



**ORTA KARADENİZ BÖLGESİNDE TAŞKINA NEDEN
OLAN GÜNLÜK EN BÜYÜK YAĞMUR MİKTARLARININ
BÖLGESEL FREKANS ANALİZİ**

Melih ENGİNSU

**Yüksek Lisans Tezi
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı**

**Prof. Dr. Kadri YÜREKLİ
2015**

Her hakkı saklıdır

T.C.
GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORTA KARADENİZ BÖLGESİNDE TAŞKINA NEDEN OLAN
GÜNLÜK EN BÜYÜK YAĞMUR MİKTARLARININ BÖLGESEL
FREKANS ANALİZİ

Melih ENGİNSU


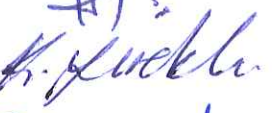

TOKAT

2015

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Kadri YÜREKLİ danışmanlığında, Melih ENGİNSU tarafından hazırlanan bu çalışma 20.05.2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Hüseyin ŞİMŞEK
Prof. Dr. Kadri YÜREKLİ
Prof. Dr. Bilal CEMEK

İmza : 
İmza : 
İmza : 

Yukarıdaki sonucu onaylarım



Prof. Dr. Mehmet Ali SAKİN

Enstitü Müdürü

19.../06/2015

TEZ BEYANI

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

Melih ENGİNSU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ORTA KARADENİZ BÖLGESİNDE TAŞKINA NEDEN OLAN GÜNLÜK EN BÜYÜK YAĞMUR MİKTARLARININ BÖLGESEL FREKANS ANALİZİ

Melih ENGİNSU

GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Danışman: Prof. Dr. Kadri YÜREKLİ

Maksimum yağmurların tahmini sadece taşkınların tahmininde önemli olmayıp hidroloji mühendisliği ve hidrolik yapıların projelenmesinde de gerekli olmaktadır. Bu nedenle, maksimum yağmurların derinlik-frekans analizleri, hidrolik yapıların projelenmesinde yapının maliyet ve ekonomik/stratejik önemine göre seçilen bir tekrarlanma periyoduna bağlı olan hidrolik yapıların projelenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu anlamda, önemli ölçüde olasılık dağılıma ait parametre tahmininde kullanılan istatistik yöntemlere bağlı olan makul bir proje kriterinin tahmini, hidrolik yapıların projelenmesi ve yönetimi için genellikle esastır. Ancak, hidroloji ve su kaynaklarının planlama ve yönetiminde yaygın olan problem, makul bir projelendirme için maksimum yağmur verisinin mevcut olmadığı yada yetersiz olduğu yerlerde günlük maksimum yağmurlar gibi nadir olayların büyüklüğünü tahmin etmektir. Yağış verilerinin makul bir proje kriterinin seçimi için yeterli uzunlukta olması gerekir. Ülkemizde uzun süreli yağış kayıtlarına sahip yağış istasyonları sayısal olarak az olmasının yanında bu istasyonların çoğunda da plüvyoğraf bulunmamaktadır. Diğer önemli bir problem de bu istasyonlardan elde edilen yağmur verisinin güvenilirliğinden şüphe edilmektedir. Bu tip problemleri önlemek için istatistiki olarak homojen kabul edilen bir bölgedeki farklı istasyonlardan elde edilen yağmur verisi kullanılır. Bölgeselleştirme olarak belirtilen bu yaklaşım hidrolojik değişkenlerin frekans analizinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, Orta Karadeniz Bölgesinde 70 yağış istasyonunda ölçülen günlük en büyük yağmur miktarlarının bölgesel frekans analizi son zamanlarda popüler olan L-moment yaklaşımıyla gerçekleştirildi. Bu amaç için yağış istasyonlarının L-moment oranlarına bağlı olarak hesaplanan düzensizlik ölçütüne göre uyumsuz istasyonlar belirlendi. Öncelikle bütün istasyonların tek bir bölge oluşturup oluşturmadıkları düzensizlik ölçütüyle test edildi. Uyumsuz istasyonların varlığından dolayı 70 istasyonun aynı bölge içinde olamayacağına karar verildi. Orta Karadeniz bölgesi alt bölgelere ayrılarak uyumsuz istasyonların varlığı tekrar incelendi. Bu anlamda bölgenin 6 alt bölgeye ayrıldı. Alt bölgelerin homojenliğine karar vermek için heterojenlik testi

uygulandı. Alt bölgelerin tümü H istatistiğine göre homojenlik şartını yerine getirdi. Uygunluk ölçüsüne dayanarak, $|Z^{DIST}|$, alt bölgelerin günlük en büyük yağmur serileri için geçerli bölgesel dağılımlar belirlendi. Çalışmada üç parametrelî dağılımlardan Genel Ekstrem Değer (GEV), Genel Lojistik (GLO), Genel Normal (GNO), Genel Pareto (GPA) ve Pearson Tip 3 (PE3) dağılımları göz önüne alınmıştır. Bu dağılımlar arasından, Bölge I, Bölge III ve Bölge IV için GEV, Bölge II ve V için GLO, Bölge VI için GNO dağılımları en uygun bölgesel dağılımlar olarak seçildi.

2015, 50 sayfa

Anahtar Kelimeler: Büyüme eğrisi, Düzensizlik ölçütü, Günlük maksimum yağmur, Heterojenlik ölçütü, L-moment

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

REGIONAL FREQUENCY ANALYSIS OF DAILY MAXIMUM RAINFALLS ON MIDDLE BLACK SEA REGION CAUSED FLOOD

Melih ENGİNSU

GAZİOSMANPAŞA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF AGRİCULTURAL STRUCTURES AND İRRİGATION

Supervisor: Prof. Dr. Kadri YÜREKLİ

Estimates of maximum rainfalls are not only important for flood estimation but also for hydrologic engineering and hydraulic designing. Therefore, maximum rainfall depth-frequency analysis has a key role in the design of hydraulic structures where a return period is selected according to the cost and economic/strategic significance of the structure. In this case, reliable design quantile estimation which considerably depends on statistical methods used in parameter estimation belonging to probability distributions is usually essential for design and management of hydraulic structures. But, a common problem in hydrology and water resources planning and management is that of estimating the magnitude of rare events such as daily maximum rainfall at sites where maximum rainfall data are either not available or are insufficient for reliable design. The rainfall data should be sufficient record length for the estimation of reliable design criteria. The rain gauges with long records in our country are numerically less and there is also no pluviograph instrument in many of these gauges. Another important problem is that the rainfall data from the gauge stations having the pluviograph are considered as being unreliable. The rainfall data from the different sites in a region assumed as statistically homogeneous is used to overcome such these problems. This procedure called as regionalization, are commonly used in the frequency analysis of hydrologic variables.

In this study, regional frequency analysis of annual daily rainfalls measured in the 70-rain gauges on Middle Black Sea Region was performed by L-moment algorithm popularized recently. For this reason, the discordant sites (stations) were detected according to discordancy measure calculated by L-moment ratios. Initially, whether all sites were formed in a region was tested using discordancy measure. It was decided that the 70-sites could not be formed in the same region due to existence of the discordant sites. The presence of discordance sites was sought again by dividing Middle Black Sea region into sub-region. In this sense, the main region was formed as the 6 sub- regions. The heterogeneity measures (H) applied to the sub-regions to decide

whether the regions were homogeneous. All of the sub- regions were implemented the condition of homogeneous with respect to the H statistic. Based on the goodness of fit test measure, $|Z^{\text{DIST}}|$, the candidate regional distributions for annual daily maxima rainfall series in the sub-regions were selected. In the study, the distributions with three parameters, named Generalized Extreme Values (GEV), Generalized Logistic (GLO), Generalized normal (GNO), Generalized Pareto (GPA) and Pearson Type III (PE3) distributions, were taken into consideration. Among these distributions, GEV for Region I, Region III and Region IV, GLO for Region II and Region V, GNO for Region VI were selected as regional frequency distribution.

2015, 50 pages

Key Words: Daily maximum rainfall, Discordancy measure, Growth curve, Heterogeneity measure, L-moment

TEŐEKKÖR

Tez konumun seçilmesinde ve yűrűtűlmesinde beni yűnlendiren, çalıŐmalarımın her aŐamasında bilgi, űneri ve yardımlarını esirgemeyen danıŐman hocam Sayın Prof. Dr. Kadri YűREKLİ'ye teŐekkűrlerimi sunarım. Tezimdeki haritaların oluŐturulmasında yardımcı olan Harita Műhendisi Sn. Cengiz KUŐU'ya vermiŐ olduĐu emeklerinden dolayı teŐekkűr ederim. Beni bu gűnlere getiren dűnyanın en gűzel iki insanı annem Melahat ENGİNSU ve babam Rahmi ENGİNSU'ya teŐekkűrlerimi sunarım.

MELİH ENGİNSU

Mayıs 2015

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2.KAYNAK ÖZETLERİ	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM	16
3.1 Materyal	19
3.2. Yöntem.....	23
3.2.1. L-momentler Yaklaşımı	23
3.2.2. Bölgeselleştirme.....	24
3.2.3. Düzensizlik Ölçüsü	25
3.2.4. Heterojenlik Ölçüsü	26
3.2.5. Uygunluk Ölçüsü	28
3.2.6. Bölgesel L-Moment Algoritması	29
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	31
4.1. Homojen Bölgeler ve Uygun Bölgesel Dağılım	31
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	44
6. KAYNAKLAR	48
ÖZGEÇMİŞ	52

SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
X	Meydana gelen olay
$X_{(i)}$	Sıralanmış gözlemler
n	Gözlem süresi
b_r	Olasılık ağırlıklı moment (en fazla meydana gelme olasılığında)
λ_1	Dağılımın ortalamasını
λ_2	Dağılım ölçüsünü
t	Boyutsuz L değişim katsayısı
t_3	Boyutsuz L çarpıklık katsayısı
t_4	Boyutsuz L basıklık katsayısı
i	İstasyon
n_i	i istasyonun gözlem süresi
$Q_i(F)$	i istasyonunun en fazla meydana gelme olasılığının tekrarlanma fonksiyonu
$q(F)$	En fazla meydana gelme olasılığının bölgesel büyüme eğrisi
μ_i	i istasyonunun gösterge taşkın değer tahmini
(D_i)	Düzensizlik ölçüsü
N	İstasyon sayısı
U_i	i istasyonunun örnek L moment oranlarının matrisinin devriği
\bar{u}	Farklı u_i değerlerinin ağırlıksız ortalaması
K	Kovaryans matrisi
H	Heterojenlik ölçüsü
$H1$	V istatistiğine göre hesaplanan heterojenlik ölçüsü
$H2$	V_2 istatistiğine göre hesaplanan heterojenlik ölçüsü
$H3$	V_3 istatistiğine göre hesaplanan heterojenlik ölçüsü
V	L değişim katsayısına göre hesaplanan ağırlıklı standart sapması
V_2	L değişim katsayısı ve L çarpıklık oranına göre hesaplanan ağırlıklı standart sapma
V_3	L çarpıklık ve L basıklık oranına göre hesaplanan ağırlıklı standart sapma
μ_v	V istatistiğinin ortalaması
α_v	V istatistiğinin standart sapması

N_{sim}	Simülasyon sayısı
n_i	i istasyonun gözlem süresi
t^R	Bölgesel örnek L değişim katsayısını
t_r^R	Bölgesel örnek L moment oranı ($r=3, 4, \dots$)
N	İstasyon sayısı
Z^{DIST}	Dağılımın uygunluk ölçüsü
τ_4^{DIST}	Dağılımın popülasyon L basıklık oranı
τ_4^R	Örneğin Bölgesel ortalama basıklık oranı
B_4	Bölgesel örnek L basıklık (τ_4^R) oranının simülasyonla elde edilen taraflılık değeri
σ_4	Bölgesel örnek L basıklık (τ_4^R) oranının simülasyonla elde edilen standart sapması
m	Simülasyon yapılan bölge sayısı
$F(x)$	Birikimli dağılım fonksiyonu
$x(F)$	Tekrarlanma fonksiyonu
ξ	Konum parametresi
α	Ölçek parametresi
k	Şekil parametresi
λ_1	Popülasyon L konum
τ	Popülasyon L değişim katsayısı
τ_3	Popülasyon L çarpıklık katsayısı

Kısaltmalar

Açıklamalar

GLO	Genel lojistik dağılımı
GEV	Genel ekstrem değer dağılımı
GNO	Genel normal dağılımı
PE3	Pearson tip 3 dağılımı
GPA	Genel Pareto dağılımı
WAK	Wakeby dağılımı
KAP	Kappa dağılımı
YİV	Yağış istasyon verisi
RWA	Bölgesel ağırlıklı ortalama

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. Orta Karadeniz Bölgesi Taşkınları (2000-2012)	18
Çizelge 3.1. Yağmur miktarlarının elde edildiği istasyonların bazı karakteristikleri ..	20
Çizelge 3.2. Düzensizlik ölçüsü için kritik değerler.....	26
Çizelge 3.3. Olasılık dağılımların parametreleri, birikimli dağılım $[F(x)]$ ve tekrarlanma $[x(F)]$ fonksiyonları	29
Çizelge 4.1. İstasyonların günlük en büyük yağmur serilerinin L-moment oranları ve düzensizlik ölçütleri	32
Çizelge 4.2. Orta Karadeniz Bölgesi için seçilen ilk üç alt bölgelerin düzensizlik ölçütü sonuçları	34
Çizelge 4.3. Orta Karadeniz Bölgesi için seçilen son üç alt bölgelerin düzensizlik ölçütü sonuçları	35
Çizelge 4.4. Orta Karadeniz Bölgesi için seçilen alt bölgelerin heterojenlik ölçütü sonuçları	35
Çizelge 4.5. Orta Karadeniz Bölgesi homojen bölgeler için uygun olasılık dağılımlar	38
Çizelge 4.6. Bölgesel büyüme eğrisi değerleri $[q(F)]$ ve gösterge taşkın yönteminden tahmin edilen günlük en büyük yağmur miktarları $[Q_i(F)]$	42

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Araştırmada materyal olarak kullanılan günlük en büyük yağmur miktarlarının elde edildiği istasyonların Orta Karadeniz Bölgesindeki konumları	21
Şekil 3.2. Düzensizlik ölçüsünün şematik gösterimi.....	25
Şekil 4.1. Orta Karadeniz Bölgesinde L-momentler yöntemi kullanılarak oluşturulan homojen bölgeler.....	37
Şekil 4.2. İlk üç bölge için L-moment oranları diyagramı.....	40
Şekil 4.3. Son üç bölge için L-moment oranları diyagramı.....	41

1. GİRİŞ

Bir akarsuyun, çeşitli nedenlerle yatağından taşarak çevresindeki arazilere, yerleşim yerlerine, alt yapı tesislerine ve canlılara zarar vermek suretiyle etki bölgesinde normal sosyo-ekonomik hayatı kesintiye uğratacak ölçüde bir akış büyüklüğü oluşturması olayına taşkın denir (Anonim, 2014a). Taşkınların oluşumunda etkili olan temel faktörler, klimatolojik-meteorolojik ve jeolojik-jeomorfolojik (yapı ve yeryüzü şekilleri) özellikler ile toprak özellikleri, bitki örtüsü ve insandır (Özcan, 2006).

Taşkınlar gerek ülkemizde gerekse İngiltere, Hollanda, Çin vb. dünyanın gelişmiş ülkelerinde dahi önemli derecede can ve mal kayıplarına sebep olmaktadır (Seçkin ve Yurtal, 2008). Yıldız Teknik Üniversitesi Doğa Bilimleri Araştırma Merkezi 2013 yılında hazırlanmış olduğu “*Dünya ve Türkiye Afet Raporu*” baz alındığında en fazla afet yoksul ülkelerde meydana gelmiş ve afetin oluşturduğu en büyük ekonomik kayıplar ise Asya ve Filipinler gibi pasifik ülkelerinde yaşanmıştır. En fazla ölümler fırtına, sel ve su baskınlarından olmuştur. Depremlerden dolayı yaklaşık 2,2 milyon insan zarar görürken, sel ve su baskınlarından ise 2 milyon insanın mağdur olduğu rapor edilmiştir. Türkiye’de “Afetlerin Mekânsal ve İstatistiksel Dağılımı-Afet Bilgileri Envanteri” raporuna göre, Türkiye’yi tehdit eden doğal afetler arasında taşkınlar, depremlerin ardından ikinci sırada gelmektedir(Gökçe ve ark., 2008). Türkiye’de 1948-2015 yılları arasında 40 adet taşkın meydana gelmiş 1350 vatandaşımızın ölümüne sebep olmuş, 1 778 520 kişi taşkından etkilenmiş ve 2 195 000 US\$ ekonomik kayıp olmuştur (EM-DAT, 2015).

Özellikle Ülkemizde hızlı ve çarpık şehirleşme, dere yataklarına yapılan bilinçsiz müdahaleler (dere üstü kapama, yetersiz kesitli menfez, köprü projeleri, dere yatağında bulunan değişik amaçlı borulu iletim hatları, hafriyat ve molozların dere içerisine atılması vb) gibi insan eliyle yapılan yanlış uygulamalar taşkınların oluşumunda önemli rol oynamaktadır. Bu sebeple son yıllarda İstanbul, Ankara, İzmir, Adana, Bursa, Gaziantep, Hatay, Mersin, Samsun gibi büyük illerde ani su baskınları meydana gelmiştir. Taşkınların meydana gelmesinde hızlı nüfus artışı, göç, çarpık kentleşme ve dere yataklarında yapılan müdahaleler gibi olumsuz etkilerin yanında, küresel ısınmaya bağlı meydana gelmesi muhtemel olağan dışı iklim olaylarının bir sonucu olarak

taşkınlar ve seller gibi hidrolojik doğal afetlerin şiddetinde, sıklığında ve etkinlik alanında önemli artışlar olabileceği beklenmektedir.

Küresel ısınmanın etkisine bağlı olarak sel ve taşkınlar ile ilgili geleceğe yönelik tahminlerin bazıları şöyledir;

- Hidrolojik döngüdeki değişim sonucunda yağış rejimlerinin yanı sıra akarsuların ortalama ve mevsimsel akış seviyelerinde ciddi değişimlerin olacağı (Çetin ve Tezer., 2013),

- 2060-2070 yıllarında küresel sıcaklıkta oluşacak 2⁰C lik artış durumunda, sel ve taşkınlardan etkilenen kişi sayısında artışlar yaşanabileceği, en küçük sellerde dahi 300 milyondan fazla insanın etkilenebileceği (Hirabayashi ve Kanae., 2009),

- 2040 yılından sonra nüfus yoğunluğunun büyük kentlerde hızla artmasına bağlı olarak sel etkilerinin daha ciddi boyutlarda ulaşabileceği (Hirabayashi ve Kanae., 2009),

- Gelecek yüzyılda sadece AB ülkelerinde sel ve taşkınlar nedeniyle oluşan ekonomik kaybın € 6,5 milyar seviyelerinden € 8 milyar düzeyine yükselebileceği beklenmektedir (Çetin ve Tezer., 2013).

