

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE İÇİN YAĞIŞ ŞİDDETİ-SÜRE-TEKERRÜR İLİŞKİLERİNİN ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İnş. Müh. Emrah ÖRGÜN**

**NİSAN 2015  
TRABZON**



**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce**

**Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /**

**Tezin Savunma Tarihi : / /**

**Tez Danışmanı :**

**Trabzon**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

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

**Jüri Üyeleri**

**Başkan :** .....

**Üye :** .....

**Üye :** .....

**Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ**  
**Enstitü Müdürü**

## ÖNSÖZ

“Türkiye İçin Yağış Şiddeti-Süre-Tekerrür İlişkilerinin Analizi” başlıklı bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans tezimin danışmanlığını üstlenerek, tez çalışması süresince üst görüşü ve önerileri ile yol gösteren, değerli katkıları ile destek olan, tez çalışmam boyunca ilgi ve yardımını esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. Ömer YÜKSEK’e içtenlikle teşekkürlerimi sunarım.

Bilgisayar programlarının kullanımındaki yardımlarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Murat KANKAL’a, değerli fikir ile görüşlerinden ve tez metninin düzenlenmesindeki katkılarından dolayı Prof. Dr. Devlet TOKSOY’a ve Yrd. Doç. Dr. Adem BAYRAM’a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca hayatım boyunca desteğini hiçbir zaman esirgemeyen aileme, bana her zaman maddi-manevi destek olduğu gibi tez çalışması sürecinde de beni hep cesaretlendirip destek sağlayan biricik eşime, değerli meslektaşlarım ve mesai arkadaşlarım ÇAYKUR Genel Müdürlüğü Proje ve İnşaat Dairesi İnşaat Kontrol Şubesi Müdürü ve çalışanlarına teşekkürlerimi en içten duygularıyla ifade ederim.

Emrah ÖRGÜN  
Trabzon 2015

## **TEZ ETİK BEYANNAMESİ**

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Türkiye İçin Yağış Şiddeti-Süre-Tekerrür İlişkilerinin Analizi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Ömer YÜKSEK’in sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

02/04/2015

Emrah ÖRGÜN

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET .....	VII
SUMMARY .....	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	IX
SEMBOLLER DİZİNİ .....	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş .....	1
1.2. Konunun Tanıtımı.....	2
1.3. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı .....	4
1.4. Literatür Çalışması .....	5
1.5. Kullanılan Olasılık Dağılımları .....	11
1.5.1. Normal ve Lognormal Dağılım .....	12
1.5.2. Gumbel Dağılımı .....	13
1.5.3. Pearson Tip 3 ve Log-Pearson Tip 3 Dağılımı .....	13
1.6. Uygunluk Testleri .....	14
1.6.1. Kikare Testi .....	14
1.6.2. Olasılık Çizgileri Korelasyon Testi .....	15
1.7. Regresyon Analizi .....	15
1.7.1. Basit Doğrusal Regresyon .....	16
1.7.2. Korelasyon Katsayısı.....	16
1.7.3. Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon .....	17
1.7.4. Doğrusal Olmayan Regresyon.....	18
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	20
2.1. Kullanılan Veriler .....	20
2.2. i-t-T Eşitliklerinin Açıklanması.....	20
2.3. Yağış Şiddetlerinin Hesabı .....	22
2.4. Uygun Dağılım Fonksiyonunun Belirlenmesi .....	25

2.4.1.	Temel İstatistikler .....	25
2.4.2.	Kikare Testinin Uygulanması .....	26
2.4.3.	Olasılık Çizgileri Korelasyon Testinin Uygulanması.....	27
3.	BULGULAR VE İRDELEME.....	28
3.1	Kikare Testinden Elde Edilen Bulgular.....	28
3.2.	Olasılık Çizgileri Korelasyon Testinden Elde Edilen Bulgular.....	32
3.3.	En Uygun Olasılık Dağılım Fonksiyonunun Seçilmesi.....	35
3.4.	Log-Pearson Tip 3'e Göre Yağış Şiddeti Tahminlerinin Yapılması .....	37
3.5.	Yağış Şiddeti-Süre-Tekerrür Denklemlerinin Parametre Tahminleri .....	38
4.	SONUÇLAR.....	40
5.	ÖNERİLER .....	42
6.	KAYNAKLAR.....	43
7.	EKLER .....	48
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

## TÜRKİYE İÇİN YAĞIŞ ŞİDDETİ-SÜRE-TEKERRÜR İLİŞKİLERİNİN ANALİZİ

Emrah ÖRGÜN

Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Ömer YÜKSEK  
2015, 47 Sayfa, 25 Sayfa Ek

Bu çalışmada, Türkiye'deki 242 meteoroloji istasyonunda gözlenmiş belirli süreli (t=5, 15 ve 30 dakika, 1, 3, 6, 12 ve 24 saat) maksimum yağış şiddeti değerleri incelenmiş ve bu değerlerin hangi olasılık dağılım fonksiyonuna uygun olduğunun tespiti için, her bir istasyonda Log-Normal (LN), Gumbel (GM) ve Log-Pearson 3 (LP3) dağılımlarına olasılık çizgileri korelasyon testi (OÇKT) ve Kikare ( $\chi^2$ ) 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. Hesaplanan yağış şiddeti değerleri ile literatürde önerilen çeşitli i-t-T fonksiyonları ve bunların kombinasyonlarıyla elde edilen ve bu çalışmada kullanılan dokuz formül arasında doğrusal olmayan çoklu regresyon analizi yapılarak bu dokuz formülün parametreleri hesap edilmiştir. Bulunan parametreler kullanılarak ilgili formüller yardımıyla her formül için belli yağış ve tekerrür süreli yağış şiddeti değerleri hesap edilmiştir. Hesaplanan yağış şiddeti değerleri ile dokuz formülden elde edilen yağış şiddeti değerleri arasındaki determinasyon katsayıları (R) ve rölatif hata değerleri (RH) hesap edilerek analiz edilmiş, en büyük determinasyon katsayısı (ortalama 0.989) ve en küçük rölatif hata (ortalama %15.39) değerini veren formül en iyi formül olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yağış Şiddeti-Süre-Tekerrür Analizleri, Uygunluk Testleri, Doğrusal Olmayan Çoklu Regresyon Analizi.



Master Thesis

SUMMARY

ANALYSIS OF RAINFALL INTENSITY-DURATION-RETURN PERIOD  
RELATIONSHIP FOR TURKEY

Emrah ÖRGÜN

Karadeniz Technical University  
The Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Civil Engineering Graduate Program  
Supervisor: Prof. Ömer YÜKSEK  
2015, 47 Pages, 25 Pages Appendix

In this study, maximum rainfall intensity values for various durations ( $t=5, 15$  and  $30$  minutes, and  $1, 3, 6, 12$  and  $24$  hours), which were observed in  $242$  meteorological stations in Turkey, are analyzed and the best fit distribution for these intensities are determined by using both Chi-Square ( $\chi^2$ ) and Probability Plot Correlation Coefficient (PPCC) tests for Lognormal (LN), Gumbel (GM) and Log-Pearson Type 3 (LP3) Distributions. LP3 Distribution has been determined the best one and rainfall intensity ( $i$ ) values are estimated for various rainfall duration ( $t$ ) and return period ( $T$ ) values according to this distribution. Multi-nonlinear regression analysis is carried out between the calculated and obtained  $i$  values by using nine  $i$ - $t$ - $T$  formulas, which are taken by using various  $i$ - $t$ - $T$  formulas in the literature and by combining them; and in the end of the calculations, various parameters for each formula are obtained. By using the calculated parameters and the related formulas,  $i$  values are obtained for various  $t$  and  $T$  values. Determination coefficients ( $R$ ) and relative error values (RE) are found between the calculated and obtained by  $9$  formulas intensity values and the best formula is determined as one with the maximum  $R$  (mean  $0.989$ ) and the minimum RE (mean  $15.39\%$ ).

**Key Words:** Rainfall Intensity-Duration-Return Period Analysis, Compliance Tests, Multi-Nonlinear Regression Analysis.

## TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. Trabzon Meteoroloji İstasyonu'na ait yağış yükseklikleri.....	22
Tablo 2.2. Trabzon Meteoroloji İstasyonu'na ait yağış şiddetleri.....	24
Tablo 3.1. Trabzon Meteoroloji İstasyonu 1 saatlik yağış verilerinin Gumbel dağılımına göre Kikare testi hesap adımları.....	28
Tablo 3.2. Trabzon Meteoroloji İstasyonu 1 saatlik yağış verilerinin Gumbel dağılımına göre Kikare testi hesap sonuçları.....	29
Tablo 3.3. Trabzon Meteoroloji İstasyonu 1 saatlik yağış verilerinin Gumbel dağılımına göre Kikare testi değerlendirmesi.....	29
Tablo 3.4. Trabzon Meteoroloji İstasyonu 1 saatlik yağış verilerinin Log-Normal dağılımına göre Kikare testi hesap adımları.....	29
Tablo 3.5. Trabzon Meteoroloji İstasyonu 1 saatlik yağış verilerinin Log-Normal dağılımına göre Kikare testi hesap sonuçları.....	30
Tablo 3.6. Trabzon Meteoroloji İstasyonu 1 saatlik yağış verilerinin Log-Normal dağılımına göre Kikare testi değerlendirmesi.....	30
Tablo 3.7. Trabzon Meteoroloji İstasyonu 1 saatlik yağış verilerinin Log-Pearson 3 dağılımına göre Kikare testi hesap adımları.....	31
Tablo 3.8. Trabzon Meteoroloji İstasyonu 1 saatlik yağış verilerinin Log-Pearson 3 dağılımına göre Kikare testi hesap sonuçları.....	31
Tablo 3.9. Trabzon Meteoroloji İstasyonu 1 saatlik yağış verilerinin Log-Pearson 3 dağılımına göre Kikare testi değerlendirmesi.....	31
Tablo 3.10. Trabzon Meteoroloji İstasyonu 1 saatlik yağış verilerinin olasılık çizgileri korelasyon testi hesapları.....	32
Tablo 3.11. Trabzon Meteoroloji İstasyonu 1 saatlik yağış verilerinin Gumbel dağılımına göre olasılık çizgileri korelasyon testi sonuçları.....	33
Tablo 3.12. Trabzon Meteoroloji İstasyonu 1 saatlik yağış verilerinin Log-Normal dağılımına göre olasılık çizgileri korelasyon testi sonuçları.....	34

Tablo 3.13. Trabzon Meteoroloji İstasyonu 1 saatlik yağış verilerinin Log-Pearson 3 dağılımına göre olasılık çizgileri korelasyon testi sonuçları....	34
Tablo 3.14. En uygun olasılık dağılımı değerlendirme tablosu.....	35
Tablo 3.15. En uygun olasılık dağılımı yüzdeleri.....	36
Tablo 3.16. Trabzon Meteoroloji İstasyonu için K değerleri.....	37
Tablo 3.17. Trabzon'da T tekerrürlü olayın logaritmik yağış şiddeti tahminleri.....	37
Tablo 3.18. Trabzon Meteoroloji İstasyonu için Log-Pearson 3 dağılım fonksiyonu ile yapılan yağış şiddeti tahminleri.....	38
Tablo 3.19. Ortalama rölatif hatalar ve determinasyon katsayıları.....	39
Tablo 3.20. En iyi formül sıralaması.....	39

## SEMBOLLER DİZİNİ

$C_y$	: Varyasyon katsayısı
$C_s$	: Çarpıklık katsayısı
DSİ	: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
$e_i$	: Beklenen frekans
GEV	: Genelleştirilmiş ekstrem değerler dağılımı
GM	: Gumbel
i-t-T	: Yağış Şiddeti - Süre - Tekerrür
i	: Yağış şiddeti
k	: Sivrilik katsayısı
K	: Frekans faktörü katsayısı
LN	: Log-Normal
LP3	: Log-Pearson Tip 3
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
NOAA	: The National Oceanic and Atmospheric Administration
OÇKT	: Olasılık çizgileri korelasyon testi
ODF	: Olasılık dağılım fonksiyonu
OYF	: Olasılık yoğunluk fonksiyonu
$o_i$	: Gözlenen frekanslar
P	: Yağış yüksekliği
$P_m$	: Ampirik aşılama olasılığı
R	: Determinasyon katsayısı
r	: Korelasyon katsayısı
RH	: Rölatif hata
SSMY	: Standart süreli maksimum yağış
$S_x$	: Örneğin standart sapması
T	: Tekerrür
t	: Yağış süresi
z	: Standart normal değişken
$x_i$	: Değişken değerleri

$x_g$	: Gözlenen değerler
$x_h$	: Hesaplanan değerler
$\chi^2$	: Kikare
$\alpha$	: Anlamlılık düzeyi
$\Delta F$	: Her bir grup için seçilen dağılıma göre olasılık yüzdesi
$\mu$	: Aritmetik ortalama
$\bar{x}$	: Örneğin aritmetik ortalaması
$\sigma$	: Standart sapma

# 1. GENEL BİLGİLER

## 1.1. Giriş

Hidrolojinin en önemli elemanlarından biri olan yağış, atmosferden sıvı ya da katı olarak yeryüzüne düşen her türlü nem şekli olarak tanımlanır. Yağışın katı haline kar, dolu, çığ, kırağı; sıvı haline ise yağmur adı verilir. Yağış olayının atmosferde oluşup yere düşmesine kadar olan kısmı ile meteoroloji, yağış ölçümlerinin sonuçlarıyla hidroloji ilgilenir.

Hemen hemen bütün su yapılarının, yol ve demiryolu gibi ulaştırma yapılarının ve kentsel bölgelerin taşkınlardan korunması ve taşkınlar sonucu ortaya çıkan can ve mal kaybının makul düzeylere düşürülmesi amacıyla taşkın kontrol yapıları inşa edilmektedir. Akış gözlemi bulunmayan akarsularda, kentsel yerleşim bölgelerinde, yüksek taban suyu bulunan tarım alanlarında, havza morfolojik özellikleri, zemin ve bitki örtüsü gibi faktörler gözetilerek taşkın kontrolü veya drenaj projelerinde kullanılacak yüzeysel akış veya sızma tahminleri yapmak gerekir. Bu gereksinim, belli süreli ve belli tekerrürlü proje yağışının dolaylı olarak (birim hidrograf yöntemleri gibi tekniklerle) yüzeysel akışa dönüştürülmesi suretiyle giderilmektedir.

Hidrolojik olayların incelenmesinde bazı problemlerde deterministik, bazılarında istatistik yöntemler tercih edilmektedir. Bu konuda bir karar verebilmek için incelenen hidrolojik olayı iyi tanımak ve incelemenin amacını iyi bir şekilde ortaya koymak gerekir. Hidrolojik değişkenlerin rastgele karakteri meteorolojik olayların karakteri ile ilişkilidir. Atmosferde yer alan meteorolojik olayların çok kuvvetli olan rastgele karakteri bunlarla ilgili olan hidrolojik değişkenleri de etkilemektedir. Örneğin yeryüzünün bir noktasına düşen yağışın miktarı tamamen rastgele karakterde bir değişken olup ancak istatistik yöntemlerle incelenebilmektedir.

Yeryüzündeki nüfusun hızla çoğalması sonucunda çeşitli amaçlarla kullanılan su miktarı da giderek artmaktadır. Doğadaki suyun nitelik ve niceliğini inceleyen hidrolojik çalışmalarda bu nedenle daha gelişmiş yöntemler kullanılması gerekmektedir. Bunların arasında belli bir bölgedeki hidrolojik bilgiyi en iyi biçimde değerlendiren istatistik yöntemler özel bir önem taşımaktadır.

Hidrolojik değişkenlerin rastgele karakteri meteorolojik olayların karakteri ile ilişkilidir. Örneğin yeryüzünün bir noktasına düşen yağışın miktarı rastgele karakterde bir değişken olup ancak istatistik yöntemlerle incelenebilir.

Yağışın şiddeti genel olarak yağış olayının başlangıcında küçüktür, sonra yağış şiddetlenir ve yağışın dinmesine yakın yağış şiddeti de hafifler. Yağış şiddeti hafif yağışlarda 1 mm/saat'ten, şiddetli yağışlarda 20 mm/saat'e kadar değişebilir. Şiddeti 2.5 mm/saat'ten az olan yağışlar hafif, 2.5-7.5 mm/saat arasında olanlar orta şiddetli, 7.5 mm/saat'ten fazla olanlar şiddetli olarak yağışlar olarak adlandırılır. Seyrek olarak 100 mm/saat ve daha şiddetli, kısa süreli yağışlar da görülebilir.

Hidrolojinin inceleme alanını oluşturan hidrolojik çevrimin her bir parçasında suyun göz önüne alınan sisteme girişi, bu sistemde biriktirilmesi ve sistemden çıkışı ile ilgili çeşitli hidrolojik olaylar yer alır. Bütün hidrolojik olaylar doğada meydana geldikleri için pek çok sayıda değişkenden etkilenirler. Bu değişkenlerin her birinin olayı ne şekilde etkilediklerini tam olarak belirlemek çoğu zaman mümkün olmadığı için göz önüne alınan olaydaki değişkenler arasındaki bağıntılar kesin bir şekilde elde edilemez. Bu yüzden olayın yapısı deterministik (herhangi bir girdide nasıl tepki vereceği önceden kestirilebilen sistem) yöntemlerle tam olarak belirlenemez. Böyle olayları incelemek için problemlere değişik bir yaklaşım gerekir. Buna probabilistik ya da istatistik yaklaşım denmektedir.

Bir bölge veya havzadaki yağış yüksekliği, hem yağış süresiyle ve hem de tekerrür süresiyle artar. Buna karşılık, yağış şiddeti ise yağış süresi ile azalır, tekerrür süresi ile artar. Bir meteorolojik istasyonda ölçülen çeşitli süreli yıllık maksimum yağış yükseklikleri, gözlenen değerlere istatistik yöntemler uygulanarak su yapıları, ulaştırma yapıları gibi mühendislik projelerinin hazırlanmasında kullanılabilecek çeşitli tekerrür süreli yağış şiddetleri hesaplanır.

## **1.2. Konunun Tanıtımı**

Birçok su yapısının tasarımında ve hidrolojik sistemin modellenmesinde proje girdisi olarak, belli tekerrürlü standart süreli yağışlar kullanılmaktadır. Belli tekerrürlü yağış tahminleri üzerinde, öngörülen frekans dağılım modeli önemli rol oynamaktadır. Standart süreli maksimum yağış (SSMY) gibi rastgele özellikteki hidrolojik olaylar ancak oluşum frekansları (görölme sıklıkları) ile tanımlanabilmektedirler. Gözlenmiş frekansların analitik tanımlanmasında parametrik modeller sıkça kullanılmaktadır. Bu tanımlamada, önce

gözlenmiş frekansları temsil edebileceği umulan bir veya daha çok sayıda kuramsal olasılık dağılım modeli öngörülmektedir. Daha sonra, eldeki örnek değerlerinden hareketle kuramsal modeldeki parametrelerin örnek tahminleri yapılmaktadır.

Hangi yöntem ve hangi teorik model kullanılırsa kullanılsın, frekans analizinde temel amaç, gözlem süresinden daha büyük tekerrürlü olay değerlerini kestirmektir. Bu amacın doğru ve güvenilir biçimde gerçekleştirilmesinde öngörülen teorik dağılım modelinin, model parametrelerinin güvenilirliğinin ve gözlemler arasında aykırı değerler olup olmamasının rolü büyüktür.

Ülkemizde yağmur suyu drenaj sistemlerinin mevcut durumu incelendiğinde düzenli bir yağmur suyu drenaj şebekesine sahip olan yerleşim alanlarının az olduğu görülür. Mevcut sistemlerin bir bölümü projersiz olarak, yerel yönetimlerce yapılmıştır. Projersiz olarak yapılan bu sistemler, ya yetersiz olduğu için kendilerinden beklenen fonksiyonu yerine getirememekte, ülkemizde sık sık can kaybı ve büyük maddi zararlarla sonuçlanan taşkınlar yaşanmakta veya gereğinden büyük boyutlarda yapıldığından ekonomik olamamaktadır.

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 tekerrürü ile değişimin bilinmesi gerekmektedir. Daha sonra ise boyutlandırmaya esas olacak hesap yağmurunun seçilmesi gerekir. Boyutlandırmaya esas olacak yağış şiddetinin seçiminde yinelenme süresi büyüdükçe proje maliyeti arttığından önlenecek zarar ile yapılacak yatırımın maliyeti fayda-maliyet analizi yapılarak karar verilmelidir. Bu seçimin yapılabilmesi için farklı yineleme süreleri için projenin defalarca çözülmesi gerekir. Bir kez çözümü bile çok yoğun işlem gerektiren yağmursuyu drenaj şebekelerinin elle yapılan tasarımlarında çoğu kez bu yapılamamaktadır. Projeyi yapan mühendisin tecrübesine bağlı olarak bir yinelenme süresi seçilmektedir. Bu durumda; yinelenme süresinin büyük seçilmesi şebeke maliyetinin gereksiz yere büyümesine veya gereğinden küçük seçilmesi taşkınların sık yaşanmasına neden olmaktadır.

Konuyla ilgili temel kavramlar aşağıda kısaca tanımlanmaktadır.

Yağış süresi: Yağmurun başlangıcı ile bitimi arasında geçen süredir.

SSMY: Standart sürelerde (5, 15 ve 30 dakika; 1, 3, 6, 12, 24 saat) düşen maksimum yağış yüksekliğidir.

Yağış şiddeti: Birim zamanda düşen yağış miktarına yağış şiddeti denir.



Tekerrür süresi: Süresi ve şiddeti eşit olan yağmurların oluşum periyoduna (ortalama kaç yılda bir oluştuğuna) tekerrür (yinelenme) süresi denir.

### 1.3. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Sızma ve yüzeysel akışın dolaylı olarak belirlendiği mühendislik hidrolojisi çalışmalarında, süresi ve tekerrür aralığı ekonomik ilkeler çerçevesinde öngörülen proje yağışları kullanılır. Basit planlama ve projelendirme aşamalarında bu bilgi, genellikle proje alanına yakın meteoroloji istasyonlarında gözlenen noktasal yağış verilerinin proje alanına uyarlanması suretiyle elde edilmektedir.

Standart süreli ve belli tekerrürlü yağışlar pek çok mühendislik alanında proje veya model girdisi olarak kullanılmaktadır. Bu özellikteki yağış değerlerinin elde edilebilmesi için, meteoroloji istasyonlarında kaydedilen binlerce plüviyograf kaydının incelenmesi sonucunda elde edilen standart süreli ( $t=5, 10, 15$  ve  $30$  dakika,  $1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 12$  ve  $24$  saat) maksimum yağış dizi kayıtlarının çıkarılması ve frekans analizlerinin yapılması gerekmektedir.

Bu çalışmada birçok istatistik dağılım fonksiyonu uygulanarak frekans analizlerinin güncellenmesi ve Türkiye'nin tüm meteoroloji istasyonlarındaki  $242$  plüviyografli meteoroloji istasyonundaki standart süreli maksimum yağışlar için en uygun olasılık dağılımının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışma ile daha önce Türkiye'de kullanılmamış olan bazı yağış şiddeti-süre-tekerrür bağıntılarının da kullanılarak ne derece uygulanabilir olduğunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın önemli bir amacı da Türkiye için en uygun yağış şiddeti-süre-tekerrür bağıntılarının parametreleriyle birlikte belirlenmesi ve Türkiye'de yağışların yeni yağış şiddeti-süre-tekerrür bağıntılarıyla tanımlanması konusunda gerek akademik gerekse uygulamalı çalışmalar yapan kamu, kurum ve kuruluşlarına bu alanda katkıda bulunmaktır.

Bu çalışmada, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından plüviyograf kayıtları değerlendirilmiş olan Türkiye'deki  $242$  meteoroloji istasyonundan gözlenmiş belirli süreli ( $t=5, 15$  ve  $30$  dakika,  $1, 3, 6, 12$  ve  $24$  saat) maksimum yağış serileri çeşitli olasılık dağılımlar (Gumbel, Log-Normal ve Log-Pearson Tip 3) kullanılarak uygun dağılım fonksiyonları elde edilmiştir. Bu fonksiyonların uygulanması sonucu belli tekerrürlü tahminler ( $T=2, 5, 10, 25, 50, 100$  ve  $500$  yıl) yapılmıştır. Bu tahminler sonucu elde edilen verilerin dokuz farklı yağış şiddeti-süre-tekerrür bağıntısından hangisine uygun olduğunu

tespit etmek amacıyla bağıntıların determinasyon katsayıları ve ortalama rölatif hatalar belirlenmiştir.

#### 1.4. Literatür Çalışması

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.

Bu ilişkilerin kurulması 1930'lara dayanır (Sherman, 1931; Bernard, 1932). O günlerden beri yeryüzünün pek çok bölgesi için i-t-T ilişkileri kurulmuştur. 1960'lardan beri pek çok gelişmiş ülkede i-t-T ilişkilerinin coğrafik dağılımıyla ilgili çalışmalar yapılmış; değişik tekerrür ve sağanak süreleri için yağış şiddetlerini veya derinliklerini gösteren haritalar çıkarılmıştır. Örneğin, Amerika'da bu haritalar 1961'den beri United States Weather Bureau (Hershfield, 1961) tarafından ve daha sonraki yıllarda NOAA tarafından kuzey Amerika (Miller ve arkadaşları, 1973) ve kıtanın doğusu ve tümü için (Frederick ve arkadaşları, 1977) geliştirilmiştir. Bu haritalar bir çok hidrolojik yayında tekrar elden geçirilmiştir (Chow ve arkadaşları, 1988; Viessman ve arkadaşları, 1989; Wanielista, 1990; Smith, 1993). İngiltere ve İrlanda'da bu haritalar Hidroloji Enstitüsü (NERC, 1975) tarafından hazırlanmış ve değişik kitaplarda kullanılmıştır (Wilson, 1990). Benzer haritalar diğer birçok ülkede de geliştirilmiştir. Örneğin Hindistan (Subramanya, 1984), Sri Lanka (Baghirathan ve Shaw, 1978), Namibya (Pitman, 1980) ve Avustralya (Canterford ve arkadaşları, 1987). Nijerya (Oyebande, 1982) ve Pennsylvania (Aron ve arkadaşları, 1987) gibi bazı çalışmalar ise, harita yerine, ilgili bölgeleri homojen alt bölgelere ayırarak her bölge için eğriler elde etmişlerdir.

i-t-T ilişkilerinin bu güne kadar kullanılan genel yapısına bakıldığında çoğunlukla,

$$i = \frac{A(T)}{B(t)} \quad (1)$$

genelleştirilmiş formu görülmektedir. Burada A(T) sadece tekerrür aralığına bağlı, B(t) ise sadece yağış süresine bağlı fonksiyonlardır. i, kaynaklarda aşağıdaki alternatif ilişkiler şeklinde verilmiştir.

$$i = \frac{K.T^a}{(t+c)^b} \quad (\text{Sherman, 1931}) \quad (2)$$

$$i = \frac{a.T^b}{t^c} \quad (\text{Bernard, 1932}) \quad (3)$$

Burada  $t$  yağış süresi,  $T$  tekerrür süresi ve  $i$  yağış şiddeti olmak üzere  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $K$  coğrafi koşullara göre değişen parametrelerdir. Bu iki formül, (2) ve (3), en eski formüllerden olmakla birlikte hala sıklıkla kullanılmaktadır. Bu ampirik bağıntılar basit ve bilgisayar uygulamaları açısından elverişlidir.

Chen (1983) benzer ilişkileri elde etmek için daha teorik analizler uygulamıştır.

Koutsoyiannis (1994) (2) ilişkisinin güvenli sonuçlar açısından uygun olmadığını (varyansın küçük tahmin edilmesine yol açtığı) vurgulamıştır.

Froehlich (1995) 1 ile 24 saat arasında değişen süreler için yağış şiddeti-süre denklemlerinin elde edilmesi amacıyla bir yöntem açıklamıştır. Bu yöntemde Amerika Ulusal Hava Servisi (United States Weather Bureau) tarafından hazırlanmış olan izoplüviyal haritalar 4 coğrafi bölge için kullanılmıştır. Yaygın olarak kullanılan 4 şiddet-süre denklem tipinin boyutsuz şekillerinin  $t=1, 2, 3, 6, 12$  ve 24 saat için  $t$  saatlik yağış yüksekliğinin 1 saatlik yağış yüksekliğine oranlarına uyduğu gözlenmiştir. Verilen bir 24 saatlik yağış yüksekliğinin 1 saatlik yağış yüksekliğine oranı için, Ulusal Hava Servisi dört oranında haritalanmış her bir bölgede yaklaşık sabit olduğunu bulmuştur. Dört denklem tipinin her biri için optimum parametre değerleri, her parametrenin tüm uygun aralığını kapsayan model araştırmasıyla bulunmuş ve bazı dönüş periyotları için 24 saatlik yağış yüksekliğinin 1 saatlik yağış yüksekliğine oranının bir fonksiyonu olarak çizilmiştir. En iyi denklem ise 24 saatlik yağış yüksekliğinin 1 saatlik yağış yüksekliğine oranının bir fonksiyonu olarak çizilen hata kareler toplamı grafiğinden bulunmuştur.

