamanlarda gözlenen yıllık en büyük yağış değerlerine ait bazı tanımlayıcı istatistikler.	64
Çizelge 4.3.	Meteoroloji Genel Müdürlüğü Ordu Meteoroloji İstasyonu'nda 1965-2015 yıllarında standart zamanlarda gözlenen yıllık en büyük yağış değerlerine ait bazı tanımlayıcı istatistikler.	65
Çizelge 4.4.	Tokat, Samsun ve Ordu il merkezlerinde standart zamanlarda gözlenen yıllık en büyük yağış dizilerine UQ_{AD} , UT_{An-Da} , ve RT_{AD} uygunluk test istatistiklerine göre en iyi uyum sağlayan ilk üç dağılım-parametre tahmin yöntemi.	68
Çizelge 4.5.	Tokat, Samsun ve Ordu il merkezlerinde standart zamanlarda gözlenen yıllık en büyük yağış dizilerine UQ_{AD} , UT_{An-Da} , ve RT_{AD} uygunluk test istatistiklerine göre en uygun olanları arasından 1-1 grafiğine göre diziye en iyi uyum sağlayan dağılım-parametre tahmin yöntemi.	99
Çizelge 4.6.	Tokat il merkezi için Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) ve FRANMOD modeli ile çeşitli standart süreli yağışlar için 2-, 5-, 10-, 25-, 50-, 100-, ve 200-Yıl tekerrürlü yağış (mm) tahminleri.	103
Çizelge 4.7.	Samsun il merkezi için Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) ve FRANMOD modeli ile çeşitli standart süreli yağışlar için 2-, 5-, 10-, 25-, 50-, 100-, ve 200-Yıl tekerrürlü yağış (mm) tahminleri.	104
Çizelge 4.8.	Ordu il merkezi için Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) ve FRANMOD modeli ile çeşitli standart süreli yağışlar için 2-, 5-, 10-, 25-, 50-, 100-, ve 200-Yıl tekerrürlü yağış (mm) tahminleri.	105
Çizelge 4.9.	Tokat, Samsun, ve Ordu il merkezleri standart süreli yağışları için FRANMOD modelindeki sürekli dağılımlar kullanılarak elde edilen 2-, 5-, 10-, 25-, 50-, 100-, ve 200-Yıl tekerrürlü yağışların (Çizelgeler 4.6, 4.7, ve 4.8) şiddet (mm/saat) değerleri.	109

1. GİRİŞ

Su canlı hayatının en temel ihtiyaçlarından biridir. Bu sebeple insanlık var olduğundan bu yana varlığı yakından takip edilen bir kaynaktır. İnsan, var oluşundan itibaren canlı hayatının temel unsuru olan bu suyu incelemiş, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini öğrenmeye, su kaynaklarını daha verimli kullanmaya, kontrol altına almaya, olabilecek doğal afetleri (maksimum yağışlar, sel, taşkın vb.) tahmin etmeye ve korunma yöntemlerini belirlemeye çalışmıştır. Ayrıca insanlığı, su yapılarının tasarımında ve inşasında suyun miktarını doğru tahmin ve tespit etmeyi de amaç edinmiştir.

Atmosferden katı ya da sıvı halde yeryüzüne düşen sulara yağış denilir. Sıvı haldeki yağış yağmur şeklinde, katı haldeki yağış ise kar, dolu, çığ, kırağı şeklinde olup aralarındaki en önemli fark yağmur halinde yeryüzüne düşen suyun daha hızlı akışa geçmesidir. Yağış verisi belli zaman aralıklarında ölçülerek kaydedilir. Yıllık ve aylık yağışlar, hidrolojik modelleme çalışmalarında, hazne işletme çalışmalarında; günlük ve daha kısa süreli yağışlar ise taşkın akımlarının hesabında kullanılmaktadır.

Bir yağışın tanımlanmasındaki ana parametreler; toplam yağış miktarı (total amount of precipitation), yağışın başlayıp sona erdiği zaman aralığı olan yağış süresi (storm duration), belirli bir zaman periyodu içerisinde düşen yağış miktarının bu zaman aralığına bölünmesiyle elde edilen yağış şiddetidir (storm intensity) (Ward ve Elliot, 1995). Yağış miktarının ölçülmesi plüviyometre denilen aletlerde biriken yağışın belli aralıklarla ölçülmesi şeklinde yapıldığı gibi, yağış şiddetinin zaman içinde dağılımını belirleyebilmek için ise plüviyograf denilen sürekli yazıcı aletlerden faydalanılmaktadır. Bu aletler düşey ekseninde toplam yağış yüksekliğini, yatay ekseninde zamanı gösteren yağış yüksekliğinin zamanla değişimini veren toplam yağış eğrilerini verirler (Bayazıt, 1991). Kar gibi katı durumdaki yağışların ise eşdeğer su derinliği dikkate alınır. Yağış miktarı ise belli zaman süresinde yatay bir yüzey üzerine düşen ve düştüğü yerde kalarak biriktiği kabul edilen su sütununun yüksekliği olarak ifade edilir. Yağış ölçerlerde derinlik cinsinden, örneğin mm olarak okunan yağış değerleri, aynı zamanda 1 m² lik alana kg olarak düşen su miktarına karşılık gelmektedir. Dolayısıyla metrik sistemde yağışın birimleri olarak mm, kg/m² gibi birimler kullanılmaktadır. Yağış ölçümünde önemli olan belirli bir süre içinde yere düşen su miktarıdır. Yağışların toplam miktarlarının yanı sıra belirli bir zaman içinde düşen miktarı ve yağışın süresi de birçok alan için önemlidir.

Yağış ölçümlerinin yapıldığı zaman aralığı yağış süresi olarak dikkate alınır. Yağış ölçümünde önemli olan belirli bir süre içinde yere düşen su miktarı olup, bu biçimde ölçmenin nedenlerinden biri de yağışların sürekli olmayıp zaman zaman görülmesidir. Örneğin yazıcılı olmayan ölçekler ile günlük yağış ölçümleri birer gün ara ile yapıldığı için yağış başlangıcı ile sona erdiği zaman belirtilmez (Aküzüm ve ark., 1994), günlük yağış miktarı belirtilir.

Birçok su ile ilgili tarımsal yapının planlanmasında farklı süre (zaman aralığı) ve tekerrürlü (yinelemeli veya frekansta) yağışlar için yağış şiddetlerine ihtiyaç duyulur (Tülücü, 1996). Birim zamanda düşen yükseklik cinsinden yağış miktarına yağış şiddeti (intensite) denir. Yazıcılı ölçekler, yağışın başlangıcından sonuna kadar meydana gelen yağış miktarının zamana göre değişimini gösterir (Okman, 1994). Bu değişim incelenerek yağışın şiddeti bulunabilir. Yağış şiddetinin zamanla değişimini gösteren eğriye ise hiyetograf adı verilir (Bayazıt, 1991). Yağışın şiddeti genellikle, bir saatte düşen yağış miktarına göre belirtilir. Gerçekte yağış değişik şiddetlere sahiptir, bir yağışın başlangıcında ve bitişinde en düşük şiddetlere sahip iken piklerde en yüksek şiddetlere sahiptir (Tülücü, 1996). Bütün bir yağışın ortalama şiddeti (örneğin mm/dakika, mm/saat veya litre/saniye/hektar vb. birimler ile $1 \text{ mm/dakika} = 166.67 \text{ litre/saniye/hektar}$), yağış süresi içinde düşen yağış miktarının yağış süresine bölünmesi ile bulunur. Genellikle kısa süreli yağışların şiddeti daha yüksek olur, yağış süresi büyüdükçe yağışın ortalama şiddet değeri genellikle azalır (Tülücü, 1996). Tülücü (1996), en az 10 yıllık yağış şiddetini veren kaydedicili yağış verisi var ise, şiddet serilerinin kayıtların analizi ile grafiklendirilebileceğini ifade etmiştir.

Su yapılarının boyutlandırılmasında kullanılan proje taşkın değerlerinin sentetik yöntemlerle tahmininde temel girdi, yılda farklı süreli (örneğin 24 saatlik-günlük) maksimum yağış değerleridir (Kulga ve ark., 1990). Öte yandan bir meteoroloji istasyonunda yıl içerisinde standart süreler (5-, 10-, 15-, ve 30-Dakika, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 8-, 12-, 18- ve 24-Saat) içerisinde düşen veya ölçülen en büyük yağışlara ise standart süreli yıllık maksimum (en büyük) yağışlar denir.

Yağışın şiddet, süre, miktar ve maksimum değerlerinin belirlenmesi, su kaynaklarının planlanması ve yönetiminde, su yapıları tasarım ve projelendirilme aşamalarında, taşkın

kontrolü, taşkın risk haritalarının hazırlanması, tarımsal alanların yönetilmesi, tarımsal sulama ve drenaj sistemleri, kentsel altyapı, çevre, ulaşım, inşaat mühendisliği gibi birçok alan uygulamaları için önemli ve zorunludur (Karahana ve Özkan, 2013). Projelerde kullanılan süre, yörenin büyüklüğüne ve projeye bağlı olarak seçilir. Orta Avrupa’da genellikle kullanılan süreler 5-, 10-, 15-, 20-, 30-, 60-, 90-, 100- ve 120-Dakikadır, ancak genellikle 1-6 saat arasında kalır ve 5 dakikaya kadar iner (Tülücü, 1996). Tülücü (1996), dünyada birçok ülkede, özellikle ABD’de uzun süreler için 6-, 12-, 24-, 48- ve 72-Saat gibi yağış süreleri için frekans analizlerinin yapıldığı, bununla beraber 2 saatten daha az şiddet süre frekans analizi ve 2 yıldan daha az tekerrür aralığı için kısmi süre serilerinin kullanılmasını şiddetle önermiş, 5 yıldan daha fazla tekerrür aralığı için yıllık maksimum serilerin dikkatle kullanılabileceğini ifade etmiştir. Örneğin yüzey drenaj kanal veya hendeklerinin kapasitelerinin belirlenmesinde, yağışlardan akışa geçecek en yüksek yüzey akış miktarları göz önüne alınırken, genellikle tersiyer drenaj kanalları 2.33 yıllık, sekonder drenaj kanalları 5 yıllık, ana drenaj kanalları ise 10 yıllık tekerrür süreli yağışlar göz önüne alınarak kapasitelendirilir. Yerleşim alanlarından geçen açık drenaj kanalları ise çoğunlukla 10 yıl tekerrürlü debiye göre kapasitelendirilir (Güngör ve ark., 2011). Dolu savak ve yüzey drenaj kanallarının öngörülen işlevlerini yerine getirdikleri zaman boyutu, ekonomik hizmet süresi olarak alınır, bu süre faydaya karşı maliyet analizi ile belirtilir, bunun için söz konusu yapı kapasitesinin birim artış maliyeti ile, sağlanan fayda karşılaştırılır ve bu yapılar sağlanan faydanın maksimum olduğu kapasite için projelenir. Belirtilen kapasitenin tekrarlanma süresi, yapının ekonomik hizmet süresi olarak nitelenir (Okman, 1994). Günümüzde sulama alanına düşen yağışlardan drenaj şebekesine ulaşan ve yan derelerden gelebilecek en yüksek yüzey akış debisinin hesaplanmasında kullanılan Mc Math yönteminde, yağışların seçilen tekerrür aralığı için konsantrasyon zamanına eşit yağış şiddetine ihtiyaç vardır. Konsantrasyon zamanı dakika cinsinden bulunduktan sonra, bu zaman yağış süresi kabul edilerek, yağış şiddeti-süre-tekerrür eğrilerinden tekerrür aralığına denk yağış şiddeti kullanılır (Güngör ve ark., 2011).

Hidrolojik bir olayın zaman dizisinden belli bir süre için seçilen maksimum yağışlara, ekstrem değerler dizisi denir. Bu dizi yağışların belirtildiği zamana göre farklı şekilde nitelenir. Hidrolojik bir olayın zaman dizisinden bir yıl için seçilen maksimum yağışlara yıllık maksimum yağış dizisi denir (Okman, 1994).

Günümüzde can ve mal kayıplarına neden olan sel ve taşkınların kontrolü, her çeşit su yapısı (baraj, gölet, sulama ve drenaj kanalları, kanalizasyon vb.) tasarımında, taşkın kontrol işlerinin planlama ve projelendirilmesi, mevcut kaynakların optimal kullanımı göz önünde bulundurularak yapılmaktadır (Anonim, 2021a). Bu durum yağış değerlerinin güvenilir biçimde toplanması ve geleceğe yönelik doğru biçimde tahmin edilmesi gereğini ortaya çıkarmaktadır. Anonim (2021a)'da Türkiye maksimum yağışları ve tekerrür analizlerinde en az 10 yıl güvenilir gözlemi olan plüviyografli (yazıcı yağışölçer) istasyonların yağış verileri kullanıldığı; yıllık standart sürelerdeki (5-, 10-, 15-, 30-Dakika, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 8-, 12-, 18- ve 24-Saat) maksimum yağış değerleri tespit edildiği, yağış şiddet-süre-tekerrür analizleri yapılarak, 2-, 5-, 10-, 25-, 50- ve 100-Yıllık tekerrür periyodlarında olması muhtemel yağış miktarları hesaplandığı ifade edilmiştir.

Yerleşim bölgelerinde, yağmur suyu drenaj sistemleri veya birleşik sistem kanalizasyon şebekelerinin tasarımıyla bu sistemler üzerindeki pompa istasyonları, su tutma hazneleri ve yan savakların optimum şekilde tasarımı için öncelikle yağış şiddetinin, yağış süresi ve frekansı ile değişimin bilinmesi gerekmektedir. Daha sonra ise tasarımda kullanılacak yağmur miktarının seçilmesi gerekir (Çiçek, 2015). Günümüz ekonomik koşulları, gereğinden büyük ve emniyetli su yapılarının yapılmasına elvermediğinden, proje taşkınlarının doğru tahmini önemlidir. Bu da yağış değerlerinin doğru biçimde tahmin edilmesi gereği anlamını taşımaktadır. Yağışların çeşitli büyüklükleri veya şiddetleri ile bunların frekansları arasındaki ilişkiyi veren noktasal yağış frekans değerleri, gözlemlenen veri dizilerini en iyi temsil eden olasılık dağılım fonksiyonu ile gerçekleştirilebilir (Kulga ve ark., 1990). Öte yandan analizde kullanılacak standart süreli yıllık maksimum yağışların, aynı zamanda popülasyonu nitelemesi gerekir. Bu bakımdan frekans analizinde, rastgele, bağımsız, homojen güvenilir ve yeterli sayıdaki maksimum yağış değerleri göz önüne alınır (Okman, 1994).

Daha küçük havzalardaki hidrolojik çalışmaların çoğu, bir yıldan daha kısa süreler için yağış sıklığı verilerini gerektirir. Öte yandan bazı durumlarda, bir yapının yağış nedeniyle çökmesinin maliyeti o kadar yüksektir ki, planlamacılar yapının, olması muhtemel olası maksimum yağıştan meydana gelen yüzey akışı depolayabilmesini veya geçmesini sağlamayı istemektedir (Ward ve Elliot, 1995). Olası maksimum yağış miktarları, frekans analizi ile uzun süreli kayıtlardan belirlenir.

Hidrologlar, planlayıcılara belirli bir projenin başarı veya başarısızlık olasılığını belirlemede yardımcı olmak için belirli bir yağış olayının meydana gelme olasılığını tahmin etmelidir. Öte yandan yağış frekans (sıklık) dağılımlarını tanımlamak için gerekli olan ana parametreler; süre, şiddet ve tekerrür aralığıdır. Tekerrür aralığı, yüksek şiddetli yağışlar veya çok kurak dönemler arasında beklenen yıl cinsinden ortalama süredir. Genel olarak, drenaj kanalları, hendekler ve çimli su yolları için planlar 5 ila 10 yıllık tekerrür süreli bir olayı yeterli kabul ederken, kentsel alanlar için hidrolojik planlar daha çok, örneğin 100 yılda bir veya büyük şehirler için daha seyrek meydana gelen yağış olaylarını dikkate alır (Ward ve Elliot, 1995). Küçük ve orta büyüklükteki havzalardaki (2.6'dan 259 km²'ye kadar) yağış-yüzey akışı (sel) ile ilgili proje planları genellikle 5 dakika ile 24 saat arasında değişen süreli bir yağışı gerektirirken, daha büyük su havzaları (259 km²'den büyük) bir aya kadar süreler için yağış süreleri veya birikimli yağış miktarları gerektirebilir (Ward ve Elliot, 1995). Öte yandan büyük ölçekli sulama, drenaj, taşkın veya kuraklık havza projeleri için, bir aydan bir yıla kadar olan dönemler için yağış miktarlarına ihtiyaç duyulabilir. Örneğin, 100 yıl gibi uzun vadeli kayıtlar mevcutsa, o kayıttan en yüksek veya en düşük yağış miktarını belirlemek yeterli olabilir. Yağmur kayıtlarından elde edilen veriler genellikle 40 yıldan fazla bir süre mevcut olmayabileceğinden, 20 veya daha az yıllık yağış kayıtlarından 50 veya 100 yıllık bir olayı tahmin etmek sıklıkla gereklidir (Ward ve Elliot, 1995).

Bir T-yıllık olayın meydana gelmeleri arasındaki ortalama süre T yılı olduğu için, herhangi bir yılda bir T-yıllık olayın olasılığı $1 / T$ 'dir. Dolayısıyla; $P_T = 1/T$ biçiminde bir ilişki mevcut olup, bu eşitlikte; T: R_T yağışı ile ilişkili tekerrür aralığı; P_T : herhangi bir yıldaki R_T yağışının olasılığıdır. Olasılık, 0 ile 1 arasında bir sayı olarak ifade edilir. Örneğin, 10-, 25- ve 50-Yıllık olaylarla ilişkili olasılıklar sırasıyla 0.10, 0.04 ve 0.02'dir. Bazen olasılık yüzde olarak ta ifade edilir, bu durumda gerçek olasılık 100 ile çarpılır. Farklı süreli yıllık maksimum yağışların frekans analizinde, yıldan yıla en yüksek yağışların birbirinden bağımsız olduğu kabul edilebilir. Bu, herhangi bir yıldaki pik olayın büyüklüğünün, başka herhangi bir yıldaki pik büyüklükten etkilenmediği anlamına gelir. İkinci olarak, en yüksek yağışların istatistiksel özelliklerinin zamanla değişmediği varsayılabilir. Diğer bir ifade ile istatistik dilinde, verilerin durağan bir zaman serisinden olduğunu varsayıyoruz (Haan ve ark., 1994).

Belirli bir tekerrür aralığına ilişkin taşkın büyüklüğünün belirlenmesi, ilgili havzanın taşkın akışı özelliklerinin bilinmesini gerektirir. Bu ilişkiyi belirlemek için kullanılan yaklaşım, büyük ölçüde mevcut hidrolojik verilerin türüne, miktarına ve kalitesine ve tespitin önemine bağlıdır. Küçük bir menfez veya kanal tasarlanacaksa, zaman alıcı, pahalı bir sel frekansı analizi haklı gösterilemez. Öte yandan, bir drenaj sisteminin ana bileşenlerinden biri inşa aşamasındaysa, mümkün olan en iyi akış tahminleri istenir (Haan ve ark., 1994).

İstenen bir frekansta yağış tahmini için nispeten uzun bir yağış kaydının olması arzu edilir. Frekans analizinde kullanılacak veri setinin popülasyondan bir veri örneğini temsil ettiği ve belirli varsayımlar altında olasılık ve istatistikler kullanılarak işlenebilir olduğu varsayılır. Bu popülasyonun tanımlayıcı nitelikleri, parametreleri olarak bilinir. Bir yağış frekans analizinde popülasyon parametreleri asla bilinmez ve veri örneğinden tahmin edilmelidir (Haan ve ark., 1994). Popülasyon parametre tahminleri, örnek istatistikleri olarak bilinir. Bu parametrelerden bazıları ortalama, standart sapma, değişim katsayısı ve çarpıklık katsayısıdır. Ortalama, basitçe bir veri grubunun merkezi konumunun bir ölçüsüdür. Standart sapma, verilerin yayılımının bir ölçüsüdür. Standart sapma ne kadar büyükse, verilerdeki yayılma o kadar büyük olur. Standart sapmanın karesi varyans olarak bilinir. Büyük ölçüde farklı ortalamalara sahip değişkenler arasında veya farklı birimlere sahip ölçümler arasında göreceli değişkenlik (ortalamaya göre) karşılaştırmaları yapılabilmesi için, bir veri kümesi yayılımının boyutsuz bir ölçüsü arzu edilir. Böyle bir ölçü, standart sapmanın ortalamaya bölünmesi olan varyasyon katsayısıdır. Kompakt bir veri seti, geniş bir veri setine göre daha küçük bir varyasyon katsayısına sahip olacaktır. Çarpıklık, bir dağılımın simetrisinin bir ölçüsüdür. Normal dağılım sıfır çarpıklığa sahiptir. Veriler, ortalamasına göre sola olduğundan daha fazla sağa yayılma veya kuyruğa gitme eğilimindeyse, veriler pozitif olarak çarpıktır ve çarpıklık katsayısı pozitif olacaktır. Verinin sağa göre sola daha fazla kuyruğa gitme sergilediği örnekler negatif olarak çarpıktır ve çarpıklık katsayısı negatif olacaktır.

Genel olarak, gözlem sayısı arttıkça istatistikler, popülasyon parametrelerinin daha iyi temsil eder. Veriler belirli varsayımları karşılıyorsa, bunları bağımsız rastgele değişkenler olarak kabul edebilir ve bunları bir frekans analizine tabi tutabiliriz. Ana varsayımlar, verilerin birbirinden bağımsız olması ve sabit bir zaman serisinden olmasıdır. Sabit bir

zaman serisi, zaman içinde toplanan ve zamanla değişmeyen istatistiksel özelliklere sahip bir veri serisidir. Hidrolojik terimlerle, istatistiksel varsayımlar verilerde trendin olmadığını; verilerin bağımsız hidrolojik olayları temsil ettiği; yağışların tek bir popülasyondan olduğu varsayılabilmesi için yağışların altında yatan bir meteorolojik/hidrolojik nedenin varlığı; ve ölçüm hatalarının rastgele, tarafsız ve nispeten küçük bir varyansa sahip olduğudur (Haan ve ark., 1994).

Yağış frekans analizinde yaygın olarak iki tür veri serisi kullanılır; yıllık seriler ve kısmi süre serileri. Yıllık seride veriler, her veri yılı için standart sürelerde gözlemlenen en büyük pik yağıştan oluşur. Kısmi süre serileri için veriler, belirli bir eşik değerin üzerindeki birçok tepe yağışlardan oluşabilir. Yıllık seride, yılda bir veri değeri vardır. Kısmi süre serileri, yıl içindeki yağışlara bağlı olarak herhangi bir yılda hiç veya birden fazla veri değeri içerebilir. Haan ve ark. (1994) yaklaşık 10 yıldan daha uzun tekerrür dönemleri için, iki seri (yıllık ve kısmi) için tekerrür aralığı ilişkili akış tahmininin pratik olarak aynı olduğunu, daha sık, ancak daha küçük taşkınlar için, iki seri tahminleri arasındaki ilişkinin, seçilen olasılık dağılımına bir şekilde bağlı olduğunu vurgulamışlardır.

Verilerin bir olasılık grafiği biçiminde özetlenmesi, genellikle bir frekans analizinin ilk adımındır. Tekerrür aralığı terimini kavrayışımıza dayanarak, yağışların büyüklüğü için sezgisel bir tahmin yapılabilir. Frekans analizinde aşılma olasılığını da dikkate aldığımızda, örneğin, 5-Yıllık yağış, ortalama olarak her 5 yılda bir (veya zamanın yaklaşık %20'sinde) gözlemlenen yağışa eşit veya bu yağışı aşan bir yağıştır. Frekans analizine yönelik sezgisel yaklaşımdaki bir zorluk, mevcut kaydın uzunluğundan daha uzun tekerrür aralığına sahip olayların büyüklüğünün tahmin edilememesidir. Ayrıca, kayıt uzunluğuna yakın tekerrür aralığına sahip olayların büyüklüğü, çok az sayıda gözleme bağlıdır ve bu nedenle bir şekilde belirsizdir. İhtiyaç duyulan şey, pik yağışların olasılıklı doğasını tanımlayan, tüm verileri kullanan bir prosedürdür (Haan ve ark., 1994). Bu yönde bir başlangıç, verileri bir frekans histogramı biçiminde çizerek yapılabilir. Bu sadece, bazı sınıf aralıklarına karşı bu sınıf aralıklarındaki pik yağışların meydana geliş sıklığının bir grafiğidir. Benzer şekilde, belirli bir değere eşit veya daha büyük değerlerin yüzdesine karşı değerin büyüklüğünün bir grafiği yapılabilir. Bu yöntem, önemli miktarda veri mevcut olduğunda, bu küçük tekerrür aralıklı yağışları tahmin etmede

kullanmak için makul bir yöntemdir. Ne yazık ki, bu yöntem daha büyük tekerrür aralıklı yağış büyüklüğünü tahmin etmek için genellikle yeterli değildir. Ayrıca, verilere dayalı olarak 100 yıllık bir yağış tahmini, düzgün eğrinin % 1 noktasına ekstrapole edilmesini (uzatılmasını) gerektirir. Bu ekstrapolasyon (uzatma) ve aslında tüm düz eğri, son derece ekstrapolasyonu (uzatmayı) yapan bireyin becerisine bağlı olacaktır. Farklı bireyler 100-yıllık yağış için farklı değerler tahmin edebilir ve değerler % 50 veya daha fazla farklılık gösterebilir. İhtiyaç duyulan şey, çizilen noktalara bir eğri uydurmak için analitik bir yöntemdir. Bu analitik eğri, daha sonra çeşitli tekerrür aralıklı yağışları tahmin etmek için kullanılabilir. Bununla birlikte mevcut veri setimizin her zaman için doğru olduğunu bilmiyoruz ve gelecek bir yılda veri setimizin minimum veya maksimum değerinden daha az veya fazla yıllık bir değer meydana gelme ihtimali olduğundan şüpheleniyoruz. Bu nedenle, veri setimizdeki minimum değere % 100 şans veya olasılık atamaktan kaçınmak isteriz. Yağış piklerini olasılıklarına karşı çizerken ikinci bir husus, aritmetik grafik kağıdı kullanıldığında, genellikle geniş aralıklı büyük yağış noktalarının son derece eğimsiz bir eğri oluşturmasıdır (Haan ve ark., 1994). Bu problemin üstesinden gelmek için olasılık kağıdı olarak bilinen özel kağıt geliştirilmiştir. Olasılık kağıdının birçok biçimi mevcuttur. En yaygın olarak bulunabilenler, normal olasılık kağıdı ve log-normal olasılık kağıdıdır. Haan ve ark. (1994) lognormal olasılık kağıdına rastgele verilerin olasılık grafiğini çizerken izlenecek adımları şu şekilde sıralamışlardır; verileri en büyüğünden en küçüğüne doğru sıralayın; m sırasına ve verilerin yıl sayısına (n) göre çizim konumunu, p, hesaplayın; olasılık kağıdının düşey eksenine gözlem değerlerini, yatay eksenine (olasılık eksenini) bu gözlem değerlerine karşılık çizim konumunu, p, dikkate alarak kesiştirip işaretleyiniz.

Birçok pozisyon çizim ilişkisi veya eşitliği mevcuttur. Bu ilişkilerin genel hali; $p = (m-a)/(n-a-b+1)$ biçiminde olup, burada a ve b sabitlerdir. Kaliforniya pozisyon çizim eşitliği: $p = m/n$; Hazen eşitliği: $p = (2m-1)/2n$; Birleşik Krallık Doğal Çevre Araştırma Konseyi'nin kullandığı, $p = (m-0.44)/(n+0.12)$ eşitliği; Amerika Birleşik Devletleri'nde yaygın şekilde kullanılan Weibull eşitliği, $p = m/(n+1)$; bu eşitliklerden bazılarıdır (Haan ve ark., 1994). Olasılık grafiğinde veriler en büyüğünden en küçüğüne doğru sıralandığından, çizim konumu, p, verinin karşılık gelen değerinden büyük veya ona eşit değerlerin kesir karşılığını temsil eder. Genel olarak, yağış verileri lognormal olasılık kağıdı üzerinde düz bir çizgi hattı üzerinde yer almazlar, ancak eğrilik büyük ölçüde

azaltılır. Bu aşamada, veriler boyunca düzgün bir eğri çizilebilir veya noktalara bir eğilim çizgisi eklenebilir. Bu durumda karşılaştığımız zorluk ise, kullanılacak denklemin seçmek ve bu denklemin parametrelerini tahmin etmektir.

Rastgele olayların meydana gelme olasılığını açıklayan denklemler, olasılık yoğunluk fonksiyonu (pdf) ve birikimli dağılım fonksiyonları (cdf) olarak bilinir. Belirli bir aralıkta rastgele bir olayın olasılığını belirlemek için olasılık yoğunluk fonksiyonu kullanılabilir. Bir olayın belirli bir değere eşit veya bundan düşük olma olasılığını belirlemek için ise birikimli dağılım fonksiyonu kullanılabilir. Olasılık yoğunluk fonksiyonu olarak kullanılacak çok sayıda fonksiyon vardır. Bu fonksiyonlardan verilerimizi en iyi temsil edecek dağılım fonksiyonu frekans analizi ile belirlenebilir. Ek olarak, a ile b aralığına düşen rastgele bir gözlem olasılığı, a ve b arasındaki olasılık yoğunluk fonksiyonunun altındaki alandır. En tanınmış olasılık yoğunluk fonksiyonu, normal olasılık yoğunluk fonksiyonunun çan şeklindeki eğrisidir. Normal dağılım, ortalamaya göre simetrik ve $-\infty$ ile $+\infty$ arasında değişir. Dağılım, verilerin yeterli bir temsili ise, verilerle ilgili olasılıklı ifadelerde bulunmak için kullanılabilir. Gözlem verileri ile dağılım tahmin değerlerini görsel olarak karşılaştırmanın ikincil bir yolu, verilerin birikimli olasılık değerlerine (pozisyon çizim eşitlikleri ile elde edilen) karşılık dağılım tahmin değerlerini kullanmaktır. Bu genellikle dağılımların birikimli dağılım fonksiyonlarını kullanarak gerçekleştirilir. Birikimli olasılık değerlerine karşın dağılım tahmin değerleri bu fonksiyon eşitliklerinden elde edilir. Ek olarak, gözlem değerlerinin birikimli olasılıkları ile dağılımlar tarafından bu fonksiyon eşitlikleri ile elde edilen beklenen olasılık değerleri de dağılımların performanslarını karşılaştırmada kullanılabilir.

Gerek su yapıları, ulaştırma yapıları gibi mühendislik projelerinin hazırlanmasında, gerekse su kaynakları projelerinin planlanması, tasarımı ve işletilmesinde su kaynakları mühendisliğinin en çok kullandığı araçlardan biri yağış şiddeti (i), yağış süresi (t) ve tekerrür süresi (T) (i - t - T) ilişkisidir. Yağış şiddeti (i) dediğimiz zaman birim zamanda düşen yağış yüksekliği, yağış frekansı (yinelenme, tekerrür) ise belirli bir şiddetteki bir yağışın belli bir zaman süresi içinde (1-Yıl, 10-Yıl, 50-Yıl vb.) oluşma veya yinelenme (tekerrür) sayısına verilen isimdir (Sarıcan, 2013).

Yağışların şiddet-süre-tekerrür analizi için uzun yıllık, değişik süreli maksimum şiddetteki yağış ve bu maksimum şiddetteki yağıştan daha büyük şiddetteki yağışların meydana gelme sayıları kullanılır. Örneğin bir bölgede uzun süre içinde seçilmiş yağış sayısı 100 ise ve bu 100 yağışın süreleri bu standart sürelerden uzun sürmüş ise, standart sürelerle ilişkin 100 adet şiddet değeri kullanılacaktır demektir. Tülücü (1996), yağış şiddet-süre-tekerrür eğrilerinin hazırlanmasında izlenen yolu şu şekilde özetlemiştir; 1) her bir standart yağış ölçüm süresi için bir milimetrik kağıdın düşey eksenine yağış şiddeti, yatay eksenine ise söz konusu yağış şiddeti ve bu yağış şiddetinden daha yüksek şiddetteki yağışların meydana gelme sayıları işaretlenir. Bundan sonra her standart yağış ölçüm süresinin şiddet ve meydana gelme sayıları karşılıklı olarak kullanılarak noktalar belirlenir. Her sürenin noktaları kendi aralarında birleştirilir ve böylece istenen standart sürelerdeki eğriler elde edilir; 2) birinci aşamada oluşturulan grafik üzerinde mühendislikte en çok kullanılan tekerrür sürelerinin (örneğin; 5-, 10-, 25-, 50-, 100-Yıllık) toplam gözlem sürelerinde meydana gelme sayıları $M = N/T$ eşitliği ile belirlenir ki bu eşitlikte M: meydana gelme sayısı, N: toplam gözlem sayısı ve T: tekerrür yılıdır. Bu tekerrür yıllarına (T) ait meydana gelme sayıları (M) yatay eksende işaretlenip standart süreli yağış eğrilerini kesecek biçimde düşey doğruları çizilir; 3) ikinci aşamada standart tekerrürleri temsil eden düşey doğruların standart süreli yağış eğrilerini kesim noktaları grafikten belirlenerek yağış şiddet-süre-tekerrür verileri çizelgesi hazırlanır; 4) üçüncü aşamada elde edilen çizelge değerleri log-log grafik kağıdına noktalanarak yağışa ait şiddet-süre-tekerrür eğrileri elde edilir. Genel uygulama olarak düşey eksene şiddet, yatay eksene ise süre işaretlenir. Eğer milimetrik kağıt kullanılacak olursa ve düşey eksene şiddetin tersi ($1/i$) ve yatay eksene de süre işaretlenirse, yağış şiddet-süre-tekerrür eğrileri doğrusallaştırılmış olur.

Yağışların meydana gelme yani tekrarlanma (tekerrür) aralığı, yağış olasılığının tersidir ($T = 1/P$, burada T: tekerrür aralığı, P ise yağış olasılığıdır). Ek olarak, buradaki tekerrür aralığından, genellikle yağış miktarına eşit veya daha büyük olan yağışların en az bir defa meydana geldiği ortalama zaman boyutu (yıl) anlaşılır. Tekerrür aralığı, ortalama bir zaman boyutunu gösterir. Tekerrür süresi 10-Yıl olan bir yağışın, her 10 yılda en az bir defa tekrarlanacağı söylenemez. Ancak bu yağış miktarına eşit ve daha büyük yağışların oldukça uzun bir sürede, örneğin 100 yılda, en az 10 defa meydana gelmesi gerekir (Okman, 1994). 100-Yıllık sel veya 50-Yıllık yağış gibi terimler sürekli olarak duyulur.

T- Yıllık bir olay, T yıl tekerrürlü bir olayı ifade eder. Bu nedenle, N yıllık bir dönemde T- Yıllık bir olayın beklenen meydana gelme sayısı N/T'dir (Haan ve ark., 1994). Örneğin Tokat il merkezinin 25-Yıl tekerrür, 24-Saat (günlük) süreli en büyük yağışı 45 mm'dir gibi. Bu durumda, bu 25-Yıl tekerrürlü, 24-Saat süreli, 45 mm'lik ve üstü yağışların 100 yıllık bir süre içinde 4 kez meydana gelmesi beklenir. Olayı biraz daha detaylı olarak sunacak olursak; yılda bir kez yazı tura olarak bir bozuk paranın atıldığını varsayalım. Ortalama olarak tura, 2 yılda bir meydana gelecek veya $1/P(\text{tura}) = 1/0.5 = 2$ yıl gibi. Meydana gelme olasılığının tersine karşılık gelen bu ifade tekerrür, veya tekrarlama aralığı, T, olarak adlandırılır ve hidrolojik frekans analizinde yaygın olarak kullanılır. Açıkçası, T, ortalama bir değerdir ve ilişkili sonucun meydana geldiği dönemin gerçek bir değeri değildir. Bu nedenle, ortalama olarak 10 yılda bir kez aşılacak bir yağış miktarı, $1/10$ veya 0.1 oranında aşma olasılığına sahiptir. Başka bir deyişle, ortalama olarak 10 yılda bir kez aşılacak bir yağış miktarı, $0.1 \times 100 = \%10$ aşılma olasılığına sahiptir. Bu, her 10 yılda bir bu büyüklükte bir yağışın olacağı anlamına gelmez. Bu nedenle, herhangi bir yılda bu yağış miktarının meydana gelme olasılığı;

$$p = 1 / T \quad (1.1)$$

Yağışın bu miktarının herhangi bir yılda meydana gelmeme olasılığı, q, ise;

$$q = 1 - p = 1 - 1/T \quad (1.2)$$

Bir yağış miktarının, birbirini takip eden n yıl boyunca meydana gelmeme olasılığı ise aşağıdaki gibi hesaplanabilir (Ward ve Elliot, 1995);

$$q^n = (1 - p)^n = (1 - 1/T)^n \quad (1.3)$$

Böyle bir sonucun nedeni, söz konusu yağış miktarının meydana gelme olasılığının yıldan yıla aynı olmasındandır. Bir yağış miktarının birbirini takip eden n yıl boyunca en az bir kez meydana gelme olasılığı, bazen risk (R) olarak da adlandırılır, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanabilir;

$$R = 1 - q^n = 1 - (1 - p)^n = 1 - (1 - 1/T)^n \quad (1.4)$$

Örneğin Tokat ili için 100 yıllık 24 saat süreli 2.3 mm/saat ve daha fazla şiddetli bir yağışın önümüzdeki bir 50 yıllık proje ömründe en az bir defa meydana gelme olasılığını belirleyecek olursak;

$$R = 1 - (1 - 1/100)^{50} = 1 - (0.99)^{50} = 1 - 0.605 = 0.395 = \% 39.5$$

Bunun anlamı 24 saat süreli ortalama 2.3 mm/saat ve daha fazla şiddetli bir yağışın 50 yıllık bir proje ömrü boyunca en az bir defa meydana gelme olasılığı % 39.5 tir.

Hidrolojik verilerin uzun süreli kayıtlarının olması, frekans analizinin güvenilirliğini artırmaktadır. Kısa süreli hidrolojik verilere dayanılarak tahmin edilen, belli tekerrür sürelerinde oluşabilecek maksimum miktarların güvenilirliği de veri dizilerine en uygun olasılık dağılım fonksiyonunun seçimi ve etkin parametre tahmin yöntemlerinin kullanımıyla doğrudan ilgilidir. Hidrolik yapıların emniyetli tasarımı ve proje taşkın kıstaslarının doğru belirlenmesinde kullanılan, yılda günlük maksimum yağış değerlerinin frekans analizlerinde, farklı dağılımlar kullanılmakta olup en uygun dağılımın belirlenmesinde ise farklı değerlendirme kriterleri göz önüne alınabilmektedir (Öztekin, 2011).

Öztekin (2011) Türkiye günlük maksimum yağışlarına ait frekans analizlerinde kullanılmak üzere, en uygun olasılık dağılım fonksiyonunun belirlenmesi için yapılan çalışmaların sınırlı sayıda olduğunu, bu çalışmalarda kullanılan yağış gözlem verilerinin güncel olmadığını, dikkate alınan olasılık dağılım fonksiyonu sayısının çok az olduğunu ve veri dizilerini en iyi temsil eden olasılık dağılım fonksiyonunun seçiminde yalnızca Kolmogorov-Smirnov uygunluk test istatistiğinin kullanılmasını, çalışmaların eksik yönleri olarak belirtmiştir.

Dağılımların veri setlerine uygunluk testlerinde temel ilke belirli güven aralıklarında gözlenen maksimum değerler ile denenen olasılık dağılım fonksiyonları tahmin sonuçları aralarındaki farkların kabul edilebilir düzeyde olup olmadığının belirlenmesidir (Kulga ve ark., 1990). Ek olarak dağılımlar kullanılarak tahmin edilen belirli tekerrür aralıklarına karşılık yağışlarla ilişkili belirsizlik ölçüsü dahil edilerek tahmin değerleri güven aralık değerleri ile birlikte çizilebilir. Güven aralıklarını tahmin etmek için istatistiksel yöntemler mevcuttur (Haan vd., 1994). Güven sınırları, doğru tekerrür aralığı ilişkili yağışları içeren bir yüzdeye göre verilir. Örneğin % 95’lik bir güven aralığı veya sınırı,

bu şekilde hesaplanan tekerrür aralığı ilişkili bir yağış, zaman aralığının % 95'i için doğru bir şekilde tahmin edeceğini ifade eder.

Yağış şiddeti ile süre arasındaki ilişki genellikle yağış şiddetinin yinelenme süresiyle değişimini gösteren eğrilerden elde edilmektedir. Şiddet-Süre-Frekans ilişkisi, yinelenme süresi (T), zaman (t) ve ağırlık parametreleri olarak adlandırılabilen bölgesel parametrelerin bir fonksiyonudur. Ağırlık parametrelerinin belirlenmesi, genellikle matematiksel dönüşümler ve/veya istatistik analizler gerektirir ve çoğu zaman hangi dağılımın gözlem verilerine daha iyi uyum gösterdiğinin belirlenmesi çok sayıda denemeyi veya bu amaçla geliştirilen yazılımların kullanımını gerektirir (Çiçek, 2015).

Sel, deprem, kuraklık gibi doğal afetlere karşı insan hayatını ve şehirlerde var olan sosyal yaşamı, tarihi zenginlikleri, ekonomik kalkınmayı sağlayan öğeleri korumak son derece önemlidir. Özellikle de şehirlerde gerçekleşen taşkınlar can ve mal kayıpları kalıcı hasarlara neden olabilmektedir. 2012 yılında gerçekleştirilen Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneline göre (IPCC, 2012) 21. yüzyılın sonunda, aşırı yağış olaylarının sık görülmesiyle birlikte yıllık maksimum yağış miktarının tekerrür periyodunda önemli bir azalmanın gerçekleşeceği tahmin edilmektedir (IPCC, 2012; Fadhel vd., 2017). Bu durumda, kentsel yağmur suyu toplama sistemlerinin hassasiyeti bu tür değişikliklerden olumsuz etkilenebilir (Willems, 2013; Fadhel vd., 2017). Böyle zararların önlenmesi için şiddet-süre-tekerrür analizlerinin doğru yapılması büyük bir önem taşımaktadır. Bununla birlikte kentsel havzaların (urban watershed) hidrolojik olaylarını güvenilir bir şekilde analiz etmek, modellemek ve mevcut veya gelecekteki iklim koşulları için, saatlik hatta saatin altındaki kısa süreli yağış verilerini kullanmak gerekir (Watt vd., 2003; Segond vd., 2006; Fadhel vd., 2017). Genellikle, şiddet-süre-tekerrür eğrileri, istenen yağış süresine göre uygun dağılım tipinde bir dizi gözlenmiş yağış verisi kullanılarak dönüş sürelerini tahmin etmek için elde edilir (Overeem vd. 2008; Cheng ve Aghakouchak, 2014; Tfwala vd., 2017).

Su yapıları, akarsu yatağı düzenleme vb. projelerde, en uygun dağılımın seçimi büyük önem taşımaktadır. Yanlışlıkla küçük değerler üreten dağılım seçilirse ve taşkın meydana gelirse büyük can ve mal kaybına sebep olabilir. Tam tersi durumunda ise inşa edilen yapının maliyeti gereğinden fazla olup, optimizasyon açısından yanlış projelendirilme yapılmış olacaktır (Anılan ve ark.,2016). Örneğin 24 Ağustos 2015 tarihinde Doğu

Karadeniz Bölgesi'nde bulunan Hopa ilçesinde meydana gelen ani taşkın afeti sonucunda 8 vatandaşımız hayatını kaybetmiş, büyük miktarda maddi zarar meydana gelmiştir. Yapılan yağış tekerrür analizine göre, Hopa'da meydana gelen 287.2 mm'lik günlük toplam yağışın 60, 120, 180, 240 ve 300 dakikalık toplamalarının 100 yıldan fazla tekerrür aralığına sahip olduğu saptanmıştır (Durmuş, 2016).

Türkiye’de genellikle Karadeniz sahil kesiminde meydana gelen, maksimum ve uzun süreli yağışlar, can ve mal kayıplarına neden olan taşkınlara sebep olmaktadır. Oluşabilecek bu taşkınların tahmin edilebilmesi, kontrolü ve bu taşkınlardan korunabilmek için projelendirilen hidrolik yapılar, sanat yapıları ve şehir drenaj sistemlerinin tasarımı, ana unsur olan maksimum yağış frekans analizlerinin yani farklı tekrarlanma süreleri için beklenen yağış miktarların belirlenmesinin önemi oldukça fazladır (Anlı ve ark., 2008). Türkiye’de, standart süreli maksimum yağışların frekans analizi çalışmalarında, kullanılacak olan en uygun olasılık dağılım fonksiyonunun belirlenmesi için yapılmış çalışma sayısı çok azdır. Orman ve Su İşleri Bakanlığı’na bağlı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü’nce (DSİ) geçmiş yıllarda bu amaca yönelik birkaç çalışma yapılmıştır. Konu ile ilgili bilinen en kapsamlı çalışma ise Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü’nce 1990 yılında hazırlanan ve ülkemizde yapılan çalışmalarda da çok sık kullanılan “Türkiye Maksimum Yağışları Frekans Atlası“ adlı yayındır (Kulga ve ark., 1990). Bu yayının, en son 1988 yılına kadar olan gözlem verilerini kapsamaması, güncel verileri içermemesi, bazı yağış gözlem istasyonlarında ölçülen kayıtlı gözlem sürelerinin kısa olması, son yıllarda iklim değişikliğine bağlı olarak oluşan yağış özelliklerindeki değişimleri dikkate almaması, çalışmanın eksik yönleri olarak söylenebilir. Bu eksiklikler ise uygun olasılık dağılım modelinin seçilmesinde hatalara neden olabilir. Yine konu ile ilgili yapılan benzer çalışmalarda, kullanılan yağış gözlem verilerinin sınırlı olması ve güncel olmaması, frekans analizlerinin yalnızca birkaç istasyona ait verilerle yapılması, yağış gözlem verilerini iyi temsil edebileceği düşünülen çok az sayıda teorik olasılık dağılım modelinin denenmesi gibi eksiklikler görülmektedir (Karahan ve Özkan, 2013). Standart Süreli Maksimum Yağışların değerlendirdiği çalışmalarda, bir istasyona ait yağış verileri değerlendirilirken, yağış süresi değiştikçe seçilen en uygun olasılık dağılım modelinin aynı istasyon için değişim göstermesi genellikle önemli problemler oluşturmaktadır. Kısa süreli gözlemlerin örnek istatistiklerine istinaden yapılan belirli tekerrür süreli maksimum

yağış tahminleri; veri dizilerinin yetersizliği, yağışlara ait gözlemlerin ölçülmesi ve değerlendirilmesi esnasında yapılan hatalar, uygun dağılım modelinin sık sık değişmesi, frekans analizlerinde kullanılan olasılık dağılım modeli parametrelerinin belirlenmesinde uygun yöntemlerin kullanılmaması gibi sebeplerle güvenilirliğini yitirebilmektedir (Benzeden ve Çaylak, 2003; Aşıkoğlu ve Benzeden, 2007).

Türkiye standart süreli yağışlarının fazla sayıda dağılım-parametre yöntemi denenerek hangi dağılım-parametre tahmin yöntemine daha iyi uyduğu belirlenmemiştir. Çok sayıda dağılım-parametre tahmin yöntemi arasından bu standart süreli yağışlara daha iyi uyum sağladığı belirlenen dağılım-parametre tahmin yöntemi kullanılarak, daha isabetli tekerrür aralıklı yağış miktarlarının tahmin edilebileceği varsayılmıştır. Tahmin edilen bu yağış miktarları kullanılarak birçok su yapısı tasarım ve projelenmesinde kullanılan yağış şiddeti-süre-tekerrür bağıntılarının daha doğru olabileceği düşünülmüştür. Bu düşünceyi ilk olarak üniversitemizin bulunduğu Tokat il ve komşusu iki il (Samsun ve Ordu) standart süreli yağışlarına uygulamayı düşündük. Bu tez çalışmasının amacı 50 yıllık (1966-2015) Tokat, 59 yıllık (1957-2015) Samsun ve 51 yıllık (1965-2015) Ordu illeri standart süreli (5-, 10-, 15-, ve 30-Dakika, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 8-, 12-, 18- ve 24-Saat) en büyük yıllık yağış verilerine en iyi uyum gösteren frekans dağılım fonksiyonlarını FRANMOD modelini kullanarak belirlemek; bu en iyi uyum sağlayan frekans dağılım fonksiyonlarını yine FRANMOD modelinde kullanarak Tokat, Samsun ve Ordu illerine ait yukarıdaki standart yağış süreleri için 2-, 5-, 10-, 25-, 50- ve 100-Yıl tekerrürlü yağış miktarlarını tahmin etmek ve bu tahminleri kullanarak bu illere ait yağış şiddeti-süre-tekerrür eğrilerini çizmektir. Bu çalışma; Tokat, Samsun ve Ordu illerinde su kaynaklarının planlanması ve yönetimi, toprak ve su kaynaklarının korunması, çeşitli su kaynakları problemlerinin çözümü, hidrolik yapıların tasarımı, tarımsal üretim ve sulama, hidroelektrik santrallerde enerji üretimi, yerleşim yerleri drenaj ve altyapı sistemlerinin projelendirilmesi, bölge için yüksek risk oluşturan can ve mal kayıplarına sebep olabilecek taşkınların tahmin ve kontrol çalışmaları, taşkın risk haritalarının hazırlanması, taşkın alanının sanayi, konut ve rekreasyonel kullanım için imar edilmesi, taşkın sigortası primi tespiti, çevre, ulaşım vb. birçok alanda yapılacak çalışmaların hidrolojik tasarımları aşamasında yol gösterici olacağı, maliyetlerin azaltılmasına katkıda bulunacağı, ülke ve bölgenin sürdürülebilir kalkınmasına destek olabileceği, hidrolojik uygulamalarda istatistik yöntemleri kullanan araştırmacı ve mühendislere, uygulamalı çalışmalar yapan

kamu kurum ve kuruluşlarına planlama, tasarım ve projelendirme esnasında verecekleri kararlarda belirsizlik ve risk etkilerini daha iyi değerlendirmelerine imkân vererek, daha gerçekçi proje kıstasları belirlemelerine, bu alanda yapılacak akademik çalışmalara yardımcı bir kaynak oluşturacağı düşünülerek, çalışmanın literatüre kazandırılması amaçlandı.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Belirli bir yağış süresine ait tekerrür aralığı ile ilişkili yağış miktarını tahmin etmek için çok sayıda yöntem vardır. Örneğin, Ward ve Elliot (1995) de Hazen yöntemi uygulamıştır. Yöntem, ilgili yağış süresi için yağış miktarlarının istatistiksel dağılımını belirlemeyi, bu dağılımı log-olasılık grafik kağıdına çizmeyi ve tekerrür aralığı ile ilişkili yağış miktarını grafikten enterpolasyon veya ekstrapolasyon yaparak belirlemeyi kapsar. Ward ve Elliot (1995) eserlerinde bu yöntemi Kaliforniya eyaletinin Las Angeles şehrinde 1934-1953 yıllarında ölçülen yıllık yağışlarına uygulamışlardır. Ancak örnekte frekans dağılımı hiç kullanılmamıştır. Belki de kullanmaya da gerek yoktur, çünkü log-olasılık kağıdındaki noktalar en iyi uyum sağlayan eğilim çizgisi ile birleştirilmiştir.

Kulga vd. (1990) çalışmalarında Kolmogorov-Smirnov uygunluk istatistiğini kullanarak Türkiye maksimum yağışlarının en çok Log-Pearson III ile Log-Normal (II ve III) istatistiksel dağılım fonksiyonlarına uyduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada Tokat il merkezinde 1933-1987 yıllarında ölçülmüş günlük maksimum yağışların iki parametrelili Gamma (Pearson III) dağılımına, Ordu il merkezinde 1929-1987 yıllarında ölçülmüş günlük maksimum yağışların Log-Pearson III dağılımına, Samsun il merkezinde 1929-1987 yıllarında ölçülmüş günlük maksimum yağışların Log-Pearson III dağılımına uydukları belirtilmiştir.

Aşık (1992), Gediz Havzası'ndaki 1958-1987 yılları arasında kaydedilen 8 standart süredeki maksimum yağışları, yağış şiddeti değerlerine çevirip büyükten küçüğe doğru sıralayarak istatistiksel diziler oluşturmuş; bu istatistik dizilerden yararlanarak belirli tekerrür sürelerinde meydana gelebilecek maksimum yağış şiddetleri veya muhtelif yağış şiddetlerine ait tekerrür sürelerini Weibull, Chegodayev ve Tukey olmak üzere üç adet pozisyon çizim eşitliğine ve aynı zamanda Normal, Lognormal, Gumbel ve Log-Pearson Tip III olmak üzere dört ayrı olasılık dağılım modeline göre ayrı ayrı saptamıştır. Çalışmada, Weibull, Chegodayev ve Tukey pozisyon çizim eşitliklerine göre hesaplanan tekerrür süreleri veya aşılma olasılıkları arasında, büyük yağış değerlerinde daha fazla olmak üzere farklılıklar ortaya çıkmış ve bu farklılıklar küçük yağış değerlerine doğru gidildikçe azalmıştır. Standart sürelerdeki maksimum yağış şiddetlerinin aritmetik ortalamalarının üç noktalama eşitliğine göre tekerrür süreleri bütün standart süreler için

2.2 yıl ile 2.5 yıl arasında olmuş; çeşitli tekerrür sürelerinde meydana gelebilecek standart süreli maksimum yağış şiddetleri Weibull noktalama eşitliği kullanılarak grafiksel olarak ve genel frekans eşitliğinden yararlanılarak analitik olarak Normal, Lognormal, Gumbel ve Log-Pearson Tip III olasılık dağılım modellerine göre ayrı ayrı belirlenmiş; söz konusu dağılımlara göre hesaplanan 2 yıl, 5 yıl ve 10 yıl tekerrürlü 8 standart süredeki maksimum yağış şiddetleri arasında önemli farklılıklar çıkmamış; Gumbel dağılım modeline göre saptanan standart süreli maksimum yağış şiddetleri genellikle diğer dağılımlara göre saptanan standart süreli maksimum yağış şiddetlerinden daha büyük olmuş; standart süreli maksimum yağış şiddetlerine uyan teorik dağılım modeli Kolmogorov-Smirnov test yöntemiyle belirlenmiş; %5 anlamlılık düzeyine göre yapılan test sonucunda gözlem verilerine en zayıf uyumu Normal dağılımın, en iyi uyumu da Gumbel dağılımının gösterdiği ortaya çıkmıştır. Farklı süreli maksimum yağış şiddetlerinin tekerrür sürelerinin ya da farklı tekerrürlerde gelebilecek yağış şiddetlerinin saptanmasında Gumbel dağılım modelinin kullanılması önerilmiştir. Araştırmada, yağış şiddetlerinin zaman ve tekerrürle değişimleri göz önüne alınarak bölgede yapılacak taşkın kontrolü ve drenaj sistemleri gibi su yapılarının projelendirilmesinde temel bir hidrolojik girdi olan belirli süre ve tekerrürlü maksimum proje yağış şiddetlerinin önceden tahmin edilmesinde kullanılan uygulamaya dönük Şiddet-Süre-Tekerrür eşitlikleri geliştirilmiştir.

Önöz (1992) de, yaptığı doktora çalışması kapsamında, iki ayrı homojen bölgeye ayırdığı Yeşilirmak havzasının, yıllık maksimum yağışları için yaptığı bölgesel frekans analizi çalışmasında frekans eğrilerini Log-Pearson Tip 3, Gumbel, Gamma ve Log-Normal olasılık dağılım fonksiyonlarını kullanarak belirlemiştir. Çalışmada, tekerrür süreleri küçük olan değerlere ait eğrilerin gözlemlenmiş değerlere daha çok uyduğu, tekerrür süreleri arttıkça yöntemler arasında farklılıkların da arttığı belirtilmiştir.

