



atmosphere



Madde

Editörün Seçimi

Avustralya, NSW'de Yaklaşan İklim Değişiklikleri Nedeniyle Tasarım Yağışının Gelecekteki Senaryoları

Iqbal Hossain, Shirley Gato-Trinidad, Monzur Imteaz ve Scott Rayburg

Özel Sayı

İklim Parametrelerinin Tahmininde İstatistiksel Yaklaşımlar

Düzenleyen

Dr. İkbāl Hossain ve Dr. Abdullah Gökhan Yılmaz



<https://doi.org/10.3390/atmos15091101>

Madde

Avustralya, NSW'de Yaklaşan İklim Değişiklikleri Nedeniyle Tasarım Yağışının Gelecekteki Senaryoları

Iqbal Hossain * Shirley Gato-Trinidad ,  Monzur Imteaz  ve Scott Rayburg

İnşaat ve Yapı Mühendisliği Bölümü, Swinburne Teknoloji Üniversitesi, Hawthorn 3122, Avustralya; sgatotrinidad@swin.edu.au (SG-T.); mimteaz@swin.edu.au (MI); srayburg@swin.edu.au (SR)
* Yazışma: ihossain@swin.edu.au

Soyut: Yağış oluşumu, dünya genelinde iklim değişikliğinden önemli ölçüde etkilenir. Bazı yerlerde bunun yağışta artışa neden olması muhtemel olsa da, Avustralya'nın Yeni Güney Galler (NSW) eyaletinin çoğu yerinde hem kış hem de yaz yağışlarının iklim değişikliği nedeniyle önemli ölçüde azalması öngörülmektedir. Bunun, yağmur suyu yönetim sistemlerinin tasarımı ve inşası gibi su mühendisleri için bir dizi hidrolik ve hidrolojik tasarım hususunu etkileme potansiyeli vardır. Bu sistemler şu anda geçmişteki aşırı yağış olayı verilerine göre planlanmaktadır ve iklim değişikliği nedeniyle aşırı yağış miktarlarındaki değişiklikler, sistemlerin ciddi şekilde küçük (aşırı yağış olayları daha yaygın ve/veya daha büyük olursa) veya büyük (aşırı yağış olayları daha az sıklıkta olursa veya daha az büyük olursa) olmasına yol açabilir. Her iki sonuç da potansiyel olarak ciddi sonuçlara yol açacaktır. Sonuç olarak, güvenli, verimli ve uygun maliyetli kentsel drenaj sistemi tasarımı, tasarım yağışının tahmini üzerinde iklim değişikliğinden kaynaklanan etkilerin dikkate alınmasını gerektirir. Bu çalışma, Avustralya'nın Yeni Güney Galler (NSW) eyaletinde günlük aşırı yağış olasılığı üzerindeki iklim değişikliğinin etkilerini incelemektedir. Analiz, NSW genelinde bulunan 29 seçilmiş meteoroloji istasyonu için gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmada gelecekteki tasarım yağışı, farklı zaman dilimleri (2020-2039, 2040-2059, 2060-2079 ve 2080-2099) için öngörülen yağıştan belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, standart dönüş periyotları için tasarım yağışının çoğu durumda Avustralya Meteoroloji Bürosu'ndan (BoM) elde edilen tasarım yağışı kullanılarak elde edilenden daha düşük olduğunu göstermektedir. Analiz edilen meteoroloji istasyonlarının çoğu iklim değişikliği senaryo verilerini kullanarak önemli ölçüde farklı sonuçlar gösterse de, bu durum istasyonlar ve farklı zaman dilimleri arasında önemli ölçüde değişmiştir. Bu, en iyi sonuçları sağlamak için iklim değişikliği tahmin edilen yağış verilerinin gelecekteki yağmur suyu sistemi tasarımlarına dahil edilmesi için yerel ölçekte daha fazla çalışma yapılması gerektiğini göstermektedir.