Froehlich (1995) dört coğrafi bölge için Ulusal Hava Servisi tarafından daha önce hazırlanmış olan izoplüviyal haritalardaki verileri kullanarak uzun süreli yağışlar için (bir günden 10 güne kadar olan süreler için) yağış şiddeti-süre-tekerrür denklemlerini elde etmiştir. Ulusal Hava Servisi coğrafi bir bölge için 10 günlük yağış yüksekliğinin 2 günlük yağış yüksekliğine oranına bağlı olarak  $n$  günlük yüksekliğinin 2 günlük yağış yüksekliğine oranını bulmuştur. Yaygın olarak kullanılan dört şiddet-süre denklem tipinin boyutsuz şekillerinin çeşitli 10 günlük yağış yüksekliğinin 2 günlük yağış yüksekliğine oranları için  $n$  günlük ( $n=1, 2, 3, \dots, 10$ ) yağış yüksekliğinin 2 günlük yağış yüksekliğine

oranlarına uyduğunu gözlemiştir. Dört denklem tipinin her biri için optimum parametre değerleri, her parametrenin tüm uygun aralığını kapsayan model araştırmasıyla bulunmuştur. Parametreler izoplüviyal haritalar tarafından içerilen her coğrafi bölge için belirli dönüş periyotları için 10 günlük yağış yüksekliğinin 2 günlük yağış yüksekliğine oranının bir fonksiyonu olarak çizilmiştir. En iyi denklem ise 10 günlük yağış yüksekliğinin 2 günlük yağış yüksekliğine oranının bir fonksiyonu olarak çizilen hata kareler toplamı grafiğinden bulunmuştur.

Yine Koutsoyiannis (1996) maksimum yağış şiddetleri Gumbel dağılımı gösteriyorsa, (2) ilişkisindeki a, b, c ve K parametrelerinin sabit değil, T tekerrür aralığına bağlı olacağına dikkat çekmiştir.

Bartual ve Schneider (2001) İspanyanın Alicante şehrinde 1925-1992 tarihleri arasındaki 408 bağımsız yağışı GEV dağılımını kullanarak iki dakikadan 240 dakikaya kadar olan standart süreler için incelemişlerdir. Dokuz farklı yağış şiddeti-süre-tekerrür bağıntısı kullanmışlar. Kullandıkları üç parametrelili bağıntıların 5 ile 500 yıl arasında değişen dönüş periyotları için önemli derecede uygun olduklarını göstermişlerdir.

Muhara (2001) Tanzania'daki hidrolojik açıdan homojen bölgelerden oluşturulan çeşitli alanlar için temel istatistiksel dağılımları ve L moment diyagramlarına dayanan bölgesel istatistiksel dağılımları belirlemeyi amaçlamış ve bu dağılımların parametrelerini belirlemiştir. Çeşitli bölgeler ve sonunda da bütün ülke için doğrusal regresyon modellerini oluşturmuştur. Hidrolojik olarak homojen bölgeleri tanımlayan etkili bölge metodunu kullanmıştır. Bu metot, bölgesel homojenliği kontrol etmek için bir istatistiksel yöntemle beraber kullanıldıktan sonra tatmin edici sonuçlar vermektedir. Bu metot kullanılarak üretilen bölgeler daha önce ana bileşenler analizi kullanılarak tanımlananlarla karşılaştırılmışlardır. Tanzania'daki 12 bölge çeşitli dağılımlarla açıklanmıştır. Çalışma Tanzania'daki yıllık maksimum taşkınların Pearson dağılımıyla tahmin edilebileceğini ortaya koymuştur.

Ülkemizde i-t-T eğrileri ile ilgili çalışmalar 1960'lı yıllarda başlamıştır. MGM tarafından 1969'da yapılan bir çalışmada plüviyografli MGM istasyonlarının i-t-T eğrileri verilmiştir (Çölaşan, 1969). DSİ tarafından 497 plüviyografli yağış istasyonunun verileri üzerinde uzun zaman ve emek harcanarak "Türkiye'de Maksimum Yağışların Frekans Atlası" (DSİ, 1970) isimli bir yayın hazırlanmıştır. Ancak ofset basım sırasında meydana gelen kaymalar nedeniyle bu atlasta verilen yağış-süre-tekerrür eğrilerinin nispeten hatalı olduğu ifade edildiğinden, bu değerli çalışma güvenle kullanılamamıştır.

DSİ'ce yayınlanan ilk frekans atlasının oluşturulmasında da büyük katkısı bulunan Diler (1971) bu çalışmasıyla ilgili esasları DSİ Teknik Dergisinde bir makale olarak yayınlanmıştır.

MGM Türkiye'de meteorolojik rasat çalışmalarını yapmak ve yayınlamakla yükümlü ilk kurumdur. Aynı kurum tarafından konuyla ilgili olarak yapılmış bir yayında (Eriş ve Demirtaş, 1974), plüviyografli MGM istasyonlarının 1972 yılına kadarki yıllık en şiddetli belli süreli sağanak gözlemleri ve bu gözlemlere asimptotik parametrelili Gumbel dağılımı uyarlanmak suretiyle elde edilmiş 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl tekerrürlü sağanak tahminleri verilmiştir.

Diler (1979) diğeri bir çalışmasında Doğu Karadeniz ve Göller bölgesindeki istasyonların şiddet-süre-tekerrür bağıntıları ile bu bağıntılardaki parametrelerin bölgesel değişimi analiz edilmiştir.

MGM'nin "plüviyografli MGM istasyonlarının 1972 yılına kadarki yıllık en şiddetli belli süreli sağanak gözlemleri ve bu gözlemlere asimptotik parametrelili Gumbel dağılımı uyarlanmak suretiyle elde edilmiş 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl tekerrürlü sağanak tahminleri"ne benzer bir çalışmada (Anonim, 1987), veriler güncellenerek Türkiye için analizler yapılmış ve yağış şiddeti-süre-tekerrür grafikleri çizilmiştir.

Daha sonra DSİ tarafından 1990 yılında Türkiye'deki 1575 meteoroloji istasyonu için de plüviyografli 202 MGM istasyonunun (en az 10 yıl gözlemi olan) standart süreli yağışları için kapsamlı bir frekans analizi çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada her istasyonda gözlenen standart süreli yıllık maksimum yağışlara en uygun olasılık dağılımı esas alınarak, belli tekerrürlü standart süreli yağış derinlikleri hesaplanmış ve tablolar şeklinde verilmiştir.

Yukarıda sözü edilen iki kamu kuruluşu dışında, bazı araştırmacılar tarafından da Türkiye'deki şiddetli sağanakların i-t-T ilişkileri konusunda çalışmalar yapılmıştır.

Biberoğlu (1991) Ege Bölgesindeki 11 MGM istasyonundaki standart süreli yağışların Gumbel ve Log-Normal dağılımlar için frekans analizini yapmış; şiddet-süre-tekerrür bağıntılarını çıkarmış ve bağıntılardaki sabitlerin değişimini incelemiştir.

Önöz ve Oğuz (1994) Yeşilirmak havzasında 21 meteoroloji istasyonundaki 24 saatlik maksimum yağışların bölgesel frekans dağılımı için iki parametrelili Log-Normal, Gumbel, Pearson Tip 3 ve Log-Pearson Tip 3 gibi dağılımların 24 saat süreli sentetik yağış dizileri üreterek güçlülük açısından karşılaştırmışlardır. İki parametrelili Log-Normal

dağılımın, genelde daha küçük tahminler vermekle birlikte, diğer dağılımlardan daha güçlü (toplumu doğru temsil edebilme yeteneğinin daha fazla) olduğu sonucuna varılmıştır.

Okutan (1995) MGM ve DSİ tarafından kabul edilen varsayımın; (ki bu varsayım standart süreli yıllık maksimum yağışların bazı yağış süreleri için, o süreye sahip daha büyük yağış olmadığından daha küçük süreli yağışla aynı değerde olduğu varsayımıdır) belli tekerrürlü yağış tahminlerini ne ölçüde etkilediğini incelemek amacıyla üç meteoroloji istasyonundaki standart süreli yağışların, Gumbel dağılımını esas alarak frekans analizini yapmış ve belli tekerrürlü yağış tahminlerini karşılaştırmıştır. Okutan ayrıca bir istasyonda olasılık dağılımın yağış süresi değiştikçe farklı seçilmesi halinde yağış tahminlerinde uyumsuzluk olabildiğine işaret etmiştir.

Aşıkoğlu (1997) Ege Bölgesindeki yıllık yağış gözlemlerinin homojenlik kontrollerini yapmış, her istasyon için uzun sürede umulan ortalama yağışları elde etmiştir. Daha sonra, Ege Bölgesinde, 23 plüviyografli istasyonda gözlenen standart süreli sağanakların bölgesel frekans analizini yapmış, gözlenmiş frekanslara Gumbel ve iki parametrelili Log-Normal dağılım modelleri uyarlamış, Log-Normal dağılıma göre standart süreler için belli tekerrürlere karşılık gelen yağış tahminlerini kullanarak  $i = \frac{\lambda T^K}{t^\eta}$  formundaki tam ampirik i-t-T bağıntılarını çıkarmıştır. Bu bağıntılardaki katsayıların Ege Bölgesi'ndeki alansal dağılımını haritalamıştır.

Güner (1999) Ege Bölgesindeki plüviyografli 11 istasyonun verilerini kullanarak, Gumbel ve iki parametrelili Log-Normal dağılımlarının uygulanmasında dikkat edilmesi gereken hususları ve kısa örnek dizileriyle çalışılması halinde yapılabilecek tahmin hatalarını araştırmıştır.

Bükey (2000) Ege Bölgesindeki 11 adet plüviyografli MGM istasyon verilerini kullanarak üç tip yağış şiddeti-süre-tekerrür bağıntılarındaki sabitleri grafik ve analitik yolla hesaplayarak, verilerle en uyumlu bağıntıyı yani en uygun dağılımı en küçük kareler ilkesine göre belirleyemeye çalışmıştır.

Benzeden ve Bükey (2001), Ege Bölgesindeki 11 adet plüviyografli istasyonda DSİ (1990) tarafından hesaplanmış standart süreli ve belli tekerrürlü sağanak şiddetleri için üç ve dört parametrelili ampirik i-t-T bağıntılarını araştırmışlardır. Bu çalışmaya göre, istasyonların hemen hemen tümünde  $i = \frac{A(T)}{(t+\theta)^\eta}$  biçimindeki modelin en uygun olduğu; ayrıca A(T) pay teriminin yanı sıra  $t_0$  ve b'nin de tekerrür ile önemli ölçüde değiştiği saptanmıştır.

Benzeden (2001), Uşak SSMY verileri üzerinde yapmış olduğu çalışmada, ancak standart süreli yıllık maksimum yağış ortalamalarının ve standart sapmalarının sağanak süresine bağlı düzgün fonksiyonlarla tanımlanması ve kararlı bir olasılık dağılımının kullanılması halinde yapılan belli tekerrürlü maksimum yağış tahminlerinin yağış süresiyle düzgün bir şekilde değişebileceğini göstermiştir.

Çaylak (2001), Türkiye'nin değişik bölgelerinde bulunan uzun süreli gözlemlere sahip 11 adet plüviyografli yağış istasyonundaki maksimum yağış ortalamaları ve standart sapmaları üzerinde sağanak süresine bağlı model çalışmaları yapmış, standart süreli yıllık maksimum yağış ortalamalarının ve standart sapmalarının ancak bu şekilde kullanılması halinde belli tekerrürlü maksimum yağış tahminlerinde yağış süresiyle düzgün bir artışın sağlanabildiğini göstermiştir.

Benzeden ve Çaylak (2003), sağanak süresine bağlı fonksiyonlardan kestirilen standart sapmaların ortalamalara bölünmesiyle elde edilen dolaylı değişkenlik katsayısı tahminlerinin de gözlemsel değişkenlik katsayıları ile büyük ölçüde uyumlu olduğu ve yağış süresiyle düzgün değiştiği saptanmıştır.

Benzeden ve Hacısüleyman (2003), Bükey'in (2000) Ege Bölgesi için sağanak şiddetlerine en uygun bağıntı olarak saptadığı  $i = \frac{A(T)}{(t+\theta)^\eta}$  biçimindeki modele ait A,  $\theta$  ve  $\eta$  parametrelerinin T tekerrür aralığı ile anlamlı biçimde değiştiğini belirlemişler ve değişimlerin matematiksel yapılarını regresyon teknikleri ile incelemişlerdir.

Benzeden ve Emre (2003), yağış süresine bağlı olarak standart süreli belli tekerrürlü maksimum yağışların Gumbel ve iki parametrelili Log-Normal gibi basit tek tür kararlı bir dağılımın (bir) süreye bağlı düzgün fonksiyonlardan, (iki) örnek istatistikleri korunarak tahmin edilmesi yaklaşımlarını İzmir örneği için incelemişlerdir. Uygun bir dağılım seçildiğinde, süreye bağlı düzgün fonksiyonlardan elde edilen istatistiklere dayanan tahminlerde ortaya çıkan farkların [(DSİ, 1990) değerlerine kıyasla] kabul edilebilir düzeyde bulunduğunu saptamışlardır. Ayrıca, süreye bağlı fonksiyonlardan hesaplanan örnek istatistiklerine dayanan dağılımların, örnek istatistiklerini koruyan dağılımlara kıyasla ampirik tekerrür aralıklarını genelde daha iyi temsil ettiği öne sürülmüştür.

Aşıkoğlu (2005) standart süreli yağışlarda ortalama ve standart sapmalarının yağış süresi ile düzgün biçimde değişmesi özelliğini istatistiksel olarak sağlayan ve olasılık dağılım türü sağanak süresiyle değişmeyen (genelleştirilmiş) şiddet-süre-tekerrür modellerini araştırmıştır. Çalışma, İzmir meteoroloji istasyonunda gözlenen yıllık SSMY

verilerine uygulanmıştır. Genelleştirilmiş modellerdeki tekerrür fonksiyonunun iki parametrelili Log-Normal veya Gumbel dağılımı olabileceği uygunluk testleri ile kanıtlanmıştır. SSMY 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. Aşıkoglu, genelleştirilmiş şiddet-süre-tekerrür fonksiyonlarını 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 izleyerek elde etmiştir. Genelleştirilmiş modellerden elde edilen şiddet tahminleri, örnek istatistiklerini koruyan kararlı modellerin sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Yazar 14 alt modelin de örnek istatistiklerden elde edilen ortalama şiddetleri temsil etmede büyük ölçüde başarılı olduğunu saptamıştır. Ayrıca bu tür modellerin maksimum yağışların bölgesel analizinde önemli avantajlar sağlayabileceğine işaret etmiştir.

### **1.5. Kullanılan Olasılık Dağılımları**

Belli süreli sağanaklar gibi rastgele unsuru ağır basan hidrolojik olaylar ancak oluşum frekansları ile tanımlanabilmektedirler. Tanımlama yöntemi olarak da, grafik (frekans histogramları ve poligonları) veya analitik yöntemler uygulanabilmektedir. Gözlenmiş frekansların analitik tanımlanmasında parametrik modeller sıkça kullanılmaktadır (Kite, 1988). Bu tanımlamada, önce gözlenmiş frekansları temsil edebileceği umulan bir veya daha çok sayıda kuramsal olasılık dağılımı öngörülmektedir. Daha sonra, eldeki örnek değerlerinden hareketle kuramsal modeldeki parametrelerin örnek tahmini yapılmaktadır.

Hangi yöntem ve hangi teorik model kullanılırsa kullanılsın, frekans analizinde temel amaç, gözlem süresinden daha büyük tekerrürlü olay değerlerini kestirmektir. Bu amacın doğru ve güvenilir biçimde gerçekleştirilmesinde uygulanan yöntemin, öngörülen teorik dağılım modelinin ve bu modeldeki parametrelerin güvenilirliğinin rolü büyüktür.

Hidrolojik olayların analizlerinde çok sayıda olasılık dağılım fonksiyonu (ODF) kullanılmaktadır. Bu dağılım fonksiyonlarından bazıları Normal, Gumbel, iki Parametrelili Log-Normal, üç Parametrelili Log-Normal, Log-Pearson Tip 3 ve iki Parametrelili Gamma dağılımlarıdır. Bu çalışmada kullanılan dağılımlar ise iki Parametrelili Log-Normal (LN), Gumbel (GM) ve Log-Pearson Tip 3 (LP3)dür.



### 1.5.1. Normal ve Log-Normal Dağılım

Pratikte karşılaşılan rastgele değişkenlerin büyük bir kısmı “normal dağılım” (Gauss dağılımı) olarak bilinen dağılıma uymaktadır. Bu dağılımın olasılık yoğunluk fonksiyonu şöyledir:

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right] \quad (4)$$

Normal dağılımın OYF ve ODF’nu tablolaştırmak için "standart normal değişken" kullanılır. Standart normal değişken şöyle tanımlanır:

$$z = \frac{x-\mu}{\sigma} \approx \frac{x-\bar{x}}{S_x} \quad (5)$$

Standart normal dağılımın OYF şöyledir:

$$F(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-z^2/2} \quad (6)$$

Standart normal dağılımın OYF ve ODF tablolaştırılmıştır. Normal dağılım için geçerli olan kural ve özellikler standart normal dağılım için de geçerlidir.

Tabiattaki değişkenlerin hepsi normal dağılıma uymaz. Fakat normal dağılımın özelliklerinin iyi bilinmesi ve kullanılmasının kolay olması, çarpık dağılmış değişkenlerin de uygun bir dönüşümle normal dağılıma benzetilmesini gündeme getirmektedir. Bu maksatla kullanılan en önemli dönüşüm logaritmik dönüşümdür. X rastgele değişkenine

$$Y = \ln X \quad (7)$$

şeklinde logaritmik bir dönüşüm uygulandığında Y değişkeninin dağılımı normal dağılıma uyuyorsa, X değişkeninin dağılımına "Log-Normal Dağılım" denir.

Normal dağılım gibi, LN dağılımının da eklenik olasılık fonksiyonu,  $F(X)$ , açık formda elde edilemediğinden, standardize değişkenin belli değerleri için  $F_z(Z) = F_x(X)$

eklenik olasılıklarının verildiği tablolardan veya yaklaşık sonuç veren bağıntılardan (Abromowitz ve Stegun, 1965; Kouysoyiannis, 1996) yararlanma yoluna gidilmektedir.

### 1.5.2. Gumbel Dağılımı

Taşkın zirve akışları, şiddetli sağanaklar gibi ekstrem (en büyük) değerlerin frekans analizinde en çok kullanılan teorik dağılım Gumbel dağılımı adıyla bilinen Fisher-Tippet Tip I veya Ekstrem Değer I dağılımıdır. Bu dağılımın toplam olasılık fonksiyonu:

$$F(x) = e^{-e^{-y}} \quad (8)$$

$$y = a(x-\beta), \quad -\infty < y < \infty \quad (9)$$

biçimindedir. (8) denkleminin 2 kez logaritması alındığında

$$y = -\ln[-\ln F(x)] \quad (10)$$

olduğu görülebilir.

Gözlem süresine (N) bağlı olarak belirlenen  $S_N$  ve  $Y_N$  değerleri yardımıyla y değeri aşağıdaki formülle hesaplanabilir:

$$y = \frac{S_N}{S_x} \left( x - \bar{x} + S_x \frac{Y_N}{S_N} \right) \quad (11)$$

### 1.5.3. Pearson Tip 3 ve Log-Pearson Tip 3 Dağılımı

Pearson Tip 3 dağılımı da Gumbel dağılımı gibi hidrolojik olayların analizlerinde sıklıkla kullanılan bir olasılık dağılım fonksiyonudur. Bu dağılımda kullanılan 3 parametre vardır. Bunlar gözlem verilerinin ortalaması, standart sapması ve çarpıklık değerleridir. Pearson Tip 3 için kullanılan formül;

$$x = \bar{x} + KS_x \quad (12)$$

şeklindedir. Formülde yer alan K frekans faktörü katsayısı olup  $C_s$  ve T'nin bir fonksiyonudur. Aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanabilir:

$$K = \frac{2}{C_s} \left( 1 + \frac{zC_s}{6} - \frac{C_s^2}{36} \right)^3 - \frac{2}{C_s} \quad (13)$$

(7) denkleminle logaritmik bir dönüşüm uygulandığında y değişkeninin dağılımı Pearson Tip 3 dağılımına uyuyorsa, x değişkeninin dağılımı Log-Pearson Tip 3 dağılımına uymaktadır.

LP3 için kullanılan formül,

$$y = \bar{y} + KS_y \quad (14)$$

şeklindedir.

## 1.6. Uygunluk Testleri

Bir örneğin frekans dağılımının, özellikleri bilinen bir teorik dağılımın, dağılım fonksiyonuna uygunluğunun kontrolünde uygulanabilecek yöntemlerden en güvenilir olanı istatistik hipotezlerin test edilmesidir.

Standart süreli maksimum yağış verilerine en uygun dağılımın araştırılmasında; Kikare ( $\chi^2$ ) testi ve olasılık çizgileri korelasyon testi (OÇKT) sıkça kullanılan sına yöntemlerindedir.

### 1.6.1. Kikare Testi

Olasılık dağılımlarına uygunluk testinde beklenen frekanslar ilgili olasılık fonksiyonu kullanılarak elde edilir. Daha sonra

$$\chi^2 = \sum \frac{(O_i - e_i)^2}{e_i} \quad (15)$$

$$e_i = \Delta F * N \quad (16)$$

eşitliği ile test istatistiği hesaplanır. Denklemden;  $\Delta F$  her grup için seçilen dağılıma göre olasılık yüzdesi,  $O_i$  gözlenen frekanslar (her bir sınıftaki eleman sayısı),  $e_i$  ise beklenen frekans (seçilen dağılımın teorik eleman sayısı) değerleridir.

Buna göre gözlenen frekans dağılımının seçilen teorik dağılıma uygun olduğu hipotezini kontrol etmek için, seçilen  $\alpha$  anlamlılık düzeyine göre  $\chi^2$  dağılım tablosundan aşılma olasılığı  $P_\alpha$  olan  $\chi^2_\alpha$  değeri okunur. (15) denklemden hesaplanan  $\chi^2$  değeri  $\chi^2_\alpha$ 'dan küçükse veya eşitse verilerin ilgili dağılıma uyduğuna, büyükse uymadığına karar verilir.

### 1.6.2. Olasılık Çizgileri Korelasyon Testi

Bu testte, bir dağılımın teorik (hesaplanan) değerleri ( $x_h$ ) ile gözlenen değerleri ( $x_g$ ) arasındaki korelasyon katsayısı hesaplanır. Eğer hesaplanan değer tabloda verilen kritik değerlerden büyük ya da eşitse değerlerin ilgili dağılıma uygun olduğuna, aksi halde uygun olmadığına karar verilir.  $x$  ile  $y$  arasındaki korelasyon katsayısı ( $r$ ) şu şekilde hesaplanır:

$$r = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{\{[N \sum x^2 - (\sum x)^2][N \sum y^2 - (\sum y)^2]\}^{0.5}} = \frac{\sum[(x-\bar{x})(y-\bar{y})]}{NS_x S_y} = \frac{\sum xy - N\bar{x}\bar{y}}{NS_x S_y} \quad (17)$$

Burada  $r$ , korelasyon sayısının, eldeki  $N$  elemanlı örnekten hesaplanan istatistik değeri,  $x_i$ ;  $y_i$  ( $i=1,2,3,\dots,N$ ) örnekteki gözlem çiftleri,  $\bar{x}$  ve  $\bar{y}$  sırasıyla  $X$  ve  $Y$  nin ortalamaları,  $S_x$  ve  $S_y$ 'de  $x$  ve  $y$ 'nin standart sapmalarıdır (Bayazıt, 1981).

Bu testte; küçükten büyüğe sıralanmış örnekteki her bir  $x_g$  elemanı için  $P_m$ , ampirik aşılama olasılığı,  $i$  sıra numarası olmak üzere aşağıdaki gibi hesaplanır (Yüksek, 2009):

$$F_{(x < x_i)} = 1 - p = P_m = \frac{i-0.40}{N+0.20} \quad (18)$$

### 1.7. Regresyon Analizi

Değeri bilinen bir (veya daha fazla) değişkene dayanarak başka bir değişkenin alacağı değeri tahmin etmek mümkündür. Her ne kadar bu tahmin incelenmekte olan değişkenin gelecekteki gerçek değeri değilse de, bu değere en yakın olan, onun en iyi tahminidir. Bu türde bir ilişkiyi gösteren matematiksel ifadeye regresyon denklemi denir.

Regresyon analizinin gayeleri şunlardır:

İncelenmekte olan değişkenler arasında anlamlı bir ilişkinin var olup olmadığının araştırılması ve varsa bu ilişkiyi ifade eden regresyon denkleminin elde edilmesi,

Bu denklemlerle yapılan tahminlerin güvenilirliğinin araştırılması ve değerlendirilmesi.

Burada söz konusu olan bağıntılar deterministik (fonksiyonel) bağıntılar olmayıp istatistik anlamda bağıntılardır. Yani göz önüne alınan bağıntıdaki bütün bağımsız değişkenlerin değerleri bilindiğinde bağımlı değişkenin alacağı değer kesin olarak belirlenemez. Bağımlı değişkendeki değişimin ancak bir kısmı göz önüne alınan bağıntıdaki bağımsız değişkenlerin değişimiyle açıklanabilir. Geriye kalan kısım ise burada göz önüne alınmayan değişkenlerin etkilerinden ve ölçüm hatalarından ileriye gelmektedir. Buna rağmen eğer söz konusu bağıntı bağımlı değişkendeki değişimin önemli bir kısmını açıklayabiliyorsa bu bağıntıyı kullanarak istatistik açıdan anlamlı tahminler yapılabilir ve aynı zamanda bu tahminlerin güven aralığı belirlenebilir.

Bir rastgele değişkenin değerini bir veya daha fazla sayıda rastgele değişkenlerin değerlerine bağlı olarak en iyi şekilde tahmin etmeye yarayan regresyon denkleminin belirlenmesine de regresyon analizi denir (Bayazıt, 1981).

### 1.7.1. Basit Doğrusal Regresyon

En basit regresyon olan bu türde, bir bağımlı ve bir bağımsız değişken vardır ve değişkenler arasındaki ilişki doğrusaldır. Basit doğrusal regresyonun denklemi

$$y = a + bx \quad (19)$$

şeklinindedir. Burada; y: bağımlı değişken, x: bağımsız değişken, a ve b ise regresyon katsayılarıdır. x ve y değerleri bir koordinat sisteminde noktalandığında noktalar bir doğru etrafında yayılıyorsa bu değişkenler arasında doğrusal bir ilişkinin var olduğu düşünülür.

### 1.7.2. Korelasyon Katsayısı

Göz önüne alınan iki rastgele değişken arasında doğrusal bir regresyon bağıntısı kurabilmek için değişkenler arasındaki bağımlılığın derecesini belirlemek gerekir. Bunun için ilk olarak gözlenmiş  $x_i$ ,  $y_i$  değerleri noktalanır. Bu noktalar bir doğru çizgi etrafında toplanıyorsa anlamlı bir bağıntının varlığı düşünülebilir. İki rastgele değişken

arasındaki doğrusal bağımlılığın derecesini ölçen parametre korelasyon (ilgileşim) katsayısıdır.

$x$  ve  $y$  değişkenleri arasındaki ilişkinin derecesini ve regresyon denkleminin güvenilirliğini gösteren korelasyon katsayısı ( $r$ ),  $-1$  ile  $+1$  arasında değişir.  $r$ 'nin mutlak değeri  $1$ 'e yaklaştıkça, ilişkinin kuvvetli olduğu, başka bir ifadeyle, iki değişken arasındaki bağımlılığın fazla olduğu kararına varılır.  $0 < r < 1$  ise  $+$  yönde ilişki var,  $-1 < r < 0$  ise  $-$  (ters) yönde ilişki var,  $r=0$  ise ilişki yok,  $r=1$  ise  $+$  yönde tam ilişki var,  $r=-1$  ise  $-$  yönde tam bir ilişki var (değişkenlerden biri artarken diğeri azalıyor) demektir. Gözlenen değişken değerleri  $x$ - $y$  koordinat sisteminde noktalandığında,  $|r|=1$  olması dışında, noktalar belirli bir doğru üzerinde olmayıp yayılım gösterir. Bu yayılma büyüdükçe  $|r|$  değeri sifira yaklaşır; noktaların gelişigüzel dağılması halinde korelasyon katsayısı yaklaşık sıfır olur.

Örnekten hesaplanan korelasyon katsayısı  $r$  sıfırdan farklı olsa bile ( $r \neq 0$ ), örnekleme hatası sebebiyle ana kütle korelasyon katsayısı sıfır olabilir ( $\rho=0$ ). Bunu kontrol etmek için; anlamlılık düzeyine ( $\alpha$ ) ve veri sayısına ( $N$ ) göre belirlenen kritik korelasyon değerleri ( $r_{kr}$ ) tablodan okunur. Eğer  $|r| \geq r_{kr}$  ise ana kütle korelasyon katsayısının sıfır olmadığına ve bulunan regresyon denkleminin güvenilir olduğuna karar verilir ve regresyon doğrusu elde edilir.

### 1.7.3. Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon

$y$  rastgele değişkeninin iki ya da daha fazla sayıda  $x_1, x_2, \dots, x_m$  rastgele değişkenlerine göre çok değişkenli regresyonu genel olarak

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_m) \quad (20)$$

ifadesi ile verilir. Bu ifadedeki  $x_1, x_2, \dots, x_m$  değişkenleri fiziksel düşüncelerle  $y$ 'yi etkilediği bilinen değişkenler olarak seçilmelidir. Yukarıdaki denklem yardımıyla  $x_1, x_2, \dots, x_m$ 'in bilinen değerleri için  $y$ 'nin alacağı değer tahmin edilebilir.