- NASA'nın fvGCM adlı küresel iklim modeli çıktılarını kullanarak elde ettikleri yüksek çözünürlüklü A2 senaryo simülasyon sonuçlarına göre yirmi birinci yüzyılın sonları için Doğu Akdeniz Havzası'nda meydana gelecek iklim değişikliği olasılıklarının diğer bazı çalışmaların sonuçlarıyla benzer özellik gösterdiği, Türkiye için Akdeniz ve Ege kıyıları boyunca yağışların azalacağı buna karşılık Karadeniz sahilleri boyunca bir miktar artacağını (Önol ve Semazzi., 2009),

- Türkiye'yi çevreleyen denizlerde iki derece ve daha yüksek yaz ve sonbahar deniz suyu sıcaklıklarının artışının Anadolu yarımadasının (aralarında Fırat nehrinin kaynak kısımlarının da bulunduğu) değişik bölgelerinde sel ve taşkınlara neden olacak şekilde yağışları arttırdığını (Bozkurt ve Sen., 2011),

- IPCC(Hükümetlerarası İklim Değişikliği paneli)' nin 2007 yılı raporunda Türkiye için 1960 -2011 yılları arasında yağış ve fırtına gibi rasatların değişimi incelendiğinde, genel anlamda sıcaklığın yüksek olduğu zamanlarda şiddetli yağış ve fırtına gibi olayların sayısında artış olduğu, düşük olduğu zamanlarda bu tip olaylarda azalma olduğu görülmüştür. Son yıllarda şiddetli yağış- fırtına olaylarının sıcaklık artışı ile paralel gittiği bu sürecin böyle devam etmesi durumunda gelecekte Türkiye'de

şiddetli yağış ve fırtına olaylarında artışlar olabileceği tahmin edilmektedir (Şen ve ark., 2013).

Çalışma alanımız olan Samsun, Ordu, Sinop, Amasya, Tokat illerini kapsayan Orta Karadeniz Bölgesinde, 1956-2012 yılları arasında 116 adet taşkın meydana gelmiştir. Bu taşkınlar 29 kişinin hayatını kaybetmesine, tespit edilebilen 4290 ha tarım arazisinin zarar görmesine ve 8051 adet ev ve iş yerinin sular altında kalmasına sebep olmuştur. Toplam 116 adet taşkının 80'i yaz mevsiminde meydana gelmiştir. Taşkın açısından en kritik aylar 16 taşkının meydana geldiği Haziran, 20 taşkının meydana geldiği Temmuz ve 16 adet taşkının meydana geldiği Ağustos ayları olarak görülmektedir. Taşkınların % 68'i Ordu ve Samsun'un merkez ve ilçelerinde meydana gelmiştir. Genel olarak taşkınlar sahil kesiminde görülmektedir. Son 15 yıl içerisinde 37 adet taşkın meydana gelmiştir. 1956-2014 yılları arasında meydana gelen taşkın verileri incelendiğinde son 15 yıl içerisinde taşkınların sayısında ciddi derecede artışlar olduğu görülmektedir (Anonim 2014b).

Taşkın zararlarının en aza indirilmesi için inşa edilen taşkın koruma yapıları, köprüler ve menfezler gibi önemli hidrolik ve sanat yapılarının planlanmasında söz konusu yağmur miktarlarının gelecekteki değerlerinin tahmin edilmesi önemlidir. Bu amaçla ülkemizde Meteoroloji Genel Müdürlüğü ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün (DSİ) işletmekte olduğu yağış gözlem istasyonlarından elde edilen yağış verilerini kullanarak gelmesi muhtemel taşkının büyüklüğü istatistik yöntemler kullanılarak tahmin edilebilir. Analizde kullanılan istasyonların gözlem süreleri ne kadar uzun olursa tahmin edilen tekerrür değerleri gerçek değerlere o kadar yakın olur. Böylece gelebilecek taşkının büyüklüğü önceden tahmin edilerek zararın minimuma indirilmesi için önlemler alınabilir.

Bu çalışma ile Orta Karadeniz Bölgesi'nde bulunan yağış istasyonlarına ait günlük en büyük yağmur miktarları dikkate alınarak bölgesel frekans analizinin yapılması amaçlanmıştır. Bölgesel frekans analizi için L-momentler tekniği kullanılarak Orta Karadeniz Bölgesi'nde bulunan 70 adet yağış istasyonu göz önüne alınmıştır. Bölgeselleştirme tekniği olarak, gösterge-taşkın metodunda (Index Flood Method) L-moment algoritması kullanılmıştır. Homojen bölgelerin belirtilmesinde Düzensizlik ve Heterojenlik Ölçüleri, bölgesel olasılık dağılımının seçilmesinde ise Uygunluk

Ölçüsü (Z^{DIST}) kullanılmıştır. Elde edilen 6 alt homojen bölgeye uyan bölgesel olasılık dağılım L-moment oranı diyagramı ve uygunluk ölçütüne (Z^{DIST}) göre belirlenmiştir.

Çalışmada üç parametrelî dağılımlardan Genel Ekstrem Değer (GEV), Genel Lojistik (GLO), Genel Normal (GNO), Genel Pareto (GPA) ve Pearson Tip 3 (PE3) dağılımları uygulanarak tekerrür değerleri elde edilmiştir. Bu çalışmada simülasyon yapılırken iki ve üç parametrelî dağılımlar yerine hidrolojik olayların frekans analizlerinde birçok dağılımı temsil etmesi ve güçlü bir dağılım olmasından dolayı dört parametrelî Kappa olasılık dağılımı kullanılmıştır. Analizler Fortran 77 dilinde kodlanan programla gerçekleştirilmiştir. Bu program her bir dağılım için ayrı düzenlenerek çalıştırılmış ve çıktılar yorumlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Dalrymple (1960a), U.S. Jeolojik Araştırma Kurumu (U.S.G.S.) tarafından kullanılan Gösterge Taşkın Metodu'nu anlatmış olduğu çalışmasında, akarsu üzerinde gözlem istasyonu olsun veya olmasın herhangi bir yerdeki anlık maksimum debinin frekansını ve büyüklüğünü bölge hidrolojik olarak homojen olduğu sürece hesaplanabileceğini belirtmiştir.

Haktanır (1982), tarafından geliştirilen frekans analizi programı ile çok sayıda olasılık dağılım modeli ve parametreleri hesaplanabilmektedir. Bu program aynı zamanda X^2 model uygunluk testi yaparak dağılım modellerinin eldeki örneğe uygunluğunu tespit edebilmektedir. Bu program yardımı ile Seyhan ve Ceyhan havzalarında bulunan en uzun kayıtlı 6 akım gözlem istasyonunun taşkın pik serilerine 7 dağılım uygulamış ve en uygun dağılımın Log-Gama modeli ve ikinci model olarak da Log-Normal dağılımı olduğu belirlenmiştir.

Hosking (1990)'e göre L-momentler yöntemi parametre tahmini, bölgeselleştirme ve dağılım tanımlama ile ilgili çeşitli problemleri çözmeye etkinliğini korumaktadır. L-momentler yöntemi olasılık ağırlıklı momentler (PWM) yönteminin lineer bir fonksiyonudur. L-momentler yöntemi ile dağılımın şekil ölçüsünü açıklayabilmek olasılık ağırlıklı momentler yönteminden daha kolay ve uygundur. L-momentler yöntemi istatistiksel dağılımı daha anlamlı bir yolla özetleme yeteneğine sahiptir. Çünkü L-momentler yöntemi örnek değerlerin lineer fonksiyonudur. L-momentler yöntemi aynı zamanda rölatif olarak küçük değişimler gösterir. L-moment oran tahminleri özellikle klasik eğrilik katsayıları basıklıkla karşılaştırıldığında küçük değişimlere ve eğimlere sahiptir.

Özcan (1990), altı farklı dağılım modelini, iki veya üç farklı parametre tahmin yöntemleri ile hesaplayıp noktasal taşkın frekans analizi yapan bir bilgisayar modeli geliştirmiştir. Bu modeli, Türkiye doğal akarsuları içinde 23 havza üzerindeki 21 yıl ve daha uzun süreli 112 adet istasyonun yıllık taşkın pikleri serilerine uygulamış ve istasyon verilerinin Log-Pearson 3 ve Log-Lojistik dağılımlarına en iyi uyum gösterdiğini belirtmiştir.

Haktanır (1991), Türkiye'nin 23 havzasında 21 yıldan daha uzun süreli rasat kayıtlarına sahip 112 istasyonun verileri için çeşitli olasılık dağılım modellerini (Log-Normal, Gumbel, Smemax, Log-Boughton, Log-Lojistik, Pearson 3 ve Log-Pearson) uygulayarak bu dağılımların parametrelerini momentler, maksimum olasılıklar yöntemi ve olasılıklı ağırlıklı momentler yöntemine göre belirlemiştir. Uygunluk testleri sonucunda Türkiye akarsuları için tek bir dağılımın önerilemeyeceğini, Log-Lojistik ve Log-Pearson 3 dağılımlarının diğer dağılımlara göre daha uygun olduğu bildirmiştir.

Önöz (1992), Yeşilirmak Havzasının yıllık maksimum yağış serilerine bölgesel frekans analizi yapmış oldukları çalışmada, iki ayrı homojen bölge tespit edilmiş ve bu iki ayrı bölgede Gama, Gumbel, Lognormal ve Log-Pearson Tip 3 dağılımları için bölgesel frekans eğrileri belirlemiştir. Sonuç olarak tekrarlanma süreleri küçük değerlerin eğrileri gözlenmiş değerlere çok iyi uyduğunu, tekrarlanma süreleri büyüdükçe yöntemler arasındaki farklılığın arttığını tespit etmiştir.

Haktanır ve Horlacher (1993), taşkın frekans analizinde genel olarak kullanılan 9 farklı olasılık dağılımı Almanya'nın Rhine havzasında 11 ve İskoçya'da 2 akarsuda en az 30 yıllık taşkın piklerine sahip toplam 13 akarsuya uygulamışlardır. Dağılımların parametrelerini belirlemek için maksimum olasılıklar ve olasılık ağırlıklı momentler yöntemi kullanılmıştır. Genelleştirilmiş Ekstrem Değerler ve Log-Normal 3 dağılımlarının 100 yıl tekerrür periyotlu taşkınları tahmin etmede kullanılan diğer dağılımlardan daha iyi olduğu sonucuna varmışlardır.

Vogel ve Fennessey (1993), varyasyon, çarpıklık ve basıklık katsayısı gibi çarpım moment ölçülerinin az veride ($n < 100$) hata ve uyuşmazlık gösterdiğini savunmuşlar ve L moment oranlarının hemen hemen tüm temel dağılımlar için tarafsız olduğunu belirtmişlerdir. Monte Carlo deneylerinin de son derece yüksek sayıda veride ($n > 1000$) ve yüksek çarpıklık gösteren dağılımlarda olağan çarpım momentlerinin taraflı olduğunu bildirmişlerdir. Massachusset'te 23 gözlem istasyonundaki ortalama günlük akım değerlerinin ($n > 5000$) olağan moment diyagramlarının akış dağılımının yapısı hakkında hiçbir bilgi vermezken, L moment diyagramlarının ise alternatif dağılım hipotezleri arasında karşılaştırma yapılmasına imkân tanıdığını savunmuşlardır.

Önöz (1994), Olasılık Ağırlıklı Momentler yöntemini tanıttığı çalışmasında, momentler yöntemi ile karşılaştırılmış ve çok kullanılan bazı olasılık dağılımlarının bu yöntemle parametre tahminleri yapmıştır. Susurluk akım ölçüm istasyonunun yıllık maksimum akım değerleri kullanılarak Gumbel, eksterm dağılım, normal, log-normal, eksponansiyel dağılımlarının parametrelerini hem momentler yöntemi hem de olasılık ağırlıklı momentler yöntemiyle hesaplanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde parametrelerin tahmininde önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Olasılık ağırlıklı momentler yöntemi, yapılan parametre tahminlerinin kısa kayıtlarda tarafsız olması, gözlemlerin lineer fonksiyonları olması, örneklenme hatalarından daha az etkilenmesi ve kolay uygulanabilmesi nedeniyle avantaj sağlamaktadır.

Parida ve ark (1998), Hindistan'da bir hidrometeorolojik alt bölge olan Mahi-Sabarmati Havzasında uygun olasılık dağılımını L-momentler ve gösterge-taşkın yöntemini kullanarak araştırmışlardır. On iki ölçüm istasyonundan alınan taşkın verisine göre bu havzanın hidrolojik olarak homojen olduğu ve bölgenin Genelleştirmiş normal dağılıma en iyi uyumu sağladığını tespit etmişlerdir. Ayrıca istasyon olmayan bölgeler için de bölgesel taşkın frekans eğrisi geliştirmişlerdir.

Şorman ve Okur (2000), olasılık dağılım parametrelerini L-Momentler kullanılarak tespit ettiği çalışmalarında Batı Karadeniz Bölgesi'nde on altı istasyona, noktasal ve bölgesel frekans analizi uygulamışlardır. Bölgeselleştirme tekniği olarak gösterge taşkın metodu, tahmin edilen tekerrür değerlerinin doğruluğu için Monte Carlo simülasyonu kullanılmıştır. Analizler iki aşamada gerçekleştirilmiş birinci aşamada 1990 yılına kadar olan veriler ikinci aşamada ise 1998 yılına kadar olan veriler de dâhil edilmiştir. Birinci aşamada sadece Genelleştirilmiş Pareto dağılımı en uygun dağılım olurken ikinci aşamada ilave verilerin analize dahil edilmesiyle Genelleştirilmiş Ekstrem Değer, Genelleştirilmiş Normal ve Genelleştirilmiş Lojistik dağılımları aday dağılım olmuştur.

Topaloğlu (2002), Seyhan havzası akım ve yağış verileri için uygun olasılık dağılım modellerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, Gumbel, log-Logistic, Pearson-3, log Pearson-3 ve log-Normal-3 dağılımları havzadaki 13 akım gözlem istasyonunun yıllık anlık maksimum akım ve 55 yağış gözlem istasyonunun 24 saatlik yıllık maksimum serilerine uygulanmıştır. Khi-kare uygunluk testi değerlendirmesinin sonucunda Seyhan nehir havzası akım ve yağış serileri için Gumbel modeli en uygun

model olarak bulunmuştur. Kolmogorov-Smirnov testi sonucunda akımlar için log-Normal-3, yağışlar için log-Pearson-3 olasılık modelleri en uygun modeller olduğu anlaşılmıştır.

Seçkin (2002), Seyhan ve Ceyhan havzaları için bölgesel taşkın frekans analizini boyutsuz olarak incelemiş olduğu çalışmada, bölgeyi homojen bölgelere ayırmak için Wiltshire'ın geliştirdiği çarpıklık katsayısına dayanan yöntemi, dağılım parametrelerini tahmini için momentler yöntemi ile olasılık ağırlıklı momentler yöntemini kullanmıştır. Homojen alt bölgelerde genelde Wakeby dağılımının en iyi uyumu sağladığını tespit etmiştir.

Jaiswal ve ark (2003), Hindistan'daki Beas havzasının taşkın frekans modeli belirlemek için L momentler tekniğini kullandıkları çalışmada, 20 yıllık taşkın serisine sahip 8 istasyona Gumbel, Ekstrem Değer Tip I, Genelleştirilmiş Ekstrem Değer, Lojistik, Genelleştirilmiş Lojistik, Genelleştirilmiş Pareto, Normal ve Log Normal dağılımlarını uygulamışlardır. Simülasyonlarla birleştirildiğinde ve L momentlere dayalı uygunluk testi sonucunda GEV dağılımının Beas havzası için taşkınlarının tahminlerinde en uygun dağılım olduğunu belirlemişlerdir.

Lim ve Lye (2003), Malezya'da bulunan Sarawak havzasındaki 23 akım istasyonundaki ekstrem akım verilerini kullanarak havzayı kümeleme analizine göre iki homojen bölgeye ayırarak bölgesel frekans analizini L-moment yaklaşımına göre yaptılar. Bölgeler için GEV ve GLO dağılımlarını en uygun bölgesel dağılımlar olarak belirlediler. Her bölge için elde edilen bölgesel büyüme eğrilerine göre ölçümün yapılmadığı yerlerde proje taşkın debisinin tahmin edilebileceğini belirttiler.

Yürekli (2005), Tokat bölgesinde ölçülen günlük yağmurlar arasından her yıl için seçtiği maksimum yağmurların bölgesel frekans analizini yapmış olduğu çalışmada, öncelikle verinin rastgelelik ve homojenliği için Runs ve Mann-Whitney istatistiklerini uyguladı. Tokat ilini Batı, Orta Kuzey, Orta Güney ve Doğu olarak dört hidrolojik homojen bölgeye ayırmıştır. Bu homojen bölgeler için parametreleri L-moment yöntemi ile tahmin edilen dağılımlar arasından en uygun olanı, ortalama mutlak sapma indisi (the mean absolute deviation index) ve ortalama kare sapma indisi (mean square deviation index) ölçütlerine göre belirledi. Sonuç olarak, Batı ve Orta Kuzey için Genelleşmiş Lojistik, Orta Güney için Genelleşmiş Pareto ve Doğu için ise Genelleşmiş Ekstrem Değer dağılımlarının en uygun olasılık dağılımları olduğunu bildirdi.

Yürekli ve ark. (2009) Çekerek havzasında bulunan 17 yağış istasyonundan elde edilen her yılın günlük en büyük yağmur miktarlarını materyal olarak kullandıkları çalışmada L-moment yaklaşımıyla bölgesel frekans analizini yaptılar. Çalışılan bölgenin heterojenlik ölçütüne göre tek bir bölge olarak homojen olduğu belirlendi. Homojen olarak kabul edilen bölge için uygunluk ölçütüne göre GEV ve LOGN3 dağılımları bölgesel dağılımlar olarak belirlendiler.

Anlı (2006), Giresun Aksu Havzası çıkışında bulunan 2213 numaralı istasyonun aylık ve yıllık maksimum akımlara en uygun olasılık dağılımını saptamak için Normal (N), logaritmik normal (LN), üç parametrelili logaritmik normal (LN III), ekstrem değer tip I (EV I), gama (GAM), Pearson tip III (P III), logaritmik Pearson tip III (LP III), Weibull (WE), üç parametrelili Weibull (WE III) ve logaritmik lojistik (LLO) dağılımları kullanılmış ve bu dağılımların uygunluğu Kolmogorov-Smirnov (K-S) testi ile değerlendirilmiştir. Uygunluk testi sonuçlarına göre Giresun Aksu Havzası olası aylık maksimum akım tahminlerinde, 1., 6., 7. ve 8. aylar için logaritmik Pearson tip III; 3. ve 5. aylar için üç parametrelili logaritmik normal; 4. ve 9. aylar için Pearson tip III; 10. ve 12. aylar için üç parametrelili Weibull ve 2. ve 11. aylar için de logaritmik lojistik dağılımlarının kullanılabilceği tespit etmiştir. Yıllık maksimum dizilerde ise üç parametrelili Weibull dağılımı uygun dağılım olarak belirlenmiştir.

Chen ve ark (2006), Çin'de bulunan Dongjiang havzasında en küçük akımların bölgesel frekans analizini yapmak için l-moment yaklaşımını kullandılar. Çalışmada beş dağılımı göz önüne aldılar ve seçilen homojen bölgeler için 7 günlük en küçük akımların bölgesel dağılımına en uygun olasılık dağılımı olarak LN3 dağılımını belirlediler.

Kyselý ve ark (2007), Çek Cumhuriyetinde bulunan 78 yağış istasyonundan elde ettikleri maksimum yağmur miktarlarının bölgesel frekans analizini l-moment yaklaşımıyla yaptılar. Bu amaçla çalışma alanını kümeleme yöntemi ve heterojenlik ölçütlerine dört homojen bölgeye ayırdılar.

Yürekli ve Modarres (2007), Tokat ilinde bulunan yağış istasyonlarından elde edilen günlük en büyük yağmur miktarlarının bölgesel frekans analizi l-moment yaklaşımına göre yaptılar. Tokat ilini üç homojen bölgeye ayırarak seçilen bölgeler için GLO ve GEV dağılımlarını en uygun dağılımlar olarak belirlediler.

Köse (2008), Konya Kapalı Havzası'ndaki 17244 No' merkez istasyonuna uzun yıllar aylık maksimum yağış veri serisi ve uzun yıllar aylık ortalama yağış değerleri için olasılık dağılımlar uygulamıştır. Uzun yıllar aylık maksimum değerler için Gumbel, ortalama değerler için Normal dağılımın uygun olduğu görülmüştür.