Özkan (1993) araştırmasında Gediz Havzasında bulunan dört yağış istasyonunda (Akhisar, Manisa, Salihli ve Kemalpaşa) 1961-1990 yılları arasında kaydedilen 1 günlük, 2 gün üst üste, 3 gün üst üste, 4 gün üst üste ve 5 gün üst üste meydana gelen maksimum yağışlardan yararlanılarak olasılık dağılım modeli parametrelerinin hesaplanmasında kullanılabilecek bazı yöntemlerin karşılaştırılarak en uygun yöntemin belirlenmesini amaçlamış; bu yağış gözlem verilerinin Gumbel olasılık dağılım modelindeki

parametrelerini maksimum olabilirlik ve momentler yöntemiyle ayrı ayrı saptamış; momentler ve maksimum olabilirlik parametreleri kullanılarak 1 günlük, 2 gün üst üste, 3 gün üst üste, 4 gün üst üste ve 5 gün üst üste gelebilecek maksimum yağış tahminlerini yapmış; yapılan bu tahminler incelendiğinde 2 yıllık tahminlerde önemli farklılıkların olmadığı fakat 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık tahminlerde önemli farklılıkların olduğunu saptamış; bu durum 2 yıllık tahminlerin moment veya maksimum olabilirlik parametreleriyle hesaplanması sonucu önemli etki yapmadığı düşüncesiyle her iki yöntemle hesaplanan parametrelerin kullanılabileceğini fakat 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık tahminlerde momentler yönteminin, maksimum olabilirlik yöntemine nazaran daha büyük sonuçlar verdiğinden maksimum yağışların olasılık dağılım modeli parametrelerinin hesaplanmasında maksimum olabilirlik yönteminin kullanılmasını önermiştir.

Atar (1996) Doğu Akdeniz Bölgesinde faaliyetteki 14 meteoroloji istasyonuna ait 28 adet veri dizisi için 1 saat ve 24 saat süreli yıllık maksimum yağışları araştırmış; veri dizilerine en uygun olasılık dağılım fonksiyonunu belirlemek için kullandığı paket programlar ve uygunluk testleri sonucunda, sırasıyla en uygun dağılım fonksiyonlarının Gumbel, İki parametrelili Log-Normal ve Genel Ekstrem Değer dağılımı olduğunu ifade etmiştir.

Aşıkoğlu (1997) Ege bölgesindeki 23 plüvyograflı istasyondaki standart süreli sağnakların frekans analizini yapmış, gözlenmiş yağışlara Gumbel ve lognormal dağılım modellerini uyarlamış, lognormal dağılıma göre standart süreler için belli tekerrürlere karşılık gelen yağış tahminlerini hesaplamış ve bu tahminleri kullanarak yağış şiddeti - süre - tekerrür bağıntıları çıkarmıştır.

Koutsoyiannis ve Baloutos (2000) Atina'daki bir meteoroloji istasyonunun arşivlerinden 1860–1995 yıllarındaki yıllık maksimum günlük yağış serisi üzerinde çalışmışlardır. Bu uzun kayda dayalı olarak yapılan istatistiksel araştırma ve testlerin, son 136 yılda aşırı yağışlarda istatistiksel olarak önemli bir iklim değışikliği olmadığını; Ekstrem Değer Tip I (EV1 veya Gumbel) dağılımının incelenen kayıt için (özellikle üst kuyruğunda) uygun olmadığını; bu dağılımın daha az yıllık ölçümler mevcutsa, uygun bir model olarak görüldüğünü; bu nedenle, en büyük aşırı yağış miktarlarını hafife alma eğiliminde olan EV1 dağılımı hakkında son zamanlarda (ve uluslararası olarak) ifade edilen şüpheyle aynı fikirde olduklarını; büyük tekerrür aralıkları için düşük tahminin oldukça önemli

olduğunu; ve bu gerçeğin aşırı yağışlar için EV1 dağılımının yaygın kullanımına karşı bir uyarı olarak düşünülmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

Kişi ve ark. (2001) Antalya ilinin günlük ekstrem yağışlarına uyan en uygun dağılımı belirlemek için bir paket programı kullanmışlar; Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin ettikleri 46 yıllık (1956-1995) 24 günlük Antalya ekstrem yağış verilerine, Landwehr pozisyon çizim eşitliğini kullanarak Üç Parametrelili Log-Normal, Gumbel, Genel Ekstrem Değer, Log-Logistic, Pearson 3 ve Log-Pearson 3 dağılımları ile momentler, maksimum olasılık ve ihtimal ağırlıklı momentler parametre tahmin yöntemlerini uygulamışlar; uygunluk testlerinin sonuçlarına göre, Antalya ili günlük maksimum yağışları için en uygun dağılımları Log-Normal, Genel Ekstrem Değer ve Log-Pearson 3 olarak bulmuşlar; bu paket programı, DSİ tarafından hazırlanmış Türkiye Maksimum Yağışlar Frekans Atlası'ndan aldıkları Antalya iline ait 5 dakikadan 24 saate kadar olan maksimum yağış serilerine de uygulayarak sonuçlarını, bu çalışma sonuçlarıyla karşılaştırmışlardır.

Loukas ve ark. (2001) orta ölçekli ve büyük havzalar için, sel akıntılarının neden olan fırtınaların süresinin genellikle 24 saatten fazla olduğunu ifade ederek çalışmalarında 1950-1981 dönemi için Yunanistan'da eşit olarak dağılmış 24 meteoroloji istasyonundan alınan günlük yağış verilerini kullanarak bu verilerden çeşitli süreler (1 ile 7 gün) için yağış toplamalarını bulmuşlar; Extreme Value I (Gumbel) dağılımını diğer dağılımlara göre verilere en iyi uyan dağılım olarak bulmuşlardır.

Park ve ark. (2001) Güney Kore üzerindeki 61 ölçüm istasyonunda yazın düşen şiddetli yağış verilerinde (yıllık maksimum günlük ve 2 günlük yağış zaman serileri) L - momentleri yöntemiyle Wakeby dağılımını kullanarak birçok tekerrür aralığı için güvenilir yağış tahminleri elde etmişlerdir. Wakeby dağılımı ile belirlenen yağış miktarları için % 90 güven aralıkları, bootstrap yeniden örnekleme tekniği ile elde edilmiş ve seçilen tekerrür aralıklarına karşılık gelen tahmini tasarım değerlerini izoplüviyal haritalar biçiminde sunmuşlar.

Tao ve ark. (2002) belirli bir bölgede en doğru aşırı yağış tahminlerini sağlayabilecek uygun bir modeli belirlemek için farklı olasılık dağılımlarının performansını karşılaştırarak sistematik bir değerlendirme yöntemi önermişler; daha spesifik olarak,

dokuz popüler olasılık dağılımını (Beta-K, Beta-P, Genel Ekstrem Değer, Genelleştirilmiş Normal, Genelleştirilmiş Pareto, Gumbel, Log-Pearson Tip III, Pearson Tip III ve Wakeby) yıllık maksimum yağış dağılımlarını temsil etme ve tahmin yetenekleri açısından karşılaştırmışlardır. Yöntem, güney Quebec bölgesindeki 20 yağmur istasyonundan oluşan bir ağdaki 5 dakikalık ve 1 saatlik yıllık maksimum yağış serilerine uygulanmış. Dikkate alınan dağılımların parametrelerini tahmin etmek için maksimum olabilirlik ve L-momentleri yöntemlerini kullanmışlardır. Yazar ve arkadaşları, Grafik ve sayısal karşılaştırmalara dayanarak, Wakeby, Genelleştirilmiş Normal ve Genel Ekstrem Değer dağılımlarının en doğru aşırı yağış tahminleri yapabileceklerini bulmuşlar. Bununla birlikte, Genel Ekstrem Değer dağılımını, gerek teorik temeli gerekse nispeten basit parametre tahmin yöntemi içermesi nedeniyle aşırı-değer sürecini (extreme-value process) temsil eden en uygun dağılım olarak önermişlerdir.

Zalina ve ark. (2002) Malezya için doğru ve güvenilir maksimum yağış tahminleri yapabilmek için sekiz dağılımın (Gama, Genelleştirilmiş Normal, Genelleştirilmiş Pareto, Genel Ekstrem Değer, Gumbel, Log Pearson Tip III, Pearson Tip III ve Wakeby) karşılaştırmalı değerlendirmesini yapmışlardır. Malezya Yarımadası'nda bulunan on yedi otomatik ölçüm istasyonundan oluşan bir ağdan saatlik yıllık maksimum yağış serilerinin (yağış kayıtlarının uzunluğu yirmi üç ile yirmi sekiz yıl arasında değişmiş) dağılım parametrelerinin tahmininde L-moment yöntemini kullanmışlardır. Her dağılımın tanımlayıcı yeteneğinin nicel değerlendirmesini olasılık grafiği korelasyon katsayısı testi ile kombine edilmiş kare kök ortalama kare hatası, göreceli kare kök ortalama kare hatası ve maksimum mutlak sapma istatistikleri ile belirlemişler ve Bootstrap yeniden örnekleme yöntemi her bir dağılımın ekstrapolatif yeteneğini araştırmak için kullanılmışlardır. Bu karşılaştırmalara dayanarak, Genel Ekstrem Değer dağılımının Malezya'daki yıllık maksimum yağış serilerini değerlendirmek için en uygun dağılım olduğu sonucuna varmışlardır.

Lee ve Maeng (2003), 38 Kore yağış istasyonunda yıllık maksimum günlük yağışlara ilişkin verilerin homojenlik, bağımsızlık ve aykırı değer (outliers) testleri ve L – momentler yöntemi ile tasarım yağışlarını bulmayı amaçlamışlardır. Yıllık maksimum günlük yağış verilerinin yağış istasyonlarına göre uygun dağılımlarını belirlemek için,

genelleştirilmiş uç değer, genelleştirilmiş lojistik ve genelleştirilmiş pareto olasılık dağılımlarını uygulamışlar ve bu dağılımların uygunluklarını bir L-moment oran diyagramı ve Kolmogorov - Smirnov testi kullanarak değerlendirmişlerdir. Genelleştirilmiş uç değer ve genelleştirilmiş lojistik dağılımlarını uygun dağılımlar olarak seçmişlerdir. Bu dağılımların parametrelerini, Monte Carlo tekniklerini kullanarak gözlemlenen ve simüle edilen yıllık maksimum günlük yağışlardan tahmin etmişler; daha sonra tasarım yağışlarını L- momentler yöntemini kullanarak bulmuşlardır. Yağış istasyonlarına göre genelleştirilmiş uç değer ve genelleştirilmiş lojistik dağılımlarından olan tasarım yağışlarının karşılaştırmalı bir analiz sonucunu uygun tasarım yağışları olarak önermişlerdir.

Şenocak (2004) de Türkiye’deki 24 il merkezindeki (Adana, Adıyaman, Afyon, Ankara, Antalya, Bingöl, Bolu, Bursa, Çanakkale, Denizli, Diyarbakır, Edirne, Erzurum, Eskişehir, Gaziantep, İzmir, Kütahya, Manisa, Rize, Trabzon, Uşak, Van, Zonguldak) 1938-2000 yılları standart süreli maksimum yağışları için uygun olasılık dağılım fonksiyonunun belirlenmesini ve analiz yapılan bu istasyonlarda çeşitli tekerrür süreleri için ($T = 2, 5, 10, 25, 50, 100$ ve 500 yıl) en uygun yağış şiddeti-süre-tekerrür denklemlerinin belirlenmesini amaçlamıştır. Çalışmada sırasıyla Genel Ekstrem Değer, Gumbel, Normal, iki parametrelili Lognormal, üç parametrelili Lognormal, Gamma, Pearson ve Log-Pearson dağılımları kullanılarak uygun dağılım fonksiyonları ve belli tekerrürlü yağış şiddetleri elde edilmiştir.

Aşıkoğlu (2005) de, gözlemleri kısa olan istasyonlarda örnek istatistiklerinin güvenilir olmadığı; bu istatistiklere sıkı sıkıya bağlı kalan olasılık dağılım modellerinden tahmin edilen belli tekerrürlü yağışların ve ortalama şiddetlerin sağanak süresiyle değişiminde, olayın doğasına aykırı iniş-çıkışların görülebilmekte olduğu vurgulanmıştır. Çalışmada standart süreli yağışların ortalama ve standart sapmalarının yağış süresi ile düzgün biçimde değişmesi özelliğini istatistiksel olarak sağlayan ve olasılık dağılım türü sağanak süresi ile değişmeyen (genelleştirilmiş) şiddet-süre-tekerrür modelleri araştırılmıştır. Çalışma, İzmir meteoroloji istasyonunda gözlenen standart süreli yıllık maksimum yağış verilerine uygulanmıştır. Genelleştirilmiş modellerdeki tekerrür fonksiyonunun 2 parametrelili lognormal veya Gumbel VI (Tip I-Ekstrem) dağılımı olabileceği uygunluk testleri ile kanıtlanmıştır. Standart süreli yıllık maksimum yağış derinliklerinin ve

sağanak şiddetlerinin ortalama, standart sapma, değişkenlik katsayısı, logaritmik ortalama gibi örnek istatistiklerinin sağanak süresi ile düzgün değişimini tanımlayan en uygun ölçeklendirme fonksiyonları tanımlanmıştır. Genelleştirilmiş şiddet-süre-tekerrür fonksiyonları, biri yağış derinliklerine ait ortalama ve standart sapmaların, diğeri ise yağış şiddetlerine ait ortalama ve standart sapmaların sağanak süresine bağlı olarak tanımlanması ilkesine dayanan iki farklı yaklaşım izlenerek elde edilmiştir. Genelleştirilmiş modellerden elde edilen şiddet tahminleri, örnek istatistiklerini koruyan kararlı modellerin sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. 14 alt modelin de örnek istatistiklerinden elde edilen ortalama şiddetleri temsil etmede büyük ölçüde başarılı olduğu saptanmış; önerilen genelleştirilmiş şiddet-süre-tekerrür modellerinin, gerek sağanak süresi değiştikçe dağılım türünün de değişebildiği kararsız modellerden; gerekse de gözlemlerdeki örnekleme hatalarını ve aykırı gözlemlerin örnek istatistikleri üzerindeki yanıltıcı etkilerini beraberinde taşıyan örnek istatistiklerini koruyan modellerden hem kuramsal hem de uygulama açısından daha tutarlı olduğu saptanmıştır.

Yürekli (2005)'de, Tokat bölgesinde ölçülen günlük yağmurlar arasından her yıl için seçilen maksimum günlük yağmurların bölgesel frekans analizi yapılmıştır. Rasgelelik ve homojenlik şartlarının yerine getirilip getirilmediğini saptamak için Runs ve Mann-Whitney istatistiklerini maksimum günlük yağmurlara uygulamıştır. Tokat bölgesi, Batı-W, Orta Kuzey-CN, Orta Güney-CS ve Doğu-E olarak dört hidrolojik homojen bölgeye ayrılmıştır. Bu homojen yöreler için parametreleri L-moment yöntemi ile tahmin edilen seçilmiş değişik dağılımlar arasından en uygun olanı, “the mean absolute deviation index (MADI) ve mean square deviation index (MSDI)” ölçütlerine göre belirlenmiştir. Yazar, MADI ve MSDI sonuçlarına göre, W ve CN için genelleşmiş logistic, CS için genelleşmiş pareto ve E için genelleşmiş extreme value type I'in en uygun olasılık dağılımlar olduklarını ifade etmiştir.

Lopçu (2007)'de, standart süreli ve belirli tekerrürlü yağışların su yapıları ve drenaj sistemleri gibi pek çok mühendislik sistemlerinin tasarımında proje girdisi olarak kullanıldığı ifade edilmiştir. Uygulamada genel olarak bu amaçla meteoroloji istasyonlarında gözlenen standart süreli yıllık maksimum yağış (sağanak) değerlerine uygun frekans dağılım modellerinden, T = 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl tekerrürlü yağışların hesaplandığı vurgulanmıştır. Yazar, uygulanan bu klasik yöntemde, maksimum yağış

değerlerine uyarlanan dağılım modelleri bir yağış süresinden diğerine değişebildiği için kararlı olmadığını; ayrıca kullanılan dağılıma ait parametrelerin de yağış süresiyle değişmesi hem teorik hem de uygulama açısından problemler yaratmakta olduğunu bildirmiştir. Çalışmada, İzmir ve Uşak'ta kaydedilen yıllık maksimum yağış şiddetlerine, uygulamada genel olarak izlenen frekans dağılım yöntemlerinden önemli ölçüde farklı ve daha güvenilir olan robust yöntem ve karma yöntem uygulanarak, şiddet-süre-tekerrür ilişkileri belirlenmiştir. Sonuç olarak, önerilen yaklaşımlar sayesinde, her standart süreli maksimum yağış dizisi için ayrı ayrı frekans dağılım modeli kurulmasından kaynaklanan risk ve belirsizliklerin önemli ölçüde azaltıldığı ifade edilmiştir.

Kwaku ve Duke (2007)'de, Gana, Accra için yıllık bir ve ardışık iki ila beş günlük maksimum yağışlara karşılık 2 ila 100 yıllık tekerrür aralıklı yağışlar üzerinde çalışılmıştır. Çalışmada, yaygın olarak kullanılan üç olasılık dağılımı (normal, lognormal ve gama dağılımları) arasından verilere en uygun olasılık dağılımını belirlemek için Ki-kare istatistiği kullanılmış. Bölge için log-normal dağılımın bir günlük ve ardışık iki ila beş günlük maksimum yıllık yağış serileri için en uygun olasılık dağılımı olduğu bulunmuştur. Bu dağılıma göre her iki yılda bir 1 günde maksimum 84.05 mm, 2 günde 91.60 mm, 3 günde 100.40 mm, 4 günde 105.67 mm ve 5 günde 109.47 mm'lik bir yağışın Accra'da oluşması beklenmiştir. Ayrıca, her 100 yılda bir meydana gelmesi beklenen sırasıyla 1 gün, 2, 3, 4 ve 5 günlük maksimum yağış miktarları; 230.97 mm, 240.49 mm, 272.77 mm, 292.07 mm ve 296.54 mm olarak belirlenmiştir. Yazarlar, çalışmadan elde edilen bilgilerin, mühendisler tarafından Accra şehir merkezinde sele neden olan ve zayıf drenaj olarak tanımlanan şehir drenaj sisteminin tasarımı ve inşaatı sırasında kaba bir kılavuz olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Öztekin (2007) Kuzeydoğu ve Güneydoğu Amerika Birleşik Devletleri'ndeki 31 adet istasyonda ölçülen yıllık en büyük ve kısmi süreli yağış serilerinin sağ üst kuyruk tahmin performanslarını ölçmek için beş parametrelili Wakeby-L moment dağılımının sonuçlarını beta-K ve beta-P dağılımları sonuçları ile karşılaştırmıştır. Yazar, değiştirilmiş Anderson-Darling ve ortalama sapma istatistikleri ve sağ kuyruğu verilerin ötesinde tahmin etmek için Bootstrap yeniden örnekleme ile Wakeby dağılımının beta-P ve beta-K dağılımlarından çoğunlukla daha iyi sonuçlar verdiğini ve bazen de benzer sonuçlar ürettiğini ifade etmiştir.

Haktanır (2009)'de, DMİ Genel Müdürlüğü bünyesinde bulunan kayıt süreleri 2005 yılı itibariyle 11 ile 65 yıl arasında değişen 253 adet plüviyografli noktasal yağış gözlem istasyonlarında ölçülmüş 14 ardışık standart süreli (5-, 10-, 15-, 30- 60-Dakika, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 8-, 12-, 18-, 24-Saat) yıllık yağmur piklerine ait veri dizilerinin, frekans analizini yapabilmek için Gumbel, üç parametrelili Log-Normal, Genel Ekstrem Değerler, Pearson 3 ve Log-Pearson 3 dağılımlarını içeren bir bilgisayar programı yazılmıştır. Programda, üç parametrelili Log-Normal dağılımı için 5, diğer dağılımlar için 4 farklı parametre tahmin yöntemi kullanılarak 21 farklı aday olasılık dağılımı oluşturulmuştur. Yazar, bu 21 olasılık dağılımı arasından en uygun dağılımı belirlemek için Ki-Kare, Kolmogorov-Smirnov ve Olasılık Pozisyonu Korelasyon Katsayısı (OPKK) uygunluk testlerini kullanmış, her üç uygunluk testinin birlikte ağırlıklı değerlendirilmesi ile en uygun dağılıma karar vermiştir. Bu model, 253 yağış gözlem istasyonu içerisinde veri uzunluğu 30 yıl ve daha fazla olan ($n \geq 30$), 153 adet yağış gözlem istasyonuna ait veri dizilerine uygulanmıştır. Parametreler olasılık ağırlıklı momentler yöntemiyle hesaplanmış, Genel Ekstrem Değerler dağılımı veri dizisinin % 26'sında birinci, % 46'sında ilk üçe girmiş ve en uygun dağılım olarak belirlenmiştir.

Olofintoye ve ark. (2009)'da, Gumbel, Log-Gumbel, Normal, Log-Normal, Pearson ve Log-Pearson dağılımları kullanılarak Nijerya'daki günlük maksimum yağışların dağılım özellikleri incelenmiştir. İncelemede, 54 yıllık yağış verilerine sahip 20 istasyon seçilmiştir. Dağılım fonksiyonlarının matematiksel denklemleri her istasyon için oluşturulmuş ve en yüksek yağış miktarını tahmin etmek için kullanılmış; uyumluluğun hangi derecede olduğunu belirlemek için tahmin edilen değerler ki-kare, Fisher testi, korelasyon katsayısı ve belirleme katsayısı gibi uyum iyiliği testlerine tabi tutulmuştur. log-Pearson tip III dağılımının toplam istasyon sayısının % 50'sinde, Pearson tip III dağılımının % 40'ında ve son olarak log-Gumbel dağılımının % 10'unda en iyi performans gösterdiği ifade edilmiştir. Belirlenen en uygun olasılık dağılımları kullanarak 5-, 10-, 20-, 50-, 100-, 200- ve 500-Yıllık tekerrür aralıkları için günlük maksimum yağış miktarları tahmin edilmiştir.

Wan Zin ve ark. (2009)'da, Malezya Yarımadası'ndaki 50 adet yağış istasyonuna ait 1975'ten 2004'e kadar ölçülmüş günlük maksimum yağışlar için en uygun dağılımlar belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada, beş adet üç parametrelili dağılım (genelleştirilmiş

uç değer, genelleştirilmiş Pareto, genelleştirilmiş lojistik, lognormal ve Pearson) kullanılmıştır. B dağılımların parametreleri,, L-moment ve LQ-moment kullanılarak belirlenmiştir. Uyum iyiliği sonuçları karşılaştırıldığında, ortalama olarak, L-momentinin performansının LQ-momentinin performansından daha iyi olduğu bulunmuştur. Ek olarak; en uygun dağılım, tahmin yöntemine ve dikkate alınan istasyonlara göre değişiklik gösterse de, çoğu durumda, çoğu istasyon verisinin genelleştirilmiş lojistik dağılımı izlediği bulunmuştur.

Yüksek ve ark. (2009)'da, Doğu Karadeniz bölgesindeki Ordu, Ünye, Gümüşhane, Giresun, Trabzon, Akçaabat, Rize, Hopa ve Pazar'da bulunan 9 meteoroloji istasyonunda ölçülen farklı süreli (15-Dakika, 1-, 3-, 12-, ve 24-Saat) yıllık maksimum yağış şiddeti değerleri ile 45 adet akım gözlem istasyonundaki yıllık en büyük debi değerlerine en iyi uyum sağlayan dağılımları belirlemek amaçlanmıştır. Çalışmada, çok sık kullanılan Gumbel, Log-Normal ve Log-Pearson 3 dağılımlarını kullanılmış, uygunluklarını ise Ki-Kare ve Olasılık Çizgisi Korelasyon testleri ile incelenmiştir. İncelemenin sonucunda maksimum yağış şiddeti değerleri için en uygun dağılımın Log-Pearson 3 dağılımının olduğu, Gumbel dağılımı ile Log-Normal dağılımının uygunluk sonuçlarında önemli bir farkın olmadığı ifade edilmiştir.

Yürekli ve ark. (2009) Çekerek havzasının bölgesel maksimum günlük yağışını, bölgedeki 17 yağış istasyonu kullanılarak L-moment yöntemi kullanılarak tahmin etmişlerdir. En iyi bölgesel dağılımı bulmak için Z^{Dist} uyum iyiliği testini uygulanmışlar ve bu teste göre Genelleştirilmiş Ekstremi Değerler ve üç parametrelili Log Normal dağılımları belirlemişlerdir. Ancak üç parametrelili Log Normal dağılımının Z^{Dist} değeri daha küçük olduğu için bölgesel dağılım olarak seçmişlerdir.

Öztekin (2011)'de Samsun, Sinop, Ordu ve Tokat meteoroloji istasyonlarında ölçülen günlük en büyük yağış verilerinin 32 adet sürekli olasılık dağılımlarından hangilerine daha uygun oldukları belirlenmiştir. Çalışmada FRANMOD modeli kullanılmış, sonuçta ortalama sapma, yeterlilik katsayısı, Kolmogorov-Smirnov, 1-1 doğrusundan olan ortalama sapma ve Anderson-Darling istatistiklerinin, istasyondan istasyona farklı dağılımları ön plana çıkarttığı ifade edilmiştir. İstatistiklerin çoğunda öne çıkan dağılım dikkate alındığında ise, Samsun ve Sinop illeri günlük en yüksek yağışlarının Wakeby,

Ordu ili verilerinin beta-P, Tokat ili verilerinin ise Wakeby ve beta-P dağılımlarıyla daha iyi temsil edilebileceği bulunmuştur.

Yürekli ve ark. (2011) Tersakan Çayı havzasında yüzey drenaja neden olan günlük maksimum yağmurların bölgesel frekans analizi amacıyla yaptıkları çalışmalarında materyal olarak havzadaki 8 yağış gözlem istasyonunda ölçülen günlük yağmurları kullanmışlar; bölgesel frekans analizini L-moment yöntemi ile gerçekleştirmişler; bu amaçla, istasyonlar bölgeselleştirme, düzensizlik, heterojenlik, uygunluk ölçüsü ve bölgesel tekrarlanma tahminleri için tek bölge olarak kabul edilmiş; bölgesel en uygun dağılımı seçmek için göz önüne alınan uygunluk testi en düşük Z değerini -0.24 ile genel ekstrem değer dağılımında vermiştir.

Habibi ve ark. (2012) Cezayir'deki Chott Chergui havzasının 27 yağış istasyonundan alınan 1970/71-2004/05 dönemli yıllık maksimum yağış verilerine frekans analizi yapmışlar; analizde 3 parametrelili genelleştirilmiş uç değer, iki parametrelili uç değer dağılımlarından Gumbel ve log normal ve üç ve iki parametrelili Pearson tip III dağılımlarını kullanmışlar; genelleştirilmiş uç değer dağılımının Chott Chergui havzası maksimum günlük yağış serilerine iyi uyum sağladığı ifade edilmiştir.

Hassan ve Ping (2012)'de, Çin'deki Luanhe havzasının yağış istasyonu ağının, istasyon olmayan bölgelerde yağış tahmini için yeterli olmadığı; bu nedenle yağış verilerini, yağış verilerinin bulunmadığı bölgelere genişletmek için yağış bölgeselleştirme yapılmıştır. Çalışmada, 1932-1970 dönemi için 17 istasyonun yıllık yağış miktarını kullanarak Luanhe havzasının bölgesel yağış desenini belirlemek için küme analizi (cluster analysis) ve L-moment yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Kümelenme analizi (Ward yöntemi) Luanhe havzasında yedi yağış bölgesi olduğunu belirlemiş; L-momentler homojenlik testi bu bölgelerden bazılarının homojen olduğunu göstermiş; uyum iyiliği testi (Z^{Dist}) kullanılarak her grup için uygun bölgesel frekans dağılım fonksiyonları seçilmiştir. Beş adet üç parametrelili dağılım (genelleştirilmiş lojistik, genelleştirilmiş aşırı değer, genelleştirilmiş normal, Pearson tip-3 ve genelleştirilmiş Pareto) dört homojen bölgeye uydurulmuştur. Havzadaki yükseklik, denize yakınlık ve geniş atmosferik sirkülasyon sistemleri gibi farklı yağış üreten mekanizmalar nedeniyle, havzanın tamamı için tek bir dağılım bulunamamıştır.

Rahman ve ark. (2012)'de, Bangladeş şiddetli yağış miktarlarını tahmin için bölgesel en uygun şiddetli yağış desenini belirlemek amaçlanmıştır. Çalışmada 68 istasyonunun yıllık maksimum günlük yağış miktarları kullanılmıştır. Verilerin bağımsızlığını test etmek için bir otokorelasyon testi uygulanmış; hidroklimatik ve topografik detaylardaki heterojenlik dikkate alınarak, istasyonların tamamı hidroklimatik olarak (k-ortalama kümeleme tekniği kullanılarak) homojen altı bölgeye (kuzeydoğu, kuzeybatı, güneydoğu, güneybatı, kıyı ve orta bölge) ayrılmıştır. Çalışmada uyumsuzluk ve heterojenlik testini geçemeyen istasyonlar bölgesel frekans analizinden çıkarılmıştır. Ayrıca, bölgesel frekans analizi için L-moment yöntemi; Z^{Dist} uyum iyiliği testi ve L-moment oranı diyagramına dayalı olarak genelleştirilmiş uç değerler dağılımını güneydoğu, kuzeybatı ve kıyı bölgeleri için en uygun dağılım olarak belirlemişlerdir. Ancak kuzeydoğu, merkez ve güneybatı bölgeleri için en uygun dağılımlar sırasıyla genelleştirilmiş lojistik ve genelleştirilmiş Pareto dağılımları olmuştur. Elde edilen dağılımlar kullanılarak, bölgesel aşırı yağış miktarları tahmin edilmiştir.

Devi ve Choudhury (2013)'de, Hindistan'ın Meteorolojik Alt 4. Bölümü için aşırı günlük yağış frekansı analizinde L-momentler yaklaşımı kullanılmıştır. Çalışmada, serilerin bağımsızlık ve durağanlığını kontrol etmek için Korelasyon ve Mann Kendall testleri uygulanmıştır. Bölgesel homojenlik, 4 parametrelili Kappa dağılımı kullanılarak oluşturulmuş 500 adet homojen bölge ile karşılaştırarak test edilmiştir. Beş adet ekstrem değer dağılımından (GPD, GLO, GEV, P3 ve LN3) verilere en iyi uyum göstereni, Z^{Dist} istatistiğine ve peşinden L-moment oran diyagramına göre belirlenmiştir. Sonuçta, LN3 dağılımı seçilmiş ve bölgesel yağış sıklık ilişkisi endeks-yağış yöntemi kullanılarak oluşturulmuştur. Ayrıca, bölgesel ortalama bir yağış ilişkisi, değişken olarak yörelerin enlem ve boyları kullanılarak çoklu doğrusal regresyon biçiminde geliştirilmiştir.

Karahan ve Özkan (2013) DMİ Genel Müdürlüğü tarafından işletilen Ege Bölgesi il ve ilçe merkezlerinde yer alan meteoroloji istasyonlarında (1929-2005 yıllarında) ölçülen standart süreli maksimum yağış değerlerinin hangi dağılımlara uyduklarını belirlemek için; Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling ve Ki-Kare dağılım uygunluk testlerini uygulamışlar; Anderson-Darling testine göre gözlemlerin tümüne yakını GEV dağılımına uyum gösterdiğini, Kolmogorov-Smirnov ve Ki-Kare testlerine göre kısa, orta

ve uzun süreli yağış gözlemleri için genellikle GEV, Gamma ve Log-Normal dağılımlarının uygun olduğunu bulmuşlardır.

Çıtakoğlu (2014)'de, İç Anadolu Bölgesinde 2010 yılı dâhil kayıt uzunluğu 31 ~ 66 yıl arasında değişen 31 adet istasyonda ölçülmüş Yıllık Maksimum Yağış (YMY) serileri (5 dakika ile 24 saat arasında 14 adet ardışık standart süre) Meteoroloji Genel Müdürlüğünden temin edilmiş. Çalışmada, YMY serileri üzerinde iklim değişikliği veya başka etmenlerden dolayı olabilecek trend, bağımlılık, heterojenlik gibi özellikler; ilgili parametrik–olmayan istatistiksel testlerle araştırılmış; 28 istasyondaki kesintisiz 24–saatlik YMY serilerine, lineer regresyon ve Mann–Kendall trend, Von–Neumann bağımsızlık, Wald–Wolfowitz durağanlık, ve Mann–Whitney homojenlik testleri uygulanmıştır. Bu testler sonucunda, % 5 kritik olasılık seviyesinde, İç Anadolu Bölgesi'ndeki YMY serilerinin % 90'ında trend olmadığı, % 96'sının bağımsız, homojen, ve durağan olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, YMY serilerinin zamanla değişmeyen, bağımsız ve aynı dağılımlı (homojen) rastgele değişkenler olarak davrandığı sonucuna varılmıştır. Çalışmada, değişken fonksiyonlarında ıraksaklık şartını hesaba katarak, L–Momentler yöntemine dayalı indeks–taşkın metodu ile bölgesel frekans analizleri yapılmıştır. Bölge için genelleştirilmiş ekstrem yağış şiddet–süre–tekerrür ilişkileri çıkarılmıştır; homojen bölgede birkaç ardışık–süreli YMY serilerine uygun olan olasılık dağılımının parametreleri, ve ardışık–süreli iki YMY serilerine uygun bulunan farklı olasılık dağılımlarının parametreleri ıraksaklık şartını sağlayacak biçimde düzenlenmiştir. L–Momentler yönteminin Z^{Dist} uygunluk testi sonuçlarına göre 5–dakikalık YMY serisi için Pearson–3, 10– ve 15–Dakikalık YMY serileri için 3–parametrelili log–normal, 30– ve 60–Dakikalık YMY serileri için genel ekstrem değerler, 2–Saat ile 24–Saat arasındaki YMY serileri için de genel lojistik dağılımı en uygun dağılımlar olarak belirlenmiştir. Bu dağılımlarla yapılan frekans analizler sonucunda, İç Anadolu Bölgesi'nde, 2 yıl ile 10 Bin yıl arası muhtelif tekerrür periyotlarında her farklı yağış süresi için geoistatistiksel yöntem ile bölgesel ekstrem yağış boyutu haritaları oluşturulmuş, ve bölgesel şiddet–süre–frekans ilişkileri çıkarılmış, örnek uygulamalar olarak 31 adet meteoroloji istasyonu için ekstrem yağış şiddeti–süre–frekans grafikleri elde edilmiştir.

Malekinezhad ve Garizi (2014)'de, kuzeydoğu İran'da bulunan Golestan eyaleti için maksimum günlük yağışların bölgesel frekans analizi araştırılmış; maksimum günlük yağışlar için uygun bölgesel frekans dağılımların bulunması ve gelecek için aşırı yağış olaylarının (tasarım yağış derinlikleri) tekerrür aralık değerlerini tahmin etmek amaçlanmıştır. Çalışmada, 47 istasyonun maksimum yağış kayıtlarını bir yağış indeks yöntemi ile birleştirilen L-moment bölgeselleştirme yöntemi uygulanmıştır. Yazarlar, bölgeyi, karmaşık coğrafi ve hidro-iklimsel özellikleri, küme analizi (cluster analysis) ve bölgesel homojenlik testlerine dayalı olarak beş homojen bölgeye ayırmışlardır. Uyum iyiliği test sonuçları, en uygun dağılımların bireysel homojen bölgeler için farklı olduğunu göstermiş; farkın, farklı iklimsel ve coğrafi koşulların bir sonucu olabileceğini iletilmiştir. Tahmin edilen bölgesel yağışlar ve Monte Carlo simülasyonları sonucu belirlenen yağışların hassaslıkları, RMSE değerleri ve % 90 hata aralık veya sınırları ile ölçülen tahmin belirsizliğinin, tekerrür aralığı 100 yıldan az olduğunda nispeten düşük olduğu; ancak, daha yüksek tekerrür aralıkları için yağış tahminlerinin dikkatle ele alınması gerektiği; $T = 100$ yılın üzerindeki yağış tahminleri için daha uzun kayıtlı veya bölgede daha fazla sayıda istasyonun olması gerektiği ifade edilmiştir. Ayrıca analizler, endeks yağış miktarının (sahadaki ortalama maksimum yağış) makul bir şekilde tahmin edilebileceğini ve Golestan vilayetindeki ortalama yıllık yağışların bir fonksiyonu olduğunu; bölgesel büyüme eğrileriyle birleştirilen endeks yağışları, istasyon olmayan alanlardaki tasarım yağışlarını tahmin etmek için kullanılabileceğini; genel olarak, L-momentlerine dayalı bölgesel frekans analizi tekniğiyle birlikte küme analizinin, kuzeydoğu İran için tasarım yağış tahminlerinin türetilmesinde başarılı bir şekilde uygulanabileceğini göstermiştir.

Zhou ve ark. (2014)'de, Taihu Havzası Changxing İstasyonundaki maksimum günlük yağış verilerine karma yöntemler kullanılarak yağış frekansı analizi yapılmıştır. Çalışmada, en çok uygulanan dağılımlardan ikisi olan Pearson-III ve Genelleştirilmiş Ekstrem Değer dağılımları kullanılmıştır. Bu dağılımların parametre tahmin yöntemi için maksimum olabilirlik ve L-moment yöntemleri kullanılmıştır. Ek olarak, belirlenen sonuçları karşılaştırmak için geleneksel momentlere dayalı arama matrisi eğrisi uydurma (seeking-matrix curve fitting) da araştırılmıştır. Yazarlar, karma yöntemlerin performansını, iki klasik uyum iyilik testi (Ki-Kare, K-S) ile test etmişlerdir. Sonuçta, L-momentlere dayalı Genelleştirilmiş Aşırı Değer dağılımı, gelecekteki yağış oluşumunu

belirlemek ve tahmin etmek için en uygun dağılım olarak değerlendirilmiş ve böylece Changxing İstasyonu'ndaki farklı tekerrür aralıkları için yağış tahminleri belirlenir hale gelmiş.

Kumar ve Bhardwaj (2015), 38 yıllık maksimum günlük yağış verileri için olasılık dağılım fonksiyonu kullanılarak farklı tekerrür aralıkları için olası günlük maksimum yağış miktarını tahmin etmişlerdir. Yıllık bir günlük maksimum yağış ortalama değerini 105.9 mm, standart sapma, yüzde varyasyon katsayısı, ve çarpıklığı sırasıyla 64, 0.604 ve 2.2 olarak bulmuşlardır. Ki-kare değeri ile karşılaştırarak günlük maksimum yağış miktarlarına en iyi uyan olasılık dağılımını belirlemek için Log-Normal, Gumbel ve Log Pearson Tip-III dağılımlarını kullanmışlardır. Log Pearson Tip-III dağılımının günlük maksimum yağış miktarlarına en iyi uyan olasılık dağılımı olduğu bulunmuştur. Yazarlar, bu dağılıma göre 25 yıl tekerrürlü maksimum yağışı 373.42 mm olarak belirlemişler; güven olasılığı arttıkça, güven aralığının da arttığını; ayrıca, tekerrür aralığının artması, T güven bandının yayılmasına neden olduğunu; çalışmanın sonuçlarının, toprak ve su koruma yapıları, sulama ve drenaj sistemleri ve bunların yönetimini tasarlamak için kullanılabileceğine değinmişlerdir.

Enginsu (2015)'de, Orta Karadeniz Bölgesi'nde 70 yağış istasyonunda ölçülen günlük en büyük yağmur miktarlarının bölgesel frekans analizi son zamanlarda popüler olan L-moment yaklaşımıyla gerçekleştirilmiştir. Yağış istasyonlarının L-moment oranlarına bağlı olarak hesaplanan düzensizlik ölçütüne göre uyumsuz istasyonlar belirlenmiş; öncelikle bütün istasyonların tek bir bölge oluşturup oluşturmadıkları düzensizlik ölçütüyle test edilmiştir. Sonuçta, uyumsuz istasyonların varlığından dolayı 70 istasyonun aynı bölge içinde olamayacağına karar verilmiştir. Çalışmada, Orta Karadeniz Bölgesi alt bölgelere ayrılarak uyumsuz istasyonların varlığı tekrar incelenmiştir. Bu anlamda bölge 6 alt bölgeye ayrılmış; alt bölgelerin homojenliğine karar vermek için heterojenlik testi uygulanmış; alt bölgelerin tümü H istatistiğine göre homojenlik şartını yerine getirmiştir. Alt bölgelerin günlük en büyük yağmur serileri için geçerli bölgesel dağılımlar belirlenmiştir. Çalışmada üç parametrelili dağılımlardan Genel Ekstrem Değer, Genel Lojistik, Genel Normal, Genel Pareto ve Pearson Tip 3 dağılımları göz önüne alınmıştır. Bu dağılımlar arasından, Bölge I, Bölge III ve Bölge IV için Genelleştirilmiş Ekstrem

Değer, Bölge II ve V için Genel Lojistik, Bölge VI için Genel Normal dağılımları en uygun bölgesel dağılımlar olarak seçilmiştir.

Örgün (2015)'de, Türkiye'deki 242 meteoroloji istasyonunda gözlenmiş belirli süreli ($t = 5\text{-}, 15\text{-}$ ve 30-Dakika , $1\text{-}, 3\text{-}, 6\text{-}, 12\text{-}$ ve 24-Saat) maksimum yağış şiddeti değerleri incelenmiş ve bu değerlerin hangi olasılık dağılım fonksiyonuna uygun olduğunun tespiti için her bir istasyonda Log-Normal, Gumbel ve Log-Pearson 3 dağılımlarına olasılık çizgileri korelasyon testi ve Kikare (χ^2) testi uygulanmıştır. Çalışma sonunda en uygun dağılımın Log-Pearson 3 olduğu belirlenerek daha sonraki hesaplar bu dağılıma göre yapılmıştır. Log-Pearson 3 dağılım fonksiyonu ile belli yağış süresi (t) ve tekerrür (T) süreli yağış şiddeti (i) tahminleri yapılmıştır.

Santos ve ark. (2015)'de, Brezilya Amazonu'nun farklı alt bölgelerinde yılın her mevsimi için günlük maksimum yağışların tekerrür aralıklarını tahmin etmek amaçlanmıştır. Çalışmada; genelleştirilmiş uç değer ve genelleştirilmiş Pareto dağılımları aracılığıyla ekstrem değer teorisi kullanılmıştır. Genelleştirilmiş uç değer ve genelleştirilmiş Pareto dağılımları Brezilya Amazon'un homojen bölgeleri yağış serilerine uygulanmış; bu iki dağılımın uyum iyiliği, kümülatif ampirik dağılımları teorik olanlarla karşılaştıran Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmiştir. Kolmogorov-Smirnov test sonuçları, test edilen dağılımların, özellikle genelleştirilmiş uç değer dağılımının iyi bir uyuma sahip olduğunu göstermiştir.

İşler ve ark. (2016) Antalya'nın Kemer ilçesinde 1960 ile 2000 yılları arasında meydana gelen taşkınların frekans analizlerini yaptıkları çalışmalarında, ilgili meteoroloji istasyonlarına ait yılda günlük maksimum yağış serilerinin frekans analizlerini yapmışlar; analizlerde Pearson Tip-3, Log-Pearson 3, Normal, İki parametrelili Log-Normal, Üç parametrelili Log-Normal ve Gumbel Ekstrem dağılımlarını kullanmışlar; Kolmogorov-Smirnov uygunluk testi ile yağış serilerine en iyi uyan dağılım fonksiyonu olarak, İki parametrelili Log-Normal ve Üç parametrelili Log-Normal dağılımları bulunmuş, bu dağılımlardan 24-Saat 2-, 5-, 10-, 25-, 50- ve 100-Yılda bir beklenen noktasal yağış miktarlarını hesaplamışlardır.

Seçkin (2016)'da, su yapısının planlanmasında kullanılan tasarım taşkın değerlerini etkileyen temel parametrenin yıllık maksimum yağış olduğu; miktarını doğru bir şekilde

tahmin etmek için gözlemlenen yağış verilerine dayanarak gelecekte oluşabilecek yağışların sel kontrol çalışmaları için çok önemli olduğunu vurgulanmıştır. Bu çalışmada Bursa yöresinin bölgesel yıllık yağış frekans analizi sonucunda ilde taşkınlara neden olan yıllık maksimum yağış belirlenmiş; analiz için Bursa ili üzerindeki 51 yağış ölçüm istasyonunun 16-60 yıllık maksimum yağış verileri kullanılmıştır. Yazar, çalışmada kullanılan istasyonları tek bölge kabul etmiş; uyumsuzluk ölçüsü ve heterojenliği, taşkın indeks yöntemi ile belirlemiş; heterojenlik test sonuçlarına göre yıllık maksimum yağış verilerini hidrolojik homojen olarak elde etmiştir. Verilere EasyFit paket programındaki Genelleştirilmiş Aşırı Değer, Log-Logistic, Log-Pearson 3, Log-Normal (3P), Gamma (3P), Weibull (3P) dağılımları uygulanmıştır. Dağılım sonuçlarının uyum doğruluğunu belirlemek için Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling ve Chi-Square uyum testleri kullanılmıştır. Sonuçta, testlerin sonuçlarının birbiriyle uyumsuz olduğu vurgulanarak Generalized Extrem Değer dağılımının en doğru sonuçları verdiği bulunmuştur.

Seçkin ve Topçu (2016)'da dağılım parametrelerini tahmin etmek için L-momentler tekniği kullanılarak Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) ve Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından işletilen, Adana ve çevresindeki illerde bulunan, 53 adet yağış gözlem istasyonundan elde edilen ve kayıt süreleri 18 yıldan uzun olan istasyonların yıllık maksimum yağış değerlerine bölgesel frekans analizi uygulanmıştır. Bölgeselleştirme tekniği olarak, L-momentlere dayalı gösterge-taşkın metodu (Index Flood Method) kullanılmış; elde edilen homojen bölgelere Genelleştirilmiş Normal, Genelleştirilmiş Ekstrem Değer, Genelleştirilmiş Lojistik, Genelleştirilmiş Pareto, Pearson Tip 3 dağılımları uygulanarak tekerrür periyoduna karşılık proje yağış değerleri elde edilmiştir. Pozisyon çizim eşitliği olarak literatürde yaygın olarak kullanılan Medyan, Hosking, Gringorten, Hazen ve Cunnane eşitlikleri kullanılmıştır. Dağılım tahminlerinin performans ölçümü için normalleştirilmiş mutlak hata (NAE), ortalama mutlak hata (MAE) ve ortalama karesel hata (RMSE) istatistikleri kullanılmıştır. Sonuç hata değerleri, Genelleştirilmiş Lojistik dağılımının en yaklaşık sonucu verdiği bulunmuştur.

Yüksek ve ark. (2016), ülkemizdeki plüviyografli 242 meteoroloji istasyonunda gözlemlenmiş belirli süreli (5-, 15-, 30-Dakika ve 1-, 3-, 6-, 12- ve 24-Saat) maksimum yağışlara ait veri dizilerine en iyi uyum sağlayan olasılık dağılım fonksiyonunu belirlemek için Log-Normal, Gumbel ve Log-Pearson Tip 3 dağılım fonksiyonlarını

uygulamışlar, en uygun dağılımı ise Ki-kare ve Olasılık Çizgileri Korelasyon testlerini kullanarak belirlemişlerdir. Yapılan analizler sonucu Log-Normal dağılımın uygun olmadığı, Gumbel dağılımının sadece bazı istasyonlar için uygun olduğu, Log-Pearson Tip 3 dağılımının ise veri dizlerinin büyük bir çoğunluğu için uygun olduğu görülmüş, en uygun dağılım olarak Log-Pearson Tip 3 dağılım fonksiyonu seçilerek tüm hesaplamalar bu dağılıma göre yapılmıştır. Ayrıca Rize sınırları içerisinde bulunan iki meteoroloji istasyonuna ait veri serileri kullanılarak en uygun formüller belirlenmiş, belli yağış süresi ve tekerrür süreleri için yağış şiddeti değerleri tahmini yapılmıştır.

Kar ve ark. (2017) Güney Kore Jeju Adası gibi tropikal bölgelerde aşırı yağış olaylarının son derece sık ve ani olduğunu, bu durumun hidrolojik işlevlerin yanı sıra sosyal ve ekonomik durumu da etkilideğini vurgulamış; yağış büyüklüğü ve frekans dağılımı ile ilgili bilgilerin su sistemi tasarımı, su kaynakları yönetimi ve hidro-meteorolojik acil durumlar için gerekli olduğunu; bu nedenle çalışmalarının, genellikle sınırlı verili serilerden daha doğru ve verimli saatlik bölgesel yağış frekansı tahminleri yapabilmek için L-momentleri yaklaşımının kullanımını araştırmışlardır. Araştırmacılar, Hancheon havzasını birincil çalışma alanı olarak kabul etmiş; ve birçok en iyi uyum sağlayan istatistiksel aracı bölgeye bitişik beş hidro-meteoroloji istasyona ait (Jeju, Ara, Eorimok, Witsaeorum ve Jindallaebat) ardışık saatlik yağış verilerini analiz etmek için kullanmışlardır. Kümeleme analizi ve uyumsuzluk ölçüsü Hancheon havzasını üç bölgede (1, 2 ve 3) ayırmış; L-momentleri heterojenlik ve uyum iyiliği ölçülerine göre, Gumbel ve genelleştirilmiş uç değer dağılımları çalışma alanı için uyumlu dağılımlar olarak belirlenmiştir. Yazarlar, bu dağılımlara göre 5-, 10-, 20-, 50-, 70-, 80- ve 100-Yıl tekrarlanma süreleri için oluşabilecek maksimum yağış miktarlarını tahmin etmişlerdir.

Sanusi ve ark. (2017), su baskını, Makassar şehri dahil Endonezya'nın bazı bölgelerinde meydana gelen yaygın bir sorun olduğunu; taşkın kontrolünün planlanmasında, yağış sıklığı, yoğunluğu ve süresi gibi yağış değişkenlerinin çok gerekli olduğunu; bu değişkenlerin ilişkisini bir yağış şiddet-süre-tekerrür (IDF) eğrisinde ifade edilebileceğini vurgulamışlardır. Yazarlar, çalışmalarının amacının, Makassar şehrinin yağış verilerinin en uygun dağılımını belirlemek ve ayrıca IDF eğrileriyle açıklanan yağış şiddeti-süre-tekerrür arasındaki ilişkiyi modellemek olduğunu ifade etmişlerdir. Makassar'ın Ujung Pandang yağış istasyonundan alınan 1986-2015 yılları için günlük maksimum yağış

verileri bu çalışmada kullanılmıştır. Çalışmada, Gumbel, genelleştirilmiş uç değer, genelleştirilmiş Pareto, genelleştirilmiş Logistic ve Pearson tip III dağılımları dikkate alınmıştır. Bu dağılıma göre 2-, 5-, 10-, 30-, 50- ve 100-Yıl tekerrürlü maksimum yağış tahminlerinde bulunmuşlardır. Sonuç olarak, Makassar kentindeki yağış verilerinin genelleştirilmiş uç değer dağılımına daha iyi uyum sağladığı vurgulanmıştır.

Yavuz (2018) Türkiye'nin yedi iklim bölgesine ait 22 istasyonun 1975–2010 yılları arasında gözlenmiş 5 dakikadan 24 saate kadar artan süreli yıllık maksimum yağış serilerine frekans analizi uygulamıştır. Frekans analizi sonucunda Ki-kare (χ^2), Kolmogorov–Smirnov ve Olasılık Pozisyonu Korelasyon Katsayısı testlerinden başarılı olan, her bölge için farklı dağılımlar uygun olasılık fonksiyonu olarak belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında her bir istasyonun şiddet–süre–tekerrür ($i-t-T$) ilişkileri kullanılarak yedi meteorolojik bölge için farklı 5 adet analitik eşitliğin katsayıları hesaplanmıştır. Beş adet ifadenin tahmin gücünü test etmek amacıyla hata istatistikleri olarak ortalama mutlak rölatif hata, karekök ortalama karesel hata ve determinasyon katsayısı kullanılmıştır. Çalışmanın son aşamasında ise 22 adet meteoroloji istasyonunun tamamını kullanarak tüm bölgeye ait tek bir $i-t-T$ denklemi elde edilmiştir.

Göktürk (2018)'de, frekans analizleri ile güvenilir ve gerçekçi tahminlerin yapılabilmesi, veri dizileri için en uygun olasılık dağılıma bağlı olduğu vurgulanmıştır. Çalışmada, DSİ 7. Bölge Müdürlüğü faaliyet alanı içinde bulunan, gözlem süresi en az 30 yıl olan 37 yağış gözlem istasyonunda ölçülen 24 saat süreli yıllık maksimum yağış dizilerine 32 adet dağılım FRANMOD modeli kullanılarak uygulanmıştır. En uygun dağılımı belirlemek için, Kolmogorov-Smirnov, 1-1 doğrusundan olan ortalama sapma, Anderson-Darling, değiştirilmiş Anderson-Darling, ortalama sapma ve yeterlilik katsayısı gibi uygunluk testleri kullanılmıştır. Belirlenen en uygun dağılımların dikkate alınan yağış gözlem istasyonuna göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Uygunluk test istatistiklerinin ağırlıklı değerlendirilmesi sonucunda ise 24 saat süreli yıllık maksimum yağış dizilerini en iyi temsil eden birinci dağılımın beş Parametrel Wakeby, ikinci dağılımın üç Parametrel Beta-P ve üçüncü dağılımın ise üç Parametrel Genelleştirilmiş Lojistik dağılımı olduğu bulunmuştur. Bu üç dağılım, diğer dağılımlara göre belirgin bir şekilde iyi sonuçlar vermiş; çalışmanın Amasya, Tokat, Samsun, Sinop ve Ordu illeri başta olmak üzere Yeşilirmak havzasında yapılacak olan hidrolojik çalışmalarda ve tüm hidrolik yapıların

tasarım aşamasında yol gösterici olması, ülke ve bölgenin sürdürülebilir kalkınmasına katkı sağlamasının beklendiği vurgulanmıştır.

Hosseinzadehtalaei ve ark. (2020)'de gelecekte iklime dayanıklı su sistemleri inşa etmek ve altyapının arıza riskini azaltmak için, kısa süreli aşırı yağış tasarım fırtınalarının güncellenmesi gerektiğini; bununla birlikte, hem gözlemler hem de model simülasyonları için uzun, yüksek kaliteli günlük ve daha kısa süreli verilerin kıtlığı nedeniyle, bu tür fırtınaların kıta ölçeğinde güvenilir bir gelecek projeksiyonu sunulmamış olduğu ifade edilmiştir. Yazarlar, bu ihtiyacı karşılamak için, 0.5-, 1-, 3-, 6-, 12- ve 24-Saatlik sürelerde, 1 ve 100 yıl arasında değişen farklı tekerrür aralıklarında Avrupa için Genelleştirilmiş Pareto Dağılımından ile mevcut ve gelecekteki yağış şiddeti-süre-frekans (IDF) eğrileri geliştirmişlerdir. Çalışmada, gelecekteki IDF eğrileri, yüksek çözünürlüklü uzaktan algılama tabanlı ürünlerden elde edilen mevcut IDF eğrilerine EURO-CORDEX RCM modeline iklim değişikliği sinyalleri uygulanarak niceliksel (yağış) pertürbasyon ölçek küçültme yöntemi çerçevesinde geliştirilmiştir. Burada, daha nadir gün ve daha alt süreli aşırı yağış olaylarının, daha az nadir olaylardan daha fazla oluşacağı ve bu değişikliklerin yağış süresine bağlı olabileceğini vurgulamışlardır. Araştırmacılar, 50 ve 100 yıl tekerrürlü günlük ve altı süreli aşırı yağış olaylarının sıklığı, üst düzey RCP8.5 senaryosu altında üç katına çıkacağını vurgulamışlardır. Bu tür bir yoğunlaşmanın, gelecekteki iklim değişikliği altında, IDF eğrilerinin önemli ölçüde artmasına (süre ve geri dönüş süresine bağlı olarak % 16–27) ve dikleşmesine (geri dönüş süresine bağlı olarak % 17–25) yol açacağı ve mevcut su altyapı sistemlerinin savunmasızlığına dikkat çekilmiştir.