Çok değişkenli regresyonun en basit ve en çok kullanılan şekli doğrusal regresyondur.

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + \dots + b_m \cdot x_m \quad (21)$$

Bu ifadedeki m değişken sayısı örnekteki N eleman sayısına göre yeter derecede küçük seçilmelidir. Zira regresyon denklemindeki parametrelerin örnekleme dağılımlarında etkin eleman sayısı  $N-(m+1)$  olur, m'nin N'ye yaklaşmasıyla güven aralıkları çok genişler.

$m=N-1$  için regresyon çizgisi örnekteki bütün noktalardan geçeceğinden güven aralığı sonsuza gider, böyle bir regresyon çizgisi y'nin tahmini için kullanılamaz.  $e_i$  gözlenmiş noktaların regresyon doğrusuna düşey uzaklıkları (regresyon denkleminde hesaplanan tahmini değerler,  $y_h$ , ile gerçek değerler,  $y_g$ , arasındaki fark) olmak üzere; m değeri  $\sum e_i^2$ 'yi minimum yapacak şekilde analitik olarak veya deneme yoluyla belirlenir.

Çok değişkenli doğrusal regresyonda değişkenler arasındaki bağımlılığın derecesini ölçmek için çeşitli parametreler kullanılabilir. Bunlardan en önemlisi çok değişkenli korelasyon katsayısıdır. Çoklu korelasyon katsayısı şöyle hesaplanır:

$$r = \left(1 - \frac{S_e^2}{S_y^2}\right)^{0.5} \quad (22)$$

Burada,  $S_e^2$  gözlenmiş noktaların regresyon doğrusuna uzaklıklarının ( $e_i$ ) varyansdır ve;

$$S_e^2 = \frac{\sum e_i^2}{N-m-1} = \frac{\sum (y_g - y_h)^2}{N-m-1} \quad (23)$$

eşitliğiyle hesaplanır. Burada; m, bağımsız değişken sayısı ve  $S_y^2$  ise  $y_g$  değerlerinin varyansdır.

Bu denklemlerle tanımlanan r çoklu korelasyon katsayısının karesi ( $D=r^2$ ) regresyon bağıntısının oransal olarak tanımlayabildiği varyansı gösterir (Bayazıt, 1981; Yevjevich, 1972).

#### 1.7.4. Doğrusal Olmayan Regresyon

x ve y rastgele değişkenleri arasındaki regresyon çizgisi için herhangi bir  $y = f(x)$  ifadesi seçilebilir. Bu denklemdeki parametrelerin değerleri  $\sum e_i^2$ 'yi minimum yapacak şekilde belirlenir. Elde edilen denklemler genellikle lineer olmadıkları için ardışık yaklaşımlarla çözümleri gerekir.

Seçilen regresyon fonksiyonunu uygun bir dönüşümle doğrusal regresyona çevirmek mümkün oluyorsa, hesaplarda büyük kolaylık sağlanmış olur. Örneğin

$$y = C_1 \cdot x^{C_2} \quad (24)$$

şeklindeki fonksiyon,  $v = \log y$ ,  $u = \log x$  logaritmik dönüşümleriyle doğrusal regresyona çevrilebilir. Logaritmik dönüşüm hidrolojide çok kullanılır (Bayazıt, 1981).

$$\log y = \log C_1 + C_2 \cdot \log x \quad (25)$$

$$v = a + b \cdot u, \quad a = \log C_1, \quad b = C_2 \quad (26)$$



## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Kullanılan Veriler

Bu çalışmada Türkiye’de yağış şiddeti-süre-tekerrür analizi konusu ele alınmıştır. Kullanılan veriler MGM tarafından işletilmekte olan Türkiye’deki plüviyografli 242 istasyona ait çeşitli süreli en büyük yağış yüksekliği değerleridir. Gözlem süreleri 10 yıl ila 73 yıl arasındadır.

Kullanılan meteoroloji istasyonlarının adları ile gözlem süreleri (N) Ek 1’de sunulmaktadır. Bu istasyonlardan elde edilen yıllık, standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri kullanılmıştır.

Yağış yüksekliği, belli zaman süresinde yatay bir yüzey üzerine düşen ve düştüğü yerde kalarak biriktirdiği kabul edilen su sütununun yüksekliği ile ifade edilir. Yağış yüksekliği hidrolojik çalışmalarda çoğu zaman mm cinsinden gösterilir.

Araştırılan plüviyografli yağış istasyonlarının kuruluş tarihlerinin farklı olması ve bazı verilerin uygun görülmeyerek kullanılmamasından dolayı yıl ve veri sayılarında çeşitlilikler görülmektedir. Araştırma yapılan illerde MGM’nin vermiş olduğu ilk yıldan 2010 yılına kadar olan veriler kullanılmıştır.

Plüviyografli MGM istasyonlarında gözlenen 5, 15, 30 dakika, 1, 3, 6, 12, 24 saat gibi çok sayıda standart süreli yıllık maksimum yağışların hepsi incelenmiş ve çalışma verisi olarak kullanılmıştır.

### 2.2. i-t-T Eşitliklerinin Açıklanması

Bugüne kadar yapılan çalışmalar incelendiğinde şiddet-süre-tekerrür ilişkisi için matematiksel olarak (1) genelleştirilmiş denkleminin ( $i = \frac{A(T)}{B(t)}$ ) kullanıldığı görülmektedir.

$A(T)$  , kaynaklarda aşağıdaki alternatif ilişkiler şeklinde verilmiştir.

$$A(T) = a * T^b \quad (\text{Sherman, 1931; Bernard, 1932; Koutsoyionnis, 1998; Beyazıt, 1991}) \quad (27)$$

$$A(T) = a + b * \ln T \text{ (Koutsoyionnis, 1998; Aşıkoğlu, 2005)} \quad (28)$$

$$A(T) = a + b * [\ln(\ln T)] \text{ (Minh Nhat, Tachikawa, Sayama ve Takara, 2007)} \quad (29)$$

Payda terimi B(t) de, yine kaynaklarda aşağıdaki alternatif ilişkiler şeklinde verilmiştir.

$$B(t) = t^c \text{ (Sherman, 1931; Bernard, 1932; Biberöđlu, 1991)} \quad (30)$$

$$B(t) = t^c + d \text{ (Minh Nhat, Tachikawa, ve Takara, 2006 )} \quad (31)$$

$$B(t) = (t + d)^c \text{ (Koutsoyionnis, 1998; Benzeden ve Bükey, 2001; Benzeden ve Hacısüleyman, 2003)} \quad (32)$$

A(T) pay terimi ve B(t) payda terimi olmak üzere; A(T) ve B(t) alternatif ilişkilerinin kombinasyonu sonucu bu çalışmada kullanılan dokuz bağıntı aşağıdaki şekillerde oluşturulmuştur.

$$1. \text{ Formül: } i = \frac{a * T^b}{t^c} \quad (33)$$

$$2. \text{ Formül: } i = \frac{a * T^b}{t^c + d} \quad (34)$$

$$3. \text{ Formül: } i = \frac{a * T^b}{(t+c)^d} \quad (35)$$

$$4. \text{ Formül: } i = \frac{a+b*\ln T}{t^c} \quad (36)$$

$$5. \text{ Formül: } i = \frac{a+b*\ln T}{t^c+d} \quad (37)$$

$$6. \text{ Formül: } i = \frac{a+b*\ln T}{(t+c)^d} \quad (38)$$

$$7. \text{ Formül: } i = \frac{a+b*[\ln*(\ln T)]}{t^c} \quad (39)$$

$$8. \text{ Formül: } i = \frac{a+b*[\ln*(\ln T)]}{t^c+d} \quad (40)$$

$$9. \text{ Formül: } i = \frac{a+b*[\ln*(\ln T)]}{(t+c)^d} \quad (41)$$

i-t-T formüllerinde; t (saat), T (yıl) ve i (mm/saat) tahmin edilen maksimum yağış şiddetidir.

### 2.3. Yağış Şiddetlerinin Hesabı

Bu bölümde yağış şiddeti-süre-tekerrür denklemlerinde esas veri olarak kullanılan yağış yüksekliği verileri hakkında bilgi verilmektedir.

MGM tarafından derlenen standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış yükseklikleri (P) aşağıdaki formül kullanılarak yağış şiddetine (i) dönüştürülmüştür.

$$i = \frac{P}{t/60} \quad (42)$$

Burada; P mm, t dakika ve i mm/saat olarak hesap edilmiştir. Tablo 2.1.'de örnek istasyon olarak seçilen Trabzon'a ait yağış yükseklikleri ve Tablo 2.2.'de bu verilerden elde edilen yağış şiddeti verileri görülmektedir.

Tablo 2.1. Trabzon Meteoroloji İstasyonu'na ait yağış yükseklikleri

TRABZON METEOROLOJİ İSTASYONUNDA														
STANDART ZAMANLARDA GÖZLENEN EN BÜYÜK YAĞIŞ YÜKSEKLİĞİ DEĞERLERİ														
(P, mm)														
Gözlem	DAKİKA				SAAT									
	5	10	15	30	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
2010	7.9	8.8	15.1	22.2	29.3	36.2	36.8	37.7	38.3	38.3	38.4	38.4	38.4	39.7
2009	9.1	13.2	13.7	21.6	29.5	32.8	35.5	42.6	47.6	54.5	65.7	75.4	84.3	98.5
2008	6.7	8.9	10.3	14.2	24.5	29.8	32.1	32.2	32.2	32.5	32.6	33.4	33.5	44.1
2007	8.7	9.5	12.3	16.3	21.8	21.9	21.9	25.6	27.4	30.1	34.1	41.0	47.9	57.6
2006	7.9	9.8	12.0	12.9	14.7	15.4	15.4	16.5	18.6	21.0	24.5	35.2	48.2	57.1
2005	8.4	9.0	15.1	19.2	30.9	43.1	45.0	45.9	46.0	50.1	56.6	57.4	58.6	61.5
2004	4.5	5.7	6.6	10.4	13.7	18.0	20.6	21.6	22.4	23.9	24.6	34.9	42.3	50.0

Tablo 2.1'in devamı

2003	8.7	10.0	13.2	19.6	24.0	25.5	29.4	33.9	38.0	38.8	43.7	46.0	50.2	51.4
2002	9.6	17.5	22.8	24.3	25.3	31.5	32.6	32.9	32.9	33.0	33.0	37.4	52.6	53.7
2001	6.2	10.0	13.5	21.5	26.8	31.1	32.0	33.2	40.4	42.5	44.0	53.2	54.8	61.2
2000	18.7	22.7	33.6	50.3	59.4	76.7	81.7	85.9	86.3	86.3	86.4	86.4	86.4	90.0
1999	6.9	9.9	11.4	18.1	27.6	50.1	50.5	50.6	50.6	50.6	50.8	62.7	72.1	72.1
1998	7.3	9.6	11.2	16.7	26.1	29.3	31.6	33.7	36.3	38.2	38.3	48.8	53.0	53.4
1997	6.6	10.6	11.8	12.5	13.9	14.4	16.5	17.5	18.3	18.9	21.5	27.7	34.3	45.1
1996	5.2	7.7	10.0	16.0	23.4	29.5	34.0	34.0	34.4	34.4	34.5	40.5	48.1	48.2
1995	4.1	6.2	8.8	9.9	13.6	18.8	24.3	28.7	30.1	31.0	34.1	37.9	61.0	69.5
1994	6.0	10.9	12.7	13.9	14.2	20.0	25.1	33.9	39.1	41.8	45.2	53.2	63.5	72.0
1993	5.8	10.1	14.4	17.2	17.6	17.6	17.7	17.7	17.7	28.3	33.4	41.8	55.3	56.3
1992	10.3	20.4	24.5	42.4	69.0	81.3	87.6	92.7	94.8	94.8	100.1	109.8	116.5	116.6
1991	6.9	10.9	11.9	17.3	19.9	28.2	37.5	42.9	43.0	45.5	54.9	56.5	66.3	66.5
1990	6.3	8.8	10.1	14.8	18.9	30.6	34.2	34.5	37.2	41.2	41.5	51.1	59.1	72.9
1989	9.7	13.2	14.6	16.7	19.5	22.5	32.1	34.0	34.3	34.3	34.8	34.8	47.2	61.6
1988	5.7	7.9	8.5	11.6	20.3	31.3	37.0	42.2	42.3	42.3	42.3	42.3	42.6	46.4
1987	5.1	7.9	8.3	14.1	17.7	26.0	29.7	30.8	31.8	32.1	34.7	36.0	41.3	44.5
1986	14.6	22.6	28.5	33.8	34.4	37.3	37.4	37.5	39.2	41.0	42.0	43.2	43.2	43.2
1985	5.0	6.3	7.0	7.3	10.0	17.9	23.5	26.4	28.4	35.5	46.8	48.2	49.6	51.5
1984	4.0	4.3	5.5	8.3	11.0	17.0	17.4	22.8	23.9	25.6	26.2	26.7	28.2	54.5
1983	7.9	11.9	14.9	18.3	20.4	26.4	27.6	31.2	31.2	31.3	31.3	41.6	49.7	53.7
1982	9.6	15.3	16.7	27.0	35.3	41.8	47.8	47.8	48.3	49.3	49.8	49.8	49.8	58.0
1981	8.7	9.8	10.6	16.6	22.5	33.5	33.6	33.9	33.9	34.4	34.5	34.5	34.5	34.5
1980	2.2	3.4	3.9	5.5	9.8	12.4	15.1	16.5	17.8	18.8	18.8	20.2	22.3	56.7
1979	4.8	6.9	7.2	12.0	15.8	21.9	28.7	35.2	38.4	41.9	52.7	61.1	66.6	69.6
1978	6.2	7.2	8.8	10.0	13.8	20.1	24.3	24.9	28.3	28.4	30.9	39.0	46.1	48.2
1977	7.5	13.3	14.0	15.2	15.9	16.9	21.0	21.9	27.3	28.2	28.2	30.6	34.9	58.1
1976	5.7	8.0	9.7	10.0	11.0	13.8	16.8	20.1	21.7	22.4	24.0	30.5	30.5	34.7
1975	7.5	11.5	16.3	24.4	30.0	30.7	31.0	32.0	32.0	32.2	34.5	37.0	39.1	39.1
1974	12.7	15.7	21.6	24.8	32.0	38.8	38.8	38.8	38.8	38.8	38.8	38.8	62.0	62.6
1973	6.6	9.6	13.6	18.6	22.7	26.9	28.5	29.0	29.0	29.0	29.0	36.5	37.2	39.9
1972	6.3	11.3	12.9	15.4	23.8	24.8	26.1	26.1	26.1	26.1	27.3	34.1	45.7	49.2
1971	6.2	6.5	6.5	7.6	13.8	22.5	24.2	31.7	35.7	39.6	44.8	47.5	54.1	106.7
1970	5.2	6.5	8.7	12.5	15.4	18.2	21.6	21.6	21.9	24.6	28.2	29.5	39.7	47.7
1969	4.2	6.8	7.6	9.1	13.6	16.0	20.5	23.6	24.1	26.8	28.7	41.8	53.9	59.0
1968	5.2	7.4	8.0	10.6	11.7	15.8	20.4	24.0	25.7	27.9	30.4	31.6	44.4	44.6
1967	3.8	5.0	5.6	8.9	15.2	21.2	24.8	24.8	24.8	26.0	28.7	35.4	43.2	52.7
1966	10.0	17.0	23.0	38.0	45.2	47.2	49.8	50.2	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3	50.3
1965	2.0	4.0	6.0	9.6	15.2	28.5	30.5	33.3	36.2	37.1	42.6	47.0	65.2	74.8
1964	4.7	7.0	8.6	10.0	12.2	12.7	14.6	15.8	21.4	23.1	24.2	25.9	35.8	36.8
1963	5.9	11.3	12.6	18.0	24.9	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2	35.4	46.6	50.8	60.4
1962	5.7	9.5	13.1	14.7	21.2	22.8	22.8	22.8	26.5	29.9	36.4	46.7	50.8	53.5
1961	13.4	14.0	14.7	15.6	22.6	26.2	28.6	28.8	31.5	32.6	42.4	60.2	60.5	69.7
1960	5.1	7.2	8.0	9.0	16.9	19.3	22.3	24.1	24.2	24.2	24.4	30.5	47.9	48.1
1959	8.0	11.0	11.8	14.4	14.6	23.7	28.5	29.2	29.3	29.3	31.8	39.3	44.1	59.5
1958	4.8	8.2	8.7	15.7	22.2	26.4	27.7	29.2	31.6	36.4	41.8	46.8	52.8	62.6
1957	4.2	8.4	9.2	10.5	13.2	14.3	19.0	22.3	22.4	22.4	22.4	25.0	27.1	34.2

Tablo 2.2. Trabzon Meteoroloji İstasyonu'na ait yağış şiddetleri

TRABZON METEOROLOJİ İSTASYONUNDA STANDART ZAMANLARDA GÖZLENEN EN BÜYÜK YAĞIŞ ŞİDDETİ DEĞERLERİ (i, mm/saat)														
Gözlem Yılı	SAAT													
	0.08	0.17	0.25	0.5	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
2010	94.8	52.8	60.4	44.4	29.3	18.1	12.3	9.43	7.66	6.38	4.8	3.2	2.13	1.65
2009	109	79.2	54.8	43.2	29.5	16.4	11.8	10.7	9.52	9.08	8.21	6.28	4.68	4.1
2008	80.4	53.4	41.2	28.4	24.5	14.9	10.7	8.05	6.44	5.42	4.08	2.78	1.86	1.84
2007	104	57	49.2	32.6	21.8	11	7.3	6.4	5.48	5.02	4.26	3.42	2.66	2.4
2006	94.8	58.8	48	25.8	14.7	7.7	5.13	4.13	3.72	3.5	3.06	2.93	2.68	2.38
2005	101	54	60.4	38.4	30.9	21.6	15	11.5	9.2	8.35	7.08	4.78	3.26	2.56
2004	54	34.2	26.4	20.8	13.7	9	6.87	5.4	4.48	3.98	3.08	2.91	2.35	2.08
2003	104	60	52.8	39.2	24.0	12.8	9.8	8.48	7.6	6.47	5.46	3.83	2.79	2.14
2002	115	105	91.2	48.6	25.3	15.8	10.9	8.23	6.58	5.5	4.13	3.12	2.92	2.24
2001	74.4	60	54	43	26.8	15.6	10.7	8.3	8.08	7.08	5.5	4.43	3.04	2.55
2000	224	136	134	100.6	59.4	38.4	27.2	21.5	17.3	14.4	10.8	7.2	4.8	3.75
1999	82.8	59.4	45.6	36.2	27.6	25.1	16.8	12.7	10.1	8.43	6.35	5.23	4.01	3
1998	87.6	57.6	44.8	33.4	26.1	14.7	10.5	8.43	7.26	6.37	4.79	4.07	2.94	2.23
1997	79.2	63.6	47.2	25	13.9	7.2	5.5	4.38	3.66	3.15	2.69	2.31	1.91	1.88
1996	62.4	46.2	40	32	23.4	14.8	11.3	8.5	6.88	5.73	4.31	3.38	2.67	2.01
1995	49.2	37.2	35.2	19.8	13.6	9.4	8.1	7.18	6.02	5.17	4.26	3.16	3.39	2.9
1994	72	65.4	50.8	27.8	14.2	10	8.37	8.48	7.82	6.97	5.65	4.43	3.53	3
1993	69.6	60.6	57.6	34.4	17.6	8.8	5.9	4.43	3.54	4.72	4.18	3.48	3.07	2.35
1992	124	122	98	84.8	69.0	40.7	29.2	23.2	19	15.8	12.5	9.15	6.47	4.86
1991	82.8	65.4	47.6	34.6	19.9	14.1	12.5	10.7	8.6	7.58	6.86	4.71	3.68	2.77
1990	75.6	52.8	40.4	29.6	18.9	15.3	11.4	8.63	7.44	6.87	5.19	4.26	3.28	3.04
1989	116	79.2	58.4	33.4	19.5	11.3	10.7	8.5	6.86	5.72	4.35	2.9	2.62	2.57
1988	68.4	47.4	34	23.2	20.3	15.7	12.3	10.6	8.46	7.05	5.29	3.53	2.37	1.93
1987	61.2	47.4	33.2	28.2	17.7	13	9.9	7.7	6.36	5.35	4.34	3	2.29	1.85
1986	175	136	114	67.6	34.4	18.7	12.5	9.38	7.84	6.83	5.25	3.6	2.4	1.8
1985	60	37.8	28	14.6	10.0	8.95	7.83	6.6	5.68	5.92	5.85	4.02	2.76	2.15
1984	48	25.8	22	16.6	11.0	8.5	5.8	5.7	4.78	4.27	3.28	2.23	1.57	2.27
1983	94.8	71.4	59.6	36.6	20.4	13.2	9.2	7.8	6.24	5.22	3.91	3.47	2.76	2.24
1982	115	91.8	66.8	54	35.3	20.9	15.9	12	9.66	8.22	6.23	4.15	2.77	2.42
1981	104	58.8	42.4	33.2	22.5	16.8	11.2	8.48	6.78	5.73	4.31	2.88	1.92	1.44
1980	26.4	20.4	15.6	11	9.8	6.2	5.03	4.13	3.56	3.13	2.35	1.68	1.24	2.36
1979	57.6	41.4	28.8	24	15.8	11	9.57	8.8	7.68	6.98	6.59	5.09	3.7	2.9
1978	74.4	43.2	35.2	20	13.8	10.1	8.1	6.23	5.66	4.73	3.86	3.25	2.56	2.01
1977	90	79.8	56	30.4	15.9	8.45	7	5.48	5.46	4.7	3.53	2.55	1.94	2.42
1976	68.4	48	38.8	20	11.0	6.9	5.6	5.03	4.34	3.73	3	2.54	1.69	1.45
1975	90	69	65.2	48.8	30.0	15.4	10.3	8	6.4	5.37	4.31	3.08	2.17	1.63
1974	152	94.2	86.4	49.6	32.0	19.4	12.9	9.7	7.76	6.47	4.85	3.23	3.44	2.61
1973	79.2	57.6	54.4	37.2	22.7	13.5	9.5	7.25	5.8	4.83	3.63	3.04	2.07	1.66
1972	75.6	67.8	51.6	30.8	23.8	12.4	8.7	6.53	5.22	4.35	3.41	2.84	2.54	2.05
1971	74.4	39	26	15.2	13.8	11.3	8.07	7.93	7.14	6.6	5.6	3.96	3.01	4.45

Tablo 2.2'nin devamı

1970	62.4	39	34.8	25	15.4	9.1	7.2	5.4	4.38	4.1	3.53	2.46	2.21	1.99
1969	50.4	40.8	30.4	18.2	13.6	8	6.83	5.9	4.82	4.47	3.59	3.48	2.99	2.46
1968	62.4	44.4	32	21.2	11.7	7.9	6.8	6	5.14	4.65	3.8	2.63	2.47	1.86
1967	45.6	30	22.4	17.8	15.2	10.6	8.27	6.2	4.96	4.33	3.59	2.95	2.4	2.2
1966	120	102	92	76	45.2	23.6	16.6	12.6	10.1	8.38	6.29	4.19	2.79	2.1
1965	24	24	24	19.2	15.2	14.3	10.2	8.33	7.24	6.18	5.33	3.92	3.62	3.12
1964	56.4	42	34.4	20	12.2	6.35	4.87	3.95	4.28	3.85	3.03	2.16	1.99	1.53
1963	70.8	67.8	50.4	36	24.9	12.6	8.4	6.3	5.04	4.2	4.43	3.88	2.82	2.52
1962	68.4	57	52.4	29.4	21.2	11.4	7.6	5.7	5.3	4.98	4.55	3.89	2.82	2.23
1961	161	84	58.8	31.2	22.6	13.1	9.53	7.2	6.3	5.43	5.3	5.02	3.36	2.9
1960	61.2	43.2	32	18	16.9	9.65	7.43	6.03	4.84	4.03	3.05	2.54	2.66	2
1959	96	66	47.2	28.8	14.6	11.9	9.5	7.3	5.86	4.88	3.98	3.28	2.45	2.48
1958	57.6	49.2	34.8	31.4	22.2	13.2	9.23	7.3	6.32	6.07	5.23	3.9	2.93	2.61
1957	50.4	50.4	36.8	21	13.2	7.15	6.33	5.58	4.48	3.73	2.8	2.08	1.51	1.43

#### 2.4. Uygun Dağılım Fonksiyonunun Belirlenmesi

MGM'den alınan standart süreli (t=5, 15 ve 30 dakika, 1,3, 6, 12 ve 24 saat) yağış yüksekliği (mm) değerlerinden elde edilen yağış şiddeti değerleri için GM, LN ve LP3 dağılımları ayrı ayrı incelenmiştir.

Standart süreli olan ve her biri için ayrı ayrı uygulanan dağılım fonksiyonlarından hangisinin bu standart süre için uygun dağılım olduğunun tespiti için  $\chi^2$  testi ve olasılık çizgileri korelasyon testi uygulanmıştır.

##### 2.4.1. Temel İstatistikler

Standart süreli yağışların ortalama, standart sapma ve çarpıklık katsayıları gibi temel istatistik değerlerinin incelenmesi dağılımın özelliklerinin irdelenmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

MGM istasyonlarında gözlenen 5, 15 ve 30 dakika, 1, 3, 6, 12 ve 24 saat gibi, çok sayıda standart süreli yıllık maksimum yağışların hepsi incelenmiştir temel istatistik değerleri hesaplanmıştır.

Aşağıda, örnek olarak seçilen Trabzon Meteoroloji İstasyonu'nun 54 yıl süre zarfında, her yılda 1 saat içerisinde görülen en büyük yağış yüksekliklerinin şiddete çevrilmiş değerleri (mm/saat) ve temel istatistik değerleri verilmektedir.

Trabzon Meteoroloji İstasyonu'nda gözlenen 1 Saatlik Maksimum Yağış Şiddeti Değerleri: 9.8, 10.0, 11.0, 11.0, 11.7, 12.2, 13.2, 13.6, 13.6, 13.7, 13.8, 13.8, 13.9, 14.2, 14.6, 14.7, 15.2, 15.2, 15.4, 15.8, 15.9, 16.9, 17.6, 17.7, 18.9, 19.5, 19.9, 20.3, 20.4, 21.2, 21.8, 22.2, 22.5, 22.6, 22.7, 23.4, 23.8, 24.0, 24.5, 24.9, 25.3, 26.1, 26.8, 27.6, 29.3, 29.5, 30.0, 30.9, 32.0, 34.4, 35.3, 45.2, 59.4, 69.0

Aritmetik Ortalama : 22.0

Standart Sapma : 11.19

Çarpıklık Katsayısı : 2.25

Logaritması alınmış 1 saatlik veriler: 2.28, 2.30, 2.40, 2.40, 2.46, 2.50, 2.58, 2.61, 2.61, 2.62, 2.62, 2.62, 2.63, 2.65, 2.68, 2.69, 2.72, 2.72, 2.73, 2.76, 2.77, 2.83, 2.87, 2.87, 2.94, 2.97, 2.99, 3.01, 3.02, 3.05, 3.08, 3.10, 3.11, 3.12, 3.12, 3.15, 3.17, 3.18, 3.20, 3.21, 3.23, 3.26, 3.29, 3.32, 3.38, 3.38, 3.40, 3.43, 3.47, 3.54, 3.56, 3.81, 4.08, 4.23

Logaritmik Aritmetik Ortalama : 3.00

Logaritmik Standart Sapma : 0.42

Logaritmik Çarpıklık Katsayısı : 0.68

#### 2.4.2. Kikare Testinin Uygulanması

Standart süreler için hangi dağılımın uygun olduğuna karar verebilmek için GM, LN ve LP3 dağılımlarının her birine  $\chi^2$  testi uygulanmıştır.

Gumbel dağılımı uygulanırken bütün süre ve istasyonlara ayrı olarak  $\chi^2$  testi uygulanarak  $\chi^2_h$  değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan  $\chi^2$  değerleri  $\alpha$ , anlamlılık düzeyi, 0.01 ve 0.05 için kritik  $\chi^2$  değerleriyle kıyaslanmıştır.

Buna göre dağılımının hesaplanan  $\chi^2$  değeri, kritik  $\chi^2$ 'den küçükse veya eşitse hipotez kabul edildi, büyükse reddedilmiştir.

$\alpha$ , anlamlılık düzeyi 0.05 (%5) iken, test sonucu; dağılımın uygunluğuna  $1-p=1-0.05=0.95$  yani %95 güvenilirlik derecesinde doğru karar verildiğini göstermektedir.

$\alpha$ , anlamlılık düzeyi 0.01 (%1) iken, test sonucu; dağılımın uygunluğuna  $1-p=1-0.01=0.99$  yani %99 güvenilirlik derecesinde doğru karar verildiğini göstermektedir.

LN dağılımının uygulanmasında bütün süre ve istasyonlarda logaritması alınmış veriler gruplandırılarak her grup için standart normal değişken değerleri ( $z$ ) hesaplandı ve her grup için normal dağılıma göre olasılık tahminleri yapılmıştır.

LP3 uygulanırken bütün süre ve istasyonlarda logaritması alınmış veriler gruplandırılarak her grup için (14) denklemi kullanılarak  $K$  değerleri ve (13) denklemi kullanılarak  $z$  değerleri hesaplanarak her grup için olasılık tahminleri yapılmıştır.