Yürekli ve Anlı (2008), Karaman ilinin kuraklığını standartlaştırılmış yağış indeksi (SYİ) yöntemi ile değerlendirdiler. Bu amaçla Karaman merkez istasyonunda 1929–2007 yılları arasında ölçülmüş olan aylık toplam yağış verileri materyal olarak kullandılar. Aylık toplam yağışlara en iyi Pearson III olasılık dağılım modelinin uyduğu tespit ettiler. Karaman ili merkez istasyonunda ölçülen aylık yağmurlara göre zamanın önemli bir bölümünde Karaman ilinin normal ve normale yakın kuraklık arasında bir iklime sahip olduğu belirtilmiştir.

Anlı ve ark (2009), Trabzon ilinde taşkınlara etkili yıllık maksimum yağışların bölgesel analizini gerçekleştirdikleri çalışmalarında, 10–78 yıl süreli, 10 yağış ölçeğinden elde edilen yıllık maksimum yağış serilerinden yararlanmışlardır. Araştırmacılar, bölgeye homojenlik testleri, uygunluk testlerini uygulamışlar ve bölgesel yinelenme miktarlarını hesaplamışlardır. Olasılık dağılımlarının parametre tahmininde ve bölgesel analizde L-momentlere dayanan istatistiklerden yararlanmışlardır. Homojenlik testine göre, Trabzon ilinde meydana gelen yıllık maksimum yağışların hidrolojik olarak homojen olduğu saptanmış ve uygun bölgesel dağılımlar olarak sırasıyla Genel Lojistik, Genel Ekstrem Değer, Genel Normal ve Pearson tip 3 dağılımları seçilmiştir. Bu dağılımlara göre bazı yinelenme düzeylerinde meydana gelmesi olası yağışlar tahmin edilmiştir. Ayrıca bölgesel karar verme istatistikleri sonucunda Genel Lojistik dağılımına göre elde edilen yağışlarla Monte Carlo simülasyonu ile aynı dağılıma göre elde edilen tasarım yağışları çeşitli yinelenme yıllarında karşılaştırılmış ve elde edilen tasarım yağışlarının birbirine son derece yakın olduğu gözlemlenmiştir.

Büyükkaracıgan ve Kahya (2009), Konya havzası akarsularındaki yıllık pik akım serilerinin taşkın frekans analizinin yapıldığı çalışmanın ikinci bölümünden 12 istasyona ait yıllık pik akım serilerine iki ve üç parametrelili log-normal, Gumbel, Pearson-3, log-Pearson-3, Log-Boughton, log-logistic, ekstrem değerler dağılımları uygulanarak en uygun olasılık dağılım modelinin belirlenmesine çalışılmıştır. Dağılım parametreleri, momentler, maksimum olabilirlik, olasılık ağırlıklı momentler ve L

momentler yöntemleri ile tahmin edilmiştir. Modellerin en uygununu belirlemek amacıyla, klasik uygunluk testleri, khi-kare ve Kolmogorov-Smirnov testleri kullanılmıştır. Bu testlerin değerlendirmelerine göre, Log-Pearson -3'ün diğerlerine göre daha uygun bir model olduğu sonucuna varılmıştır.

Saf (2009), Batı Akdeniz havzasında bulunan havzalardaki en az 10 yıllık gözleme sahip 47 akım gözlem istasyonunun taşkın değerlerini kullanarak L-momentlere göre düzensizlik istatistiği hesaplandıktan sonra Hosking ve Wallis (1997) tarafından tanımlanan homojenlik testi bölgenin tamamına uygulanmış ve bölgenin tamamen homojen olarak kabul edilmeyeceği sonucuna varılmıştır. L-momentler homojenlik testine göre üç homojen alt bölgeye (Aşağı-Batı Akdeniz, Yukarı-Batı Akdeniz ve Antalya) ayrılmıştır. Bu üç bölgelerin olasılık dağılım modelleri araştırılmış ve Antalya ve Aşağı Batı Akdeniz bölgeleri için P3 dağılımının; Yukarı Batı Akdeniz bölgesi için GLOJ dağılımının uygun olduğu sonucu elde edilmiş ve bu dağılımlara göre çeşitli yineleme aralıkları için boyutsuz taşkın değerleri hesaplanmıştır.

Seçkin (2009), Türkiye sınırları içerisinde bulunan 26 havzadaki 455 istasyona ait su yılı maksimum akım değerlerine bölgesel frekans analizi yapılmıştır. Analizler iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada her bir bölgeyi tek bir bölge kabul edip heterojenlik ölçüsü ve istasyonların uyumsuzluk ölçüsü hesaplanmış, heterojen çıkan bölgeler daha alt bölgelere ayrılmıştır. Elde edilen homojen bölgelere Genelleştirilmiş Normal, Genelleştirilmiş Ekstrem Değer, Genelleştirilmiş Lojistik, Genelleştirilmiş Pareto, Pearson Tip III ve Wakeby dağılımları uygulanarak tekerrür değerleri elde edilmiştir. Tahmin edilen tekerrür değerlerinin doğruluğu Monte Carlo Simülasyonu ile elde edilmiştir. Analizler, Hosking tarafından IBM araştırma merkezinde hazırlanmış olan alt programlar aracılığı ile yapılmıştır. Devlet Su İşleri (DSİ) ve Elektrik İşleri Etüd İdaresi (EİEİ) tarafından belirlenen hidrolojik bölgelerdeki 7 havzanın (Büyük Menderes, Antalya, Yeşilırmak, Kızılırmak, Seyhan, Ceyhan ve Fırat) tek bölge olarak ele alındığında heterojen olduğu anlaşılmıştır. Bu sebeple havzalar daha alt bölgelere ayrılmış ve tüm havzalara olasılık dağılım modelleri uygulanmıştır. Sonuç olarak, Türkiye'deki havzaların %50 sine Genelleştirilmiş Lojistik (GLO), %19 una Genelleştirilmiş Ekstrem Değer (GEV), %17 sine Pearson Tip 3 (PE3), %14 üne Genelleştirilmiş Normal (GNO) dağılımının uyduğu belirlenmiştir. Doğu Anadolu, Orta ve Doğu Akdeniz, Doğu Karadeniz bölgelerine ağırlıklı olarak

GLO dağılımının, Güney Doğu Anadolu, Batı Karadeniz ve Ege'nin iç kısımlarına GEV dağılımının, Marmara Bölgesi ve Marmara ya yakın İç Anadolu bölgesine GNO dağılımının, Batı Akdeniz ve İç Anadolu'nun orta kısımlarına PE3 dağılımının uygun olduğu tespit edilmiştir.

Yerdelen ve ark (2009), Çoruh Havzası'nda bulunan Elektrik İşleri Etüd İdaresi (EİE)'ne ait 9 adet akım gözlem istasyonunda yapmış oldukları çalışmada, seçilen istasyonlar havzanın mümkün olduğunca genelini temsil etmekte ve gözlem süreleri 29- 43 yıl arasında değişen akış gözlem istasyonlarının aylık ortalama akım değerleri kullanılmıştır. İstasyonların akım değerleri arasında büyük farklılıklar olmasına rağmen havza homojen olarak kabul edilip, çalışmada klasik moment parametreleri ile L moment parametrelerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çoruh havzasında 9 akım gözlem istasyonu için L moment yöntemiyle belirlenen olasılık yoğunluk fonksiyonunun daha doğru bir sonuç olduğu kanaatine varılmıştır. Aylık ortalama akımların Wakeby, Gamma ve Pearson 3 dağılımlarına uyduğu görülmüştür.

Yüksek ve ark (2009), Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki 45 akım gözlem istasyonundaki yıllık en büyük debi değerleri ile 9 Meteoroloji İstasyonunda ölçülen çeşitli süreli (15 dk, 1, 3, 12 ve 24 s) yıllık en büyük yağış şiddeti değerlerine uyan olasılık dağılımları incelendiği çalışmada, Kikare ve olasılık çizgisi korelasyon testleriyle Gumbel (G), Log-Normal (LN) ve Log-Pearson 3 (LP) dağılımlarına uygunluğu test edilmiş ve Log-Pearson 3 dağılımının hem debi ve hem de yağış şiddeti verileri için en uygun dağılım olduğu, Log-Normal dağılımı debi değerleri için ikinci dereceden uygun dağılım olduğu belirlenmiştir. Yağış şiddeti değerleri için Log-Normal dağılım ile Gumbel dağılım arasında önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Anlı ve Öztürk (2011), Ankara ilinde meydana gelen yağışların L moment yöntemleri ile bölgesel frekans analizini gerçekleştirmek amacıyla materyal olarak kullanılan günlük yağış miktarları 32 yağış gözlem istasyonundan elde edilmiş ve yıllık maksimum yağış dizileri oluşturulmuştur. Öncelikle bölgesel analizlere istasyonların tümü bir bölge kabul edilerek başlanmış, ancak istasyonlardaki düzensizlikten dolayı Ankara ili kümeleme analizi yardımıyla üç bölgeye ayrılmıştır. Gösterge taşkın yöntemi yoluyla gerçekleştirilen bir dizi analizler sonucunda bölgelere göre homojenlik sağlanmış, her bölge için uygun bir olasılık dağılımı saptanmış ve bölgesel L moment algoritması ile çeşitli tekrarlanma sürelerinde (2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl) muhtemel

tasarım yağışları tahmin edilmiştir. Tahmin edilen yağış miktarlarının doğruluğunun değerlendirilmesi amacıyla Monte Carlo simülasyon tekniği uygulanmış ve her bölge için büyüme eğri bileşenleri elde edilerek, tekrarlanma tahminlerinin mutlak taraflılık, taraflılık ve ortalama karekök hataları (RMSE) hesaplanmıştır. Uygunluk ölçüsü sonuçlarına göre üç bölgede genel ekstrem değer (GEV) dağılımının en uygun olacağı belirlenmiştir.

Atmaca (2011), Konya ili için bölgesel kuraklık analizinin yapmış olduğu çalışmasında L- moment yöntemi ve standartlaşmış yağış indeksi (SYİ) yöntemi kullanmıştır. Konya ilinde bulunan yağış istasyonlarından elde edilen aylık yağmur miktarlarından 3, 6, 9 ve 12 aylık kümülatif yağmur serileri oluşturulmuştur. Öncelikle istasyonların tamamı tek bir bölge olarak düşünülmüş ancak araştırmada çalışılan 44 adet yağış istasyonunun düzensizlik ölçütüne göre tek bir bölge olarak kabul edilemeyeceği anlaşılmıştır. Bölgeselleştirme analizleri sonucuna göre 44 adet yağış istasyonu üç bölgeye ayrılmıştır. Ayrılan üç bölge heterojenlik testi sonucuna göre homojen olarak kabul edilmiştir. Üç aylık ile on iki aylık kümülatif yağmur serilerinin Bölge 2 'si için en uygun dağılım biçimi Pearson III (PIII) dağılımı, dokuz aylık kümülatif yağmur serisinin Bölge 2'si için ile on iki aylık kümülatif yağmur serisinin Bölge I için en uygun dağılım biçimi olarak genelleştirilmiş logistic (GLOG) dağılım seçilmiştir. Kümülatif yağmur serilerinin diğer bölgeleri için genelleştirilmiş log-normal (LOGNIII) dağılımı en uygun dağılım olarak belirlenmiştir.

Dodangeh ve ark (2011), İran'ın kuzey bölgesindeki Sefidrud barajı havzasında bulunan uzun veriye sahip 26 tane istasyonun verileri ile bölgesel frekans analizi yapılmıştır. Hidrolojik kuraklık indisi olarak 7 günlük düşük akımlar incelemeye alınmıştır. Heterojenlik ölçüsü (H) istatistiğine göre çalışma alanının homojen olmadığı tespit edilmiştir. Havza bulanık grup analizi (Fuzzy Cluster Analysis) yöntemi ile havza doğu ve batı olarak iki bölgeye ayrılmıştır. L-momentler analizi sonuçlarına göre doğu bölgesi homojen bulunmuş, batı bölgesi ise Gilvan, Yengikend ve Firuzabad istasyonları çıkarıldığında homojen olması sağlanmıştır. Z uygunluk ölçüsü istatistiği sonuçlarına göre Genelleştirilmiş Lojistik (GLOG) ve Pearson Tip 3 (PE3) dağılımları sırasıyla doğu ve batı alt bölgeleri için en uygun dağılımlar olarak seçilmiştir. Doğu bölgesinde noktasal ve bölgesel dağılımları arasındaki uyumluluk batı

bölgesinden daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak seçilen uygun dağılımların Sefidrud havzası bölgesel düşük akımlarının tahmininde kullanılmaları önerilmiştir.

Ngongondo ve ark (2011), Güney Malawi'deki 23 istasyondan elde edilen 1, 3, 5 ve 7 günlük yıllık maksimum yağmur serilerine l-moment yaklaşımını uyguladılar. Homojen bölgelerin belirlenmesinde kümeleme yöntemini kullandılar. Seçilen bölgelerin göz önüne alınan yağmur serileri için farklı bölgesel dağılımlar belirlediler.

Yıldız ve ark (2011), Doğu Karadeniz Havzası'ndaki akım gözlem istasyonları için homojenlik analizi L-momentler yöntemiyle yapılmış olduğu çalışmada uyumsuzluk ölçüsü değerleri literatürde verilen aralıklarla karşılaştırıldığında havzanın uyumlu olduğu ve hesaplanan heterojenlik ölçüsü değerleri literatürde verilen aralıklarla karşılaştırıldığında Doğu Karadeniz Bölgesi'nin homojen bir bölge olduğu tespit edilmiştir. Bölgesel taşkın frekans analizi yapılabilmesi için homojen bölgelerin oluşturulması gerekmektedir.

Yürekli ve ark (2011), Yeşilirmak havzasındaki Tersakan Çayında yüzey drenaja neden olan günlük maksimum yağmurların bölgesel frekans analizi için yapmış oldukları çalışmada, materyal olarak havzadaki 8 yağış gözlem istasyonunda ölçülen günlük yağmurlar kullanılmıştır. Her istasyon için elde edilen yıllık maksimum yağmur serilerine bölgesel frekans analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada bölgesel frekans analizi L-moment yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla, istasyonlar bölgeselleştirme, düzensizlik, heterojenlik, uygunluk ölçüsü ve bölgesel tekrarlanma tahminleri için tek bölge olarak kabul edilmiş ve bölgesel en uygun dağılımı seçmek için göz önüne alınan uygunluk testi, en düşük Z değerini -0.24 ile genel ekstrem değer dağılımı (GEV) vermiştir.

Hassan ve Ping (2012), Luanhe havzasında bulunan 17 yağış istasyonundan elde edilen yıllık maksimum yağmur miktarlarına kümeleme ve l-moment yaklaşımını uyguladılar. Çalışılan bölge için belirlenen homojen bölgelerinin iki bölge hariç hepsinde bölgesel dağılım olarak genel Pareto dağılımı (GPA) bölgesel dağılım olarak belirlendi. Diğer iki bölge için genel ekstrem değer dağılımı (GEV) bölgesel dağılımlar olarak seçildi.

Yıldız (2012), Akım verisi bulunmayan veya yetersiz olan havzalarda debinin tahmin edilebilmesi için, Doğu Karadeniz Havzası'ndaki 39 adet akım gözlem istasyonunun verileri kullanılmıştır. Her bir akım gözlem istasyonunun 10 yıllık debi

değerleri, koordinat bilgileri ve bölgede bulunan meteoroloji istasyonlarının, sıcaklık, yağış ve koordinat bilgileri kullanılarak drenaj alanları sınırları çizilmiştir. Thiessen Metodu kullanılarak havzaların yıllık toplam yağış ve sıcaklık değerleri tespit edilmiştir. Debi verilerinin Ki-Kare ve olasılık çizgileri korelasyon testleri ile bazı dağılımlara uygunlukları denenmiş ve her bir istasyon için varyans analizi yapılmıştır. Debi verileri kullanılarak her bir istasyon için olasılık ağırlıklı momentler, L-momentler ve L-moment oranları bulunmuştur. L-moment oranlarına göre en uygun dağılım olarak log-normal Dağılım belirlenmiş ve bu dağılımın parametreleri her bir akım gözlem istasyonunun topoğrafik ve iklimsel parametreleriyle ilişkilendirilmiştir.

Devi ve Choudhury (2013), Hindistan'ın meteorolojik dört alt bölümü için ekstrem yağmurların frekans analizini l-moment yaklaşımıyla yaptılar. Düzensiz istasyonların saptanmasında düzensizlik ölçütünü kullandılar. Bölgesel dağılımın belirlenmesinde beş adet dağılımı göz önüne almışlar ve genelleştirilmiş log-normal dağılımı (LN3) bölgesel dağılım olarak seçmişlerdir.

Rahman ve ark (2013), Bangladeş'te 68 yağmur istasyonundan elde edilen her yıl ölçülen günlük en büyük yağmurların bölgesel frekans analizinde l-moment yaklaşımını uyguladılar. Hidroklimatik ve topoğrafik karakterleri kullanarak kümeleme analizi ile çalışma alanını, kuzeydoğu, kuzeybatı, güneydoğu, güneybatı, kıyı ve merkez olmak üzere altı bölgeye böldüler. Elde edilen bu bölgelere düzensizlik ölçütü ve heterojenlik ölçütü kullanılarak düzensiz istasyonlar ve bölgelerin homojenliği test edildi. Bölgeler için en uygun dağılımın seçiminde l-moment diyagramı ve Z^{DIST} ölçütü kullanıldı. Güneydoğu, kuzeybatı ve kıyı homojen bölgeleri için genelleştirilmiş ekstrem değer dağılımı (GEV) ve kalan diğer bölgeler olan kuzeydoğu ile güneybatı homojen bölgeleri için genelleştirilmiş logistik (GLO) ve genelleştirilmiş pareto (GPA) dağılımları en iyi bölgesel dağılımlar olarak seçildi.