Şenocak ve Acar (2020)'de, Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki illerden seçilen üç şehir merkezindeki (Adıyaman, Diyarbakır, Gaziantep) standart süreli yağışlar için ($t = 5$ -, 10 -, 15 -, ve 30 -Dakika, 1 -, 2 -, 3 -, 4 -, 5 -, 6 -, 8 -, 12 - ve 24 -Saat) uygun dağılım modelinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmanın bir diğer önemli amacı da, analiz yapılan istasyonlarda çeşitli tekerrür süreleri için ($T = 2$ -, 5 -, 10 -, 25 -, 50 -, 100 - ve 500 -Yıl) en uygun yağış şiddet-süre-tekerrür denklemlerinin belirlenmesi olmuştur. Araştırılan 3 istasyonun 1959-2000 yılları arasındaki belirli süreli maksimum yıllık yağış değerleri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden elde edilmiş; sırasıyla Genelleştirilmiş ekstrem dağılımlar, Gumbel, Normal, iki parametrelili Lognormal, üç parametrelili

Lognormal, Gamma, Pearson ve Logpearson dağılımları kullanılarak uygun dağılım fonksiyonları ve belli tekerrürlü yağış şiddetleri elde edilmiştir. Çalışmada, uygun dağılım fonksiyon parametreleri belirlenirken, momentler yöntemi ve maksimum olabilirlik yöntemleri kullanılmıştır. Standart süreli yağışlara en uygun dağılım fonksiyonu χ^2 uyum testi sonuçları karşılaştırılarak belirlenmiş; tekerrür süreleri için sekiz yağış şiddeti-süre-tekerrür denklemi lineer olmayan tahmin yöntemiyle karşılaştırılmıştır. Çalışmada, uygun denklem, lineer olmayan tahmin yöntemindeki korelasyon katsayıları incelenerek seçilmiştir. Sonuçta, farklı istatistik dağılımları farklı standart süreler için uygun olabilmüş; kullanılan sekiz farklı yağış şiddeti-süre-tekerrür denklemi bir istasyondan başka bir istasyona değişmiştir.

Şen ve Aksu (2021)'de, İstanbul ili ve civarında bulunan plüviyograf kaydına sahip ve uzun süreli gözlemleri bulunan istasyonlar için veri serilerinin eğilim analizlerine elverişli olup olmadıklarının belirlenmesi (homojenlik ve iç bağımlılık testleri) ve daha sonra yaygın kullanılan eğilim analizleri (Mann-Kendall ve Sen'in Eğim testi) ile birlikte yenilikçi eğilim metodu ile ilk dönem ve son dönem arasındaki değişim incelenmiştir. Test kapsamında değerlendirilen standart dağılım fonksiyonları Normal (2 parametrelili), Log—Normal (3 parametrelili), Pearson (Tip-3), Log-Pearson (Tip-3) ve Gumbel dağılım fonksiyonları olup; çalışmada standart süreli maksimum yağışların uygun oldukları dağılım fonksiyonları Kolmogrov-Smirnov uygunluk testi ile belirlenmiştir. Çalışmada, 14 standart süre için Yağış Şiddeti-Süre-Tekerrür (YŞST) eğrileri veri serisinin birinci ve ikinci dönemleri için ayrı ayrı elde edilmiş; YŞST eğrilerinin çizilmesinde gözlem istasyonuna ait 24 saatlik yıllık en büyük yağış yüksekliği (mm) değerlerinin dağılımları kullanılmıştır. Kartal meteoroloji istasyonu haricinde 6 istasyonda (Sarıyer, Kumköy, Florya, Çorlu, Göztepe ve Şile) belirgin artış eğilimleri belirlenmiştir. Örnek olarak, Sarıyer meteoroloji istasyonunun 5 saatlik standart süreli 2 yıl tekerrürlü maksimum yağışları, ilk dönem ve ikinci dönem hesaplanan bağıl farkları %30 ve Sarıyer'de bulunan Bekar deresinde Q500 taşkın debisindeki %60 artış şeklinde bulunmuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3. 1. Materyal

Bu çalışmada; Tokat (Enlem: 40°19'52.3''K, Boylam: 36°33'27.7''D, Rakım: 608 m), Samsun (Enlem: 41°20'39.0''K, Boylam: 36°15'23.0''D, Rakım: 4 m) ve Ordu (Enlem: 40°59'01.7''K, Boylam: 37°53'08.9''D, Rakım: 4 m) il merkezlerinde bulunan ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından işletilen meteoroloji istasyonlarında ölçülen kayıt süreleri Tokat ili için 50 yıl (1966-2015), Samsun ili için 59 yıl (1957-2015) ve Ordu ili için 51 yıl (1965-2015) olan standart süreli (5-, 10-, 15-, ve 30-Dakika, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 8-, 12-, 18- ve 24-Saat) en büyük yıllık yağış verileri materyal olarak kullanılmıştır. Çalışma alanı Türkiye'nin Orta Karadeniz bölgesindedir (Şekil 3.1).

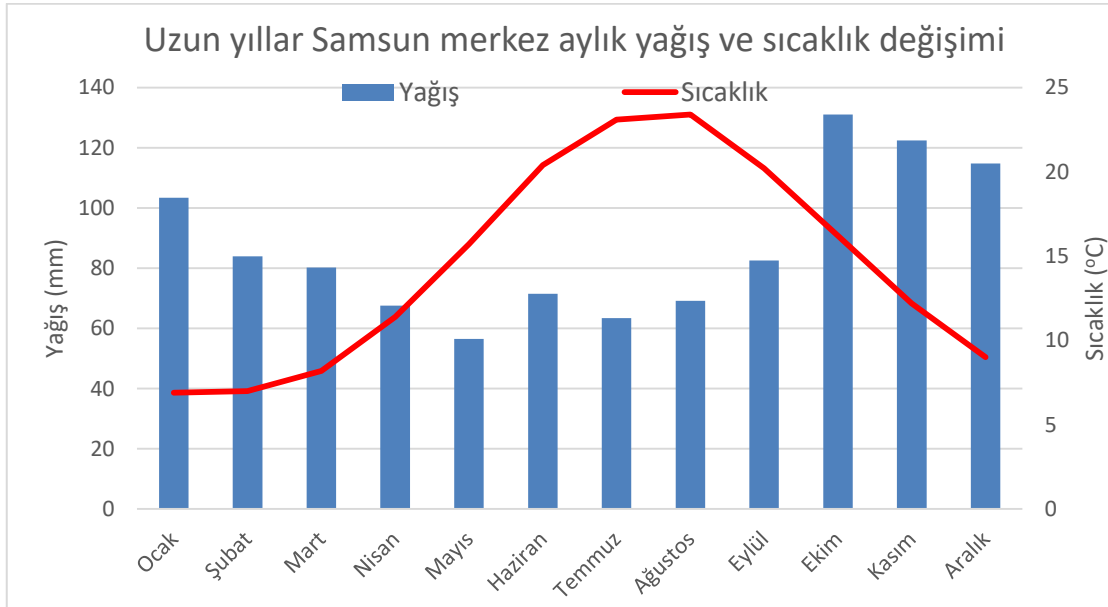


Şekil 3.1. Samsun, Ordu ve Tokat illerinin Orta Karadeniz Bölgesi'ndeki konumları
Çalışma alanı, Karadeniz bölgesi orta bölümünün kısmen kıyı (Samsun ve Ordu illeri) kısmen de iç kesimleri (Tokat) sınırları içerisinde yer almaktadır. Tokat ili için 1929-2020 yılları aylık toplam ortalama yağış ve ortalama aylık sıcaklık değişimi Şekil 3.2'de,

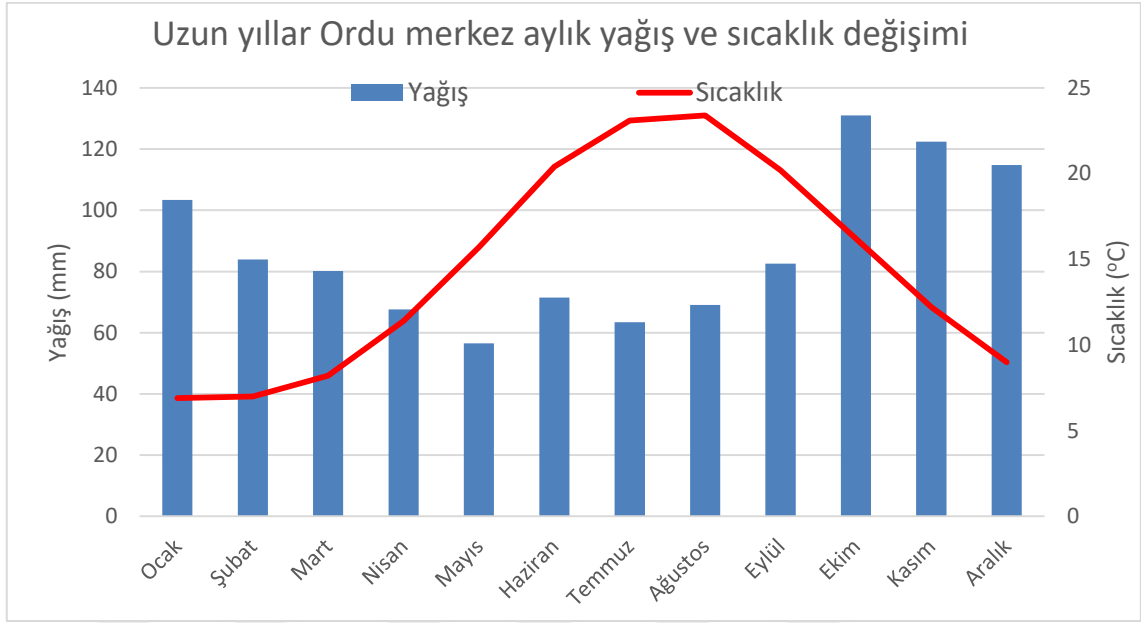


Şekil 3.2. Tokat ili uzun yıllar (1929-2020) aylık ortalama yağış toplamı ve ortalama aylık sıcaklık değişimi.

Samsun ili için 1929-2020 yılları aylık toplam ortalama yağış ve ortalama aylık sıcaklık değişimi Şekil 3.3'te ve Ordu ili için 1929-2020 yılları aylık toplam ortalama yağış ve ortalama aylık sıcaklık değişimi Şekil 3.4'te verilmiştir (Anonim, 2021d).



Şekil 3.3. Samsun ili uzun yıllar (1929-2020) aylık ortalama yağış toplamı ve ortalama aylık sıcaklık değişimi.



Şekil 3.4. Ordu ili uzun yıllar (1959-2020) aylık ortalama yağış toplamı ve ortalama aylık sıcaklık değişimi.

Şekil 3.2 incelendiğinde Tokat ilinde en yüksek sıcaklıkların Temmuz ve Ağustos aylarında, en yüksek yağışların ise Nisan Mayıs aylarında gözlemlendiği; Şekil 3.3 incelendiğinde ise Samsun ilinde de en yüksek sıcaklıkların Temmuz ve Ağustos aylarında, en fazla yağışların ise Ekim, Kasım, Aralık ve Ocak aylarında gözlemlendiği; Şekil 3.4 incelendiğinde ise, Ordu ilinde de en yüksek sıcaklıkların Temmuz ve Ağustos aylarında, en yüksek yağışların ise Samsun iline benzer olarak Ekim, Kasım, Aralık ve Ocak aylarında gözlemlenmiştir.

1929-2020 yılı verileri dikkate alındığında Tokat ili ortalama yıllık yağış miktarı 435.2 mm olup, 1970-2012 yılları verileri dikkate alındığında Tokat ili Aydeniz iklim sınıflandırmasına göre yarı kurak; Erinç iklim sınıflandırmasına göre yarı nemli; DeMartonne iklim sınıflandırmasına göre yarı kurak; Trewartha iklim sınıflandırmasına göre ise kışları serin, yazları ılık iklime sahiptir (Anonim, 2021b). Ayrıca, bu sınıflandırma metotlarına göre Tokat'ın batısı yarı kurak, doğusu ise yarı nemli, kışları serin, yazları ılık, 3. dereceden deniz tesirine yakın bir iklime sahiptir. Tokat ili uzun yıllık ortalama sıcaklığı 12.5 °C'dir. İle ait uzun yıllar ortalama yıllık sıcaklık trendi incelendiğinde, ortalama sıcaklıklarda 2.3 °C/100 yıl olmak üzere artış trendi vardır. Tokat ili uzun yıllar ortalama yıllık toplam yağışı 443 mm'dir. Tokat'ın uzun yıllar toplam

yıllık yağışları trendi incelendiğinde, yağışlarda 235 mm/100 yıl olmak üzere bir artış eğilimi görülmüş (Anonim, 2021c).

1929-2020 yılı verileri dikkate alındığında Samsun ili ortalama yıllık yağış miktarı ise 716.7 mm olup, 1970-2012 yılları verileri dikkate alındığında Samsun ili Aydeniz iklim sınıflandırmasına göre nemli; Erinç iklim sınıflandırmasına göre yarı nemli; DeMartonne iklim sınıflandırmasına göre yarı nemli; Trewartha iklim sınıflandırmasına göre ise kışları serin, yazları sıcak iklime sahiptir (Anonim, 2021b). Diğer bir ifade ile yukarıda verilen 4 ayrı iklim sınıflandırma yöntemine göre Samsun'da Çarşamba Ovası yarı nemli, iç kesimlerde Vezirköprü ilçesi ise yarı kurak bir iklime sahiptir. Samsun kışları serin, yazları sıcak, yaz mevsiminde su noksanlığı orta derecede, deniz tesirine yakın bir iklime sahiptir. Samsun'un uzun yıllık ortalama sıcaklığı 14.4 °C'dir. İle ait uzun yıllar ortalama yıllık sıcaklık trendi incelendiğinde, ortalama sıcaklıklarda 2.9 °C/100 yıl olmak üzere artış trendi vardır. Samsun'un uzun yıllar toplam yıllık yağışları trendi incelendiğinde, yağışlarda ise 283 mm/100 yıl olmak üzere bir artış eğilimi görülmüş (Anonim, 2021c).

1959-2020 yılı verileri dikkate alındığında Ordu ili ortalama yıllık yağış miktarı ise 1046.4 mm olup, 1970-2012 yılları verileri dikkate alındığında Ordu ili Aydeniz iklim sınıflandırmasına göre nemli; Erinç iklim sınıflandırmasına göre çok nemli; DeMartonne iklim sınıflandırmasına göre yarı nemli; Trewartha iklim sınıflandırmasına göre ise kışları serin, yazları ılık iklime sahiptir (Anonim, 2021b). Diğer bir ifade ile Ordu ili, nemli bir iklime sahip, kışları serin, yazları ılık, yaz mevsiminde su noksanlığı çok kuvvetli, deniz tesirine yakın bir iklime sahiptir. Ordu uzun yıllık ortalama sıcaklığı 14.3 °C'dir. İle ait uzun yıllar ortalama yıllık sıcaklık trendi incelendiğinde, ortalama sıcaklıklarda 3.6 °C/100 yıl, yağışlarda ise 266 mm/100 yıl olmak üzere bir artış eğilimi görülmüş (Anonim, 2021c).

Çalışmada kullanılan Tokat iline ait 1966-2015 yıllarına ait, 5-, 10-, 15-, ve 30-Dakika, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 8-, 12-, 18- ve 24-Saat standard süreli en büyük yıllık yağış verileri, bu verilere ait veri sayıları (N), ortalamalar (Y-ORT), yıllık en büyük değerler (Y-EB), standard sapmalar (Std.S), çarpıklık katsayıları (Çar.K), Anonim (2021a) ile açıklanan bu standard süreli maksimum en büyük yıllık yağış verileri için bulunan uygun dağılım fonksiyonları (UDF) ve bu dağılım fonksiyonu kullanılarak tahmin edilen 2-, 5-, 10-, 25

Çizelge 3.1. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Tokat Meteoroloji İstasyonu'nda ölçülen standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri (mm).

GÖZLEM YILI	DAKİKA				SAAT									
	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
2015	6.3	9.2	11.	17.	17.8	17.8	17.8	17.	17.	17.	17.	18	18	18
2014	5	7.3	9.9	13.	15.6	16.3	19	19	19	19	19	21.8	22.5	24.8
2013	3.9	4.7	5.1	5.4	7.9	9	12	12.	13	13	14.	21.2	21.9	27.1
2012	6.8	9.2	9.8	13.	15.8	15.9	15.9	15.	17.	19.	24.	25.8	26.1	29.3
2011	5.7	9.5	10	15.	16.6	18.7	18.7	18.	18.	18.	18.	18.9	19	21.6
2010	3.1	3.9	4.5	6	8.1	9.1	10.7	10.	11.	11.	14.	16.7	21.1	25.9
2009	17.	17.	21.	27.	27.9	27.9	27.9	27.	27.	27.	28	28	28	36.3
2008	4.1	5.5	7.7	10.	12.4	13	13	14.	15.	15.	16	16	20.3	26.7
2007	4.9	7	8.8	12	14.1	17.9	18.3	26.	32.	32.	32.	32.9	32.9	32.9
2006	4.9	5	7.8	8.6	8.9	9.4	10.5	12.	13.	13.	15.	18.1	20	24.4
2005	4.2	6.9	9.7	13.	13.4	15.6	16.3	16.	16.	16.	17.	20.5	20.5	24.7
2004	7.8	8.3	15.	19.	20.8	21.8	21.8	21.	21.	21.	21.	21.8	21.8	34.7
2003	6.4	11.	14.	17	17.8	17.8	19	19.	19.	20.	28.	30.1	30.2	30.3
2002	9	12.	16.	20.	22.2	22.2	22.2	22.	22.	24.	24.	25.6	25.7	30.5
2001	10.	14.	16.	21.	22.3	22.9	22.9	22.	23	23	23	23	23.1	24.6
2000	1.8	3.1	3.6	5.7	10	15.4	20.8	22.	23.	28.	28.	34.9	42.4	49.2
1999	4.9	7.1	10.	13	17.3	17.5	17.5	17.	17.	17.	17.	17.6	17.6	17.6
1998	7	7	7	7	7.9	10.4	10.7	10.	11.	14.	15.	20.9	30.9	35.7
1997	7.5	12.	15.	15.	16.5	17.1	20.7	20.	20.	20.	22.	33.6	36.3	41.8
1996	3.5	6.6	7	7.1	10.3	11	13.4	17.	21.	24.	29.	33.2	40	43.9
1995	5	9.1	12.	15.	16.9	17.6	17.7	17.	17.	17.	17.	17.8	20.4	29.8
1994	4.7	7.2	7.5	8.6	10	13.9	14	14	14	14	14.	14.9	15	24.3
1993	4.1	6.1	6.9	9.2	10.4	11.8	13.5	13.	13.	13.	14.	19.5	19.8	36.6
1992	8.9	12.	13.	13.	14.6	14.7	14.7	14.	14.	14.	15.	16.4	21.7	22.8
1991	10	13.	16.	19.	22.4	30	30.9	32.	32.	33.	33.	34.9	35.3	35.4
1990	3.5	5.1	6.4	7.2	9.2	10.6	11	15.	19.	23.	26.	26.6	27.3	30.7
1989	7.5	9	10.	11.	12.9	14.3	14.4	15.	15.	16.	16.	16.8	19.4	29.8
1988	3.4	5.8	6.6	7.8	7.9	13	15.7	17.	19	22	23.	23.8	23.8	38.8
1987	2.4	4	4.2	4.3	6.7	8	11	12.	13.	14.	15.	16.5	16.7	32.1
1986	6	9	10.	10.	10.6	13.9	15.8	17.	18.	19.	21	22.1	28.1	31.8
1985	2.5	3.2	5.2	6.2	8.2	10.8	11.4	13.	14.	16.	24.	28	30.4	31.5
1984	3.9	5	6	7.5	9.3	11	11	11.	12	12	12	14	17.3	18.6
1983	7.3	11.	12.	15.	20.5	22.6	22.6	25.	25.	25.	25.	25.8	25.8	25.8
1982	2.1	3.9	4.6	5.8	7.4	8.9	10.9	12.	15.	17.	18.	18.9	18.9	18.9
1981	4	6.9	10.	16.	21.5	24.6	24.7	25.	25	25.	25.	26.3	32.1	33.9
1980	5.1	5.6	5.8	5.9	9.7	14.8	15.1	15.	15.	15.	15.	16.7	19.4	26.1
1979	12.	18.	21	23.	23.3	23.3	23.3	23.	23.	23.	23.	23.5	37.3	44.6
1978	4.1	5.4	7	8	8.6	10.5	11	11	11	11	11	11.4	16.2	27
1977	4.4	7.3	7.9	13.	19.5	19.9	20.1	20.	20.	20.	21.	22.6	22.6	31.2
1976	4	4.3	4.8	6.8	10.1	14.6	16.9	18.	18.	18.	20.	27.4	28.2	31.5
1975	2.5	4.3	4.7	6.1	8.1	14	15.5	16.	16.	16.	18.	23.8	30.7	36.5
1974	3	4.3	6.2	7.4	8.1	8.7	10.3	12	12	12.	12.	12.1	12.1	52.5
1973	7.2	10.	11.	14.	18.2	18.9	19.5	20.	20.	20.	20.	20.9	21.6	21.7

Çizelge 3.1. (Devam) Meteoroloji Genel Müdürlüğü Tokat Meteoroloji İstasyonu'nda ölçülen standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri (mm).

GÖZLEM YILI	DAKİKA				SAAT									
	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
1972	5	8.5	8.5	8.5	9.2	9.2	11.7	11.8	13.5	14.2	19.8	20	20	20
1971	6.5	12.5	13.8	16.9	18.2	19.5	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	20.5	23	30.5
1970	5.5	8	12	15	15	15	15	16.7	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	24.5
1969	3.8	4.5	6.1	10.7	17	19.5	19.9	21.1	21.1	21.1	21.2	21.2	22.3	29.8
1968	3.8	6	9.5	9.9	10.2	11.8	14.6	14.7	15	15.4	15.5	18.2	19.1	25.4
1967	5.6	5.6	7	8.1	11.4	11.4	16.4	17.3	17.4	17.4	18	20.4	24.2	25
1966	5.4	6.1	6.2	6.2	7.3	11.5	12.2	12.4	12.5	14.4	17.6	25	25.6	26.7
n*	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Y-ORT*	5.6	7.8	9.6	11.8	13.7	15.5	16.6	17.5	18.2	19.0	20.2	22.1	24.3	29.9
Y-EB*	17.5	18.1	21.8	27.9	27.9	30	30.9	32.6	32.9	33.2	33.5	34.9	42.4	52.5
Std.S*	2.81	3.56	4.33	5.42	5.37	5.20	4.80	4.86	4.99	5.15	5.30	5.74	6.64	7.69
Çar.K*	1.94	1.11	0.97	0.80	0.60	0.73	0.76	0.84	0.94	0.85	0.61	0.58	0.86	0.86
UDF*	LN3*	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3
2	5.1	7.5	9.2	11.5	13.6	15.3	16.4	17.3	17.9	18.7	20.1	22	23.9	28.4
5	7.5	10.7	13.1	16.4	18.4	19.9	20.6	21.6	22.4	23.3	24.8	27	29.7	34.8
10	9.3	12.7	15.5	19.3	21.1	22.6	23.2	24.3	25.2	26.1	27.5	29.9	33.3	38.6
25	11.7	15.3	18.5	22.8	24.3	25.9	26.2	27.4	28.5	29.4	30.6	33.3	37.7	43.1
50	13.6	17.1	20.6	25.3	26.5	28.2	28.4	29.6	30.9	31.8	32.8	35.7	40.9	46.3
100	15.5	18.9	22.7	27.6	28.6	30.4	30.4	31.8	33.3	34.1	34.9	38	44	49.3
200	17.6	20.7	24.7	29.9	30.5	32.4	32.5	33.9	35.6	36.4	36.9	40.1	47.1	52.3

*: n: Gözlem sayısı, Y-ORT: Yılda maksimum yağış değerleri ortalaması, Y-EB: Yılda maksimum yağış değerleri, Std.S: Standart sapma, Çar.K: Çarpıklık katsayısı, UDF: Uygun Dağılım Fonksiyonu, LN3: Log Normal III dağılımı

-, 50-, 100- ve 200-Yıl tekerrürlü yağış değerleri Çizelge 3.1'de verilmiştir. Benzer biçimde Samsun iline ait çalışmamızda kullanılan 1957-2015 yıllarına ait standard süreli yıllık maksimum yağışlar ve istatistikleri Çizelge 3.2'de; Ordu ili 1965-2015 yıllarına ait standard süreli yıllık maksimum yağışlar ve istatistikleri ise Çizelge 3.3'te verilmiştir. Bir istasyonda, gözlem yapılan her yıl için yalnızca o yılda ölçülen en büyük yağış miktarı seçildiğinden, veri sayısı gözlem yılı kadardır.

Çizelge 3.2. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Samsun Meteoroloji İstasyonu’nda ölçülen standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri (mm).

GÖZLEM YILI	DAKİKA				SAAT									
	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
2015	8.8	9.3	17.8	22.4	30.3	35.7	41	41.5	41.6	41.7	41.7	44.6	52.8	53.8
2014	6.2	7.9	9.3	14.6	18.9	25.2	29.3	31.8	35	37.1	37.9	38.4	38.4	47.9
2013	10.9	21.6	26.4	42.4	69.9	84.6	116	130	142	151	188	236	238	238
2012	10.6	19.5	21.3	39.6	59.5	82.7	114	118	123	125	125	125	126	139
2011	4.7	6.8	7.8	12.9	20.2	23.4	23.7	24.4	25.2	27.4	38.1	45.3	46.1	47
2010	5.9	7.1	8.5	11.2	13.9	16.8	18.5	25.6	27.4	31.7	36.4	41.8	56.7	67.2
2009	8.2	10.6	13.3	15.9	19.4	21.2	21.2	25.4	26.8	32.4	42.8	51.5	58.4	61
2008	6.8	10.3	11.9	17.2	27.4	33.9	45.7	46.2	46.5	46.5	46.6	46.6	46.6	46.7
2007	10.1	19.9	20.2	39.9	57.7	71.4	75.9	76	76.1	76.1	76.2	76.2	87.8	87.9
2006	5.5	7.9	9.5	17.2	29.4	35.3	39.7	40.1	42.4	43.2	43.4	43.5	43.9	43.9
2005	21.2	22.4	33.1	54.8	98.1	112	113	113	113	113	113	113	113	113
2004	5.4	7.4	8.5	10.3	11.2	16.2	22.3	26.1	30.3	35.1	39.1	39.2	39.4	40.1
2003	19.6	19.6	19.6	19.6	20.1	22.7	24	26.4	31.4	35.7	40.8	44.2	45.7	50
2002	7.3	11.6	14.2	21.4	35.7	40.4	49	53	53.8	53.8	53.9	53.9	76.1	76.1
2001	3.1	4.1	4.9	6.7	6.9	10.1	14.1	17.5	20.1	22.3	27.1	29.1	34.2	40.8
2000	10.7	20.1	27.2	45.2	59.6	77	77.3	77.4	77.4	77.4	77.5	77.5	77.8	78.1
1999	24.3	35.4	46.4	56.6	56.6	56.6	56.6	56.6	56.6	56.6	56.6	56.6	56.6	56.6
1998	8.5	13	15.8	16.2	16.7	18.6	19.2	19.7	19.8	20	20.5	21	21.3	22
1997	17.1	23	25.1	25.4	25.4	25.4	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	29.4	40.8	48.1
1996	10.1	14.1	20.1	30.8	35.9	38.6	38.8	38.8	38.8	38.8	38.8	38.8	39	42.7
1995	5	6.8	8.9	12.7	23.1	34.9	36.5	39.2	43	43.1	44.2	44.3	44.7	45.6
1994	10	13.5	17.3	22.2	24.4	25	25.5	38.9	40.3	41.3	51.9	64.4	66.2	66.5
1993	7.6	10.6	11.3	16.4	21.4	22.1	22.7	22.9	26.2	29.1	29.8	40.3	43.7	45.6
1992	6.6	9.8	12.2	23.4	35.3	44.9	46.4	50.4	52	52.8	54.5	54.8	54.8	54.9
1991	14.8	21.9	27.6	41.6	60.9	66.7	66.7	66.7	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2	68.2
1990	9.1	17.2	18.2	19	23.8	23.8	25.1	27.9	29.8	30.4	37.9	42.6	45.4	50.9
1989	7.2	11.3	15.3	21.4	27.5	35.7	38.7	44.7	48.3	51.2	54	61.8	63.1	71
1988	3.5	6	7	9.7	14.6	15.6	25.5	31.6	36.6	43	49.3	49.7	52.1	61
1987	8.2	10.9	13.1	20.8	22.9	23.2	26.4	30.5	30.5	30.5	30.5	34.2	39.7	45.6
1986	5	7.2	7.6	7.9	12.6	24	28.2	30.2	32.6	34.3	35.1	35.7	60.8	67.6
1985	7.3	8.9	8.9	9.4	10.7	18.6	26.6	34.9	43.6	54	58.1	66.5	80.2	80.4
1984	7.8	9.4	11.4	19.5	24.9	33.5	36.1	38.2	38.8	51	54.1	62.1	64.8	64.8
1983	8.9	10.1	10.4	10.4	11.6	13.7	17.7	21.2	25.3	28.3	30.3	30.9	36	48.7
1982	5.5	8.8	10.4	12.9	21.3	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	23.2	32.4	36.7	58.4
1981	3.6	6.1	8	8.9	13.5	16.3	18.6	22.7	27	30	33.5	35.5	41.4	43.6
1980	5.9	8.6	9.1	9.7	13.8	18.8	21	24.1	24.6	24.7	25.3	30.8	40.2	44.5
1979	14.1	18.6	26.8	38.2	44.1	46.6	47	47	47.2	47.2	47.2	47.4	51.4	54.3
1978	6.8	11.7	14.8	19.7	26.9	32.4	44.3	50.3	59.5	60	61.6	63.8	67	67.6

Çizelge 3.2. (Devam) Meteoroloji Genel Müdürlüğü Samsun Meteoroloji İstasyonu'nda ölçülen standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri (mm).

GÖZLEM YILI	DAKİKA				SAAT									
	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
1977	6.4	8.8	10.7	15.8	21.9	31.4	34.2	35.8	36.3	36.9	41.4	41.4	53.5	55.8
1976	6.1	8.8	10.8	13.3	14.4	15.6	15.8	15.9	16.5	18.8	19.8	21.6	29.1	45.7
1975	14.8	20.9	23.8	38.3	48.7	57.3	57.8	57.8	57.8	57.8	57.8	68.7	69	69
1974	8.4	9.4	11.6	13.2	13.5	16.3	20.6	24.2	27.2	30.1	32.7	35.8	37.8	44.4
1973	4.1	5.5	7.5	9.4	12.9	14.9	19	21.9	24.3	26.2	28.5	37.2	46.6	46.8
1972	8.8	12	16.1	22.1	44.1	57.3	78.5	81.7	81.7	81.7	81.8	81.8	81.8	92
1971	7.4	10.6	14.3	20.2	25.4	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	29	36.7	38.3	38.3
1970	3.2	3.6	4.4	5.9	9.1	14.8	19.3	24.1	25.6	26.9	30.1	40.5	42.1	42.1
1969	8.2	9.9	9.9	10.5	10.5	14.6	15.2	18.5	18.9	23.4	29.8	35.8	48.8	60.7
1968	14	15.8	16.2	24.8	38.6	64.1	64.1	66.8	66.8	66.8	66.8	67.5	67.7	67.7
1967	11	16	19.4	26.8	39.8	62.2	84	105	124	137	165	235	238	244
1966	12.3	17.2	24.3	39	66.3	87.1	91.9	93.5	93.6	113	114	115	115	115
1965	3.6	7.1	9.1	14.9	19.4	23.3	27.6	33.6	39.6	43.8	49.8	51.7	54.2	54.5
1964	7	9.3	10.1	13.7	14.3	14.4	14.4	14.4	16.1	18.6	22.8	29.4	34.2	37.2
1963	10.8	13.6	16.3	20.6	35.8	37.5	38.7	43.1	60.4	72.5	84.6	84.6	85.7	86.1
1962	5.9	8.1	10.1	14.3	14.8	16.1	16.5	16.7	17.8	20.4	24.5	28.6	35	45.8
1961	6.5	8.4	9.8	11.6	14.1	15.6	15.8	15.8	18.8	19.8	21.9	26.2	34.4	39.6
1960	3.7	5.9	7.4	10.8	13.6	22.1	27.7	28.8	30.3	31	34.3	35.4	45.7	55.4
1959	7.5	15	15	25.9	31.3	40.9	41.5	41.7	48.4	48.7	68.1	68.4	68.4	68.4
1958	5	8	8.8	12.1	12.1	12.5	13.6	14.7	16	16.4	18.6	23.4	35.2	46.9
1957	3.9	7.7	9.2	17.7	18.9	22.7	23	23.6	23.9	23.9	24.8	37.7	38.6	39.7
n*	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
Y-ORT*	8.5	12.0	14.6	20.8	28.2	34.4	39	41.7	44.4	47.0	50.9	56.3	60.9	65.0
Y-EB*	24.3	35.4	46.4	56.6	98.1	112	116	130	142	151	188	236	238	244
Std.S*	4.42	6	7.73	12	18.5	22.7	26.1	27.1	28.4	29.8	33.2	40.4	39.5	39.1
Çar.K*	1.59	1.41	1.66	1.30	1.56	1.46	1.58	1.66	1.76	1.84	2.30	3.22	3.30	3.38
UDF*	LN3*	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3	LN3
2	7.6	11	13.1	18.8	24.6	30.3	33.7	36.5	38.6	40.8	43.1	45.5	50.2	54
5	11.5	16.3	19.9	29.5	41	50.4	56.7	60.3	63.4	66.6	70.9	77.1	80.8	83.8
10	14.2	19.9	24.7	36.6	52.3	64.2	72.7	76.9	81	85.2	92.1	103	106	104
25	17.8	24.5	31	45.6	67.1	81.9	93.6	98.9	105	110	122	142	144	146
50	20.5	28	35.8	52.4	78.3	95.2	110	116	123	130	146	175	177	179
100	23.3	31.5	40.8	59.1	89.9	109	126	133	142	150	171	211	213	215
200	26.1	35.1	45.9	65.9	102	123	143	151	161	171	199	252	253	255

*: n: Gözlem sayısı, Y-ORT: Yılda maksimum yağış değerleri ortalaması, Y-EB: Yılda maksimum yağış değerleri, Std.S: Standart sapma, Çar.K: Çarpıklık katsayısı, UDF: Uygun Dağılım Fonksiyonu, LN3: Log Normal III dağılımı

Çizelge 3.3. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Ordu Meteoroloji İstasyonu'nda ölçülen standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri (mm).

GÖZLEM YILI	DAKİKA				SAAT									
	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
2015	11.4	14	22.8	35	39.8	44.4	44.9	50.6	51.5	51.5	64.8	80.7	87.6	87.7
2014	7	8.2	8.7	14.3	24.6	37.3	42.9	47.3	61	72.8	78	78.4	78.5	78.6
2013	8.5	10.5	17.2	23.5	32.2	37.6	39	43	43.9	43.9	47.7	53.3	59.6	70.3
2012	9.2	15.4	18.4	24.3	32.1	33.1	43.4	52.4	57.3	60.6	66.4	66.6	68	68.2
2011	10	19.7	21.4	35.2	44.7	47.7	56.4	66.6	86.7	107	121	138	150	151
2010	5.5	7.5	9.5	19	25	31.3	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5	39.6	47.2
2009	7.5	11.7	15.6	28.9	42.2	49.8	50.5	54.4	57.9	59.9	60.2	60.4	65.2	70
2008	7.1	10.4	12	17.3	26	29.1	32.3	40.4	46	52.4	54.4	54.5	64.5	69
2007	5	8.1	10.1	13.7	17	20.8	24.7	26.4	28.9	30.8	39.8	49.7	70.1	82
2006	8.8	10.1	16.4	23.7	25.3	28.4	30.5	30.7	30.7	33.3	34.1	35.3	39.1	47.5
2005	6.4	9.8	11.1	14.4	15.8	18.6	20.2	28.5	34.7	37.6	45.4	50.6	53.3	55.1
2004	10.1	16.7	20	22.7	23.3	23.9	38.1	41.1	41.1	41.5	44.1	44.7	53.5	55.5
2003	5.9	6.9	7.2	9	16.9	23.3	23.5	23.7	24	24.5	30.5	35.8	37.7	66.9
2002	9.1	12.2	17.3	18.8	19.4	20.8	24.3	28.3	32.5	34.5	43.8	49	74.8	84.8
2001	10.1	18.2	24.5	33.8	55.3	79.4	83.1	84.2	84.4	84.5	97.5	126	126	127
2000	3.8	5.4	6.9	10.6	11.7	17.9	21.9	23	26	26.8	27.4	27.5	28.2	28.3
1999	10.3	20.5	27.7	37.4	41.3	45.4	48.3	52.4	53	53.1	53.2	53.3	53.3	53.3
1998	4.6	6.2	8	12.2	14.1	20.1	22.9	25.8	27.4	30.5	39.5	55	65.1	65.5
1997	5.5	8.9	12.4	18.6	30.2	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	36.6	45.6	55.5	60.2
1996	10.9	19	24.5	34.4	42.3	55.2	56.4	58	61.5	62	65.4	66.8	66.8	67.1
1995	5	9.5	12.8	17.4	18.8	22	23.9	24.2	27.5	31.1	36.8	46.9	57.6	66.5
1994	6.7	12.8	18.2	21.9	24.1	28	30.2	30.3	30.4	30.5	33.1	40.7	45	52.6
1993	2	3.6	4.5	5.6	6.5	8.5	10.5	12.5	14	16.7	20.2	22.1	22.3	59.7
1992	9.5	19	28.5	44.7	75.2	80.7	82.3	82.4	82.4	82.4	82.4	82.4	82.4	94.9
1991	6.6	11	15.4	17.8	21.3	27	31.5	34.5	38.8	42.9	47.9	52	66.3	74.5
1990	3.3	4.8	6	10	11.8	20.9	21.6	26.2	30.3	31.2	32.7	33	35.1	51
1989	4.7	6.9	9.5	12	15.5	25.1	26.6	26.6	27.8	34.8	36.3	38.3	49	57.2
1988	7.5	13.5	14	14.7	24	24.5	26.4	37.9	41.3	41.4	41.9	43.8	44.8	62.4
1987	3	4	4.5	6.8	9.9	10.1	13.6	17.8	21.5	25.5	30.1	34.1	34.9	57.5
1986	5.4	10.8	14.3	22.7	39.3	48.4	50.2	50.2	50.2	50.2	50.2	50.2	50.2	61.9
1985	3.5	5.5	8.3	10	12.5	14.2	18.7	22.4	22.9	23.3	26.7	27.1	27.2	41.9
1984	8.5	10.5	12.6	17.4	17.5	17.5	17.5	17.5	20.4	23	29.5	33.3	40.6	47.7
1983	7.5	14	19.5	20.5	20.9	24.7	26.1	27.2	27.2	27.6	27.6	28.3	28.3	45.4
1982	11.7	15.8	17.1	22.2	35.5	50.6	61.1	69.2	75.7	77.3	79.9	80	80	80
1981	6.2	12.4	18.3	32.3	46.7	52.7	53.6	62.1	69.8	72.6	86.3	89.9	108	110
1980	3.5	5.2	5.5	10.3	11.3	16.5	21.7	27	29.8	31	31.9	31.9	31.9	51.5
1979	6.4	12.3	14.9	24.5	29.9	43.4	46.1	48.6	48.8	48.9	49.7	50	50.3	50.7
1978	4	6.1	8.5	11.5	16.2	21.2	29	35.3	39	40	43.1	51.4	51.5	53.4
1977	8.6	9.2	13	15.4	20.1	27.7	32.8	35.3	36.5	38.7	41.9	55.8	72.2	80.9

Çizelge 3.3. (Devam) Meteoroloji Genel Müdürlüğü Ordu Meteoroloji İstasyonu'nda ölçülen standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri (mm).

GÖZLEM	DAKİKA				SAAT									
YILI	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
1976	5.3	8.5	11.5	14.3	16.8	28.3	29.2	29.4	29.4	29.4	33.8	39.5	57	64.5
1975	6.5	11.5	13.2	22.8	35.2	38.5	54.2	57.9	59.8	60.5	60.5	85.7	129	171
1974	6.4	11.2	11.7	13.3	16.1	18.2	21.9	24.5	26.8	27.7	33.2	34.4	37.5	46.7
1973	6.5	10.7	13.5	20.2	21.6	24.3	26	26.2	26.4	29.5	33.6	37.1	55	55.1
1972	7.7	14.4	19.5	32.4	43.6	51.8	56.9	62.9	68	72.6	85.4	104	137	143
1971	10.4	19.5	25.6	33.2	45	58.4	75.3	88.6	106	117	119	119	119	141
1970	6.7	7.9	11.3	14.8	21.2	21.5	25.2	28.9	34.1	36.8	37.2	38.4	51.6	59.1
1969	5	7.4	7.7	10.3	22.9	28.1	35.3	41.6	46.9	49.6	56	62.7	65.6	67.4
1968	10.8	21.6	29.5	40.7	40.7	43.7	45.8	45.8	45.8	46.2	46.2	46.2	46.2	46.2
1967	11.7	18.6	24	25.8	27	27.5	27.7	27.7	29.7	32.7	41	60.6	86.2	99.7
1966	8	11	13	20.9	34.5	56.2	63.2	68	71.7	73.3	73.7	76.1	90.7	115
1965	6.1	7.1	7.1	7.5	10.5	14.3	17.1	19.9	23	26.5	32.6	49.2	66.2	88.3
n*	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
Y-ORT*	7.1	11.3	14.6	20.4	26.9	32.8	36.7	40.2	43.4	46	50.3	55.9	63.8	73.2
Y-EB*	11.7	21.6	29.5	44.7	75.2	80.7	83.1	88.6	106	117	121	138	150	171
Std.S*	2.48	4.71	6.52	9.48	13.6	16.2	17.2	18.4	20.3	21.9	22.9	25.7	29.2	30.1
Çar.K*	0.12	0.51	0.54	0.66	1.12	1.08	1	0.93	1.09	1.36	1.41	1.46	1.21	1.56
UDF*	LP3*	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3	LP3
2	7	10.8	14	19.2	24.6	29.9	33.6	37	39.5	41.3	45.2	50.6	58.9	65.8
5	9.2	15.2	20	27.9	36.8	44.3	49	53.3	57.1	59.8	64.5	72.3	84.3	91.2
10	10.6	17.9	23.9	33.7	45.5	54.8	61.1	65.2	70.5	74.3	79.7	89	103	111
25	12	21.3	28.4	41	57.1	68.8	75.3	81.5	89.3	95.4	102	113	128	138
50	13	23.6	31.7	46.5	66.1	79.9	87.4	94.6	105	113	121	133	147	161
100	13.9	25.9	34.8	51.9	75.5	91.5	100	108	122	133	142	155	168	186
200	14.8	28.1	37.8	57.3	85.2	104	114	123	140	155	166	179	190	213

*: n: Gözlem sayısı, Y-ORT: Yılda maksimum yağış değerleri ortalaması, Y-EB: Yılda maksimum yağış değerleri, Std.S: Standart sapma, Çar.K: Çarpıklık katsayısı, UDF: Uygun Dağılım Fonksiyonu, LP3: Log Pearson III dağılımı

3.2. Yöntem

Bu araştırmada; Tokat, Samsun ve Ordu il merkezlerinde ölçülen ve sırasıyla Çizelgeler 3.1, 3.2 ve 3.3'te verilen standart süreli maksimum yıllık yağış veri dizilerinin frekans analizlerini yapmak için FREkans ANALiz MODELi (FRANMOD) (Öztekin, 2006) kullanılmıştır.

Öztekin (2006)'da, 36 adet sürekli dağılımlı (continuous distribution) bir frekans analizi için gerekli temel unsurlar, FORTRAN dilinde yazılan ve FRANMOD adı verilen geliştirilmiş bir bilgisayar programı (modeli) yardımıyla sunulmuş; model, kullanıcıya beş farklı biçimlerde veri girme (1-kullanıcı kendi oluşturduğu girdi dosyasını kullanabilir, 2-kullanıcı ekrandan tüm verilerini tek tek girebilir, 3-DRAINMOD modeli (Skaggs, 1978) saatlik yağış formatında hazırlanmış giriş dosyası kullanabilir, 4-Türkiye Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilen saatlik yağış verisi formatındaki giriş dosyalarını kullanabilir, ve 5-Amerika Birleşik Devletleri Ulusal İklim Veri Merkezi saatlik yağış veri giriş formatında hazırlanan dosyaları kullanabilir. Model, girilen verilerin iki farklı biçimde sınıflandırılması (1- sınıfların girdi verilerine göre oluşturulması, 2- sınıfların yığışımlı olasılığa göre oluşturulması) için seçenek sunmaktadır. Modelde sınıfların girdi verilerine göre oluşturulması seçeneğine karar verildiğinde, model bu kez kullanıcılarından sınıfların üst sınırlarını belirlemek için kullanıcıya iki seçenek sunmaktadır; 1- her sınıfın üst sınırını ekrandan sırasıyla kullanıcısının girmesi, 2-modelin sınıfları veya sınıf sayılarını ve sınıfların üst sınırlarını otomatik olarak kendisinin belirlediği seçenek. Frekans analizi için kullanıcının sınıfları veri sayısına göre yığışımlı olasılığa göre belirleme seçeneğini kullandığında ise, model bu kez kullanıcıya önce maksimum yığışımlı olasılığı $n/(n+1)$ (burada n dizi veya veri setindeki girdi veri sayısıdır) eşitlemek isteyip istemediğini sorduktan sonra; 8 farklı yığışımlı olasılık veya pozisyon çizim eşitliği kullanma seçenekleri (1-yığışımlı olasılıkları küçükten büyüğe doğru ekrana kullanıcısının tek tek girmesi, 2-otomatik olarak % de 0'dan başlayarak % 5 artışı yığışımlı olasılık oluşturma, 3- küçükten büyüğe sıralanmış her bir girdi verisi sırası için (i) Cunnane pozisyon çizim eşitliğini $\{(i-0.4)/(n+0.2)\}$ kullanma, 4- küçükten büyüğe sıralanmış her bir girdi verisi sırası için (i) Weibull pozisyon çizim eşitliğini $\{(i)/(n+1)\}$ kullanma, 5- küçükten büyüğe sıralanmış her bir girdi verisi sırası için (i) Gringorton pozisyon çizim eşitliğini $\{(i-0.44)/(n+0.12)\}$ kullanma, 6- küçükten büyüğe sıralanmış her bir girdi verisi sırası için (i) California

pozisyon çizim eşitliğini $\{(i-1)/(n)\}$ kullanma, 7- küçükten büyüğe sıralanmış her bir girdi verisi sırası için (i) Hosking ve arkadaşlarının pozisyon çizim eşitliğini $\{(i-0.35)/(n)\}$ kullanma ve 8- küçükten büyüğe sıralanmış her bir girdi verisi sırası için (i) (i/n) pozisyon çizim eşitliğini kullanıma sunmaktadır.

FRANMOD modelinde girdi verilerine, Wald ve Wolfowitz'in bağımsızlık testi; Kolmogorov-Smirnov, Mann-Whitney, Terry, ve Kruskal-Wallis homojenlik testleri; % 10 önemlilik seviyesinde Grubbs ve Beck'in aykırı veya uç değer (outliers) testi uygulanabilir. Modelde, dağılımlarla tahmin edilen ve gözlenen veriler arasındaki uyumluluk, khi-kare (χ^2), psi (ψ), Kolmogorov-Smirnov (dmax), Cramer-von Mises, Anderson-Darling uygunluk testleri ile ortalama sapma (AD), ortalama artık hata (MRE), ortalama kısmi yüzde hata (ARPE), yeterlilik katsayısı (CE) gibi istatistiklerle ölçülür. Modelde, girdi verisinin aritmetik ortalaması, geometrik ortalaması, harmonik ortalaması, varyansı, standart sapması, basıklık, çarpıklık ve değişkenlik katsayıları ile sıfır ve ortalama etrafındaki momentleri gibi istatistikleri de hesaplanır.

FRANMOD modelinde varolan dağılımların parametrelerini belirlemede; moment (MM), eniyi benzerlik (ML), olasılık ağırlıklı moment (PWM), L-moment (LM), dolaylı moment (IMM), direk moment (DMM), karma moment (MMM), Sundry ortalama moment (SAM), en küçük kareler (LS), sayısal en küçük kareler (NLS), ve en iyi entropy (POME) gibi yöntemler kullanılmaktadır. Modelde 36 adet dağılım mevcuttur. Bu dağılımlar; 2-P (Parametre) standart normal (MM, ML, PWM-LM), 2-P log-normal (MM, ML, PWM-LM), 3-P log-normal (MM, ML, PWM, LM), 2-P gamma (MM, ML, PWM-LM), 3-P Pearson tip 3 (MM, ML, PWM, LM), 3-P log-Pearson tip 3 (IMM, DMM, MMM, SAM, ML, PWM, LM), 3-P ABD Su Kaynaklar İdaresi, 2-P Pearson tip 5 (MM, ML, PWM, LM), 3-P genelleştirilmiş gamma (DMM, MMM, SAM, ML), 1-P üssel (MM, ML), 2-P üssel (MM, ML, PWM-LM), 2-P Gumbel (en büyük) (MM, ML, PWM-LM), 2-P Gumbel (en küçük) (MM, ML, PWM-LM), 2-P Frechet (en büyük) (MM, ML), 3-P Frechet (en küçük) (ML), 3-P Frechet (en büyük) (ML), 2-P Weibull (en küçük) (MM, ML), 3-P Weibull (en küçük) (MM, ML, PWM), 3-P Weibull (en büyük) (ML), 3-P genelleştirilmiş uç değer (MM, ML, PWM-LM), 4-P iki-unsurlu uç değer (ML, PWM), 2-P log-Gumbel (MM, ML, PWM), 3-P log-Gumbel (MM, ML, PWM), 2-P lojistik (MM, ML, PWM-LM), 3-P genelleştirilmiş lojistik (MM, ML, PWM-LM), 2-P

log-lojistik (MM, ML, PWM), 2-P standart beta (MM, ML), 4-P genelleştirilmiş beta (MM, ML), 2-P Pareto (MM, ML, PWM), 2-P genelleştirilmiş Pareto (MM, ML, PWM), 3-P genelleştirilmiş Pareto (MM, ML, PWM, LM, LS, POME), 5-P Wakeby (LM, NLS), 3-P beta-kappa (ML), 3-P beta-P (ML), 2-P kappa (MM, ML), ve 4-P kappa (LM)) dağılımıdır. Dağılımların parametrelerini tahmin etmek için kullanılan prensipler, Öztekin (2006)'da detaylı olarak örneklerle açıklanmıştır. Model her bir dağılım-parametre tahmin yöntemi kombinasyonu için, hem rasgele değişkenin karşılık geldiği aşılma olasılığını, hem de tersini yani aşılma olasılığına karşılık gelen rasgele değişkenin değerini hesaplar.

FRANMOD'un geliştirilmesindeki temel amaç, girdi olarak kullanılacak veri dizilerinin tanımlayıcı istatistik değerlerini hesaplamak, bağımsızlık, homojenlik ve aykırı değer testlerini yaparak farklı parametre tahmin yöntemlerini, 36 adet olasılık dağılımına uygulamak ve birçok uygunluk test istatistiğinin kullanılmasını sağlayarak, tek bir çıktıda yapılan tüm testlerin istatistiksel sonuç ve faydalarını bir araya getirip, en uygun olasılık dağılım fonksiyonuna ve parametre tahmin yöntemine karar vererek, güvenilir tahminler yapılmasını sağlamaktır (Göktürk, 2018). FRANMOD modelinin kaynak kodu Microsoft Visual Studio 97 Fortran derleyicisi kullanılarak FORTRAN bilgisayar programlama dilinde yazılmış olup, DOS işletim sisteminin altında çalıştırılmaktadır. Model, çıktıları yazmak için C disk sürücüsü içerisinde 'statso.dat' olarak adlandırılan yeni bir çıktı metin dosyası üretip, analizlerin sonuçlarını bu dosyaya yazmaktadır. Modelin kaynak kodu bilindiği için yenilikler takip edilerek güncellemeler yapılabilmektedir (Göktürk, 2018).

FRANMOD modeli kullanılarak Tokat, Samsun, Ordu il merkezlerinde ölçülen standard süreli yıllık maksimum yağış veri dizilerine, 32 adet sürekli olasılık dağılım fonksiyonu (Çizelge 3.4) (bu tez çalışması yıllık maksimum standart süreli yağış verilerinin frekans analizi üzerine olduğundan, FRANMOD modelinde minimum (en küçük) verilerin frekans analizinde kullanılan 2-P Gumbel (en küçük), 3-P Frechet (en küçük), 2-P Weibull (en küçük), ve 3-P Weibull (en küçük) dağılımları bu tez çalışmasında kullanılmamıştır) ve bu dağılımların parametre tahmin yöntemleri ile oluşturdukları 84 adet farklı dağılım-parametre tahmin yöntemi kombinasyonu uygulanmıştır. Olasılık dağılım fonksiyon-parametre tahmin yöntem birleşimlerinden hangilerinin gözlenmiş

Çizelge 3.4. Çalışmada kullanılan dağılım-parametre tahmin yöntemi birleşimleri (kombinasyonları).

Sıra No	Dağılım Adı	Dağılım Simge	Parametre Tahmin Yöntemi
1	İki Parametrelili Standart Normal	SN2	MM-ML, PWM-LM
2	İki Parametrelili Log-Normal	LN2	MM, ML, PWM-LM
3	Üç Parametrelili Log-Normal	LN3	MM, ML, PWM, LM
4	İki Parametrelili Gamma	G2	MM, ML, PWM-LM
5	Üç Parametrelili Pearson Tip 3	PT3	MM, ML, PWM, LM
6	Üç Parametrelili Log-Pearson Tip 3	LPT3	IMM, DMM, MMM, SAM, ML, PWM, LM
7	Üç Parametrelili ABD Su Kaynakları İdaresi Metodu	WRCM	-
8	İki Parametrelili Pearson Tip 5	PT5	MM, ML, PWM-LM
9	Üç Parametrelili Genelleştirilmiş Gamma	GG3	DMM, MMM, SAM, ML
10	Bir Parametrelili Üssel	EX1	MM-ML
11	İki Parametrelili Üssel	EX2	MM, ML, PWM-LM
12	İki Parametrelili Gumbel (En Büyük)	GL2	MM, ML, PWM-LM
13	İki Parametrelili Frechet (En Büyük)	FL2	MM, ML
14	Üç Parametrelili Frechet (En Büyük)	FL3	ML
15	Üç Parametrelili Weibull (En Büyük)	WL3	ML
16	Üç Parametrelili Genelleştirilmiş Uç Değer	GEV3	MM, ML, PWM-LM
17	Dört Parametrelili İki Unsurlu Uç Değer	TCEV4	ML, PWM
18	İki Parametrelili Log-Gumbel	LG2	MM, ML, PWM
19	Üç Parametrelili Log-Gumbel	LG3	MM, ML
20	İki Parametrelili Lojistik	L2	MM, ML, PWM-LM
21	Üç Parametrelili Genelleştirilmiş Lojistik	GL3	MM, ML, PWM-LM
22	İki Parametrelili Log-Logistic	LL2	MM, ML, PWM
23	İki Parametrelili Standart Beta	B2	MM, ML
24	Dört Parametrelili Genelleştirilmiş Beta	B4	MM, ML
25	İki Parametrelili Pareto	P2	MM, ML, PWM
26	İki Parametrelili Genelleştirilmiş Pareto	GP2	MM, ML, PWM
27	Üç Parametrelili Genelleştirilmiş Pareto	GP3	MM, ML, PWM, LM, LS, POME
28	Beş Parametrelili Wakeby	WA5	LM, NLS
29	Üç Parametrelili Beta Kappa	BK3	ML
30	Üç Parametrelili Beta-P	BP3	ML
31	İki Parametrelili Kappa	K2	MM, ML
32	Dört Parametrelili Kappa	K4	LM

yıllık standard süreli maksimum yağış dizilerini en iyi temsil ettiğini belirlemek için; genellikle planlama ve projelendirme mühendislerinin 50 yıl ve daha üstü tekerrürlü taşkınların tahminine ağırlık verdikleri dikkate alınarak, özellikle yıllık maksimum gözlem değerlerin ortalamalarından daha yüksek değerlerine yoğunlaşan Üst Çeyrek 1-1 Doğrusundan Ortalama Sapma (UQ_{AD}), Üst Kuyruk Anderson-Darling İstatistiği (U_{T_{An-Da}}), ve Sağ Kuyruk Ortalama Sapma (RT_{AD}) istatistiklerine yer verilmiştir. Bu üç istatistik değerine göre dizileri en iyi temsil eden ilk üç dağılım-parametre tahmin yöntem kombinasyonu belirlenmiştir.