Alıntı: Hossain, I.; Gato-Trinidad, S.; Imteaz, M.; Rayburg, S. Avustralya, NSW'de Yaklaşan İklim Değişiklikleri Nedeniyle Tasarım Yağışının Gelecekteki Senaryoları. Atmosfer 2024, 15, 1101. <https://doi.org/10.3390/atmosfer15091101>

Akademik Editör: Hanbo Yang

Alındı: 3 Ağustos 2024 Gözden geçirildi: 29 Ağustos 2024 Kabul edildi: 5 Eylül 2024 Yayımlandı: 10 Eylül 2024



Telif Hakkı: © 2024 yazarlar tarafından. Lisans sahibi MDPI, Basel, İsviçre. Bu makale, Creative Commons Atıf (CC BY) lisansının (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) hüküm ve koşulları altında dağıtılan açık erişimli bir makaledir.

Anahtar kelimeler: aşırı yağış; iklim değişikliği; tasarım yağışı; meydana gelme olasılığı

1. Giriş

Yağmur suyu yönetimi altyapısının tasarımı için en önemli bileşen olan tasarım yağışı, yoğunluk-frekans-süre (IFD) grafiği/tablosu kullanılarak gösterilir. IFD eğrisi veya grafiği, belirli bir tekrarlama aralığı boyunca meydana gelen bir yağış olayının olasılıksal gösterimidir. Mühendisler tasarım yağışını, oluklar ve çatılar gibi küçük ölçekli tesislerden havzalar ve barajlar gibi büyük ölçekli altyapılara kadar hemen hemen tüm yağmur suyu altyapı tiplerinin gerekli kapasitelerini tahmin etmek için kullandıklarından bu son derece önemlidir. Bu altyapının doğru boyutlandırılması, taşkın azaltma ve güvenliğin yanı sıra kaynakların verimli kullanımı açısından da önemli sonuçlar doğurur; aşırı tasarlanmış sistemler gereksiz yere pahalı olurken, yetersiz tasarlanmış sistemler can ve mal kaybına yol açabilir.

Tasarım yağışının belirlenmesi için, IFD tablosu/grafiği geleneksel olarak tarihsel veri kümelerinden aşırı yağış sıklığının analiz edilmesiyle geliştirilir. Bu yaklaşım

Geçmişte genel olarak iyi hizmet vermiş olsa da, gelecekte iklim kaynaklı yağış değişikliklerinin hızı ve beklenen büyüklüğü, artık uygun olmayabileceğini düşündürmektedir [1]. Bunun nedeni, iklim değişikliğinin aşırı yağış yoğunluğu, sıklığı ve süresi arasındaki bağlantıyı zaman içinde etkilemeye devam edecek olmasıdır. Bu nedenle, yağmur suyu yönetim sistemlerini tasarlamak için geçmiş yağış verilerini kullanmaya devam etmek, gelecekteki koşullar için önemli ölçüde yetersiz veya aşırı tasarlanmış sistemlerle sonuçlanacaktır [2-5].

Tasarım yağışının değişen iklime karşı potansiyel duyarlılığı, dünya çapında birçok araştırmacı tarafından yaygın olarak kabul edilmiştir [6-10]. Örneğin, Yılmaz ve Perera [10] gelecekteki tasarım yağışını gelecekteki iklim verilerinden belirleme ihtiyacını keşfettiler. İklim değişikliğinin aşırı yağış üzerindeki potansiyel etkilerini araştırmak için durağan olmayan GEV modelleri geliştirdiler ve Avustralya, Melbourne'de durağan GEV modellerine göre hiçbir avantaj bulamadılar. Sonuç olarak, Yılmaz ve diğerleri [9] Avustralya, Victoria'daki tasarım yağışını tahmin etmede IPO'nun rolünü belirledi ve uzun bir süre boyunca daha yüksek yağış yoğunlukları buldu. Ancak Yılmaz ve Perera'nın çalışmaları [10] ve Yılmaz ve diğerleri. [9] Avustralya'nın Melbourne kentindeki tek bir meteoroloji istasyonuna dayanıyordu. Bununla birlikte, birden fazla gözlem istasyonundan gelen aşırı yağış verilerinin mekansal analizine yönelik gereklilikleri vurguladılar. Ayrıca, Yılmaz ve Perera tarafından iklim değişikliğinin yağış zamansal desenleri üzerindeki etkileri dikkate alınmadı [10] ve Yılmaz ve diğerleri. [9]. Ancak, gelecekteki yağmur suyu yönetimi altyapısı tasarımı için dikkate alınması gereken kritik yönlerden biridir. Bu nedenle, Hettiarachchi ve diğerleri [7] Minnesota, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki yağış olaylarının zamansal örüntüleri üzerinde iklim değişikliğinin etkisini değerlendirdi. Tahmin edilen zamansal örüntülerin sel risklerini %170'e kadar artırma potansiyeline sahip olduğunu gözlemladılar. Yine, çalışmalarında yalnızca bir yağmur ölçer istasyonu incelendi ve daha fazla analiz yapılmadan büyük mekansal ölçekler için ekstrapolasyon önerilmemektedir.