Malekinezhad ve Garizi (2014), İran'ın kuzeydoğusunda bulunan Golestan ilinin maksimum günlük yağmurlarının bölgesel frekans analizini araştırdılar. Çalışma alanında bulunan 47 yağış istasyonundan elde edilen günlük en büyük yağmur miktarlarına l-moment bölgeselleştirme yöntemi uygulandı. Çalışma alanı beş homojen bölgeye ayrılarak her homojen bölge için farklı bölgesel dağılımlar belirlediler. Farklılığın seçilen bölgelerin iklim ve topoğrafik değişkenliğinden kaynaklanabileceğini belirttiler.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmada çalışma alanı olarak seçilen Orta Karadeniz bölgesi; Karadeniz Bölgesi'nin orta kesiminde, Ordu'daki Melet çayının batısından başlayıp Sinop'un doğusuna kadar uzanır. Orta Karadeniz Bölgesi'nin yüz ölçümü 43684 km² olup Türkiye yüzölçümünün %5,6' sı kadardır (Anonim, 2015). Bölümdeki il merkezleri Samsun, Ordu, Amasya, Tokat ve Çorum'dur. Kıyıda Bafra, Çarşamba, Ünye ve Fatsa iç kesimlerde ise Zile, Turhal, Suluova, Merzifon, Erbaa ve Niksar da önemli büyük ilçeleridir. Bölümün en önemli düzlükleri Çarşamba ve Bafra ovalarıdır. İç kesimlerde ise Niksar, Erbaa, Taşova, Suluova gibi çöküntü ovaları yer alır. Kızılırmak ve Yeşilirmak bölümün başlıca akarsularıdır. Karadeniz Bölgesindeki dağ sıraları, Karadeniz kıyılarına paralel uzanır. Buna bağlı olarak boyuna kıyı tipi görülür. Doğu ve Batı Karadeniz Dağları, kıyı gerisinden hemen yükselir. Orta Karadeniz kıyılarında, eğim daha azdır (Sözer ve ark., 1990). Kelkit Vadisi'nin kuzeyinde güneydoğu-kuzeybatı yönünde uzanış gösteren Canik Dağları Orta Karadeniz Bölgesi'nin kıyı dağlarını meydana getirir. Ortalama yükseltisi 1500 metre olan bu dağların en yüksek zirvesi 1971 metre rakımı ile Aydoğan Tepesi'dir (Sözer ve ark., 1990). Dağ sıraları, özellikle Yeşilirmak ve kolları tarafından yer yer derin vadilerce parçalanmıştır. Bu vadiler, Karadeniz'in nemli havasının iç kısımlara ulaşmasını sağlar (Atalay, 1995). Bölgede Karadeniz iklimi ile karasal iklime geçiş özellikleri etkilidir. Dağların yükseltisinin az olması, deniz üzerinden gelen hava kütlelerinin kıyı şeridinde daha az yağış bırakmasına neden olur. Bölgede denizel iklim özellikleri vadi tabanlarını izleyerek iç kısımlara, Karadeniz Bölgesi'nin diğer bölümlerine göre daha fazla yerleşir. Kıyı şeridinde yıllık yağış miktarı yaklaşık 600-800 milimetre iken, iç kesimlerde 500 milimetreye düşer. Doğu ve Batı Karadeniz'de sonbahar yağışları fazla iken Orta Karadeniz Bölgesi'nde, yağışlar daha çok kışın düşer. Bölgenin yıllık ve kış sıcaklık ortalamaları Doğu Karadeniz'den düşük, Batı Karadeniz Bölgesi'nden yüksektir. Doğu ve Batı Karadeniz'e göre yer şekillerinin yükseltisinin az olmasından dolayı bölümde kıyı ile iç kesimler arasında çok fazla sıcaklık ve yağış farkı görülmez (Sözer ve ark., 1990).

Orta Karadeniz Bölgesi kıyı şeridinde uzun yıllar yıllık toplam yağış miktarı ortalaması 700 – 1032 kg/m² arasında, (Samsun 707 kg/m², Ordu 1036 kg/m², Sinop 681,5 kg/m²) iç kesimlerde ise 420 – 460 kg/m² arasında (Amasya 460 kg/m², Tokat 435 kg/m², Çorum 433 kg/m²) değişmektedir. Orta Karadeniz bölgesinin kıyı kesiminde (Samsun-Ordu-Sinop) maksimum yağışlar Ekim-Kasım-Aralık ayında, minimum yağışlar Temmuz, Ağustos aylarında, iç kesimlerdeki maksimum yağışlar Nisan, Mayıs, Haziran aylarında, minimum yağışlar Temmuz, Ağustos, Eylül aylarında düşer. Orta Karadeniz Bölgesinde yıllık yağış, Karadeniz Bölgesinin diğer bölgelerine göre daha azdır (Anonim, 2014c). Ülkemizin 2013 yılı yağış kayıtları incelendiğinde en yüksek yağış değerleri, Finike, Bodrum ve Samsun'da gerçekleşmiştir. Finike Meteoroloji İstasyonunda Ekim ayında 5 dk'da 12,5 mm yağış düşerken, Samsun Meteoroloji İstasyonunda Ağustos ayında 24 saatte 238,2 mm yağış görülmüştür (Anonim 2014d). Çalışma alanı olarak seçilen Orta Karadeniz Bölgesinde 2000-2012 yılları arasında meydana gelen taşkınlar Çizelge 3.1.'de verilmiştir (Anonim 2014b).

Çizelge 3.1.1. Orta Karadeniz Bölgesi Taşkınları (2000-2012) (Anonim, 2014b).

Sıra No	Tarih	Taşkın İli	Taşkın Meydana Geldiği Yer	Taşkını yapan Akarsu ve Deresi	Taşkın miktarı: Yağış: mm, Qmak: m ³ /s	Taşkın alanı km ²	Taşkın zararı (arazi) da	Ev-iş yeri zararı	Can kaybı (kişi)
1	27.05.2000	Samsun	Çarşamba	Yeşilirmak, Abdal ırmağı	Yeşilirmak Qmak= 1800, Abdal ırmağı Qmak 620	180	33150	-	-
2	27.05.2000	Tokat	Tokat İl Merkezi	Yeşilirmak, Deliçay, Çekerek	60 mm yağış düşmüştür.	7088	27000	1500	-
3	04.06.2000	Samsun	Samsun İl Merkezi	Kuruzeytin, Afanlı, Harmanlar	77,5 mm yağış düşmüştür.	41,9	-	669	-
4	23.10.2000	Sinop	Türkeli	Helaldi, Yarna	Helaldi deresi Qmak: 196 m ³ /sn	185	var	16	-
5	03.08.2001	Ordu	Perşembe, Fatsa, Ünye, İkizce	Tabakhane, Cüri, Çalışlar, Efirli	173 mm yağış düşmüştür.	363,9	var	-	-
6	20.06.2002	Ordu	Ordu Merkez, Perşembe, Fatsa, Çatalpınar, Kumru	Turnasuyu, Melet, Cıvil, Bolaman	82 mm yağış düşmüştür.	3590	500	45	-
7	11.09.2002	Samsun	Canık, Kutlukent	Yılanlı dere, Teknepınar, Hasköy, Karaağaç	Yağış: 52,8 mm Qmak :33 m ³ /sn	31	var	-	-
8	26.01.2006	Samsun	Bafra	Kızılırmak	Yağış: 25 mm Qmak: 700 m ³ /sn	75	3118	-	-
9	30.06.2006	Samsun	Çarşamba, Terme, Ayvacık	Cecil, Karaboğaz, Terme Çayı, Miliç	126 mm yağış düşmüştür.	436	var	224	-
10	01.07.2006	Ordu	Ünye	Tabakhane	Qmak 305 m ³ /sn	43,6	-	15	-
11	24.08.2007	Samsun	Samsun İl Merkezi, Dereköy Beldesi	Değirmen deresi, Ortadağ, Sıtma pınarı, Kelin deresi	133 mm yağış düşmüştür.	25	39440	194	-
12	22.06.2008	Ordu	Ordu İl Merkezi, Perşembe, Fatsa, Gülyalı	Turnasuyu, Divane, Cıvil, Akçaova	107 mm yağış düşmüştür.	489,5	var	var	-
13	10.02.2009	Tokat	Tokat İl Merkezi	Yeşilirmak, Deliçay	Yeşilirmak Qmak= 190, Deliçay Qmak = 21 m ³ /sn	6055	var	var	-
14	15.07.2009	Ordu	Ordu İl Merkezi, Perşembe	Akçaova, Gacalı dereleri	120 mm yağış düşmüştür.	52,4	var	27	3
15	15.07.2009	Ordu	Perşembe	Perşembe, Gacalı, Koztağı, Çalça,	140 mm yağış düşmüştür.		-	3	2
16	19.08.2011	Ordu	Ordu İl Merkezi, Perşembe	Melet ırmağı, Cıvil, Akçaova	150 mm yağış düşmüştür.	2166	var	var	-
17	04.07.2012	Samsun	Canık	Yılanlı dere, İncirli ve Karaağaç	Yılanlı dere Qmak = 710 m ³ /sn	31	-	1777	14
18	05.07.2012	Sinop	Türkeli, Dikmen, Durağan	Ayancık, Güzelçay	Ayancık Qmak= 542 Güzelçay Qmak= 1759 m ³ /sn	626	var	var	-
19	08.08.2012	Samsun	Atakum	Kürtün deresi, Engiz deresi	Kürtün Qmak 226, Engiz çayı Qmak 516 m ³ /sn	471	var	var	-

3.1 Materyal

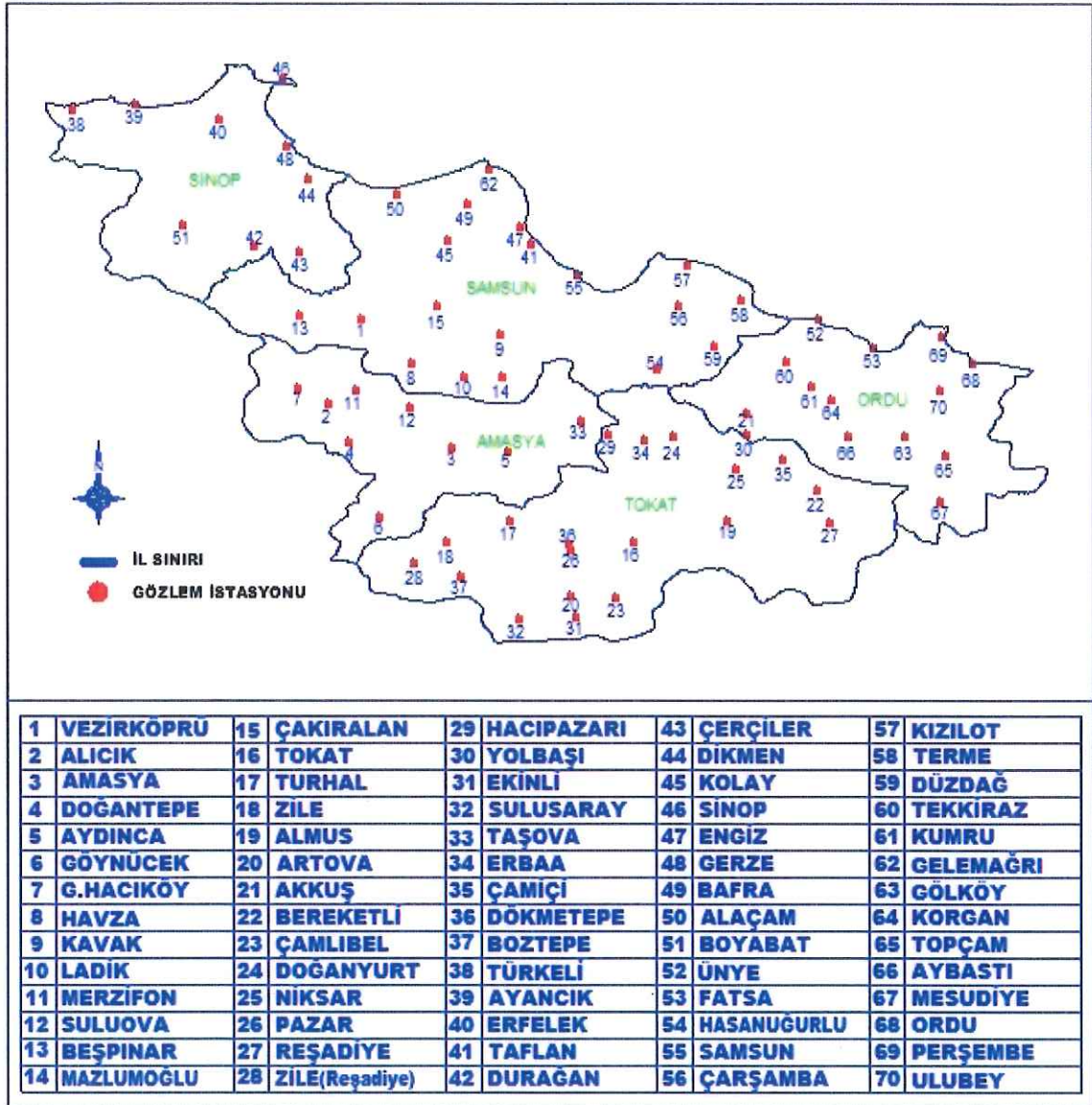
Araştırmada materyal olarak Orta Karadeniz Bölgesinde bulunan 70 adet yağış istasyonunda ölçülen günlük en büyük yağmur miktarları materyal olarak kullanılmıştır. Bölgedeki yağış istasyonlarının önemli bir kısmı Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından işletilirken, bir kısmı da Devlet Su İşleri Genel müdürlüğü tarafından işletilmektedir. Araştırmada kullanılan yağış istasyonlara ait tanıtıcı bilgiler Çizelge 3.2’de ve bu istasyonların Orta Karadeniz Bölgesindeki konumları Şekil 3.1 de verilmiştir. Araştırmada kullanılan günlük en büyük yağmur miktarları, Çizelge 3,2’de verilen istasyonların gözlem süreleri boyunca her gözlem yılında bir adet olacak şekilde göz önüne alınan yılda ölçülen günlük yağmur miktarları arasından seçilen günlük en büyük yağmur miktarlarından oluşmuştur. Dolayısı ile her istasyona ait günlük en büyük yağmur miktarının sayısı istasyonların gözlem süresine eşit olmuştur. Burada verilen bilgiyi Çizelge 3.2’de verilen Tokat yağış istasyonu üzerinden açıklayacak olursak, Tokat yağış istasyonunun gözlem süresi 81 yıl ve her yıl için ölçülen günlük yağmur miktarları arasından bir adet günlük en büyük yağmur miktarı seçileceğinden, Tokat yağış istasyonu için 81 adet günlük en büyük yağmur miktarı elde edilmiş olacaktır.

Çizelge 3.2. Yağmur miktarlarının elde edildiği istasyonların bazı karakteristikleri

İstasyon No	Gözlem Süresi	Yağış İstasyonu	Yükseklik	Enlem (°)	Boylam (°)
1	38	Vezirköprü	377	41.13	35.45
2	20	Alıcık	700	40.80	35.31
3	79	Amasya	412	40.65	35.85
4	20	Doğantepe	520	40.60	35.61
5	31	Aydınca	675	40.56	36.15
6	25	Göynücek	530	40.40	35.53
7	39	Gümüşhacıköy	770	40.88	35.23
8	32	Havza	750	40.96	35.68
9	26	Kavak	741	41.09	36.05
10	47	Ladik	950	40.91	35.91
11	83	Merzifon	755	40.88	35.48
12	39	Suluova	490	40.83	35.65
13	24	Beşpınar	721	41.00	35.00
14	53	Mazlumoğlu	870	40.54	36.03
15	18	Çakıralan	950	41.00	35.00
16	81	Tokat	608	40.31	36.56
17	60	Turhal	500	40.40	36.10
18	53	Zile	700	40.30	35.90
19	50	Almus	830	40.25	36.56
20	47	Artova	1200	40.05	36.31
21	27	Akkuş	1287	40.79	37.01
22	26	Bereketli	1125	40.51	37.30
23	27	Çamlıbel	1100	40.08	36.48
24	25	Doğanyurt	530	40.68	36.71
25	62	Niksar	350	40.60	36.96
26	20	Pazar	540	40.28	36.30
27	30	Reşadiye	450	40.16	37.38
28	38	Reşadiye / Zile	790	40.13	35.42
29	31	Hacıpazarı	220	40.43	36.29
30	25	Yolbaşı	1050	40.41	37.01
31	31	Ekinli	1070	40,02	36.20
32	30	Sulusaray	950	40.00	36.10
33	44	Taşova	200	40.76	36.33
34	47	Erbaa	230	40.70	36.60
35	12	Çamiçi	1250	40.61	37.01
36	50	Dökmetepe	635	40.18	36.20
37	19	Boztepe	750	40.18	35.88

Çizelge 3.2. (Devam) Yağmur miktarlarının elde edildiği istasyonların bazı karakteristikleri

İstasyon No	Gözlem Süresi	Yağış İstasyonu	Yükseklik	Enlem	Boylam
38	27	Türkeli	127	41.94	34.33
39	39	Ayancık	630	41.83	34.77
40	25	Erfelek	190	41.87	34.89
41	26	Taflan	150	41.00	36.00
42	24	Durağan	287	41.43	35.05
43	28	Çerçiler	700	41.00	35.00
44	26	Dikmen	385	41.66	35.27
45	21	Kolay	70	41.00	35.00
46	81	Sinop	32	42.02	35.15
47	50	Engiz	25	41.29	36.06
48	29	Gerze	86	41.81	35.17
49	65	Bafra	103	41.55	35.92
50	16	Alaçam	7	41.63	35.63
51	48	Boyabat	350	41.46	34.78
52	54	Ünye	16	41.14	37.29
53	26	Fatsa	2	41.04	37.48
54	24	Hasanuğurlu	120	41.01	36.37
55	84	Samsun	15	41.28	36.33
56	56	Çarşamba	35	41.20	36.73
57	50	Kızılot	10	41.18	36.46
58	34	Terme	10	41.12	37.00
59	26	Düzdağ	800	41.01	36.47
60	10	Tekkiraz	550	40.59	37.09
61	23	Kumru	735	40.85	37.24
62	49	Gelemağrı	4	41.40	35.55
63	33	Gölköy	1158	40.69	37,64
64	22	Korgan	725	40.00	37.00
65	24	Topçam	550	40.00	37.00
66	24	Aybastı	632	40.67	37.37
67	35	Mesudiye	1191	40.46	37.77
68	80	Ordu	5	40.98	37.88
69	13	Perşembe	190	40.98	37.70
70	20	Ulubey	190	40.87	37.75



Şekil 3.1. Araştırmada materyal olarak kullanılan günlük en büyük yağmur miktarlarının elde edildiği istasyonlarının Orta Karadeniz Bölgesindeki konumları

3.2. Yöntem

Orta Karadeniz Bölgesindeki günlük en büyük yağmur miktarlarının bölgesel frekans analizinde kullanılan yöntemler alt başlıklar halinde aşağıda açıklanmıştır.