### 2.4.3. Olasılık Çizgileri Korelasyon Testinin Uygulanması

Bir örneğin frekans dağılımının, özellikleri bilinen bir teorik dağılımın, dağılım fonksiyonuna uygunluğunun kontrolünde uygulanabilecek diğer bir test yöntemi de olasılık çizgileri korelasyon testidir.

$P_m$  ampirik aşılma olasılıkları için (18) formülü kullanılmıştır.

$r$  istatistiğinin örnekleme dağılımı  $n$  eleman sayısına ve verilere uyarlanan dağılım fonksiyonu türüne bağlıdır. GM, LN ve LP3 dağılımları için ampirik olasılıklara karşılık gelen  $x_h$  değerleri ile gözlenmiş  $x_g$  değerleri arasındaki hesaplanan korelasyon katsayısı ( $r_h$ ),  $\alpha$  anlamlılık düzeyine,  $N$  veri uzunluğuna ve dağılım türüne bağlı olarak tablo değerleri ile karşılaştırılarak frekans dağılımının uygunluğuna karar verilmektedir.

$r_h < r_{\text{kritik}}$  olan bir veri dizisi için, seçilen frekans dağılımının uygunluk hipotezi reddedilmekte,  $r_h > r_{\text{kritik}}$  ise kabul edilmektedir.



### 3. BULGULAR VE İRDELEME

#### 3.1. $\chi^2$ Testinden Elde Edilen Bulgular

Yapılan hesaplarda sınıf sayısı ( $10 \leq m \leq 20$ ) hesaplarda kolaylık sağlayacak şekilde ( $m=10$ ) seçilerek veriler sınıflandırıldı. Maksimum değer ile minimum değer arasındaki fark sınıf sayısına bölünerek sınıf aralığı değeri bulundu.

Her bir sınıftaki eleman sayısı ile seçilen dağılımın teorik eleman sayısı hesaplandı. Hesaplanan bu değerler ile  $\chi^2$  değeri hesaplanarak dağılımın uygunluğu test edildi. 242 istasyonda sekiz adet standart süre için, kullanılan bilgisayar programı yardımıyla tablolar yapılarak her bir istasyonda her bir standart süre için ayrı ayrı hesap yapıldı.

$\chi^2$  hesap değerinin  $\chi^2$  kritik değerinden küçük olduğu durumlarda dağılımın uygun olduğu kabul edildi. Dağılımın uygun olduğu veya olmadığı 0.01 ve 0.05 anlamlılık düzeyleri için ayrı ayrı irdelendi.

Örnek olarak seçilen Trabzon Meteoroloji İstasyonu'nda, GM dağılımı için  $\chi^2$  testinin uygulandığı 1 saatlik yıllık maksimum yağış verilerinin hesapları Tablo 3.1'de verilmektedir.

Tablo 3.1. Trabzon Meteoroloji İstasyonu 1 saatlik yağış verilerinin Gumbel dağılımına göre Kikare testi hesap adımları

Grup	>ilk değer	14.72	20.64	26.56	32.48	38.4	44.32	50.24	56.16	62.08	69	<son değer
	9.8	9.8	15.72	21.64	27.56	33.48	39.4	45.32	51.24	57.16	63.08	69
O <sub>i</sub>	0	16	13	13	7	2	0	1	0	1	1	0
F <sub>i</sub>	0.128	0.128	0.330	0.549	0.724	0.840	0.910	0.950	0.973	0.985	0.992	0.996
$\Delta F$	0.128	0.202	0.220	0.174	0.116	0.070	0.040	0.022	0.012	0.007	0.004	0.004
e <sub>i</sub>	6.91	10.89	11.87	9.42	6.27	3.79	2.18	1.21	0.67	0.36	0.20	0.23

Tablo 3.2.'de, GM dağılımı için hesaplanan  $\chi^2$  değerinin; 0.01 anlamlılık düzeyinde kritik  $\chi^2$ 'den küçük ve 0.05 anlamlılık düzeyinde kritik  $\chi^2$ 'den büyük olduğu görülmektedir. Buradan Trabzon Meteoroloji istasyonu 1 saatlik yıllık maksimum yağış şiddetleri verilerinin  $\chi^2$  testine göre 0.01 anlamlılık düzeyinde GM dağılımına uygun olduğu ve 0.05 anlamlılık düzeyinde ise GM dağılımına uygun olmadığı sonucu elde edilmiştir.

Tablo 3.2. Trabzon Meteoroloji İstasyonu 1 saatlik yağış verilerinin Gumbel dağılımına göre Kikare testi hesap sonuçları

$\alpha$	0.01	0.05
$\chi^2_{\text{kritik}}$	21.666	16.919
Serbestlik derecesi	9	
$\chi^2_{\text{hesap}}$	19.20	

Trabzon Meteoroloji İstasyonu'nda 1 saatlik yağış verilerinin GM dağılımına uygunluğunun kontrolü için yapılan  $\chi^2$  testinden elde edilen sonuçlar tablo 3.3'de verilmektedir.

Tablo 3.3. Trabzon Meteoroloji İstasyonu 1 saatlik yağış verilerinin Gumbel dağılımına göre Kikare testi değerlendirilmesi

SONUÇ	
$\alpha=0.01$ için	Uygun
$\alpha=0.05$ için	Uygun Değil

Diğer 241 istasyon ve 8 adet standart süre için aynı işlemler tek tek uygulanmıştır ve verilerin  $\chi^2$  testiyle GM dağılımına uygun olup olmadığı tek tek irdelenmiştir.

Örnek olarak seçilen Trabzon Meteoroloji İstasyonu'nda, LN dağılımı için  $\chi^2$  testinin uygulandığı 1 saatlik yıllık maksimum yağış verilerinin hesapları Tablo 3.4'de verilmektedir.

Tablo 3.4. Trabzon Meteoroloji İstasyonu 1 saatlik yağış verilerinin Log-Normal dağılımına göre Kikare testi hesap adımları

Grup	>ilk değer	2.47	2.66	2.86	3.05	3.25	3.44	3.64	3.82	4.02	4.23	<son değer
	2.28	2.28	2.48	2.67	2.87	3.06	3.26	3.45	3.64	3.83	4.03	4.23
$O_i$	0	5	9	8	7	12	7	3	1	0	2	0
z	-1.69	-1.69	-1.23	-0.77	-0.30	0.16	0.62	1.09	1.53	1.99	2.46	2.94
P	0.045	0.045	0.109	0.222	0.381	0.564	0.734	0.862	0.937	0.977	0.993	0.998
$\Delta P$	0.045	0.064	0.112	0.159	0.183	0.170	0.128	0.075	0.040	0.016	0.005	0.001
$e_i$	2.44	3.47	6.07	8.60	9.88	9.17	6.91	4.05	2.16	0.87	0.29	0.09

Tablo 3.5.'te, hesaplanan  $\chi^2$  değerinin; 0.01 anlamlılık düzeyinde kritik  $\chi^2$ 'den küçük ve 0.05 anlamlılık düzeyinde kritik  $\chi^2$ 'den büyük olduğu görülmektedir. Buradan Trabzon Meteoroloji İstasyonu 1 saatlik yıllık maksimum yağış şiddetleri verilerinin  $\chi^2$  testine göre 0.01 anlamlılık düzeyinde LN dağılımına uygun olduğu ve 0.05 anlamlılık düzeyinde ise LN dağılımına uygun olmadığı sonucu elde edilmiştir.

Tablo 3.5. Trabzon Meteoroloji İstasyonu 1 saatlik yağış verilerinin Log-Normal dağılımına göre Kikare testi hesap sonuçları

$\alpha$	0.01	0.05
$\chi^2_{\text{kritik}}$	21.666	16.919
Serbestlik derecesi	9	
$\chi^2_{\text{hesap}}$	18.13	

Trabzon Meteoroloji İstasyonu'nda 1 saatlik yağış verilerinin LN dağılımına uygunluğunun kontrolü için yapılan  $\chi^2$  testinden elde edilen sonuçlar tablo 3.6'da verilmektedir.

Tablo 3.6. Trabzon Meteoroloji İstasyonu 1 saatlik yağış verilerinin Log-Normal dağılımına göre Kikare testi değerlendirilmesi

SONUÇ	
$\alpha=0.01$ için	Uygun
$\alpha=0.05$ için	Uygun Değil

Diğer 241 istasyon ve 8 adet standart süre için aynı işlemler tek tek uygulanmıştır ve verilerin  $\chi^2$  testiyle LN dağılımına uygun olup olmadığı tek tek irdelenmiştir.

Örnek olarak seçilen Trabzon Meteoroloji İstasyonu'nda, LP3 dağılımı için  $\chi^2$  testinin uygulandığı 1 saatlik yıllık maksimum yağış verilerinin hesapları Tablo 3.7'de verilmektedir.

Tablo 3.7. Trabzon Meteoroloji İstasyonu 1 saatlik yağış verilerinin Log-Pearson 3 dağılımına göre Kikare testi hesap adımları

Grup	>ilk değer	2.47	2.66	2.86	3.05	3.25	3.44	3.64	3.82	4.02	4.23	<son değer
	2.28	2.28	2.48	2.67	2.87	3.06	3.26	3.45	3.64	3.83	4.03	4.23
K	-1.69	-1.69	-1.23	-0.77	-0.30	0.16	0.62	1.09	1.53	1.99	2.46	2.94
z	-2.08	-2.08	-1.35	-0.73	-0.20	0.27	0.70	1.09	1.43	1.77	2.09	2.41
P	0.019	0.019	0.090	0.232	0.421	0.607	0.758	0.862	0.924	0.962	0.982	0.992
$\Delta P$	0.019	0.071	0.143	0.188	0.187	0.150	0.105	0.062	0.038	0.020	0.010	0.008
$O_i$	0	5	9	8	7	12	7	3	1	0	2	0
$e_i$	1.00	3.82	7.72	10.17	10.07	8.12	5.64	3.36	2.04	1.07	0.55	0.43

Tablo 3.8.'de, hesaplanan  $\chi^2$  değerinin; 0.01 ve 0.05 anlamlılık düzeyinde kritik  $\chi^2$ 'den küçük olduğu görülmektedir. Buradan Trabzon Meteoroloji İstasyonu 1 saatlik yıllık maksimum yağış şiddetleri verilerinin  $\chi^2$  testine göre 0.01 ve 0.05 anlamlılık düzeyinde LP3 dağılımına uygun olduğu sonucu elde edilmiştir.

Tablo 3.8. Trabzon Meteoroloji İstasyonu 1 saatlik yağış verilerinin Log-Pearson 3 dağılımına göre Kikare testi hesap sonuçları

$\alpha$	0.01	0.05
$\chi^2_{\text{kritik}}$	21.666	16.919
Serbestlik derecesi	9	
$\chi^2_{\text{hesap}}$	11.04	

Trabzon Meteoroloji İstasyonu'nda 1 saatlik yağış verilerinin LP3 dağılımına uygunluğunun kontrolü için yapılan  $\chi^2$  testinden elde edilen sonuçlar tablo 3.9'da verilmektedir.

Tablo 3.9. Trabzon Meteoroloji İstasyonu 1 saatlik yağış verilerinin Log-Pearson 3 dağılımına göre Kikare testi değerlendirmesi

SONUÇ	
$\alpha=0.01$ için	Uygun
$\alpha=0.05$ için	Uygun

Diğer 241 istasyon ve 8 adet standart süre için aynı işlemler tek tek uygulanmıştır ve verilerin  $\chi^2$  testiyle LP3 dağılımına uygun olup olmadığı tek tek irdelenmiştir.

### 3.2. Olasılık Çizgileri Korelasyon Testinden Elde Edilen Bulgular

Test istatistiği; örnekteki bütün veriler için  $x_g$  ile  $x_h$  değerleri arasındaki  $r$  doğrusal korelasyon katsayısı olmak üzere, (18) formülünden hesaplanan  $P_m$  değerine karşı gelen, uygunluğu test edilecek olasılık dağılımının formüllerinden yararlanılarak, her bir dağılım için birer  $x_h$  değeri hesaplandı.

Tablo 3.10'da Trabzon Meteoroloji İstasyonu 1 saatlik yağış verileri için yapılan hesaplar görülmektedir.

Tablo 3.10. Trabzon Meteoroloji İstasyonu 1 saatlik yağış verilerinin olasılık çizgileri korelasyon testi hesapları

i	$P_m$	1- $P_m$	GM		LN		LP 3	
			$X_h$	$X_g$	$X_h$	$X_g$	$X_h$	$X_g$
1	0.01	0.99	2.28	9.80	2.03	2.28	2.23	2.28
2	0.03	0.97	4.64	10.00	2.20	2.30	2.33	2.30
3	0.05	0.95	6.06	11.00	2.29	2.40	2.39	2.40
4	0.07	0.93	7.15	11.00	2.36	2.40	2.43	2.40
5	0.08	0.92	8.06	11.70	2.42	2.46	2.47	2.46
6	0.10	0.90	8.85	12.20	2.46	2.50	2.50	2.50
7	0.12	0.88	9.57	13.20	2.51	2.58	2.53	2.58
8	0.14	0.86	10.24	13.60	2.54	2.61	2.56	2.61
9	0.16	0.84	10.86	13.60	2.58	2.61	2.58	2.61
10	0.18	0.82	11.45	13.70	2.61	2.62	2.61	2.62
11	0.20	0.80	12.02	13.80	2.64	2.62	2.63	2.62
12	0.21	0.79	12.57	13.80	2.66	2.62	2.65	2.62
13	0.23	0.77	13.09	13.90	2.69	2.63	2.67	2.63
14	0.25	0.75	13.61	14.20	2.71	2.65	2.69	2.65
15	0.27	0.73	14.12	14.60	2.74	2.68	2.71	2.68
16	0.29	0.71	14.61	14.70	2.76	2.69	2.73	2.69
17	0.31	0.69	15.10	15.20	2.78	2.72	2.75	2.72
18	0.32	0.68	15.59	15.20	2.81	2.72	2.77	2.72
19	0.34	0.66	16.07	15.40	2.83	2.73	2.79	2.73
20	0.36	0.64	16.56	15.80	2.85	2.76	2.81	2.76
21	0.38	0.62	17.04	15.90	2.87	2.77	2.83	2.77
22	0.40	0.60	17.52	16.90	2.89	2.83	2.85	2.83
23	0.42	0.58	18.00	17.60	2.91	2.87	2.86	2.87
24	0.44	0.56	18.49	17.70	2.93	2.87	2.88	2.87
25	0.45	0.55	18.98	18.90	2.95	2.94	2.90	2.94
26	0.47	0.53	19.48	19.50	2.97	2.97	2.92	2.97
27	0.49	0.51	19.98	19.90	2.99	2.99	2.94	2.99
28	0.51	0.49	20.49	20.30	3.01	3.01	2.96	3.01
29	0.53	0.47	21.01	20.40	3.02	3.02	2.98	3.02

Tablo 3.10'un devamı

30	0.55	0.45	21.54	21.20	3.04	3.05	3.00	3.05
31	0.56	0.44	22.09	21.80	3.06	3.08	3.02	3.08
32	0.58	0.42	22.64	22.20	3.08	3.10	3.04	3.10
33	0.60	0.40	23.21	22.50	3.10	3.11	3.06	3.11
34	0.62	0.38	23.80	22.60	3.12	3.12	3.08	3.12
35	0.64	0.36	24.41	22.70	3.14	3.12	3.10	3.12
36	0.66	0.34	25.04	23.40	3.16	3.15	3.12	3.15
37	0.68	0.32	25.69	23.80	3.19	3.17	3.14	3.17
38	0.69	0.31	26.37	24.00	3.21	3.18	3.17	3.18
39	0.71	0.29	27.09	24.50	3.23	3.20	3.19	3.20
40	0.73	0.27	27.84	24.90	3.25	3.21	3.22	3.21
41	0.75	0.25	28.63	25.30	3.28	3.23	3.24	3.23
42	0.77	0.23	29.48	26.10	3.30	3.26	3.27	3.26
43	0.79	0.21	30.38	26.80	3.33	3.29	3.30	3.29
44	0.80	0.20	31.35	27.60	3.36	3.32	3.33	3.32
45	0.82	0.18	32.41	29.30	3.38	3.38	3.37	3.38
46	0.84	0.16	33.57	29.50	3.42	3.38	3.41	3.38
47	0.86	0.14	34.86	30.00	3.45	3.40	3.45	3.40
48	0.88	0.12	36.31	30.90	3.49	3.43	3.49	3.43
49	0.90	0.10	37.98	32.00	3.53	3.47	3.54	3.47
50	0.92	0.08	39.97	34.40	3.57	3.54	3.61	3.54
51	0.93	0.07	42.41	35.30	3.63	3.56	3.68	3.56
52	0.95	0.05	45.63	45.20	3.70	3.81	3.77	3.81
53	0.97	0.03	50.38	59.40	3.79	4.08	3.91	4.08
54	0.99	0.01	59.88	69.00	3.96	4.23	4.16	4.23

Tablo 3.11.'de, hesaplanan  $r$  değeri; 0.01 anlamlılık düzeyinde kritik  $r$ 'den büyük ve 0.05 anlamlılık düzeyinde kritik  $r$ 'den küçük olduğu görülmektedir. Buradan Trabzon istasyonu 1 saatlik yıllık maksimum yağış şiddeti verilerinin OÇKT'ne göre 0.01 anlamlılık düzeyinde GM dağılımına uygun olduğu ve 0.05 anlamlılık düzeyinde ise GM dağılımına uygun olmadığı sonucu elde edilmiştir.

Tablo 3.11. Trabzon Meteoroloji İstasyonu 1 saatlik yağış verilerinin Gumbel dağılımına göre olasılık çizgileri korelasyon testi sonuçları

GM		
$r_{\text{hesap}}$	0.9570	
$r_{\text{kritik}}$	$\alpha=0.01$ için	0.9420
	$\alpha=0.05$ için	0.9662
Sonuçlar	$\alpha=0.01$ için	UYGUN
	$\alpha=0.05$ için	UYGUN DEĞİL

Diğer 241 istasyon ve 8 adet standart süre için aynı işlemler tek tek uygulanmıştır ve verilerin OÇKT ile GM dağılımına uygun olup olmadığı tek tek irdelenmiştir.

Tablo 3.12.'de, hesaplanan  $r$  değeri; 0.01 ve 0.05 anlamlılık düzeyinde kritik  $r$ 'den büyük olduğu görülmektedir. Buradan Trabzon istasyonu 1 saatlik yıllık maksimum yağış şiddetleri verilerinin OÇKT'ne göre 0.01 ve 0.05 anlamlılık düzeyinde LN dağılımına uygun olduğu sonucu elde edilmiştir.

Tablo 3.12. Trabzon Meteoroloji İstasyonu 1 saatlik yağış verilerinin Log-Normal dağılımına göre olasılık çizgileri korelasyon testi sonuçları

LN		
$r_{\text{hesap}}$	0.9805	
$r_{\text{kritik}}$	$\alpha=0.01$ için	0.9680
	$\alpha=0.05$ için	0.9782
Sonuçlar	$\alpha=0.01$ için	UYGUN
	$\alpha=0.05$ için	UYGUN

Diğer 241 istasyon ve 8 adet standart süre için aynı işlemler tek tek uygulanmıştır ve verilerin OÇKT ile LN dağılımına uygun olup olmadığı tek tek irdelenmiştir.

Tablo 3.13.'de, hesaplanan  $r$  değeri; 0.01 ve 0.05 anlamlılık düzeyinde kritik  $r$ 'den büyük olduğu görülmektedir. Buradan Trabzon istasyonu 1 saatlik yıllık maksimum yağış şiddetleri verilerinin OÇKT'ne göre 0.01 ve 0.05 anlamlılık düzeyinde LP3 dağılımına uygun olduğu sonucu elde edilmiştir.

Tablo 3.13. Trabzon Meteoroloji İstasyonu 1 saatlik yağış verilerinin Log-Pearson 3 dağılımına göre olasılık çizgileri korelasyon testi sonuçları

LP 3		
$r_{\text{hesap}}$	0.9931	
$r_{\text{kritik}}$	$\alpha=0.01$ için	0.9420
	$\alpha=0.05$ için	0.9662
Sonuçlar	$\alpha=0.01$ için	UYGUN
	$\alpha=0.05$ için	UYGUN

Diğer 241 istasyon ve 8 adet standart süre için aynı işlemler tek tek uygulanmıştır ve verilerin OÇKT ile LP3 dağılımına uygun olup olmadığı tek tek irdelenmiştir.

### 3.3. En Uygun Olasılık Dağılım Fonksiyonunun Seçilmesi

Türkiye'deki 242 plüviyografli yağış gözlem istasyonunda 5, 15, 30 dakikalık ve 1, 3, 6, 12, 24 saatlik gözlenen yağış şiddeti verileri için GM, LN, LP3 dağılımları  $\chi^2$  ve OÇKT ile test edilip 242 istasyon ve 8 adet standart süre için hangi dağılımın uygun olup olmadığı görülmüştür.

Hesaplanan  $\chi^2$  değerinin,  $\chi^2$  tablo (kritik) değerinden küçük olduğu durumlarda ve hesaplanan korelasyon katsayısının, kritik korelasyon katsayısından büyük olduğu durumlarda; dağılım fonksiyonunun uygun olduğu kabul edilmiştir.

Hangi dağılımın daha uygun olduğunu ve hangi dağılımın uygun olup olmadığını daha iyi görebilmek için bulunan  $\chi^2$  ve  $r_h$  değerleri, kritik değerleriyle oranlanmıştır. Oransal ifadelerin matematiksel sonuçları her istasyon ve her bir standart süre için tablolar halinde belirtilmiştir.

$\chi^2$  testi için,  $\frac{\chi_h^2}{\chi_{kr}^2} < 1$  olduğu durumlarda seçilen dağılım fonksiyonu uygun olduğundan ve bu değer 0'a yaklaştıkça dağılım fonksiyonunun uygunluğu arttığından,  $\chi^2$  testi için en uygun dağılımın; en küçük  $\frac{\chi_h^2}{\chi_{kr}^2}$  değerini veren dağılım olduğu bu tez için en uygun dağılım olarak seçilmiştir.

OÇKT için  $\frac{r_{kr}}{r_h} < 1$ , olduğu durumlarda seçilen dağılım fonksiyonu uygun olduğundan ve bu değer 0'a yaklaştıkça dağılım fonksiyonunun uygunluğu arttığından, OÇKT için en uygun dağılımın; en küçük  $\frac{r_{kr}}{r_h}$  değerini veren dağılım olduğu bu tez için en uygun dağılım olarak seçilmiştir.

Aşağıda Trabzon Meteoroloji İstasyonu 1 saatlik yağış verileri için değerlendirme tablosu görülmektedir.

Tablo 3.14. En uygun olasılık dağılımı değerlendirme tablosu

Dağılımlar	$\chi^2$ Testi		OÇKT	
	$\alpha=0.01$	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$	$\alpha=0.05$
	$\chi_h^2 / \chi_{kr}^2$	$\chi_h^2 / \chi_{kr}^2$	$r_{kr} / r_h$	$r_{kr} / r_h$
GM	0.89	1.13	0.98	1.01
LN	0.84	1.07	0.99	1.00
LP3	0.51	0.65	0.95	0.97



Tablo 3.14'den de görüldüğü üzere Trabzon Meteoroloji istasyonu 1 saatlik yağış için,  $\chi^2$  testine göre 0.05 anlamlılık düzeyinde GM ve LN dağılımının uygun olmadığı ve OÇKT'ne göre, 0.05 anlamlılık düzeyinde GM dağılımının uygun olmadığı; 0.01 anlamlılık düzeyinde ise her iki test içinde tüm dağılımların uygun olduğu sonucu elde edilmiştir.

$\chi^2$  testi için; 0.01 ve 0.05 anlamlılık düzeylerinde en uygun dağılımın LP3 olduğu ve OÇKT için; 0.01 ve 0.05 anlamlılık düzeylerinde en uygun dağılımın yine LP3 olduğu gözlemlenmiştir.

Trabzon Meteoroloji İstasyonunda 1 saatlik yağış verileri için yukarıda açıklanan işlemler tüm istasyonlarda, tüm standart süreli veriler için ayrı ayrı hesap edilmiş ve tüm istasyonlar, tüm standart süreler için hangi dağılımın en uygun dağılım olduğu tek tek irdelenerek tablo halinde Ek 2'de sunulmuştur.

Ek 2 incelendiğinde en uygun dağılım fonksiyonunun GM veya LP3 olduğu görülmektedir. GM ve LP3 dağılımlılarının hangisinin daha uygun olduğuna karar verebilmek için ise sonuçların matematiksel yüzdeleri incelendiğinde, tablo 3.15'te gösterildiği gibi, tüm istasyonlarda; 5 dakikalık verilerin %78.93'ünün LP3'e ve %21.07'sinin Gumbel'e uyduğu, 15 dakikalık verilerin %78.93'ünün LP3'e ve %21.07'sinin Gumbel'e uyduğu, 30 dakikalık verilerin %82.64'ünün LP3'e ve %17.36'sinin Gumbel'e uyduğu, 1 saatlik verilerin %88.84'ünün LP3'e ve %11.16'sının Gumbel'e uyduğu, 3 saatlik verilerin %96.69'unun LP3'e ve %3.31'inin Gumbel'e uyduğu, 6 saatlik verilerin %98.35'inin LP3'e ve %1.65'inin Gumbel'e uyduğu, 12 saatlik verilerin %98.76'sının LP3'e ve %1.24'ünün Gumbel'e uyduğu, 24 saatlik verilerin %97.93'ünün LP3'e ve %2.07'sinin Gumbel'e uyduğu görülmektedir.

Tablo 3.15. En uygun olasılık dağılımı yüzdeleri

En Uygun Olasılık Dağılım	Yağış Süreleri (saat)							
	0.08	0.25	0.5	1	3	6	12	24
LP3	% 78.93	% 78.93	% 82.64	% 88.84	% 96.69	% 98.35	% 98.76	% 97.93
GM	% 21.07	% 21.07	% 17.36	% 11.16	% 3.31	% 1.65	% 1.24	% 2.07

En uygun dağılım fonksiyonunun tüm istasyonlarda ve tüm sürelerde açık ara LP3 olduğu sonucundan bu tezde en uygun dağılım fonksiyonu LP3 olarak seçilmiştir ve tüm istasyonlar, tüm süreler için en uygun dağılım fonksiyonu olarak LP3 kullanılmıştır.

### 3.4. Log-Pearson Tip 3'e Göre Yağış Şiddeti Tahminlerinin Yapılması

242 istasyon, 8 standart süre için yağış şiddeti değerlerinin logaritması alınarak logaritmik yağış şiddeti değerleri hesaplandıktan sonra için temel istatistik değerleri hesaplandı ve (13) formülünden frekans faktörü katsayıları hesaplanmıştır.

Tablo 3.16. Trabzon Meteoroloji İstasyonu için K değerleri

K								
T (yıl)	Saat							
	0.08	0.25	0.50	1	3	6	12	24
2	0.035	-0.03	-0.07	-0.11	-0.12	-0.14	-0.1	-0.09
5	0.847	0.828	0.81	0.786	0.78	0.766	0.796	0.797
10	1.256	1.3	1.318	1.329	1.331	1.334	1.325	1.325
25	1.681	1.821	1.897	1.969	1.985	2.018	1.941	1.938
50	1.947	2.166	2.29	2.414	2.443	2.502	2.365	2.36
100	2.179	2.478	2.654	2.833	2.876	2.963	2.762	2.755
500	2.621	3.106	3.404	3.717	3.794	3.951	3.59	3.578

K değerleri belirlendikten sonra (14) denkleminde genel formülü verilen T yılda bir görülen olayın logaritmik yağış şiddeti tahminleri ( $x'_T$ ) yapılmıştır. Tablo 3.17'de hesaplanan  $x'_T$  değerleri görülmektedir.

Tablo 3.17. Trabzon'da T tekerrürlü olayın logaritmik yağış şiddeti tahminleri

$x'_T$								
T (yıl)	Saat							
	0.08	0.25	0.50	1	3	6	12	24
2	4.37	3.799	3.377	2.948	2.193	1.678	1.212	0.812
5	4.70	4.165	3.769	3.326	2.53	1.972	1.487	1.049
10	4.87	4.366	3.995	3.555	2.735	2.156	1.65	1.189
25	5.04	4.589	4.253	3.824	2.979	2.378	1.839	1.351
50	5.15	4.735	4.429	4.012	3.15	2.534	1.97	1.463
100	5.24	4.869	4.591	4.188	3.312	2.684	2.092	1.568
500	5.42	5.136	4.924	4.56	3.654	3.004	2.347	1.786

$x_T = e^{x'T}$  dönüşümü ile yağış şiddetleri tahminleri mm/saat cinsinden hesaplanmıştır. 2, 5, 10, 25, 50, 100 ve 500 tekerrür yılı için 5, 15, 30 dakika ve 1, 3, 6, 12 ve 24 saatlik tahmin edilen yağış şiddetleri tablo 3.18'de gösterilmiştir.