Sonuç olarak, uzun vadeli hava desenlerindeki değişiklikler nedeniyle çeşitli iklimlerde tasarım yağışının belirlenmesindeki belirsizlik, Fadhel ve diğerleri tarafından İngiltere'nin Batı Yorkshire bölgesinde araştırıldı [6]. Çalışmaları, tasarım yağış değişiminin oranındaki değişkenliğin, önyargı düzeltmesinin referans periyoduna bağlı olarak önemli ölçüde değiştiğini keşfetti. Geleneksel olarak, iklim modeli çıktılarındaki önyargı düzeltmesi, uyum ve gözlemlerin iyileştirilmesi için hataları hesaba katmak üzere uygulanır. Myhre ve diğerleri tarafından Avustralya, Japonya, Avrupa ve ABD'den gelen ızgaralı verilerin yanı sıra bireysel meteoroloji istasyonlarından aşırı yağışın mekansal değişkenliği üzerinde daha fazla analiz yürütüldü. [8]. Çalışmaları, aşırı yağış olaylarının her bir sıcaklık artışı derecesi için iki katına çıkacağını keşfetti. Sonuç olarak, daha fazla doğal afet olacağı öngörülüyor, örneğin, yoğunlaşan seller, toprak erozyonu, heyelanlar ve iklim değişikliğinin etkilerinden kaynaklanan sağlık etkileri [9,11]. Sonuç olarak, tasarım yağışının türetilmesi için iklim değişikliğinin tasarım yağışı üzerindeki etkisinin daha iyi anlaşılması esastır.