3.2.1. L-momentler Yaklaşımı

L-moment istatistikleri, gözlem verisinin karesi ve küpünü almaksızın olasılık ağırlıklı momentlerin doğrusal bileşenleri olarak Hosking (1990) da tanımlanmıştır. Olasılık dağılımların şekillerini tarif eden bir sistem olan L-momentler, uzun süreli veride normal çarpım momentlerine göre daha az duyarlılığa sahiptir. Bu nedenle çarpım momentleri yöntemi ile elde edilmiş değişim ve çarpıklık katsayıları, fazla taraflı ve küçük örneklerde fazla değişken iken, bu katsayılar L-momentlerde hemen hemen tarafsız olup yaklaşık normal bir dağılıma sahiptir. Hidrolojik uygulamalarda L-momentler, verinin özelliklerini ve dağılımların parametrelerini basit ve etkin bir şekilde ortaya koymakta, bunun yanında düzensizlik, homojenlik ve uygunluk testlerinin yapılmasında da kullanılmaktadır (Hosking ve Wallis, 1997). Hosking ve Wallis (1987) örnek hacminin az olması durumunda, L-momentler yönteminin maksimum olabilirlik yöntemine göre daha etkin olduğunu, ayrıca L-momentler yönteminin dağılımların parametre ve tekrarlanma miktarlarının tahmininde etkili ve hesaplama açısından daha elverişli olduğunu savunmuşlar. Diğer taraftan bu çalışmada da kullanılan bölgesel frekans analizi yöntemlerinden biri olan gösterge taşkın yönteminde L-momentler yaklaşımının kullanılmasının daha uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Bir X verisinin L-momentleri olasılık ağırlıklı momentlerin fonksiyonu olarak ifade edilmiş ve buradan sıralanmış gözlemlerden $X_{(j)}$ elde edilen olasılık ağırlıklı momentlerin tarafsız örnek tahmini olarak Greenwood ve ark (1979) tarafından Eşitlik 1 deki gibi tanımlanmıştır;

$$b_r = n^{-1} \sum_{j=1}^n x_{(j)} \frac{(j-1)(j-2)\dots(j-r)}{(n-1)(n-2)\dots(n-r)} \quad (1)$$

Daha sonra eşitlikte n gözlem süresi olmak üzere, b_r değerlerinin ilk dördü ($r= 0, 1, 2, 3$) olasılık ağırlıklı momentler (b_0, b_1, b_2 ve b_3) Eşitlik 2 den bulunduktan sonra, (L) ile sembolize edilen L-moment istatistikleri, aşağıda verilen Eşitlik 3 den saptanır.

$$\begin{aligned}
b_0 &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i, \\
b_1 &= \sum_{i=1}^{n-1} \left[\frac{(n-i)}{n(n-1)} \right] X_{(i)}, \\
b_2 &= \sum_{i=1}^{n-2} \left[\frac{(n-i)(n-i-1)}{n(n-1)(n-2)} \right] X_{(i)}, \\
b_3 &= \sum_{i=1}^{n-3} \left[\frac{(n-i)(n-i-1)(n-i-2)}{n(n-1)(n-2)(n-3)} \right] X_{(i)}
\end{aligned} \tag{2}$$

$$\begin{aligned}
\lambda_1 &= b_0, \\
\lambda_2 &= 2b_1 - b_0, \\
\lambda_3 &= 6b_2 - 6b_1 + b_0, \\
\lambda_4 &= 20b_3 - 30b_2 + 12b_1 - b_0.
\end{aligned} \tag{3}$$

Eşitlik 3'den elde edilen ilk L-moment λ_1 , merkezi eğilim ölçüsünü yani dağılımın ortalamasını, ikinci L-moment λ_2 , de dağılım ölçüsünü belirtmektedir. Buradan boyutsuz L-moment oranları (L-değişim katsayısı, L-CV; L- çarpıklık, L-CS; L-basıklık, L-CK) aşağıda verilen Eşitlik 4 den tahmin edilebilmektedir.

$$\begin{aligned}
t &= \lambda_2 / \lambda_1 \text{ (L-CV)}, \\
t_3 &= \lambda_3 / \lambda_2 \text{ (L-CS)}, \\
t_4 &= \lambda_4 / \lambda_2 \text{ (L-CK)}.
\end{aligned} \tag{4}$$

3.2.2. Bölgeselleştirme

Çalışmada bölgeselleştirme için yaygın olarak uygulanan yöntemlerden biri olan *gösterge taşkın* yöntemi uygulanmıştır. N istasyon sayısına sahip bir bölgede bir i istasyonunun n_i adet verisi olduğu ve bu verilerin Q_{ij} , $j= 1, \dots, n_i$ şeklinde gösterildiği kabul edilirse; $Q_i(F)$; i istasyonunun en fazla meydana gelme olasılığının tekrarlanma fonksiyonudur. Bu yöntemin esası, istasyonların yaklaşık olarak homojen bir bölge oluşturması ve bu bölgede bulunan tüm istasyonlardaki olasılık dağılımının o istasyona ait olan belirli bir ölçek faktörü (*gösterge taşkın*) dışında aynı olmasıdır (Dalrymple, 1960b ; Hosking ve Wallis, 1988). Bu varsayım aşağıdaki Eşitlik 5 de ifade edilir;

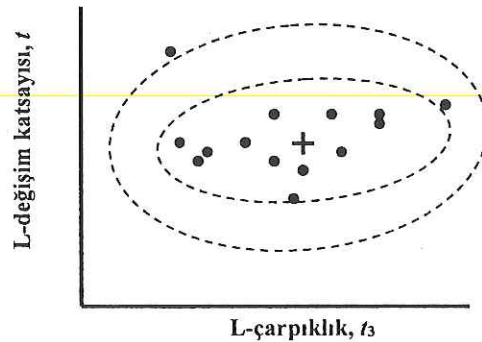
$$Q_i(F) = \mu_i q(F), \quad i=1, \dots, N. \tag{5}$$

Eşitlik 5 de; μ_i ; i istasyonundaki olasılık dağılımının ortalamasını temsil eden gösterge taşkın değeridir. Her bir istasyon için aynı olan $q(F)$ değeri; en fazla meydana gelme olasılığının bölgesel büyüme eğrisini temsil eder. (Lettenmaier ve Potter, 1985; Wallis ve Wood, 1985).

Bölgeselleştirme işlemi, genel olarak homojen bölgelerin belirtilmesi, uygun bir bölgesel olasılık dağılımının seçilmesi ve tekrarlanma miktarlarının tahmin edilmesi olarak açıklanabilir. Bu çalışmada homojen bölgelerin belirtilmesinde L-momentlere dayanan Düzensizlik ve Heterojenlik Ölçüleri kullanılmış, bölgesel olasılık dağılımının seçilmesinde Uygunluk Ölçüsü, tekrarlanma miktarlarının tahmininde ise Bölgesel L-moment algoritması uygulanmıştır.

3.2.3. Düzensizlik Ölçüsü

Verinin derlenerek incelendiği, verideki büyük hataların ve tutarsızlıkların giderilmesi ile birlikte zaman içinde var olan değişimlerden dolayı istatistiksel karakterinin değişip değişmediğinin araştırıldığı düzenlik ölçüsü testinin amacı, bir grup istasyon içinden bütün olarak uyumsuz olan istasyonların saptanmasıdır. Hosking ve Wallis (1997) de seçilen bir bölgede düzensizlik gösteren istasyonların durumunu Şekil 3.2 de şematik olarak verilmiştir. Bu amaçla seçilen bir bölgedeki her bir istasyonun ve bölgesel L-moment oranları (L-değişim katsayısı ve L-çarpıklık katsayısı) dik koordinat sisteminde işaretlemiş ve istasyonların L-moment oranlarının kovaryans matrisine göre aynı merkezli büyük ve küçük olmak üzere iki adet elips oluşturmuştur. Burada büyük elipsin dışında kalan istasyon ya da istasyonlar uyumsuzluğu göstermektedir. Şekil 3.2 de (+) işareti bölgesel L-moment oranlarını temsil etmektedir.



Şekil 3.2. Düzensizlik ölçüsünün şematik gösterimi

Hosking ve Wallis (1997) de verdikleri düzensizlik ölçüsü (D_i) ile homojen bölgelerin belirlenebileceğini bildirmişler ve bu ilişkiyi matematiksel olarak Eşitlik 6 da vermişlerdir;

$$D_i = \frac{1}{3} N(u_i - \bar{u})^T K^{-1} (u_i - \bar{u}) \quad (6)$$

Eşitlik 6 de; u_i , herhangi bir istasyon için L-moment oranlarının vektörünü, K , bu vektörün kovaryans matrisini, \bar{u} de vektörün ortalamasını göstermektedir. Bir istasyonun tümüyle uyumsuz olarak nitelendirilmesi için düzensizlik ölçüsünün (D_i) bölge içindeki istasyon sayısına bağlı olarak değişen kritik değerden (D_c) büyük olması gerekir. Düzensizlik ölçütü kritik değerden daha büyük olan istasyon başka bir bölgeye atanır. Seçilen bölgedeki istasyon sayısına bağlı olarak D_c değerleri Çizelge 3.3 de verilmiştir (Hosking ve Wallis, 1997; Adamowski, 2000).

Çizelge 3.3. Düzensizlik ölçüsü için kritik değerler

İstasyon Sayısı	D_c	İstasyon Sayısı	D_c
5	1.333	11	2.632
6	1.648	12	2.757
7	1.917	13	2.869
8	2.140	14	2.971
9	2.329	≥15	3.000
10	2.491		

3.2.4. Heterojenlik Ölçüsü

Düzensizlik ölçüsüne göre uygun bir bölge fiziksel olarak belirtildikten sonra, önerilen bölgenin homojen olup olmadığını değerlendirmek için heterojenlik ölçüsü (H) önerilmiştir (Hosking ve Wallis, 1993). Homojen bölgedeki istasyonların aynı popülasyondan geldiği kabul edilir. Bu amaçla homojen bölgedeki istasyonların L-moment oranlarının popülasyonun L-moment oranlarıyla aynı olduğu kabul edilmektedir. Bununla birlikte bölgedeki istasyonların örnek L-moment oranları örneklemeden dolayı farklılık göstermektedir. Buna bağlı olarak bölge içindeki istasyonların L-moment oranlarındaki farklılık, bölgenin heterojen olmasına neden olacaktır. Bir bölgenin homojenliğinin test edilmesinde simülasyon tekniklerinden faydalanılmaktadır. Bu amaçla aynı gözlemlere sahip homojen bir bölgedeki

istasyonların simülasyonu ile seçilen dağılıma ölçüsünün ortalama ve standart sapmaları elde edilir. Bölgenin homojenliği, bölgede gözlenen verinin örnek L-moment oranlarının ortalaması bölgenin popülasyon L-moment oranlarına yakın olduğunda sağlanmaktadır. Heterojenliğin belirlenmesinde, L-CV ile $H1$, L-CV ve L-CS oranlarının bileşimi ile $H2$ ve L-CK ve L-CS oranlarının bileşimi ile de $H3$ olmak üzere, üç farklı heterojenlik istatistiği hesaplanmaktadır. Buradan gözlenen ve simülasyonu yapılan dağılıma ölçülerinin karşılaştırılmaları için ve her üç duruma göre uygun H istatistiği Eşitlik 7'den hesaplanabilmektedir;

$$H = \frac{(V - \mu_v)}{\sigma_v} \quad (7)$$

Eşitlik 7 de V istatistiği; yukarıda anılan farklı L-moment oranlarına göre bölgesel veriden Eşitlik 8, 9 ve 10'dan elde edilir. Bu ilişkideki μ_v ve σ_v ise seçilen N istasyonlu bölgenin L-moment oranlarına bağlı olarak Kappa dağılımıyla yapılan her simüle edilen bölge için Eşitlik 8, 9 ve 10'dan elde edilen V_{sim} değerlerinin sırasıyla ortalama ve standart sapmasını göstermektedir.

$$V_1 = \left\{ \sum_{i=1}^N n_i (t^{(i)} - t^R)^2 / \sum_{i=1}^N n_i \right\}^{1/2} \quad (8)$$

$$V_2 = \sum_{i=1}^N n_i \left\{ (t^{(i)} - t^R)^2 + (t_3^{(i)} - t_3^R)^2 \right\}^{1/2} / \sum_{i=1}^N n_i \quad (9)$$

$$V_3 = \sum_{i=1}^N n_i \left\{ (t_3^{(i)} - t_3^R)^2 + (t_4^{(i)} - t_4^R)^2 \right\}^{1/2} / \sum_{i=1}^N n_i \quad (10)$$

Eşitliklerdeki, n_i ; bir bölgedeki i . istasyonun gözlem sayısını; $t^{(i)}, t_3^{(i)}, t_4^{(i)}$ örnek L-moment oranlarını (L-CV, L-CS ve L-CK) ve t^R, t_3^R, t_4^R de bölgesel ortalama L-moment oranlarını, N ; bölgedeki istasyon sayısını belirtmektedir. Bu çalışmada simülasyon yapılırken iki ve üç parametrelili dağılımlar yerine hidrolojik olayların frekans analizlerinde birçok dağılımı temsil etmesi ve güçlü bir dağılım olmasından dolayı dört parametrelili Kappa olasılık dağılımı kullanılmıştır. Eşitlik 7'de verilen μ_v ile σ_v değerlerinin güvenilir olarak tahmin edilmesi açısından simülasyon sayısı bir bölge için

500 adet olarak göz önüne alınmıştır (Hosking, 1994). Heterojenlik testine göre bölgenin; ceğer $H < 1$ ise kabul edilebilir düzeyde homojen, $1 \leq H < 2$ ise, muhtemelen heterojen ve $H \geq 2$ ise kesinlikle heterojen olduğuna karar verilmektedir (Hosking ve Wallis, 1997). Robson ve Reed (1999) da heterojenlik ölçütünün (H) kritik değerini daha da genişletti. Heterojenlik ölçütünün, $2 < H \leq 4$ olması durumunda bölgenin heterojen olarak göz önüne alınabileceğini, $H > 4$ olması durumunda da bölgenin kesinlikle heterojen olduğuna karar verilmesi gerektiğini bildirmiştir.

3.2.5. Uygunluk Ölçüsü

Bölgesel frekans analizinde, belirtilen homojen bölgedeki istasyonlardan elde edilen veriye, tek bir olasılık dağılımı en iyi uyumu göstermektedir. Hosking ve Wallis (1997) de aşağıda verilen ve L-basıklık oranına bağlı olan uygunluk kriteri ve herhangi bir olasılık dağılımı için Z^{DIST} istatistiği olarak isimlendirdiği bir yöntemi Eşitlik 11 de önermişlerdir;

$$Z^{DIST} = (t_4^{DIST} - t_4^R + B_4) / \sigma_4 \quad (11)$$

Eşitlik 11 de; t_4^R , örneğin bölgesel ortalama L-CK oranını B_4 ve σ_4 de sırasıyla, örneğin bölgesel ortalama L-CK oranı taraflılık değerini (bias) ve standart sapmasını gösterir ve eşitlik 12 ile 13 den belirlenir;

$$B_4 = N_{sim}^{-1} \sum_{m=1}^{N_{sim}} (t_4^{(m)} - t_4^R) \quad (12)$$

$$\sigma_4 = \left[(N_{sim} - 1)^{-1} \left\{ \sum_{m=1}^{N_{sim}} (t_4^{(m)} - t_4^R)^2 - N_{sim} B_4^2 \right\} \right]^{1/2} \quad (13)$$

Eşitlik 12 ve 13 de N_{sim} , Kappa dağılımı yardımıyla gerçekleştirilen simülasyon sayısı, m ise simülasyon yapılan bölge sayısını ifade etmektedir. Herhangi bir dağılımda mutlak $Z^{DIST} \leq 1.64$ ise, bu dağılım bölgesel dağılım için uygun kabul edilir. Ancak göz önüne alınan dağılımlardan sıfıra en yakın olan mutlak Z^{DIST} değerini sağlayan dağılım en uygun dağılım olarak seçilmektedir. Orta Karadeniz Bölgesindeki günlük en büyük yağmurların bölgesel frekans analizini yapmak amacıyla seçilen L-momentler yaklaşımında, genel lojistik, genel ekstrem değer, genel normal, Pearson tip 3, genel Pareto, Kappa ve Wakeby dağılımları kullanılmıştır. Bu dağılımlara ait özellikler Çizelge 3.4 de verilmiştir (Hosking ve Wallis, 1997).

Çizelge 3.4. Olasılık dağılımların parametreleri, birikimli dağılım $[F(x)]$ ve tekrarlanma $[x(F)]$ fonksiyonları

Olasılık dağılımı	$F(x), x(F)$	Parametreler
Genel ekstrem değer (GEV)	$F = \exp[-\{1 - k(x - \xi)/\alpha\}^{1/k}]$ $x = \xi + \alpha\{1 - (-\log F)^k\}/k$	ξ (konum), α (ölçek), k (şekil)
Genel lojistik (GLO)	$F = 1/[1 + \{1 - k(x - \xi)/\alpha\}^{1/k}]$ $x = \xi + \alpha[1 - \{(1 - F)/F\}^k]/k$	ξ (konum), α (ölçek), k (şekil)
Genel normal (GNO)	$F = \Phi[-k^{-1} \log\{1 - k(x - \xi)/\alpha\}]$ $x(F)$ tanımlı değil.	ξ (konum), α (ölçek), k (şekil)
Genel Pareto (GPA)	$F = 1 - \{1 - k(x - \xi)/\alpha\}^{1/k}$ $x = \xi + \alpha\{1 - (1 - F)^k\}/k$	ξ (konum), α (ölçek), k (şekil)
Kappa (KAP)	$F = [1 - h\{1 - k(x - \xi)/\alpha\}^{1/k}]^{1/h}$ $x = \xi + \alpha[1 - \{(1 - F)^h/h\}^k]/k$	ξ (konum), α (ölçek), k, h (özel durum parametreleri)
Pearson tip 3 (PE3)	$F = G((x - \mu + 2\sigma/\gamma)/ \frac{1}{2}\sigma\gamma , 4/\gamma^2), \gamma > 0$ $F = 1 - G(-(x - \mu + 2\sigma/\gamma)/ \frac{1}{2}\sigma\gamma , 4/\gamma^2), \gamma < 0$ $x(F)$ tanımlı değil.	μ (konum), σ (ölçek), γ (şekil)
Wakeby (WAK)	$F(x)$ tanımlı değil. $x = \xi + \frac{\alpha}{\beta}\{1 - (1 - F)^\beta\} - \frac{\gamma}{\delta}\{1 - (1 - F)^{-\delta}\}$	ξ (konum), $\sigma, \beta, \gamma, \delta$ (özel durum parametreleri)

3.2.6. Bölgesel L-Moment Algoritması

Çalışmanın bu bölümünde, bir önceki bölümde açıklanan yönteme bağlı olarak seçilen bölgesel olasılık dağılımına göre bölge için tekrarlanma miktarları tahmin edilir. Söz konusu amaç için gösterge taşkın yöntemine dayanan ve ağırlıklı ortalamalar yoluyla noktasal L-moment istatistiklerini birleştiren bölgesel L-moment algoritması bu bölümde açıklanmıştır. Gösterge taşkın yönteminde her bir istasyonun olasılık dağılımlarının ortalaması gösterge taşkın değeri kabul edilerek, bu değer istasyonlara ait verinin örnek ortalaması ile belirlenmektedir. Bölgesel L-moment oranları elde

edilirken, yukarıda açıklanan yöntemlere göre seçilen N istasyon sayısına sahip bir homojen bölgede n_i adet verisi olan bir i istasyonunun, örnek ortalaması λ_1^i ve örnek L-moment oranları da $t^{(i)}, t_3^{(i)}, t_4^{(i)}$ olarak hesap edilir. Benzer şekilde diğer $N-1$ istasyonunda örnek ortalamaları ve L-moment oranları tahmin edilerek, bölgesel ortalama L-moment oranları istasyonların gözlem sürelerine göre ağırlıklı olarak t^R, t_3^R, t_4^R saptanır. Bölgesel L-moment oranları matematiksel olarak Eşitlik 14-15 de verilmiştir;

$$t^R = \sum_{i=1}^N n_i t^{(i)} / \sum_{i=1}^N n_i \quad (14)$$

Bölgesel ortalamayı; $\lambda_1^i = 1$ alarak;

$$t_r^R = \sum_{i=1}^N n_i t_r^{(i)} / \sum_{i=1}^N n_i \quad r=3,4,\dots \quad (15)$$

ve buradan bölgesel populasyon (λ_i ve τ_i) ve örnek L-moment oranları (λ_i^R, t_i^R) eşitlenir;

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= \lambda_1^R \\ \tau &= t^R \\ \tau_3 &= t_3^R \end{aligned} \quad (16)$$

Daha sonra bölgesel boyutsuz gelişme eğrilerinin saptandığı Eşitlik 17 aşağıdaki şekilde yazılır;

$$\hat{Q}_i(F) = \lambda_1^i q(F; \lambda_1^R, t^R, t_3^R, t_4^R) \quad (17)$$

Yapılan tüm hesaplamalar için Hosking (2005) tarafından FORTRAN 77 kaynak kodları ile yazılmış (L-moments, version 3.04) komutlar kullanılmıştır. Bu komutlar ana bir program altında toplanıp derlenerek çalıştırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Orta Karadeniz Bölgesinde taşkına neden olan günlük en büyük yağmur miktarlarının L-moment yaklaşımıyla frekans analizini yapmak amacıyla çalışılan bölgenin hidrolojik homojen yörelere ayrılması, bölgeler için uygun bölgesel dağılım biçiminin saptanması ve belirlenen dağılım biçimlerine göre bazı tekrarlanma sürelerinde beklenen günlük en büyük yağmur miktarlarının belirlenmesi ile ilgili bulgular bu bölümde açıklanmıştır.

4.1. Homojen Bölgeler ve Uygun Bölgesel Dağılım

Orta Karadeniz Bölgesinde taşkına neden olan günlük en büyük yağmur miktarlarının bölgesel frekans analizini gerçekleştirmek amacıyla göz önüne alınan bölgedeki 70 yağış istasyonuna ait günlük en büyük yağmur serilerinin L-moment istatistikleri hesaplanmıştır (Çizelge 4.1). Bölgede bulunan 70 istasyona ait L-moment istatistik ölçütlerine (L-CV, L-CS, L-CK) dikkate alınarak bu istasyonların tümünün homojen bölge oluşturma durumu düzensizlik ölçütüne göre analiz edilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.1 de verilmiştir.