Tablo 3.18. Trabzon Meteoroloji İstasyonu için Log-Pearson 3 dağılım fonksiyonu ile yapılan yağış şiddeti tahminleri

T (yıl)	Yağış Süresi (saat)							
	0.08	0.25	0.50	1	3	6	12	24
	Yağış Şiddeti (mm/sa)							
2	79.06	44.65	29.27	19.07	8.966	5.355	3.362	2.253
5	110	64.4	43.34	27.84	12.55	7.185	4.424	2.854
10	130	78.76	54.34	34.99	15.42	8.636	5.207	3.282
25	154.5	98.35	70.34	45.8	19.68	10.78	6.293	3.862
50	172.2	113.9	83.81	55.24	23.34	12.61	7.171	4.319
100	189.3	130.2	98.54	65.9	27.43	14.64	8.102	4.796
500	226.5	170.1	137.6	95.6	38.62	20.16	10.46	5.967

### 3.5. Yağış Şiddeti - Süre - Tekerrür Denklemlerinin Parametre Tahminleri

Elde edilen yağış şiddeti değerleri sekiz standart yağış süresi ve tekerrür sürelerine (T=2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 yıl) göre ayrıldıktan sonra bölüm 2.2'de açıklanan dokuz denklem için doğrusal olmayan regresyon tahmin yöntemi kullanılarak her istasyonun i-t-T ilişkisine ait a, b, c ve dört parametrelilik denklemlerde d katsayıları ile determinasyon katsayıları (R) hesaplanmıştır.

(35), (38) ve (41) formüllerinde c parametresi bazı yağış sürelerinde ve istasyonlarda, denklemdeki (t+c) ifadesini negatif yaptığından ve negatif değer kök içerisindeki ifadesi tanımsız olduğundan; bu tanımsız ifadeden kurtulmak amacıyla bu üç denklemde, i mm/dakika; t dakika ve T yıl olarak hesap edildi diğer denklemlerde ise hesap yapılırken i mm/saat; t saat ve T yıl olarak alınarak parametreler hesap edildi.

Dokuz denklem için elde edilen parametreler ile her denklem için yağış şiddeti tahminleri yapılmış ve hesaplanan bu değerler ile, LP3 dağılımıyla tahmini yapılan yağış şiddeti değerleri karşılaştırılarak bulunan değerler arasındaki rölatif hata (RH) değerleri hesap edilmiştir. Her bir istasyonda; 8 yağış süresi ve 7 tekerrür süresi için, 56 adet rölatif hata değeri hesap edilmiştir. Bulunan bu 56 adet rölatif hatanın ortalaması alınarak her

istasyon için bir ortalama rölatif hata değeri bulunmuştur. Trabzon için bulunan değerler Ek 3, Ek 4, Ek 5, Ek 6, Ek 7, Ek 8, Ek 9, Ek 10 ve Ek 11’de gösterilmiştir.

Her formül için ve her istasyon için bulunan R değerleri ve RH değerleri Ek 12, Ek 13, Ek 14, Ek 15, Ek 16, Ek 17, Ek 18, Ek 19 ve Ek 20’de görülmektedir.

Her istasyon için bulunan R’lerin ortalaması alınarak her formül için bir ortalama R değeri elde edilmiştir. Her istasyon için bulunan ortalama rölatif hataların da tekrar ortalaması alınarak her formül için bir nihai ortalama rölatif hata değeri elde edilmiştir. Sonuç olarak dokuz denklem için birer determinasyon katsayısı ve birer ortalama rölatif hata değeri hesap edilmiştir ve tablo 3.19’da gösterilmiştir.

Tablo 3.19. Ortalama rölatif hatalar ve determinasyon katsayıları

Formül No	Ortalama R	Nihai Ortalama RH
(33)	0.967	52.31
(34)	0.985	17.25
(35)	0.984	17.55
(36)	0.973	49.15
(37)	0.987	16.04
(38)	0.989	15.39
(39)	0.952	52.80
(40)	0.969	20.76
(41)	0.966	20.08

En yüksek determinasyon katsayısına ve en düşük ortalama rölatif hata değerine sahip, yağış şiddeti-süre-tekerrür denklemi en uygun denklem olarak seçilmiştir. En uygun denklemin seçilmesi amacıyla denklemler, en yüksek R ve en düşük RH değerlerine göre en uygun olandan az uygun olana şeklinde sıralanmış ve Tablo 3.20’de gösterilmiştir.

Tablo 3.20. En iyi formül sıralaması

Sıra No	Formül No	Ort. R	Nihai Or. RH	Sıra No	Formül No	Ort. R	Nihai Or. RH
1	(38)	0.989	15.39	6	(39)	0.969	20.76
2	(37)	0.987	16.04	7	(36)	0.973	49.15
3	(34)	0.985	17.25	8	(33)	0.967	52.31
4	(35)	0.984	17.55	9	(39)	0.952	52.80
5	(41)	0.966	20.08				

#### 4. SONUÇLAR

Günümüzde can ve mal kayıplarına neden olan 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. Bu durum yağış değerlerinin güvenilir biçimde toplanması ve geleceğe yönelik doğru biçimde tahmin edilmesi gereğini ortaya çıkarmaktadır.

Bu çalışmada; Türkiye'deki plüviyografli meteoroloji istasyonlarında gözlenen belli süreli maksimum yağış şiddeti değerleri incelenmiş ve bu değerlerin hangi olasılık dağılım fonksiyonuna uygun olduğunun tespiti için, her bir istasyonda Log-Normal (LN), Gumbel (GM) ve Log-Pearson Tip 3 (LP3) dağılımlarına olasılık çizgileri korelasyon testi (OÇKT) ve Kikare ( $\chi^2$ ) testi uygulanmış ve en uygun dağılımın Log-Pearson Tip 3 olduğu, ikinci uygun dağılımın Gumbel dağılımı olduğu; ayrıca yağış süresi arttıkça, Log-Pearson Tip 3 dağılımının uygunluğunun arttığı belirlenmiştir.

Yapılan testler ile 242 istasyon ve her bir istasyonda 8 adet (5, 15 ve 30 dakika; 1, 3, 6, 12 ve 24 saat) standart süre için bir en uygun dağılım (toplam 1936 adet en uygun dağılım) belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde en uygun dağılımın (1745 adet ile) açık ara LP3 olduğu belirlenmiştir. Çalışmadaki tüm hesaplar Log-Pearson Tip 3 dağılımına göre yapılmıştır.

Log-Pearson Tip 3 dağılım fonksiyonu ile belli yağış ve tekerrür süreli yağış şiddeti tahminleri yapılmıştır. Hesaplanan yağış şiddeti değerleri ile literatürde önerilen çeşitli i-t-T fonksiyonları ve bunların kombinasyonlarıyla elde edilen ve bu çalışmada kullanılan dokuz formül arasında doğrusal olmayan çoklu regresyon analizi yapılarak bu dokuz formülün parametreleri hesap edilmiştir. Bulunan parametreler kullanılarak ilgili formüller yardımıyla her formül için belli yağış ve tekerrür süreli yağış şiddeti değerleri hesap edilmiştir. Hesaplanan yağış şiddeti değerleri ile dokuz formülden elde edilen yağış şiddeti değerleri arasındaki determinasyon katsayıları (R) ve rölatif hata değerleri (RH) hesap edilerek analiz edilmiştir.

En iyi sonuç, ortalama 0.989 determinasyon katsayısı ve %15.39 nihai ortalama rölatif hata ile (38) formülünden elde edilerek, en büyük rölatif hata %54.61 ve en küçük rölatif hata %3.65; en büyük determinasyon katsayısı 1.000 ve en küçük determinasyon

katsayısı 0.913 olarak hesap edilmiştir. En küçük ve en büyük değer aralığı incelendiğinde de en iyi değerler (38) formülünden elde edilmiştir. Dört parametrelili  $i-t-T$  denklemlerinin üç parametrelili denklemlere göre daha iyi sonuçlar verdiği, en kötü sonuçları ise üç parametrelili ve paydası (30) eşitliğindeki gibi olan formüllerin (33-36-39) verdiği belirlenmiştir.

Elde edilen 38 formülü ile, tüm Türkiye için her bölge veya şehirde ayrı ayrı formül kullanılmasına gerek kalmadan, yağış şiddeti tahminleri kabaca yapılabilir. Bu durumda elde edilecek sonuçlardan yapılabilecek maksimum rölatif hata %54.61 ve en düşük determinasyon katsayısı 0.913 olacaktır ki bu değerler yaklaşık tahminlerde kabul edilebilecek değerlerdir. Bunun yanı sıra, her meteoroloji istasyonu için elde edilen en iyi denklem ayrı ayrı belirlendiğinden, ilgili denklem kullanılarak, su kaynaklarının planlanmasında ve özellikle taşkın tahminlerinde ve yağmur suyu kanallarının boyutlandırılmasında çok önemli bir yer tutan çeşitli süreli ve tekerrürlü yağış şiddeti tahminleri büyük bir doğrulukla tahmin edilebilecektir. Çalışmadan elde edilen bulgular, konuyla ilgili olarak yapılacak diğer çalışmalar için önemli bir başvuru kaynağı olacaktır.

## 5. ÖNERİLER

Bu çalışmayla geliştirilen, yağış şiddeti-süre-tekerrür i-t-T denklemleri arasında güçlü bir alternatif olarak (38) formülü ile güvenilir bir yağış şiddeti tahmini yapılabilecektir.

Araştırılan denklemler homojen bölgeler için test edilip coğrafi ve iklimsel özellikler de göz önünde bulundurularak daha güvenilir sonuçlar elde edilebilir. Coğrafi bölgelerden de daha dar alanlara inilerek (alt bölgeler, iller) her alan için en iyi bir formül seçilmesiyle daha güvenilir yağış şiddeti tahmini yapılabilmesi mümkün olabilir. Belli coğrafik koşulları sağlayan bölgelere göre özel formüller belirlenip gruplandırma yapılarak bu coğrafi koşullara karşılık formüller elde edilebilir.

Bu çalışmada genel olarak en iyi sonuçları veren Log-Pearson 3 dağılımı tüm Türkiye için seçilmiştir. Bunun yerine her istasyon için en uygun istatistik dağılım fonksiyonu seçilerek formüller yeniden test edilebilmesiyle daha kuvvetli sonuçlar elde edilebilir.

Çalışmada uygunluk testi olarak kullanılan olasılık çizgileri korelasyon testi ve Kikare testinden başka testler de (L momentleri vb) kullanılarak testlerin güvenilirliği artırılabilir.

Çalışmada kullanılan Türkiye'deki meteoroloji istasyonlarında gözlenen standart süreli maksimum yağış şiddeti değerlerine trend analizi yapılarak zamana bağlı bir değişim olup olmadığı belirlenmelidir ve yıllık maksimum yağış değerlerinde zamana göre bir değişim olup olmadığı irdelenmelidir.

Standart süreli ve belli tekerrürlü yağışlar pek çok mühendislik alanında proje veya model girdisi olarak kullanılmaktadır. Türkiye için en uygun yağış şiddeti-süre-tekerrür bağıntısının parametreleriyle birlikte belirlendiği bu çalışmadan elde edilen (38) nolu formül ile Türkiye'deki su kaynakları projeleri hesaplarında kullanılacak belli tekerrürlü proje yağışları hesaplanabilir ve bu formülün i-t-T analizlerinde ve yağış şiddetlerinin tahmininde kullanılması önerilmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- Abromowitz, M. ve Stegun, I. A., 1965. Handbook of Mathematical Functions, Dover Publ., New York.
- Acar, R., 2003. Çoruh Hidrolojik Havzasında Yıllık Yağış Verilerinin İstatistiksel Modellemesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 9, 3, 313-317.
- Acar R. ve Şenocak, S., 2007. Modelling of Short Duration Rainfall Intensity Equations for the Aegean Region of Turkey, Fresenius Environmental Bulletin, 16, 9b, 1220-1226.
- Anonim, 1987. Türkiye'nin Yağış Şiddeti-Süre-Tekerrür Eğrileri, DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 1990. Türkiye Maksimum Yağışları Frekans Atlası, DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Aron, G., Wall, D. J., White E. L. ve Dunn, C. N., 1987. Regional Rainfall Intensity-Duration-Frequency Curves for Pennsylvania, Water Resour Bulletin, 23, 3, 479-485.
- Aslan, S., 2008. Ege Bölgesi Günlük Maksimum Yağışlarının Bölgesel Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Aşıkoğlu, Ö. L., 1997. Ege Bölgesindeki Sağnak Yağışların Bölgesel Frekans Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Aşıkoğlu, Ö. L., 2005. Standart Süreli Maksimum Yağışlar için Genelleştirilmiş Şiddet-Süre-Tekerrür Modelleri, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Aşıkoğlu, Ö. L. ve Benzedem, E., 2007. Standart Süreli Yıllık Maksimum Yağışlar için Kararlı Frekans Dağılım Modelleri, Fırat Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19, 4, 543-551.
- Aşıkoğlu, Ö. L. ve Benzedem, E., 2008. Maksimum Yağışlar için Süreden Bağımsız Bir Bölgesel Model Yaklaşımı, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12, 2, 123-127.
- Baghirathan, V. R. ve Shaw E. M., 1978. Rainfall Depth-Duration-Frequency Studies for Sri Lanka, Journal of Hydrology, 37, 3, 223-239.
- Bartual, R. G. ve Schneider M., 2001. Estimating Maximum Expected Short-Duration Rainfall Intensities from Extreme Convective Storms, Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere. 26, 675-681.



- Bayazıt, M., 1991. Hidroloji, Geniştirilmiş Beşinci Baskı, İTÜ Matbaası, İstanbul.
- Benzeden, E. ve Bükey, B., 2001. Ege Bölgesi Örneğinde En Uygun Yağış Şiddeti-Süre-Tekerrür Modelleri, III. Ulusal Hidroloji Kongresi, İzmir, Bildiriler Kitabı, 1: 19-29.
- Benzeden, E. 2001. Standart Süreli Maksimum Yağışların Frekans Analizinde Karşılaşılan Sorunlar, İzmir III. Ulusal Hidroloji Kongresi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Bildiriler Kitabı, 1: 11-18.
- Benzeden, E. ve Çaylak, M., 2003. Standart Süreli Maksimum Yağış İstatistiklerinin Yağış Süresiyle Değişimi, I. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu, Eylül, İzmir, Bildiriler Kitabı, 1: 147:158.
- Benzeden, E. ve Emre, H. 2003. İzmir Örneğinde Yağış Süresiyle Düzgün Değişen Derinlik-Süre-Tekerrür Modellerinin Etkinliği, I. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu, DSİ-TAKK, İzmir, Bildiriler Kitabı, 1: 243-254.
- Benzeden, E. ve Hacısüleyman, H., 2003. Yağış Şiddeti-Süre-Tekerrür Bağıntılarındaki Parametrelerin Tekerrür Aralığı ile Değişimi, I. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu, İzmir, Bildiriler Kitabı, 1: 159:161.
- Bernard, M. M., 1932. Formulas for Rainfall Intensities of Long Duration, 96: 592-624.
- Biberoğlu E., 1991. Ege Bölgesindeki Şiddetli Sağanakların Şiddet-Süre-Tekerrür Analizleri, Hidroloji ve Su Yapıları Bitirme Projesi, 79, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Bükey B., 2000. Ege Bölgesindeki Sağanak Yağışlar için Şiddet-Süre-Tekerrür Bağıntılarının Modellenmesi, Hidroloji ve Su Yapıları Bitirme Projesi, 203, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Büyükgöz, D., 2009. Doğu Karadeniz’de Yağış Şiddet-Süre-Tekerrür Analizi, Bitirme Çalışması, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Canterford, R. P., Pescod, N. R., Pearce, N. H., Turner, L. H. ve Atkinson, L. H., 1987. Frequency Analysis of Australian Rainfall Datas Used for Flood Analysis and Design in Regional Flood Frequency Analysis., Pro. International Symposium on Flood Frequency and Risk Analysis, Louisiana State University, Baton Rouge, USA., 293-302.
- Chen, C. I., 1983. Rainfall Intensity-Duration-Frequency Formulas, Journal of Hydrology, 109, 12, 1603-1621.
- Chow, V. T., Maidment, D. R. ve Mays, L. W., 1988. Applied Hydrology McGraw-Hill, New York.

- Çaylak, M., 2001. Yıllık Maksimum Yağış İstatistiklerinin Yağış Süresiyle Değişimi, Hidroloji ve Su Yapıları Bitirme Projesi, 226, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Çölaşan, U. E., 1969. Türkiye'nin Yağış Şiddeti-Süre-Tekerrür Eğrileri, DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Diler, M. U., 1971. Yağış-Süre-Tekerrür Denklemleri, DSİ Teknik Dergisi, 22: 40-46.
- Diler, M. U., 1979. Doğu Karadeniz ve Göller Bölgesi Yağış Şiddeti-Süre Yineleme Denklemleri, I. Ulusal Hidroloji Kongresi, İstanbul, Bildiriler Kitabı, 1: 197-215.
- DSİ, 1970. Türkiye'de Maksimum Yağışların Frekans Atlası, 675, 11, 77, DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara.
- DSİ, 1990. Türkiye'de Maksimum Yağışların Frekans Atlası, L. I., Noktasal Yağışların Frekans Analizi, DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Eriş, E. ve Demirtaş, M., 1974. Türkiye'nin Standart Zamanlardaki Maksimum Yağışlar ve Tekerrür Analizleri, DMİ Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Frederick, R. H., Meyers, V.A. ve Auciello, E. P., 1977. 5 to 60 minute Precipitation Frequency for the Eastern and Central United States, NOAA Technical Memorandum NWS HYDR0-35, Washington, DC.
- Froechlich, D. C., 1995. Long-Duration-Rainfall Intensity Equations, Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 121: 248-252.
- Froechlich, D. C., 1995. Intermediate-Duration-Rainfall-Intensity Equations, Journal of Hydraulic Engineering, 121: 751-756.
- Goel, N. K. ve Sarkar, S., Regional Rainfall Intensity-Duration-Frequency Relationships, Department of Hydrology Indian Institute of Technology, NTPC Sponsored Training Course on Design Flood Analyses for Hydropower Projects, Ağustos 2007, Roorkee.
- Güner M. H., 1999. Ege Bölgesindeki Şiddetli Sağanakların Şiddet-Süre-Tekerrür Analizleri, Hidroloji ve Su Yapıları Bitirme Projesi, 184, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Hershfield, D. M., 1961. Rainfall Frequency Atlas of the United States for Durations from 30 Minutes to 24 Hours and Return Periods from 1 to 100 Years, United States Weather Bureau Technical Paper, 40, Washington DC.
- Karahan, H., Ayvaz, M. T. ve Gürarlan, G., 2008. Şiddet-Süre-Frekans Bağıntısının Genetik Algoritma ile Belirlenmesi: GAP Örneği, İMO Teknik Dergi, 290: 4393-4407.

- Karahan, H. ve Özkan, E., 2013. Ege Bölgesi Standart Süreli Yıllık Maksimum Yağışları için En Uygun Dağılımlar, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19, 3, 152-157.
- Keskin, M., 2009. Türkiye'de Yıllık Maksimum Yağışlara Uyan Dağılımların Belirlenmesi, Bitirme Çalışması, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Kite, G. W., 1988. Frequency and Risk Analysis in Hydrology. Water Resources Publications, Littleton, CO.
- Koutsoyiannis, D., 1994. A Stochastic Disaggregation Method for Design Storm and Flood Synthesis, Journal of Hydrology, 156: 193-225.
- Koutsoyiannis, D., 1996. Statistical Hydrology, National Technical University Press, Athens.
- Koutsoyiannis, D., Kozonis, D. ve Manetas, A., 1998. A Mathematical Framework for Studying Rainfall Intensity Duration Frequency Relationships, Journal of Hydrology, 206: 118-135.
- Köksal, B. A., 1998. İstatistik Analiz Metodları, Çağlayan Kitabevi, İstanbul.
- Lopçu, Y., 2007. Yıllık Maksimum Yağışların Şiddet-Süre-Tekerrür Modelleri, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Miller, J. F., Frederick, R. H. ve Tracey, R. J., 1973. Precipitation Frequency Analysis of the Western US, NOAA Atlas, National Weather Service, US Department of Commerce, Silver Spring, MD.
- Minh Nhat, L., Tachikawa, Y., Sayama, T. ve Takara, K., 2006. Derivation of Rainfall Intensity-Duration-Frequency Relationships for Short-Duration Rainfall from daily data, IHP Technical Documents in Hydrology, 6: 89-96.
- Minh Nhat, L., Tachikawa, Y., Sayama, T. ve Takara, K., 2007. A Simple Scaling Characteristic Of Rainfall in Time and Space to Derive Intensity-Duration-Frequency Relationships, Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE, 51: 73-78.
- Muhara, G., 2001. Selection of Flood Frequency Model in Tanzania Using L-Moments and The Region of Influence Approach, 2nd WARFSA / WaterNet Symposium, 1: 1-13.
- Okonkwo, G. I. ve Mbajiorgu, C. C., 2010. Rainfall Intensity-Duration-Frequency Analysis for Southeastern Nigeria, AgricEngInt: CIGR Journal, 12, 1.
- Okutan E., 1995. Standart Süreli Sağnakların Frekans Analizinde Değişik Yaklaşımlar, Hidroloji ve Su Yapıları Bitirme Projesi, 128, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

- Önöz B. ve Oğuz B., 1994. Regional Maximum Precipitation Analysis, , International School of Water Resources Management, NATO ASI, Coping With Flood, November, Erice- Sicily, 257: 219-228.
- Oyebande, L., 1982. Deriving Rainfall Intensity-Duration-Frequency Relationships and Estimates for Regions with Inadequate Data, Hydrological Sciences Journal. 27, 3, 353-367.
- Pitman, W. V., 1980. A Depth-Duration-Frequency Diagram for Point Rainfall in SWA-Namibia, Water SA. 6, 4, 157-162.
- Sherman, C. W., 1931. Frequency and Intensity of Excessive Rainfall At Boston, Massachusetts, Transaction Paper, 95: 951-960.
- Smith, J. A., 1993. Precipitation. in.: D. R. Maidment (Editor), Handbook of Hydrology, Chapter 18, Mc Graw Hill, New York.
- Subramanya, K., 1984. Engineering Hydrology, Tata/Mcgraw Hill, New Delhi.
- Şen Z., 2002. Hidrolojide Veri, İşlem, Yorumlama ve Tasarım; Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Şenocak, S., 2004. Türkiye'deki Bazı Şehir Merkezlerinde Yağış Şiddeti-Süre-Tekerrür İlişkilerinin Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Şorman, A. Ü., 2004. Bölgesel Frekans Analizindeki Son Gelişmeler ve Batı Karadenizde Bir Uygulama, İMO Teknik Dergi, 212: 3155-3169.
- Viessman, Jr. W., Lewis, G. L. ve Knapp, J. W., 1989. Introduction to Hydrology, 3rd Ed., Harper and Row, New York.
- Walpole, R. E. ve Myers, R. H., 1978. Probability and Statistics For Engineers and Scientists, Macmillan Publishing Co., New York, USA.
- Wanielista, M. 1990. Hydrology and Water Quality Control, John Wiley, New York.
- Wilson, E. M., 1990. Engineering Hydrology, 4th Ed., Macmillan, London.
- Yerdelen, C., Aşıkoğlu, Ö. L. ve Çiftlik, D., 2011. Ege Bölgesi Yıllık Toplam Yağışlarının Analizi, 5. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu, İstanbul, Bildiriler Kitabı, 1: 189-197.
- Yevjevich, V., 1972. Probability and Statistics in Hydrology, Water Resources Publications, Colorado.
- Yüksek, Ö., 2009. Hidrolojide İstatistiksel Yöntemler, Basılmamış Ders Notu, Karadeniz Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Trabzon.

## 7. EKLER

Ek 1. Meteoroloji istasyonları ve gözlem süreleri (N, yıl)

İstasyon Adı	N (Yıl)	İstasyon Adı	N (Yıl)	İstasyon Adı	N (Yıl)
Acıpayam	41	Bolu	61	Ergani	44
Adana	67	Bornova	43	Erzincan	53
Adıyaman	46	Bozcaada	39	Erzurum	52
Afşin	23	Bozkurt	46	Esenboğa	47
Afyon	50	Bozüyük	45	Eskişehir	64
Ağın	23	Burdur	47	Etimesgut	41
Ağrı	44	Burhaniye	27	Fethiye	51
Ahlat	15	Bursa	60	Finike	45
Akçaabat	39	Ceyhan	42	Florya	65
Akçakale	15	Ceylanpınar	53	Gaziantep	54
Akçakoca	43	Cihanbeyli	43	Gazipaşa	28
Akhisar	46	Cizre	45	Gediz	39
Aksaray	46	Çanakkale	53	Gemerek	45
Akşehir	47	Çankırı	52	Gevaş	25
Alanya	47	Çerkeş	23	Geyve	47
Amasra	28	Çermik	23	Giresun	45
Amasya	46	Çeşme	45	Gökçeada	41
Anamur	46	Çiçekdağı	24	Göksun	44
Ankara	70	Çınarcık	25	Gönen	44
Antakya	54	Çorlu	52	Göztepe	66
Antalya Bölge	10	Çorum	53	Gümüşhane	45
Antalya Meydan	45	Çumra	27	Güney	42
Arapkir	38	Dalaman	18	Hadim	38
Ardahan	43	Datça	14	Hakkari	43
Arpaçay	22	Demirci	18	Hınıs	26
Artvin	42	Denizli	52	Hopa	46
Avanos	15	Develi	44	Horasan	27
Aydın	51	Devrekani	23	Iğdır	45
Ayvalık	44	Didim	15	İlgaz	26
Bafra	46	Dikili	52	İlgın	40
Balıkesir	54	Dinar	43	İnebolu	52
Bandırma	52	Divriği	45	İpsala	45
Bartın	45	Diyarbakır	69	İskenderun	46
Başkale	45	Doğubeyazıt	20	İslahiye	51
Batman	47	Dört Yol	62	Isparta	53
Bayburt	45	Dursunbey	43	İzmir	73
Bergama	44	Düzce	46	Kahramanmaraş	44
Beypazarı	45	Edirne	62	Kahta	16
Beyşehir	46	Edremit	46	Kale	18
Bilecik	51	Eğirdir	26	Kaman	39
Bingöl	45	Elazığ	54	Kangal	23
Birecik	40	Elbistan	45	Karaisalı	41
Bitlis	45	Elmalı	45	Karaman	46
Bodrum	46	Emirdağ	44	Karapınar	43
Boğazlıyan	35	Erciş	41	Karataş	45
Bolvadin	38	Erdemli	43	Kars	42

Ek 1'in devamı

Kartal	34	Palu	25	Van	54
Kastamonu	59	Pazar	39	Varto	20
Kayseri	60	Pınarbaşı	45	Yalova	49
Keban	45	Polatlı	47	Yalvaç	23
Keles	40	Rize	70	Yatağan	45
Keskin	25	Sakarya	49	Yenişehir	25
Kilis	45	Salihli	44	Yozgat	51
Kırıkkale	44	Samandağ	42	Yumurtalık	38
Kırklareli	45	Samsun	54	Yunak	25
Kırşehir	69	Sarıkamış	39	Zara	46
Kızılcahamam	38	Sarıyer	56	Zile	44
Kocaeli	66	Sarız	23	Zonguldak	66
Konya	61	Seferihisar	14		
Konya-Ereğli	41	Selçuk	46		
Korkuteli	42	Senirkent	28		
Kozan	45	Siirt	52		
Köyceğiz	40	Silifke	47		
Kulu	35	Simav	46		
Kumköy	44	Sinop	46		
Kuşadası	45	Sivas	53		
Kütahya	65	Siverek	46		
Lüleburgaz	51	Sivrihisar	45		
Maden	23	Solhan	45		
Malatya	50	Sorgun	14		
Malazgirt	27	Sultanhisar	34		
Malkara	26	Suşehri	23		
Manavgat	45	Şanlıurfa	52		
Manisa	53	Şebinkarahisar	44		
Mardin	45	Şile	45		
Marmaris	45	Tatvan	33		
Mersin	53	Tavşanlı	42		
Merzifon	57	Tefenni	43		
Milas	46	Tekirdağ	48		
Muğla	67	Tercan	41		
Muş	45	Tokat	45		
Mut	37	Tomarza	23		
Nazilli	28	Tortum	25		
Nevşehir	46	Tosya	43		
Niğde	52	Trabzon	54		
Nusaybin	38	Tunceli	43		
Oltu	26	Turhal	15		
Ordu	46	Ulukışla	46		
Osmançık	14	Uşak	66		
Osmaniye	10	Uzunköprü	45		
Ödemiş	42	Ünye	45		
Özalp	24	Ürgüp	24		

## Ek 2. En uygun dağılımlar

İst. No.	İst. Adı	Yağış Süreleri (saat)							
		0.08	0.25	0.5	1	3	6	12	24
1	Acipayam	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
2	Adana	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
3	Adıyaman	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	GM
4	Afşin	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
5	Afyon	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
6	Ağın	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
7	Ağrı	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
8	Ahlat	GM	LP	LP	LP	GM	LP	LP	LP
9	Akçaabat	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
10	Akçakale	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
11	Akçakoca	GM	LP	LP	GM	LP	LP	LP	LP
12	Akhisar	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
13	Aksaray	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
14	Akşehir	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
15	Alanya	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
16	Amasra	LP	LP	LP	LP	GM	LP	LP	LP
17	Amasya	GM	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
18	Anamur	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
19	Ankara	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
20	Antakya	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
21	Antalya Bölge	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
22	Antalya Meydan	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
23	Arapkir	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
24	Ardahan	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
25	Arpaçay	LP	LP	LP	GM	LP	LP	LP	LP
26	Artvin	GM	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP
27	Avanos	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
28	Aydın	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
29	Ayvalık	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
30	Bafra	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
31	Balıkesir	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
32	Bandırma	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
33	Bartın	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
34	Başkale	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
35	Batman	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
36	Bayburt	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
37	Bergama	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
38	Beypazarı	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
39	Beyşehir	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
40	Bilecik	LP	LP	LP	GM	LP	LP	LP	LP
41	Bingöl	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
42	Birecik	LP	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP
43	Bitlis	GM	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
44	Bodrum	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
45	Boğazlıyan	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
46	Bolvadin	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
47	Bolu	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
48	Bornova	LP	LP	GM	GM	LP	LP	LP	LP