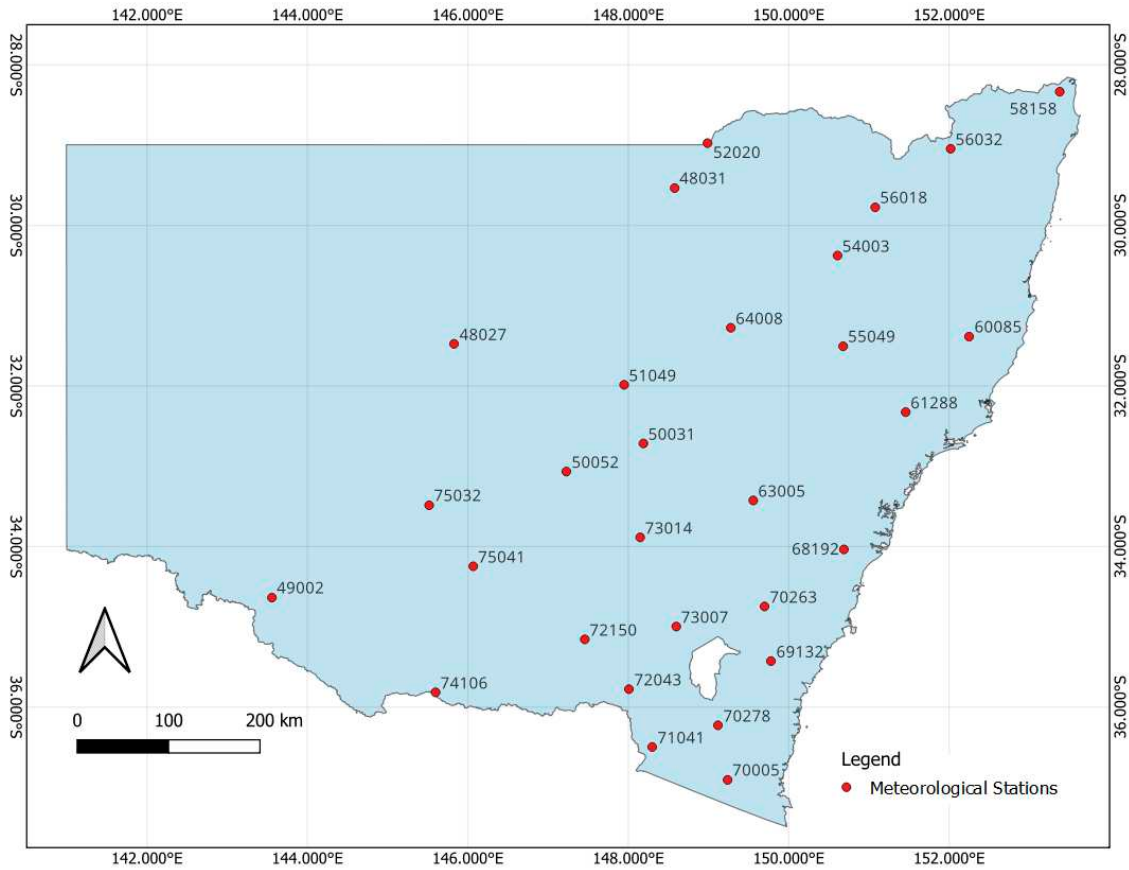
Geleneksel olarak, tasarım yağışı, iklim değişikliği etkileri dikkate alınmadan, tarihsel yağıştan birkaç tekrarlama aralığı için belirlenir [10]. Bu varsayım, antropojenik kaynaklardan gelen değişen iklimin etkileri nedeniyle gelecekteki tasarım yağışını ya fazla ya da az tahmin etme potansiyeline sahiptir [12]. Tasarım yağışı hafife alındığında, fırtına drenaj altyapıları yetersiz kalabilir ve bu da birçok araştırmacı tarafından gözlemlendiği üzere, korunduğu düşünülen alanlarda su baskınlarına yol açabilir [13,14]. Sonuç olarak, kentsel alanlardaki altyapı, mülk ve çevre, değişen yağış düzeninden dolayı su baskını riski altındadır [15]. Bu sonuç, Avustralya'daki yağış miktarındaki son eğilimin analiziyle daha da desteklenmektedir [16].

Birçok araştırmacı iklim değişikliğinin tasarım yağış türetimi üzerindeki etkilerini kabul etse de, etkileri dünyadaki birçok ülkedeki ulusal yönergelerde dikkate alınmaktadır. Avustralya'da yağmur suyu yönetimi altyapıları, Avustralya'daki ulusal yönerge olan Avustralya Meteoroloji Bürosu'ndan (BoM) elde edilen tasarım yağışı kullanılarak tasarlanmaktadır. Ancak, iklim değişikliğinin etkileri BoM tarafından yansıtılmamıştır [17]. Sonuç olarak, şu anda tasarlanmış yağmur suyu yönetim altyapıları, değişen iklimde mücadele etmek için belirsizliği kabul ediyor. İklim değişikliğinin, meydana gelme olasılığı üzerindeki etkilerinin daha iyi anlaşılması motivasyonundan

Hazani ve diğerleri tarafından NSW'de kısa süreli aşırı yağış eğilimindeki artış daha önce gözlemlenmiştir.[18]. Sonuç olarak, aşırı yağışların artmasıyla birlikte selden kaynaklanan hasarların etkileri ve ilgili iyileştirme maliyetleri daha da artacaktır.

2.2. Yağış Verileri

Bu araştırmanın hedeflerine iki günlük yağış veri seti kullanılarak ulaşıldı: tarihsel gözlemlenen yağış verileri ve tahmini yağış verileri. Seçili 29 hava istasyonundan tarihsel gözlemlenen yağış verileri (nokta verileri) SILO veritabanından toplandı (<https://www.longpaddock.qld.gov.au/silo/> (1 Ağustos 2020'de erişildi). Tarihsel veriler 1900 ile 2019 yılları arasında toplandı. SILO'daki veri kümeleri, ülke genelinde hava durumu hizmetleri sağlamaktan sorumlu Avustralya Federal Hükümet Kuruluşu olan BoM'dan elde edilip saklandığından ve eksik veri olmadığından, bu veri kümeleri bu araştırma için uygun görüldü. İstasyonlar, eyalet genelinde bir yayılma sağlamak için seçildi. Şekil2 NSW'deki seçili meteoroloji istasyonlarının yerlerini göstermektedir.