Çizelge 4.1. İstasyonların günlük en büyük yağmur serilerinin L-moment oranları ve düzensizlik ölçütleri

İstasyonlar	t_1	L-CV	L-CS	L-CK	Di
Vezirköprü	39.25	0.1709	0.2717	0.2563	0.35
Alıcık	29.70	0.1719	0.2076	0.1142	0.31
Amasya	32.56	0.1693	0.1833	0.1547	0.08
Doğantepe	30.49	0.2025	0.2805	0.2280	0.08
Aydınca	36.17	0.1484	0.1799	0.0483	1.20
Göynücek	35.60	0.1426	0.2880	0.1885	1.04
Gümüşhacıköy	32.50	0.1904	0.1704	0.1190	0.25
Havza	35.30	0.1480	0.1600	0.0660	0.79
Kavak	36.49	0.1122	0.1214	0.1394	0.90
Ladik	48.16	0.1871	0.3251	0.2470	0.38
Merzifon	27.91	0.1791	0.1854	0.1524	0.07
Suluova	30.70	0.1958	0.2827	0.1923	0.12
Beşpınar	36.58	0.1671	0.2366	0.2694	0.54
Mazlumoğlu	39.86	0.1767	0.1323	0.2394	1.18
Çakıralan	33.81	0.1210	-0.0105	0.0316	1.67
Tokat	29.96	0.1688	0.1762	0.1973	0.21
Turhal	33.98	0.1583	0.2103	0.1948	0.17
Zile	32.50	0.1719	0.2478	0.2560	0.34
Almus	33.47	0.1839	0.2911	0.2275	0.18
Artova	29.06	0.1423	0.0981	0.1163	0.53
Akkuş	54.11	0.2091	0.2524	0.1798	0.09
Bereketli	32.10	0.1615	0.2502	0.0022	3.15***
Çamlıbel	24.97	0.1650	0.2056	0.3596	2.55
Doğanyurt	39.24	0.1361	0.1183	0.0890	0.61
Niksar	33.34	0.1612	0.1835	0.1929	0.18
Pazar	28.53	0.1799	0.2904	0.3552	1.49
Reşadiye	29.62	0.1435	0.1429	0.1200	0.37
Reşadiye(Zile)	31.92	0.1702	0.3559	0.2424	1.02
Hacıpazarı	35.10	0.2232	0.3072	0.2041	0.25
Yolbaşı	51.78	0.1722	0.2045	0.0643	0.91
Ekinli	31.33	0.1351	0.1622	0.2643	1.31
Sulusaray	28.81	0.1554	0.2583	0.2469	0.50
Taşova	33.16	0.2313	0.4264	0.3307	1.13
Erbaa	33.98	0.1758	0.3045	0.2417	0.37
Camiçi	39.89	0.1589	0.4046	0.2496	2.21
Dökmetepe	31.65	0.1586	0.2352	0.2665	0.60
Boztepe	36.83	0.1717	0.0825	-0.0204	1.81
Türkeli	52.47	0.2059	0.2802	0.2819	0.42
Ayancık	62.00	0.1551	0.0647	0.0992	0.80
Erfelek	56.10	0.1531	0.1409	0.1591	0.30
Taflan	55.28	0.1705	0.1746	0.1600	0.10

Çizelge 4.1. (Devam) İstasyonların günlük en büyük yağmur serilerinin L-moment oranları ve düzensizlik ölçütleri

İstasyonlar	ℓ_1	L-CV	L-CS	L-CK	Di
Durağan	30.91	0.1578	0.1009	0.0640	0.67
Çerçiler	37.55	0.1728	0.2864	0.2336	0.29
Dikmen	46.71	0.1116	0.2160	0.1412	1.44
Kolay	52.00	0.2110	0.2935	0.1709	0.29
Sinop	49.91	0.2530	0.3146	0.2368	0.66
Engiz	53.90	0.2489	0.3965	0.3085	0.91
Gerze	49.76	0.2007	0.2197	0.1213	0.30
Bafra	52.38	0.1848	0.1070	0.0892	0.67
Alaçam	52.18	0.2593	0.0125	0.0729	5.20***
Boyabat	36.59	0.2574	0.3815	0.1707	1.49
Ünye	84.35	0.2660	0.3295	0.1624	1.30
Fatsa	98.11	0.3545	0.4520	0.2591	4.38***
Hasanuğurlu	66.47	0.3307	0.4253	0.2706	3.16***
Samsun	55.14	0.2251	0.3381	0.2696	0.38
Çarşamba	63.13	0.1935	0.1424	0.1754	0.54
Kızılot	63.73	0.2364	0.3701	0.2949	0.65
Terme	65.61	0.2095	0.2596	0.2784	0.51
Düzdağ	104.35	0.1910	0.1775	0.2020	0.31
Tekkiraz	71.91	0.2046	0.0681	0.2022	2.48
Kumru	53.80	0.2036	0.4561	0.4585	3.22***
Gelemağrı	60.96	0.3152	0.4306	0.3296	2.67
Gölköy	57.67	0.1764	0.1424	0.0629	0.64
Korgan	46.83	0.1509	0.2263	0.2093	0.33
Topçam	42.10	0.1808	0.2835	0.1475	0.54
Aybastı	49.69	0.1673	0.1437	0.0464	0.84
Mesudiye	33.19	0.2080	0.3099	0.1551	0.57
Ordu	69.25	0.2002	0.3115	0.2341	0.19
Perşembe	75.51	0.1451	-0.0601	0.1299	3.42***
Ulubey	73.89	0.2566	0.2663	0.1145	1.39

ℓ_1 Yağış istasyonuna ait serinin ortalaması

*** Düzensiz istasyon

Çizelge 4.1'den görüleceği üzere 70 yağış istasyonuna ait günlük en büyük yağmur serileri için elde edilen düzensizlik ölçütü (Di) değerlerine göre Bereketli, Alaçam, Fatsa, Hasanuğurlu, Kumru ve Perşembe yağış istasyonlarının düzensizlik ölçütü değerleri, Çizelge 3.3'den elde edilen D_c kritik değeri olan 3.00'den (istasyon sayısı 15'den fazla) daha büyük olmuştur. Bu sonuçlara göre 70 istasyona ait günlük en büyük yağmur serilerinin bölgesel frekans analizini gerçekleştirmek için istasyonların

tek bir bölge olarak ele alınması mümkün olmamaktadır. Bu aşamadan sonra Orta Karadeniz Bölgesi için farklı sayıda alternatifler seçilerek homojen bölgeler oluşturulmaya çalışılmıştır. Sonuçta Orta Karadeniz bölgesindeki yağış istasyonları 6 alt bölgede bulunacak şekilde dağıtıldıktan sonra istasyonlar arasındaki uyumu test etmek amacıyla düzensizlik ölçütü kullanılmış ve sonuçlar Çizelge 4.2 ve 4.3’de verilmiştir. Orta Karadeniz Bölgesinin 6 alt bölgesi için elde edilen düzensizlik ölçütüne göre her alt bölgede bulunan yağış istasyonları kendi aralarında uyumlu olmuştur. Yani her alt bölge istasyonları için hesaplanan düzensizlik (D_i) ölçütü değerleri alt bölgelerdeki istasyon sayısına bağlı olarak Çizelge 3.3’den elde edilen D_c kritik değerlerinden daha küçük olmuştur.

Çizelge 4.2. Orta Karadeniz Bölgesi için seçilen ilk üç alt bölgelerin düzensizlik ölçütü sonuçları

Bölge I		Bölge II		Bölge III	
Yağış İstasyonu	D_i	Yağış İstasyonu	D_i	Yağış İstasyonu	D_i
Vezirköprü	0.64	Tokat	0.31	Türkeli	1.22
Alicık	0.38	Turhal	0.08	Ayancık	1.00
Amasya	0.06	Zile	0.13	Erfelek	0.72
Doğantepe	0.71	Almus	0.15	Taflan	0.10
Aydınca	1.21	Artova	0.82	Durağan	1.62
Göynücek	1.69	Akkuş	1.22	Çerçiler	0.68
Gümüşhacıköy	1.04	Bereketli	2.33	Dikmen	1.67
Havza	0.68	Çamlıbel	1.67		
Kavak	1.77	Doğanyurt	0.85		
Ladik	0.77	Niksar	0.16		
Merzifon	0.25	Pazar	0.87		
Suluova	0.60	Reşadiye	0.50		
Beşpınar	0.97	Reşadiye/Zile	1.01		
Mazlumoğlu	2.02	Hacıpazarı	1.78		
Çakıralan	2.21	Yolbaşı	0.70		
		Ekinli	1.18		
		Sulusaray	0.33		
		Taşova	2.35		
		Erbaa	0.22		
		Camiçi	2.80		
		Dökmetepe	0.30		
		Boztepe	2.24		

Çizelge 4.3. Orta Karadeniz Bölgesi için seçilen son üç alt bölgelerin düzensizlik ölçütü sonuçları

Bölge IV		Bölge V		Bölge VI	
Yağış İstasyonu	D _i	Yağış İstasyonu	D _i	Yağış İstasyonu	D _i
Kolay	0.28	Ünye	1.59	Gölköy	0.55
Sinop	0.39	Fatsa	1.20	Korgan	0.92
Engiz	1.34	Hasanuğurlu	0.73	Topçam	0.40
Gerze	0.44	Samsun	0.39	Aybastı	1.02
Bafra	1.01	Çarşamba	0.68	Mesudiye	0.28
Alaçam	1.85	Kızılot	0.29	Ordu	0.90
Boyabat	1.69	Terme	0.19	Perşembe	2.11
		Düzdağ	0.51	Ulubey	1.81
		Tekkiraz	2.18		
		Kumru	2.36		
		Gelemağrı	0.88		

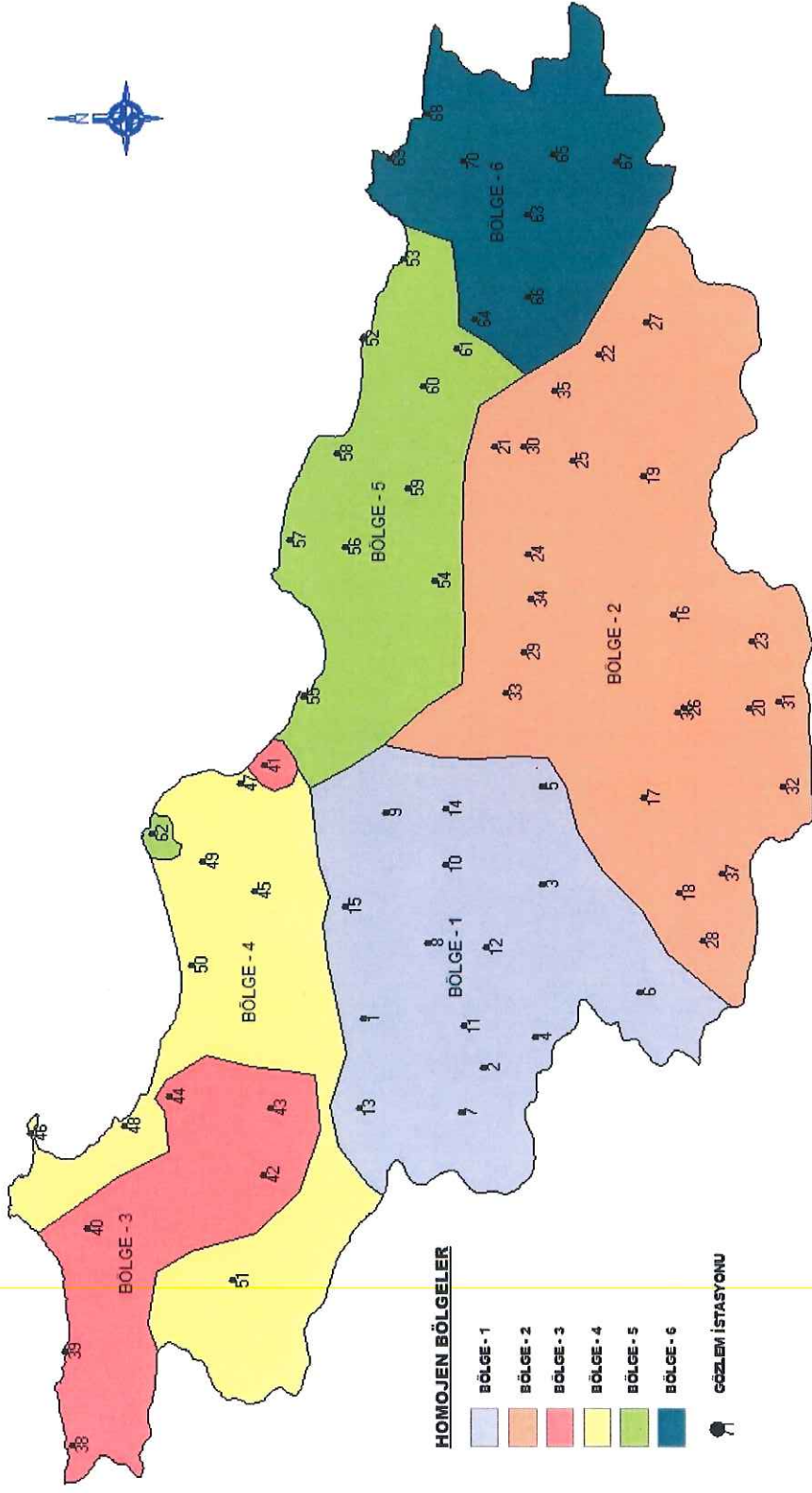
Orta Karadeniz Bölgesi için düzensizlik ölçütüne göre her alt bölgedeki istasyonlar arasında uyumluluk saptanan 6 bölgenin homojenlik şartını yerine getirdiğini test eden heterojenlik ölçütü sonuçları Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Orta Karadeniz Bölgesi için seçilen alt bölgelerin heterojenlik ölçütü sonuçları

Heterojenlik Ölçütü	Bölge I	Bölge II	Bölge III	Bölge IV	Bölge V	Bölge VI
H1	0.17	-0.46	0.70	0.69	0.94	0.57
H2	-0.73	-0.99	-0.04	2.52*	0.22	0.78
H3	-0.47	-0.48	-0.41	2.06*	-0.34	0.49

Çizelge 4.4’den görüleceği üzere Orta Karadeniz Bölgesinin 6 alt bölgesi için hesaplanan heterojenlik ölçütlerine göre bütün bölgeler kabul edilebilir düzeyde homojen çıkmıştır. Yukarıda yöntem kısmında heterojenlik ölçütü başlığı altında verilen bilgilere göre $H < 1$ olduğundan seçilen bölgeler homojen kabul edilmektedir. Ancak Bölge IV için elde edilen H2 ve H3 ölçütlerine göre bu bölge $H \geq 2$ olduğundan kesinlikle heterojen olmuştur. Ancak Picek ve ark (2005) ile Hosking ve Wallis (1993) de H1 ölçütünün diğer H2 ve H3 ölçütlerine göre heterojenliği göstermede daha makul sonuçlar verdiğini belirtmektedirler. Bu nedenle L-momentler yöntemine dayalı

bölgesel frekans analizlerinde homojen bölgelerin seçiminde H_1 istatistiği dikkate alınmaktadır. Hosking ve Wallis (1997) de H_1 istatistiğinin $H \geq 2$ olması yani kesin heterojen olunması koşulunda bile noktasal frekans analizlerinden daha iyi sonuç verdiğini belirtmektedirler. Şekil 4.1’de Orta Karadeniz Bölgesinin L-momentler yöntemine göre belirlenen homojen bölgeleri verilmiştir.



Şekil 4.1. Orta Karadeniz Bölgesinde L-momentler yöntemi kullanılarak oluşturulan homojen bölgeler

Orta Karadeniz Bölgesi heterojenlik ölçütüne göre 6 alt homojen bölgeye ayrılmış ve bu bölgelerin bölgesel frekans analizini gerçekleştirmek için araştırmada göz önüne alınan ve Çizelge 3.4’de verilen üç parametrelili Genel Ekstrem Değer (GEV), Genel Lojistik (GLO), Genel Normal (GNO), Genel Pareto (GPA) ve Pearson Tip 3 (PE3) dağılımlardan bölgesel veriye en uygun olan veya olanları uygunluk testine (Z^{DIST} istatistiği) göre belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.5’de verilmiştir.

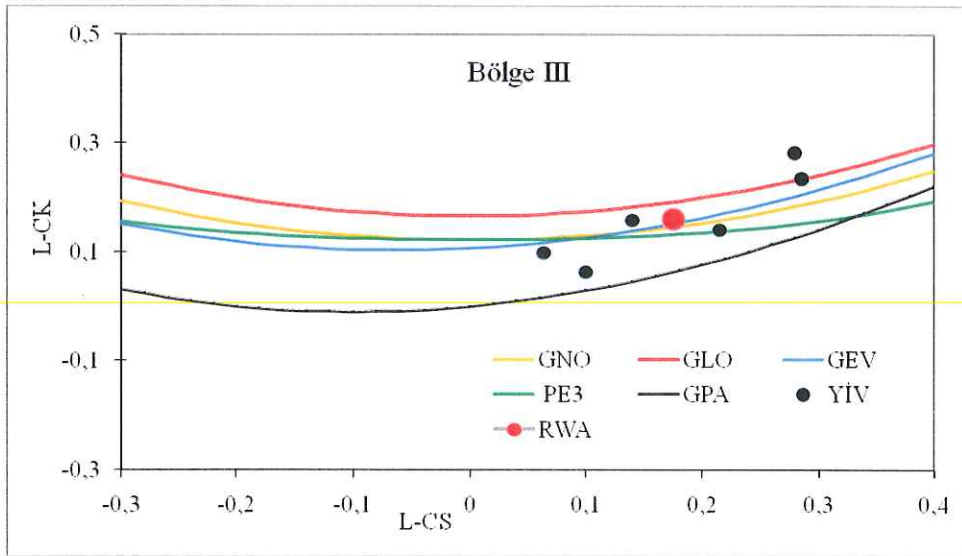
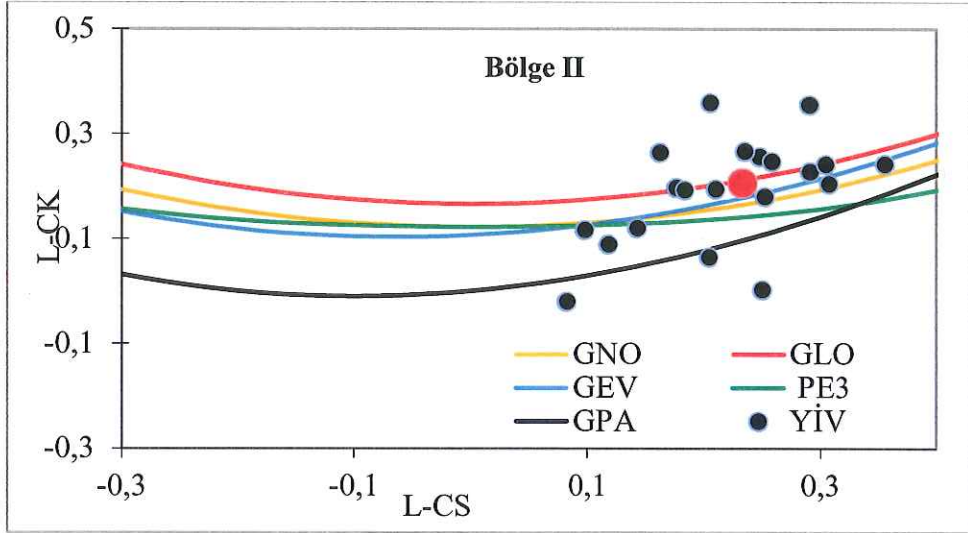
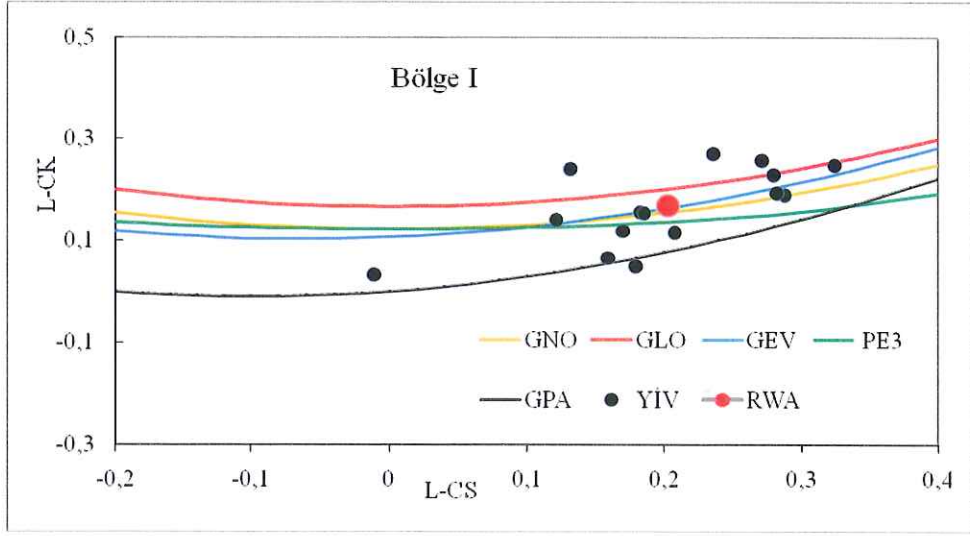
Çizelge 4.5. Orta Karadeniz Bölgesi homojen bölgeler için uygun olasılık dağılımlar