Modelde kullanılan Ortalama Sapma (AD) eşitliği;

$$AD = \frac{\sum_{i=1}^n |o_i - x_i|}{n} \quad (3.1)$$

biçimindedir. Bu eşitlikte, x_i , dağılım-parametre tahmin yöntemi kombinasyonu ile tahmin edilen değer, o_i , ise gözlem değeridir. Yalnızca sağ kuyruk taraf tahmini için uygun dağılımın etkinliğini ölçmek için, veri kümesindeki değerlerin en yüksek yarısı için RT_{AD} istatistiği hesaplanır ve modelin sonuç dosyasında raporlanır. FRANMOD modelinde kullanılan Üst Çeyrek 1-1 Doğrusundan Ortalama Sapma (UQ_{AD}) uygunluk test istatistiği ise, küçükten büyüğe doğru dizilmiş veri setinin (o_i) en küçük alt çeyreği dışındaki kısmı için gözlenen verilere karşılık aşılmama olasılıkları (i/n) ile bu veriler için dağılım-parametre tahmin yöntemi kombinasyonu tarafından tahmin edilen aşılmama olasılıklarının, $F(o_i)$, karşılıklı olarak bir grafikte işaretlenmesi sonucu oluşan noktaların, 1-1 doğrusundan olan ortalama sapma miktarını hesaplar;

$$UQ_{AD} = \sum_{i=n-n/4}^n \left(\left| \frac{i}{n} - F(o_i) \right| \right) / (n - \frac{n}{4}) \quad (3.2)$$

FRANMOD modelinde kullanılan Anderson-Darling (An-Da) uygunluk test istatistiği, değerleri küçükten büyüğe sıralanan veri dizisinin ölçülen yağış değerlerine (o_i) karşılık, dağılım-parametre tahmin yöntemi kombinasyonu tarafından tahmin edilen aşılmama olasılıkları, $F(o_i)$, kullanılarak belirlenmiştir;

$$An - Da = - \sum_{i=1}^n \frac{2i-1}{n} \{ \ln[F(o_i)] + \ln[1 - F(o_{n+1-i})] \} - n \quad (3.3)$$

Anderson-Darling test istatistiği, n serideki gözlem sayısı ve $F(o_i)$ i. gözlem için dağılım-parametre tahmin yöntemi birleşimi tarafından tahmin edilen yığılımlı aşılmama

olasılığıdır. Bu testin küçük değerleri, gözlenen ve tahmin edilen aşılma olasılık değerleri arasındaki uygunluğun derecesini gösterir. Bu istatistik histogramın her iki tarafına da eşit ağırlıkta önem verir. Değiştirilmiş Anderson-Darling (UT_{An-Da}) uygunluk test istatistiği ise, özellikle proje mühendislerinin çalışma alanlarını ilgilendiren 50 yıldan daha fazla tekerrürlü yağışlar için küçükten büyüğe doğru sıralanan veri dizisinin üst kuyruk kısmına daha fazla önem veren Anderson-Darling istatistiğinin bir uyarlamasıdır;

$$UT_{An-Da} = \frac{n}{2} - 2 \sum_{i=1}^n F(o_i) - \sum_{i=1}^n \left(2 - \frac{2i-1}{n} \right) \ln[1 - F(o_i)] \quad (3.4)$$

Çalışmada aşağıda sıralan aşamalar takip edilerek Tokat, Samsun ve Ordu illerine ait herbir standart süre yıllık maksimum yağış verisini en iyi temsil edecek en uygun olasılık dağılımı belirlenecek (Not: FRANMOD modelinde standart süreli yağış değerleri, yağış şiddetine dönüştürülüp model çalıştırıldığında da dağılım-parametre tahmin yöntem performansları değişmemiştir) ve bu dağılımlar kullanılarak herbir dizi için 2-, 5-, 10-, 25-, 50- ve 100-Yıl tekerrürlü yağış miktarları ve bu tahmin edilen yağış değerleri kullanılarak Tokat, Samsun ve Ordu il merkezlerine ait yağış şiddeti-süre-tekerrür eğrileri Excel programı kullanılarak çizilecektir;

- i) Tokat, Samsun ve Ordu illerinin 5-, 10-, 15-, ve 30-Dakika, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 8-, 12-, 18- ve 24-Saat standart süreli yıllık maksimum yağış dizilerinin her biri için FRANMOD modeli tarafından otomatik olarak okunabilecek toplam 42 adet *.txt uzantılı giriş dosyaları oluşturulmuştur (Ordu ili 5-Dakika standart süreli yıllık maksimum yağışlarına ait örnek dosya Ek 1’de verilmiştir);
- ii) FRANMOD modelinde i. aşamada hazırlanan giriş dosyası bilgisayarımızda yer aldığı sürücü ve klasör bilgi dizini ve dosya adı yazılarak otomatik okutulur (Şekil 3.5), daha sonra model çalışma ekranında modelin dizideki veri sayısı girilir; dağılım-parametre tahmin yöntemi kombinasyon performansını ölçmede kullandığımız UQ_{AD} ve UT_{An-Da} istatistik değerlerini elde etmek için frekans sınıflarının girdi verilerine göre oluşturulması seçeneği seçilir. Bu durumda dağılım-parametre tahmin yöntemi kombinasyonu, küçükten büyüğe sıralanmış gözlem verilerine karşılık olasılık ve birikimli olasılıkları tahmin eder; bu durumda modelin sınıf sayılarını ve bu sınıfların üst limitlerini otomatik olarak kendisinin oluşturmasına izin verilir (Şekil 3.5);

```
C:\Users\Lenova\Desktop\fran3.exe

Choose one among following input data entry options
1.User will enter data one at a time on screen
2.Input file of hourly rainfall format of Turkey Meteorological Service
3.Input file of hourly rainfall format of NCDC, USA
4.Input file of hourly rainfall format of DRAINMOD model
5.User format input file
5

Enter the location with the input filename
C:\ab\ordu5d.txt

Specify total number of value
51

Options to form class boundaries:
1. Class boundaries based on input data values
2. Class boundaries based on cumulative probabilities
1

Specify entering option of upper limit of classes
1.User will enter the upper limit values one at a time on screen
2.Program automatically define number of classes and upper limits of them
2
```

Şekil 3.5. FRANMOD modeline giriş (input) verilerinin girilme ekran görüntüsü

- iii) FRANMOD modeli girdi veri dizilerine, Wald ve Wolfowitz'in bağımsızlık testi; Kolmogorov-Smirnov, Mann-Whitney, Terry, ve Kruskal-Wallis homojenlik testleri; % 10 önemlilik seviyesinde Grubbs ve Beck'in aykırı veya uç değer (outliers) testlerinin uygulanmak istenip istenmediği sorulur (Şekil 3.6), istenmesi durumunda bu testler gerçekleştirilir ve bu testlerin sonuçları ekrana yansıtılır ve ayrıca model tarafından modelin her çalıştırılmasında otomatik olarak oluşturulan "statso.dat" uzantılı çıktı veri dosyasına otomatik kaydedilir. Bu çalışmada homojenlik testleri için veri dizisi ortadan ikiye bölünerek homojenlik testleri gerçekleştirilmiş olmasına rağmen, model kullanıcısına veri serisini farklı yerlerden de bölme imkanı vermektedir. Ek olarak, model kullanıcısına veri dizisinde olabilecek uç veya aykırı (outliers) değerleri bertaraf ederek te frekans analizi yapma seçeneği sunmasına rağmen, bu çalışmada bazı veri dizi veya serilerinde uç değerlere rastlanmış, ancak bu verilerin güvenilir olduğu düşünülerek frekans analizinden bu veriler çıkartılmamıştır (Şekil 3.6);
- iv) FRANMOD modelinde mevcut olan frekans dağılımları (Şekil 3.7) listesi ekrana gelir; kullanıcı çalıştırmak istediği dağılımın numarasını girerek, örneğin kullanıcı 3 parametrelili Genelleştirilmiş Gama Dağılımı'nı çalıştırmak istiyorsa, ekrana 9 yazması, ardından gelen bu dağılım için mevcut dört adet parametre

```

Want to apply independent test based on Wald and Wolfowitz theorem (y) or (n) ?
y
Data is independent from each other

Want to apply homogeneity test based on Kolmogorov-Smirnov theorem (y) or (n) ?
y
Enter the number of values in the first group (n1))
25
Based on Kolmogorov-Smirnov test data is homogenous

Want to apply homogeneity test based on Mann-Whitney theorem (y) or (n) ?
y
Enter the number of values in the first group (n1))
25
Based on Mann-Whitney test data is homogenous

Want to apply homogeneity test based on Kruskal-Wallis theorem (y) or (n) ?
y
Enter the number of values in the first group (n1))
25
Based on Kruskal-Wallis test data is homogenous

Want to apply homogeneity test based on Terry test (y) or (n) ?
y
Enter the number of values in the first group (n1) (n1<=n2)
25
Based on Terry test data is homogenous

Want to detect the outliers by using Grubbs and Beck test(y) or (n) ?
y
There are observations their values lower than lower limit

Choose one of the following options for outliers
1-Continue with outliers
2-Remove outliers and then continue
1
Fortran Pause - Enter command<CR> or <CR> to continue.

```

Şekil 3.6. FRANMOD modelinde girdi dizilerinin bağımsızlık, homojenlik ve aykırı veya uç değer (outliers) testleri ekran görüntüsü

tahmin yönteminden birisinin ait olduğu sayıyı, örneğin Direk Momentler Metodu için 1 sayısını ekrana girip Enter tuşuna basması gerekir (Şekil 3.8). Bu durumda model seçilen dağılım ve parametre tahmin yöntemi için çalışır ve sonuçları bilgisayarın yerel diski olan C'ye otomatik olarak 'statso.dat' ismi altında bir metin dosyası oluşturarak onun içine yazar. Ordu ili 5-Dakika standart süreli yıllık maksimum yağışlarına FRANMOD modelinde frekans analiz sınıflarının girdi yani yağış değerlerine göre oluşturulma seçeneği için 9 numaralı Genelleştirilmiş Gama Dağılımı-Direk Momentler Metodu'nun uygulanarak elde edilen sonuçların yer aldığı örnek çıktı dosyası Ek 2'de verilmiştir. FRANMOD modelinin bu çıktı dosyasında, dağılımlarla tahmin edilen ve gözlenen veriler arasındaki uyumluluk, khi-kare (χ^2), psi (ψ),

C:\Users\Lenova\Desktop\fran3.exe

Distributions to Test Data Series

```
1-Standard Normal Distribution
2-Log-Normal Distribution
3-Three-Parameter Log-Normal (Shifted Lognormal) Distribution
4-Two Parameter Gamma Distribution
5-Pearson Type 3 (Three-Parameter Gamma) Distribution
6-Log-Pearson Type 3 (Log-Three-Parameter Gamma) Distribution
7-U.S. Water Resources Council Method Distribution
8-Pearson Type 5 (Inverted Gamma) Distribution
9-Three-Parameter Generalized Gamma Distribution
10-One-Parameter Exponential Distribution
11-Two-Parameter Exponential (Shifted Exponential) Distribution
12-Extreme Value Type 1 (Gumbel,Double Exponential) Distribution (Minima)
13-Extreme Value Type 1 (Gumbel,Double Exponential) Distribution (Maxima)
14-Extreme Value Type 2 (2P)(Frechet,Cauchy)Distribution( Maxima)
15-Extreme Value Type 2 (3P)(Frechet,Cauchy)Distribution(Minima)
16-Extreme Value Type 2 (3P)(Frechet,Cauchy)Distribution(Maxima)
17-Extreme Value Type 3 (2P)(Weibull) Distribution (Minima)
18-Extreme Value Type 3 (3P)(Weibull,Type 3 Extremal)Distribution(Minima)
19-Extreme Value Type 3 (3P)(Weibull,Type 3 Extremal)Distribution(Maxima)
20-Three-Parameter Generalized Extreme Value Distribution
21-Two-Component Extreme Value Distribution
22-Two-Parameter Log-Gumbel Distribution
23-Three-Parameter Log-Gumbel Distribution
24-Two-Parameter Logistic Distribution
25-Three-Parameter Generalized Logistic Distribution
26-Two-Parameter Log-Logistic Distribution
27-Two-Parameter Standard Beta Distribution
28-Four-Parameter General Beta Distribution
29-Two-Parameter Pareto Distribution
30-Two-Parameter Generalized Pareto Distribution
31-Three-Parameter Generalized Pareto Distribution
32-Five-Parameter Wakeby Distribution
33-Three-Parameter Beta-Kappa Distribution
34-Three-Parameter Beta-P Distribution
35-Two-Parameter Kappa Distribution
36-Four-Parameter Kappa Distribution
40-Test all of above Distributions
```

Şekil 3.7. FRANMOD modelinde mevcut frekans dağılımlar.

```
35-Two-Parameter Kappa Distribution
36-Four-Parameter Kappa Distribution
40-Test all of above Distributions
9
Choose one among following parameter estimation methods
1-Direct (Classical) Method of Moments (DMM)
2-Method of Mixed Moments (MMM)
3-Sundry Averages Method of Moments (SAM)
4-Maximum Likelihood Method (ML)
1
```

Şekil 3.8. FRANMOD modelinde çalıştırılacak dağılım ve bu dağılımın parametrelerini tahmin etme yönteminin seçilmesi.

Kolmogorov-Smirnov (dmax), Cramer-von Mises, Anderson-Darling uygunluk test sonuçları ile ortalama sapma (AD), ortalama artık hata (MRE), ortalama kısmi yüzde hata (ARPE), yeterlilik katsayısı (CE) gibi istatistik değerleri de yer alır (Ek 2). Ayrıca, model tarafından girdi verisine ait aritmetik ortalama, geometrik ortalama, harmonik ortalama, varyans, standart sapma, basıklık, çarpıklık ve değişkenlik katsayıları ile sıfır ve ortalama etrafındaki moment değerleri de çıktı dosyasına yazılmıştır (Ek 2). Sonuç verileri incelendiğinde, FRANMOD modelinin frekans analiz sınıflarının girdi gözlem verilerine göre oluşturulması seçeneği kullanıldığında, dağılım-parametre tahmin yöntemi kombinasyonu ile küçükten büyüğe doğru dizilmiş gözlem yağış değerlerine karşılık olasılık ve yığışımlı olasılıklar elde edilir. Sonuç verileri içinden (Ek 2) özellikle dağılım-parametre tahmin yöntemi kombinasyonları performanslarını karşılaştırmada kullanılan UQ_{AD} ve UT_{An-Da} istatistik değerlerini bu sonuç dosyasından alarak, Excel’de FRANMOD modeli ile çalıştırılan tüm dağılımlar ve bu dağılımların parametre tahmin yöntemlerini içeren Excel tablosu oluşturulur. Örnek Excel Tablosu Ek 3’te verilmiştir. Bu Excel tablosuna model çıktı dosyasından standart süreli yağış dizisinin dosya adı, veri sayısı, minimumu, maksimumu, ortalaması, varyansı, standart sapması, çarpıklık katsayısı, basıklık katsayısı, geometrik ortalaması, harmonik ortalaması, varyasyon katsayısı, orijin moment değerleri, ortalama moment değerleri de yazılır. Bu biçimde FRANMOD modelini her çalıştırmada bir adet dağılım ve bir adet o dağılıma ait parametre tahmin yöntemi seçerek modelde mevcut 91 adet dağılım-parametre tahmin yöntemi kombinasyonu dikkate alındığında, zaman ve işgücü gerekeceği için, FRANMOD modeli Şekil 3.6’da verilen tüm dağılımları aynı anda çalıştırma seçeneğini de (40) sunmaktadır. Bu seçenek seçildiğinde (Şekil 3.9), model kullanıcıya sırasıyla tüm dağılımları sırasıyla çalıştırıp çalıştırmamak istediğini ve çalıştırmak istediği dağılımı seçtiğinde ise o dağılıma ait mevcut parametre tahmin yöntemlerinden hangisini seçeceğine karar vermesini istemektedir. Model bu biçimde çalıştırıldığında ise her dağılım için sadece bir parametre tahmin yöntemi seçme imkanı sunduğu için, modeli 7 defa çalıştırarak (Üç Parametrelili Log-Pearson Tip 3 dağılımı 7 farklı parametre tahmin yöntemi içerdiği için) ve her çalıştırmada bir önceki çalıştırmalarda

C:\Users\Lenova\Desktop\fran3.exe

```
34-Three-Parameter Beta-P Distribution
35-Two-Parameter Kappa Distribution
36-Four-Parameter Kappa Distribution
40-Test all of above Distributions
40
Three-parameter Generalized Gamma Distribution
Would you like to run this distribution, y or n ?
y
Choose one among following parameter estimation methods
1-Direct (Classical) Method of Moments (DMM)
2-Method of Mixed Moments (MMM)
3-Sundry Averages Method of Moments (SAM)
4-Maximum Likelihood Method (ML)
2
Three-parameter Log-Pearson Type 3 Distribution
Would you like to run this distribution, y or n ?
y
Choose one among following parameter estimation methods
1-Indirect Method of Moments (WRC)(IMM)
2-Direct Method of Moments (DMM)
3-Method of Mixed Moments (MMM)
4-Sundry Averages Method of Moments (SAM)
5-Maximum Likelihood Method (ML)
6-Probability Weighted Moments (PWM)
7-L-Moments (LM)
1
Three-parameter Pearson Type 3 Distribution
Would you like to run this distribution, y or n ?
y
Choose one among following parameter estimation methods
1-Maximum Likelihood Method
2-Method of Moments
3-Probability Weighted Moments
4-L-Moments
1
Four-parameter Kappa Distribution
Would you like to run this distribution, y or n ?
```

Şekil 3.9. FRANMOD modelinin bünyesinde mevcut dağılımları toplu olarak çalıştırma ekranı.

seçilmeyen dağılım ve parametre tahmin yöntemi kombinasyonunu seçerek bir veri dizisi için UQ_{AD} ve UT_{An-Da} istatistik değerleri elde edilir. Bu durumda her çalıştırmada seçilen dağılımlar ve parametre tahmin yöntemi kombinasyon sonuçlarının bir arada yer aldığı 'statso.dat' isimli sonuç dosyası elde ederiz. Modeli bu biçimde çalıştırmada, model bazı dağılım-parametre tahmin yöntemi kombinasyonları için takılı kalabilmekte veya sonuç üretmeden çıkabilmektedir. Modelin çalışmadığı bu dağılım-parametre tahmin yöntemi kombinasyonları çalışmada değerlendirmeye alınmamıştır;

- v) Tokat, Samsun, Ordu illerine ait standart süreli yıllık maksimum yağış dizilerini en iyi temsil eden dağılım-parametre tahmin yöntemi kombinasyonunu belirlemede kullandığımız üçüncü istatistik olan Sağ Kuyruk Ortalama Sapma (RT_{AD}) istatistik değerlerini elde etmek için FRANMOD modeli bu kez modelde frekans sınıflarının birikimli olasılıklara göre oluşturulması seçeneğine karar verilerek çalıştırılır (Şekil 3.10). Çalışmada en büyük birikimli olasılığı, $n/(n+1)$ 'e eşitlemeden, küçükten büyüğe sıralanmış her bir girdi verisi sırası için birikimli olasılık değerlerinin literatürde yaygın olarak kullanılan Hosking ve arkadaşlarının pozisyon çizim eşitliğini $\{(i-0.35)/(n)\}$ kullanarak oluşturma seçeneği (7) kullanılmıştır (Şekil 3.10). Bu aşamada veri serilerine tekrardan bağımsızlık, homojenlik ve outliers testleri yapmaya gerek yoktur. Bu biçimde modeli çalıştırmada da tüm dağılımları birlikte çalıştırma (40) seçeneği kullanılır. Ordu ili 5-Dakika standart süreli yıllık maksimum yağışlarına FRANMOD modelinde frekans analiz sınıflarının birikimli olasılıklara göre oluşturulma seçeneği için 9 numaralı Genelleştirilmiş Gama Dağılımı-Direk Momentler Metodu'nun uygulanarak elde edilen sonuçların yer aldığı örnek çıktı dosyası Ek 4'de verilmiştir. Sonuç verileri incelendiğinde, FRANMOD modelinin frekans analiz sınıflarının küçükten büyüğe doğru dizilmiş gözlem değerlerine karşılık birikimli olasılıkların Hosking ve arkadaşları çizim pozisyon formülü $\{(i-0.35)/n\}$ kullanılarak oluşturulma seçeneği kullanıldığında, dağılım-parametre tahmin yöntemi kombinasyonu ile küçükten büyüğe doğru dizilmiş bu yığılımsal olasılıklara karşılık yağış değerleri tahmin edilir. Sonuç verileri (Ek 4) içinden dağılım-parametre tahmin yöntemi kombinasyonları performanslarını

```
C:\Users\Lenova\Desktop\fran3.exe

Choose one among following input data entry options
1.User will enter data one at a time on screen
2.Input file of hourly rainfall format of Turkey Meteorological Service
3.Input file of hourly rainfall format of NCDC, USA
4.Input file of hourly rainfall format of DRAINMOD model
5.User format input file
5

Enter the location with the input filename
c:\ab\ordu5d.txt

Specify total number of value
51

Options to form class boundaries:
1. Class boundaries based on input data values
2. Class boundaries based on cumulative probabilities
2

Want to set max. cum. freq. equal  $n/(n+1)$  (y or n)
n

Specify entering option of cumulative probabilities
1.User will enter the cumulative probability values one at a time on screen
2.Accept equal (5%) increases on cumulative probabilities
3.Use Cunnane  $\{(i-0.4)/(n+0.2)\}$  formula for sorted data
4.Use Weibull  $\{i/(n+1)\}$  formula for sorted data
5.Use Gringorton  $\{(i-0.44)/(n+0.12)\}$  formula for sorted data
6.Use California  $\{(i-1)/n\}$  formula for sorted data
7.Use  $\{(i-0.35)/n\}$  formula for sorted data
8.Use  $\{i/n\}$  formula for sorted data
7

Want to determine AD, MRE, ARPE, CE for Cum.F Intervals
n

Want to apply independent test based on Wald and Wolfowitz theorem (y) or (n) ?
```

Şekil 3.10. FRANMOD modeli ile dağılım-parametre tahmin yöntemi performans değerlendirmede Sağ Kuyruk Ortalama Sapma (RTAD) istatistik değerlerini elde etmek için frekans sınıflarının yığışımli olasılıklara göre oluşturulması seçeneğine karar verilerek çalıştırılma ekranı.

karşılaştırmada kullanılan RT_{AD} istatistik değeri bu sonuç dosyasından alınarak, Excel’de FRANMOD modeli ile çalıştırılan tüm diğer dağılımlar ve bu dağılımların parametre tahmin yöntemlerini içeren Excel tablosunun ilgili hücrelerine yazılır (Ek 3). FRANMOD modelinin bu biçimde frekans sınıflarının oluşturulup çalıştırılması sonucunda, seçilen dağılım ve parametre tahmin yöntemi kombinasyonu ile model çalıştırılan standart süreli yağış dizisi için 2-

- 5-, 10-, 25-, 50- ve 100-Yıl tekerrürlü yağış miktarlarını da tahmin ederek 'statso.dat' çıktı sonuç metin dosyasının içine yazar (Ek 4);
- vi) İllere ait standart süreli yıllık maksimum yağış serileri için UQ_{AD} , UT_{An-Da} ve RT_{AD} istatistiklerine göre en iyi ilk üçe giren dağılım-parametre tahmin yöntemi kombinasyonu belirlenir ve bu kombinasyonlar tarafından tahmin edilen 2-, 5-, 10-, 25-, 50- ve 100-Yıl tekerrürlü yağış miktarları aynı Excel tablosuna işlenir (Ek 5);
- vii) Tokat, Samsun ve Ordu il merkezleri yağış gözlem istasyonlarına ait standart süreli maksimum yıllık yağış dizilerini UQ_{AD} , UT_{An-Da} ve RT_{AD} istatistiklerine göre en iyi ilk üçe giren dağılım-parametre tahmin yöntemi kombinasyonları arasından da en iyi temsil edeni belirlemek için, bu üç istatistiğe göre en iyi sonucu veren dağılım-parametre tahmin yöntemlerinin Hosking ve arkadaşlarının pozisyon çizim eşitliğini $\{(i-0.35)/(n)\}$ birikimli olasılıklara karşılık tahmin ettikleri yağışlar, gözlem yağışlarına karşılık 1-1 doğrusu ile Excel'de küçükten büyüğe doğru çizilir, özellikle veri dizilerinin son çeyreğindeki değerler dikkate alınarak ve bu üç ilde yaşanacak sel felaketlerinin de can kaybına neden olmaması için tahmin değerlerinin 1-1 doğrusunun biraz üzerinde olanları görsel olarak incelenerek, veri dizilerini en iyi temsil eden dağılım-parametre tahmin yöntemi olarak seçilir;
- viii) Üç ilde ait standart süreli yağış dizilerini en iyi temsil eden dağılım-parametre tahmin yöntemi ile tahmin edilen 2-, 5-, 10-, 25-, 50- ve 100-Yıl tekerrürlü yağış miktarları (mm), yağış şiddetine (mm/saat) dönüştürülür;
- ix) Tokat, Samsun ve Ordu illeri için ayrı ayrı olmak üzere her bir tekerrür yılı (2-, 5-, 10-, 25-, 50-, 100-, ve 200-Yıl) (T) için, yatay eksenle standart yağış süreleri (dakika), dikey eksenle ise bu standart yağış süreleri karşılığı belirlenen yağış şiddetleri (mm/saat) Excel'de tam logaritmik kağıtta karşılıklı olarak işaretlenerek kesişim noktaları belirlenir, daha sonra bu noktalar birleştirilerek illere ait Yağış şiddeti-süre-tekerrür eğrileri elde edilir;
- x) Çalışmada, Tokat, Samsun, ve Ordu il merkezi yıllık standart süreli yağışlarının FRANMOD modelinde kullanılarak belirlenecek 100-, ve 200-Yıl tekerrürlü yağış şiddeti-süre-tekerrür eğrileri, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji

4. BULGULAR

Bu çalışmada kullanılan Tokat, Samsun ve Ordu il merkezlerinde ölçülen standart süreli yıllık maksimum yağış serilerine ait en küçük, en büyük, ortalama, standart sapma, çarpıklık katsayısı, basıklık katsayısı ve değişkenlik katsayısı istatistik değerleri sırasıyla Çizelge 4.1, Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3'te verilmiştir. Çizelgelerdeki standart sapma istatistiği, verilerin yaygınlığını ölçmede sık kullanılan ölçütlerden biri olup, veri dizisinde bulunan değerlerin aritmetik ortalamaya olan uzaklıklarının derecelendirilmesi olarak tanımlanabilir (Alpar, 2012). Öte yandan çarpıklık katsayılarının (C_s) sifıra yakın değerleri, veri dizilerinin ortalamaya göre simetrik dağıldıklarını (normal dağılım); pozitif değerleri, dizi verilerinin şeklin solunda yoğunlaştığını ve sağ kuyruğunun uzun (sağa çarpık) olduğunu; negatif değerleri ise, dizi verilerinin şeklin sağında yoğunlaştığını ve sol kuyruğunun uzun (sola çarpık) olduğunu ifade eder. Basıklık katsayısı (C_k) ise verilerin normal dağılıma göre ortalama etrafında ne kadar yoğun bir şekilde dağıldığını gösteren bir ölçü olup, eğer bir veri setine ait basıklık katsayısı normal dağılan veri setinden daha pik veya sivri ise pozitif basıklık katsayısına, aksi takdirde (basık) negatif basıklık katsayısına sahip olur. Değişkenlik veya varyasyon katsayısı (C_v) ise standart sapma gibi verilerin bir yayılma ölçüsü olup, değişkenliği yüzde cinsinden ifade eder. Değişkenlik katsayısı küçük olan serilerin, diğerlerine göre daha az değişken olduğu söylenir. Bunun anlamı ise verilerin ortalama etrafında daha homojen olarak dağıldığıdır.

Tokat il merkezi standart süreli yağış istatistik değerleri (Çizelge 4.1) dikkate alındığında, verilerdeki çarpıklık katsayılarının pozitif olması, verilerin solda yığıldıklarını ve sağ kuyruklarının uzun (sağa çarpık) olduğunu ifade etmektedir. En fazla çarpıklık 5-Dakika süreli, en az çarpıklık ise 12-Saat süreli yağış dizilerinde görülmüştür. Verilere ait basıklık katsayıları (C_k) dikkate alındığında ise, 1-Saat süreli standart yağış verilerinin normal dağılıma göre daha basık, diğer veri serilerinin ise normal dağılımdan daha sivri bir biçimde dağıldıkları, en fazla sivrililiğin 5-Dakika süreli yağış serilerinde 5.79 gözlemlendiğini ifade edebiliriz. Ayrıca, verilere ait değişim en fazla 5-Dakika süreli yağışlarda ($C_v = \%51$) gözükmüş olup, yağış süresi arttıkça veri serilerine ait değişim azalmıştır.

Çizelge 4.1. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Tokat Meteoroloji İstasyonu'nda 1966-2015 yıllarında standart zamanlarda gözlenen yıllık en büyük yağış değerlerine ait bazı tanımlayıcı istatistikler.

Yağış Standart Zamanı	$X_{\min}$	$X_{\max}$	X_{ort}	S	C_s	C_k	C_v
5-Dakika	1.8	17.5	5.56	2.81	1.94	5.79	51
10-Dakika	3.1	18.1	7.82	3.56	1.11	1.10	46
15-Dakika	3.6	21.8	9.57	4.33	0.97	0.68	45
30-Dakika	4.3	27.9	11.84	5.42	0.80	0.31	46
1-Saat	6.7	27.9	13.72	5.37	0.60	-0.47	39
2-Saat	8.0	30.0	15.50	5.20	0.73	0.29	34
3-Saat	10.3	30.9	16.59	4.80	0.76	0.54	29
4-Saat	10.7	32.6	17.54	4.86	0.84	0.77	28
5-Saat	11.0	32.9	18.23	4.99	0.94	1.21	27
6-Saat	11.0	33.2	18.96	5.15	0.85	0.75	27
8-Saat	11.0	33.5	20.21	5.30	0.61	0.05	26
12-Saat	11.4	34.9	22.09	5.74	0.58	0.07	26
18-Saat	12.1	42.4	24.25	6.64	0.86	0.50	27
24-Saat	17.6	52.5	29.88	7.69	0.86	1.02	26

*; $X_{\min}$: En küçük veri (mm), $X_{\max}$: En büyük veri (mm), X_{ort} : Ortalama (mm), S: Standart sapma (mm), C_s : Çarpıklık (Skewness) katsayısı, C_k : Basıklık (Kurtosis) katsayısı, C_v : Değişkenlik (Variation) katsayısı (%)

Çizelge 4.2. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Samsun Meteoroloji İstasyonu'nda 1957-2015 yıllarında standart zamanlarda gözlenen yıllık en büyük yağış değerlerine ait bazı tanımlayıcı istatistikler.

Yağış Standart Zamanı	$X_{\min}$	$X_{\max}$	X_{ort}	S	C_s	C_k	C_v
5-Dakika	3.1	24.3	8.48	4.42	1.59	2.98	52
10-Dakika	3.6	35.4	12.04	5.97	1.41	2.74	50
15-Dakika	4.4	46.4	14.64	7.73	1.66	3.90	53
30-Dakika	5.9	56.6	20.76	11.98	1.30	1.22	58
1-Saat	6.9	98.1	28.23	18.47	1.56	2.68	65
2-Saat	10.1	111.8	34.44	22.65	1.46	1.75	66
3-Saat	13.6	116.1	38.73	26.06	1.58	2.01	67
4-Saat	14.4	130.0	41.69	27.09	1.66	2.42	65
5-Saat	16.0	142.2	44.38	28.43	1.76	3.03	64
6-Saat	16.4	151.2	46.95	29.82	1.84	3.36	64
8-Saat	18.6	188.3	50.91	33.24	2.30	6.19	65
12-Saat	21.0	235.5	56.26	40.41	3.22	11.94	72
18-Saat	21.3	238.2	60.92	39.54	3.30	12.54	65
24-Saat	22.0	244.2	65.00	39.09	3.38	12.97	60

*; $X_{\min}$: En küçük veri (mm), $X_{\max}$: En büyük veri (mm), X_{ort} : Ortalama (mm), S: Standart sapma (mm), C_s : Çarpıklık (Skewness) katsayısı, C_k : Basıklık (Kurtosis) katsayısı, C_v : Değişkenlik (Variation) katsayısı (%)

Çizelge 4.3. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Ordu Meteoroloji İstasyonu'nda 1965-2015 yıllarında standart zamanlarda gözlenen yıllık en büyük yağış değerlerine ait bazı tanımlayıcı istatistikler.

Yağış Standart Zamanı	$X_{\min}$	$X_{\max}$	X_{ort}	S	C_s	C_k	C_v
5-Dakika	2.0	11.7	7.09	2.48	0.12	-0.62	35
10-Dakika	3.6	21.6	11.29	4.71	0.51	-0.42	42
15-Dakika	4.5	29.5	14.60	6.52	0.54	-0.30	45
30-Dakika	5.6	44.7	20.41	9.48	0.66	-0.13	47
1-Saat	6.5	75.2	26.89	13.56	1.12	1.89	50
2-Saat	8.5	80.7	32.76	16.20	1.08	1.15	50
3-Saat	10.5	83.1	36.67	17.24	0.98	0.62	47
4-Saat	12.5	88.6	40.21	18.35	0.93	0.32	46
5-Saat	14.0	105.5	43.44	20.25	1.09	0.81	47
6-Saat	16.7	117.1	45.96	21.87	1.36	1.83	48
8-Saat	20.2	120.5	50.25	22.92	1.41	1.83	46
12-Saat	22.1	138.4	55.87	25.66	1.46	2.17	46
18-Saat	22.3	149.6	63.81	29.17	1.21	1.36	46
24-Saat	28.3	171.3	73.15	30.14	1.56	2.28	41

*; $X_{\min}$: En küçük veri (mm), $X_{\max}$: En büyük veri (mm), X_{ort} : Ortalama (mm), S: Standart sapma (mm), C_s : Çarpıklık (Skewness) katsayısı, C_k : Basıklık (Kurtosis) katsayısı, C_v : Değişkenlik (Variation) katsayısı (%)

Samsun il merkezi standart süreli yağış istatistik değerleri (Çizelge 4.2) dikkate alındığında, verilerdeki çarpıklık katsayılarının pozitif ve hepsinde 1.2'den büyük olması ve uzun süreli yağış serilerinde daha yüksek çarpıklık katsayılarının hesaplanmış olması, verilerin solda yığıldıklarını ve sağ kuyruklarının daha uzun (sağa çarpık) olduğunu ve bu özelliklerin uzun süreli yağış serilerinde daha belirgin olduğunu ifade etmektedir. En fazla çarpıklık 24-Saat süreli, en az çarpıklık ise 30-Dakika süreli yağış dizilerinde görülmüştür. Verilere ait basıklık katsayıları (C_k) dikkate alındığında ise, tüm veri serilerinin normal dağılımdan daha sivri bir biçimde dağıldıkları, bu sivriliğin Tokat verilerine göre çok daha sivri ve sivriliğin daha uzun süreli yağış serilerinde daha da sivrileştiğini, en fazla sivriliğin 24-Saat süreli yağış serilerinde ($C_k = 12.97$) gözlendiğini ifade edebiliriz. Ayrıca, verilere ait değişim de ($C_v = \%50-72$) yüksek gözlenmiş olup, en fazla değişim 12-Saat süreli yağışlarda ($C_v = \%72$) gözükmüş olup, genelde yüksek yağış süreli serilere ait değişim daha yüksek bulunmuştur.

Ordu il merkezi standart süreli yağış istatistik değerleri (Çizelge 4.3) dikkate alındığında, verilerdeki çarpıklık katsayılarının pozitif ve 0.12-1.56 aralığında değiştiğini ve uzun süreli yağış serilerinde daha yüksek çarpıklık katsayılarının hesaplanmış olması; verilerin

yine solda yığıldıklarını ve sağ kuyruklarının uzun (sağa çarpık) olduğunu ve bu özelliklerin uzun süreli yağış serilerinde daha belirgin olduğunu ifade edebiliriz. En fazla çarpıklık 24-Saat süreli ($C_s = 1.56$), en az çarpıklık ise 5-Dakika süreli yağış dizilerinde görülmüştür. Verilere ait basıklık katsayıları (C_k) dikkate alındığında ise, dakika süreli yağış serilerinin (5-, 10-, 15- ve 30-Dakika) normal dağılımdan daha basık, saat süreli yağış serilerinin (1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 8-, 12-, 18- ve 24-Saat) ise normal dağılımdan daha sivri bir biçimde dağıldıklarını, en yüksek sivriliğin 24-Saat süreli ($C_k = 2.28$) en yüksek basıklığın ise 5-Dakika süreli ($C_k = - 0.62$) yağış serilerinde gözlemlendiğini ifade edebiliriz. Ayrıca, verilere ait değişim de %35-50 aralığında gözlenmiş olup, en fazla değişim 1- ve 2-Saat süreli ($C_v = \%50$) serilerde olmuştur.

İllere ait standart sapma değerleri incelendiğinde, Samsun ve Ordu illerine ait standart süreli yağış serilerine ait standart sapma değerlerinin Tokat değerlerine göre yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, Ordu ili de Samsun ili gibi Karadeniz’e kıyısı olan bir ilimiz olmasına ve toplam uzun yıllık toplam yağış miktarı (1046.4 mm) Samsun ili uzun yıllık toplam yağış miktarından (716.7 mm) yüksek olmasına rağmen, yağış serileri Samsun ili yağış serilerine göre daha az değişken, daha fazla normal dağılıma yakın olduklarını söyleyebiliriz.

Bu çalışmada incelenen Tokat, Samsun ve Ordu il merkezlerine ait yıllık standart süreli yağışların homojenlik ve bağımsızlık testleri, serilerin homojen ve bağımsız olduğunu; uç değer veya aykırı değer (outliers) testi sonucu ise, veri serilerinden sadece Samsun il merkezine ait 24-Saatlik seride iki adet verinin, üst limitten (7.743 mm) büyük olduğu bulunmuştur. Frekans analizine, bu üst limitten büyük çıkan iki adet veri seriden bertaraf edilmeden devam edilmiştir.

Tokat, Samsun ve Ordu il merkezlerinde standart sürelerde ölçülen yıllık maksimum yağış serilerinin FRANMOD modeli ile frekans analizinde, model bazı dağılım-parametre tahmin yöntemi kombinasyonlarında UQ_{AD} , UT_{An-Da} ve RT_{AD} istatistiklerine göre sonuç alınamadı. Model bu kombinasyonların bazılarında hatalı sonuç verdi; bazılarında modelin çalışması takılı kaldı, bazılarında ise model çalışmasının ortasında çıkış yaptı. FRANMOD modeli ile Tokat, Samsun ve Ordu il serileri ve dikkate alınan model tahmin performans istatistiklerine göre sonuç alınamayan dağılım-parametre tahmin yöntemi kombinasyonları genel itibariyle; GG3-DMM, GG3-MMM, LPT3-IMM, LPT3-DMM, LPT3-

MMM, LPT3-SAM, K2-MM, TCEV4-ML, GP3-ML, GP2-ML, B4-ML ve LG3-ML'dir. FRANMOD modeli ile dikkate alınan seriler için sonuç alınamayan bu dağılım-parametre tahmin yöntemleri için neden sonuç alınamadığına ilişkin, model FORTRAN kaynak kodu üzerinde çalışılarak bu dağılım-parametre tahmin yöntemi kombinasyonlarına ait FORTRAN algoritmalarının gözden geçirilmesinde fayda vardır. Bu sonuç alınamayan kombinasyonları çıkarıldığında, bu tez çalışmasının Materyal ve Yöntem kısmında değinilen FRANMOD modeli ile 84 adet dağılım-parametre tahmin yönteminden ancak 72 adeti bu çalışmada kullanılmış oldu.

FRANMOD modeli kullanılarak Tokat, Samsun ve Ordu il merkezlerinde ölçülen 5-, 10-, 15-, ve 30-Dakika, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 8-, 12-, 18- ve 24-Saat standart süreli yıllık maksimum yağış dizilerinin her birine, 32 adet sürekli olasılık dağılım fonksiyonunu ve bu fonksiyonların parametre tahmin yöntemlerinin oluşturduğu 72 kombinasyondan, Üst Çeyrek 1-1 Doğrusundan Ortalama Sapma (UQ_{AD}), Değiştirilmiş Anderson-Darling (UT_{An-Da}) ve Sağ Kuyruk Ortalama Sapma (RT_{AD}) uygunluk test istatistiklerine göre en iyi uyum sağlayan ilk üç dağılım-parametre tahmin yöntemleri iller bazında Çizelge 4.4'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, öne çıkan dağılım-parametre tahmin yöntemlerinin, illere, standart süreli yağışlara ve dikkate alınan uyumluluk testi istatistiklerine göre değişmiştir. Diğer taraftan, Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan ve bu çalışmada kullanılan Tokat, Samsun ve Ordu il merkezlerinde ölçülen tüm standart süreli yıllık maksimum yağış serileri (Çizelge 3.1, Çizelge 3.2, Çizelge 3.3) için, Meteoroloji Genel Müdürlüğü bu illere ait tüm standart süreli yıllık yağış serileri için tek bir uygun dağılıma karar vermiş ve bu dağılımı kullanarak dikkate alınan standart süreler için 2-, 5-, 10-, 25, 50-, 100-, ve 200-Yıl tekerrürlü yağış tahminleri yapmıştır. Tokat ve Samsun il merkezlerine ait veriler için bu dağılım, Log Normal 3 dağılımı iken, Ordu il merkezi verileri için Log Pearson III dağılımıdır. Çizelge 4.4'ten de görüldüğü üzere, iller bazında tüm standart süreli yağış dizilerini en iyi temsil eden tek bir dağılım-parametre tahmin yöntemi kombinasyonu ön plana çıkmamıştır. Daha öncedende ifade edildiği gibi ön plana çıkan dağılım-parametre tahmin yöntemleri illere, dikkate alınan uyum testi istatistiklerine ve standart süreli yağış serilerine göre değişmiştir.

Çizelge 4.4. Tokat, Samsun ve Ordu il merkezlerinde standart zamanlarda gözlenen yıllık en büyük yağış dizilerine UQ_{AD} , UT_{An-Da} , ve RT_{AD} uygunluk test istatistiklerine göre en iyi uyum sağlayan ilk üç dağılım-parametre tahmin yöntemi.

Yağış	İstatistik	Sıra	İllere Göre Dağılım-Parametre Tahmin Yöntemi		
			Tokat	Samsun	Ordu
5-Dakika	UQ_{AD}	1	2P L. Lojistik MM	3P Beta P ML L-M	5P Wakeby NLS
		2	2P L. Lojistik ML	3P Beta-P ML NR	4P G. Beta ML
		3	3P L. Gumbel ML	3P G. Lojistic PWM	4P G. Beta MM
	UT_{An-Da}	1	3P Beta-Kappa ML-NR	5P Wakeby LM	5P Wakeby NLS
		2	3P G. Lojistik ML	3P Beta-P ML L-M	5P Wakeby LM
		3	4P Kappa LM	3P Beta-Kappa ML-NR	4P G. Beta MM
	RT_{AD}	1	2P L. Lojistik ML	5P Wakeby NLS	5P Wakeby LM
		2	3P G. Uç D. PWM-LM	2P Üssel MM	5P Wakeby NLS
		3	2P L. Lojistik PWM	2P Üssel PWM-LM	4P G. Beta ML
10-Dakika	UQ_{AD}	1	2P Üssel MM	2P Kappa ML	4P Kappa LM
		2	3P Pearson T3 PWM	2P S. Beta MM, ML	5P Wakeby LM
		3	3P Pearson T3 LM	2P Gamma MM	5P Wakeby NLS
	UT_{An-Da}	1	5P Wakeby LM	2P G. Pareto MM	5P Wakeby LM
		2	4P Kappa LM	5P Wakeby LM	4P Kappa LM
		3	3P Pearson T3 LM	5P Wakeby NLS	4P 2 Unsurlu Uç D. PWM
	RT_{AD}	1	5P Wakeby NLS	2P Kappa-ML	5P Wakeby NLS
		2	4P G. Beta MM	3P G. Pareto MM	5P Wakeby LM
		3	3P G. Pareto MM	5P Wakeby LM	3P G. Pareto MM
15-Dakika	UQ_{AD}	1	2P Gamma PWM-LM	3P Pearson T3 MM	3P Pearson T3 ML; 2P Gamma MM
		2	2P Gamma MM	3P Pearson T3 PWM	3P Pearson T3 ML; 2P Gamma MM
		3	3P Pearson T3 MM	2P L. Normal MM	3P L. Pearson T3 MMM
	UT_{An-Da}	1	5P Wakeby LM	5P Wakeby LM	5P Wakeby LM
		2	4P Kappa LM	5P Wakeby NLS	4P Kappa LM
		3	4P G. Beta MM	3P G. Pareto MM	5P Wakeby NLS
	RT_{AD}	1	5P Wakeby NLS	3P Pearson T3 MM	5P Wakeby NLS
		2	4P G. Beta MM	2P L. Normal PWM-LM	5P Wakeby LM
		3	3P G. Pareto MM	2P Kappa ML	3P G. Pareto MM

Çizelge 4.4. (Devam) Tokat, Samsun ve Ordu il merkezlerinde standart zamanlarda gözlenen yıllık en büyük yağış dizilerine UQ_{AD} , UT_{An-Da} , ve RT_{AD} uygunluk test istatistiklerine göre en iyi uyum sağlayan ilk üç dağılım-parametre tahmin yöntemi

Yağış	İstatistik	Sıra	İllere Göre Dağılım-Parametre Tahmin Yöntemi		
			Tokat	Samsun	Ordu
30-Dakika	UQ_{AD}	1	2P Lojistik PWM-LM	3P Beta P ML L-M	5P Wakeby NLS
		2	2P Lojistik MM	3P Beta-Kappa ML-NR	4P G. Beta MM
		3	2P Gamma ML	3P G. Uç D.-ML	5P Wakeby LM
	UT_{An-Da}	1	3P G. Pareto MM	2P Pearson T5 PWM-LM	5P Wakeby LM
		2	5P Wakeby LM	2P Pearson T5 MM	5P Wakeby NLS
		3	3P G. Pareto LM	3P L. Pearson T3 PWM	4P Kappa LM
	RT_{AD}	1	3P G. Uç D. MM	4P G. Beta MM	5P Wakeby NLS
		2	2P Lojistik PWM-LM	3P G. Pareto LM	3P G. Pareto LM
		3	3P Weibull ML	5P Wakeby LM	4P G. Beta MM
1-Saat	UQ_{AD}	1	5P Wakeby NLS	2P Üssel MM	2P Pareto PWM
		2	2P Kappa ML	3P L. Normal PWM	2P S. Normal ML
		3	3P G. Pareto LS	3P L. Normal LM	3P L. Normal ML-BM
	UT_{An-Da}	1	3P G. Pareto MM	2P Üssel PWM-LM	5P Wakeby NLS
		2	3P G. Pareto LM	4P Kappa LM	4P Kappa LM
		3	5P Wakeby LM	5P Wakeby LM	4P G. Beta ML
	RT_{AD}	1	2P S. Normal LM	4P G. Beta MM	5P Wakeby NLS
		2	2P S. Normal ML	5P Wakeby NLS	2P Kappa ML
		3	3P G. Pareto MM	3P G. Pareto MM	2P Gamma MM
2-Saat	UQ_{AD}	1	2P Gamma ML	4P G. Beta MM	2P S. Normal ML
		2	3P L. Pearson T3 ML	4P Kappa LM	3P Weibull ML
		3	3P Weibull ML	2P Üssel ML	2P S. Normal LM
	UT_{An-Da}	1	5P Wakeby LM	4P Kappa LM	5P Wakeby LM
		2	4P G. Beta MM	4P G. Beta MM	5P Wakeby NLS
		3	4P Kappa LM	3P Pearson T3 LM	4P Kappa LM
	RT_{AD}	1	4P G. Beta ML	4P G. Beta MM	2P Kappa ML
		2	3P G. Uç D. MM	4P Kappa LM	3P G. Pareto LM
		3	2P Gamma ML	5P Wakeby NLS	5P Wakeby NLS

Çizelge 4.4. (Devam) Tokat, Samsun ve Ordu il merkezlerinde standart zamanlarda gözlenen yıllık en büyük yağış dizilerine UQ_{AD} , UT_{An-Da} , ve RT_{AD} uygunluk test istatistiklerine göre en iyi uyum sağlayan ilk üç dağılım-parametre tahmin yöntemi

Yağış	İstatistik	Sıra	İllere Göre Dağılım-Parametre Tahmin Yöntemi		
			Tokat	Samsun	Ordu
3-Saat	UQ_{AD}	1	2P Lojistik MM	3P Pearson T3-LM	3P Weibull ML
		2	3P Pearson T3 ML	4P Kappa-LM	2P S. Normal ML
		3	2P Lojistik PWM-LM	3P G. Pareto LM 5P Wakeby LM	2P S. Normal LM
	UT_{An-Da}	1	5P Wakeby NLS	3P Pearson T3 LM	5P Wakeby LM
		2	2P Gamma PWM-LM	4P Kappa LM	5P Wakeby NLS
		3	2P Gamma MM	3P L. Pearson T3 LM	4P Kappa LM
	RT_{AD}	1	5P Wakeby NLS	4P G. Beta MM	2P Kappa ML
		2	2P Gamma PWM-LM	4P Kappa LM	4P G. Beta MM
		3	2P Gamma MM	5P Wakeby NLS	3P G. Pareto MM
4-Saat	UQ_{AD}	1	3P ABD Su Kay. İdaresi	3P L. Pearson T3 ML	3P L. Pearson T3 DMM, 2P Gamma MM
		2	3P Weibull ML	2P L. Gumbel ML	2P Gamma PWM-LM
		3	3P Pearson T3 ML	2P Frechet ML	5P Wakeby NLS
	UT_{An-Da}	1	5P Wakeby NLS	3P L. Pearson T3 LM	5P Wakeby LM
		2	5P Wakeby LM	3P L. Pearson T3 PWM	3P G. Pareto LM
		3	2P L. Normal PWM-LM	3P L. Pearson T3 ML	4P Kappa LM
	RT_{AD}	1	2P L. Normal ML	4P G. Beta MM	4P G. Beta MM
		2	5P Wakeby NLS	5P Wakeby LM	5P Wakeby NLS
		3	2P L. Normal MM	5P Wakeby NLS	3P G. Pareto MM
5-Saat	UQ_{AD}	1	2P L. Lojistik MM	3P L. Pearson T3 PWM	5P Wakeby NLS
		2	3P G. Lojistik MM	3P L. Pearson T3 LM	3P G. Pareto MM
		3	2P Lojistik ML	3P L. Pearson T3 IMM	2P Gamma MM
	UT_{An-Da}	1	5P Wakeby LM	3P L. Pearson T3 LM	4P G. Beta MM
		2	3P Beta-P ML NR	3P L. Pearson T3 PWM	4P Kappa LM
		3	5P Wakeby NLS	3P L. Normal LM	5P Wakeby LM
	RT_{AD}	1	3P G. Lojistik MM	3P G. Pareto POME	4P G. Beta MM
		2	2P L. Normal ML	3P Pearson T3 PWM	5P Wakeby NLS
		3	3P G. Gamma ML	3P Pearson T3 LM	3P G. Pareto MM

Çizelge 4.4. (Devam) Tokat, Samsun ve Ordu il merkezlerinde standart zamanlarda gözlenen yıllık en büyük yağış dizilerine UQ_{AD} , UT_{An-Da} , ve RT_{AD} uygunluk test istatistiklerine göre en iyi uyum sağlayan ilk üç dağılım-parametre tahmin yöntemi

Yağış	İstatistik	Sıra	İllere Göre Dağılım-Parametre Tahmin Yöntemi		
			Tokat	Samsun	Ordu
6-Saat	UQ_{AD}	1	2P Gumbel MM	3P Beta-P ML NR	3P G. Uç D. MM
		2	2P L. Lojistik PWM	3P Beta-P ML L-M	2P Gamma PWM-LM
		3	3P G. Lojistik MM	3P G. Uç D. ML	2P Gumbel PWM-LM
	UT_{An-Da}	1	5P Wakeby LM	3P L. Pearson T3 LM	4P Kappa LM
		2	3P L. Normal PWM	3P L. Pearson T3 PWM	5P Wakeby LM
		3	3P L. Normal LM	3P L. Normal PWM	3P G. Pareto LM
	RT_{AD}	1	3P Weibull ML	5P Wakeby LM	4P G. Beta MM
		2	2P L. Normal ML	4P Kappa LM	5P Wakeby NLS
		3	5P Wakeby NLS	3P L. Normal PWM	3P G. Pareto MM
8-Saat	UQ_{AD}	1	3P L. Normal MM	2P L. Gumbel PWM	4P Kappa LM
		2	3P Pearson T3 MM	3P G. Lojistik PWM	5P Wakeby LM
		3	3P G. Uç D. MM	3P G. Lojistik LM	3P G. Pareto LM
	UT_{An-Da}	1	5P Wakeby LM	5P Wakeby LM	2P Üssel PWM-LM
		2	5P Wakeby NLS	3P L. Pearson T3 PWM	5P Wakeby LM
		3	4P Kappa LM	3P L. Pearson T3 LM	4P Kappa LM
	RT_{AD}	1	5P Wakeby NLS	5P Wakeby NLS	4P G. Beta MM
		2	5P Wakeby LM	3P L. Normal PWM	4P G. Beta ML
		3	4P G. Beta MM	3P L. Normal LM	5P Wakeby NLS
12-Saat	UQ_{AD}	1	3P L. Gumbel MM	2P Pearson T5 MM	2P Üssel MM
		2	3P Beta-Kappa ML-NR	3P G. Lojistik WM	3P G. Uç D. ML
		3	2P Gumbel MM	3P G. Lojistik LM	3P Frechet ML
	UT_{An-Da}	1	2P Gumbel ML	3P Beta-P ML NR	3P L. Pearson T3 PWM
		2	5P Wakeby LM	5P Wakeby LM	3P L. Pearson T3 LM
		3	4P 2 Unsurlu Uç D. PWM	3P Beta-P ML NR	3P G. Lojistik ML
	RT_{AD}	1	5P Wakeby LM	3P L. Pearson T3 ML	2P Üssel MM
		2	5P Wakeby NLS	2P L. Gumbel MM	4P G. Beta MM
		3	4P Kappa LM	3P Beta-Kappa ML-NR	2P Üssel PWM-LN

Çizelge 4.4. (Devam) Tokat, Samsun ve Ordu il merkezlerinde standart zamanlarda gözlenen yıllık en büyük yağış dizilerine UQ_{AD} , UT_{An-Da} , ve RT_{AD} uygunluk test istatistiklerine göre en iyi uyum sağlayan ilk üç dağılım-parametre tahmin yöntemi

Yağış	İstatistik	Sıra	İllere Göre Dağılım-Parametre Tahmin Yöntemi		
			Tokat	Samsun	Ordu
18-Saat	UQ_{AD}	1	5P Wakeby NLS	2P L. Lojistik ML	3P Beta-P ML NR
		2	3P Pearson T3 MM	4P Kappa LM	2P L. Lojistik MM
		3	2P L. Normal PWM-LM	2P Frechet MM	2P L. Gumbel PWM
	UT_{An-Da}	1	5P Wakeby LM	4P Kappa LM	3P G. Lojistik ML
		2	5P Wakeby NLS	3P G. Uç D. PWM-LM	3P Beta-Kappa ML-NR
		3	4P Kappa LM	3P Beta-P L-M	3P Beta-P ML L-M
	RT_{AD}	1	5P Wakeby NLS	2P L. Gumbel MM	2P Üssel MM
		2	3P G. Pareto LM	3P Frechet ML	5P Wakeby NLS
		3	3P G. Pareto MM	3P G. Uç D. ML	5P Wakeby LM
24-Saat	UQ_{AD}	1	2P L. Lojistik MM	5P Wakeby LM	3P Beta-P ML NR
		2	2P L. Lojistik ML	2P Pareto MM	3P Beta-P ML L-M
		3	3P Beta-P ML NR	3P G. Uç D. PWM-LM	2P L. Gumbel PWM
	UT_{An-Da}	1	4P Kappa LM	3P G. Uç D. PWM-LM	3P Beta-P ML NR
		2	3P Beta-Kappa ML-NR	3P Beta-P ML L-M	3P Beta-P ML L-M
		3	3P G. Lojistik ML	3P Beta-P ML NR	5P Wakeby LM
	RT_{AD}	1	5P Wakeby NLS	3P Beta-P ML NR	4P G. Beta MM
		2	5P Wakeby LM	3P Beta-P ML L-M	2P Üssel MM
		3	2P Gumbel MM	3P L. Pearson T3 PWM	3P Pearson T3 PWM

Tokat, Samsun ve Ordu il merkezlerinde standart zamanlarda gözlenen yıllık en büyük yağış dizilerine UQ_{AD} , UT_{An-Da} , ve RT_{AD} uygunluk test istatistiklerine göre en iyi uyum sağlayan ilk üç dağılım-parametre tahmin yöntemlerini illere ve dikkate alınan uyum istatistiklerine göre elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Tokat il merkezi yağış istasyonunun standart süreli yıllık maksimum yağışlarının Üst Çeyrek Ortalama Sapma (UQ_{AD}) uygunluk test istatistiği dikkate alındığında; 5-Dakika, 5-Saat ve 24-Saat süreli yağış serileri için 2 parametrelili Log Lojistik dağılımının; 10-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisi için 2 parametrelili Üssel dağılımının; 15-Dakika ve 2-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizileri için 2 parametrelili Gamma dağılımının; 30-Dakika ve 3-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizileri için 2 parametrelili

Lojistik dağılımının; 6-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisi için 2 parametrelili Gumbel dağılımının; 8-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisi için 3 parametrelili Log Normal dağılımının; 1-Saat ve 18-Saat süreli yağış dizileri için Wakeby dağılımının; 4-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisi için 3 parametrelili ABD Su Kaynakları İdaresi dağılımının ve son olarak 12-Saat süreli yağış dizisi için 3 parametrelili Log-Gumbel dağılımının dizilere en iyi uyum sağlayan dağılımlar olduğu belirlenmiştir. Tokat ili verilerine ait standart süreli yağış dizilerinin Çizelge 4.1’de verilen çarpıklık (C_s) ve basıklık (C_k) katsayılarının birlikte dikkate alındığında, normal dağılıma en yakın serilerin 8-Saat ve 12-Saat süreli seriler olmasına rağmen, bu seriler için normal dağılımdan daha iyi uyum sağlayan dağılımlar (8-Saat süreli dizi için 3 parametrelili L. Normal ve 3 parametrelili Pearson Tip 3; 12-Saat süreli dizi için 3 parametrelili L. Gumbel) ön plana çıkmıştır. Dağılım-parametre tahmin yöntemi kombinasyonlarının Tokat ili standart süreli yıllık maksimum yağış dizilerine uyum performanslarını değerlendirmede Üst Kuyruk Anderson-Darling (UT_{An-Da}) uygunluk test istatistiğini dikkate aldığımızda ise; 5-Dakika süreli dizi için 3 parametrelili Beta-Kappa; 10-, 15-Dakika ve 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 8-, ve 18-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizileri için 5 parametrelili Wakeby; 30-Dakika ve 1-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizileri için 3 parametrelili Genelleştirilmiş Pareto; 12-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisi için ise 2 parametrelili Gumbel, ve 24-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizileri için 4 parametrelili Kappa dağılımları en iyi uyumlu dağılımlar olarak ön plana çıkmıştır. Tokat il merkezi standart süreli yağış dizilerine Sağ Kuyruk Ortalama Sapma (RT_{AD}) uygunluk test istatistiğine göre en iyi uyum sağlayan dağılımlar ise; 5-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisi için 2 parametrelili Log Lojistik; 10- ve 15-Dakika, 3-, 8-, 12-, 18- ve 24-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizileri için 5 parametrelili Wakeby; 30-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisi için 3 parametrelili Genelleştirilmiş Uç Değer; 1-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisi ($C_s = 0.60$ ve $C_k = -0.47$) için 2 parametrelili Standart Normal; 2-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisi için 4 parametrelili Genelleştirilmiş Beta; 4-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisi için 2 parametrelili Log Normal; 5-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisi için 3 parametrelili Genelleştirilmiş Lojistik; 6-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisi için ise 3 parametrelili Weibul olmuştur. Tokat verilerinde dikkate alınan her üç uygunluk test istatistiğinde de aynı dağılım sadece 18-Saat süreli yıllık maksimum yağışlar için bulunan 5 parametrelili Wakeby dağılımında olmuştur.