## Ek 2'nin devamı

49	Bozcaada	GM	GM	GM	LP	LP	LP	LP	LP
50	Bozkurt	LP	LP	GM	LP	LP	GM	LP	LP
51	Bozüyük	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
52	Burdur	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
53	Burhaniye	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
54	Bursa	GM	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
55	Ceyhan	GM	GM	GM	LP	LP	LP	LP	LP
56	Ceylanpınar	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
57	Cihanbeyli	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
58	Cizre	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
59	Çanakkale	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
60	Çankırı	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
61	Çerkeş	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
62	Çermik	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
63	Çeşme	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
64	Çiçekdağı	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
65	Çınarcık	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
66	Çorlu	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
67	Çorum	GM	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP
68	Çumra	LP	LP	LP	LP	LP	GM	GM	LP
69	Dalaman	LP	GM	GM	LP	LP	GM	GM	LP
70	Dağca	GM	LP	LP	GM	LP	LP	LP	LP
71	Demirci	LP	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP
72	Denizli	LP	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP
73	Develi	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
74	Devrekani	LP	GM	GM	LP	LP	LP	LP	LP
75	Didim	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	GM
76	Dikili	LP	GM	LP	GM	LP	LP	LP	LP
77	Dinar	LP	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP
78	Divriği	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
79	Diyarbakır	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
80	Doğubeyazıt	LP	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP
81	Dört Yol	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
82	Dursunbey	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
83	Düzce	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
84	Edirne	LP	GM	LP	GM	LP	LP	LP	LP
85	Edremit	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
86	Eğirdir	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
87	Elazığ	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
88	Elbistan	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
89	Elmalı	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
90	Emir Dağ	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
91	Erciş	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
92	Erdemli	LP	LP	GM	LP	GM	LP	LP	LP
93	Ereğli-Konya	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
94	Ergani	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
95	Erzincan	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
96	Erzurum	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
97	Esenboğa	LP	GM	GM	LP	LP	LP	LP	LP
98	Eskişehir	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP



## Ek 2'nin devamı

99	Etimesgut	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
100	Fethiye	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
101	Finike	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
102	Florya	LP	LP	LP	GM	LP	LP	LP	LP
103	Gaziantep	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
104	Gazipaşa	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
105	Gediz	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
106	Gemerek	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
107	Gevaş	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
108	Geyve	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
109	Giresun	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
110	Gökçeada	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
111	Göksun	GM	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP
112	Gönen	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
113	Göztepe	GM	LP	LP	GM	LP	LP	LP	LP
114	Gümüşhane	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
115	Güney	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
116	Hadim	LP	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP
117	Hakkari	LP	LP	LP	GM	LP	LP	LP	LP
118	Hınıs	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
119	Hopa	LP	LP	LP	LP	GM	GM	LP	LP
120	Horasan	LP	GM	LP	GM	LP	LP	LP	LP
121	Iğdır	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
122	Ilgaz	LP	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP
123	Ilgın	GM	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP
124	İnebolu	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
125	İpsala	LP	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP
126	İskenderun	LP	LP	GM	GM	LP	LP	LP	LP
127	İslahiye	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
128	Isparta	LP	LP	LP	GM	LP	LP	LP	LP
129	İzmir	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
130	Kahramanmaraş	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	GM
131	Kahta	LP	GM	GM	LP	LP	LP	LP	LP
132	kale	LP	LP	LP	GM	LP	LP	LP	LP
133	Kaman	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
134	Kangal	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
135	Karaisalı	LP	GM	GM	LP	GM	LP	LP	LP
136	Karaman	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
137	Karapınar	GM	LP	GM	GM	LP	LP	LP	LP
138	Karataş	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
139	Kars	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
140	Kartal	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
141	Kastamonu	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
142	Kayseri	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
143	Keban	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
144	Keles	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
145	Keskin	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
146	Kilis	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
147	Kırıkkale	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
148	Kırklareli	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP

## Ek 2'nin devamı

149	Kırşehir	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
150	Kızılcahamam	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
151	Kocaeli	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
152	Konya	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
153	Korkuteli	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
154	Kozan	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
155	Köyceğiz	GM	GM	LP	GM	LP	LP	LP	LP
156	Kulu	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
157	Kumköy	GM	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
158	Kuşadası	LP	LP	LP	GM	LP	LP	LP	LP
159	Kütahya	LP	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP
160	Lüleburgaz	LP	LP	LP	GM	LP	LP	LP	LP
161	Maden	GM	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP
162	Malatya	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
163	Malazgirt	GM	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
164	Malkara	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
165	Manavgat	LP	LP	LP	LP	LP	LP	GM	LP
166	Manisa	GM	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
167	Mardin	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
168	Marmaris	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
169	Mersin	GM	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
170	Merzifon	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
171	Milas	LP	GM	LP	GM	LP	LP	LP	LP
172	Muğla	LP	LP	GM	LP	LP	LP	LP	GM
173	Muş	LP	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP
174	Mut	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
175	Nazilli	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
176	Nevşehir	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
177	Niğde	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
178	Nusaybin	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
179	Oltu	LP	LP	LP	GM	LP	LP	LP	LP
180	Ordu	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
181	Osmancık	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
182	Osmaniye	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
183	Ödemiş	GM	LP	LP	GM	LP	LP	LP	GM
184	Özalp	LP	LP	LP	LP	GM	LP	LP	LP
185	Palu	GM	LP	LP	GM	LP	LP	LP	LP
186	Pazar	LP	GM	GM	LP	LP	LP	LP	LP
187	Pınarbaşı	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
188	Polatlı	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
189	Rize	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
190	Sakarya	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
191	Salihli	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
192	Samandağ	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
193	Samsun	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
194	Sarıkamış	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
195	Sarıyer	GM	GM	LP	GM	LP	LP	LP	LP
196	Sarız	LP	LP	LP	LP	GM	LP	LP	LP
197	Seferihisar	LP	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP
198	Selçuk	GM	GM	GM	LP	LP	LP	LP	LP

## Ek 2'nin devamı

199	Senirkent	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
200	Siirt	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
201	Silifke	LP	LP	GM	GM	GM	LP	LP	LP
202	Simav	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
203	Sinop	LP	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP
204	Sivas	GM	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP
205	Siverek	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
206	Sivrihisar	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
207	Solhan	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
208	Sorgun	LP	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP
209	Sultanhisar	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
210	Su�ehir	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
211	�anlıurfa	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
212	�ebinkarahisar	GM	GM	GM	GM	LP	LP	LP	LP
213	�ile	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
214	Tatvan	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
215	Tav�anlı	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
216	Tefenni	LP	LP	LP	GM	LP	LP	LP	LP
217	Tekirda�	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
218	Tercan	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
219	Tokat	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
220	Tomarza	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
221	Tortum	LP	GM	GM	LP	LP	LP	LP	LP
222	Tosya	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
223	Trabzon	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
224	Tunceli	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
225	Turhal	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
226	Uluk�ıla	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
227	U�ak	GM	GM	GM	LP	LP	LP	LP	LP
228	Uzunk�pr�	LP	GM	GM	LP	LP	LP	LP	LP
229	�nye	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
230	�rg�p	GM	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP
231	Van	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
232	Varto	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
233	Yalova	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP	LP
234	Yalva�	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
235	Yata�an	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
236	Yeni�ehir	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
237	Yozgat	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
238	Yumurtalık	LP	LP	GM	GM	LP	LP	LP	LP
239	Yunak	LP	LP	GM	LP	LP	LP	LP	LP
240	Zara	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
241	Zile	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP
242	Zonguldak	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LP

Ek 3. Trabzon'da (33) formülü ile bulunan sonuçlar

Ortalama RH = 59.58					R = 0.966				
Parametreler		a = 24.641		b = 0.190		c = -0.476			
t (saat)	T (yıl)	LP3 ile hesaplanan i	SPSS ile hesaplanan i	RH	t (saat)	T (yıl)	LP3 ile hesaplanan i	SPSS ile hesaplanan i	RH
0.08	2	79.06	91.66	15.94	3.00	2	8.97	16.66	85.82
0.08	5	110.03	109.04	0.91	3.00	5	12.55	19.82	57.92
0.08	10	129.98	124.34	4.34	3.00	10	15.42	22.60	46.61
0.08	25	154.52	147.92	4.27	3.00	25	19.68	26.89	36.65
0.08	50	172.22	168.69	2.05	3.00	50	23.34	30.66	31.37
0.08	100	189.29	192.36	1.62	3.00	100	27.43	34.97	27.48
0.08	500	226.55	260.96	15.19	3.00	500	38.62	47.44	22.83
0.25	2	44.65	54.34	21.70	6.00	2	5.35	11.98	123.74
0.25	5	64.40	64.65	0.38	6.00	5	7.18	14.25	98.37
0.25	10	78.76	73.72	6.39	6.00	10	8.64	16.25	88.19
0.25	25	98.35	87.71	10.83	6.00	25	10.78	19.34	79.39
0.25	50	113.91	100.02	12.20	6.00	50	12.61	22.05	74.88
0.25	100	130.15	114.06	12.37	6.00	100	14.64	25.14	71.76
0.25	500	170.08	154.73	9.02	6.00	500	20.16	34.11	69.19
0.50	2	29.27	39.08	33.49	12.00	2	3.36	8.61	156.27
0.50	5	43.34	46.49	7.26	12.00	5	4.42	10.25	131.65
0.50	10	54.34	53.01	2.44	12.00	10	5.21	11.69	124.45
0.50	25	70.34	63.07	10.34	12.00	25	6.29	13.90	120.93
0.50	50	83.81	71.92	14.18	12.00	50	7.17	15.86	121.10
0.50	100	98.54	82.01	16.77	12.00	100	8.10	18.08	123.17
0.50	500	137.60	111.26	19.14	12.00	500	10.46	24.53	134.57
1.00	2	19.07	28.10	47.34	24.00	2	2.25	6.19	175.01
1.00	5	27.84	33.43	20.08	24.00	5	2.85	7.37	158.26
1.00	10	34.99	38.12	8.95	24.00	10	3.28	8.40	156.04
1.00	25	45.80	45.35	0.99	24.00	25	3.86	10.00	158.88
1.00	50	55.24	51.72	6.38	24.00	50	4.32	11.40	163.94
1.00	100	65.90	58.98	10.50	24.00	100	4.80	13.00	171.10
1.00	500	95.60	80.01	16.31	24.00	500	5.97	17.64	195.61

Ek 4. Trabzon'da (34) formülü ile bulunan sonuçlar

Ortalama RH = 12.22					R = 0.986				
Parametreler		a = 33.174		b = 0.192		c = 0.863		d = 0.321	
t (saat)	T (yıl)	LP3 ile hesaplanan i	SPSS ile hesaplanan i	RH	t (saat)	T (yıl)	LP3 ile hesaplanan i	SPSS ile hesaplanan i	RH
0.08	2	79.06	86.48	9.389	3.00	2	8.97	13.06	45.608
0.08	5	110.03	103.07	6.325	3.00	5	12.55	15.56	23.982
0.08	10	129.98	117.71	9.440	3.00	10	15.42	17.77	15.267
0.08	25	154.52	140.30	9.203	3.00	25	19.68	21.18	7.645
0.08	50	172.22	160.23	6.961	3.00	50	23.34	24.19	3.633
0.08	100	189.29	182.99	3.332	3.00	100	27.43	27.62	0.715
0.08	500	226.55	249.08	9.946	3.00	500	38.62	37.60	2.635
0.25	2	44.65	60.79	36.131	6.00	2	5.35	7.55	41.073
0.25	5	64.40	72.45	12.498	6.00	5	7.18	9.00	25.317
0.25	10	78.76	82.74	5.061	6.00	10	8.64	10.28	19.059
0.25	25	98.35	98.62	0.272	6.00	25	10.78	12.26	13.709
0.25	50	113.91	112.63	1.129	6.00	50	12.61	14.00	11.007
0.25	100	130.15	128.62	1.173	6.00	100	14.64	15.98	9.183
0.25	500	170.08	175.08	2.942	6.00	500	20.16	21.76	7.917
0.50	2	29.27	43.51	48.627	12.00	2	3.36	4.28	27.206
0.50	5	43.34	51.86	19.649	12.00	5	4.42	5.10	15.205
0.50	10	54.34	59.22	8.984	12.00	10	5.21	5.82	11.789
0.50	25	70.34	70.59	0.353	12.00	25	6.29	6.94	10.247
0.50	50	83.81	80.61	3.811	12.00	50	7.17	7.92	10.492
0.50	100	98.54	92.06	6.579	12.00	100	8.10	9.05	11.687
0.50	500	137.60	125.31	8.932	12.00	500	10.46	12.32	17.788
1.00	2	19.07	28.68	50.378	24.00	2	2.25	2.39	6.103
1.00	5	27.84	34.18	22.794	24.00	5	2.85	2.85	0.167
1.00	10	34.99	39.04	11.570	24.00	10	3.28	3.25	0.883
1.00	25	45.80	46.53	1.592	24.00	25	3.86	3.88	0.408
1.00	50	55.24	53.14	3.806	24.00	50	4.32	4.43	2.522
1.00	100	65.90	60.69	7.906	24.00	100	4.80	5.06	5.455
1.00	500	95.60	82.60	13.589	24.00	500	5.97	6.88	15.374

Ek 5. Trabzon'da (35) formülü ile bulunan sonuçlar

Ortalama RH = 12.77					R = 0.986				
Parametreler		a = 14.100		b = 0.192	c = 14.074		d = 0.819		
t (dakika)	T (yıl)	LP3 ile hesaplanan i	SPSS ile hesaplanan i	RH	t (dakika)	T (yıl)	LP3 ile hesaplanan i	SPSS ile hesaplanan i	RH
5	2	1.32	1.44	9.22	180	2	0.15	0.22	43.99
5	5	1.83	1.72	6.47	180	5	0.21	0.26	22.60
5	10	2.17	1.96	9.58	180	10	0.26	0.29	13.99
5	25	2.58	2.33	9.35	180	25	0.33	0.35	6.45
5	50	2.87	2.67	7.11	180	50	0.39	0.40	2.48
5	100	3.15	3.04	3.49	180	100	0.46	0.46	0.40
5	500	3.78	4.14	9.77	180	500	0.64	0.62	3.72
15	2	0.74	1.02	36.90	360	2	0.09	0.13	40.85
15	5	1.07	1.21	13.14	360	5	0.12	0.15	25.12
15	10	1.31	1.39	5.66	360	10	0.14	0.17	18.87
15	25	1.64	1.65	0.84	360	25	0.18	0.20	13.53
15	50	1.90	1.89	0.57	360	50	0.21	0.23	10.83
15	100	2.17	2.16	0.61	360	100	0.24	0.27	9.01
15	500	2.83	2.93	3.53	360	500	0.34	0.36	7.75
30	2	0.49	0.72	48.52	720	2	0.06	0.07	29.15
30	5	0.72	0.86	19.57	720	5	0.07	0.09	16.97
30	10	0.91	0.99	8.91	720	10	0.09	0.10	13.50
30	25	1.17	1.18	0.28	720	25	0.10	0.12	11.93
30	50	1.40	1.34	3.88	720	50	0.12	0.13	12.18
30	100	1.64	1.53	6.64	720	100	0.14	0.15	13.40
30	500	2.29	2.09	8.99	720	500	0.17	0.21	19.59
60	2	0.32	0.47	49.00	1440	2	0.04	0.04	10.11
60	5	0.46	0.56	21.67	1440	5	0.05	0.05	3.60
60	10	0.58	0.64	10.55	1440	10	0.05	0.06	2.86
60	25	0.76	0.77	0.66	1440	25	0.06	0.07	4.20
60	50	0.92	0.88	4.69	1440	50	0.07	0.08	6.39
60	100	1.10	1.00	8.75	1440	100	0.08	0.09	9.44
60	500	1.59	1.36	14.38	1440	500	0.10	0.12	19.73

Ek 6. Trabzon'da (36) formülü ile bulunan sonuçlar

Ortalama RH = 55.67					R = 0.971				
Parametreler		a = 16.368		b = 9.749		c = 0.476			
t (saat)	T (yıl)	LP3 ile hesaplanan i	SPSS ile hesaplanan i	RH	t (saat)	T (yıl)	LP3 ile hesaplanan i	SPSS ile hesaplanan i	RH
0.08	2	79.06	75.505	4.49	3.00	2	8.97	13.705	52.86
0.08	5	110.03	104.672	4.87	3.00	5	12.55	19.000	51.38
0.08	10	129.98	126.736	2.50	3.00	10	15.42	23.005	49.22
0.08	25	154.52	155.903	0.89	3.00	25	19.68	28.299	43.82
0.08	50	172.22	177.967	3.34	3.00	50	23.34	32.304	38.40
0.08	100	189.29	200.031	5.67	3.00	100	27.43	36.309	32.38
0.08	500	226.55	251.262	10.91	3.00	500	38.62	45.609	18.09
0.25	2	44.65	44.748	0.21	6.00	2	5.35	9.853	84.00
0.25	5	64.40	62.035	3.68	6.00	5	7.18	13.659	90.11
0.25	10	78.76	75.111	4.63	6.00	10	8.64	16.538	91.49
0.25	25	98.35	92.397	6.06	6.00	25	10.78	20.344	88.75
0.25	50	113.91	105.474	7.41	6.00	50	12.61	23.223	84.19
0.25	100	130.15	118.550	8.91	6.00	100	14.64	26.102	78.30
0.25	500	170.08	148.913	12.44	6.00	500	20.16	32.787	62.63
0.50	2	29.27	32.169	9.89	12.00	2	3.36	7.083	110.69
0.50	5	43.34	44.595	2.89	12.00	5	4.42	9.819	121.93
0.50	10	54.34	53.996	0.63	12.00	10	5.21	11.889	128.32
0.50	25	70.34	66.422	5.57	12.00	25	6.29	14.625	132.39
0.50	50	83.81	75.823	9.53	12.00	50	7.17	16.694	132.81
0.50	100	98.54	85.223	13.52	12.00	100	8.10	18.764	131.61
0.50	500	137.60	107.050	22.20	12.00	500	10.46	23.570	125.40
1.00	2	19.07	23.125	21.25	24.00	2	2.25	5.092	126.04
1.00	5	27.84	32.059	15.16	24.00	5	2.85	7.059	147.36
1.00	10	34.99	38.816	10.94	24.00	10	3.28	8.546	160.38
1.00	25	45.80	47.750	4.25	24.00	25	3.86	10.513	172.23
1.00	50	55.24	54.507	1.33	24.00	50	4.32	12.001	177.84
1.00	100	65.90	61.265	7.03	24.00	100	4.80	13.489	181.27
1.00	500	95.60	76.956	19.50	24.00	500	5.97	16.944	183.97

Ek 7. Trabzon'da (37) formülü ile bulunan sonuçlar

Ortalama RH = 10.29					R = 0.991				
Parametreler		a = 21.723		b = 13.357		c = 0.863		d = 0.320	
t (saat)	T (yıl)	LP3 ile hesaplanan i	SPSS ile hesaplanan i	RH	t (saat)	T (yıl)	LP3 ile hesaplanan i	SPSS ile hesaplanan i	RH
0.08	2	79.06	70.89	10.33	3.00	2	8.97	10.68	19.12
0.08	5	110.03	98.89	10.13	3.00	5	12.55	14.90	18.71
0.08	10	129.98	120.07	7.63	3.00	10	15.42	18.09	17.34
0.08	25	154.52	148.08	4.17	3.00	25	19.68	22.31	13.38
0.08	50	172.22	169.26	1.72	3.00	50	23.34	25.50	9.26
0.08	100	189.29	190.44	0.61	3.00	100	27.43	28.69	4.61
0.08	500	226.55	239.63	5.77	3.00	500	38.62	36.10	6.52
0.25	2	44.65	49.79	11.51	6.00	2	5.35	6.18	15.39
0.25	5	64.40	69.46	7.86	6.00	5	7.18	8.62	19.97
0.25	10	78.76	84.34	7.09	6.00	10	8.64	10.47	21.19
0.25	25	98.35	104.01	5.75	6.00	25	10.78	12.91	19.75
0.25	50	113.91	118.89	4.37	6.00	50	12.61	14.75	17.01
0.25	100	130.15	133.77	2.78	6.00	100	14.64	16.60	13.39
0.25	500	170.08	168.32	1.03	6.00	500	20.16	20.89	3.60
0.50	2	29.27	35.62	21.69	12.00	2	3.36	3.50	4.04
0.50	5	43.34	49.69	14.66	12.00	5	4.42	4.88	10.28
0.50	10	54.34	60.34	11.04	12.00	10	5.21	5.92	13.77
0.50	25	70.34	74.41	5.79	12.00	25	6.29	7.31	16.09
0.50	50	83.81	85.06	1.49	12.00	50	7.17	8.35	16.46
0.50	100	98.54	95.70	2.88	12.00	100	8.10	9.40	15.98
0.50	500	137.60	120.42	12.49	12.00	500	10.46	11.82	13.07
1.00	2	19.07	23.47	23.07	24.00	2	2.25	1.95	13.23
1.00	5	27.84	32.74	17.62	24.00	5	2.85	2.73	4.44
1.00	10	34.99	39.76	13.63	24.00	10	3.28	3.31	0.87
1.00	25	45.80	49.03	7.05	24.00	25	3.86	4.08	5.73
1.00	50	55.24	56.05	1.46	24.00	50	4.32	4.67	8.05
1.00	100	65.90	63.06	4.30	24.00	100	4.80	5.25	9.50
1.00	500	95.60	79.35	17.00	24.00	500	5.97	6.61	10.74



Ek 8. Trabzon'da (38) formülü ile bulunan sonuçlar

Ortalama RH = 10.61					R = 0.991				
Parametreler		a = 9.236		b = 5.680		c = 14.026		d = 0.819	
t (dakika)	T (yıl)	LP3 ile hesaplanan i	SPSS ile hesaplanan i	RH	t (dakika)	T (dakika)	LP3 ile hesaplanan i	SPSS ile hesaplanan i	RH
5	2	1.32	1.180	10.48	180	2	0.15	0.176	17.80
5	5	1.83	1.646	10.27	180	5	0.21	0.246	17.40
5	10	2.17	1.998	7.77	180	10	0.26	0.298	16.05
5	25	2.58	2.464	4.32	180	25	0.33	0.368	12.13
5	50	2.87	2.817	1.87	180	50	0.39	0.420	8.05
5	100	3.15	3.169	0.45	180	100	0.46	0.473	3.46
5	500	3.78	3.988	5.61	180	500	0.64	0.595	7.55
15	2	0.74	0.835	12.14	360	2	0.09	0.103	15.22
15	5	1.07	1.164	8.46	360	5	0.12	0.143	19.80
15	10	1.31	1.414	7.70	360	10	0.14	0.174	21.01
15	25	1.64	1.743	6.35	360	25	0.18	0.215	19.58
15	50	1.90	1.993	4.96	360	50	0.21	0.246	16.84
15	100	2.17	2.242	3.36	360	100	0.24	0.276	13.22
15	500	2.83	2.821	0.47	360	500	0.34	0.348	3.45
30	2	0.49	0.593	21.60	720	2	0.06	0.059	5.64
30	5	0.72	0.828	14.57	720	5	0.07	0.083	11.98
30	10	0.91	1.005	10.96	720	10	0.09	0.100	15.53
30	25	1.17	1.239	5.71	720	25	0.10	0.124	17.89
30	50	1.40	1.417	1.42	720	50	0.12	0.141	18.26
30	100	1.64	1.594	2.95	720	100	0.14	0.159	17.77
30	500	2.29	2.006	12.55	720	500	0.17	0.200	14.81
60	2	0.32	0.388	21.94	1440	2	0.04	0.034	9.94
60	5	0.46	0.541	16.54	1440	5	0.05	0.047	0.82
60	10	0.58	0.657	12.59	1440	10	0.05	0.057	4.70
60	25	0.76	0.810	6.07	1440	25	0.06	0.071	9.74
60	50	0.92	0.926	0.53	1440	50	0.07	0.081	12.15
60	100	1.10	1.041	5.18	1440	100	0.08	0.091	13.65
60	500	1.59	1.310	17.76	1440	500	0.10	0.114	14.94

Ek 9. Trabzon'da (39) formülü ile bulunan sonuçlar

Ortalama RH = 57.62					R = 0.950				
Parametreler		a = 24.776		b = 23.302		c = 0.479			
t (saat)	T (yıl)	LP3 ile hesaplanan i	SPSS ile hesaplanan i	RH	t (saat)	T (yıl)	LP3 ile hesaplanan i	SPSS ile hesaplanan i	RH
0.08	2	79.06	53.434	32.41	3.00	2	8.97	9.589	6.94
0.08	5	110.03	118.036	7.27	3.00	5	12.55	21.181	68.76
0.08	10	129.98	145.502	11.94	3.00	10	15.42	26.110	69.36
0.08	25	154.52	171.192	10.79	3.00	25	19.68	30.720	56.12
0.08	50	172.22	186.148	8.09	3.00	50	23.34	33.404	43.11
0.08	100	189.29	198.657	4.95	3.00	100	27.43	35.649	29.97
0.08	500	226.55	221.642	2.16	3.00	500	38.62	39.773	2.99
0.25	2	44.65	31.557	29.33	6.00	2	5.35	6.878	28.45
0.25	5	64.40	69.709	8.24	6.00	5	7.18	15.193	111.47
0.25	10	78.76	85.930	9.11	6.00	10	8.64	18.728	116.86
0.25	25	98.35	101.102	2.79	6.00	25	10.78	22.035	104.44
0.25	50	113.91	109.935	3.49	6.00	50	12.61	23.960	90.03
0.25	100	130.15	117.323	9.86	6.00	100	14.64	25.570	74.67
0.25	500	170.08	130.897	23.04	6.00	500	20.16	28.529	41.51
0.50	2	29.27	22.636	22.67	12.00	2	3.36	4.933	46.75
0.50	5	43.34	50.002	15.37	12.00	5	4.42	10.898	146.32
0.50	10	54.34	61.636	13.43	12.00	10	5.21	13.434	157.99
0.50	25	70.34	72.519	3.10	12.00	25	6.29	15.805	151.15
0.50	50	83.81	78.855	5.91	12.00	50	7.17	17.186	139.67
0.50	100	98.54	84.154	14.60	12.00	100	8.10	18.341	126.39
0.50	500	137.60	93.891	31.77	12.00	500	10.46	20.463	95.70
1.00	2	19.07	16.236	14.87	24.00	2	2.25	3.539	57.09
1.00	5	27.84	35.865	28.84	24.00	5	2.85	7.817	173.94
1.00	10	34.99	44.211	26.35	24.00	10	3.28	9.636	193.56
1.00	25	45.80	52.017	13.57	24.00	25	3.86	11.337	193.56
1.00	50	55.24	56.561	2.39	24.00	50	4.32	12.327	185.39
1.00	100	65.90	60.362	8.40	24.00	100	4.80	13.156	174.33
1.00	500	95.60	67.346	29.55	24.00	500	5.97	14.678	146.00

Ek 10. Trabzon'da (40) formülü ile bulunan sonuçlar

Ortalama RH = 17.28					R = 0.969				
Parametreler		a = 32.950		b = 31.541		c = 0.858		d = 0.310	
t (saat)	T (yıl)	LP3 ile hesaplanan i	SPSS ile hesaplanan i	RH	t (saat)	T (yıl)	LP3 ile hesaplanan i	SPSS ile hesaplanan i	RH
0.08	2	79.06	49.950	36.82	3.00	2	8.97	7.435	17.08
0.08	5	110.03	111.995	1.78	3.00	5	12.55	16.670	32.82
0.08	10	129.98	138.374	6.46	3.00	10	15.42	20.596	33.59
0.08	25	154.52	163.048	5.52	3.00	25	19.68	24.269	23.34
0.08	50	172.22	177.412	3.02	3.00	50	23.34	26.407	13.13
0.08	100	189.29	189.426	0.07	3.00	100	27.43	28.195	2.79
0.08	500	226.55	211.502	6.64	3.00	500	38.62	31.481	18.49
0.25	2	44.65	34.838	21.98	6.00	2	5.35	4.309	19.52
0.25	5	64.40	78.111	21.28	6.00	5	7.18	9.662	34.48
0.25	10	78.76	96.508	22.54	6.00	10	8.64	11.938	38.23
0.25	25	98.35	113.717	15.62	6.00	25	10.78	14.066	30.51
0.25	50	113.91	123.735	8.62	6.00	50	12.61	15.306	21.39
0.25	100	130.15	132.115	1.51	6.00	100	14.64	16.342	11.63
0.25	500	170.08	147.511	13.27	6.00	500	20.16	18.247	9.50
0.50	2	29.27	24.834	15.16	12.00	2	3.36	2.446	27.25
0.50	5	43.34	55.681	28.47	12.00	5	4.42	5.483	23.94
0.50	10	54.34	68.796	26.60	12.00	10	5.21	6.775	30.11
0.50	25	70.34	81.063	15.25	12.00	25	6.29	7.983	26.85
0.50	50	83.81	88.204	5.25	12.00	50	7.17	8.686	21.13
0.50	100	98.54	94.178	4.43	12.00	100	8.10	9.274	14.47
0.50	500	137.60	105.153	23.58	12.00	500	10.46	10.355	0.97
1.00	2	19.07	16.332	14.36	24.00	2	2.25	1.371	39.15
1.00	5	27.84	36.619	31.54	24.00	5	2.85	3.074	7.71
1.00	10	34.99	45.244	29.30	24.00	10	3.28	3.797	15.69
1.00	25	45.80	53.311	16.40	24.00	25	3.86	4.475	15.86
1.00	50	55.24	58.008	5.01	24.00	50	4.32	4.869	12.72
1.00	100	65.90	61.936	6.01	24.00	100	4.80	5.198	8.40
1.00	500	95.60	69.154	27.66	24.00	500	5.97	5.804	2.72