Homojen Bölgeler	Olasılık Dağılımlar				
	GEV	GLO	GNO	GPA	PE3
Bölge I	-0.44	1.64	-0.94	-5.21	-1.98
Bölge II	-2.02	-0.15	-2.73	-6.51	-4.04
Bölge III	-0.36	0.96	-0.53	-3.25	-1.00
Bölge IV	0.30	1.34	-0.30	-2.36	-1.36
Bölge V	-1.58	-0.86	-2.28	-3.64	-3.48
Bölge VI	0.72	1.84	0.25	-2.00	-0.59

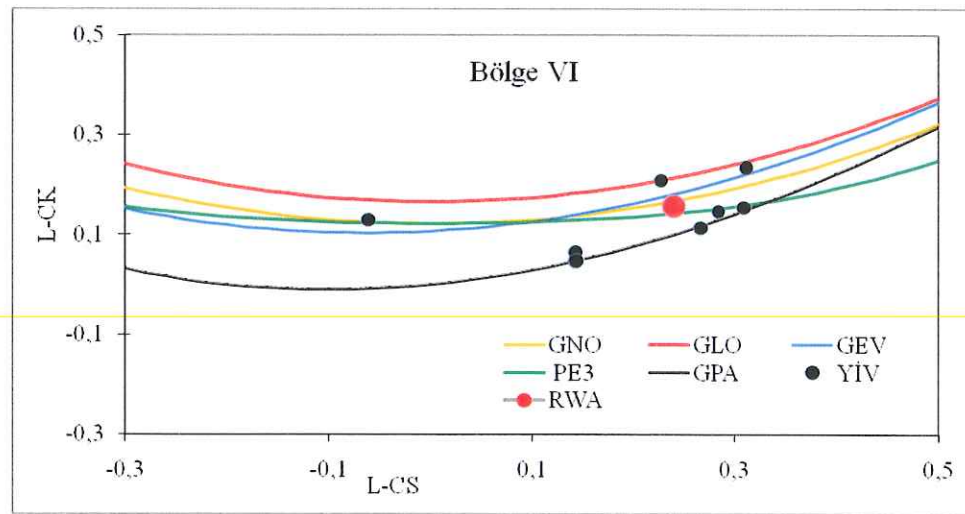
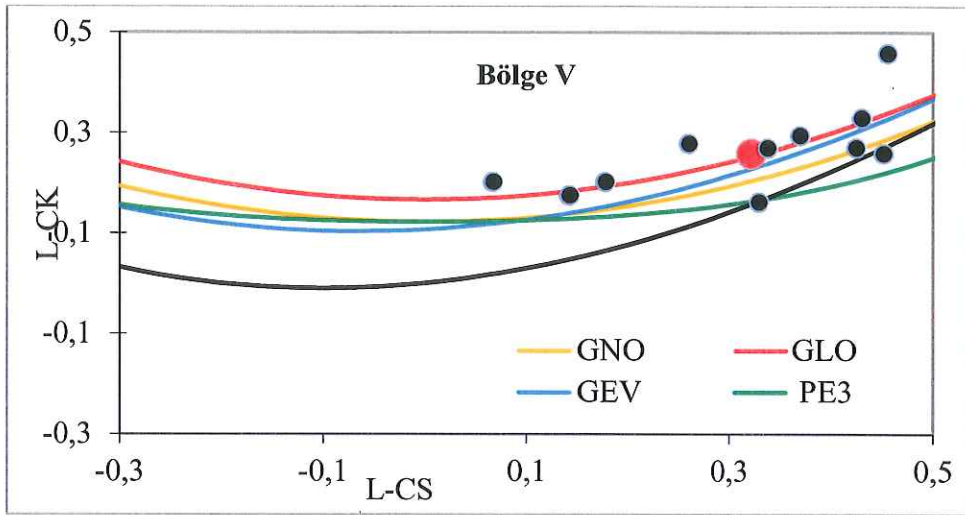
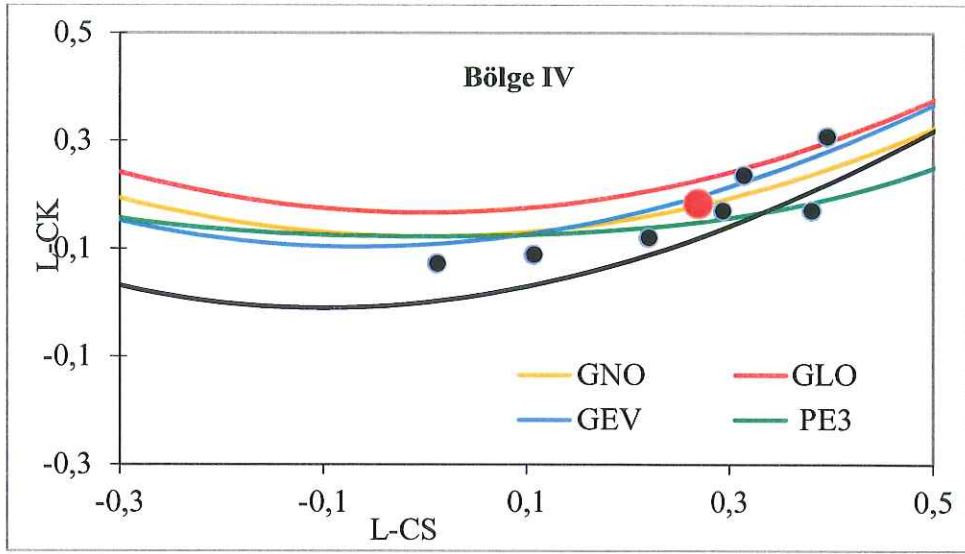
Çizelge 4.5 de 6 homojen bölgenin beş olasılık dağılıma göre hesaplanan Z^{DIST} istatistik değerleri, mutlak $Z^{DIST} \leq 1.64$ kritik değeri ile karşılaştırıldığında bölgeler için uygun olan dağılımlar olarak, Bölge I için; GEV, GLO ve GNO, Bölge II için; GLO, Bölge III ve Bölge IV için; GEV, GLO, GNO ve PE3, Bölge V için; GEV ve GLO, Bölge VI için; GEV, GNO ve PE3 belirlenmiştir. Birden fazla dağılımın uygun bulunduğu bölgelerde bu dağılımların her birine göre bölgesel frekans analizi gerçekleştirilebilir. Bununla birlikte bölgelerin frekans analizini gerçekleştirirken birden fazla dağılımın uygun olduğu bir bölgede en küçük Z^{DIST} değerine sahip olan dağılıma göre frekans analizini gerçekleştirmek daha doğru olacaktır.

Orta Karadeniz Bölgesi için seçilen 6 alt homojen bölgeye uyan bölgesel dağılımın görsel olarak belirlenmesinde Rao ve Hamed (2000) de verilen L-moment oranları diyagramı kullanılmıştır. Bu yöntem yukarıda verilen uygunluk testine (Z^{DIST} istatistiği) göre daha basit ve kolay bir yöntemdir. Bu amaçla 6 alt bölge için araştırmada göz önüne alınan üç parametrelili dağılımların L-CS ve L-CK değerlerine bağlı olarak teorik grafikleri elde edilmiş ve bu grafikler üzerinde her bölgenin bölgesel L-CS ve L-CK ortalama değerleri (RWA) noktasal olarak işaretlenmiştir. Bununla birlikte her bölgede bulunan yağış istasyonlarına ait L-CS ve L-CK değerleri (YİV) de grafik üzerinde noktasal olarak gösterilmiştir (Şekil 4.2. ve 4.3). Bölgesel dağılımın

seçiminde grafik üzerinde bölgesel L-CS ve L-CK ortalama değerine karşılık gelen RWA noktasal değerine en yakın olan dağılım teorik eğrisi bölgesel dağılım olarak seçilmiştir. Şekil 4.2. ve 4.3.'ten görüleceği üzere bölgeler için uygun dağılımların yukarıda verilen uygunluk testine göre seçilen dağılımlarla uyumlu olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.2. İlk üç bölge için L-moment oranları diyagramı



Şekil 4.3. Son üç bölge için L-moment oranları diyagramı

Orta Karadeniz Bölgesinde homojen olarak kabul edilen 6 alt bölgenin her biri için seçilen bölgesel dağılımlara ait bölgesel büyüme eğrisinin farklı tekrarlanma sürelerine karşılık belirlenen $q(F)$ değerleri ve bu değerlere bağlı olarak gösterge taşkın yönteminden elde edilen günlük en büyük yağmur miktarları Çizelge 4.6 de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Bölgesel büyüme eğrisi değerleri [$q(F)$] ve gösterge taşkın yönteminden tahmin edilen günlük en büyük yağmur miktarları [$Q_i(F)$]

Bölge	Olasılık Dağılımlar	Tekrarlanma Süreleri, Yıl						
		100	50	20	10	5	2	1
Bölge I	GEV- $q(F)$	0.510	0.546	0.604	0.663	0.743	0.939	2.782
	GEV- $Q_i(F)$	17.8	19.0	21.0	23.1	25.9	32.7	96.9
	GLO- $q(F)$	0.471	0.518	0.593	0.663	0.753	0.944	3.336
	GLO- $Q_i(F)$	16.4	18.0	20.7	23.1	26.2	32.9	116.2
	GNO- $q(F)$	0.523	0.554	0.606	0.661	0.740	0.939	2.709
	GNO- $Q_i(F)$	18.2	19.3	21.1	23.0	25.8	32.7	94.4
Bölge II	GLO- $q(F)$	0.499	0.54	0.606	0.67	0.753	0.937	3.600
	GLO- $Q_i(F)$	16.7	18.1	20.3	22.4	25.2	31.4	120.5
Bölge III	GEV- $q(F)$	0.515	0.553	0.613	0.674	0.756	0.95	2.505
	GEV- $Q_i(F)$	25.6	27.5	30.4	33.5	37.5	47.2	124.4
	GLO- $q(F)$	0.472	0.523	0.602	0.675	0.766	0.954	3.011
	GLO- $Q_i(F)$	23.4	26.0	29.9	33.5	38.0	47.4	149.5
	GNO- $q(F)$	0.524	0.558	0.614	0.672	0.753	0.95	2.487
	GNO- $Q_i(F)$	26.0	27.7	30.5	33.4	37.4	47.2	123.5
	PE3- $q(F)$	0.544	0.57	0.618	0.67	0.749	0.949	2.366
PE3- $Q_i(F)$	27.0	28.3	30.7	33.3	37.2	47.1	117.5	
Bölge IV	GEV- $q(F)$	0.397	0.434	0.498	0.563	0.656	0.894	4.219
	GEV- $Q_i(F)$	19.6	21.4	24.5	27.7	32.3	44.0	207.8
	GLO- $q(F)$	0.361	0.407	0.485	0.562	0.664	0.901	5.015
	GLO- $Q_i(F)$	17.8	20.0	23.9	27.7	32.7	44.4	247.0
	GNO- $q(F)$	0.423	0.452	0.504	0.562	0.65	0.891	3.872
	GNO- $Q_i(F)$	20.8	22.3	24.8	27.7	32.0	43.9	190.7
	PE3- $q(F)$	0.472	0.486	0.517	0.56	0.638	0.886	3.396
	PE3- $Q_i(F)$	23.2	23.9	25.5	27.6	31.4	43.6	167.3
Bölge V	GEV- $q(F)$	0.407	0.44	0.496	0.554	0.639	0.869	5.304
	GEV- $Q_i(F)$	28.0	30.2	34.1	38.0	43.9	59.7	364.2
	GLO- $q(F)$	0.381	0.418	0.484	0.551	0.645	0.876	6.156
	GLO- $Q_i(F)$	26.2	28.7	33.2	37.8	44.3	60.2	422.8
Bölge VI	GEV- $q(F)$	0.481	0.516	0.573	0.632	0.714	0.921	3.343
	GEV- $Q_i(F)$	27.4	29.4	32.6	36.0	40.7	52.5	190.4
	GNO- $q(F)$	0.5	0.528	0.577	0.631	0.71	0.919	3.156
	GNO- $Q_i(F)$	28.5	30.1	32.9	35.9	40.4	52.3	179.8
	PE3- $q(F)$	0.536	0.551	0.585	0.629	0.701	0.916	2.858
	PE3- $Q_i(F)$	30.5	31.4	33.3	35.8	39.9	52.2	162.8

Çizelge 4.6'dan da görüleceği üzere birden fazla bölgesel olasılık dağılımın uygun olduğu alt bölgeler için farklı tekrarlanma sürelerinde hesaplanan günlük en büyük yağmur miktarları arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Ancak bir yıl tekrarlanma süresi için elde edilen yağmur miktarları arasında önemli farklar belirlenmiştir. Bu nedenle bir yıl tekrarlanma süresi hariç diğer tekrarlanma sürelerindeki günlük en büyük yağmur miktarlarının tahmininde alt bölgeler için uygun bulunan dağılımlardan biri kullanılabilir. Ancak alt bölgeler için günlük en büyük yağmur miktarlarının tahmininde Çizelge 4.5 de verilen Z^{DIST} değeri en küçük olan dağılımın kullanılması daha uygun olacaktır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Doğal bir afet olan taşkın, şiddetli yağmurlar ile oluşmakta ve sonucunda da can ve mal kaybına neden olmaktadır. Şiddetli yağmurlar ile meydana gelen taşkınların zararlarını olabildiğince azaltmak amacıyla alınması gerekli mühendislik tedbirleri için şiddetli yağmurların tahmin edilmesi önemlidir. Ancak hidrolojik değişkenler birçok faktörün birlikte etkisi altında meydana geldiğinden bu değişkenlerin gelecekteki miktarlarının önceden tahmin edilmesi mümkün olmamaktadır. Bu bakımdan hidrolojik değişkenlerin gelecekteki miktarları hakkında bilgi sahibi olmak için istatistik yöntemlerden yararlanılmaktadır. Hidrolik yapıların kendinden beklenen faydayı sağlaması ve uygun maliyetli bir yapının inşası için hidrolik yapıların proje ölçütlerinin tahmininde kullanılan istatistik yöntemlerin doğru seçilmesi önemli olmaktadır. Seçilen istatistik yöntemlere bağlı olarak belirlenen proje kritik değerinin yanlış tahmini hem projenin sağlayacağı fayda üzerine olumsuz etkisi olacak hem de projenin maliyetini etkileyecektir. Bu bakımdan hidrolik yapıların tasarımı için gerekli olan frekans analiz yöntemlerinin doğru olması projelenmesi düşünülen hidrolik yapı açısından önemlidir.

Hidrolik yapıların proje kriterlerinin belirlenmesinde kullanılan hidrolojik verilerin genellikle gözlem süreleri yeterli uzunlukta olmamaktadır. Bunun bir sonucu olarak istatistik yöntemlere göre belirlenen proje kritik değerlerinin yeterli uzunlukta verilerden tahmin edilmesi durumunda inşa edilecek hidrolik yapı güvenilir olmayacaktır. Ülkemizde uzun gözlem süresine sahip yeterli sayıda istasyon bulunmamasının yanında, bu istasyonların geçmişte alınan gözlemlerinin güvenilirliğinden de şüphe edilmektedir. Ancak son yıllarda çoğu istasyonlarda kurulan otomatik veri kaydedicilerin sayılarının artması bu istasyonlardan alınan verilerin güvenilir olmasına neden olmuştur. Bu gibi olumsuzlukları gidermek amacıyla benzer frekanslara sahip istasyon verileri bir araya getirilerek daha güvenilir proje kritik değerleri elde edilebilmektedir. Bölgesel frekans analizi olarak da adlandırılan bu yöntem su ile ilgili yapıların projelenmesinde oldukça önemlidir. Son yıllarda konu ile ilgili araştırmacılar Hosking (1990) tarafından geliştirilen L-moment yaklaşımı olarak bilinen bölgesel frekans analizini yaygın olarak kullanmaktadırlar. Bu çalışmada da L-moment yaklaşımına göre Orta Karadeniz Bölgesinde 70 yağış istasyonundan elde edilen günlük en büyük yağmur miktarlarının bölgesel frekans analizi yapılmıştır. Orta

Karadeniz Bölgesinde taşkına neden olan günlük en büyük yağmur miktarlarının L-moment yaklaşımına göre yapılan bölgesel frekans analizinden elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- Çalışmada öncelikle 70 yağış istasyonunun hepsinin homojen bir bölge içinde olduğu kabulü yapılarak düzensizlik ölçütü (D_i) değerleri hesaplanmış ve bu değerlere göre Bereketli, Alaçam, Fatsa, Hasanuğurlu, Kumru ve Perşembe yağış istasyonları uyumsuz çıkmıştır. Bu sonuca göre araştırmada göz önüne alınan istasyonların tümünün tek bir bölge içinde olmayacağına karar verilmiştir. Bunun bir sonucu olarak Orta Karadeniz Bölgesindeki yağış istasyonları birden daha fazla (alt) bölgeye ayrılarak bölgesel frekans analizinin yapılmasına karar verilmiştir. Orta Karadeniz Bölgesi alternatif olarak farklı sayıda alt bölgelere ayrılmış ve alt bölgedeki istasyonların düzensizlik ölçütüne göre uyumluluk durumu tespit edilmiştir. Göz önüne alınan alternatifler içinde 6 alt bölge durumunda bölgeler içinde bulunan istasyonlar düzensizlik ölçütüne göre uyumlu olmuştur. Daha az alt bölge alternatifleri (6 dan daha az), bölgeler içinde bulunan istasyonlarda uyumsuz çıkan istasyonların olması yada seçilen bölgenin heterojenlik ölçütü kriterini yerine getirememesinden dolayı dikkate alınmamıştır. Bu nedenle Orta Karadeniz Bölgesinde taşkına neden olan günlük en büyük yağmurların bölgesel frekans analizinde bölgenin 6 alt bölgeye ayrılmasına karar verilmiştir.
- Düzensizlik ölçüsüne göre fiziksel olarak Orta Karadeniz Bölgesi 6 alt bölgeye ayrıldıktan sonra, bu bölgelerde bulunan istasyonların istatistiki anlamda bir homojen bölge oluşturduklarının analizi heterojenlik ölçütü (H) ile saptanmıştır. Heterojenlik ölçütü hesaplamalarda kullanılan L-moment oranlarına bağlı olarak, H_1 , H_2 ve H_3 şeklinde tahmin edilmektedir. Ancak H_1 olarak tahmin edilen heterojenlik ölçütünün bölgelerin homojenliğine karar vermede daha makul sonuçlar verdiği bildirilmektedir. Bu çalışmada üç heterojenlik ölçütü de tahmin edilmiş ve Bölge IV hariç diğer bölgelerin hepsinde üç heterojenlik ölçütüne göre $H < 1$ olduğundan kabul edilebilir düzeyde homojen olduğu bulunmuştur. Ancak Bölge IV de H_1 ölçütüne göre $H_1 < 1$ olduğundan kabul edilebilir düzeyde homojen olduğuna karar verilmiştir. Oysaki bu bölge H_2 ve H_3 heterojenlik ölçütüne göre kesinlikle heterojen çıkmıştır.