Şekil 2. Yaklaşan iklim değişikliği nedeniyle tasarım yağışının gelecekteki senaryolarını oluşturmak için kullanılan Avustralya'nın NSW eyaletindeki yağış istasyonlarının göreceli konumları.

Verimli yağmur suyu yönetim sistemleri için tasarım yağış miktarı üzerindeki iklim değişikliği etkisinin değerlendirilmesi, iklim modellerinin doğru bir şekilde değerlendirilmesini gerektirir [19,20]. Smith ve diğerleri. [21] küresel iklim modeli (GCM) seçimi için üç kriter önerdi. Bunlar, tahmini verilerin uzun vadeli kullanılabilirliğini, model verilerinin mekansal olarak ince çözünürlüğünü ve istatistiksel teknikler kullanılarak model çıktılarının geçerliliğini içerir. Bu çalışmada, AdaptNSW'den (<https://www.climatechange.environment.nsw.gov.au/climate-projections-used-adaptnsw> (1 Ağustos 2020'de erişildi). AdaptNSW'deki veriler NARCLiM (NSW ve Avustralya Bölgesel İklim Modellemesi, Sürüm 1.5) projeksiyonlarını kullanır. NSW hükümet liderliğindeki proje olan NARCLiM, ayrıntılı iklim

Bilimsel olarak gözden geçirilmiş yöntemler ve uluslararası en iyi uygulamaları kullanarak projeksiyonlar. NARCLiM'den gelen projeksiyonlar uluslararası olarak tanınan GCM'leri kullandığından, bu araştırmada NARCLiM'den gelen veriler kullanıldı. Verilere bu kaynaktan erişildi ve dört gelecekteki iklim dönemine bölündü: 2020–2039, 2040–2059, 2060–2079 ve 2080–2099.

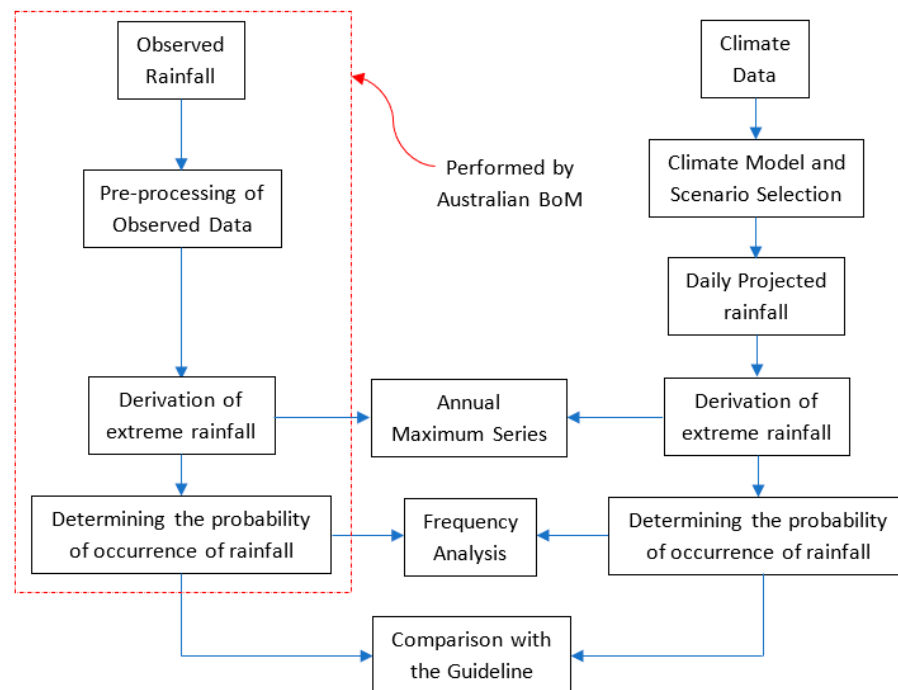
NARCLiM V1.0'da (2014'te yayınlandı) sınırlamalar bulunduğundan, bu araştırmanın hedeflerini yerine getirmek için NAR-CLiM V1.5'ten yansıtılan veriler çıkarıldı ve analiz edildi. NARCLiM V1.5, güneydoğu Avustralya'da, yani bölgesel ölçekte yansıtılan iklim verileri üretmek için NSW ve Avustralya Bölgesel İklim Modelleme projesinin ikinci neslidir. NARCLiM V1.5'teki iklim verilerinin yansıtılması, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) AR5'ine (5. Değerlendirme Raporu) dayanarak oluşturulmuştur. NARCLiM V1.5'ten toplanan verilerin mekansal çözünürlüğü, RCP4.5 emisyon senaryosu için 50 km'dir.