Ek 11. Trabzon’da (41) formülü ile bulunan sonuçlar

Ortalama RH = 17.69					R = 0.969				
Parametreler		a = 13.667		b = 13.083	c = 13.382		d = 0.813		
t (dakika)	T (yıl)	LP3 ile hesaplanan i	SPSS ile hesaplanan i	RH	t (dakika)	T (yıl)	LP3 ile hesaplanan i	SPSS ile hesaplanan i	RH
5	2	1.32	0.831	36.91	180	2	0.15	0.123	17.94
5	5	1.83	1.864	1.63	180	5	0.21	0.275	31.43
5	10	2.17	2.303	6.30	180	10	0.26	0.340	32.20
5	25	2.58	2.713	5.36	180	25	0.33	0.400	22.05
5	50	2.87	2.952	2.86	180	50	0.39	0.436	11.95
5	100	3.15	3.152	0.08	180	100	0.46	0.465	1.72
5	500	3.78	3.520	6.78	180	500	0.64	0.519	19.34
15	2	0.74	0.584	21.55	360	2	0.09	0.072	19.54
15	5	1.07	1.309	21.96	360	5	0.12	0.161	34.46
15	10	1.31	1.617	23.23	360	10	0.14	0.199	38.21
15	25	1.64	1.906	16.27	360	25	0.18	0.234	30.49
15	50	1.90	2.074	9.23	360	50	0.21	0.255	21.37
15	100	2.17	2.214	2.08	360	100	0.24	0.272	11.61
15	500	2.83	2.472	12.78	360	500	0.34	0.304	9.51
30	2	0.49	0.413	15.25	720	2	0.06	0.041	25.98
30	5	0.72	0.927	28.34	720	5	0.07	0.093	26.10
30	10	0.91	1.145	26.48	720	10	0.09	0.115	32.38
30	25	1.17	1.350	15.13	720	25	0.10	0.135	29.07
30	50	1.40	1.469	5.14	720	50	0.12	0.147	23.25
30	100	1.64	1.568	4.53	720	100	0.14	0.157	16.47
30	500	2.29	1.751	23.66	720	500	0.17	0.176	0.76
60	2	0.32	0.270	15.17	1440	2	0.04	0.024	36.67
60	5	0.46	0.605	30.31	1440	5	0.05	0.053	12.10
60	10	0.58	0.747	28.10	1440	10	0.05	0.066	20.41
60	25	0.76	0.880	15.31	1440	25	0.06	0.078	20.59
60	50	0.92	0.958	4.03	1440	50	0.07	0.084	17.31
60	100	1.10	1.023	6.89	1440	100	0.08	0.090	12.82
60	500	1.59	1.142	28.34	1440	500	0.10	0.101	1.24

Ek 12. Tüm istasyonlar için (33) Formülü ile hesaplanan R ve RH değerleri

İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No.	R	Ort. RH	İst. No.	R	Ort. RH	İst. No.	R	Ort. RH
1	0.94	88.99	32	0.98	46.90	63	0.95	59.92	94	0.97	53.09	125	0.98	26.77	156	0.99	63.07	187	0.91	121.02	218	0.95	76.68
2	0.92	72.31	33	0.97	40.90	64	0.95	96.96	95	0.97	44.84	126	0.97	53.73	157	0.85	88.14	188	0.96	81.11	219	0.99	42.97
3	0.95	45.90	34	0.98	29.84	65	0.95	76.52	96	0.98	43.43	127	0.99	18.19	158	0.96	52.45	189	0.98	42.35	220	0.95	84.68
4	0.99	28.23	35	0.99	21.40	66	0.97	65.10	97	0.99	38.27	128	0.99	21.89	159	0.97	61.52	190	0.97	59.77	221	0.99	65.26
5	0.99	46.20	36	0.98	65.65	67	0.99	65.98	98	0.94	100.58	129	0.99	30.24	160	0.97	37.01	191	0.95	74.83	222	0.95	98.73
6	0.98	18.96	37	0.99	22.62	68	0.98	48.70	99	0.99	17.48	130	0.98	16.81	161	0.99	16.11	192	0.99	40.14	223	0.97	59.58
7	0.95	75.45	38	0.98	60.66	69	0.86	77.42	100	0.99	29.03	131	0.93	54.60	162	0.99	18.11	193	0.99	44.47	224	0.98	53.13
8	0.97	42.01	39	0.93	73.91	70	0.97	34.96	101	0.92	49.77	132	0.98	25.80	163	0.91	77.89	194	0.96	96.80	225	0.98	46.00
9	0.97	54.00	40	0.98	36.17	71	0.98	37.72	102	0.98	32.15	133	0.96	80.95	164	0.91	69.17	195	0.96	52.44	226	0.99	37.93
10	0.97	43.21	41	0.99	17.28	72	0.97	65.91	103	0.99	46.95	134	0.86	151.59	165	0.94	48.07	196	0.94	101.52	227	0.98	55.58
11	0.94	60.48	42	0.98	44.43	73	0.99	34.80	104	0.98	40.24	135	0.97	40.80	166	0.96	49.92	197	0.95	51.38	228	0.95	73.04
12	0.99	46.84	43	0.98	25.40	74	0.92	116.10	105	0.99	54.03	136	0.98	52.50	167	0.99	27.18	198	0.99	24.36	229	0.98	38.80
13	0.95	83.88	44	0.96	59.03	75	0.94	68.66	106	0.98	61.63	137	0.98	23.51	168	0.97	37.07	199	0.96	60.00	230	0.98	75.14
14	0.99	31.60	45	0.97	64.25	76	0.93	55.80	107	0.99	14.57	138	0.99	26.88	169	0.98	35.74	200	0.99	10.66	231	0.98	47.05
15	0.98	38.21	46	0.96	100.76	77	0.97	59.21	108	0.98	31.56	139	0.95	96.27	170	0.99	47.83	201	0.96	49.09	232	0.96	65.37
16	0.99	36.03	47	0.97	66.37	78	0.95	73.43	109	0.95	64.01	140	0.98	50.76	171	0.97	62.56	202	0.99	26.20	233	0.95	70.18
17	0.97	55.46	48	0.99	25.50	79	0.98	29.88	110	0.97	45.61	141	0.97	83.41	172	0.97	36.33	203	0.99	40.00	234	0.96	52.01
18	0.99	22.55	49	0.98	30.81	80	0.99	54.87	111	0.99	12.93	142	0.97	67.32	173	0.99	14.89	204	0.99	42.03	235	0.95	64.09
19	0.98	67.60	50	0.97	46.90	81	0.95	60.22	112	0.98	43.18	143	0.99	42.52	174	0.96	55.83	205	0.96	55.70	236	0.98	47.75
20	0.96	41.35	51	0.94	111.77	82	0.98	43.68	113	0.98	36.86	144	0.99	23.22	175	0.97	51.49	206	0.97	87.43	237	0.95	89.54
21	0.87	34.30	52	0.99	32.29	83	0.97	45.20	114	0.99	34.92	145	0.97	52.53	176	0.95	85.10	207	0.97	50.51	238	0.97	50.38
22	0.98	26.84	53	0.93	64.72	84	0.96	64.12	115	0.98	57.04	146	0.97	73.01	177	0.97	62.27	208	0.98	42.32	239	0.94	58.64
23	0.98	31.29	54	0.99	9.87	85	0.96	58.57	116	0.97	53.76	147	0.89	139.77	178	0.97	53.54	209	0.98	32.90	240	0.99	53.03
24	0.99	39.06	55	0.97	41.45	86	0.95	43.40	117	0.99	27.75	148	0.97	67.32	179	0.96	76.86	210	0.98	50.76	241	0.97	66.30
25	0.97	82.27	56	0.95	95.97	87	0.97	33.01	118	0.98	31.92	149	0.99	33.11	180	0.92	63.64	211	0.99	26.04	242	0.98	36.90
26	0.99	16.87	57	0.97	74.47	88	0.99	16.13	119	0.98	24.30	150	0.98	53.74	181	0.94	77.43	212	0.99	42.46			
27	0.94	97.60	58	0.98	34.02	89	0.98	38.92	120	0.99	44.52	151	0.89	88.48	182	0.99	11.94	213	0.97	39.17			
28	0.92	77.30	59	0.97	42.72	90	0.95	82.81	121	0.99	37.25	152	0.97	49.25	183	0.99	22.55	214	0.99	17.68			
29	0.95	65.53	60	0.98	56.98	91	0.99	41.77	122	0.99	37.60	153	0.94	75.49	184	0.98	32.11	215	0.96	94.56			
30	0.95	91.12	61	0.90	133.71	92	0.98	39.34	123	0.99	30.18	154	0.98	42.31	185	0.97	37.12	216	0.98	49.98			
31	0.97	49.05	62	0.98	33.79	93	0.96	80.88	124	0.99	40.53	155	0.99	28.11	186	0.99	26.61	217	0.94	81.52			

Ek 13. Tüm istasyonlar için (34) Formülü ile hesaplanan R ve RH değerleri

İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No.	R	Ort. RH	İst. No.	R	Ort. RH	İst. No.	R	Ort. RH
1	0.98	16.44	32	0.99	14.63	63	0.98	14.29	94	0.98	14.37	125	0.99	12.74	156	0.99	26.64	187	0.97	25.71	218	0.98	19.92
2	0.97	16.82	33	0.99	11.29	64	0.99	14.80	95	0.98	12.34	126	0.99	19.75	157	0.91	31.79	188	0.98	16.26	219	1.00	14.14
3	0.98	32.42	34	0.99	15.80	65	0.98	27.54	96	0.99	18.96	127	0.99	19.03	158	0.98	18.22	189	0.99	18.04	220	0.99	15.59
4	1.00	20.90	35	0.99	12.60	66	0.99	15.44	97	0.99	7.39	128	0.99	17.47	159	0.99	21.55	190	0.99	14.56	221	0.99	18.99
5	0.99	10.12	36	0.99	11.78	67	0.99	10.09	98	0.97	17.28	129	0.99	15.22	160	0.99	26.44	191	0.98	12.43	222	0.98	16.37
6	0.99	31.21	37	0.99	10.35	68	0.99	13.03	99	0.99	12.09	130	0.99	19.97	161	0.99	12.27	192	0.99	16.50	223	0.99	12.22
7	0.97	22.48	38	0.99	18.08	69	0.96	18.50	100	0.99	15.25	131	0.97	17.44	162	0.99	20.16	193	0.99	28.33	224	0.98	21.28
8	0.98	12.58	39	0.98	19.39	70	0.99	8.21	101	0.97	14.38	132	0.98	20.95	163	0.95	19.79	194	0.98	18.04	225	0.98	15.49
9	0.99	13.96	40	0.99	23.04	71	0.99	17.19	102	0.99	16.35	133	0.99	16.79	164	0.97	18.98	195	0.99	13.32	226	0.99	11.78
10	0.99	45.55	41	0.99	12.41	72	0.98	22.81	103	0.99	11.00	134	0.96	34.81	165	0.97	13.13	196	0.98	18.90	227	0.99	13.46
11	0.98	17.02	42	0.99	10.94	73	0.99	16.07	104	1.00	8.09	135	0.99	12.06	166	0.99	20.21	197	0.96	28.53	228	0.98	23.64
12	0.99	16.38	43	0.98	13.95	74	0.97	18.28	105	0.99	17.91	136	0.99	14.81	167	0.99	13.68	198	0.99	10.76	229	0.98	23.20
13	0.99	15.74	44	0.99	8.45	75	0.97	29.24	106	0.99	10.04	137	0.98	28.61	168	0.99	15.64	199	0.98	14.90	230	0.98	45.76
14	0.99	13.62	45	0.99	10.90	76	0.97	15.56	107	0.99	11.05	138	0.99	22.38	169	0.99	12.30	200	0.99	13.71	231	0.99	16.15
15	0.99	11.22	46	0.99	14.10	77	0.99	10.59	108	0.99	16.34	139	0.98	15.80	170	0.99	15.93	201	0.99	12.62	232	0.98	19.51
16	1.00	6.62	47	0.99	12.55	78	0.97	17.18	109	0.98	21.76	140	0.99	15.04	171	0.99	10.40	202	0.99	11.52	233	0.97	25.06
17	0.98	25.59	48	0.99	8.52	79	0.99	13.04	110	0.98	12.18	141	0.99	28.71	172	0.99	11.41	203	0.99	20.88	234	0.99	27.60
18	0.99	16.50	49	0.99	16.43	80	0.99	17.02	111	0.99	11.21	142	0.98	18.88	173	0.99	19.70	204	0.99	12.99	235	0.99	14.82
19	0.99	22.57	50	0.99	7.57	81	0.99	13.93	112	0.99	19.35	143	0.99	19.85	174	0.98	14.88	205	0.99	17.53	236	0.99	13.38
20	0.97	29.81	51	0.98	32.84	82	0.99	9.87	113	0.99	10.71	144	1.00	21.98	175	0.98	10.43	206	0.98	24.60	237	0.99	18.62
21	0.94	17.94	52	0.99	16.22	83	0.98	16.24	114	0.99	10.81	145	0.98	20.33	176	0.98	14.60	207	0.99	17.55	238	0.99	8.46
22	0.99	14.51	53	0.98	18.23	84	0.99	12.59	115	0.99	12.51	146	0.98	20.60	177	0.99	14.76	208	0.99	21.61	239	0.98	43.30
23	0.99	17.65	54	0.99	12.10	85	0.98	21.35	116	0.99	15.24	147	0.97	30.54	178	0.98	17.83	209	0.99	9.28	240	0.99	12.48
24	0.99	24.95	55	0.99	11.85	86	0.97	19.86	117	0.99	16.19	148	0.99	8.35	179	0.99	12.81	210	0.99	23.51	241	0.99	11.88
25	0.99	21.76	56	0.98	27.10	87	0.99	21.54	118	0.99	27.62	149	0.99	9.38	180	0.98	15.24	211	0.99	11.51	242	0.99	13.96
26	0.99	15.45	57	0.99	13.36	88	0.99	15.57	119	0.99	24.08	150	0.99	13.73	181	0.98	21.22	212	0.99	14.67			
27	0.98	24.81	58	0.98	14.78	89	0.99	11.78	120	1.00	10.56	151	0.96	20.99	182	0.99	10.24	213	0.98	23.68			
28	0.95	24.91	59	0.97	30.58	90	0.98	17.09	121	1.00	9.23	152	0.98	15.17	183	0.99	10.54	214	0.99	11.53			
29	0.98	12.07	60	0.98	20.23	91	0.99	14.09	122	0.99	19.79	153	0.97	22.07	184	0.99	23.63	215	0.98	38.72			
30	0.98	15.28	61	0.97	18.10	92	0.99	11.65	123	0.99	14.08	154	0.99	18.20	185	0.99	12.86	216	0.98	15.17			
31	1.00	15.40	62	0.99	14.33	93	0.99	13.80	124	0.99	12.52	155	0.99	16.03	186	1.00	9.29	217	0.97	18.98			

Ek 14. Tüm istasyonlar için (35) Formülü ile hesaplanan R ve RH değerleri

İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No.	R	Ort. RH	İst. No.	R	Ort. RH	İst. No.	R	Ort. RH
1	0.98	16.82	32	0.99	15.40	63	0.98	14.42	94	0.98	14.08	125	0.99	11.54	156	0.99	28.12	187	0.97	31.90	218	0.98	21.57
2	0.97	16.53	33	0.99	11.07	64	0.99	16.00	95	0.98	12.05	126	0.99	21.69	157	0.91	28.54	188	0.98	15.46	219	1.00	14.38
3	0.98	28.58	34	0.99	15.31	65	0.98	26.51	96	0.99	18.15	127	0.99	19.95	158	0.98	19.51	189	0.99	20.27	220	0.99	16.91
4	1.00	20.88	35	0.99	12.13	66	0.99	15.97	97	0.99	7.18	128	0.99	16.49	159	0.99	21.55	190	0.99	15.58	221	0.99	19.26
5	0.99	10.60	36	0.99	11.40	67	0.99	10.28	98	0.97	17.80	129	0.99	16.84	160	0.99	24.50	191	0.98	12.48	222	0.98	16.87
6	0.99	30.72	37	0.99	11.21	68	0.99	12.96	99	0.99	11.71	130	0.99	18.59	161	0.99	11.91	192	0.99	18.46	223	0.99	12.77
7	0.97	21.76	38	0.99	19.28	69	0.96	17.61	100	0.99	17.24	131	0.97	17.23	162	0.99	19.54	193	0.99	30.98	224	0.98	22.00
8	0.98	12.57	39	0.98	21.10	70	0.99	9.88	101	0.97	14.13	132	0.98	22.57	163	0.95	21.86	194	0.98	17.86	225	0.98	16.23
9	0.99	13.49	40	0.99	22.98	71	0.99	18.96	102	0.99	16.81	133	0.99	15.41	164	0.97	18.55	195	0.99	12.91	226	0.99	12.96
10	0.99	47.65	41	0.99	12.61	72	0.98	23.73	103	0.99	11.31	134	0.96	37.11	165	0.97	13.07	196	0.98	19.68	227	0.99	14.26
11	0.98	18.17	42	0.99	10.96	73	0.99	16.08	104	1.00	8.55	135	0.99	11.36	166	0.99	19.87	197	0.97	30.17	228	0.98	23.67
12	0.99	17.04	43	0.98	13.58	74	0.97	14.86	105	0.99	19.01	136	0.99	14.84	167	0.99	14.54	198	0.99	10.92	229	0.98	25.66
13	0.99	17.54	44	0.99	8.06	75	0.97	30.63	106	0.99	9.91	137	0.98	30.80	168	0.99	17.20	199	0.98	14.87	230	0.98	48.55
14	0.99	14.75	45	0.99	10.63	76	0.97	15.10	107	0.99	11.27	138	0.99	24.38	169	0.99	12.53	200	0.99	13.63	231	0.99	16.20
15	0.99	12.72	46	0.99	16.18	77	0.99	10.20	108	0.99	15.80	139	0.98	15.38	170	0.99	17.04	201	0.99	11.87	232	0.98	19.22
16	1.00	6.97	47	0.99	12.29	78	0.97	17.36	109	0.98	22.10	140	0.99	16.61	171	0.99	10.07	202	0.99	11.00	233	0.97	25.62
17	0.98	27.39	48	0.99	8.13	79	0.99	12.10	110	0.98	12.86	141	0.99	29.46	172	0.99	10.69	203	0.99	22.84	234	0.99	27.66
18	0.99	17.77	49	0.99	17.42	80	0.99	18.64	111	0.99	11.20	142	0.98	19.34	173	0.99	19.73	204	0.99	13.55	235	0.99	14.35
19	0.99	23.41	50	0.99	8.10	81	0.99	14.59	112	0.99	21.10	143	0.99	21.28	174	0.98	13.82	205	0.99	15.95	236	0.99	14.31
20	0.97	32.09	51	0.98	29.60	82	0.99	9.60	113	0.99	11.95	144	1.00	21.77	175	0.98	9.99	206	0.98	23.24	237	0.99	20.43
21	0.94	17.95	52	0.99	17.72	83	0.98	15.85	114	0.99	10.53	145	0.98	21.28	176	0.98	22.28	207	0.99	17.68	238	0.99	8.12
22	0.99	15.98	53	0.98	16.20	84	0.99	12.35	115	0.99	12.29	146	0.98	20.88	177	0.99	14.37	208	0.99	22.05	239	0.97	40.21
23	0.99	17.16	54	0.99	12.19	85	0.98	22.45	116	0.99	15.42	147	0.96	31.72	178	0.98	18.41	209	0.99	8.89	240	0.99	12.64
24	0.99	26.34	55	0.99	12.27	86	0.97	19.52	117	0.99	17.53	148	0.99	8.25	179	0.99	13.09	210	0.99	23.56	241	0.99	11.81
25	0.99	21.62	56	0.98	26.21	87	0.99	19.24	118	0.99	27.01	149	0.99	9.68	180	0.98	14.81	211	0.99	11.39	242	0.99	15.03
26	0.99	14.54	57	0.99	13.87	88	0.99	15.65	119	0.99	24.09	150	0.99	14.71	181	0.98	14.23	212	0.99	14.61			
27	0.98	23.61	58	0.98	14.43	89	0.99	11.34	120	1.00	11.12	151	0.96	21.97	182	0.99	10.51	213	0.98	25.56			
28	0.95	22.97	59	0.97	33.61	90	0.98	17.81	121	1.00	10.00	152	0.98	14.32	183	0.99	10.80	214	0.99	12.99			
29	0.98	12.06	60	0.98	21.30	91	0.99	15.39	122	0.99	21.27	153	0.97	23.26	184	0.99	21.93	215	0.98	39.61			
30	0.98	14.35	61	0.97	21.78	92	0.99	10.93	123	0.99	13.86	154	0.99	20.24	185	0.99	11.06	216	0.98	16.21			
31	1.00	14.23	62	0.99	13.98	93	0.99	13.69	124	0.99	14.11	155	0.99	17.87	186	1.00	10.87	217	0.97	19.05			

Ek 15. Tüm istasyonlar için (36) Formülü ile hesaplanan R ve RH değerleri

İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No.	R	Ort. RH	İst. No.	R	Ort. RH	İst. No.	R	Ort. RH
1	0.95	83.58	32	0.98	40.28	63	0.96	57.30	94	0.97	49.02	125	0.99	24.15	156	0.97	68.25	187	0.92	114.43	218	0.96	72.35
2	0.92	70.28	33	0.97	39.55	64	0.95	89.17	95	0.98	42.00	126	0.98	50.85	157	0.85	84.69	188	0.97	77.71	219	0.99	40.92
3	0.96	41.79	34	0.99	26.61	65	0.95	70.92	96	0.99	39.58	127	1.00	15.17	158	0.97	51.30	189	0.98	40.28	220	0.96	81.07
4	0.98	35.47	35	1.00	17.33	66	0.97	61.32	97	0.99	35.64	128	0.99	19.55	159	0.98	57.83	190	0.98	55.27	221	0.99	62.40
5	0.99	41.56	36	0.99	61.85	67	0.99	61.63	98	0.97	95.71	129	0.99	27.45	160	0.98	33.33	191	0.96	71.43	222	0.95	93.77
6	0.99	20.78	37	1.00	20.06	68	0.99	44.71	99	1.00	15.03	130	0.99	14.90	161	0.99	14.75	192	0.99	37.97	223	0.97	55.67
7	0.96	72.24	38	0.99	55.33	69	0.86	76.19	100	0.99	28.03	131	0.94	53.24	162	0.99	17.26	193	0.99	38.29	224	0.98	47.99
8	0.98	38.51	39	0.94	66.94	70	0.98	32.85	101	0.92	47.24	132	0.98	24.93	163	0.92	75.36	194	0.96	88.35	225	0.98	44.08
9	0.97	50.59	40	0.99	33.46	71	0.99	34.90	102	0.99	29.14	133	0.96	74.56	164	0.91	67.06	195	0.97	49.36	226	0.99	34.28
10	0.95	60.64	41	1.00	12.28	72	0.98	59.59	103	0.99	43.07	134	0.87	142.94	165	0.94	47.25	196	0.94	94.83	227	0.99	52.34
11	0.95	57.50	42	0.99	40.53	73	0.98	39.61	104	0.98	38.21	135	0.97	38.75	166	0.96	47.19	197	0.96	47.01	228	0.96	69.93
12	0.99	39.71	43	0.98	23.31	74	0.93	113.36	105	0.99	48.77	136	0.99	46.49	167	0.98	32.73	198	1.00	21.24	229	0.98	36.07
13	0.95	78.04	44	0.96	57.71	75	0.94	67.71	106	0.99	57.17	137	0.99	19.64	168	0.98	34.62	199	0.97	56.26	230	0.99	68.24
14	1.00	27.45	45	0.98	58.35	76	0.94	54.53	107	1.00	14.51	138	0.99	25.83	169	0.98	33.34	200	1.00	8.56	231	0.99	42.91
15	0.98	36.45	46	0.96	92.21	77	0.98	55.60	108	0.99	28.02	139	0.95	95.06	170	0.99	44.90	201	0.97	47.59	232	0.97	59.11
16	0.99	35.17	47	0.97	62.98	78	0.96	68.21	109	0.96	60.51	140	0.99	43.54	171	0.97	60.76	202	0.99	25.20	233	0.96	62.13
17	0.98	51.85	48	0.99	23.17	79	0.99	25.69	110	0.98	41.96	141	0.98	75.10	172	0.98	34.10	203	0.99	34.04	234	0.97	48.34
18	0.99	20.33	49	0.99	28.60	80	0.98	53.58	111	1.00	8.80	142	0.98	63.09	173	1.00	14.73	204	0.99	38.66	235	0.96	61.29
19	0.98	61.30	50	0.97	44.35	81	0.96	59.00	112	0.99	39.71	143	0.99	36.34	174	0.97	52.95	205	0.97	49.96	236	0.99	43.47
20	0.97	37.30	51	0.94	100.21	82	0.99	41.01	113	0.99	32.20	144	0.99	25.25	175	0.98	47.47	206	0.97	78.89	237	0.95	82.67
21	0.87	33.71	52	0.99	28.20	83	0.98	41.98	114	0.99	30.67	145	0.97	51.85	176	0.95	81.67	207	0.97	45.17	238	0.98	48.86
22	0.99	24.67	53	0.93	61.33	84	0.96	62.05	115	0.98	52.44	146	0.98	68.49	177	0.98	56.76	208	0.99	40.57	239	0.94	54.69
23	0.99	28.60	54	1.00	6.74	85	0.96	55.48	116	0.98	48.35	147	0.89	129.97	178	0.97	48.53	209	0.99	31.08	240	0.99	48.94
24	0.99	36.68	55	0.98	40.00	86	0.96	40.25	117	0.99	28.27	148	0.97	65.04	179	0.97	72.09	210	0.98	48.12	241	0.98	61.66
25	0.97	81.05	56	0.96	78.05	87	0.98	30.45	118	0.98	32.14	149	0.99	33.11	180	0.93	60.53	211	1.00	20.42	242	0.99	33.85
26	1.00	13.37	57	0.98	66.12	88	0.99	24.03	119	0.96	26.13	150	0.99	48.61	181	0.94	117.50	212	0.99	38.19			
27	0.95	92.26	58	0.99	30.61	89	0.99	32.89	120	0.99	42.07	151	0.90	84.30	182	0.99	11.53	213	0.98	35.24			
28	0.92	75.77	59	0.98	40.27	90	0.96	74.88	121	1.00	34.11	152	0.98	46.11	183	1.00	19.83	214	1.00	17.25			
29	0.95	59.55	60	0.99	52.70	91	0.99	34.83	122	1.00	33.98	153	0.94	72.98	184	0.99	32.55	215	0.97	85.79			
30	0.95	83.65	61	0.91	125.40	92	0.98	37.05	123	1.00	26.15	154	0.99	41.03	185	0.98	34.47	216	0.99	45.80			
31	0.98	45.43	62	0.99	30.72	93	0.97	74.83	124	0.99	36.88	155	0.99	26.18	186	0.99	25.34	217	0.95	78.54			