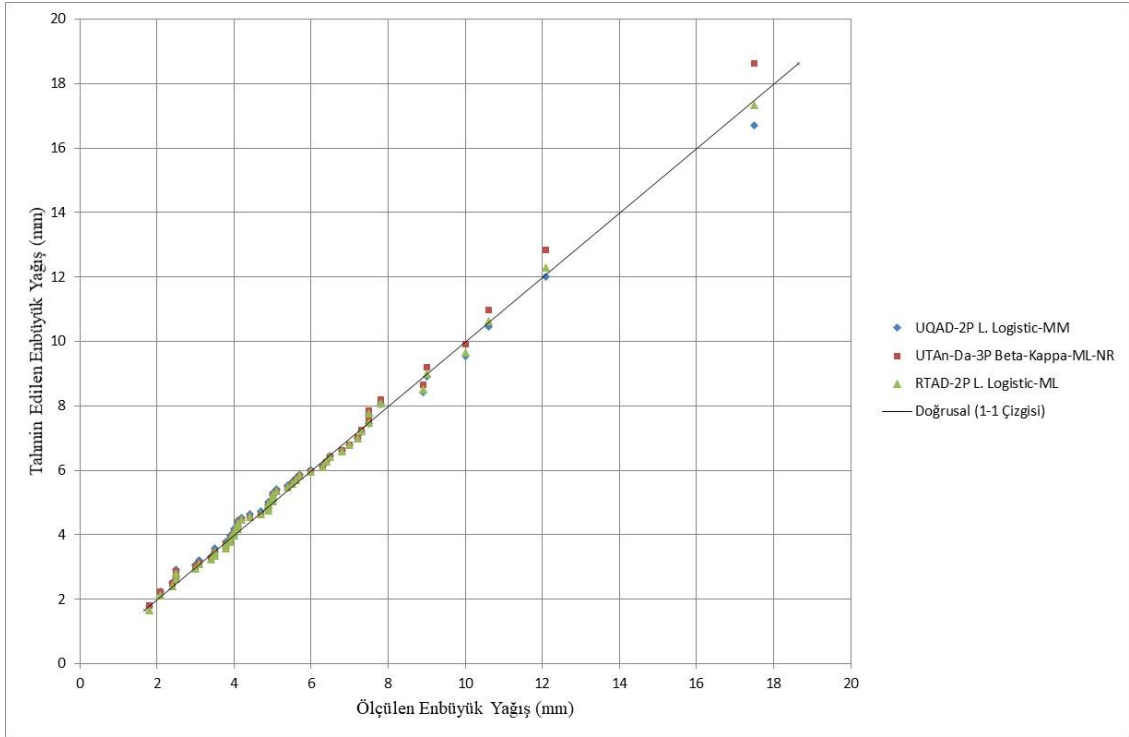
Samsun il merkezi yağış istasyonunun verilerine ait standart süreli yağış dizilerinin Çizelge 4.2’de verilen çarpıklık (C_s) ve basıklık (C_k) katsayıları birlikte dikkate alındığında, serilerin hepsinin normal dağılımdan uzak olduğu, normal dağılıma en yakın dizinin 30-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisi ($C_s = 1.30$ ve $C_k = 1.22$) olduğu belirlenmiştir. Çizelge 4.4’te verilen Samsun il merkezi standart süreli yıllık maksimum yağışlarının Üst Çeyrek Ortalama Sapma (UQ_{AD}) uygunluk test istatistiği dikkate alındığında; 5-, 30-Dakika ve 6-Saat süreli yıllık maksimum yağış serileri için 3 parametrelili Beta P dağılımının; 10-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisi için 2 parametrelili Kappa dağılımının; 15-Dakika ve 3-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizileri için 3 parametrelili Pearson Tip 3 dağılımının; 1-Saat süreli yıllık maksimum yağış serileri için 2 parametrelili Üssel dağılımının, 2-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizileri için 4 parametrelili Genelleştirilmiş Beta dağılımının, 18-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizileri için 2 parametrelili Log Lojistik dağılımının yanısıra, bu üç dizi için 4 parametrelili Kappa dağılımında iyi sonuçlar verdiğini belirledik. Ayrıca 4-Saat ve 5-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizileri için 3 parametrelili Log Pearson Tip 3 dağılımının; 8- Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisi için 2 parametrelili Log Gumbel ve 12- Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisi için 2 parametrelili Pearson Tip 5 dağılımlarının yanısıra, bu iki dizi için 3 parametrelili Genelleştirilmiş Lojistik dağılımının iyi sonuç verdiği; 24- Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisi için ise 5 parametrelili Wakeby dağılımının en iyi uyum sağlayan dağılım olduğu tespit edilmiştir. Dağılım-parametre tahmin yöntemi kombinasyonlarının Samsun ili standart süreli yıllık maksimum yağış dizilerine uyum performanslarını değerlendirmede Üst Kuyruk Anderson-Darling (UT_{An-Da}) uygunluk test istatistiğini dikkate aldığımızda ise; 5- ve 15-Dakika, ve 8-Saat süreli yıllık maksimum yağışlar için 5 parametrelili Wakeby; 10-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisi için 2 parametrelili Genelleştirilmiş Pareto; 30-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisi için 2 parametrelili Pearson Tip 5; 1-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisi için 2 parametrelili Üssel; 2- ve 18-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizileri için 4 parametrelili Kappa; 3-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisi için 3 parametrelili Pearson Tip 3; 4-, 5- ve 6-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizileri için 3 parametrelili Log Pearson Tip 3; 12-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisi için 3 parametrelili Beta-P ve son olarak 24-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisi için 3 parametrelili Genelleştirilmiş Uç Değer dağılımları en iyi uyum sağlayan dağılımlar olarak bulunmuştur. Samsun il merkezi standart süreli yağış

dizilerine Sağ Kuyruk Ortalama Sapma (RT_{AD}) uygunluk test istatistiğine göre en iyi uyum sağlayan dağılımlar ise, 5-Dakika, 6- ve 8-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizileri için 5 parametrelili Wakeby; 10-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisi için 2 parametrelili Kappa; 15-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisi için 3 parametrelili Pearson Tip 3; 30-Dakika, 1-, 2-, 3-, 4-, ve 5-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizileri için 4 parametrelili Genelleştirilmiş Beta; 12-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisi için 3 parametrelili Log Pearson Tip 3; 18-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisi için 2 parametrelili Log Gumbel; 24-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisi için 3 parametrelili Beta-P olmuştur.

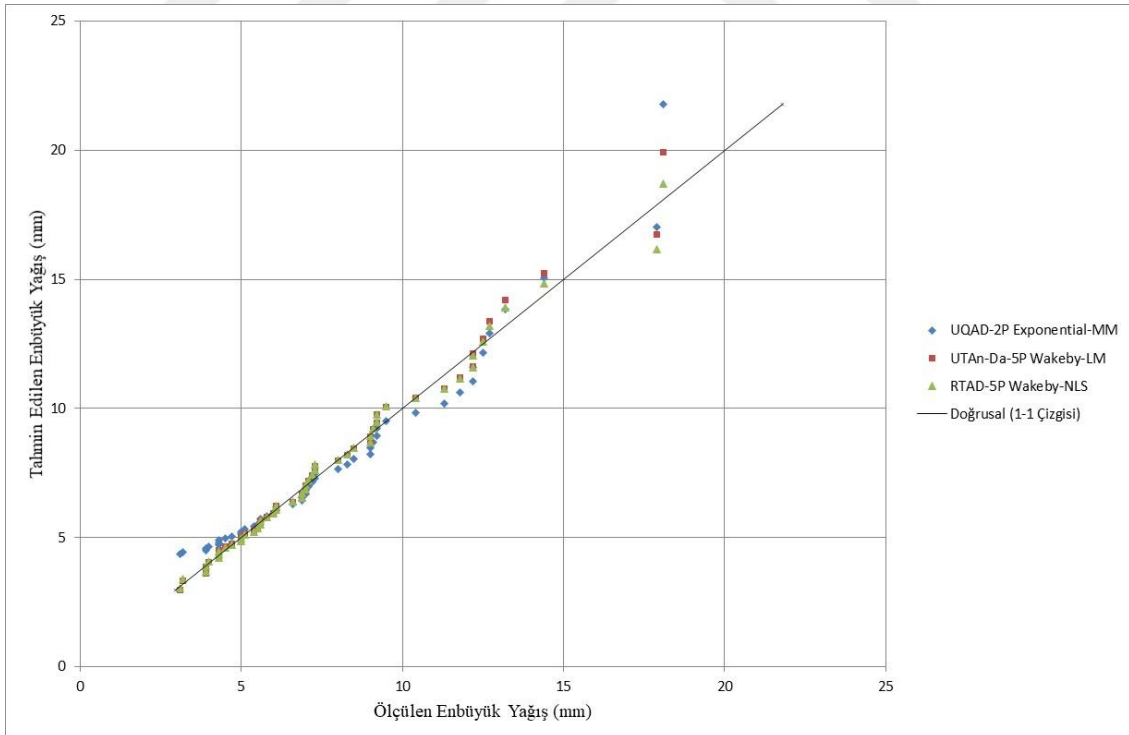
Ordu il verilerine ait standart süreli yağış dizilerinin Çizelge 4.3’de verilen sifıra en yakın çarpıklık ($C_s = 0.12$) ve basıklık ($C_k = -0.13$) katsayıları birlikte dikkate alındığında, serilerin dakika süreli olanlarının normal dağılıma daha yakın diziler oluşturduğu belirlenmiştir. Çizelge 4.4’te verilen Ordu il merkezi standart süreli yıllık maksimum yağışlarının Üst Çeyrek Ortalama Sapma (UQ_{AD}) uygunluk test istatistiği dikkate alındığında, 5-Dakika, 30-Dakika ve 5-Saat süreli yıllık maksimum yağış serileri için 5 parametrelili Wakeby dağılımın; 10-Dakika ve 8-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizileri için 4 parametrelili Kappa dağılımının; 15-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisi için 3 parametrelili Pearson Tip 3 ve 2 parametrelili Gamma dağılımlarının; 1-Saat süreli yıllık maksimum yağış serileri için 2 parametrelili Pareto dağılımın, 2-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisi ($C_s = 1.08$ ve $C_k = 1.15$) için 2 parametrelili Standart Normal dağılımının, 3-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisi için 3 parametrelili Weibull dağılımının; 4-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisi için 3 parametrelili Log Pearson Tip 3 dağılımının; 6-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisi için 3 parametrelili Genelleştirilmiş Uç Değer dağılımının; 12-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisi için 2 parametrelili Üssel dağılımının; 18-Saat ve 24-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizileri için ise 3 parametrelili Beta-P dağılımının en iyi sonuçları verdiği tespit edilmiştir. Dağılım-parametre tahmin yöntemi kombinasyonlarının Ordu ili standart süreli yıllık maksimum yağış dizilerine uyum performanslarını değerlendirmede Üst Kuyruk Anderson-Darling (UT_{An-Da}) uygunluk test istatistiği dikkate alındığında, 5-, 10-, 15- ve 30-Dakika, 1-, 2-, 3-, ve 4-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizileri için 5 Parametrelili Wakeby; 5-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisi için 4 parametrelili Genelleştirilmiş Beta; 6- ve 8-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizileri için 4 parametrelili Kappa; 12-Saat

sürelili yıllık maksimum yağış dizisi için 2 parametrelili Üssel; 18-Saat sürelili yıllık maksimum yağış dizisi için 3 parametrelili Genelleştirilmiş Lojistik ve 24-Saat sürelili yıllık maksimum yağış dizisi için 3 parametrelili Beta-P dağılımları en iyi uyum sağlayan dağılımlar olarak bulunmuştur. Ordu il merkezi standart sürelili yağış dizilerine Sağ Kuyruk Ortalama Sapma (RT_{AD}) uygunluk test istatistiğine göre en iyi uyum sağlayan dağılımlar ise, 5-, 10-, 15- ve 30-Dakika, ile 1-Saat sürelili yıllık maksimum yağış dizileri için 5 Parametrelili Wakeby; 2- ve 3-Saat sürelili yıllık maksimum yağış dizileri için 2 parametrelili Kappa; 4-, 5-, 6-, 8- ve 24-Saat sürelili yıllık maksimum yağış dizileri için 4 parametrelili Genelleştirilmiş Beta; 12- ve 18-Saat sürelili yıllık maksimum yağış dizileri için 2 parametrelili Üssel olmuştur. Ordu verilerinde dikkate alınan her üç uygunluk test istatistiğinde de aynı dağılım 5- ve 30-Dakika sürelili yıllık maksimum yağışlar için bulunan 5 parametrelili Wakeby; 12-Saat sürelili yıllık maksimum yağışlar için bulunan 2 parametrelili Üssel dağılım olmuştur.

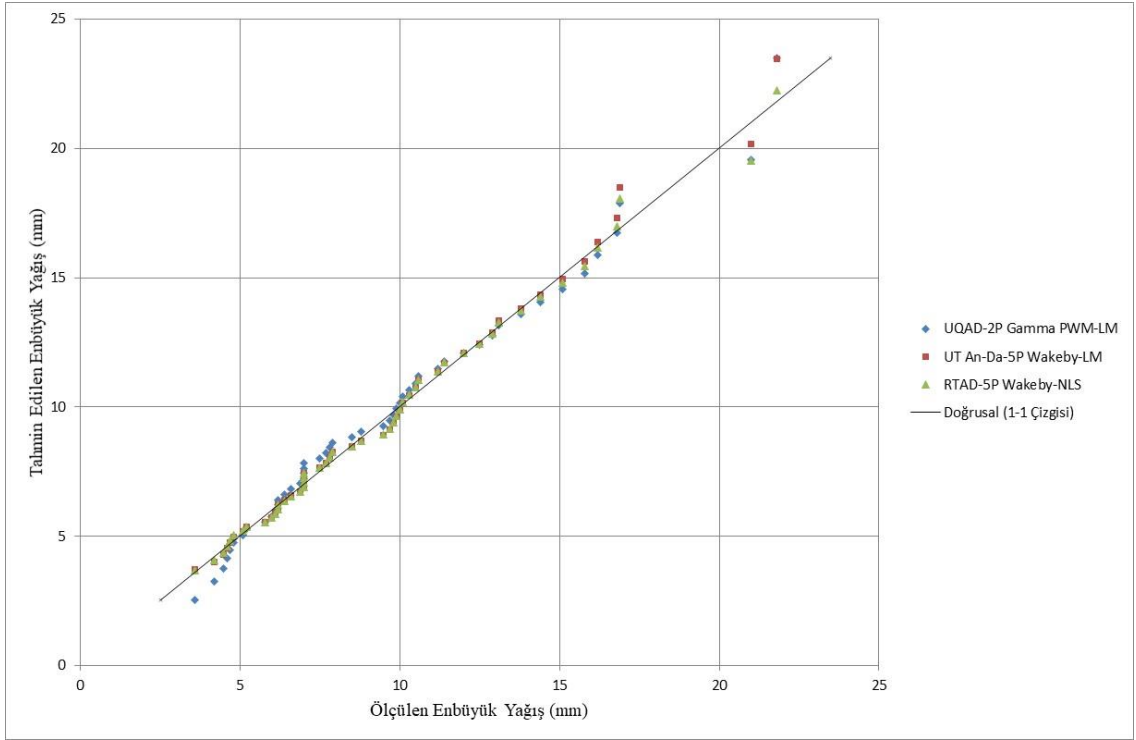
Tokat, Samsun ve Ordu il merkezlerinde standart zamanlarda gözlenen yıllık maksimum yağış dizileri FRANMOD modelinde kullanılarak UQ_{AD} , UT_{An-Da} , ve RT_{AD} uygunluk test istatistiklerine göre en iyi uyum sağlayan ve Çizelge 4.4'te verilen üç dağılımdan da bu illere ait standart sürelili yağış dizilerini en iyi temsil eden tek bir dağılım-parametre tahmin yöntemi belirlendi. Bu işlem görsel olarak gerçekteştirildi. UQ_{AD} , UT_{An-Da} , ve RT_{AD} uygunluk test istatistiklerine göre en iyi ilk üç sonucu veren dağılım-parametre tahmin yöntemlerinin Hosking ve arkadaşlarının pozisyon çizim eşitliği $\{(i-0.35)/(n)\}$ ile belirlenen birikimli olasılıklara karşılık tahmin ettikleri yağışlar, gözlem yağışlarına karşılık 1-1 doğrusu ile Excel'de küçükten büyüğe doğru çizildi. Tokat il merkezi standart sürelili yıllık maksimum yağış dizileri için oluşturulan çizimler; 5-, 10-, 15-, ve 30-Dakika, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 8-, 12-, 18-, ve 24-Saat sürelili yıllık maksimum yağış dizileri için sırasıyla şekiller 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, ve 4.14'te sunulmuştur.



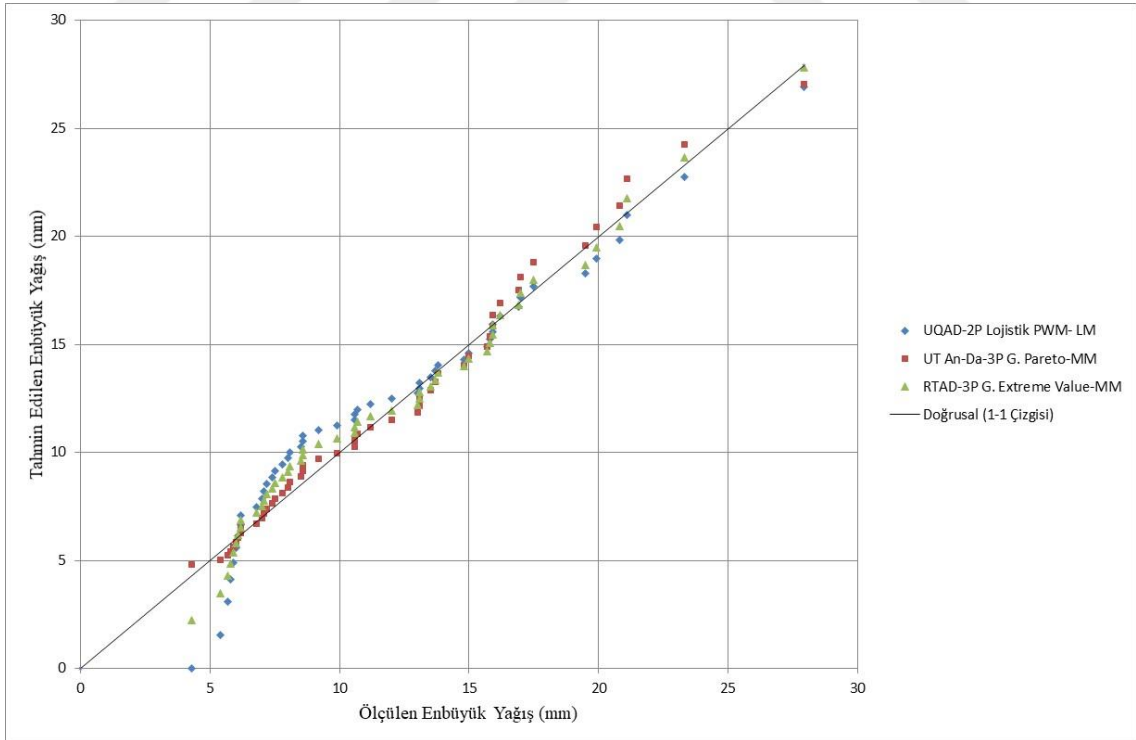
Şekil 4.1. Tokat 5-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



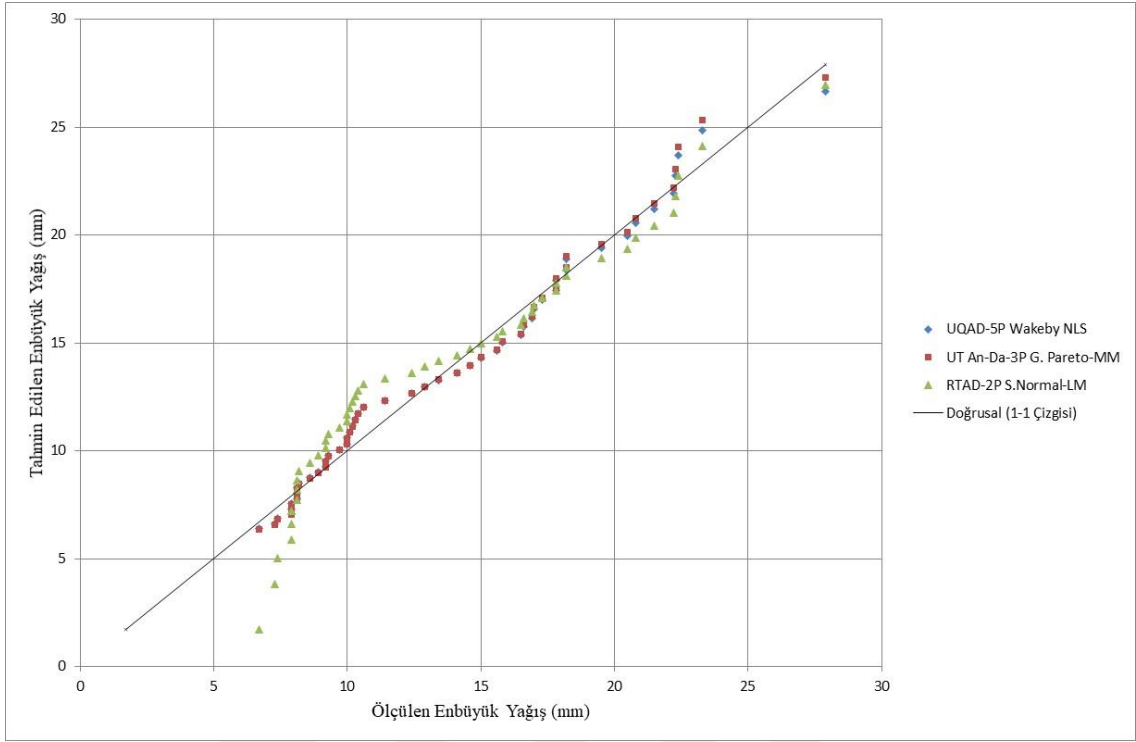
Şekil 4.2. Tokat 10-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



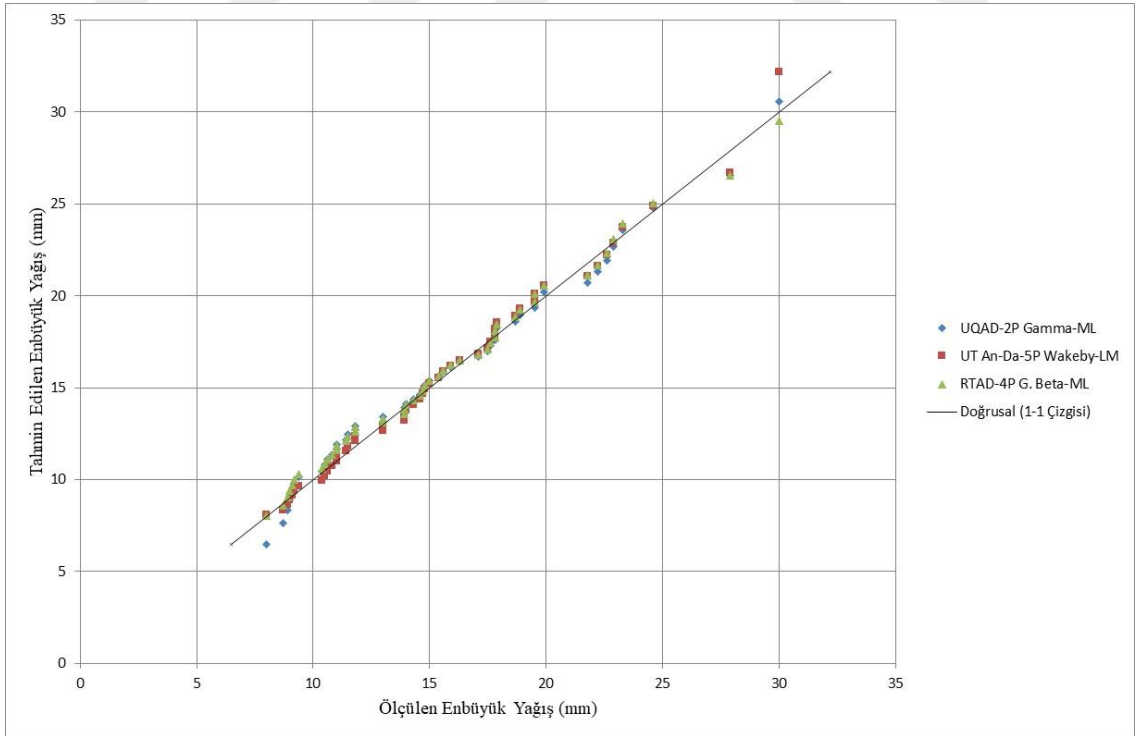
Şekil 4.3. Tokat 15-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



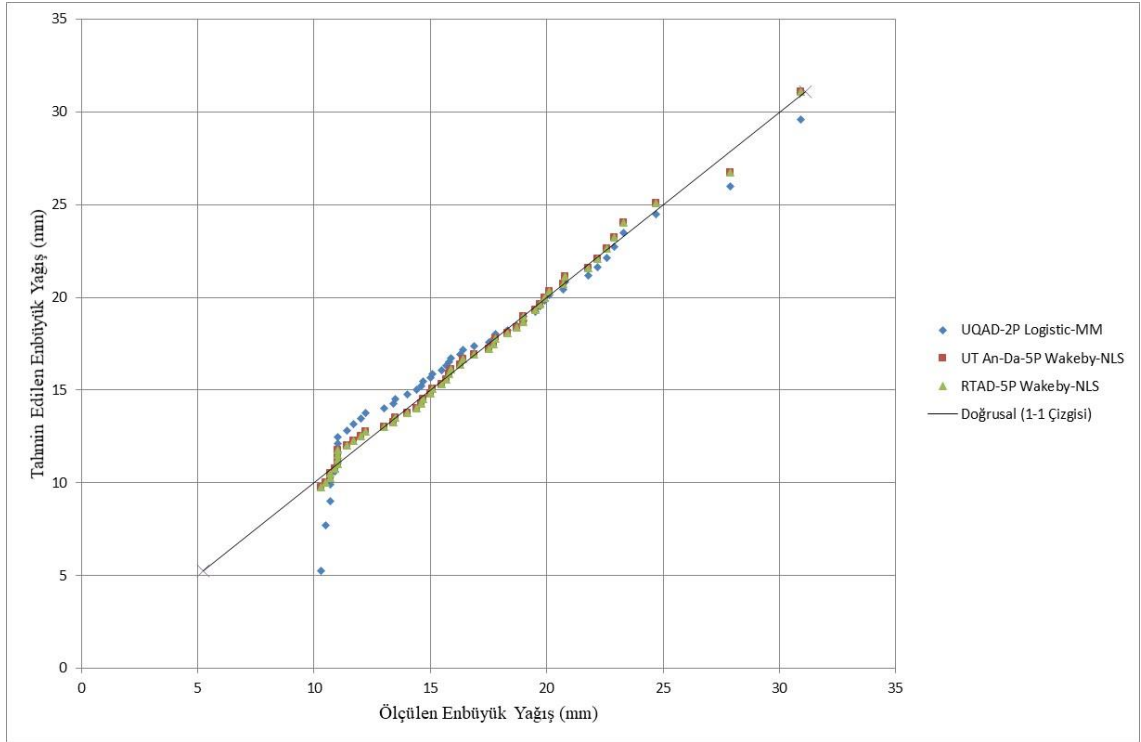
Şekil 4.4. Tokat 30-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



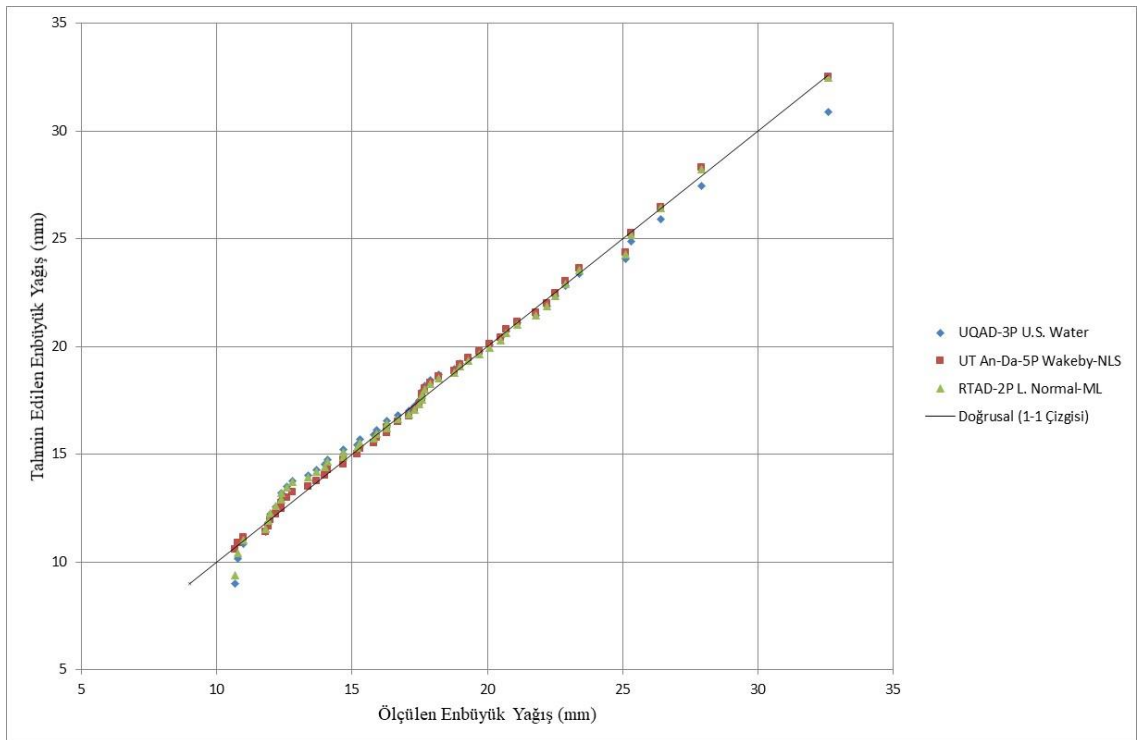
Şekil 4.5. Tokat 1-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



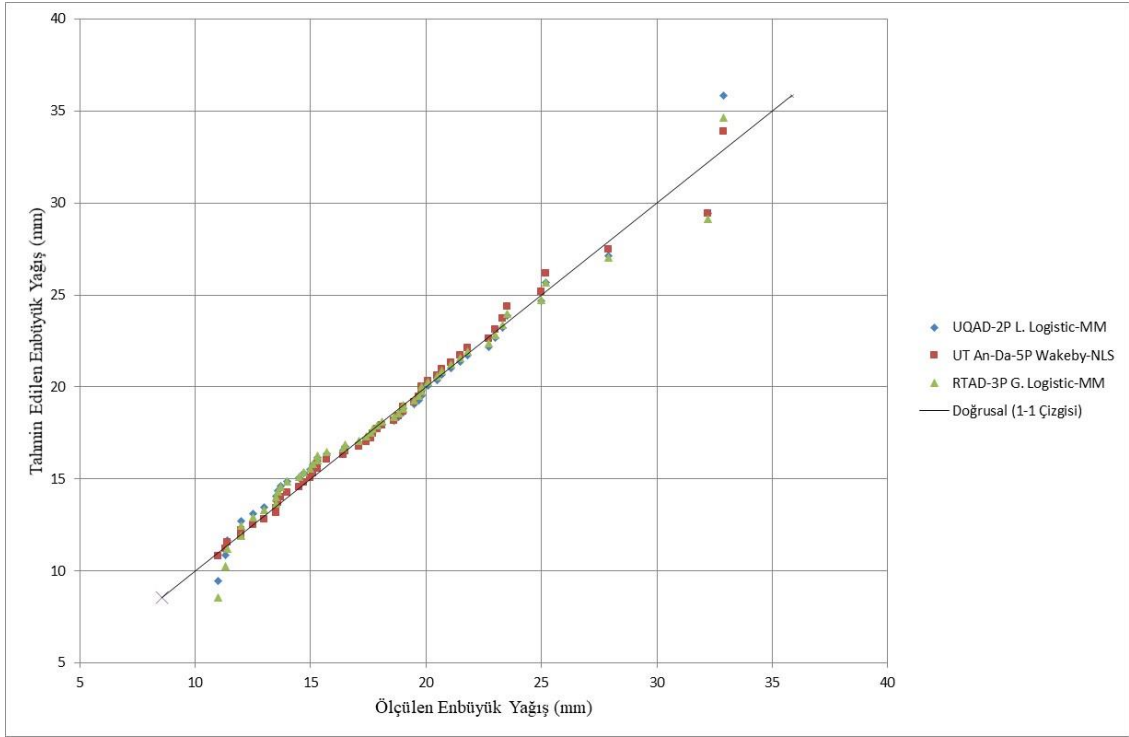
Şekil 4.6. Tokat 2-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



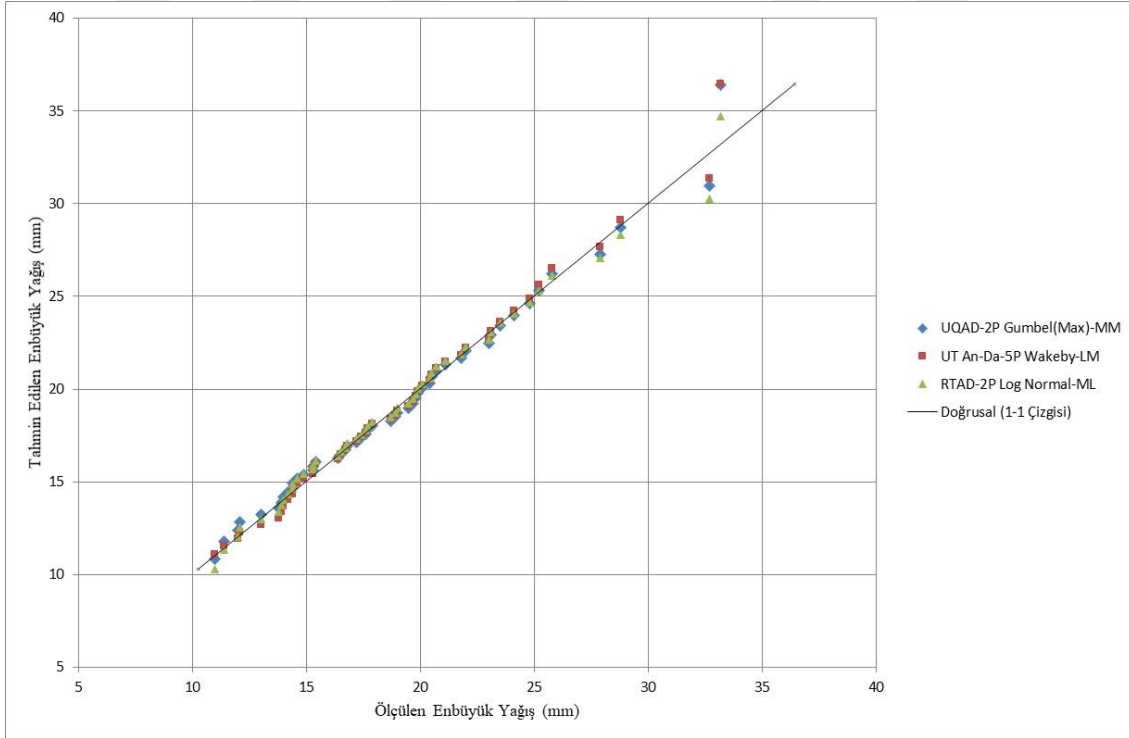
Şekil 4.7. Tokat 3-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



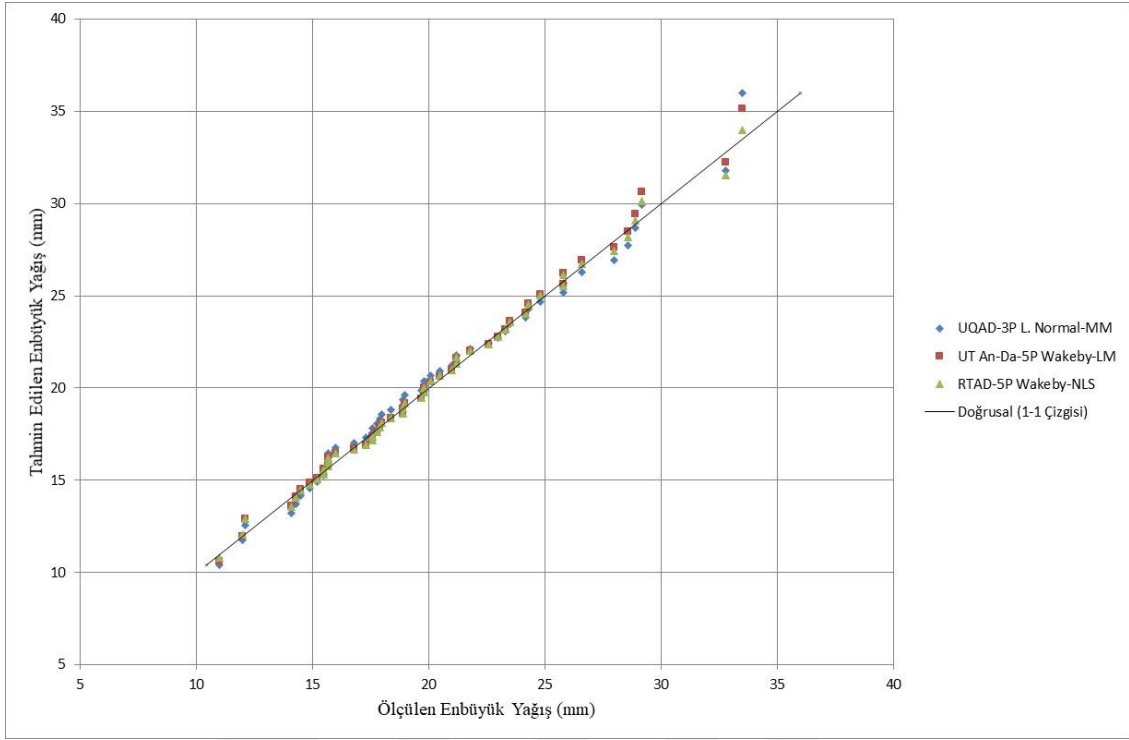
Şekil 4.8. Tokat 4-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



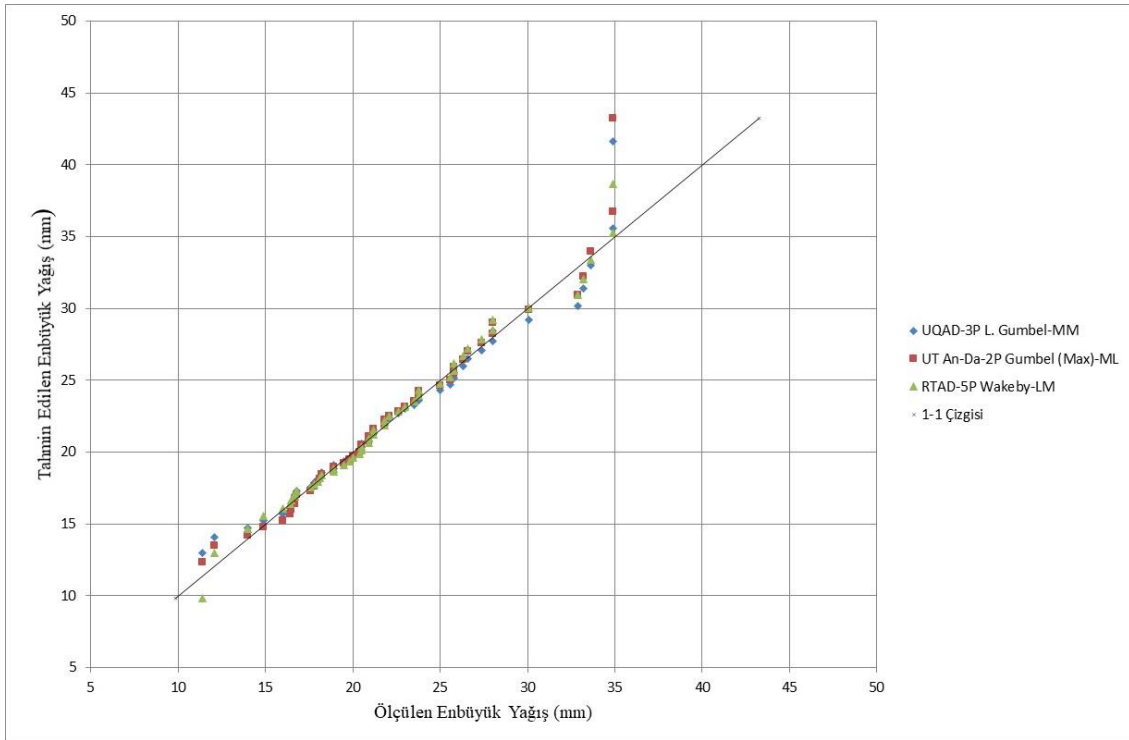
Şekil 4.9. Tokat 5-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



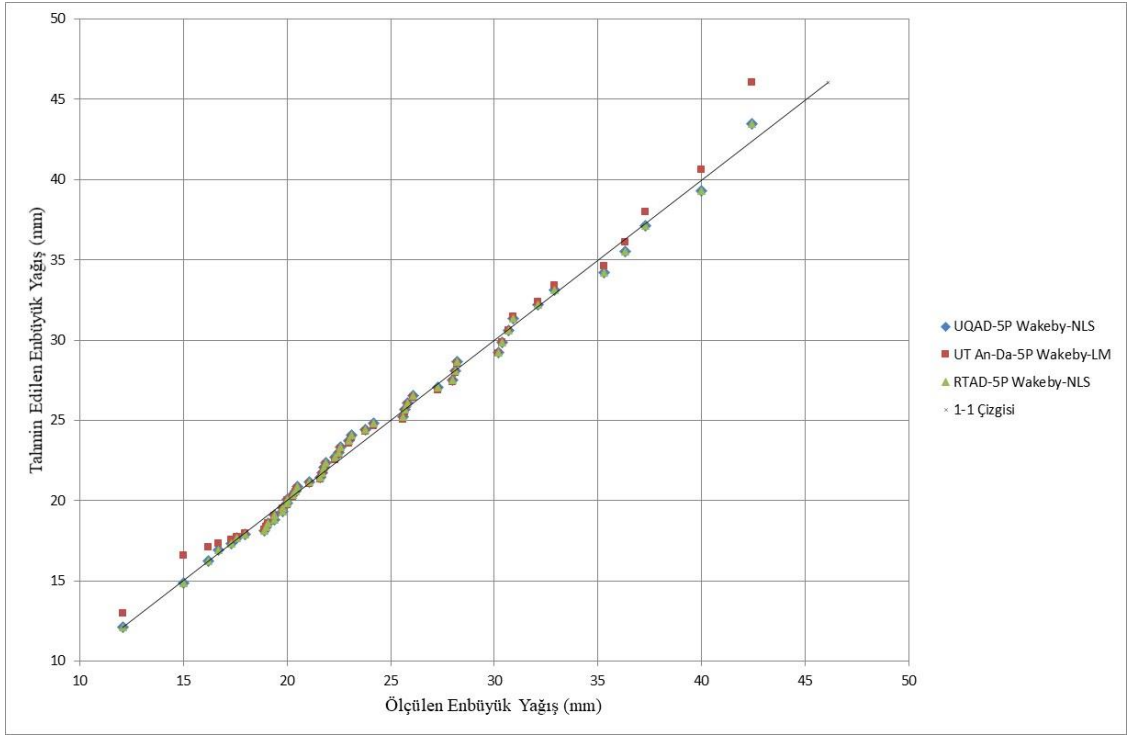
Şekil 4.10. Tokat 6-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



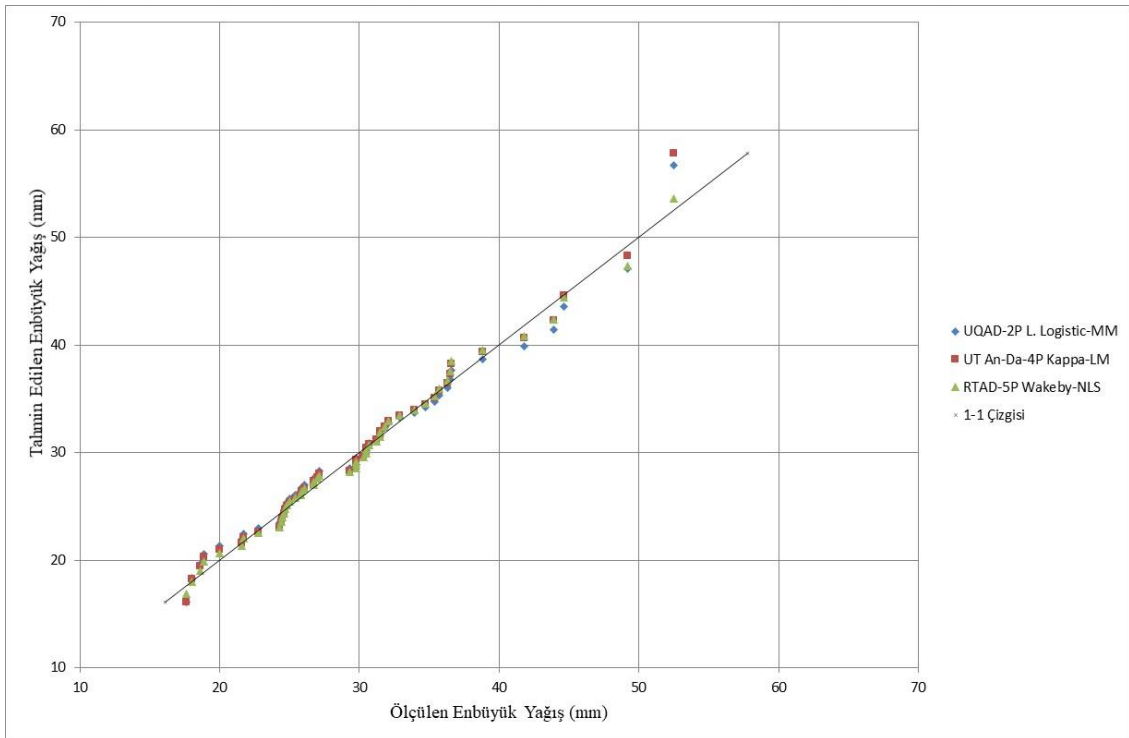
Şekil 4.11. Tokat 8-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



Şekil 4.12. Tokat 12-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.

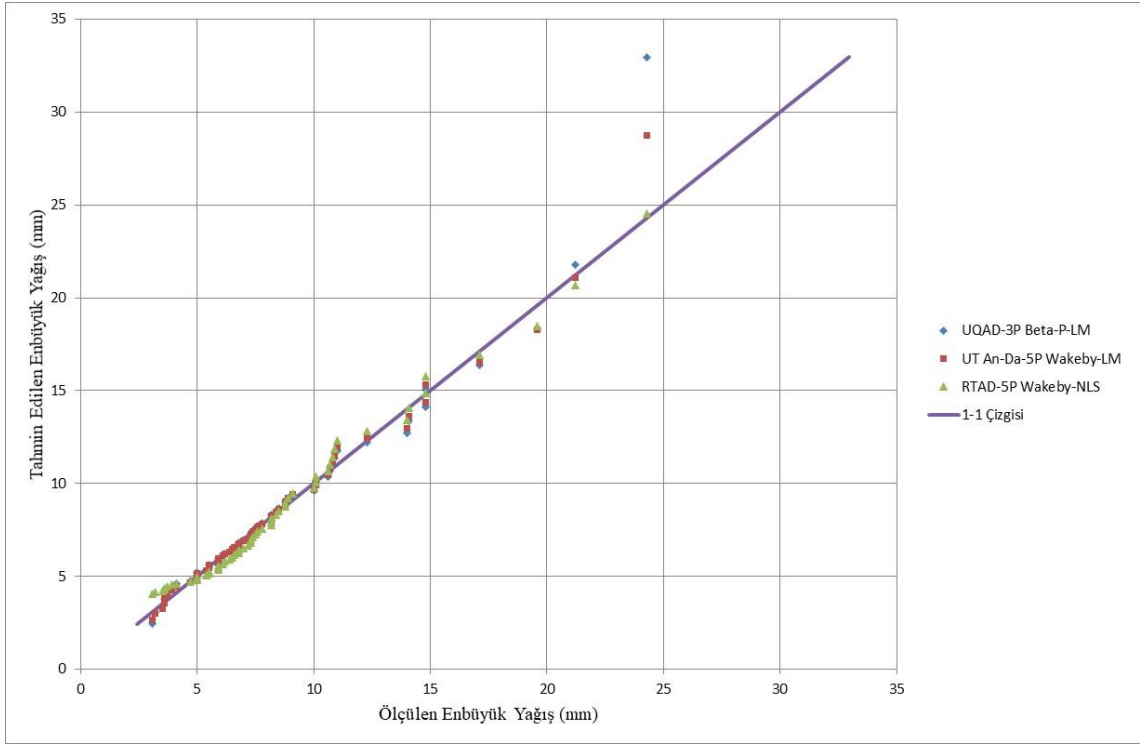


Şekil 4.13. Tokat 18-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.