- Orta Karadeniz Bölgesi için karar verilen 6 alt homojen bölgeye uyan bölgesel olasılık dağılım L-moment oranı diyagramı ve uygunluk ölçütü (Z^{DIST}) göre belirlenmiştir. Çalışmada üç parametrelili dağılımlardan Genel Ekstrem Değer (GEV), Genel Lojistik (GLO), Genel Normal (GNO), Genel Pareto (GPA) ve Pearson Tip 3 (PE3) dağılımları göz önüne alınmıştır. Bu dağılımlardan Bölge II için tek bir dağılım (GLO); Bölge V için iki dağılım (GEV, GLO); Bölge I ve VI için üç dağılım (GEV, GLO, GNO); Bölge III ve IV için dört dağılım (GEV, GLO, GNO, PE3) uygunluk ölçütü koşulunu sağlamıştır. Ancak birden daha fazla dağılımın uygun olduğu bölgelerin her birinin bölgesel frekans analizi uygun olarak kabul edilen dağılımlardan birine göre yapılabilir. Bunlar arasından en uygun olanı ise hesaplanan uygunluk ölçütü değeri en küçük olanı seçilmelidir. Bu anlamda Bölge I ve III için GEV; Bölge IV için GEV ve GNO; Bölge II ve V için GLO; Bölge VI için GNO dağılımları en uygun bölgesel dağılımlar olarak seçilmiştir.
- Orta Karadeniz Bölgesinde homojen olarak kabul edilen 6 alt bölgenin her biri için istatistiki olarak seçilen uygun bölgesel dağılımlardan aşılma olasılığına göre gösterge taşkın yönteminden günlük en büyük yağmur miktarları tahmin edilmiştir. Birden fazla olasılık dağılımının bölgesel olasılık dağılımı olarak seçildiği alt bölgeler için bu dağılımlara göre farklı tekrarlanma sürelerinde hesaplanan günlük en büyük yağmur miktarları arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Özellikle bu durum 1 yıldan daha uzun tekrarlanma sürelerinde uygun bölgesel olasılık dağılımlardan tahmin edilen günlük en büyük yağmur miktarlarında daha belirgin olmuştur. Bu nedenle 1 yıldan daha uzun tekrarlanma sürelerindeki günlük en büyük yağmur miktarlarının tahmininde bölgeler için seçilen bölgesel olasılık dağılımlardan biri kullanılabilir. Ancak birden fazla bölgesel olasılık dağılımının uygun olduğu bölgelerde bu olasılık dağılımlara göre tahmin edilen günlük en büyük yağmur miktarları arasındaki fark özellikle sık aralıklı tekrarlanma sürelerinde (1 yıl) daha fazla olmuştur. Bu nedenle birden fazla dağılımın uygun olduğu bölgelerde sık aralıklı tekrarlanma sürelerinde günlük en büyük yağmur miktarlarının gösterge taşkın yöntemine göre tahmininde uygunluk ölçütü değeri en küçük olan dağılımın seçilmesi bölgede yapılması düşünülen hidrolik yapıların güvenilirliği açısından önemlidir.

Orta Karadeniz bölgesinde yapılacak olan hidrolik tesislerin proje kriterlerinin tahmininde, çalışmada belirlenen hidrolojik homojen bölgeler için önerilen dağılımların kullanılması ile yapılması düşünülen yapıdan beklenen fayda ile yapının güvenilirliğinin de artması muhtemel olacaktır. Ayrıca bu çalışma bölgedeki su ile ilgili yapıların projelenmesiyle ilgili kurum ve kuruluşlar ile konu üzerine çalışan akademisyenlere de faydalı olacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Adamowski, K., 2000. Regional analysis of annual maximum and partial duration flood data by nonparametric and L-moment methods. *Journal of Hydrology*, 229, 219–239.
- Anlı, A.S. ve Öztürk, F., 2011. Ankara’da Ölçülen Yıllık Maksimum Yağışların Bölgesel Frekans Analizi. *Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 28 (1), 61-71.
- Anlı, A.S., 2006. Giresun Aksu Havzası Maksimum Akımların Frekans Analizi. *Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 19 (1), 99-106.
- Anlı, A.S., Apaydın, H. ve Öztürk, F., 2009. Trabzon İlinde Gözlenen Yıllık Maksimum Yağışların Bölgesel Frekans Analizi. *Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi*, 15 (3), 240-248.
- Anonim, 2013. http://www.emdat.be/disaster_list/index.html
- Anonim, 2014a. Yüzeysel Sular ve Yer altı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Resmi Gazete, 28910.
- Anonim, 2014b. Devlet Su İşleri VII. Bölge Müdürlüğü Kayıtları. Samsun.
- Anonim, 2014c. Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1954-2013). [http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceleristatistik.aspx?m=SAMSUN#sfB-\(ziyaret tarihi; 11,03,2015\)](http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceleristatistik.aspx?m=SAMSUN#sfB-(ziyaret tarihi; 11,03,2015)).
- Anonim, 2014d. 2013 Yılı Standart Zamanlardaki Maksimum Yağışlar. <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/maksimum-yagisalar.aspx#sfU> (ziyaret tarihi; 01,02,2015).
- Anonim, 2015. İl ve İlçe Yüz Ölçümleri. <http://www.hgk.msb.gov.tr/images/urun/il.ilce.alanlari.pdf> (ziyaret tarihi; 10.03.2015).
- Atalay, İ., 1995. Türkiye’nin Beşeri ve Ekonomik Coğrafyası 1. İnkılap Kitapevi, 191 s.
- Atmaca, D., 2011. Standartlaştırılmış Yağış İndeksi Yöntemi İle Konya İli Bölgesel Kuraklık Analizi. (Yüksek Lisans Tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Tokat.
- Bozkurt, D. ve Sen, O.L., 2011. Precipitation in the Anatolian Peninsula: sensitivity to increased SSTs in the surrounding seas. *Clim. Dyn*, 36, 711-726.
- Büyükkaracıoğlu, N. ve Kahya, E., 2009. Konya Havzası Akarsuları Yıllık Pik Akım Serilerinin Taşkın Frekans Analizi. *Selçuk Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Teknik-Online Dergi*, 8 (3), 246-261.
- Chen, Y.D., Huang, G., Shao, Q. ve Xu, C.Y., 2006. Regional analysis of low using L-moments for Dongjiang basin, South China. *Hydrological Sciences Journal*, 51 (6), 1051-1064.
- Çetin, N.İ ve Tezer, A., 2013. ABD, Avrupa Birliği ve Türkiye’de sel risk yönetiminin karşılaştırılması, 3. Ulusal Taşkın Sempozyumu, 29-30 Nisan 2013, İstanbul.
- Dalrymple, T., 1960a. Flood Frequency Methods. U.S. Geol. Survey, Water Supply Paper 1453 A, Washington, 11-51.
- Dalrymple, T., 1960b. Flood frequency analyses. Water Supply Paper 1543-A, U.S. Geological Survey, Reston, Va.
- Devi, A. ve Choudhury, P., 2013. Extreme rainfall frequency analysis for meteorological sub-division 4 of India using l-moments. *International Journal of Environmental, Ecological, Geological and Marine Engineering*, 7 (12), 664-669.

- Dodangeh, S., Sattari, T.M. ve Seçkin, N., 2011. Minimum Akımların L-Momentler Yöntemi ile Bölgesel Frekans Analizi. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi, 17 (2001), 43-58.
- Dodangeh, S., Sattari, T.M. ve Seçkin, N., 2011. Minimum Akımların L-Momentler Yöntemi ile Bölgesel Frekans Analizi. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi, 17 (2001), 43-58.
- Gökçe, O., Özden, Ş. ve Demir, A., 2008. Türkiye’de Afetlerin Mekânsal ve İstatistiksel Dağılımı, Afet Bilgileri Envanteri, TC. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Afet Etüt ve Hasar Tespit Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Greenwood, J.A., Landwehr, J.M., Matalas, N. C. and Wallis, J. R., 1979. Probability weighted moments: Definition and relation to parameters of several distributions expressible in inverse form. Water Resources Research, 15, 1049-1054.
- Haktanır, T., 1982. Taşkın Frekans Analizi için Paket Program. DSİ Teknik Bülteni, 53, 48-57.
- Haktanır, T., 1991. Statistical Modelling of Annual Maximum Flows in Turkish Rivers. Hydrological Sciences Journal, 36 (4), 367-389.
- Haktanır, T. ve Demir, U., 1993. Evaluation of various distributions for flood frequency analysis. Hydrological Sciences Journal, 38 (1), 15-32.
- Haktanır, T. and Horlacher, H.B., 1993. Evaluation of various distributions for flood frequency analysis. Hydrological Sciences Journal, 38(1), 15-32.
- Hassan, B.G.H. ve Ping, F., 2012. Regional Rainfall Frequency Analysis for the Luanhe Basin by Using L-moments and Cluster Techniques. APCBEE, Procedia, 1, 126-135.
- Hirabayashi, Y. and Kanae, S., 2009. First estimate of the future global population at risk of flooding. Hydrological Research Letters 3, 6-9
- Hosking, J.R.M. and Wallis, J. R., 1993. Some statistics useful in regional frequency analysis. Water Resources Research, 29, 271-281.
- Hosking, J.R.M. and Wallis, J.R., 1987. Parameter and quantile estimation for the generalized Pareto distribution. Technometrics, 29, 339-349.
- Hosking, J.R.M. and Wallis, J.R., 1988. The effect of intersite dependence on regional flood frequency analysis. Water Resources Research, 24, 588-600.
- Hosking, J.R.M. and Wallis, J.R., 1997. Regional frequency analysis: An approach based on *L*-moments. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 224p.
- Hosking, J.R.M., 1990. *L*-moments: Analysis and estimation of distributions using linear combinations of order statistics. Journal of the Royal Statistical Society, Series B 52(1), 105-124.
- Hosking, J.R.M., 1994. The four-parameter kappa distribution. IBM Journal of Research and Development, 38, 251-258.
- Hosking, J.R.M., 2005. Fortran routines for use with the method of *L*-moments, Version 3.04. Research Report RC 20525, IBM Research Division, T.C. Watson Research Center, Yorktown Heights, N.Y. İstanbul.
- Jaiswal, R.K., Goel, N.K., Singh, P. ve Thomas, T., 2003. *L*-moment Based Flood Frequency Modelling. Journal of the Institution of Engineers (India), 84, 6-10.
- Köse, Ö., 2008. Konya Kapalı Havzası Yağış Verilerinin Analizi ve Uygun Olasılık Dağılımlarının Belirlenmesi. Konya Kapalı Havzası Yeraltısuyu ve Kuraklık Konferansı V. Su Forumu, 11-12 Eylül, 2008, DSİ IV. Bölge Müdürlüğü, Konya.

- Kysely, J., Picek, J. ve Huth, R., 2007. Formation of homogeneous regions for regional frequency analysis of extreme precipitation events in the Czech republic. *Studia Geophysica et Geodaetica*, 51, 327-344.
- Lettenmaier, D.P. and Potter, K.W., 1985. Testing flood frequency estimation methods using a regional flood generation model. *Water Resources Research*, 21, 1903-1914.
- Lim, Y.H. ve Lye, L.M., 2003. Regional Flood estimation for ungauged basins in Sarawak, Malaysia. *Hydrological Sciences Journal*, 48 (1), 79-94.
- Malekinezhad, H. ve Garizi, A.Z., 2014. Regional frequency analysis of daily rainfall extremes using L-moments approach. *Atmosfera*, 27 (4), 411-427.
- Ngongondo, C.S., Xu, C.Y., Tallaksen, L.M., Alemaw, B. ve Chirwa, T., 2011, Regional Frequency analysis of rainfall extremes in Southern Malawi using the index rainfall and L-moments approaches. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 25, 939-955.
- Önol, B. ve Semazzi, F.H.M., 2009. Regionalization of climate change simulations over Eastern Mediterranean. *Journal of Climatology*, 22, 1944-1961.
- Önöz, B., 1992. Bölgesel Taşkın Frekans Analizi. (Doktora Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi. İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Önöz, B., 1994. Yeni Bir Parametre Tahmin Yöntemi Olasılık Ağırlıklı Momentler Yöntemi. *DSİ Teknik Bülteni*, 81, 49-54.
- Özcan, E., 2006. Sel Olayı ve Türkiye. *Gazi Üniv. Gazi Eğitim Fak. Dergisi*, 26(1), 35-50.
- Özcan, Z., 1990. Türkiye Akarsularının Taşkın Pikleri Frekans Analizi. (Y. Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi. İnşaat Mühendisliği Bölümü, Adana.
- Parida, B.P., Kachroo, R.K. and Shrestha, D.B., 1998. Regional flood frequency analysis of Mahi-Sabarmati basin (subzone 3-a) using index flood procedure with L-moments. *Water Resources Management*, 12, 1-12.
- Picek, J., Kysely, J. and Huth, R., 2005. Regional analysis of extreme precipitation events in the Czech republic. 4th Conference on extreme value analysis: Probabilistic and statistical models and their applications, Gothenburg, 15-19 August.
- Rahman, M., Sarkar, S., Najafi, M.R. ve Rai, R.K., 2013. Regional extreme rainfall mapping for Bangladesh using l-moment technique. *Journal of Hydrologic Engineering*, 18 (5), 603-615.
- Rao, A.R. and Hamed, K.H., 2000. *Flood frequency analysis*, CRC Press LLC. pp. 350.
- Robson, A.J. and Reed, D.W., 1999. *Flood Estimation Handbook*. vol. 3: Statistical Procedures for Flood Frequency Estimation. Institute of Hydrology, Wallingford, UK.
- Saf, B., 2009. Batı Akdeniz Havzalarının L-Momentlere Dayalı Bölgesel Taşkın Frekans Analizi. *Pamukkale Üniv. Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15 (2), 153-165.
- Seçkin, N., 2002. Seyhan ve Ceyhan Havzalarının Bölgesel Taşkın Frekans Analizi. (Y.Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi. İnşaat Mühendisliği Bölümü, Adana.
- Seçkin, N. ve Yurtal, R., 2008. L-Momentlere Dayalı Gösterge-Sel Metodu ile Bölgesel Taşkın Frekans Analizi. *Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü*, 19(4), 120-129.

- Seçkin, N., 2009. L-Momentlere Dayalı Gösterge-Sel Metodu İle Bölgesel Taşkın Frekans Analizi. (Doktora Tezi), Atatürk Üniversitesi. Kültürteknik Bölümü, Adana.
- Şen, Ö.L., Bozkurt, D., Göktürk, O.M., Dündar, B. ve Altürk, B., 2013. Türkiye’de İklim Değişikliği ve Olası Etkileri, III. Ulusal Taşkın Sempozyumu, 29-30 Nisan 2013, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, İstanbul.
- Şorman, Ü. ve Okur, A., 2000. L-momentler Tekniği Kullanılarak Noktasal ve Bölgesel Frekans Analizinin Uygulanması. İnşaat Mühendisleri Odası. Teknik Dergi, 11(3), 2199-2216.
- Sözer, A.N., Işık, Ş. ve Mutluer, M., 1990. Ege Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, Ders notları.
- Topaloğlu, F., 2002. Determining Suitable Probability Distribution Models for Flow and Precipitation Series of the Seyhan River Basin. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 26 (4), 187-194.
- Vogel, R.M. ve Fennessey, N.M., 1993. L Moment Diagrams Should Replace Product Moment Diagrams. Water Resources Research, 29 (6), 1745-1752.
- Wallis, J.R. and Wood, E.F., 1985. Relative accuracy of log Pearson III procedures. Journal of Hydraulic Engineering, 111, 1043-1056.
- Yerdelen, C., Karami, Y., Can, İ. ve Kahya E., 2009. Çoruh Havzası Akım Verilerinde Klasik Momentler Yöntemi İle L-Momentler Yönteminin Karşılaştırılması. IV. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu, İstanbul.
- Yıldız, O.E., 2012. L-moment tekniğine dayalı havza karakteristik debisinin tahmin edilmesi: Doğu Karadeniz örneği. (Doktora Tezi), Karadeniz Teknik Üniversitesi, İnşaat Anabilim Dalı, Trabzon.
- Yıldız, O.E., Yüksek, Ö., Saka, F. ve Üçüncü, O., 2011. Doğu Karadeniz Havzası Akım Gözlem İstasyonlarının Homojenlik Testi. 5.Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu, 12-16 Eylül, 2011, DSİ Genel Müdürlüğü, İstanbul.
- Yüksek, Ö., Kankal, M., Serencam, U. ve Yıldız, O.E., 2009. Doğu Karadeniz’deki Yıllık EnBüyük Debi ve Yağışlar için Uygun Dağılımların Analizi. IV. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu, İstanbul.
- Yürekli, K. Modarres. R., Ozturk, F. 2009. Regional daily maximum rainfall estimation for Cekerek Watershed by L-moments. Meteorological Application, 16, 435-444.
- Yürekli, K. ve Anlı, A. S., 2008. Standartlaştırılmış Yağış İndeksi ile Karaman İli Kuraklığının Analizi. Konya Kapalı Havzası Yeraltısuyu ve Kuraklık Konferansı V. Su Forumu, 11-12 Eylül, 2008, DSİ IV. Bölge Müdürlüğü, Konya.
- Yürekli, K. ve Modarres. R., 2007. Regionalization of Maximum Daily Rainfall data over Tokat Province, Turkey. International Journal of Natural and Engineering Sciences, 1 (2), 1-7.
- Yürekli, K., 2005. L-Moment Yaklaşımı İle Maksimum Günlük Yağmurların Bölgesel Frekans Analizi. Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 22 (1), 37-44.
- Yürekli, K., Köse, Ö. ve Hıms, M.A., 2011. Yüzey Drenaja Neden Olan Yıllık Maksimum Yağmurların Bölgesel Frekans Analizi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 4 (2), 27-30.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Melih ENGİNSU
Doğum Tarihi ve Yer : 23.04.1980 - TOKAT
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce
Telefon : 0553 485 61 14
E-Posta : melih_enginsu@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Eğitim birimi	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Teknoloji Lisans Programı	2004

İŞ DENEYİMİ

Yıl	YER	GÖREV
2006	2457 Sayılı Kangal Tarım Kredi Kooperatifi	Ziraat Mühendisi
2008	T.C. Ziraat Bankası Turhal Şubesi	Ziraat Mühendisi
2009	Samsun Ayvıcık Gıda, Tarım ve Hayvancılık İlçe Müdürlüğü	Ziraat Mühendisi
2011	Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü/Samsun	Ziraat Mühendisi