Ek 16. Tüm istasyonlar için (37) Formülü ile hesaplanan R ve RH değerleri

İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No.	R	Ort. RH	İst. No.	R	Ort. RH	İst. No.	R	Ort. RH
1	0.99	12.48	32	1.00	8.21	63	0.99	11.15	94	0.99	11.44	125	1.00	9.84	156	0.97	35.91	187	0.98	23.20	218	0.99	18.18
2	0.98	15.24	33	0.99	9.73	64	0.99	12.20	95	0.99	10.30	126	0.99	17.03	157	0.91	29.39	188	0.99	13.66	219	1.00	13.90
3	0.99	30.45	34	1.00	14.31	65	0.98	22.90	96	1.00	16.96	127	1.00	15.83	158	0.98	16.79	189	0.99	15.53	220	0.99	13.96
4	0.99	24.62	35	1.00	10.20	66	0.99	12.63	97	1.00	3.76	128	1.00	16.60	159	1.00	19.68	190	1.00	10.94	221	1.00	16.92
5	0.45	87.56	36	1.00	10.21	67	1.00	7.64	98	0.98	13.75	129	1.00	12.54	160	1.00	24.63	191	0.99	10.19	222	0.99	14.48
6	0.99	31.21	37	1.00	7.93	68	1.00	13.20	99	1.00	11.03	130	0.99	18.91	161	0.99	10.65	192	1.00	14.28	223	0.99	10.29
7	0.98	19.90	38	1.00	12.73	69	0.97	17.49	100	0.99	14.12	131	0.97	16.18	162	1.00	19.60	193	0.99	22.89	224	0.99	18.50
8	0.99	9.99	39	0.98	18.27	70	0.99	5.89	101	0.97	12.48	132	0.98	19.76	163	0.96	18.52	194	0.98	15.69	225	0.99	13.63
9	1.00	12.20	40	1.00	21.52	71	0.99	14.59	102	1.00	12.77	133	0.99	14.29	164	0.98	17.46	195	0.99	10.21	226	1.00	12.40
10	0.97	52.93	41	1.00	7.91	72	0.99	17.83	103	1.00	13.14	134	0.96	32.65	165	0.98	12.39	196	0.99	16.33	227	1.00	11.07
11	0.99	14.67	42	1.00	8.04	73	0.99	21.78	104	1.00	5.08	135	1.00	9.52	166	1.00	18.40	197	0.98	24.13	228	0.98	20.89
12	0.99	14.72	43	0.99	11.83	74	0.97	16.50	105	0.99	15.61	136	1.00	11.26	167	0.98	21.56	198	1.00	6.93	229	0.99	20.65
13	0.99	14.32	44	0.99	7.03	75	0.97	28.31	106	1.00	6.76	137	0.99	24.49	168	0.99	13.87	199	0.99	12.97	230	0.99	39.64
14	1.00	10.24	45	1.00	6.98	76	0.97	14.50	107	1.00	11.23	138	0.99	21.00	169	1.00	9.57	200	1.00	12.66	231	1.00	16.04
15	0.99	9.54	46	0.99	13.50	77	0.99	7.29	108	0.99	13.29	139	0.98	14.41	170	1.00	13.25	201	1.00	11.09	232	0.99	15.89
16	1.00	7.22	47	0.99	10.39	78	0.98	14.95	109	0.99	18.80	140	1.00	9.81	171	0.99	8.63	202	0.99	12.77	233	0.98	19.76
17	0.99	22.54	48	1.00	5.45	79	0.98	10.05	110	0.99	8.22	141	0.99	23.01	172	0.99	9.16	203	1.00	15.26	234	0.99	26.29
18	0.99	14.20	49	0.99	14.16	80	0.99	20.99	111	1.00	6.67	142	0.99	15.42	173	1.00	19.02	204	1.00	9.90	235	0.99	12.43
19	0.99	17.97	50	1.00	5.88	81	0.99	12.67	112	1.00	139.11	143	1.00	15.16	174	0.99	12.38	205	0.99	16.38	236	0.99	11.67
20	0.98	26.61	51	0.97	27.73	82	1.00	7.60	113	1.00	13.16	144	1.00	22.82	175	0.99	7.12	206	0.99	19.26	237	0.99	16.53
21	0.94	17.25	52	1.00	12.56	83	0.99	12.88	114	1.00	7.93	145	0.98	19.50	176	0.98	12.12	207	0.99	17.08	238	1.00	6.46
22	0.99	12.07	53	0.98	16.75	84	0.99	10.33	115	1.00	11.86	146	0.99	16.84	177	0.99	11.33	208	1.00	20.39	239	0.98	42.29
23	0.99	16.25	54	1.00	9.38	85	0.98	18.55	116	1.00	13.66	147	0.97	27.50	178	0.99	14.59	209	0.99	7.00	240	1.00	9.98
24	0.99	22.73	55	0.99	10.14	86	0.97	17.75	117	1.00	16.71	148	1.00	5.72	179	1.00	9.63	210	1.00	22.09	241	1.00	8.24
25	0.99	20.89	56	0.98	20.95	87	0.99	20.56	118	1.00	27.40	149	0.99	12.81	180	0.99	12.71	211	1.00	6.09	242	1.00	11.06
26	1.00	13.02	57	1.00	10.35	88	0.99	22.20	119	0.96	27.97	150	1.00	9.93	181	0.98	18.94	212	1.00	13.35			
27	0.99	20.76	58	0.99	11.64	89	1.00	10.18	120	1.00	12.55	151	0.96	18.32	182	0.99	9.84	213	0.99	20.30			
28	0.95	23.67	59	0.98	28.23	90	0.98	13.66	121	1.00	7.20	152	0.99	12.69	183	1.00	7.62	214	1.00	11.09			
29	0.99	8.56	60	0.99	16.66	91	1.00	12.09	122	1.00	16.00	153	0.98	20.12	184	0.99	24.76	215	0.99	32.51			
30	0.99	12.84	61	0.97	15.03	92	1.00	9.31	123	1.00	13.16	154	0.99	16.79	185	1.00	10.59	216	0.99	11.64			
31	1.00	14.57	62	1.00	13.06	93	0.99	10.10	124	1.00	9.50	155	1.00	14.33	186	1.00	7.12	217	0.98	15.85			

Ek 17. Tüm istasyonlar için (38) Formülü ile hesaplanan R ve RH değerleri

İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No.	R	Ort. RH	İst. No.	R	Ort. RH	İst. No.	R	Ort. RH
1	0.99	12.87	32	1.00	9.21	63	0.99	11.26	94	0.99	11.03	125	1.00	8.62	156	0.97	37.10	187	0.98	29.11	218	0.99	19.56
2	0.98	15.02	33	0.99	9.51	64	0.99	13.73	95	0.99	9.93	126	0.99	18.85	157	0.91	25.83	188	0.99	13.07	219	1.00	14.08
3	0.99	26.74	34	1.00	13.78	65	0.98	21.97	96	1.00	16.16	127	1.00	16.67	158	0.98	18.14	189	0.99	17.79	220	0.99	15.14
4	0.99	24.58	35	1.00	9.69	66	0.99	13.17	97	1.00	3.65	128	1.00	15.71	159	1.00	19.81	190	1.00	11.88	221	1.00	17.13
5	1.00	8.81	36	1.00	9.91	67	1.00	7.78	98	0.98	14.36	129	0.99	14.15	160	1.00	22.53	191	0.99	10.24	222	0.99	15.04
6	0.99	30.79	37	1.00	8.85	68	1.00	13.16	99	1.00	10.72	130	0.99	17.52	161	0.99	10.15	192	1.00	16.16	223	0.99	10.61
7	0.98	19.15	38	1.00	13.94	69	0.97	16.50	100	0.99	16.10	131	0.97	15.95	162	1.00	19.01	193	0.99	25.41	224	0.99	19.21
8	0.99	10.03	39	0.98	20.09	70	0.99	7.43	101	0.97	12.27	132	0.98	21.45	163	0.96	20.72	194	0.98	15.57	225	0.99	14.39
9	1.00	11.75	40	0.98	12.87	71	0.99	16.36	102	1.00	13.38	133	0.99	13.22	164	0.97	16.81	195	0.99	9.55	226	1.00	13.20
10	0.97	54.61	41	1.00	8.01	72	0.99	18.70	103	1.00	13.45	134	0.96	34.69	165	0.97	12.38	196	0.99	17.10	227	1.00	11.65
11	0.99	15.91	42	1.00	8.09	73	0.99	22.12	104	1.00	5.83	135	1.00	8.66	166	1.00	18.16	197	0.98	25.65	228	0.98	20.95
12	0.99	15.23	43	0.99	11.33	74	0.98	13.21	105	0.99	16.34	136	1.00	11.28	167	0.98	22.29	198	1.00	7.12	229	0.99	23.11
13	0.99	15.76	44	0.99	6.61	75	0.97	29.71	106	1.00	6.61	137	0.99	26.60	168	0.99	15.18	199	0.99	13.09	230	0.99	42.33
14	1.00	11.24	45	1.00	6.75	76	0.97	14.04	107	1.00	11.44	138	0.99	23.05	169	1.00	10.11	200	1.00	12.57	231	1.00	16.01
15	0.99	11.09	46	0.99	14.75	77	0.99	6.94	108	0.99	12.70	139	0.98	13.97	170	1.00	14.33	201	1.00	10.21	232	0.99	15.64
16	1.00	7.77	47	0.99	10.04	78	0.98	15.56	109	0.98	19.10	140	1.00	11.04	171	0.99	8.32	202	0.99	12.30	233	0.98	20.41
17	0.99	24.32	48	1.00	5.06	79	1.00	8.78	110	0.99	8.81	141	0.99	23.73	172	0.99	8.43	203	1.00	17.23	234	0.99	26.29
18	0.99	15.46	49	0.99	15.14	80	0.99	22.21	111	1.00	6.76	142	0.99	15.86	173	1.00	19.04	204	1.00	10.58	235	0.99	11.90
19	0.99	18.79	50	1.00	6.34	81	0.99	13.36	112	0.99	17.78	143	1.00	16.37	174	0.99	11.07	205	0.99	14.71	236	0.99	12.28
20	0.97	28.81	51	0.97	25.30	82	1.00	7.46	113	1.00	7.08	144	1.00	22.64	175	0.99	6.72	206	0.99	18.03	237	0.99	18.37
21	0.95	17.21	52	1.00	13.96	83	0.99	12.41	114	1.00	7.32	145	0.98	20.48	176	0.98	11.56	207	0.99	17.11	238	1.00	6.14
22	0.99	13.55	53	0.98	14.89	84	0.99	10.02	115	0.99	11.69	146	0.99	17.16	177	0.99	10.97	208	1.00	18.93	239	0.98	39.45
23	0.99	15.78	54	1.00	9.49	85	0.98	19.63	116	1.00	13.69	147	0.97	28.47	178	0.98	15.00	209	0.99	6.43	240	1.00	10.18
24	0.99	24.11	55	0.99	10.57	86	0.97	17.32	117	1.00	17.91	148	1.00	5.60	179	1.00	9.94	210	1.00	22.05	241	1.00	8.17
25	0.99	20.72	56	0.98	20.53	87	0.99	18.14	118	0.99	26.99	149	0.99	13.37	180	0.99	11.99	211	1.00	5.75	242	1.00	12.28
26	1.00	12.07	57	1.00	10.81	88	0.99	22.45	119	0.96	28.10	150	1.00	10.79	181	0.98	12.45	212	1.00	13.25			
27	0.99	19.54	58	0.99	11.45	89	1.00	9.62	120	1.00	12.99	151	0.96	19.40	182	0.99	10.13	213	0.98	22.15			
28	0.95	21.72	59	0.98	31.24	90	0.98	14.84	121	1.00	7.78	152	0.99	11.64	183	1.00	8.05	214	1.00	12.72			
29	0.99	8.64	60	0.99	17.69	91	1.00	12.75	122	1.00	17.49	153	0.98	21.61	184	0.99	23.12	215	0.98	33.40			
30	0.99	11.93	61	0.97	18.69	92	1.00	8.53	123	1.00	13.04	154	0.99	18.86	185	1.00	8.22	216	0.99	12.52			
31	1.00	13.28	62	1.00	12.86	93	0.99	10.10	124	1.00	10.90	155	1.00	16.16	186	1.00	8.80	217	0.98	15.95			

Ek 18. Tüm istasyonlar için (39) Formülü ile hesaplanan R ve RH değerleri

İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH
1	0.93	82.74	32	0.94	46.71	63	0.96	54.81	94	0.96	49.52	125	0.98	25.63	156	0.87	97.87	187	0.90	112.00	218	0.95	72.98
2	0.92	68.12	33	0.97	38.35	64	0.91	94.67	95	0.98	41.42	126	0.97	51.39	157	0.84	80.93	188	0.96	76.37	219	0.96	51.78
3	0.94	46.59	34	0.96	39.91	65	0.92	74.69	96	0.98	42.34	127	0.96	27.75	158	0.97	49.05	189	0.96	42.93	220	0.93	82.95
4	0.91	52.29	35	0.98	24.28	66	0.96	61.10	97	0.98	37.18	128	0.97	27.85	159	0.96	59.29	190	0.95	57.48	221	0.97	65.06
5	0.97	49.46	36	0.96	66.67	67	0.96	67.92	98	0.95	92.01	129	0.99	27.51	160	0.96	36.84	191	0.94	71.12	222	0.92	94.49
6	0.97	22.29	37	0.99	21.78	68	0.94	59.18	99	0.98	23.38	130	0.99	17.45	161	0.96	23.16	192	0.96	41.24	223	0.95	57.62
7	0.96	69.82	38	0.97	58.72	69	0.87	74.40	100	0.99	27.59	131	0.94	50.75	162	0.97	26.49	193	0.94	51.02	224	0.95	54.05
8	0.97	38.79	39	0.89	77.56	70	0.96	35.19	101	0.89	48.78	132	0.98	26.01	163	0.91	73.11	194	0.91	93.53	225	0.99	40.94
9	0.94	56.43	40	0.98	36.45	71	0.99	34.14	102	0.99	29.31	133	0.93	80.37	164	0.91	65.34	195	0.96	48.65	226	0.95	50.06
10	0.85	86.31	41	0.98	20.05	72	0.96	61.86	103	0.94	60.51	134	0.83	142.19	165	0.94	45.96	196	0.91	96.76	227	0.97	53.35
11	0.93	57.40	42	0.98	43.25	73	0.92	55.45	104	0.97	40.43	135	0.96	39.37	166	0.95	48.25	197	0.96	44.20	228	0.96	67.91
12	0.94	55.89	43	0.98	22.76	74	0.92	110.36	105	0.95	61.09	136	0.97	56.36	167	0.90	55.67	198	0.98	24.01	229	0.97	36.54
13	0.91	83.54	44	0.95	57.97	75	0.94	66.02	106	0.97	60.65	137	0.97	27.19	168	0.95	37.50	199	0.95	57.66	230	0.97	69.53
14	0.98	31.63	45	0.97	59.51	76	0.94	52.84	107	0.97	15.79	138	0.95	30.70	169	0.97	33.85	200	0.99	12.43	231	0.95	57.73
15	0.97	36.39	46	0.91	107.45	77	0.98	54.89	108	0.98	30.00	139	0.96	92.44	170	0.99	44.72	201	0.97	47.22	232	0.95	60.25
16	0.96	40.62	47	0.96	62.48	78	0.93	69.21	109	0.95	60.98	140	0.94	53.37	171	0.97	59.90	202	0.94	39.00	233	0.93	62.19
17	0.97	51.55	48	0.99	23.01	79	0.98	29.26	110	0.97	40.25	141	0.95	78.53	172	0.98	33.83	203	0.96	41.17	234	0.93	53.85
18	0.96	27.29	49	0.99	26.75	80	0.91	73.95	111	0.99	14.39	142	0.97	62.90	173	0.98	17.62	204	0.98	40.54	235	0.95	61.03
19	0.96	63.50	50	0.95	47.10	81	0.96	58.05	112	0.98	40.07	143	0.97	43.87	174	0.98	49.65	205	0.93	58.71	236	0.94	54.14
20	0.96	38.01	51	0.88	110.90	82	0.98	40.92	113	0.98	34.29	144	0.95	36.64	175	0.96	49.86	206	0.93	86.80	237	0.91	90.42
21	0.87	33.58	52	0.97	34.23	83	0.98	40.56	114	0.98	36.64	145	0.98	49.33	176	0.95	79.66	207	0.92	59.92	238	0.96	50.17
22	0.98	25.73	53	0.90	64.09	84	0.96	60.16	115	0.94	63.16	146	0.97	67.53	177	0.96	59.56	208	0.96	52.05	239	0.90	62.17
23	0.98	29.47	54	1.00	9.18	85	0.96	54.56	116	0.95	57.64	147	0.87	128.99	178	0.96	49.78	209	0.99	28.98	240	0.96	56.23
24	0.99	35.54	55	0.98	38.52	86	0.94	41.03	117	0.96	31.47	148	0.97	65.11	179	0.95	72.77	210	0.98	49.79	241	0.97	63.71
25	0.98	79.70	56	0.89	101.69	87	0.98	30.03	118	0.93	45.39	149	0.94	50.02	180	0.92	59.62	211	0.97	28.28	242	0.96	36.52
26	0.98	22.55	57	0.95	74.26	88	0.92	34.56	119	0.87	28.03	150	0.98	51.42	181	0.92	117.76	212	0.96	47.36			
27	0.94	89.84	58	0.98	29.31	89	0.95	49.12	120	0.95	55.64	151	0.88	81.71	182	0.99	10.59	213	0.97	34.43			
28	0.92	73.44	59	0.98	38.52	90	0.92	78.68	121	0.97	40.93	152	0.98	44.95	183	0.99	21.49	214	0.99	19.05			
29	0.94	59.33	60	0.98	52.09	91	0.94	50.96	122	0.97	39.78	153	0.94	70.51	184	0.94	46.68	215	0.94	86.62			
30	0.92	87.38	61	0.88	123.93	92	0.98	37.50	123	0.98	35.30	154	0.98	41.43	185	0.96	36.86	216	0.97	47.70			
31	0.94	51.39	62	0.96	42.23	93	0.94	76.37	124	0.96	41.60	155	0.99	26.31	186	0.98	27.27	217	0.95	74.84			

Ek 19. Tüm istasyonlar için (40) Formülü ile hesaplanan R ve RH değerleri

İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH
1	0.97	16.81	32	0.96	22.14	63	0.99	10.31	94	0.98	16.35	125	0.99	12.22	156	0.88	59.26	187	0.96	25.62	218	0.98	20.56
2	0.97	15.09	33	0.99	9.93	64	0.94	25.14	95	0.98	12.99	126	0.98	18.97	157	0.90	30.29	188	0.98	14.87	219	0.97	19.53
3	0.97	34.09	34	0.96	22.77	65	0.94	32.09	96	0.99	20.98	127	0.96	28.27	158	0.99	15.63	189	0.97	19.89	220	0.97	17.51
4	0.92	33.31	35	0.98	16.29	66	0.98	15.51	97	0.99	9.04	128	0.97	19.80	159	0.98	23.51	190	0.97	18.44	221	0.98	23.57
5	0.98	18.05	36	0.97	18.84	67	0.97	19.88	98	0.98	14.20	129	0.99	13.62	160	0.98	29.05	191	0.97	12.68	222	0.96	20.59
6	0.97	31.36	37	0.99	11.12	68	0.95	23.01	99	0.98	13.33	130	0.99	20.07	161	0.96	16.74	192	0.97	18.67	223	0.97	17.28
7	0.97	19.71	38	0.98	21.80	69	0.97	16.27	100	0.99	13.59	131	0.98	14.17	162	0.97	23.99	193	0.94	37.87	224	0.95	28.19
8	0.98	13.76	39	0.93	27.52	70	0.97	11.88	101	0.93	17.48	132	0.98	20.06	163	0.95	18.65	194	0.94	30.72	225	1.00	10.56
9	0.97	19.08	40	0.99	22.27	71	0.99	15.60	102	0.99	13.91	133	0.95	27.21	164	0.97	17.50	195	0.99	12.12	226	0.95	26.85
10	0.86	61.80	41	0.98	16.34	72	0.97	24.37	103	0.94	27.21	134	0.92	36.54	165	0.97	12.79	196	0.95	24.67	227	0.98	14.74
11	0.97	17.04	42	0.98	13.62	73	0.92	30.31	104	0.98	11.21	135	0.99	11.36	166	0.98	21.17	197	0.98	22.51	228	0.98	19.90
12	0.95	29.87	43	0.99	12.23	74	0.97	17.09	105	0.95	30.44	136	0.98	19.54	167	0.90	40.66	198	0.98	11.61	229	0.98	21.55
13	0.95	22.90	44	0.98	9.44	75	0.98	26.93	106	0.98	16.19	137	0.97	29.99	168	0.97	18.43	199	0.97	18.02	230	0.97	41.05
14	0.98	17.02	45	0.98	14.95	76	0.97	13.82	107	0.97	13.15	138	0.95	25.28	169	0.99	12.14	200	0.99	15.21	231	0.96	24.35
15	0.99	11.16	46	0.94	26.52	77	0.99	10.73	108	0.98	17.52	139	0.99	13.81	170	0.99	14.96	201	0.99	11.57	232	0.97	22.53
16	0.96	14.54	47	0.98	13.39	78	0.95	20.69	109	0.97	20.18	140	0.95	26.33	171	0.99	8.46	202	0.94	23.42	233	0.95	24.30
17	0.98	23.33	48	1.00	7.19	79	0.99	15.34	110	0.99	9.33	141	0.96	31.54	172	0.99	9.95	203	0.96	26.60	234	0.96	31.31
18	0.97	21.40	49	1.00	12.46	80	0.92	36.09	111	0.99	14.02	142	0.98	17.42	173	0.98	21.41	204	0.99	15.59	235	0.98	14.86
19	0.97	24.35	50	0.97	13.30	81	0.99	12.41	112	0.98	17.26	143	0.97	25.92	174	1.00	9.10	205	0.95	23.70	236	0.95	24.20
20	0.96	27.38	51	0.91	46.69	82	0.99	10.05	113	0.99	13.55	144	0.95	27.65	175	0.97	14.58	206	0.94	35.34	237	0.95	26.76
21	0.94	16.60	52	0.97	21.94	83	0.99	13.95	114	0.98	15.41	145	0.99	17.18	176	0.98	13.85	207	0.93	27.82	238	0.98	10.97
22	0.98	13.54	53	0.95	21.17	84	0.99	9.98	115	0.96	22.14	146	0.98	18.98	177	0.97	19.36	208	0.97	23.56	239	0.94	45.74
23	0.99	18.79	54	1.00	10.62	85	0.98	18.56	116	0.97	22.23	147	0.94	32.12	178	0.97	19.81	209	1.00	4.13	240	0.97	21.14
24	1.00	21.67	55	0.99	9.75	86	0.96	20.88	117	0.97	18.59	148	0.99	8.53	179	0.98	14.79	210	0.99	23.60	241	0.98	15.56
25	0.99	19.40	56	0.91	45.50	87	0.99	21.29	118	0.95	33.36	149	0.94	24.93	180	0.98	13.98	211	0.97	18.08	242	0.98	15.96
26	0.98	19.12	57	0.97	20.78	88	0.92	29.59	119	0.87	30.94	150	0.98	18.23	181	0.96	22.69	212	0.97	23.43			
27	1.00	148.59	58	0.99	12.93	89	0.95	23.52	120	0.95	23.79	151	0.95	19.84	182	0.99	8.63	213	0.98	20.99			
28	0.95	23.10	59	0.98	26.86	90	0.95	24.42	121	0.97	18.00	152	0.99	14.43	183	0.99	10.13	214	0.99	12.83			
29	0.97	12.46	60	0.99	17.30	91	0.95	29.98	122	0.97	23.37	153	0.98	20.26	184	0.95	30.09	215	0.96	35.66			
30	0.95	23.81	61	0.94	21.65	92	0.99	11.93	123	0.98	18.96	154	0.99	17.58	185	0.98	16.05	216	0.98	17.41			
31	0.96	22.66	62	0.96	20.21	93	0.97	18.13	124	0.97	19.29	155	0.99	14.42	186	0.98	11.20	217	0.99	14.79			

Ek 20. Tüm istasyonlar için (41) Formülü ile hesaplanan R ve RH değerleri

İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No	R	Ort. RH	İst. No.	R	Ort. RH	İst. No.	R	Ort. RH	İst. No.	R	Ort. RH
1	0.97	17.09	32	0.96	22.80	63	0.99	10.51	94	0.98	15.91	125	0.99	11.15	156	0.81		187	0.96	31.18	218	0.98	21.34
2	0.97	14.89	33	0.99	9.95	64	0.94	25.39	95	0.98	12.77	126	0.98	20.57	157	0.90	26.67	188	0.98	14.47	219	0.97	19.68
3	0.94		34	0.96	22.27	65	0.94	31.55	96	0.99	20.19	127	0.96	29.15	158	0.99	16.76	189	0.97	21.85	220	0.97	18.69
4	0.92	33.16	35	0.98	15.86	66	0.98	15.90	97	0.99	9.31	128	0.97	18.97	159	0.98	23.48	190	0.97	19.03	221	0.98	23.77
5	0.98	18.72	36	0.97	18.32	67	0.97	20.08	98	0.98	14.83	129	0.99	15.13	160	0.98	27.03	191	0.97	12.63	222	0.96	21.06
6	0.97	30.92	37	0.99	11.86	68	0.95	22.74	99	0.98	13.17	130	0.99	18.64	161	0.96	16.58	192	0.97	20.22	223	0.97	17.69
7	0.97	19.06	38	0.98	22.72	69	0.97	15.53	100	0.99	15.65	131	0.98	13.92	162	0.97	23.37	193	0.94	39.81	224	0.95	29.16
8	0.98	13.64	39	0.93	28.78	70	0.97	12.62	101	0.93	17.46	132	0.98	21.82	163	0.95	20.43	194	0.94	30.80	225	1.00	11.34
9	0.97	18.67	40	0.99	22.27	71	0.99	17.07	102	0.99	14.60	133	0.95	26.22	164	0.96	17.06	195	0.99	11.59	226	0.95	27.85
10	0.86	63.69	41	0.98	16.29	72	0.97	25.07	103	0.94	27.78	134	0.92	41.43	165	0.97	12.90	196	0.95	24.37	227	0.98	15.40
11	0.97	18.24	42	0.98	13.65	73	0.92	30.76	104	0.98	11.82	135	0.99	10.66	166	0.98	20.91	197	0.98	24.00	228	0.98	19.96
12	0.95	30.79	43	0.99	11.67	74	0.97	13.49	105	0.95	31.36	136	0.98	19.51	167	0.87		198	0.98	11.83	229	0.98	23.80
13	0.95	23.28	44	0.98	9.10	75	0.97	28.34	106	0.98	16.08	137	0.97	31.67	168	0.97	19.68	199	0.97	17.85	230	0.97	43.57
14	0.98	18.04	45	0.98	14.85	76	0.97	13.27	107	0.97	13.06	138	0.95	27.08	169	0.99	12.69	200	0.99	15.07	231	0.96	24.24
15	0.99	12.27	46	0.94	26.34	77	0.99	10.39	108	0.98	16.90	139	0.99	13.36	170	0.99	15.80	201	0.99	10.70	232	0.97	22.33
16	0.98		47	0.98	13.17	78	0.95	20.84	109	0.97	20.56	140	0.97		171	0.99	8.22	202	0.94	23.19	233	0.95	24.85
17	0.98	24.70	48	1.00	6.87	79	0.99	14.25	110	0.99	10.26	141	0.96	32.16	172	0.99	9.36	203	0.96	27.91	234	0.96	31.53
18	0.96	22.43	49	1.00	13.32	80	0.92	37.42	111	0.99	13.98	142	0.98	17.84	173	0.98	21.43	204	0.99	16.21	235	0.98	14.34
19	0.97	24.94	50	0.97	14.28	81	0.99	12.98	112	0.98	18.90	143	0.97	27.07	174	1.00	7.69	205	0.95	22.67	236	0.87	
20	0.96	29.49	51	0.91	44.85	82	0.99	9.80	113	0.99	14.44	144	0.95	27.45	175	0.97	14.62	206	0.56		237	0.95	28.21
21	0.95	16.58	52	0.97	22.81	83	0.99	13.57	114	0.98	15.10	145	0.99	18.23	176	0.98	13.69	207	0.93	27.60	238	0.98	10.70
22	0.98	14.96	53	0.95	19.57	84	0.99	9.69	115	0.96	21.64	146	0.98	19.28	177	0.97	19.16	208	0.97	24.19	239	0.94	43.72
23	0.99	18.29	54	1.00	10.70	85	0.98	19.56	116	0.97	22.05	147	0.94	33.32	178	0.97	20.43	209	1.00	3.63	240	0.97	21.43
24	1.00	22.98	55	0.99	10.37	86	0.96	20.53	117	0.97	20.03	148	0.99	8.44	179	0.98	15.03	210	0.99	23.74	241	0.98	15.52
25	0.99	19.21	56	0.91	45.27	87	0.99	18.89	118	0.95	32.94	149	0.94	25.76	180	0.98	13.40	211	0.97	18.23	242	0.98	17.08
26	0.98	18.20	57	0.97	20.86	88	0.92	30.14	119	0.87	31.35	150	0.98	19.11	181	0.96	17.02	212	0.97	23.33			
27	0.98	19.58	58	0.99	12.58	89	0.95	23.14	120	0.95	24.44	151	0.95	20.58	182	0.99	8.93	213	0.98	22.69			
28	0.95	21.65	59	0.98	29.65	90	0.95	24.60	121	0.97	18.70	152	0.99	13.55	183	0.99	10.55	214	0.99	14.36			
29	0.97	12.69	60	0.99	18.11	91	0.95	30.81	122	0.97	24.53	153	0.98	21.58	184	0.95	28.41	215	0.96	36.37			
30	0.95	22.65	61	0.94	23.19	92	0.99	11.19	123	0.98	18.88	154	0.99	19.58	185	0.98	14.17	216	0.98	18.21			
31	0.96	21.70	62	0.96	19.85	93	0.97	18.13	124	0.97	20.54	155	0.99	16.17	186	0.98	12.61	217	0.99	14.97			

## ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Trabzon'da doğdu. Trabzon'da ilköğrenimini İsmet Paşa İlköğretim Okulu'nda, ortaöğretimini Yunus Emre Anadolu Lisesi'nde, lise eğitimini de Tefvik Serdar Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2005 yılında Atatürk Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünü kazandı ve 2009 yılında mezun oldu. Aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2011 yılında ÇAYKUR Genel Müdürlüğü Proje ve İnşaat Dairesi'ne inşaat mühendisi olarak atanan Emrah ÖRGÜN halen ÇAYKUR Genel Müdürlüğü Proje ve İnşaat Dairesinde inşaat mühendisi olarak çalışmaktadır. Evli olup orta derecede İngilizce bilmektedir.