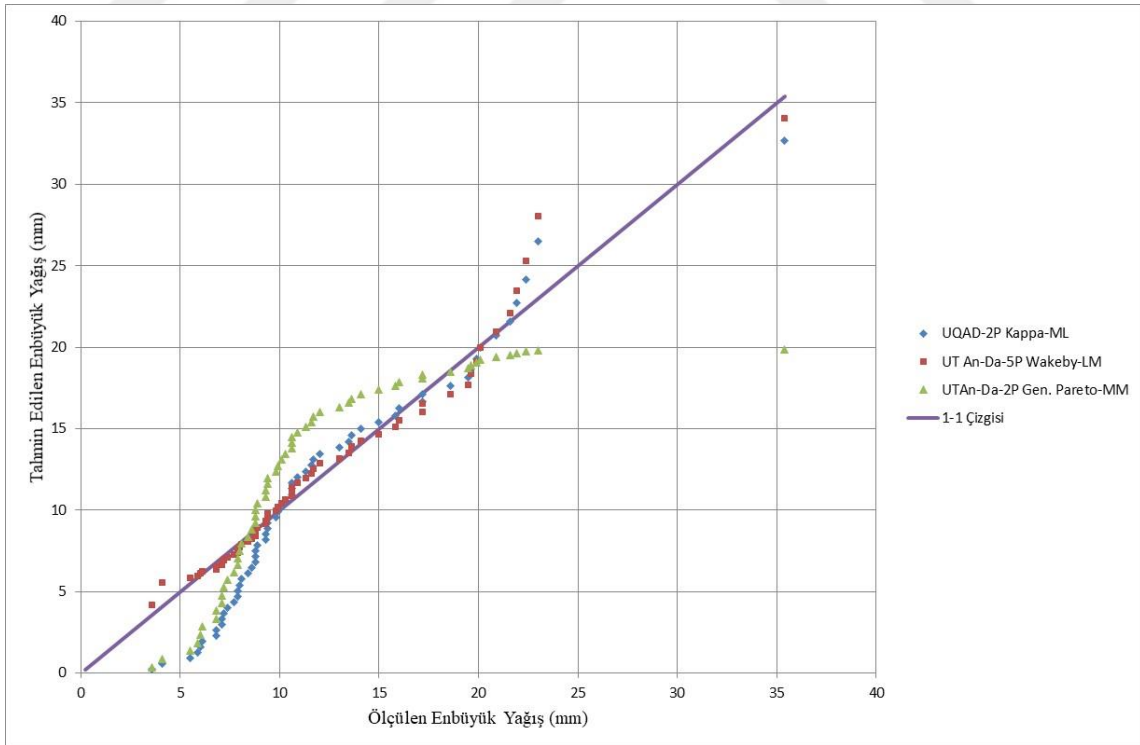


Şekil 4.14. Tokat 24-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.

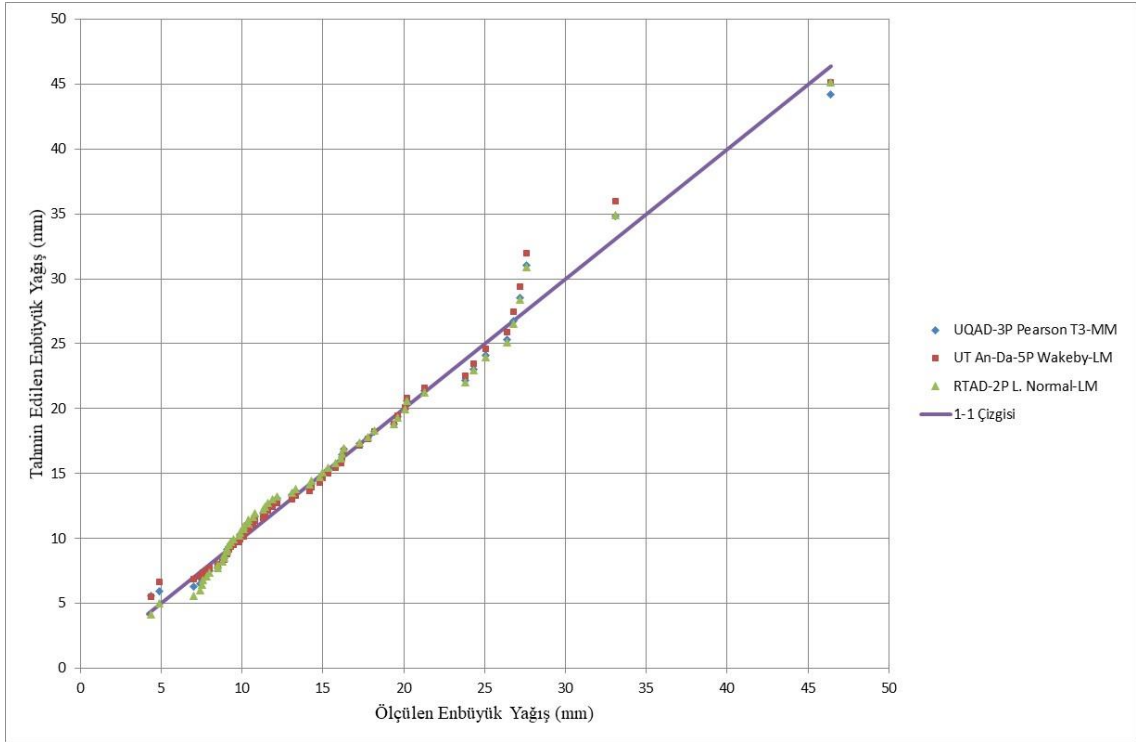
Tokat il merkezi dizilerine benzer biçimde Samsun il merkezi standart süreli yıllık maksimum yağış dizileri için oluşturulan çizimler; 5-, 10-, 15-, ve 30-Dakika, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 8-, 12-, 18-, ve 24-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizileri için sırasıyla Şekiller 4.15, 4.15, 4.17, 4.18, 4.19, 4.20, 4.21, 4.22, 4.23, 4.24, 4.25, 4.26, 4.27, ve 4.28’de sunulmuştur. Ordu il merkezi standart süreli yıllık maksimum yağış dizileri için oluşturulan çizimler; 5-, 10-, 15-, ve 30-Dakika, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 8-, 12-, 18-, ve 24-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizileri için sırasıyla Şekiller 4.29, 4.30, 4.31, 4.32, 4.33, 4.34, 4.35, 4.36, 4.37, 4.38, 4.39, 4.40, 4.41, ve 4.42’de sunulmuştur. Tokat, Samsun ve Ordu illeri standart süreli yıllık maksimum yağışlarına ait bu şekiller görsel olarak değerlendirilerek, bu standart süreler için UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testleri arasından da diziye iyi temsil eden en iyi dağılım belirlenmiştir. Excel programında bu şekillerin (4.1-4.42) görsel olarak değerlendirmesi sonucunda, uygunluk test istatistiklerine göre belirlenen en iyi dağılım tahminlerinin, dikkate alınan il ve standart süre yağış dizisine göre değişmekle birlikte, genelde en büyük 5 ile 10 gözlem değerlerine karşılık olanlarında farklılıklar gözlenmiştir. 1-1 grafikleri yardımıyla bu üç uygunluk test istatistiği ile belirlenen en iyi üç dağılımdan da en uygununu belirlemek için, dağılımların bu son 5 ile 10 en büyük yağış tahminlerinin 1-1 doğrusuna en yakın ve 1-1 doğrusu üstünde yani gözlem değerinden daha yüksek tahmin değerleri üreten dağılıma öncelik verilmiştir. Bu görsel değerlendirmede bu son 5 ile 10 en yüksek değerlerin dikkate alınmasının bir avantajıda, bu üç ilde taşkınlar sonucu can ve mal kaybını en aza indirecek altyapı tesislerine en uygun proje taşkın yağış ve şiddet değerlerini elde etmek olmuştur. Tokat, Samsun ve Ordu illeri standart süreli yıllık maksimum yağışlarına ait bu 1-1 grafiklerinin yer aldığı şekillerin (4.1-4.42) görsel olarak değerlendirilmesi sonucunda, 5-, 10-, 15-, ve 30-Dakika, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 8-, 12-, 18-, ve 24-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizileri için UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testleri arasından da diziye iyi temsil eden dağılımlar Çizelge 4.5’te sunulmuştur. Çizelge 4.5’e giren dağılım-parametre tahmin yöntemleri, dikkate alınan UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testleri arasından sadece UT_{An-Da} ve RT_{AD} testleri ile bulunan dağılım-parametre tahmin yöntemleri arasından olmuştur. Diğer bir ifade ile, Tokat, Samsun ve Ordu il merkezlerine ait 5-, 10-, 15-, ve 30-Dakika, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 8-, 12-, 18-, ve 24-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizilerini en iyi temsil eden dağılım-parametre tahmin yönteminin



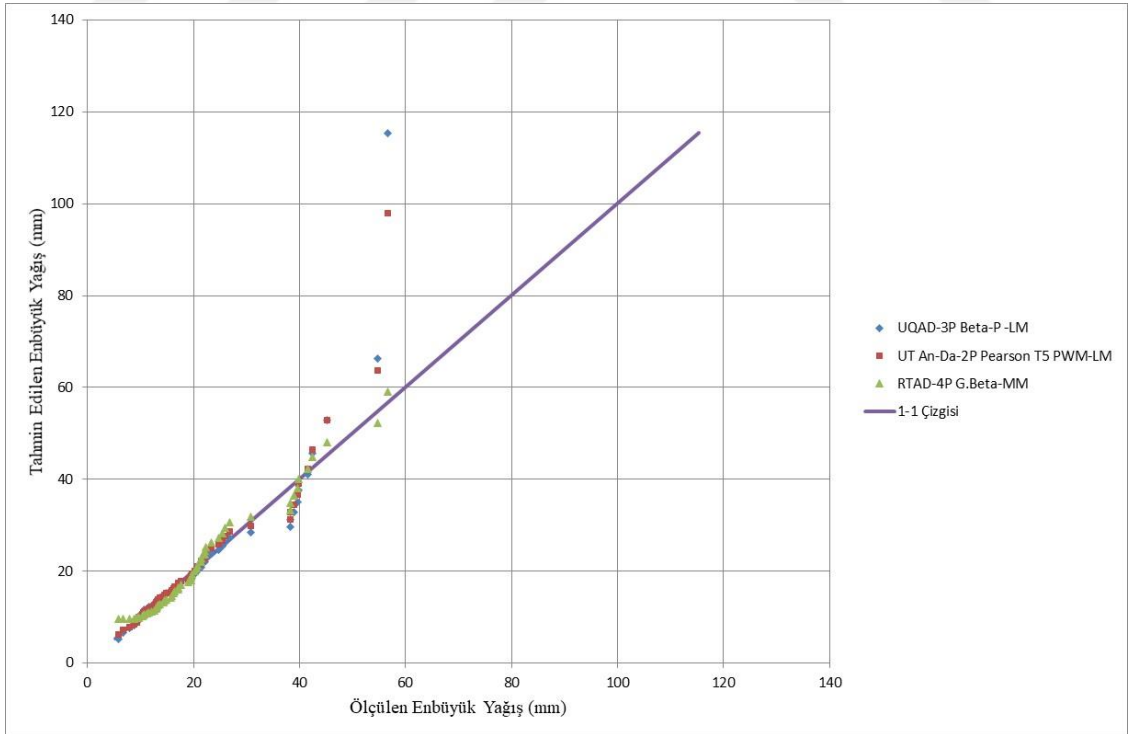
Şekil 4.15. Samsun 5-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



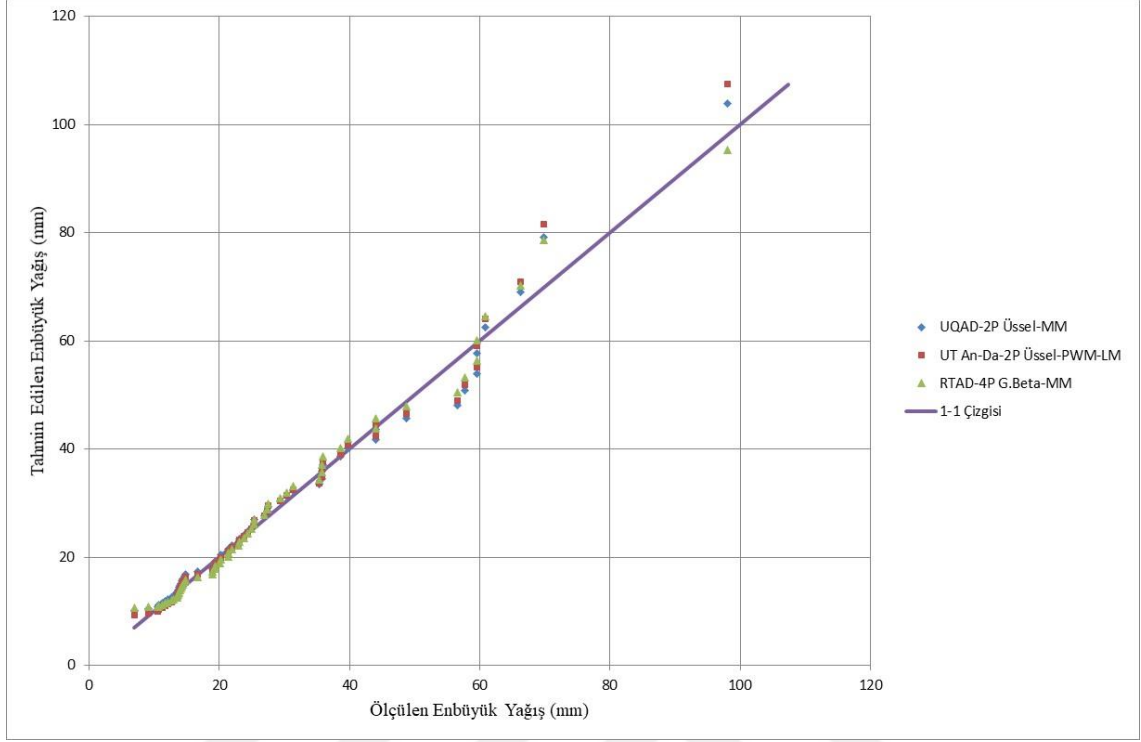
Şekil 4.16. Samsun 10-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



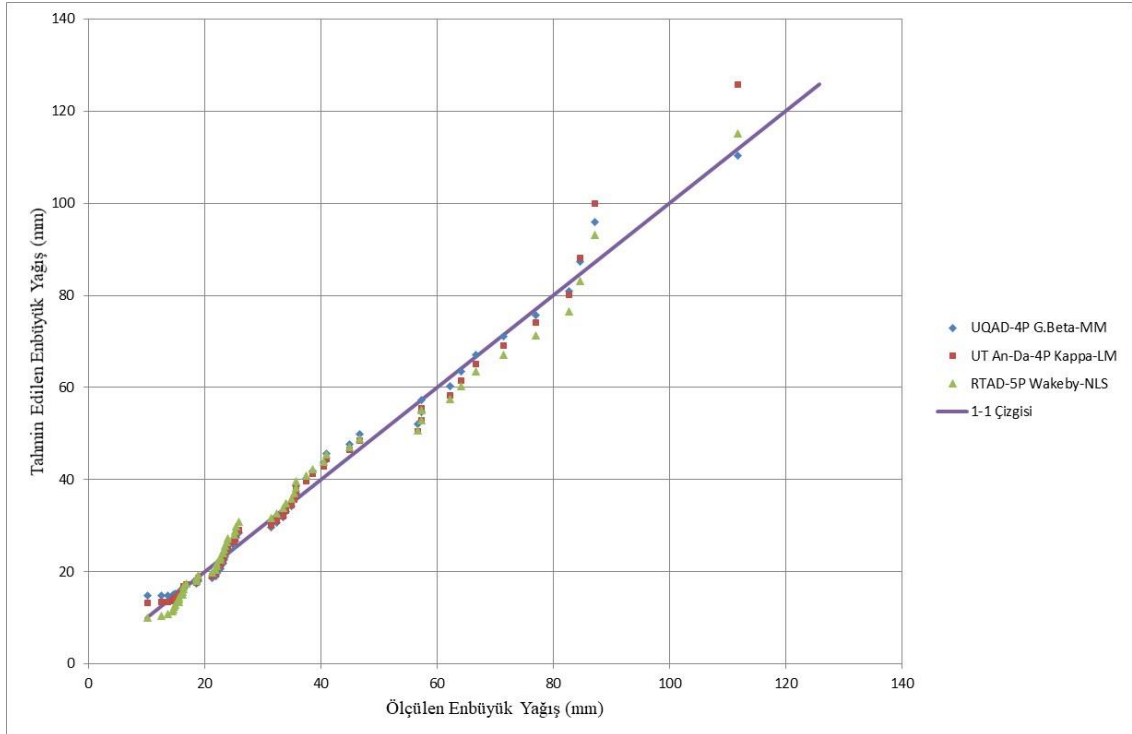
Şekil 4.17. Samsun 15-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD}, UT_{An-Da}, RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



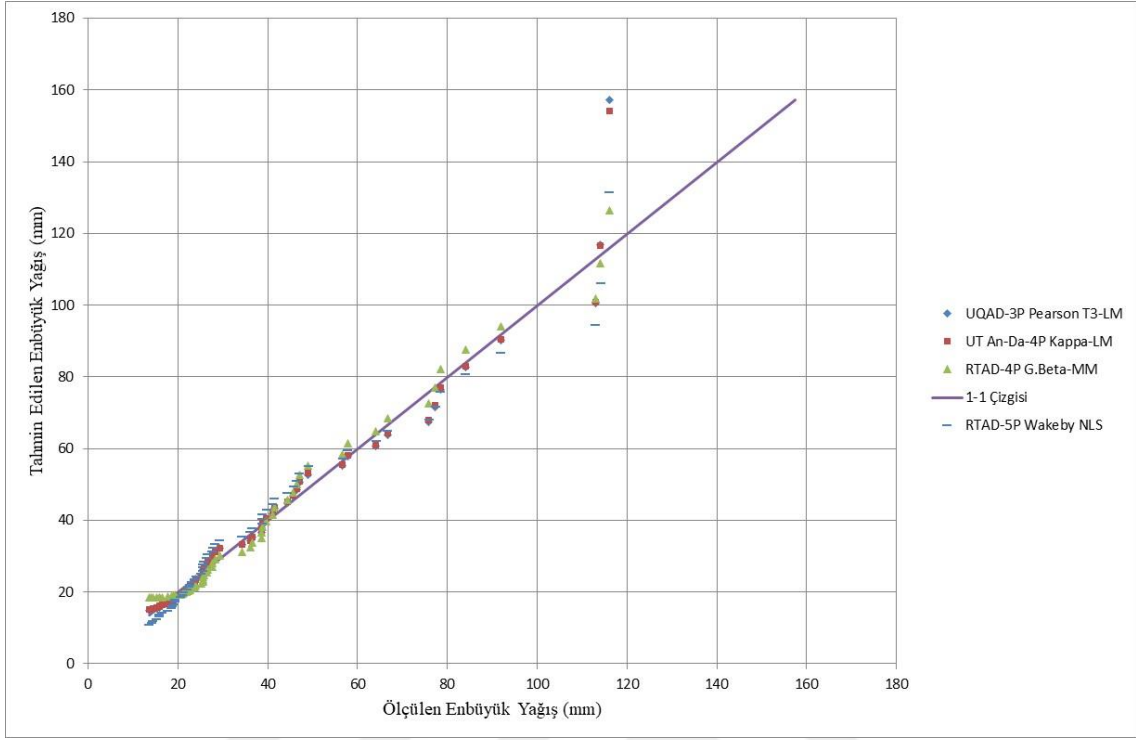
Şekil 4.18. Samsun 30-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD}, UT_{An-Da}, RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



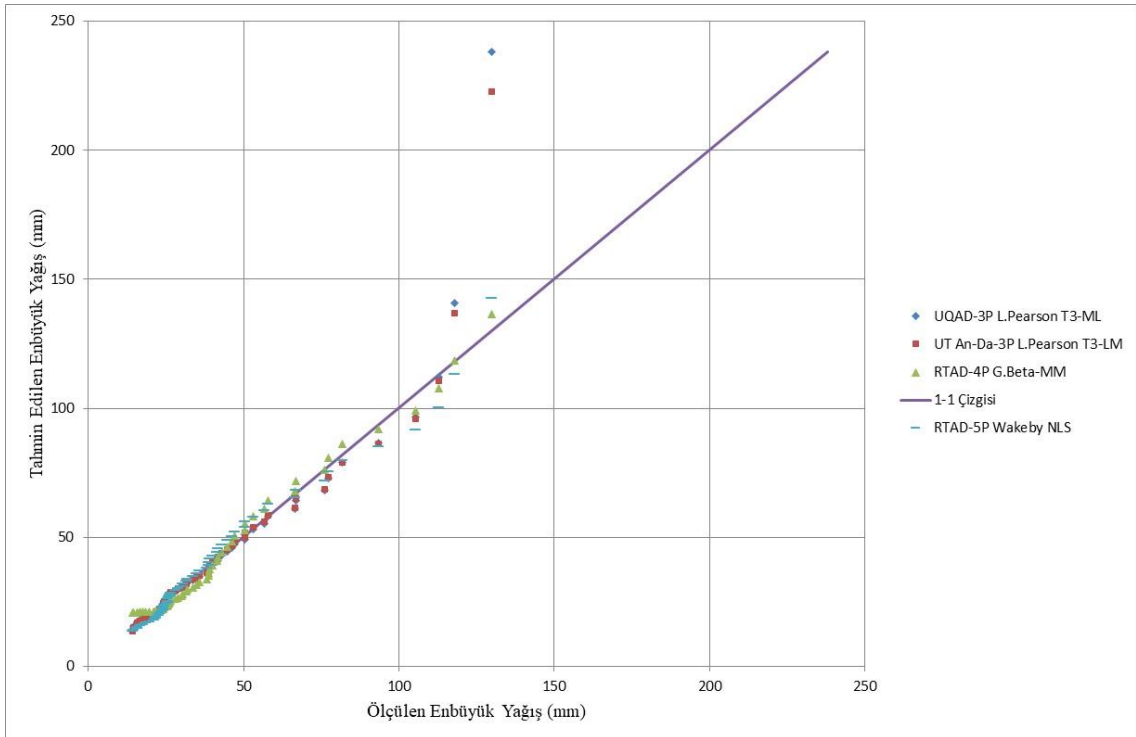
Şekil 4.19. Samsun 1-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



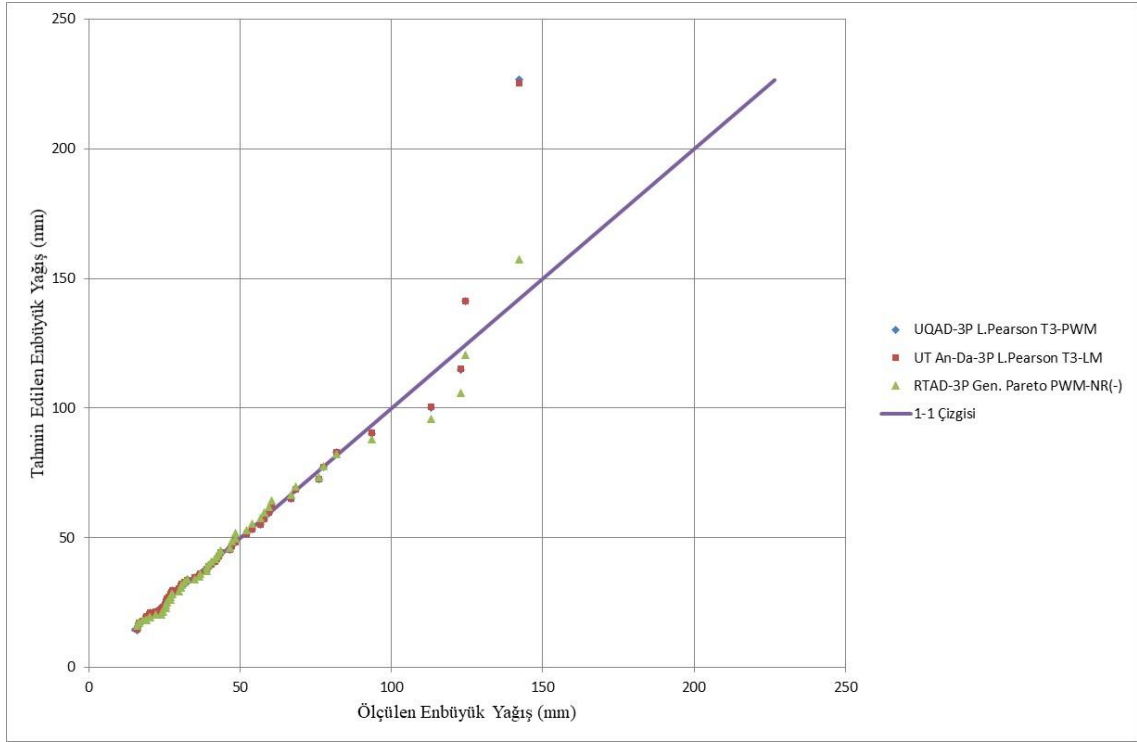
Şekil 4.20. Samsun 2-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



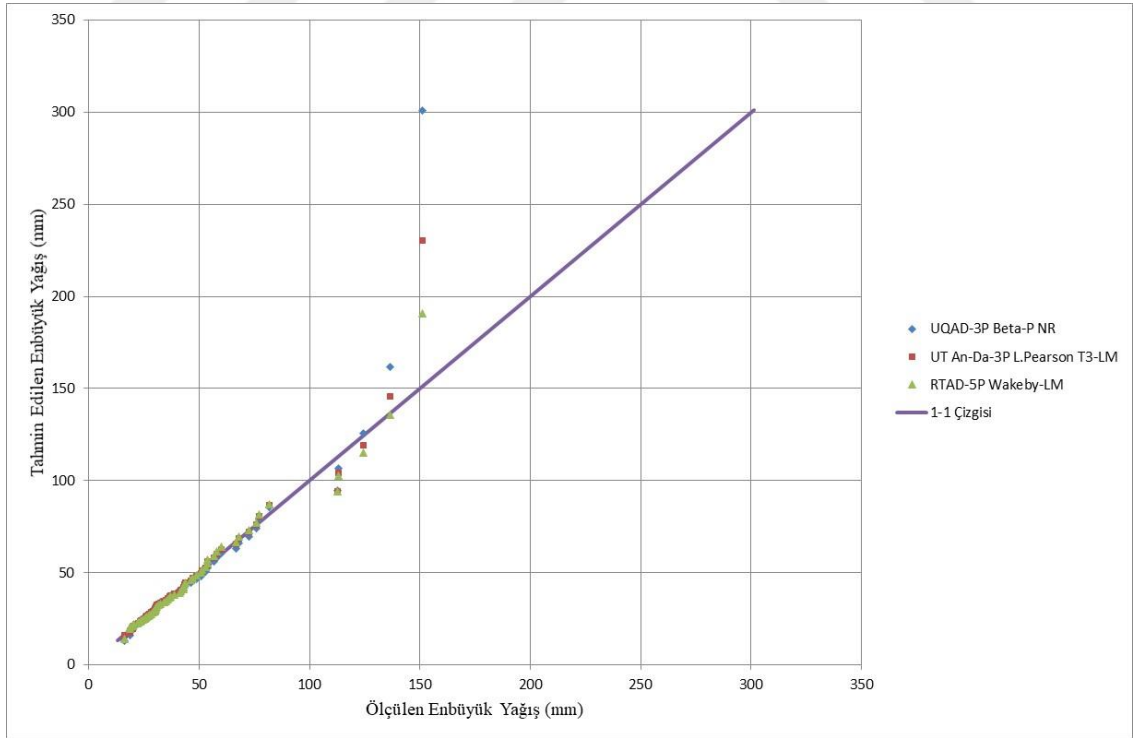
Şekil 4.21. Samsun 3-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



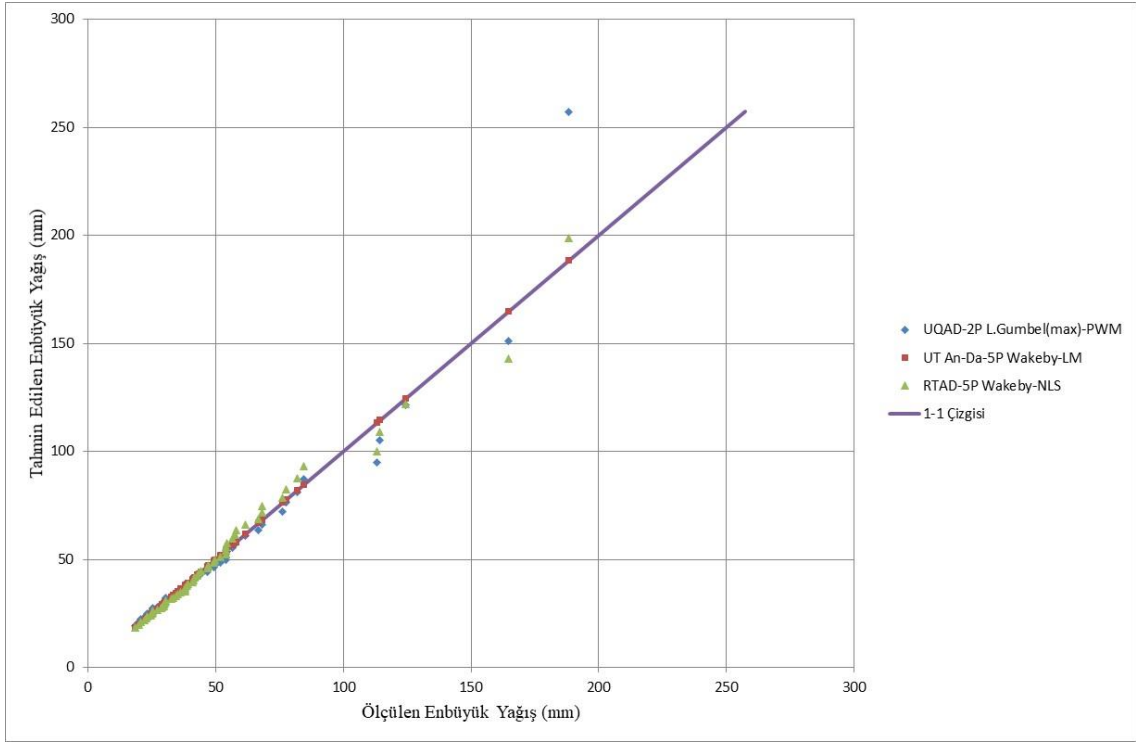
Şekil 4.22. Samsun 4-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



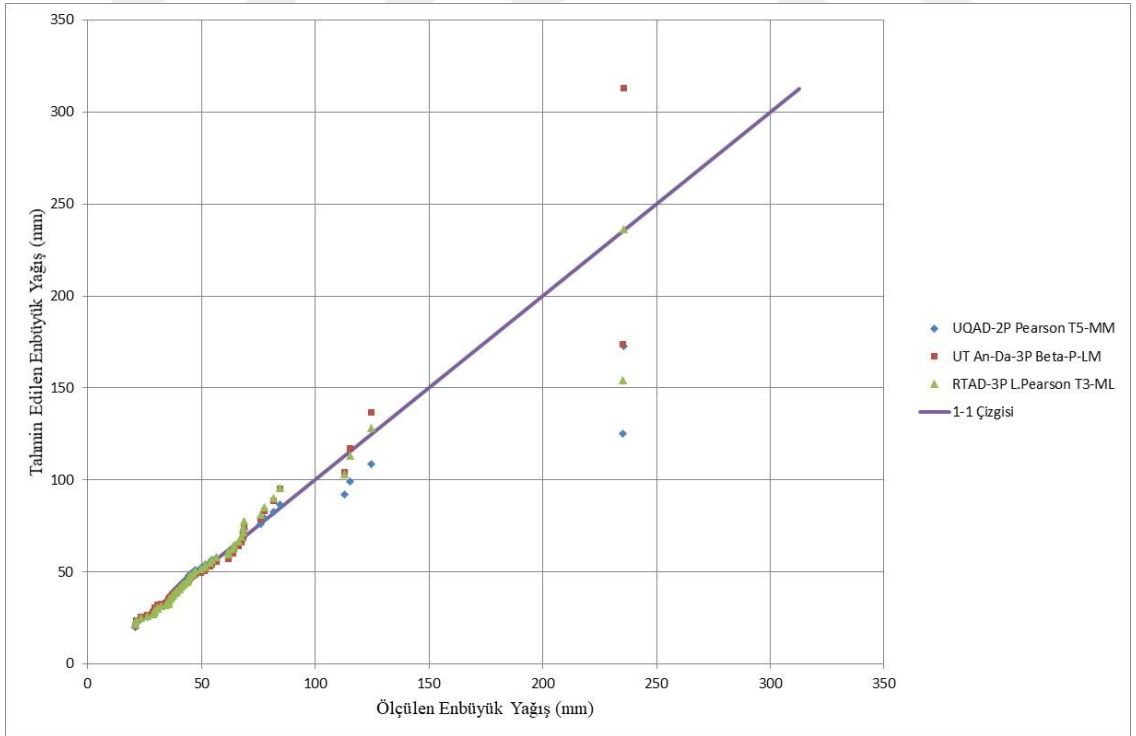
Şekil 4.23. Samsun 5-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



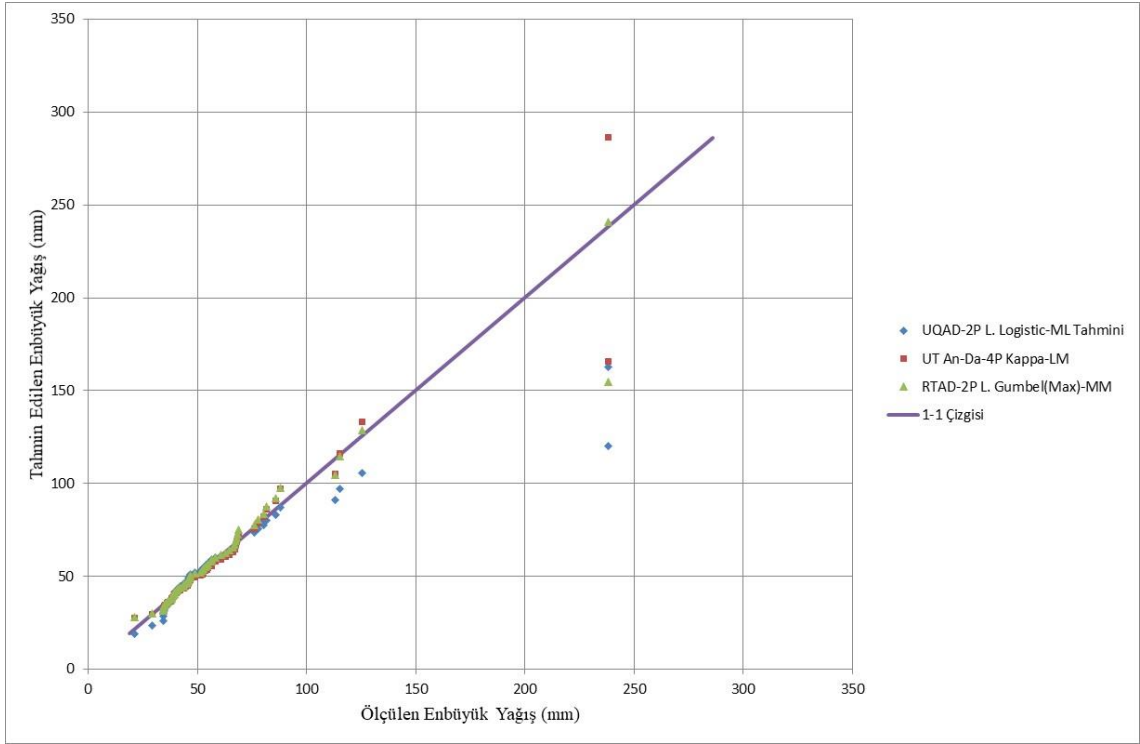
Şekil 4.24. Samsun 6-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



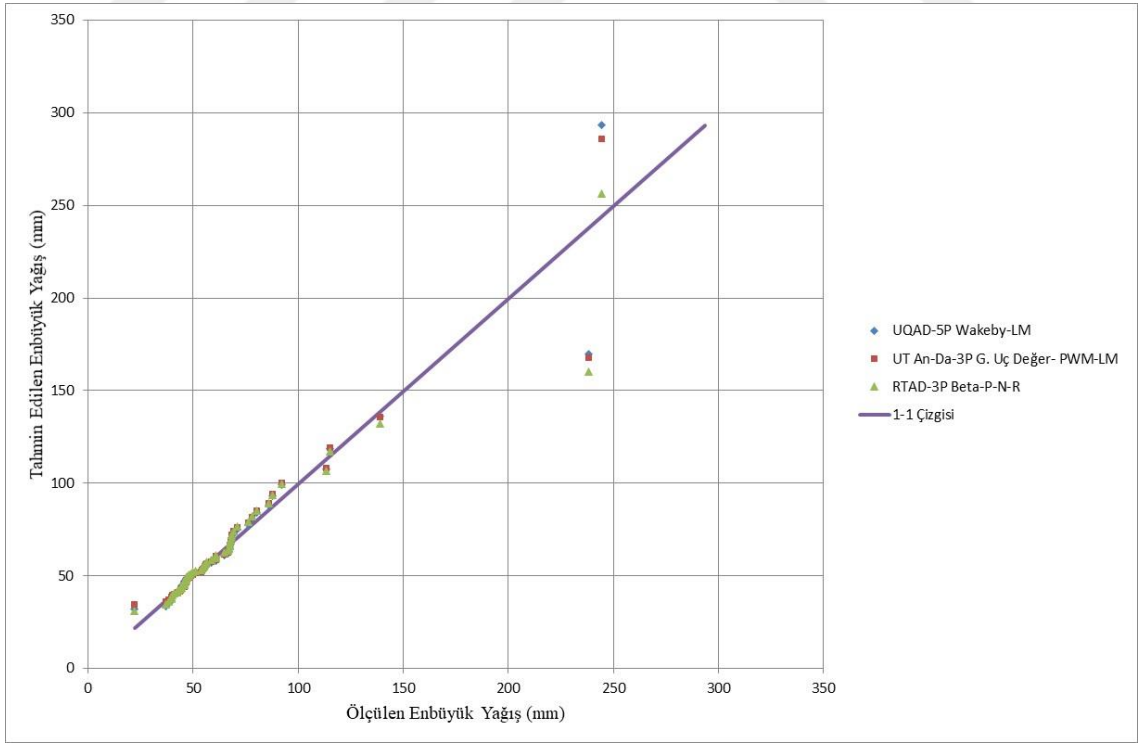
Şekil 4.25. Samsun 8-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



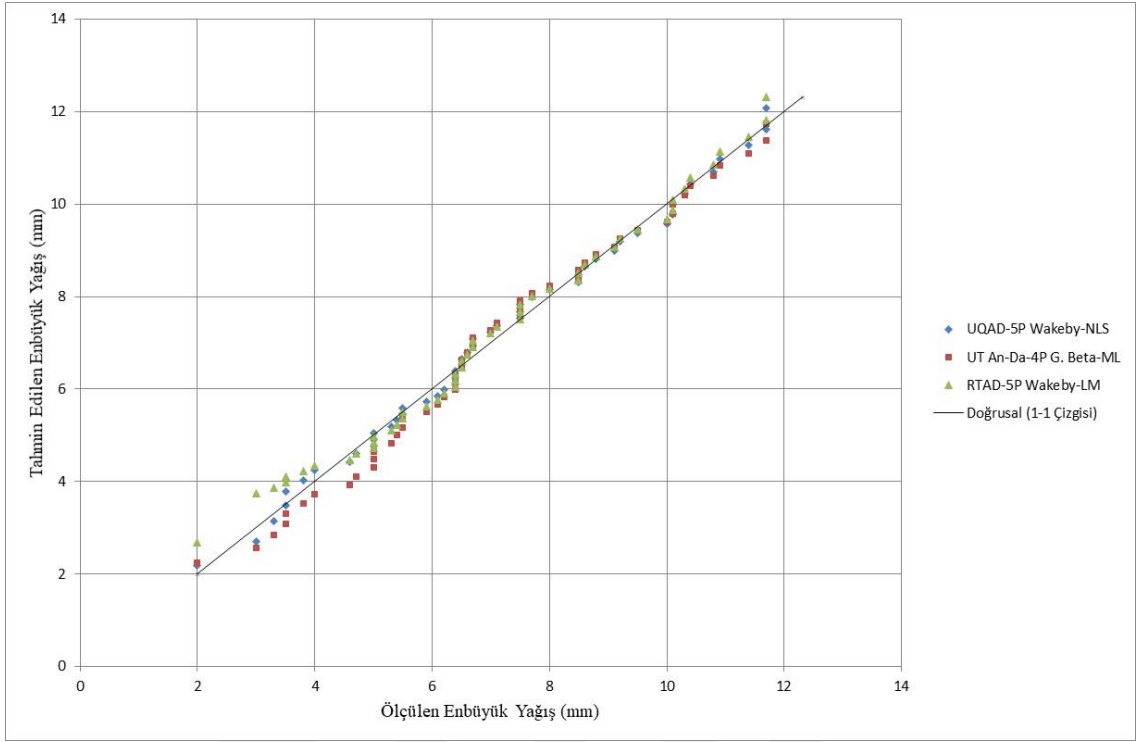
Şekil 4.26. Samsun 12-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



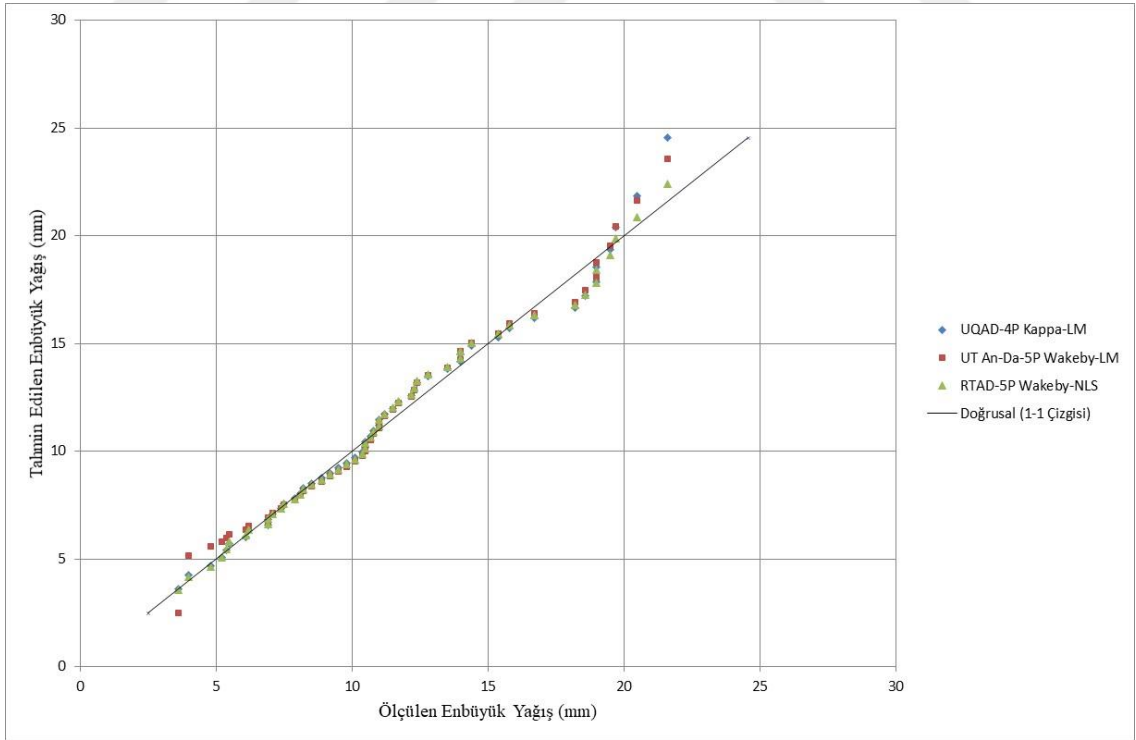
Şekil 4.27. Samsun 18-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



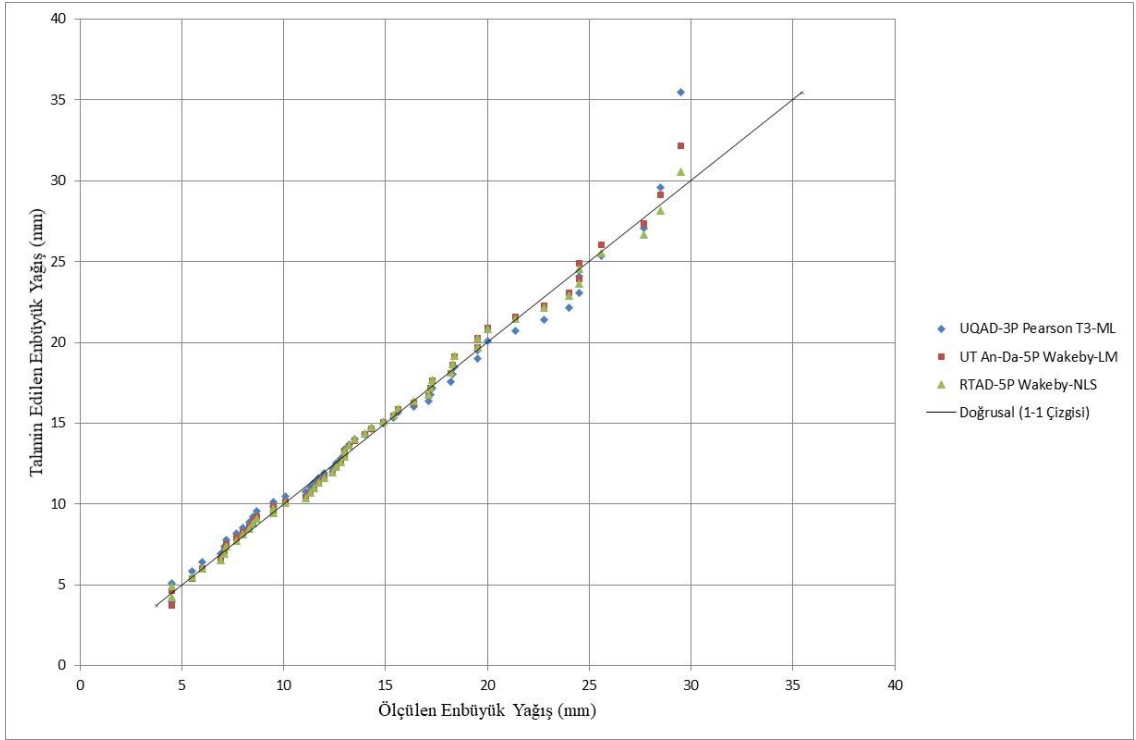
Şekil 4.28. Samsun 24-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



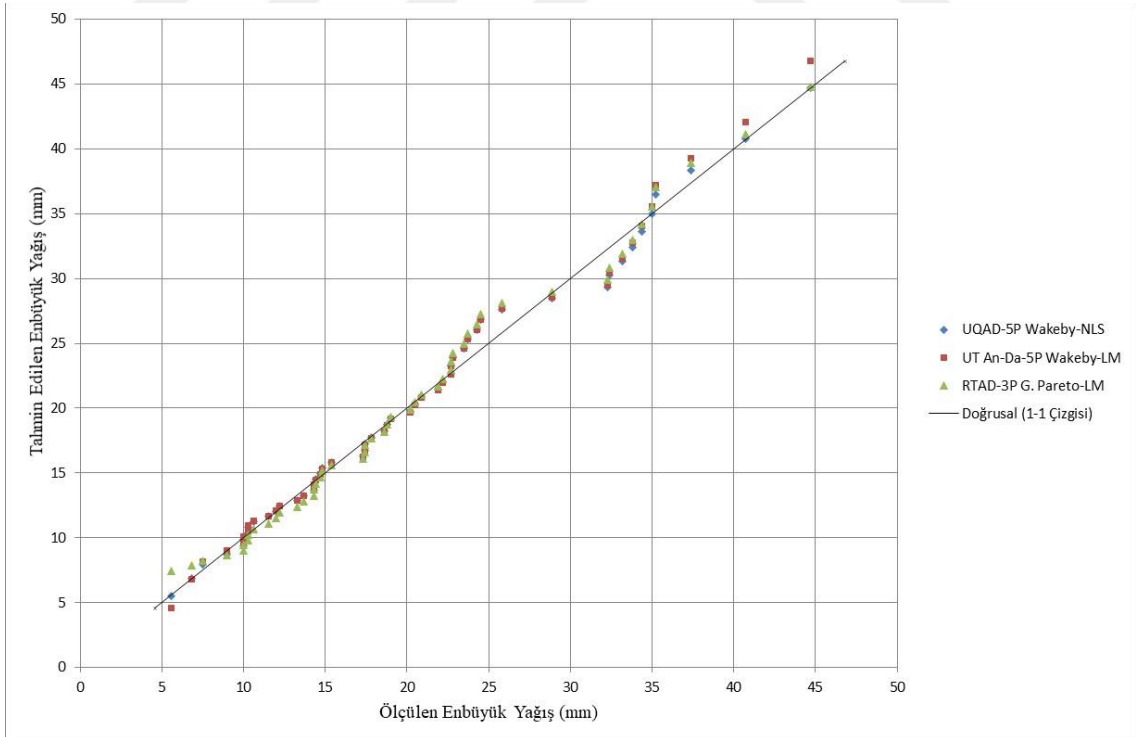
Şekil 4.29. Ordu 5-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



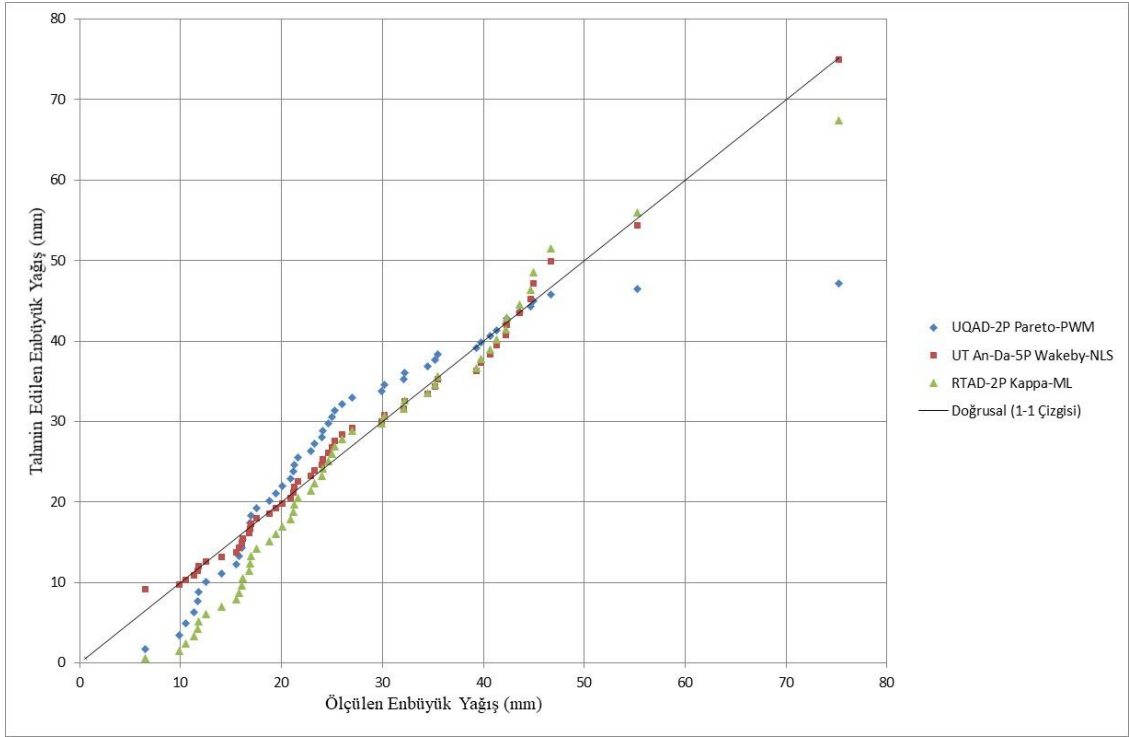
Şekil 4.30. Ordu 10-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



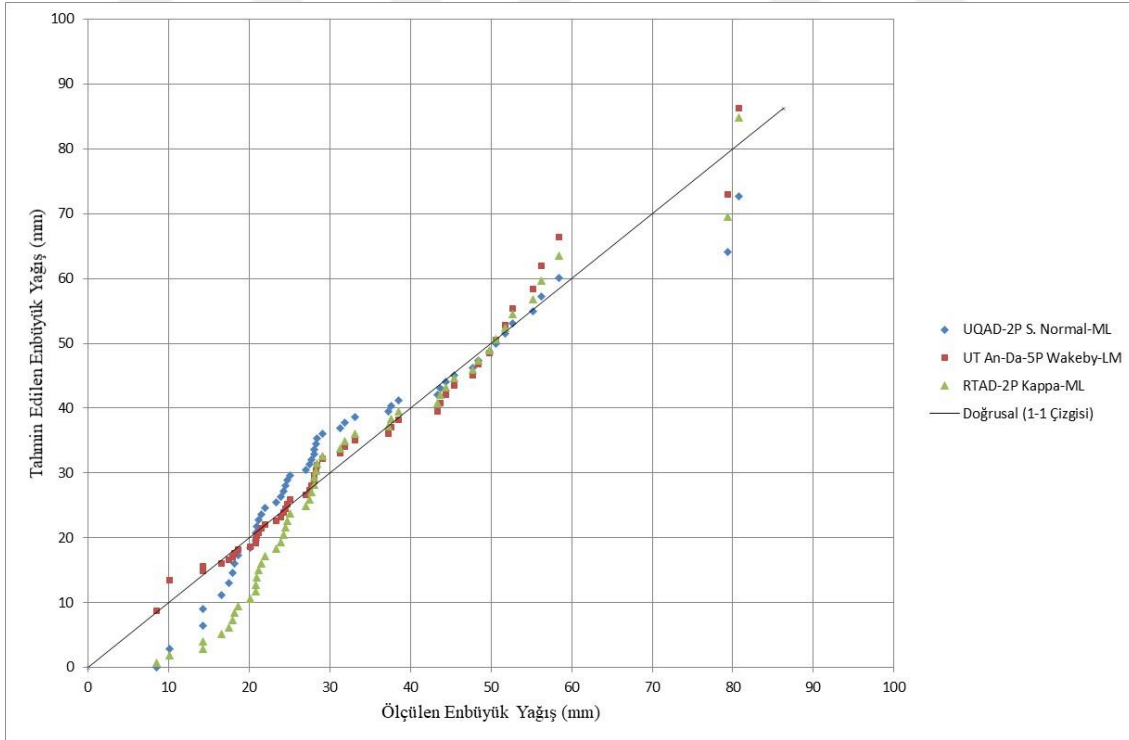
Şekil 4.31. Ordu 15-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