3. Yöntemler

Bu araştırmada, iklim değişikliği etkilerinin tasarım yağışı üzerindeki etkisini değerlendirmek için günlük aşırı yağış kullanıldı. Hedefin gerçekleştirilmesi için, 2020'den 2099'a kadar proje yağışı kullanıldı ve farklı tekrarlar için aşırı yağışın meydana gelme olasılığı türetildi ve Avustralya Meteoroloji Bürosu'nun (BoM) ulusal yönergelerinde sağlanan değerle karşılaştırıldı. Genel prosedür aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Tarihsel yağış verilerinin toplanması ve işlenmesi;
- Gelecekteki yağış verilerinin toplanması ve işlenmesi;
- Tahmini verilere frekans analizinin uygulanması;
- Sonuçların güncel Avustralya standardına göre değerlendirilmesi.

Uygulanan yöntemin genel yapısı Hossain ve arkadaşları tarafından geliştirilen çerçeve ile aynıdır.[22](#) ve Şekil'de gösterilmiştir. Ancak Hossain ve diğerlerinin [\[22\]](#) çalışmada, tasarım yağış hesaplamasında sistematik analiz ve veri uzunluğunun etkisi dikkate alınmamıştır.



Şekil 3. İklim değişikliği etkilerinin tasarım yağışı üzerindeki etkisinin belirlenmesine yönelik çerçeve [\[22\]](#). Kırmızı noktalı kutunun içindeki işlemler Avustralya Meteoroloji Bürosu tarafından gerçekleştirilir. Mavi oklar, işlemin bir adımdan diğerine nasıl ilerlediğini gösterir.

NARClIM'den toplanan yağış verileri günlük zaman adımı çözünürlüklerindedir. Sonuç olarak, günlük verilerden aşırı yağışın türetilmesi, frekans analizi için ön koşuldur. Blok maksimum (BM) yaklaşımı ve eşik üstü tepe (POT) yaklaşımı, zaman serisi veri kümelerinden aşırı değer elde etmede yaygın olarak uygulanan tekniklerdir [10,23]. Bu iki yaklaşım arasında BM, hidrolojik uygulamalarda en sık benimsenen tekniktir. BM yaklaşımında, mevcut zaman serisi verilerinden yıllık maksimum değer elde edilir. POT serisinin uygulanmasını en çok engelleyen engel, uygun eşik değerinin seçilmesidir. Eşik çok yüksekse, veri kümelerindeki varyansı artıracaktır, oysa çok düşük bir eşik veri kümelerinin başkalarına bağımlı olmasına yol açacaktır [24]. BM tekniği hidrolojik uygulamalarda basit ve yaygın olarak kullanılan bir teknik olduğundan, bu çalışmada ekstrem veri kümelerinin türetilmesinde bu yöntem uygulanmıştır.

Çeşitli tekrarlar aralıkları için tasarım yağışının belirlenmesi genellikle yoğunluk-frekans-süre (IFD) eğrilerinden/tablolardan elde edilir. Doğrusal ve doğrusal olmayan modeller aşırı menfezleri tahmin edemediğinden [25], IFD eğrilerinin/tablolalarının değerleri geleneksel frekans analizini benimseyerek elde edilir. Geleneksel olarak, frekans analizi aşırı olayların meydana gelme olasılığını anlamak için uygulanır. Bir veya iki istatistiksel dağılım hidrolojik aşırılıkların tam zamansal ve mekansal biçimini gösteremediğinden, dünya çapında birçok araştırmacı tarafından çeşitli istatistiksel dağılımlar araştırılır. Sonuç olarak, geleneksel tehlikesi analizi üç dağılımın birleşimi olan genel aşırı değer dağılımını (GEVD) uygulayarak gerçekleştirilir.