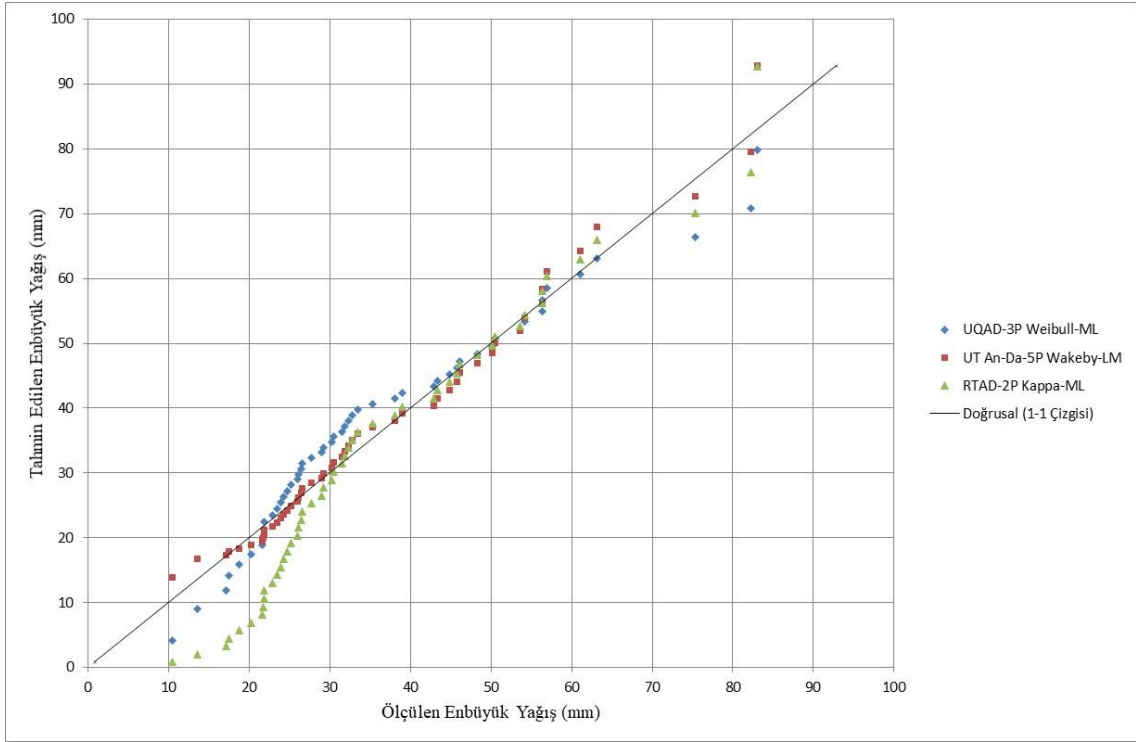
Şekil 4.32. Ordu 30-Dakika süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



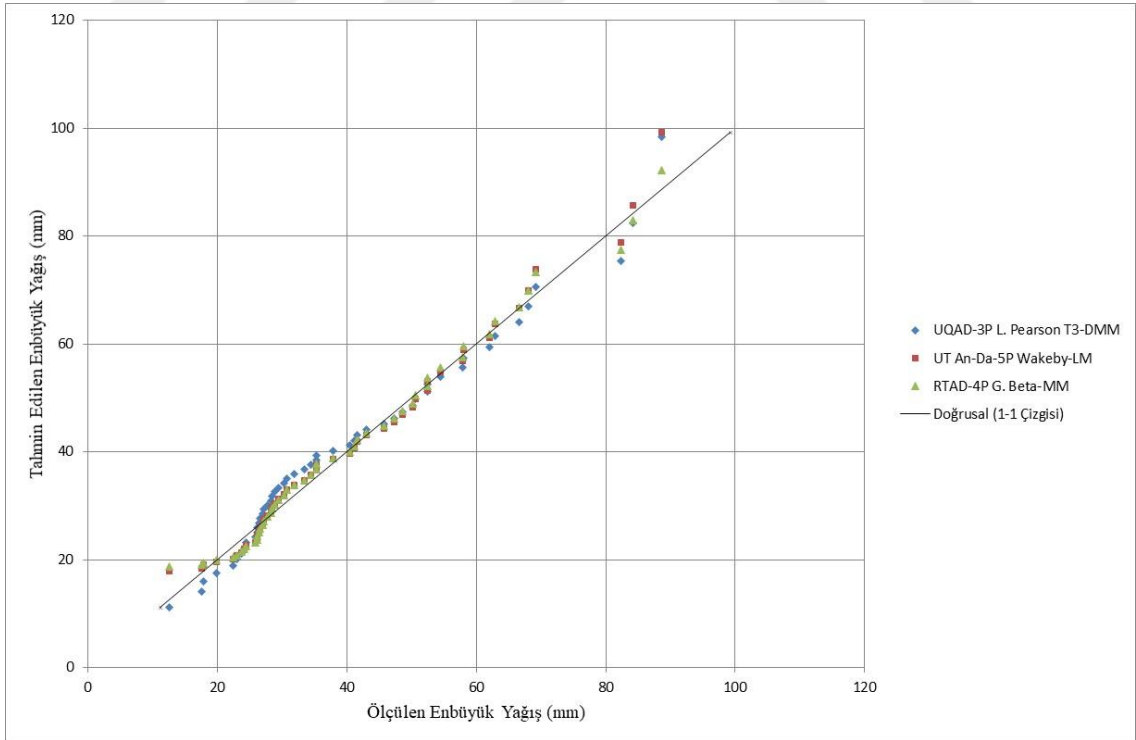
Şekil 4.33. Ordu 1-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



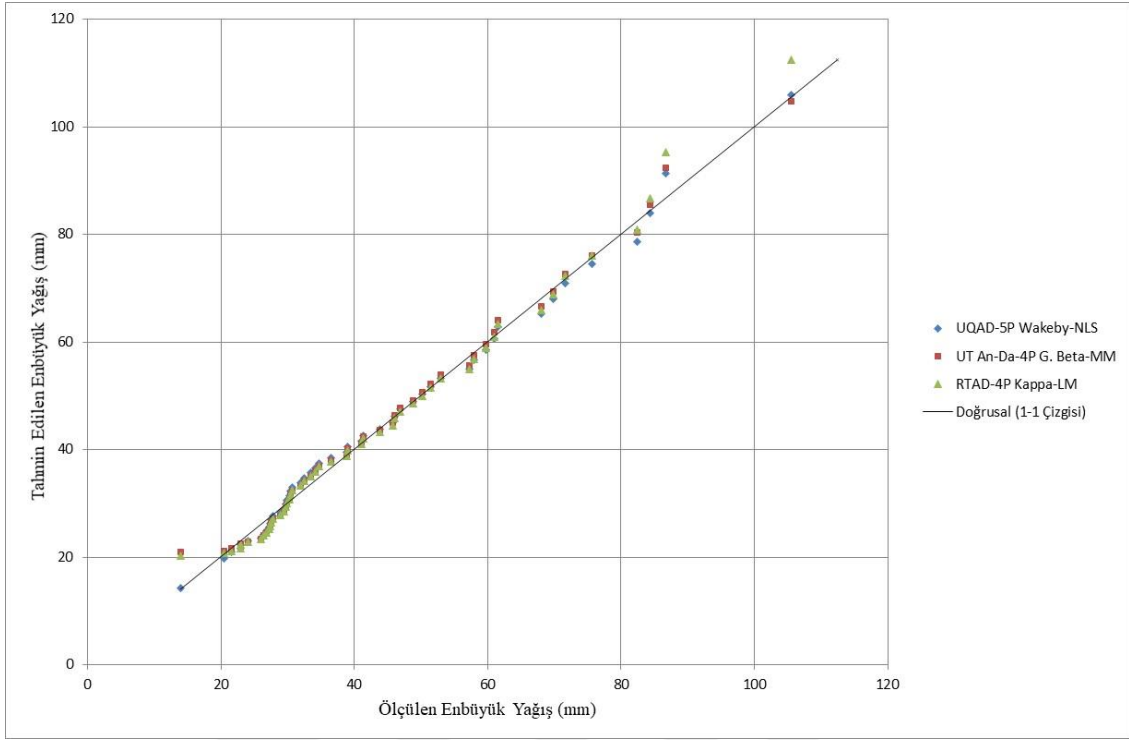
Şekil 4.34. Ordu 2-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



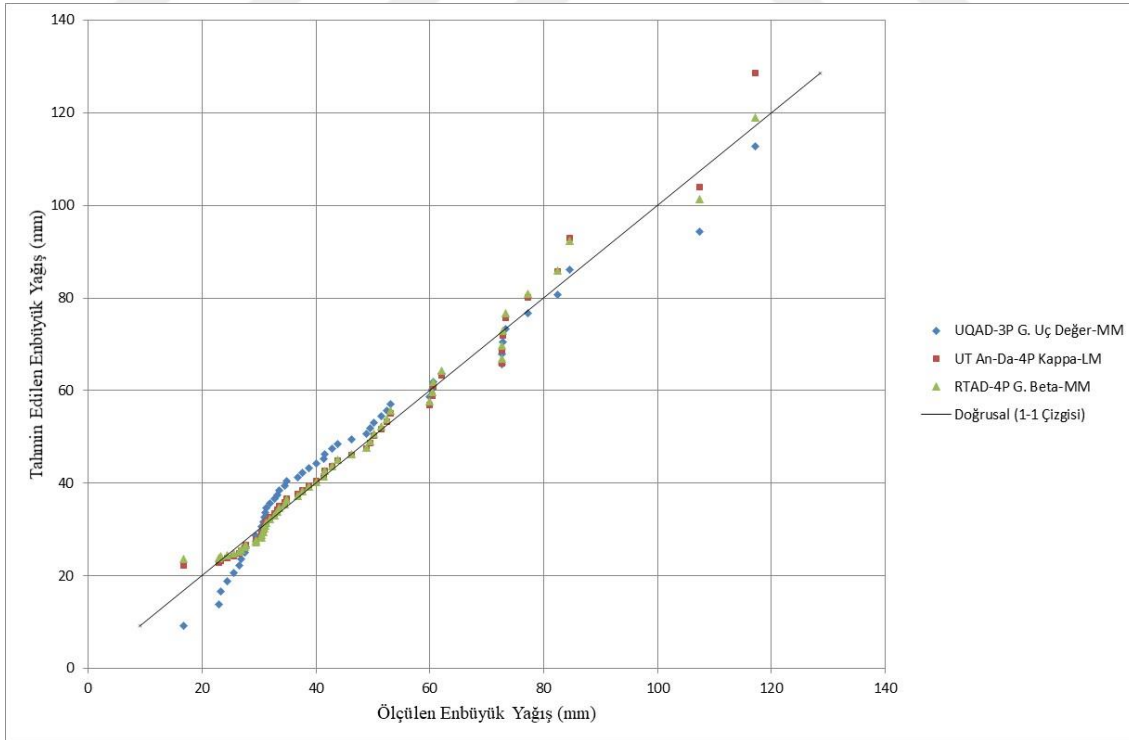
Şekil 4.35. Ordu 3-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



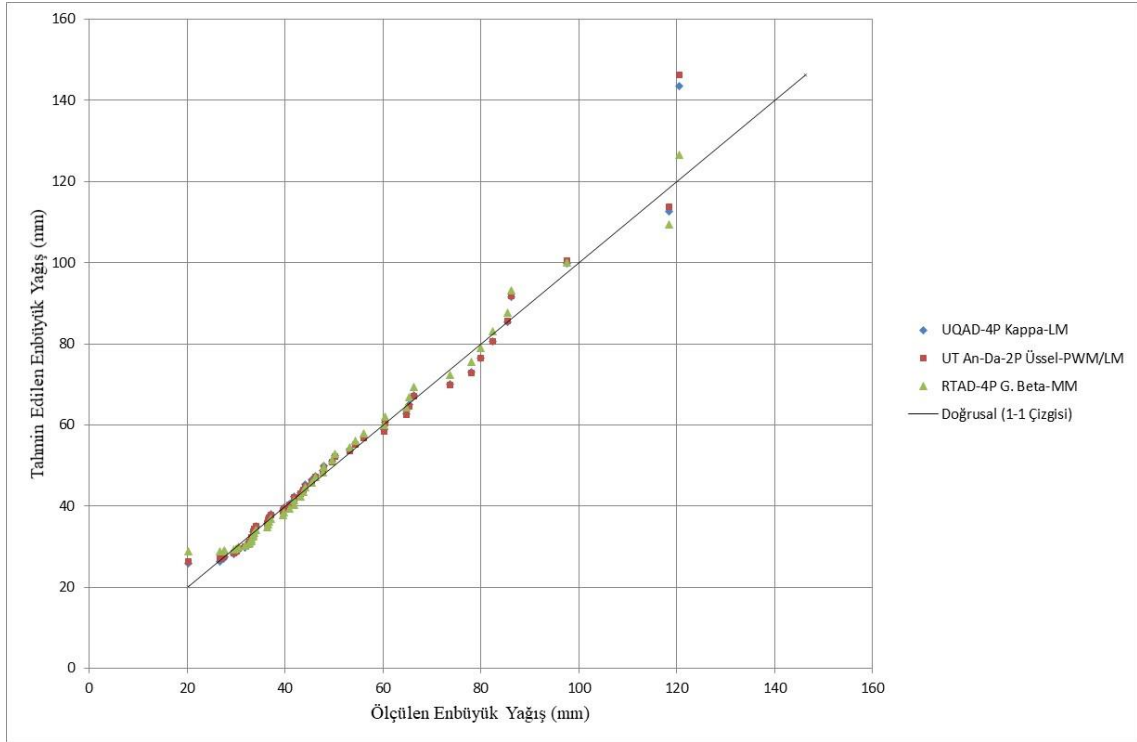
Şekil 4.36. Ordu 4-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



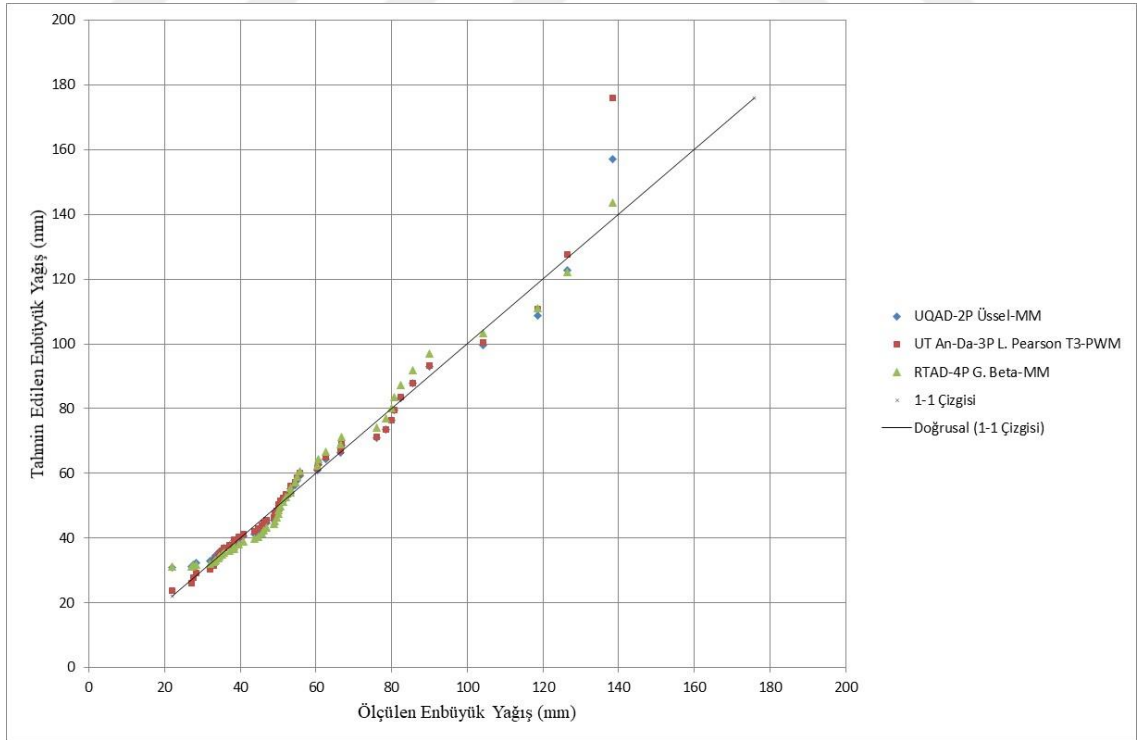
Şekil 4.37. Ordu 5-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



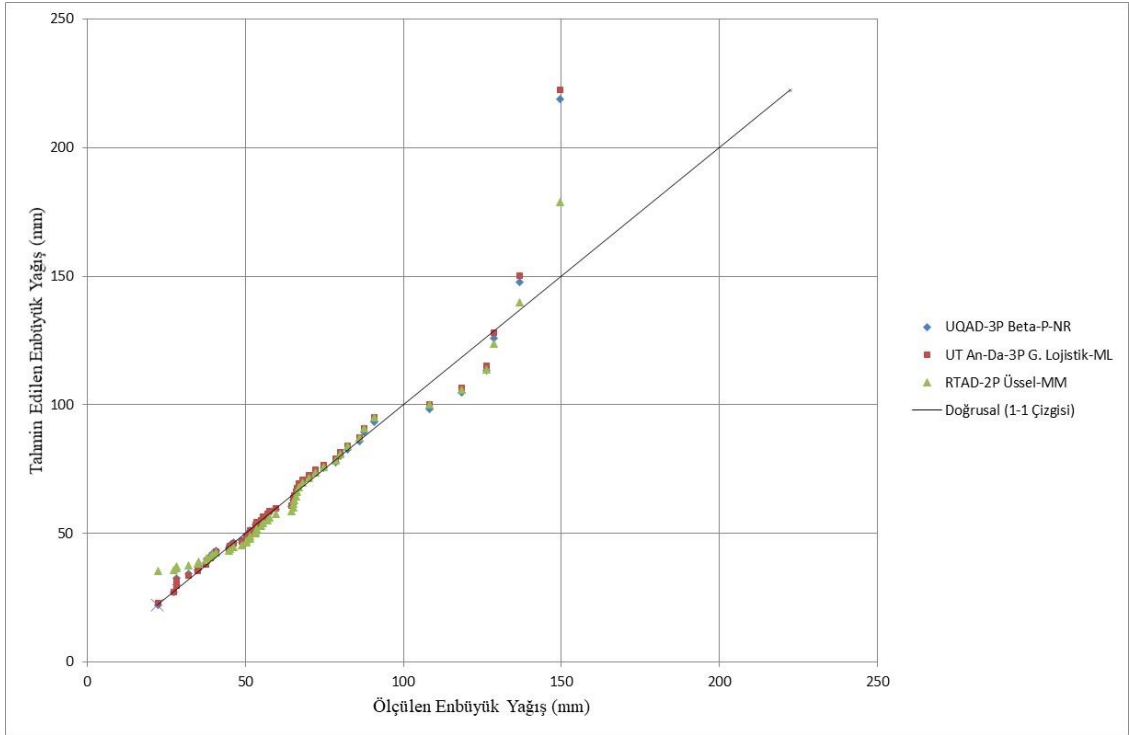
Şekil 4.38. Ordu 6-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



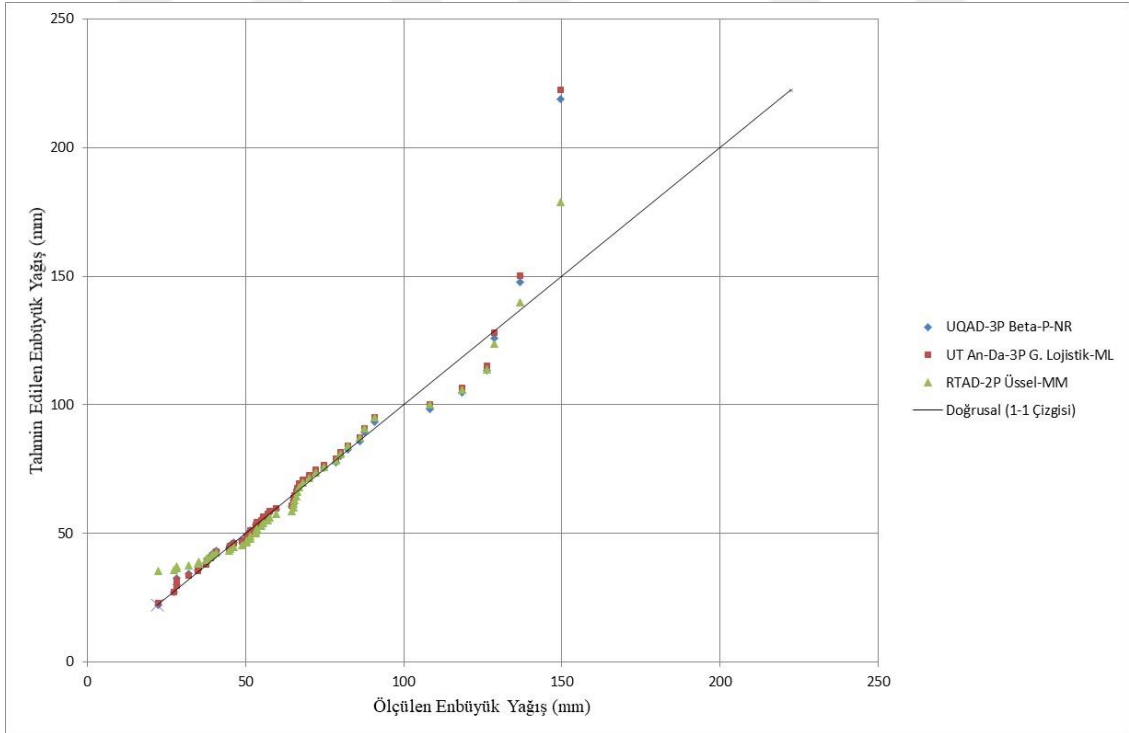
Şekil 4.39. Ordu 8-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



Şekil 4.40. Ordu 12-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



Şekil 4.41. Ordu 18-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.



Şekil 4.42. Ordu 24-Saat süreli yıllık maksimum yağış dizisini UQ_{AD} , UT_{An-Da} , RT_{AD} uygunluk testlerine göre en iyi temsil eden dağılımların 1-1 grafiğinde karşılaştırılması.

Çizelge 4.5. Tokat, Samsun ve Ordu il merkezlerinde standart zamanlarda gözlenen yıllık en büyük yağış dizilerine UQ_{AD} , UT_{An-Da} , ve RT_{AD} uygunluk test istatistiklerine göre en uygun olanları arasından 1-1 grafiğine göre diziye en iyi uyum sağlayan dağılım-parametre tahmin yöntemi

Yağış	İllere Göre En Uyumlu Dağılım-Parametre Tahmin Yöntemi		
	Tokat	Samsun	Ordu
5-Dakika	2P L. Lojistik ML	5P Wakeby NLS	5P Wakeby LM
10-Dakika	5P Wakeby LM	5P Wakeby LM	5P Wakeby LM
15-Dakika	5P Wakeby LM	5P Wakeby LM	5P Wakeby LM
30-Dakika	3P G. Pareto MM	4P G. Beta MM	5P Wakeby NLS
1-Saat	3P G. Pareto MM	4P G. Beta MM	5P Wakeby NLS
2-Saat	4P G. Beta ML	4P G. Beta MM	5P Wakeby LM
3-Saat	5P Wakeby NLS	5P Wakeby NLS	5P Wakeby LM
4-Saat	5P Wakeby NLS	5P Wakeby NLS	5P Wakeby LM
5-Saat	5P Wakeby NLS	3P Pearson T3 LM	4P G. Beta MM
6-Saat	2P L. Normal ML	5P Wakeby LM	4P G. Beta MM
8-Saat	4P Kappa LM	5P Wakeby LM	4P G. Beta MM
12-Saat	5P Wakeby LM	3P L. Pearson T3 ML	4P G. Beta MM
18-Saat	5P Wakeby LM	2P L. Gumbel MM	4P G. Beta MM
24-Saat	4P Kappa LM	3P Beta-P ML NR	4P G. Beta MM

belirlenmesinde kullandığımız 1-1 grafiklerinin yer aldığı Şekillerin (4.1-4.42) görsel olarak değerlendirilmesinde, UQ_{AD} uygunluk testi önemli olmamıştır. Çizelge 4.5'te sunulan sonuçlardan, Tokat, Samsun ve Ordu il merkezlerine ait standart süreli yıllık maksimum yağış dizilerini tek bir dağılımla temsil etmenin zor olduğu, ancak Tokat ili standart süreli yıllık maksimum yağış serilerine en iyi uyumda 5 parametrelili Wakeby dağılımının; Samsun ve Ordu illerine ait standart süreli yıllık maksimum yağış serilerine en iyi uyumda 5 parametrelili Wakeby dağılımının yanı sıra, 4 parametrelili Genelleştirilmiş Beta dağılımının ön plana çıktığını ifade edebiliriz.

Tokat, Samsun ve Ordu il merkezleri standart süreli yağışlarını 1-1 grafiklerine göre en iyi temsil eden dağılım-parametre tahmin yöntemleri (Çizelge 4.5) FRANMOD modelinde kullanılarak, bu standart süreli yağış dizileri için 2-, 5-, 10-, 25-, 50-, 100-, ve 200-yıl tekerrürlü yağış tahminleri elde edilmiştir. FRANMOD modeli ile elde edilen bu yağış tahminleri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) yağış tahminleri ile karşılaştırılmıştır. FRANMOD ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü tahmin sonuçları birlikte Tokat, Samsun ve Ordu illeri sırasına göre Çizelgeler 4.6, 4.7 ve 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Tokat il merkezi için Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) ve FRANMOD modeli ile çeşitli standart süreli yağışlar için 2-, 5-, 10-, 25-, 50-, 100-, ve 200-Yıl tekerrürlü yağış (mm) tahminleri.

	Tekerrür Yılı	Dakika				Saat									
		5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
MGM	2	5.1	7.5	9.2	11.5	13.6	15.3	16.4	17.3	17.9	18.7	20.1	22.0	23.9	28.4
	5	7.5	10.7	13.1	16.4	18.4	19.9	20.6	21.6	22.4	23.3	24.8	27.0	29.7	34.8
	10	9.3	12.7	15.5	19.3	21.1	22.6	23.2	24.3	25.2	26.1	27.5	29.9	33.3	38.6
	25	11.7	15.3	18.5	22.8	24.3	25.9	26.2	27.4	28.5	29.4	30.6	33.3	37.7	43.1
	50	13.6	17.1	20.6	25.3	26.5	28.2	28.4	29.6	30.9	31.8	32.8	35.7	40.9	46.3
	100	15.5	18.9	22.7	27.6	28.6	30.4	30.4	31.8	33.3	34.1	34.9	38.0	44.0	49.3
	200	17.6	20.7	24.7	29.9	30.5	32.4	32.5	33.9	35.6	36.4	36.9	40.1	47.1	52.3
FRANMOD	2	4.98	6.92	8.53	10.67	12.76	14.94	15.94	16.85	17.55	18.32	19.42	21.04	22.65	28.77
	5	7.06	10.54	13.03	16.55	18.67	19.81	20.48	21.29	21.87	22.80	24.57	26.86	29.43	35.31
	10	8.66	12.93	15.87	19.87	21.71	22.57	22.83	23.88	24.65	25.57	27.65	30.34	33.81	39.75
	25	11.09	15.69	19.01	23.14	24.46	25.49	25.56	27.00	28.07	28.89	31.09	33.97	38.77	45.65
	50	13.27	17.52	20.99	24.98	25.87	27.29	27.65	29.25	30.48	31.26	33.34	36.14	41.98	50.30
	100	15.85	19.15	22.69	26.41	26.89	28.83	29.89	31.41	32.76	33.56	35.34	37.90	44.78	55.17
	200	18.89	20.60	24.14	27.52	27.62	30.15	32.32	33.50	34.92	35.81	37.12	39.15	47.22	59.21

Çizelge 4.7. Samsun il merkezi için Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) ve FRANMOD modeli ile çeşitli standart süreli yağışlar için 2-, 5-, 10-, 25-, 50-, 100-, ve 200-Yıl tekrerrürlü yağış (mm) tahminleri.

	Tekerrür Yılı	Dakika				Saat									
		5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
MGM	2	7.6	11.0	13.1	18.8	24.6	30.3	33.7	36.5	38.6	40.8	43.1	45.5	50.2	54.0
	5	11.5	16.3	19.9	29.5	41.0	50.4	56.7	60.3	63.4	66.6	70.9	77.1	80.8	83.8
	10	14.2	19.9	24.7	36.6	52.3	64.2	72.7	76.9	81.0	85.2	92.1	103.0	106.0	104.0
	25	17.8	24.5	31.0	45.6	67.1	81.9	93.6	98.9	105.0	110.0	122.0	142.0	144.0	146.0
	50	20.5	28.0	35.8	52.4	78.3	95.2	110.0	116.0	123.0	130.0	146.0	175.0	177.0	179.0
	100	23.3	31.5	40.8	59.1	89.9	109.0	126.0	133.0	142.0	150.0	171.0	211.0	213.0	215.0
	200	26.1	35.1	45.9	65.9	102.0	123.0	143.0	151.0	161.0	171.0	199.0	252.0	253.0	255.0
FRANMOD	2	7.07	10.39	12.37	16.45	22.04	25.55	31.23	33.66	34.63	37.09	40.91	45.34	51.21	54.44
	5	11.25	16.29	19.79	30.09	41.09	51.07	56.23	59.17	61.15	62.75	65.09	70.35	74.06	75.52
	10	14.43	20.37	25.17	39.01	54.53	68.81	73.51	77.36	82.05	84.05	87.10	92.40	94.55	96.11
	25	18.45	25.29	31.97	48.07	70.20	87.34	94.40	100.01	110.21	114.97	122.59	127.95	128.73	132.12
	50	21.16	28.69	36.90	53.09	80.43	97.79	108.83	116.16	131.76	140.64	155.26	161.08	161.84	168.08
	100	23.37	31.84	41.65	56.86	89.35	105.73	122.20	131.50	153.46	168.46	193.98	200.93	203.13	213.82
	200	24.79	34.75	46.22	59.67	97.11	111.69	134.56	146.07	175.27	198.61	239.89	248.96	254.74	272.01

Çizelge 4.8. Ordu il merkezi için Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) ve FRANMOD modeli ile çeşitli standart süreli yağışlar için 2-, 5-, 10-, 25-, 50-, 100-, ve 200-Yıl tekerrürlü yağış (mm) tahminleri.

	Tekerrür Yılı	Dakika				Saat									
		5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
MGM	2	7.0	10.8	14.0	19.2	24.6	29.9	33.6	37.0	39.5	41.3	45.2	50.6	58.9	65.8
	5	9.2	15.2	20.0	27.9	36.8	44.3	49.0	53.3	57.1	59.8	64.5	72.3	84.3	91.2
	10	10.6	17.9	23.9	33.7	45.5	54.8	61.1	65.2	70.5	74.3	79.7	89.0	103.0	111.0
	25	12.0	21.3	28.4	41.0	57.1	68.8	75.3	81.5	89.3	95.4	102.0	113.0	128.0	138.0
	50	13.0	23.6	31.7	46.5	66.1	79.9	87.4	94.6	105.0	113.0	121.0	133.0	147.0	161.0
	100	13.9	25.9	34.8	51.9	75.5	91.5	100.0	108.0	122.0	133.0	142.0	155.0	168.0	186.0
	200	14.8	28.1	37.8	57.3	85.2	104.0	114.0	123.0	140.0	155.0	166.0	179.0	190.0	213.0
FRANMOD	2	6.88	10.49	13.53	18.64	24.50	28.67	32.28	35.50	37.83	39.14	42.23	47.30	55.64	61.43
	5	9.49	15.53	20.37	28.57	37.44	45.30	50.38	55.11	59.89	62.24	67.19	74.41	86.39	94.34
	10	10.65	18.23	24.16	33.93	43.91	56.04	61.84	67.31	73.38	77.65	84.15	93.03	106.05	117.93
	25	11.55	20.77	27.86	39.02	50.94	68.19	74.54	80.60	87.31	94.80	102.54	114.0	127.58	143.67
	50	11.96	22.12	29.91	41.77	57.17	76.04	82.59	88.86	95.42	105.53	113.57	127.19	140.93	158.96
	100	12.21	23.14	31.48	43.84	66.86	82.89	89.49	95.85	101.87	114.59	122.47	138.33	152.14	171.12
	200	12.37	23.89	32.69	45.38	84.43	88.88	95.42	101.77	106.97	122.20	129.60	147.68	161.55	180.68

Samsun il merkezi 3- ve 4-Saat süreli yağışlarına ait 1-1 grafiklerinin yer aldığı Şekiller 4.21 ve 4.22 incelendiğinde ve RTAD istatistiği dikkate alındığında her ne kadar 4 parametrelili Genelleştirilmiş Beta dağılımı ön plana çıksada, bu dağılım ile yapılan 10-Yıl tekerrürlü 4-Saat süreli yağış tahmini 3-Saat süreli yağış tahmininden küçük bulunmuş, bunun üzerine RTAD istatistiğine göre 4 parametrelili Genelleştirilmiş Beta dağılımından sonra, özellikle 10-Yıl tekerrür bölgesinde daha iyi tahmin sonuçları üreten 5 parametrelili Wakeby-NLS dağılım-parametre tahmin yöntemi dikkate alınmıştır.

Çizelge 4.6’da verilen Tokat ili için MGM-Log Normal 3 dağılımı ve FRANMOD modelindeki dağılımlar kullanılarak belirlenen 5-, 10-, 15-, ve 30-Dakika, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 8-, 12-, 18-, ve 24-Saat süreli, 2-, 5-, 10-, 25-, 50-, 100-, ve 200-Yıl tekerrürlü yağışlar karşılaştırıldığında; MGM 2-, 3-, 4-, 5-, ve 6-Saat süreli yağışlarının tüm dikkate alınan tekerrür aralığı yılları için FRANMOD modeli ile tahmin edilen yağışlardan yüksek, 24-Saat süreli MGM yağışlarının ise FRANMOD modeli ile tahmin edilen yağışlara göre düşük olduğu; ayrıca 8- ve 18-Saat süreli MGM yağışlarının ise 2- ve 5-Yıl tekerrür aralıkları haricinde yine FRANMOD modeli kullanılarak tahmin edilen yağışlara göre düşük olmuştur.

Çizelge 4.7’de verilen Samsun ili için MGM-Log Normal 3 dağılımı ve FRANMOD modelindeki dağılımlar kullanılarak belirlenen 5-, 10-, 15-, ve 30-Dakika, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 8-, 12-, 18-, ve 24-Saat süreli, 2-, 5-, 10-, 25-, 50-, 100-, ve 200-Yıl tekerrürlü yağışlar karşılaştırıldığında ise; MGM 12-Saat süreli yağışlarının tüm dikkate alınan tekerrür aralığı yılları için FRANMOD modeli kullanılarak elde edilen tahmin yağışlarından yüksek, 5-, 6-, 8-, ve 24-Saat süreli 200-Yıl tekerrürlü yağış tahminlerinin ise FRANMOD modeli tahminlerinden çok düşük, benzer biçimde 5-, 6-, ve 8-Saat süreli 100 ve 200-Yıl tekerrürlü MGM yağış tahminlerinin yine FRANMOD modeli ile elde edilen yağış tahminlerinden çok düşük olmuştur.

Çizelge 4.8’de verilen Ordu ili için MGM-Log Pearson 3 dağılımı ve FRANMOD modelindeki dağılımlar kullanılarak belirlenen 5-, 10-, 15-, ve 30-Dakika, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 8-, 12-, 18-, ve 24-Saat süreli, 2-, 5-, 10-, 25-, 50-, 100-, ve 200-Yıl tekerrürlü yağışlar karşılaştırıldığında ise; MGM tüm standart süreli 2-, 50-, 100-, ve 200-Yıl tekerrürlü yağış tahminlerinin FRANMOD modeli kullanılarak elde edilen yağışlardan

çok yüksek olduğu, ve MGM 5-Yıl tekerrürlü yağışlarının ise FRANMOD modeli kullanılarak tahmin edilen yağışlardan düşük olduğu bulunmuştur.

Tokat, Samsun ve Ordu il merkezlerinde ölçülen standart süreli yağışlara ait FRANMOD modelindeki dağılımları kullanarak elde ettiğimiz 2-, 5-, 10-, 25-, 50-, 100-, ve 200-Yıl tekerrürlü yağış değerlerini (Çizelge 4.6, 4.7, ve 4.8) kullanarak bu illere ait yağış şiddeti-süre- tekerrür eğrilerini elde etmek için bu yağış değerleri (mm) yağış şiddetine (mm/saat) dönüştürülerek Çizelge 4.9’da verilmiştir. Çizelge 4.9’da illere göre belirlenen yağış şiddetleri dikkate alındığında, Ordu ili yıllık toplam yağış miktarı (1046.4 mm), Samsun ili yıllık yağış miktarından (716.7 mm) fazla olmasına rağmen, Samsun yağışları Ordu ili yağışlarına göre daha şiddetlidir. Bu gerçek, bu tez çalışmasında kullanılan Samsun ve Ordu illerine ait yağış değerlerinin verildiği sırasıyla Çizelgeler 3.2 ve 3.3’teki yıllık en büyük yağış (Y-EB) değerleri dikkate alındığında da ortadadır. Her iki ilde Karadeniz kıyısında konumlanmış olmasına rağmen Samsun ili yağışlarının daha şiddetli olmasının nedenleri araştırılmalıdır. Diğer taraftan Tokat ili 5-Dakika süreli, 50-, 100-, ve 200-Yıl tekerrürlü yağış şiddetleri, Ordu ili 5-Dakika süreli, 50-, 100-, ve 200-Yıl tekerrürlü yağış şiddetlerinden yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.9’da verilen yağış şiddetleri kullanılarak Tokat, Samsun ve Ordu il merkezleri yağışları için yağış şiddeti-süre-tekerrür grafikleri çizilmiş ve il sıralamasına göre Şekiller 4.43, 4.44 ve 4.45’te verilmiştir. Bu şekillerdeki noktalar düzgün bir eğriye uydurularak birleştirilip daha düzgün şekilli yağış şiddeti-süre-tekerrür eğrileri elde edilebilir.

Tokat, Samsun ve Ordu il merkezleri yağışları için FRANMOD modeli ile tahmin edilen yağışlara ait 2-, 5-, 10-, 25-, 50-, 100-, ve 200-Yıl tekerrürlü yağış şiddeti-süre-tekerrür eğrileri, MGM 2-, 5-, 10-, 25-, 50-, 100-, ve 200-Yıl tekerrürlü yağış tahminleri kullanılarak elde edilen yağış şiddeti-süre-tekerrür eğrileri ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmada özellikle son yıllardaki Karadeniz Bölgesi illerindeki sel felaketleri dikkate alınarak, Tokat, Samsun ve Ordu illeri 100-, ve 200-Yıl tekerrürlü yağış şiddeti-süre-tekerrür eğrileri sırasıyla Şekiller 4.46, 4.47 ve 4.48’de sunulmuştur.

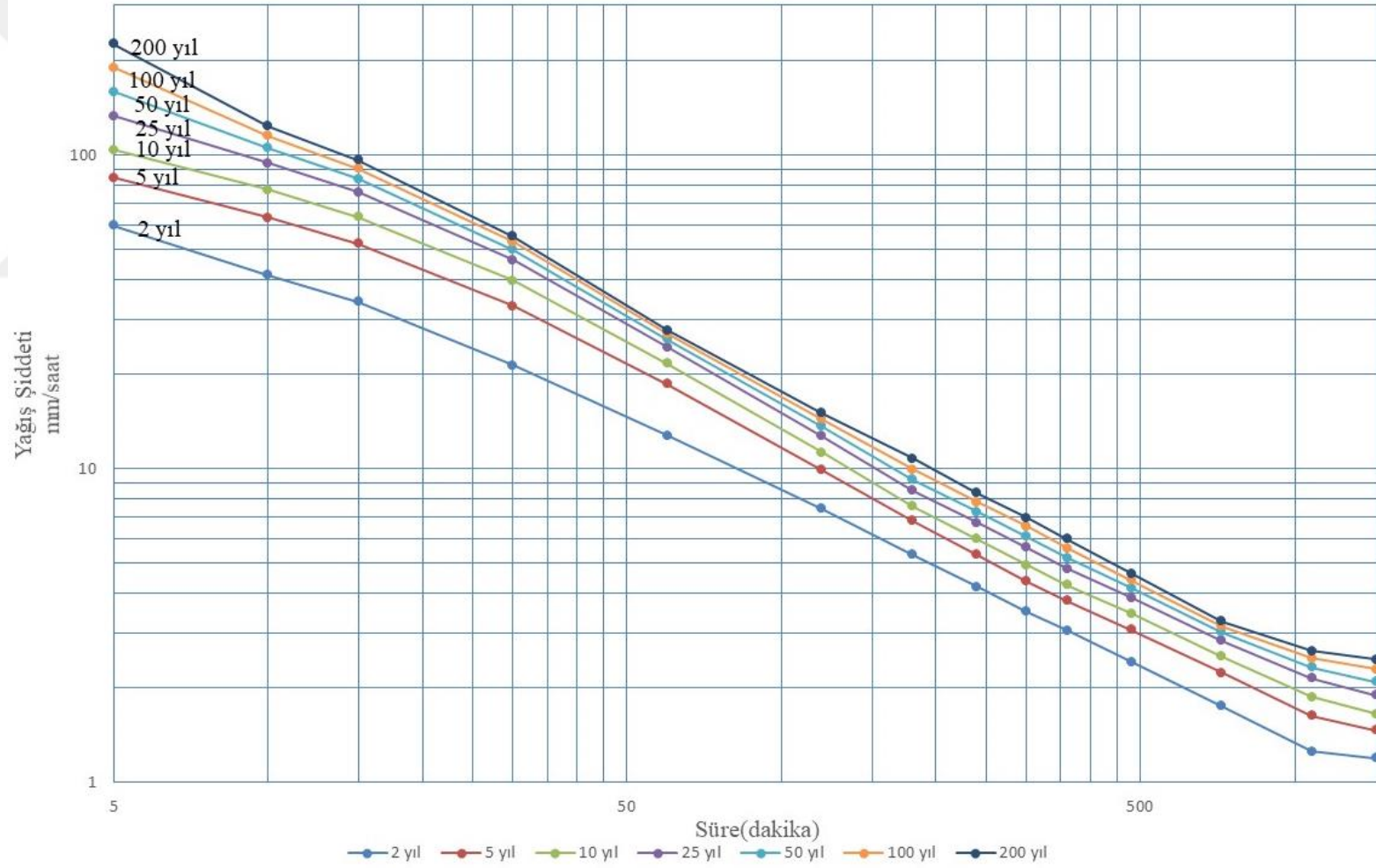
Tokat ili için Şekil 4.46’da verilen 100- ve 200-Yıl tekerrürlü yağış şiddeti-süre-tekerrür eğrilerini dikkate aldığımızda, MGM yağış şiddeti tahminlerinin FRANMOD tahminleri ile örtüştüğü görülmüştür. Samsun ili için Şekil 4.47’de verilen 100- ve 200-Yıl tekerrürlü

yağış şiddeti-süre-tekerrür eğrileri incelendiğinde, Çizelge 3.7'nin yorumunda da değinildiği üzere, 5-Saat (300 dakika), 6-Saat (360 dakika), ve 8-Saat (480 dakika) süreli MGM yağış şiddeti tahminleri, FRANMOD tahminlerinden düşüktür. Ordu ili için Şekil 4.48'de verilen 200-Yıl tekerrürlü yağış şiddeti-süre-tekerrür eğrilerini dikkate alındığında ise, Çizelge 3.8'in yorumunda da vurgulandığı üzere, MGM tahminlerinin sadece 1 saatlik (60 dakika) süre dışında FRANMOD tahminlerinden çok yüksek olduğu; 100-Yıl tekerrürlü yağış şiddeti-süre-tekerrür eğrileri dikkate alındığında ise, yine tüm sürelerde MGM tahminlerinin FRANMOD tahminlerinden yüksek olduğu bulunmuştur.

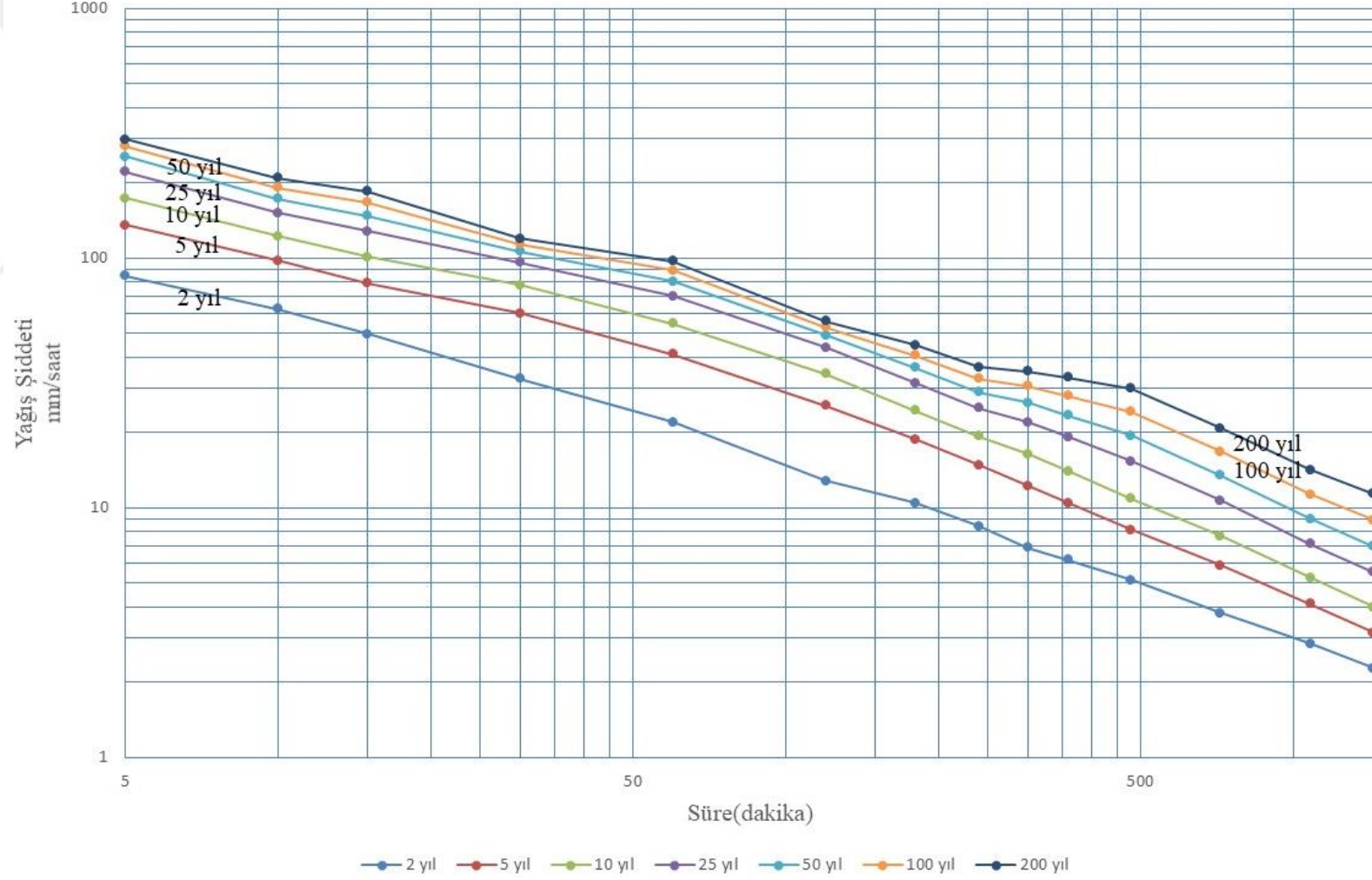


Çizelge 4.9. Tokat, Samsun, ve Ordu il merkezleri standart süreli yağışları için FRANMOD modelindeki sürekli dağılımlar kullanılarak elde edilen 2-, 5-, 10-, 25-, 50-, 100-, ve 200-Yıl tekerrürlü yağışların (Çizelgeler 4.6, 4.7, ve 4.8) şiddet (mm/saat) değerleri.

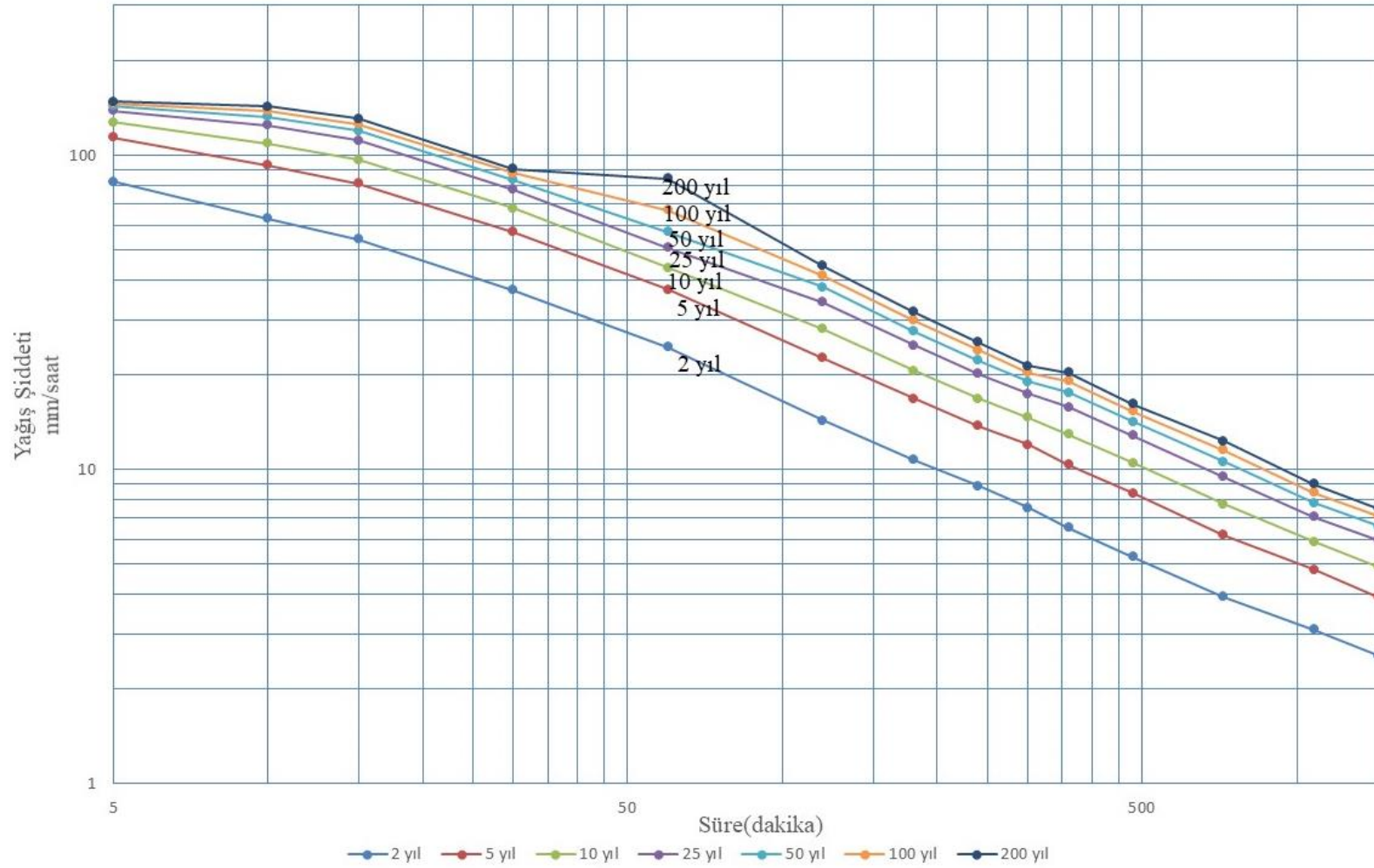
İl	Tekerrür Yılı	Dakika				Saat									
		5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
TOKAT	2	59.76	41.52	34.12	21.34	12.76	7.47	5.31	4.21	3.51	3.05	2.43	1.75	1.26	1.20
	5	84.72	63.24	52.12	33.10	18.67	9.91	6.83	5.32	4.37	3.80	3.07	2.24	1.64	1.47
	10	103.92	77.58	63.48	39.74	21.71	11.29	7.61	5.97	4.93	4.26	3.46	2.53	1.88	1.66
	25	133.08	94.14	76.04	46.28	24.46	12.75	8.52	6.75	5.61	4.82	3.89	2.83	2.15	1.90
	50	159.24	105.12	83.96	49.96	25.87	13.65	9.22	7.31	6.10	5.21	4.17	3.01	2.33	2.10
	100	190.20	114.90	90.76	52.82	26.89	14.42	9.96	7.85	6.55	5.59	4.42	3.16	2.49	2.30
	200	226.68	123.60	96.56	55.04	27.62	15.08	10.77	8.38	6.98	5.97	4.64	3.26	2.62	2.47
SAMSUN	2	84.84	62.34	49.48	32.90	22.04	12.78	10.41	8.42	6.93	6.18	5.11	3.78	2.85	2.27
	5	135.00	97.74	79.16	60.18	41.09	25.54	18.74	14.79	12.23	10.46	8.14	5.86	4.11	3.15
	10	173.16	122.22	100.68	78.02	54.53	34.41	24.50	19.34	16.41	14.01	10.89	7.70	5.25	4.00
	25	221.40	151.74	127.88	96.14	70.20	43.67	31.47	25.00	22.04	19.16	15.32	10.66	7.15	5.51
	50	253.92	172.14	147.60	106.18	80.43	48.90	36.28	29.04	26.35	23.44	19.41	13.42	8.99	7.00
	100	280.44	191.04	166.60	113.72	89.35	52.87	40.73	32.88	30.69	28.08	24.25	16.74	11.29	8.91
	200	297.48	208.50	184.88	119.34	97.11	55.85	44.85	36.52	35.05	33.10	29.99	20.75	14.15	11.33
ORDU	2	82.56	62.94	54.12	37.28	24.50	14.34	10.76	8.88	7.57	6.52	5.28	3.94	3.09	2.56
	5	113.88	93.18	81.48	57.14	37.44	22.65	16.79	13.78	11.98	10.37	8.40	6.20	4.80	3.93
	10	127.80	109.38	96.64	67.86	43.91	28.02	20.61	16.83	14.68	12.94	10.52	7.75	5.89	4.91
	25	138.60	124.62	111.44	78.04	50.94	34.10	24.85	20.15	17.46	15.80	12.82	9.50	7.09	5.99
	50	143.52	132.72	119.64	83.54	57.17	38.02	27.53	22.22	19.08	17.59	14.20	10.60	7.83	6.62
	100	146.52	138.84	125.92	87.68	66.86	41.45	29.83	23.96	20.37	19.10	15.31	11.53	8.45	7.13
	200	148.44	143.34	130.76	90.76	84.43	44.44	31.81	25.44	21.39	20.37	16.20	12.31	8.98	7.53



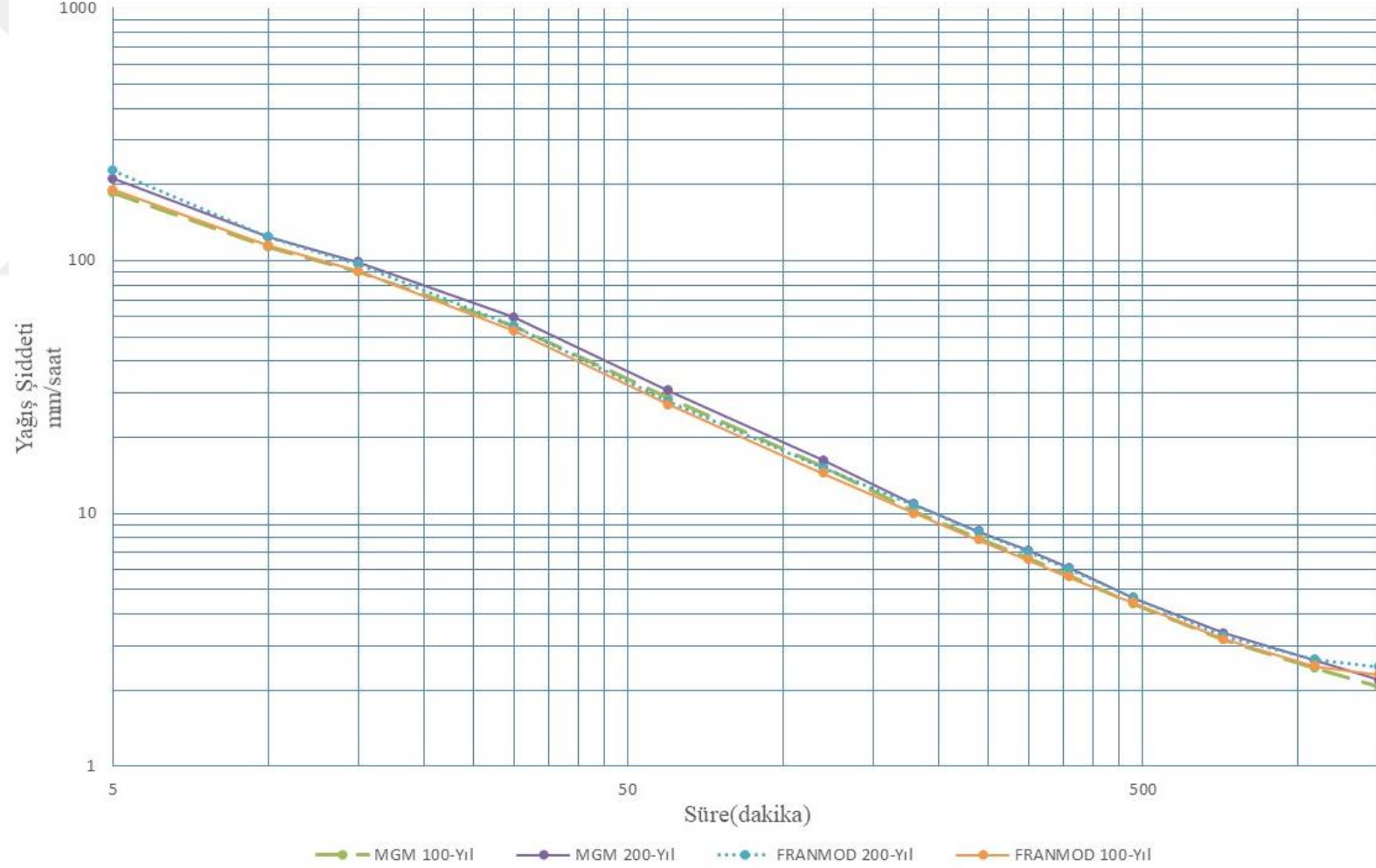
Şekil 4.43. Tokat il merkezinde 1966-2015 yılları arasında standart sürelerde ölçülen yağışların FRANMOD modelindeki dağılımlar kullanılarak tahmin edilen yağışları için şiddet-süre-tekerrür eğrileri.



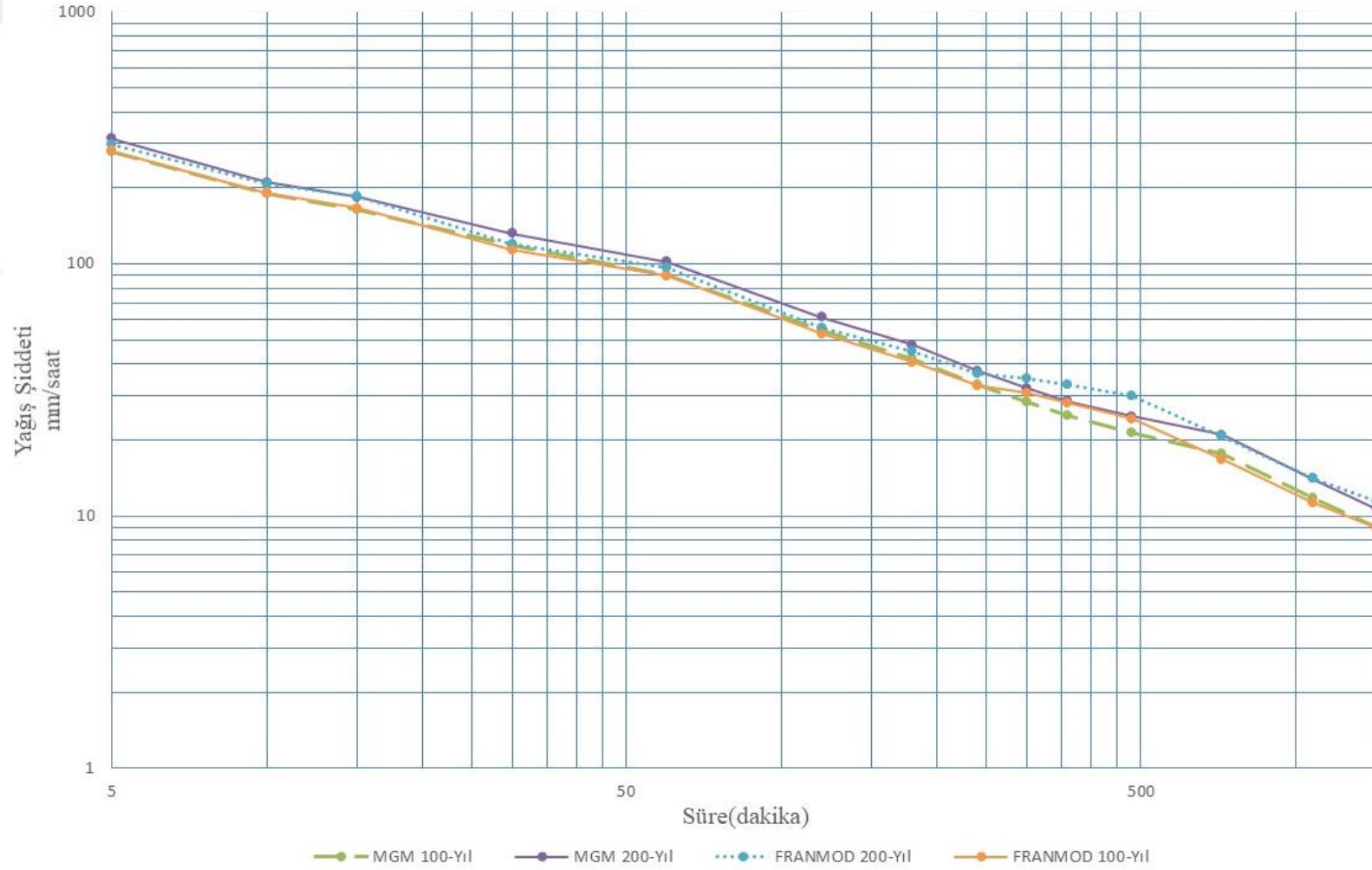
Şekil 4.44. Samsun il merkezinde 1957-2015 yılları arasında standart sürelerde ölçülen yağışların FRANMOD modelindeki dağılımlar kullanılarak tahmin edilen yağışları için şiddet-süre-tekerrür eğrileri.



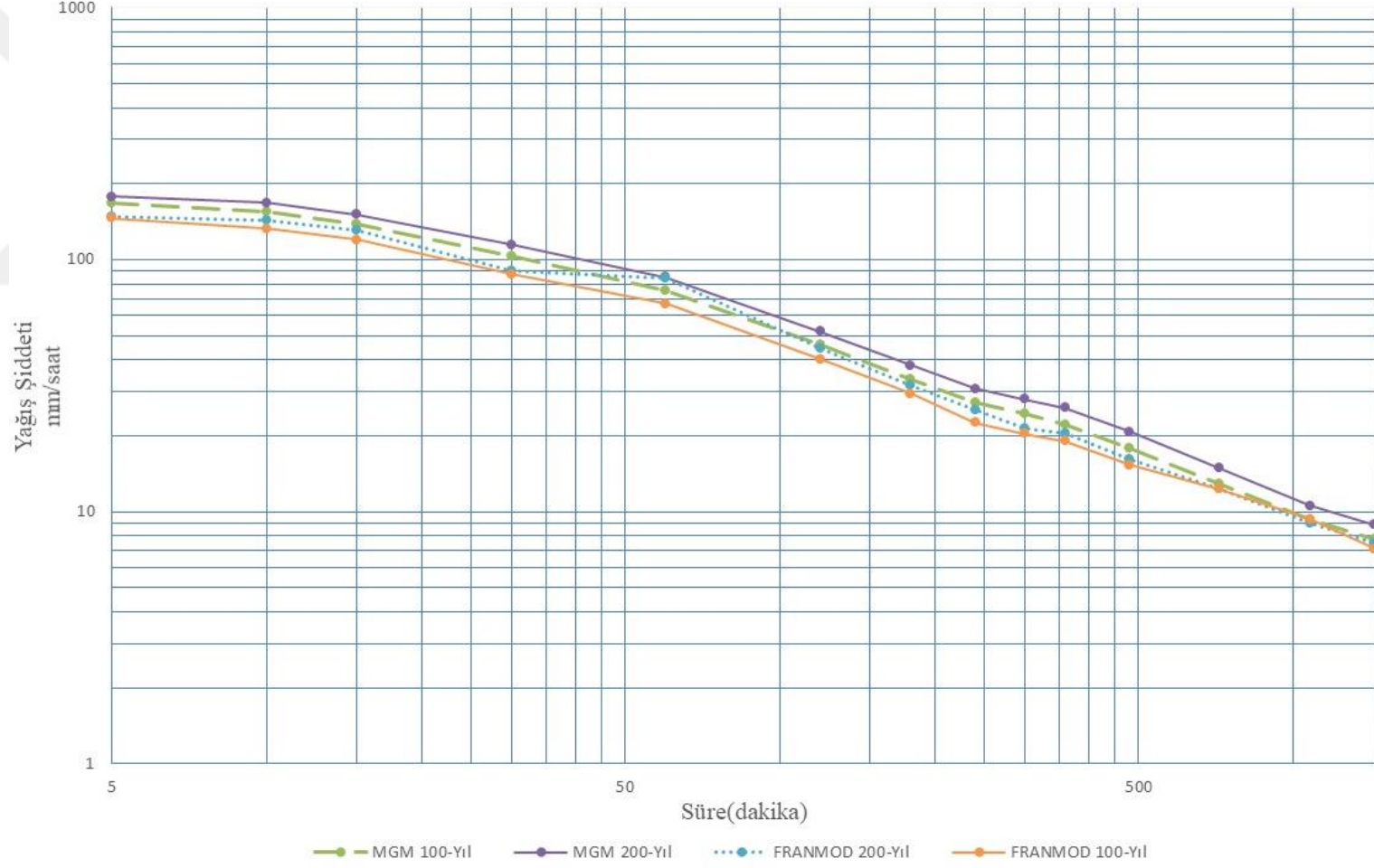
Şekil 4.45. Ordu il merkezinde 1965-2015 yılları arasında standart sürelerde ölçülen yağışların FRANMOD modelindeki dağılımlar kullanılarak tahmin edilen yağışları için şiddet-süre-tekerrür eğrileri.



Şekil 4.46. Tokat il merkezinde 1966-2015 yılları arasında standart sürelerde ölçülen yağışların MGM ve FRANMOD modelindeki dağılımlar kullanılarak tahmin edilen yağışları için 100-, ve 200-Yıl tekerrürlü yağış şiddeti-süre-tekerrür eğrilerinin karşılaştırılması.



Şekil 4.47. Samsun il merkezinde 1957-2015 yılları arasında standart sürelerde ölçülen yağışların MGM ve FRANMOD modelindeki dağılımlar kullanılarak tahmin edilen yağışları için 100-, ve 200-Yıl tekerrürlü yağış şiddeti-süre-tekerrür eğrilerinin karşılaştırılması.



Şekil 4.48. Ordu il merkezinde 1965-2015 yılları arasında standart sürelerde ölçülen yağışların MGM ve FRANMOD modelindeki dağılımlar kullanılarak tahmin edilen yağışları için 100-, ve 200-Yıl tekerrürlü yağış şiddeti-süre-tekerrür eğrilerinin karşılaştırılması

5. SONUÇ

Bu çalışmada elde ettiğimiz sonuçlara geçmeden önce Çiçek (2015)'de verilen Akdeniz Bölgesi'nde yağışların yılın belli bir döneminde toplanması yağış şiddetinin yükseldiği, Karadeniz Bölgesi'nde ise yağış bütün bir yıla homojen dağıldığı için yağış şiddetinin düştüğü; yani Akdeniz'de düşük yağışlı gün sayısı ile şiddeti yüksek yağışlar, Karadeniz Bölgesi'nde yüksek yağışlı gün sayısı ile şiddeti düşük yağışların hakim olduğu, bu da kabaca birbirine yakın yağış tutarlarının birbirinden çok farklı karakterini ortaya koymakta olduğu ön bilgisini paylaşmakta fayda olduğunu düşünüyoruz.

Yağışların şiddet, süre, miktar ve tekerrür aralıklarının belirlenmesi, su kaynaklarının planlanması ve yönetiminde, su yapıları tasarım ve projelendirilme aşamalarında, taşkın kontrolü, taşkın risk haritalarının hazırlanması, tarımsal alanların yönetilmesi, tarımsal sulama ve drenaj sistemleri, kentsel altyapı, çevre, ulaşım, inşaat mühendisliği gibi birçok alan uygulamaları için önemlidir. Örnek vermek gerekirse, yüzey açık drenaj kanal veya hendeklerinin kapasitelerinin belirlenmesinde, yağışlardan akışa geçecek en yüksek yüzey akış miktarları göz önüne alınırken, genellikle tersiyer drenaj kanalları 2.33 yıllık, sekonder drenaj kanalları 5 yıllık, ana drenaj kanalları ise 10 yıllık frekanslı tekerrür süreli yağışlar göz önüne alınarak kapasitelendirilir.

Ülkemizde ve diğer ülkelerde yağışların düzensizleştiği, iklimlerin değiştiği, dolayısıyla değişen bu koşullarda taşkın önlemleri için yağış şiddetlerinin belirlenmesi daha da önem arz etmiştir. Yakın zamanda Karadeniz Bölgesinde Kastamonu, Sinop ve Bartın illerinde meydana gelen, can ve mal kaybına neden olan taşkınlar, ülkemizde her geçen gün daha da yüksek derecede yağış şiddetlerinin gerçekleşebileceğini göstermiştir. Son yıllarda ülkemizde gerçekleşen taşkın olaylarına neden olan yağışların doğru bir biçimde analizlerinin yapılması gündem oluşturmuştur

Yağışların çeşitli büyüklükleri veya şiddetleri ile bunların frekansları arasındaki ilişkiyi veren noktasal yağış frekans değerleri, gözlemlenen veri dizilerini en iyi temsil eden veya en iyi uyan olasılık dağılım fonksiyonu ile gerçekleştirilebilir. Bu çalışma ile 50 yıllık (1966-2015) Tokat, 59 yıllık (1957-2015) Samsun ve 51 yıllık (1965-2015) Ordu illeri standart süreli (5-, 10-, 15-, ve 30-Dakika, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 8-, 12-, 18- ve 24-Saat) yıllık maksimum yağış verilerine FRANMOD modelinde yer alan sürekli frekans dağılımlarından en iyi uyum göstereni belirleyerek; bu en iyi uyum sağlayan frekans

dağılım fonksiyonlarını yine FRANMOD modelinde kullanıp; Tokat, Samsun ve Ordu illerine ait 5-, 10-, 15-, ve 30-Dakika, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 8-, 12-, 18- ve 24-Saat standart yağış süreleri için 2-, 5-, 10-, 25-, 50- ve 100-Yıl tekerrürlü yağış miktarlarını tahmin etmek ve bu tahminleri kullanarak bu illere ait yağış şiddeti-süre-tekerrür eğrilerini elde etmek amaçlanmıştır.

Bu çalışma ile bir ön bilgi olarak Çiçek (2015)'de verilen Karadeniz Bölgesi'nde yağış bütün bir yıla homojen dağıldığı ve yağış şiddetinin düşük olduğu gerçeği, Samsun il merkezi yağışları için pek geçerli olmadığı sonucuna varılmıştır. Samsun ili yağış şiddetlerinin diğer Karadeniz illeri yağış şiddetlerinden yüksek olmasının nedenleri araştırılmalıdır. Tokat, Samsun, ve Ordu il merkezlerinde ait standart sapma değerleri incelendiğinde, Samsun ve Ordu illerine ait standart süreli yağış serilerine ait standart sapma değerlerinin Tokat değerlerine göre yüksek olduğu gözlemlenmiş, Ordu ili de Samsun ili gibi Karadeniz'e kıyısı olan bir ilimiz olmasına ve uzun yıllık toplam yağış miktarı (1046.4 mm) Samsun ili uzun yıllık toplam yağış miktarından (716.7 mm) yüksek olmasına rağmen, yağış serileri Samsun ili yağış serilerine göre daha az değişken, daha fazla normal dağılıma yakın oldukları bulunmuştur.

Bu çalışma ile FRANMOD modeli kullanılarak Tokat, Samsun ve Ordu il merkezlerinde ölçülen 5-, 10-, 15-, ve 30-Dakika, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 8-, 12-, 18- ve 24-Saat standart süreli maksimum yıllık yağış dizilerinin her birine, 32 adet sürekli olasılık dağılım fonksiyonları ve bu fonksiyonların parametre tahmin yöntemlerinin oluşturduğu 84 kombinasyon veya birleşimden, Üst Çeyrek 1-1 Doğrusundan Ortalama Sapma (UQ_{AD}), Değiştirilmiş Anderson-Darling (UT_{An-Da}) ve Sağ Kuyruk Ortalama Sapma (RT_{AD}) uygunluk test istatistiklerine göre en iyi uyum sağlayan ilk üç dağılım-parametre tahmin yöntemleri belirlenmiştir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan ve bu tez çalışmasında kullanılan Tokat, Samsun ve Ordu il merkezlerinde ölçülen tüm standart süreli yıllık maksimum yağış serileri için, Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından bu illere ait tüm standart süreli yıllık yağış serileri için tek bir uygun dağılıma karar verilmiş ve bu dağılımı kullanarak dikkate alınan standart süreler için 2-, 5-, 10-, 25, 50-, 100-, ve 200-Yıl tekerrürlü yağış tahminleri yapılmıştır. Bu çalışmada ise FRANMOD modelindeki 32 adet sürekli dağılımlardan tüm standart süreli yağışlar için ayrı ayrı frekans analizi yapılarak herbir

süre için ayrı ayrı en uygun dağılım-parametre tahmin yöntemi belirlenmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün Tokat ve Samsun il merkezlerine ait veriler için önerdiği bu dağılımlar, Log Normal 3 dağılımı iken, Ordu il merkezi verileri için Log Pearson III dağılımıdır.

Tokat, Samsun ve Ordu il merkezlerinde standart zamanlarda gözlenen yıllık en büyük yağış dizilerine FRANMOD modeli kullanılarak ve modelde UQ_{AD} , UT_{An-Da} , ve RT_{AD} uygunluk test istatistiklerine göre en iyi uyum sağlayan üç dağılımdan da bu illere ait standart süreli yağış dizilerini en iyi temsil eden tek bir dağılım-parametre tahmin yöntemini görsel olarak belirlemek için bu üç istatistiğe göre en iyi ilk üç sonucu veren dağılım-parametre tahmin yöntemlerinin Hosking ve arkadaşlarının pozisyon çizim eşitliği $\{(i-0.35)/(n)\}$ birikimli olasılıklara karşılık tahmin ettikleri yağışlar, gözlem yağışlarına karşılık 1-1 doğrusu ile Excel'de küçükten büyüğe doğru çizilerek belirlenmiştir. Bu illere ait yıllık maksimum yağış dizilerini en iyi temsil eden dağılım-parametre tahmin yönteminin belirlenmesinde kullandığımız 1-1 grafiklerinin yer aldığı şekillerin görsel olarak değerlendirilmesi sonucunda, UQ_{AD} uygunluk testinin UT_{An-Da} , ve RT_{AD} uygunluk test istatistiklerine göre fazla önemli olmadığı bulunmuştur.

Çalışmada, Tokat, Samsun ve Ordu il merkezlerine ait standart süreli yıllık maksimum yağış dizilerini tek bir dağılımla temsil etmenin zor olduğu; ancak Tokat ili standart süreli yıllık maksimum yağış serilerine en iyi uyumda 5 parametrelili Wakeby dağılımının; Samsun ve Ordu illerine ait standart süreli yıllık maksimum yağış serilerine en iyi uyumda ise 5 parametrelili Wakeby dağılımının yanı sıra, 4 parametrelili Genelleştirilmiş Beta dağılımının ön plana çıktığı belirlenmiştir.

Tokat, Samsun ve Ordu il merkezleri standart süreli yağışlarına FRANMOD modelindeki dağılımlar ve parametre tahmin yöntemleri arasından en iyi uyanlar belirlenmiş, ve bu belirlenen dağılım-parametre tahmin yöntemi kullanılarak 2-, 5-, 10-, 25-, 50-, 100-, ve 200-Yıl tekerrürlü yağış tahminleri yapılmıştır. Bu yağış tahminlerinden elde edilen yağış şiddeti-süre-tekerrür eğrileri, MGM tarafından tahmin edilen yağış tahminleri kullanılarak elde edilen yağış şiddeti-süre-tekerrür eğrileri ile karşılaştırılmıştır. 100- ve 200-Yıl tekerrürlü yağış şiddeti-süre-tekerrür eğrileri dikkate alındığında, Tokat için MGM yağış şiddeti tahminlerinin FRANMOD tahminleri ile örtüştüğü; Samsun için MGM yağış şiddeti tahminlerinin 5-Saat (300 dakika), 6-Saat (360 dakika), ve 8-Saat

(480 dakika) süreler için FRANMOD tahminlerinden düşük olduğu; Ordu için ise MGM tahminlerinin sadece 1 saatlik (60 dakika) yağış süresi dışında FRANMOD tahminlerinden çok yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, bu eğrileri oluşturan noktalar düzgün bir eğriye uydurularak birleştirilip daha düzgün yağış şiddeti-süre-tekerrür eğrileri elde edilebilir.

Bu çalışmada Tokat, Samsun ve Ordu il merkezlerine ait yağışların frekans analizi için yıllık yağış serileri kullanılmıştır. Bu illere ait bu çalışmada kullanılan yıllar için kısmi süreli yağış serileri kullanılarak elde edilecek yağış şiddeti-süre-tekerrür değerlerinin, bu çalışma ile elde edilen yağış şiddeti-süre-tekerrür değerleri ile karşılaştırılması çalışılması önerilen bir konudur. Ayrıca bu tip çalışmaların, ülkemizde can ve mal kaybına neden olan taşkınları meydana getiren yağışların sıkça görüldüğü Karadeniz Bölgesi'nin tüm havzalarına yaymakta fayda görülmektedir.

Bu çalışma sonuçlarının gerek kullanıcı mühendislere, gerekse araştırmacılara ışı tutmasını diliyoruz.

6. KAYNAKLAR

Aküzüm, T., Kodal, S., Beyribey, M., Erözel, Z.A., Tokgöz, A., Evsahiboğlu, N. A., Öztürk, F., Selenay, F. ve Yurtsever, E., 1994. Meteoroloji-1, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Yayın 1325, Ankara.

Alpar, R., 2012. Spor Sağlık ve Eğitim Bilimlerinden Örneklerle Uygulamalı İstatistik ve Geçerlilik-Güvenilirlik, Detay Yayıncılık, 533 s, Ankara.

Anılan, T., Yüksek, Ö., ve Kankal, M., 2016. Doğu Karadeniz Havzası'nın L-Momentlere Dayalı Taşkın Frekans Analizi, İMO Teknik Dergi, 2016 7403-7427, Yazı 451, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

Anlı, A. S., Apaydın, H. ve Yürekli, K., 2008. Samsun İlinde Gözlenen Ekstrem Yağışların Gösterge Taşkın Yöntemi ile Bölgeselleştirilmesi. 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci, Türkiye Bölgesel Su Toplantıları, Sel, Taşkın ve Heyelan Konferansları, 24-25 Temmuz, 2008, DSİ VII. Bölge Müdürlüğü, Samsun.

Anonim, 2021a. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/maksimum-yagislar.aspx>. (Erişim tarihi:30.03.2021).

Anonim, 2021b. <http://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-siniflandirmalari.aspx> (Erişim Tarihi 25.08.2021).

Anonim, 2021c. <https://samsun.mgm.gov.tr/FILES/iklim/> (Erişim Tarihi 25.08.2021).

Anonim, 2021d. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m> (Erişim Tarihi 25.08.2021).

Aşık, Ş., 1992. Gediz Havzasındaki Bazı Yörelerde Yüzey Drenajına Neden Olan Ekstrem Yağışların Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma. (Doktora Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü/ Ege Üniversitesi, İzmir.

Aşıkoğlu, L. Ö., 1997., Ege Bölgesindeki Sağanak Yağışların Bölgesel Frekans Analizi. (Y. Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü/İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Ege Üniversitesi, İzmir.

Aşıkoğlu, L. Ö., 2005., Standart Süreli Maksimum Yağışlar İçin Genelleştirilmiş Şiddet-Süre-Tekerrür Modelleri. (Doktora Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü/İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Ege Üniversitesi, İzmir.

Aşıkoğlu, Ö. M. ve Benzeden, E., 2007. Standart Süreli Yıllık Maksimum Yağışlar İçin Kararlı Frekans Dağılım Modelleri. Fırat Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19 (4), 543-551.

Bayazıt, M., 1991. Hidroloji, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Hidrolik Anabilim Dalı, İstanbul.

Benzeden, E. ve Çaylak, M., 2003. Standart Süreli Maksimum Yağış İstatistiklerinin Yağış Süresiyle Değişimi. I. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu, 22-26 Eylül, 2003, DSİ, Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi ve Araştırmacı Su Mühendisleri Derneği, İzmir.

Cheng, L., AghaKouchak, A. (2014). Nonstationary Precipitation Intensity-Duration-Frequency Curves for Infrastructure Design in a Changing Climate. Sci-Rep. 4: (1-6).

Çıtakoğlu, H. 2014. L–Momentler Yöntemiyle İç Anadolu'daki Standard Süreli Ekstrem Yağışların Boyut–Süre–Tekerrür Değerlerinin Bölgeselleştirilerek Haritalanması. (Doktora Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü/İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.

Çiçek, İ., 2015. Türkiye’de Günlük Yağış Şiddetleri ve Sıklıkları. (http://tucaum.ankara.edu.tr/wpcontent/uploads/sites/280/2015/08/tucaum8_2.pdf)

Devi, T. A. ve Choudhury, P., 2013. Extreme Rainfall Frequency Analysis for Meteorological Sub-Division 4 of India Using L-Moments. World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Civil and Environmental Engineering 7(12), 945-950.

Durmuş, O., 2016. 24 Ağustos 2015 Tarihinde Hopa'da Ani Taşkına Neden Olan Aşırı Yağış Hadisesinin Meteorolojik Analizi ve Bulut Dinamik Yapılarının İncelenmesi. (Y. Lisans Tezi). Fen Bilimleri Enstitüsü/Meteoroloji Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Enginsu, M. 2015. Orta Karadeniz Bölgesinde Taşkına Neden Olan Günlük En Büyük Yağmur Miktarlarının Bölgesel Frekans Analizi. (Y. Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.

Fadhel, S., Rico-Ramirez, M.A., Dawei, H. (2017). Uncertainty of Intensity–Duration–Frequency (IDF) Curves due to Varied Climate Baseline Periods, Journal of Hydrology, 547: (600-612).

Gencer, M., Uğurlu, A., Kacar, M., Özcan, H., Kesim, A. ve Aydın, B., 2005, Hidrometeoroloji, Ankara.

Göktürk, H. 2018. Dsi 7. Bölge İlleri Yıllık Süreli Günlük Maksimum Yağışları İçin En Uygun Dağılımların FRANMOD Modeli ile Belirlenmesi. (Y. Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.

Güngör, Y., Erözel A. Z., Öztürk, A. 2011. Drenaj Sistemlerinin Tasarımı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı: 542, Ankara Üniversitesi Yayınları No: 313, Ankara, 251 s.

Haan, C.T., Barfield, B.J., and Hayes, J.C. 1994. Design Hydrology and Sedimentology for Small Catchments. Academic Press, New York, 588 p.

Habibi, B., Meddi, M. ve Boucefiane, A., 2012. Analyse Fréquentielle des Pluies Journalières Maximales Cas du Bassin Chott-Chergui. Revue Nature, Technologia, C-Sciences de l'Environnement, 8, 41-48.

Haktanır, T., 2009. Standart Süreli Yıllık Ekstrem Yağış Serileri Frekans Analizinde Ağırlıklı Uygunluk Testi. IV. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu, 6-10 Temmuz, 2009, İstanbul.

Hassan, B. G. H., ve Ping, F., 2012. Regional Rainfall Frequency Analysis for The Luanhe Basin by Using L-moments and Cluster Techniques. APCBEE, Procedia, 1, 126-135.

Hosseinzadehtalaeia, P., Tabaria, H., ve Willems, P., 2020. Climate change impact on short-duration extreme precipitation and intensity–duration–frequency curves over Europe, Journal of Hydrology, 590 (2020) 125249

İşler, S., Oğuz, E. ve Durmuş, O., 2016. Antalya Kemer İlçesi İçin Sentetik Yöntemlerle Taşkın Analizi. 4. Ulusal Taşkın Sempozyumu, 23-25 Kasım, 2016, Rize.

Kar, K. K., Yang, SK., Lee, JH. ve Khadim, F. K., 2017. Regional Frequency Analysis for Consecutive Hour Rainfall Using L-moments Approach in Jeju Island, Korea. Geoenvironmental Disasters, 4 (18), 1-13.

Karahan, Ö. ve Özkan, E., 2013. Ege Bölgesi Standart Süreli Yıllık Maksimum Yağışları İçin En Uygun Dağılımlar. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19 (3), 152-157.

Kişi, Ö., Üneş, F. ve Cengiz, T. M., 2001. Taşkın Frekans Analizi Paket Programının Antalya Ekstrem Yağışlarına Uygulanması. I. Türkiye Su Kongresi, Cilt 1, 197-206 s., 8-10 Ocak, 2001, İstanbul.

Koutsoyiannis, D. ve Baloutsos, G., 2000. Analysis of a Long Record of Annual Maximum Rainfall in Athens, Greece, and Design Rainfall Inferences. Natural Hazards, 22 (1), 29-48.

Kulga, Z., Dizdar, M., Kahraman, İ., Teker, E. ve Özdemir, R., 1990. Türkiye Maksimum Yağışlar Frekans Atlası, Cilt-1 Noktasal Yağışların Frekans Analizi, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı Hidroloji Şube Müdürlüğü, Ankara.

- Kumar, R. ve Bhardwaj, A., 2015. Probability Analysis of Return Period of Daily Maksimum Rainfall in Annual Data Set of Ludhiana, Punjab. Indian Journal Agricultural Research, 49 (2), 160-164.
- Kwaku, X. S. ve Duke, O., 2007. Characterization and Frequency Analysis of One Day Annual Maximum ant Two to Five Consecutive Days' Maximum Rainfall of Accra, Ghana. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2 (5), 27-31.
- Lee, S. H. ve Maeng, S. J., 2003. Frequency Analysis of Extreme Rainfall Using L moment. Irrigation and Drainage, 52 (3), 219-230.
- Loukas, A., Vasiliades, L., Dalezios, N. R. ve Domenikiotis, C., 2001. Rainfall Frequency Mapping for Greece. Physics and Chemistry of the Earth, Part B, Hydrology, Oceans and Atmosphere, 26 (9), 669-674.
- Malekinezhad, H. ve Garizi, A. Z., 2014. Regional Frequency Analysis of Daily Rainfall Extremes Using L-Moments Approach. Atmosfera, 27 (4), 411-427.
- Okman, C., 1994. Hidroloji, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:1388, Ders Yayın No:402, Ankara.
- Olofintoye, O. O., Sule, B. F. ve Salami, A. W., 2009. Best-fit Probability Distribution Model for Peak Daily Rainfall of Selected Cities in Nigeria. New York Science Journal, 2 (3), 1-12.
- Overeem, A., Buishand, A., Holleman, I., (2008). Rainfall Depth-Duration-Frequency Curves and Their Uncertainties, Journal of Hydrology, 348: (124- 134).
- Önöz, B., 1992. Bölgesel Taşkın Frekans Analizi. (Doktora Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü/İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Örgün E., 2015, Türkiye İçin Yağış Şiddeti-Süre-Tekerrür İlişkilerinin Analizi. (Y. Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü/İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Özkan, S., 1993. Gediz Havzasında Yüzeysel Drenaja Neden Olan Maksimum Yağışların Olasılık Dağılım Modeli Parametrelerinin Hesaplamasında Kullanılabilirlik Yöntemleri Üzerine Bir Araştırma. (Y. Lisans Tezi), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Öztekin, T., 2006. A Model For Estimating The Parameters of Continuous Distributions. Ümit Ofset Matbaacılık, 205 s, Ankara.
- Öztekin, T., 2007. Wakeby Distribution for Representing Annual Extreme and Partial Duration Rainfall Series. Meteorological Applications, 14 (4), 381-387.

- Öztekin, T., 2011. Samsun Sinop Ordu ve Tokat İlleri Günlük En Yüksek Yağışları İçin En Uygun Dağılımların Belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (3), 194-202.
- Park, J. S., Jung, H. S., Kim, R. S. ve Oh, J. H., 2001. Modelling Summer Extreme Rainfall Over the Korean Peninsula Using Wakeby Distribution. *International Journal of Climatology*, 21 (11), 1371-1384.
- Rahman, M., Sarkar, S., Najafi, M.R. ve Rai, R.K., 2012. Regional Extreme Rainfall Mapping for Bangladesh Using L-Moment Technique. *Journal of Hydrologic Engineering*, 18 (5), 603-615.
- Santos, E. B., Lucio, P.S. ve Silva, C. M. S., 2015. Seasonal Analysis of Return Periods for Maximum Daily Precipitation in the Brazilian Amazon. *Journal of Hydrometeorology*, 16, 973-984.
- Sanusi, W., Mulbar, U., Jaya, H., Side, P. ve Side, S., 2017. Modeling of Rainfall Characteristics for Monitoring of the Extreme Rainfall Event in Makassar City. *American Journal of Applied Sciences*, 14 (4), 456-461.
- Sarıcan, Y., 2013. Taşkın Tehlikesinin Belirlenmesi Amacı ile Otomatik Yağış Miktarı Ölçüm Sisteminin Geliştirilmesi (Y. Lisans Tezi), Lisansüstü Eğitim Enstitüsü/Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Seçkin, N., 2016. Bursa İlinde Gözlenen Yıllık Maksimum Yağışların Bölgesel Frekans Analizi. *Uluslararası Multidisipliner Konferansı (IMUCO)*, 21-22 Nisan, 2016, Antalya.
- Segond, M.-L., Onof, C., Wheater, H.S. (2006). Spatial-temporal disaggregation of daily rainfall from a generalized linear model, *Journal of Hydrology*, 331, (674-689)
- Seçkin, N., ve Topçu, E., 2016. Adana ve Çevre İllerde Gözlenen Yıllık Maksimum Yağışların Bölgesel Frekans Analizi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Dergisi*. 31:4 (2016) 1049-1062
- Skaggs, R. W., 1978. A water management model for shallow water table soils. Report No. 134. Raleigh, NC. Water Resources Research Institute, Univ. Of North Carolina, 175 p, USA.
- Şen, K. ve Aksu, H., 2021. İstanbul İçin Standart Süreli Gözlenen En Büyük Yağışların Eğilimleri, *Teknik Dergi*, 2021 10495-10514.
- Şenocak, S. 2004. Türkiye'deki Bazı Şehir Merkezlerinde Yağış Şiddeti-Süre-Tekerrür İlişkilerinin Analizi. (Y. Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü/İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Şenocak, S. Ve Acar, R. 2020. Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki Bazı Şehir Merkezlerinde Yağış Şiddeti-Süre-Tekerrür İlişkilerinin Analizi. Anadolu 5. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, Diyarbakır, 303-318 s.

Tao, D. Q., Nguyen, V. T. V. ve Bourque, A., 2002. On Selection of Probability Distributions for Representing Extreme Precipitations in Southern Quebec. Annual Conference of the Canadian Society for Civil Engineering, 5-8 June, Montreal, Quebec, Canada.

Tfwala, C.M., Rensburg, L.D., Schall R., Mosia, S.M., Dlamini, P. (2017). Precipitation intensity-duration frequency curves and their uncertainties for Ghaap plateau. Journal of Climate Risk Management, 16: (1-9).

Tülücü, K., 1996. Hidroloji, Çukurova Üniversitesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:139, Ders Kitapları Yayın No:44, Adana.

Yavuz, K. 2018. Türkiye'deki standart süreli yağışlar için şiddet-süre-tekerrür periyodu ilişkisinin uygun olasılık dağılım fonksiyonunun belirlenmesi ve formülize edilmesi. (Y. Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü/İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.

Yüksek, Ö., Kankal, M., Serencam, U. ve Yıldız, O. E., 2009. Doğu Karadeniz'deki Yıllık En Büyük Debi ve Yağışlar İçin Uygun Dağılımların Analizi. IV. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu, 6-10 Temmuz, 2009, İstanbul.

Yüksek, Ö., Anılan, T., Boğuşlu Öztürk, H. ve Örgün, E., 2016. Şehir Taşkınlarının Tahmininde Yağış Şiddeti-Süre-Tekerrür Analizi: Rize İli İçin Bir Uygulama. 4. Ulusal Taşkın Sempozyumu, 23-25 Kasım, 2016, Rize.

Yürekli, K., 2005. Regional Frequency Analysis of Maximum Daily Rainfalls Based on L-Moment Approach. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 22 (1), 37-44.

Yürekli, K., Modarres R., Öztürk F. 2009. Regional Daily Maximum Rainfall Estimation For Cekerek Watershed By L Moments, Meteorological Applications, 16, 435-444.

Yürekli, K., Köse, Ö. ve Hınıs, M. A., 2011. Yüzey Drenaja Neden Olan Yıllık Maksimum Yağmurların Bölgesel Frekans Analizi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 4 (2), 27-30.

Wan Zin, W. Z., Jemain, A. A. ve Kamarulzaman, İ., 2009. The Best Fitting Distribution of Annual Maximum Rainfall in Peninsular Malasia Based on Methods of L-Moment and LQ-Moment. Theoretical and Applied Climatology, 96 (3-4), 337-344.

Ward, D.A., ve Elliot, J.W., 1995. Environmental Hydrology, Lewis Publishers. Florida/America.

Watt, W.E., Waters, D., McLean, R., (2003). Climate variability and urban stormwater infrastructure in Canada: context and case studies. Report and Working Paper Series, (Toronto-Niagara Region Study on Atmospheric Change), Report 2003–1.

Willems, P. (2013). Revision of Urban Drainage Design Rules after Assessment of Climate Change Impacts on Precipitation Extremes at Uccle, Belgium. Journal of Hydrology, 496, (166-177).

Zalina, M. D., Desa, M. N. M., Nguyen, V. T. V. ve Kassim, A. H. M., 2002. Selecting a Probability Distribution for Extreme Rainfall Series in Malaysia. Water Science Technology Journal, 45 (2), 63-68.

Zhou, Z., Liu, S., Hua, H., Chen, C. S., Zhong, G., Lin, H. ve Huang, C. W., 2014. Frequency Analysis for Predicting Extreme Precipitation in Changxing Station of Taihu Basin, China. Climate Change Impacts on Surface Water Systems, Journal of Coastal Research, 68, 144-151.

7. EKLER

Ek 1. FRANMOD modeli için örnek girdi dosyası (Ordu iline ait 5-Dakika standart süreli yıllık maksimum yağışlar verisi; dosya adı: ordu5d.txt)

11.4
7.
8.5
9.2
10.
5.5
7.5
7.1
5.
8.8
6.4
10.1
5.9
9.1
10.1
3.8
10.3
4.6
5.5
10.9
5.
6.7
2.
9.5
6.6
3.3
4.7
7.5
3.
5.4
3.5
8.5
7.5
11.7
6.2
3.5
6.4
4.
8.6
5.3
6.5

(Ek 1 devam)

6.4

6.5

7.7

10.4

6.7

5.

10.8

11.7

8.

6.1



Ek 2. FRANMOD modelinde giriş verisi olarak Ordu ili 5-Dakikalık standart süreli maksimum yıllık yağışları için frekans analiz sınıflarının gözlem verilerine göre oluşturulduğu 3 parametrelili Genelleştirilmiş Gama Dağılımı ve bu dağılımın Direk Momentler Metodu ile parametrelerinin tahmin edildiği FRANMOD modeli sonuç çıktısı

Frequency Analysis Results: Class boundaries based on input data

For all data given in file:c:\ab\ordu5d.txt

All zeros were removed

Total Number of Events : 51

Classes	Class Bounds	# Events	Rel. Freq.	Cum. Fre.
1. class :	0.000 - 1.454	0	0.000	0.000
2. class :	1.454 - 2.907	1	0.020	0.020
3. class :	2.907 - 4.361	6	0.118	0.137
4. class :	4.361 - 5.815	9	0.176	0.314
5. class :	5.815 - 7.269	13	0.255	0.569
6. class :	7.269 - 8.722	8	0.157	0.725
7. class :	8.722 - 10.176	7	0.137	0.863
8. class :	10.176 - 11.630	5	0.098	0.961
9. class :	11.630 - 13.083	2	0.039	1.000

Data is independent from each other

Based on Kolmogorov-Smirnov test data is homogenous

Based on Mann-Whitney test data is homogenous

Based on Kruskal-Wallis test data is homogenous

Based on Terry test data is homogenous

Min.: 2.000 Max.: 11.700 Mean : 7.086

Variance : 6.151 Std. dev.: 2.480 Coef. Skew.: 0.121 Coef. Kurt.: -0.623

Geo. mean : 6.617 Har. mean : 6.092 Coef. Var.: 0.350

Moments about the origin:

2nd moment: 56.2455 3rd moment: 485.7723 4th moment: 4467.4204

Moments about the mean:

2nd moment: 6.0302 3rd moment: 1.7379 4th moment: 79.7338

Based on Grubbs and Beck test for detection of outliers:

1 observations are lower than lower limit(2.253) (1.96%)

(Ek 2 Devam)

Three-Parameter Generalized Gamma Distribution-DMM Results:

Classes Cumulative Probabilities

1	0.0000
2	0.0031
3	0.0805
4	0.3216
5	0.5991
6	0.7952
7	0.9037
8	0.9569
9	0.9810

Rank Observed Data Predicted Cumulative Probability

1	2.0000	0.0001
2	3.0000	0.0041
3	3.3000	0.0099
4	3.5000	0.0163
5	3.5000	0.0163
6	3.8000	0.0313
7	4.0000	0.0455
8	4.6000	0.1103
9	4.7000	0.1242
10	5.0000	0.1706
11	5.0000	0.1706
12	5.0000	0.1706
13	5.3000	0.2228
14	5.4000	0.2412
15	5.5000	0.2601
16	5.5000	0.2601
17	5.9000	0.3386
18	6.1000	0.3788
19	6.2000	0.3990
20	6.4000	0.4389
21	6.4000	0.4389
22	6.4000	0.4389
23	6.5000	0.4585
24	6.5000	0.4585
25	6.6000	0.4779
26	6.7000	0.4969
27	6.7000	0.4969
28	7.0000	0.5521
29	7.1000	0.5700
30	7.5000	0.6371
31	7.5000	0.6371
32	7.5000	0.6371
33	7.7000	0.6679
34	8.0000	0.7104

(Ek 2 Devam)

35	8.5000	0.7716
36	8.5000	0.7716
37	8.6000	0.7825
38	8.8000	0.8029
39	9.1000	0.8305
40	9.2000	0.8390
41	9.5000	0.8621
42	10.0000	0.8941
43	10.1000	0.8996
44	10.1000	0.8996
45	10.3000	0.9099
46	10.4000	0.9147
47	10.8000	0.9315
48	10.9000	0.9352
49	11.4000	0.9509
50	11.7000	0.9585
51	11.7000	0.9585

Determined Parameters:

Shape Par.: 0.17503E+03 Scale Par.: 0.75736E-10 Power Par.: -0.24127E+00

Error in the Solution :

F(1):-0.0207168 F(2): 0.9861670

Based on chi-square ($\alpha=0.05$)test for classes (x^2 : 5.2432 < Cri. x^2 : 67.5002

A good fit of the distribution function is accepted

Based on psi ($\alpha=0.05$)test for classes (psi: 2.6216 < Cri.psi:14.0467

A good fit of the distribution function is accepted

Based on Kolmogorov-Smirnov test for classes (d: 0.0697 < Cri. d: 0.1904)

At 5% significance level, data are fitted by distribution

Goodness of fit statistics for classes:

Kolmogorov-Smirnov (Max. Difference) statistic: 0.0697

Average Deviation: 0.0272

Mean Residual Error: 0.0059

Average Relative Percent Error:% 1.1508

Coefficient of Efficiency: 0.9912

Goodness of fit statistics for data:

Kolmogorov-Smirnow (Max. Difference) statistic: 0.0918

Upper Quarter AD from 1-1 Line: 0.0393

Cramer-von Mises statistic: 0.1084

Anderson-Darling statistic: 1.2922

Upper Tail Anderson-Darling statistic: 0.4371

Lower Tail Anderson-Darling statistic: 0.8551

Average Deviation: 0.0377

(Ek 2 Devam)

Mean Residual Error: 0.0000

Average Relative Percent Error:% 0.0009

Coefficient of Efficiency: 0.9760



Otomatik Kaydet ordu5d (1) Ara Tekin ÖZTEKİN

Dosya Giriş Ekle Sayfa Düzeni Formüller Veri Gözden Geçir Görünüm Geliştirici Yardım Paylaş Açıklamalar

Calibri 11 A^A Genel Koşullu Biçimlendirme Tablo Olarak Biçimlendir Hücre Stilleri Ekle Sil Sırala ve Filtre Uygula Bul ve Seç

Pano Yazı Tipi Hizalama Sayı Stiller Hücreler Düzeltme

I6 d:\lab\ordu5d.txt

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Veri:	ordu5d.txt	Min:	2.00	Max:	11.70		Mean:	7.09				
2	51 adet		Varyan:	6.15	St. Sapma:	2.48		Çarp. Kat.	0.12	Basıklık Katsayısı	-0.62		
3			Geo. Or	6.62	Har. Ort.	6.09		Varyasyon katsayısı	0.35				
4			Orijin Momentleri:	2. Moment:	56.2455			3.Moment:	485.7723	4. Moment:	4467.4		
5			Ortalama Momentler:	2. Moment:	6.0302			3.Moment:	1.7379	4. Moment:	79.734		
6	bağımsız	homojen	homojen	no outliers					d:\lab\ordu5d.txt				
7			Goodness of fit statistics for data					Hosking vd. Noktalamaya Pozisyon formülü ($P_i = (i - 0.35)/n$) kullanıldığında					
8	Dağılım adı	Par. Tah. Yön.	Durum	UQ AD	UT An-Da			STAD/AD	2 Yılda bir Q	5 Yılda bir Q	10 Yılda bir Q	25 Yılda bir Q	50 Yılda bir Q
9	1-3P Gen. Gamma	1-DMM		0.0393	0.4371			0.5486	6.72	8.73	9.97	11.36	12.23
10		2-MMM		0.0339	0.3789			0.6935	6.54	8.92	10.47	12.29	13.46
11		3-SAM	Çıktı						7	9.2	10.6	12	13
12		4-ML		0.0242	0.2057			0.3277	7.07	9.14	10.16	11.16	11.71
13	2-3P L.Pearson T3	1-IMM		0.0211	0.1450			0.2931	6.94	9.22	10.43	11.71	12.5
14		2-DMM		0.0185	0.1435			0.2654	7.02	9.26	10.38	11.49	12.15
15		3-MMM		0.0203	0.1460			0.2780	6.98	9.23	10.39	11.58	12.3
16		4-SAM		0.0216	0.1469			0.2996	6.93	9.21	10.44	11.74	12.56
17		5-ML		0.0151	0.2040			0.2911	7.2	9.37	10.33	11.18	11.61
18		6-PWM		0.0188	0.1324			0.2798	6.98	9.29	10.51	11.75	12.52
19		7-LM		0.0185	0.1313			0.2748	6.98	9.3	10.51	11.74	12.49
20	3-3P Pearson T3	1-ML		0.0270	0.2009			0.4268	6.76	9.16	10.62	12.34	13.54
21		2-MM		0.0244	0.1931			0.3266	7.04	9.16	10.3	11.53	12.34

ordusd ordud10d ordud15d ordud30d ordut1h ordut2h ordut3h ordut4h ordut5h ...

Ek 4. FRANMOD modelinde giriş verisi olarak Ordu ili 5 -Dakikalık standart süreli maksimum yıllık yağışları için frekans analiz sınıflarının yığışimli (kümülatif) olasılıklara göre oluşturulduğu 5 parametrelili Wakeby ve bu dağılımın L Momentler Metodu ile parametrelerinin tahmin edildiği FRANMOD modeli sonuç çıktısı

Frequency Analysis Results: Class boundaries are based on cumulative probabilities

For all data given in file:d:\ab\ordu5d.txt

All zeros were removed

Total Number of Events : 51

Cumulative Probability	Observation	# of event
0.012745	2.0000	1
0.032353	3.0000	2
0.051961	3.3000	3
0.071569	3.5000	5
0.091176	3.5000	5
0.110784	3.8000	6
0.130392	4.0000	7
0.150000	4.6000	8
0.169608	4.7000	9
0.189216	5.0000	12
0.208824	5.0000	12
0.228431	5.0000	12
0.248039	5.3000	13
0.267647	5.4000	14
0.287255	5.5000	16
0.306863	5.5000	16
0.326471	5.9000	17
0.346078	6.1000	18
0.365686	6.2000	19
0.385294	6.4000	22
0.404902	6.4000	22
0.424510	6.4000	22
0.444118	6.5000	24
0.463725	6.5000	24
0.483333	6.6000	25
0.502941	6.7000	27
0.522549	6.7000	27
0.542157	7.0000	28
0.561765	7.1000	29
0.581373	7.5000	32
0.600980	7.5000	32
0.620588	7.5000	32
0.640196	7.7000	33
0.659804	8.0000	34

(Ek 4 Devam)

0.679412	8.5000	36
0.699020	8.5000	36
0.718627	8.6000	37
0.738235	8.8000	38
0.757843	9.1000	39
0.777451	9.2000	40
0.797059	9.5000	41
0.816667	10.0000	42
0.836275	10.1000	44
0.855882	10.1000	44
0.875490	10.3000	45
0.895098	10.4000	46
0.914706	10.8000	47
0.934314	10.9000	48
0.953922	11.4000	49
0.973529	11.7000	51
0.993137	11.7000	51

Min.: 2.000 Max.: 11.700 Mean : 7.086

Variance : 6.151 Std. dev.: 2.480 Coef. Skew.: 0.121 Coef. Kurt.: -0.623

Geo. mean : 6.617 Har. mean : 6.092 Coef. Var.: 0.350

Moments about the origin:

2nd moment: 56.2455 3rd moment: 485.7723 4th moment: 4467.4204

Moments about the mean:

2nd moment: 6.0302 3rd moment: 1.7379 4th moment: 79.7338

Wakeby Distribution-LM Results:

Cumulative Probability Prediction # of event

0.012745	2.6791	1
0.032353	3.7386	5
0.051961	3.8680	6
0.071569	3.9879	6
0.091176	4.1084	7
0.110784	4.2299	7
0.130392	4.3523	7
0.150000	4.4757	7
0.169608	4.6000	8
0.189216	4.7254	9
0.208824	4.8518	9
0.228431	4.9793	9
0.248039	5.1079	12
0.267647	5.2376	12
0.287255	5.3686	13

(Ek 4 Devam)

0.306863	5.5008	16
0.326471	5.6343	16
0.346078	5.7691	16
0.365686	5.9053	17
0.385294	6.0430	17
0.404902	6.1822	18
0.424510	6.3230	19
0.444118	6.4655	22
0.463725	6.6097	25
0.483333	6.7557	27
0.502941	6.9036	27
0.522549	7.0535	28
0.542157	7.2056	29
0.561765	7.3600	29
0.581373	7.5167	32
0.600980	7.6759	32
0.620588	7.8379	33
0.640196	8.0028	34
0.659804	8.1708	34
0.679412	8.3422	34
0.699020	8.5172	36
0.718627	8.6962	37
0.738235	8.8795	38
0.757843	9.0676	38
0.777451	9.2610	40
0.797059	9.4604	40
0.816667	9.6665	41
0.836275	9.8803	41
0.855882	10.1032	44
0.875490	10.3367	45
0.895098	10.5833	46
0.914706	10.8464	47
0.934314	11.1314	48
0.953922	11.4477	49
0.973529	11.8159	51
0.993137	12.3090	51

Determined Parameters:

a: 0.2238E+03 b: 0.3761E+04 c: -0.1325E+02 d: 0.5973E+01 e: -0.6564E+00

Based on chi-square ($\alpha=0.05$) test for classes (χ^2 : 8.0000 < Cri. χ^2 : 67.5002

A good fit of the distribution function is accepted

Based on psi ($\alpha=0.05$) test for classes (psi: 4.9583 < Cri. psi: 61.6513

A good fit of the distribution function is accepted

Based on Kolmogorov-Smirnov test for classes (d: 0.0980 < Cri. d: 0.1904)

At 5% significance level, data are fitted by distribution

(Ek 4 Devam)

Goodness of fit statistics for input data

Max. Difference : 0.7386

Average Deviation: 0.2196

Mean Residual Error: 0.0818

Average Relative Percent Error:% 1.1539

Coefficient of Efficiency: 0.9865

Right tail av. dev: 0.1668

Average deviation for 7 highest data: 0.1815

Rsquare : 0.9865

RMSE : 0.2857

2-Yr Rtn Qua. 6.88

5-Yr Rtn Qua. 9.49

10-Yr Rtn Qua. 10.65

25-Yr Rtn Qua. 11.55

50-Yr Rtn Qua. 11.96

100-Yr Rtn Qua. 12.21

200-Yr Rtn Qua. 12.37

Ek 5. FRANMOD modeli sonuçlarına göre standart süreli yağış dizilerine UQ_{AD} , UT_{An-Da} ve RT_{AD} istatistiklerine göre en iyi uyum sağlayan ilk üç dağılım-parametre tahmin yöntemi kombinasyonu ve bu kombinasyonlar tarafından tahmin edilen 2-, 5-, 10-, 25-, 50- ve 100-Yıl tekerrürlü yağış miktarları Excel örnek tablosu.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
103		3-PWM-LM		0.0320	0.2996			0.5614	6.64	9	10.55	12.5	13.95	15.39		
104	36-3P	1-ML-BM		0.0259	0.1966			0.3339	7	9.12	10.29	11.58	12.43	13.22		
105		1-ML-NM		0.0259	0.1961			0.3342	6.99	9.12	10.29	11.58	12.44	13.23		
106		2-MM		0.0245	0.1935			0.3269	7.04	9.16	10.29	11.53	12.34	13.08		
107		3-PWM		0.0220	0.1577			0.3278	6.99	9.21	10.44	11.79	12.69	13.52		
108		4-LM		0.0229	0.1658			0.3295	6.99	9.19	10.4	11.74	12.63	13.45		
109				UQ AD	UT An-Da	UQ AD	UT An-Da	RTAD	RTAD	2 Yılda bir	5 Yılda b	10 Yılda bir Q	25 Yılda bir Q	50 Yılda	100 Yılda bir Q	
110		En iyi 1. dağılım		0.0103	0.0872	5P Wakeby-NLS	5P Wakeby-NLS	0.1668	5P Wakeby-LM	6.88	9.49	10.65	11.55	11.96	12.21	
111		En iyi 2. dağılım		0.0111	0.1058	4P G. Beta-ML	5P Wakeby-LM	0.1680	5P Wakeby-NLS	6.92	9.40	10.51	11.37	11.75	11.99	
112		En iyi 3. dağılım		0.0121	0.1098	4P G. Beta-MM	4P G. Beta-MM	0.1915	4P G. Beta-ML	6.93	9.46	10.45	11.18	11.49	11.67	
113																
114																
115																
116																
117																
118																
119																
120																
121																
122																
123																

8. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı: Abdulkadir BOZYİĞİT

Doğum Yeri ve Yılı:

Yabancı Dili: İngilizce

Telefon:

E-mail:

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı	2021
Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü	2016
Lise	Tokat Teknik Lise	2011