Bu çalışmada, GEVD, Avustralya'nın NSW eyaletindeki seçilmiş meteoroloji istasyonları için tarihsel ve tahmini aşırı yağışlara uydurulmuştur. GEVD'nin geleneksel olasılık yoğunluk fonksiyonu, birçok araştırmacı tarafından benimsendiği gibi Denklem (1) ile gösterilebilir [9,22,26].

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

Neresisen : $1 + \frac{(x - \mu)^2}{\sigma^2} > 0$, μ, σ ve σ konum, ölçek ve şekil parametreleridir sırasıyla GEVD için.

Literatürde GEVD tahmini için çok sayıda teknik bulunmasına rağmen, L-moments yöntemi hidrolojik olarak ekstrem problemleri çözmek için yaygın olarak kullanılan bir tekniktir. Bu nedenle, bu çalışmada L-moments yöntemi benimsenmiştir.

GEVD kullanılarak tasarlanan yağış derinlikleri, belirlenen Denklem (2) benimsenerek tahmin edilmiştir [27]:

$$R_T = \left\{ \begin{array}{l} \mu + \sigma \left[\frac{1}{\sigma} \left(\frac{R_T - \mu}{\sigma} \right)^2 - 1 \right] \text{ için } \xi \neq 0 \\ \mu + \sigma \text{ günlük } (-\text{günlük } (1 - p)) \text{ için veya } \xi = 0 \end{array} \right. \quad (2)$$

Neresi R_T yağış derinliği nedir T yıllık iade süresi, $\xi = 1/P$.

4. Sonuçlar ve Tartışma

Bu çalışma, Avustralya'nın NSW eyaletindeki tasarım yağışı üzerinde iklim değişikliğinin etkisini değerlendirdi. Değerlendirme ilk olarak aşırı yağış istatistikleri belirlenerek yapıldı. Tarihsel aşırı yağışın farklı tahmini yağış zaman periyotlarıyla istatistiksel karşılaştırması Tablo'da gösterilmiştir¹.

Tablodan açıkça anlaşılıyor¹ GCM modelinin tarihi gözlemlerle karşılaştırıldığında aşırı yağışı hafife aldığı. Örneğin, istasyonda gözlemlenen aşırı yağış # 48031'de 312 mm yağış beklenirken, aynı istasyon için tahmin edilen yağış miktarı 120,91 mm idi. 2020–2039, 2040–2059, 2060–2079 ve 2080–2099 dönemleri için sırasıyla 161,39 mm, 108,79 mm ve 119,12. Bu ifade istasyonların çoğu için doğrudur. Ayrıca, proje verilerinde zaman periyotlarına göre aşırı yağışta bir değişiklik vardır. Aşırı veri kümelerinin genel hassasiyetini belirlemek için varyasyon katsayısı (CV) uygulandı.

Masa1, istasyonların çoğunun CV'sinin, tahmini yağışın aşırı değerleriyle tezat oluşturan tarihi aşırı yağış için daha yüksek olduğu açıktır. Sonuç olarak, tahmini aşırı yağış, tarihi aşırı yağışla karşılaştırıldığında ortalamada nispeten daha düşük değişkenlik göstermektedir. Bu, tarihi yağış için daha yüksek bir aşırı değere sahip olmanın ana nedenlerinden biri olabilir.

Tablo 1. İklim değişikliğinin aşırı yağış istatistiklerine etkileri.

İstasyon	2020-2039		2040-2059		2060-2079		2080-2099		1900-2019	
	Maksimum	Özgeçmiş	Maksimum	Özgeçmiş	Maksimum	Özgeçmiş	Maksimum	Özgeçmiş	Maksimum	Özgeçmiş
48027	125.11	0,34	98.38	0,31	111.33	0,52	130.81	0,42	113.20	0,45
48031	120,91	0,35	161,39	0,45	108,79	0,42	119.12	0,37	312.00	0,59
49002	44.16	0,35	44.44	0,36	68.46	0,45	38.04	0,26	93.30	0,43
50031	86.66	0,35	106.62	0,36	82.21	0,32	73.28	0,26	133.90	0,41
50052	68,73	0,31	76.78	0,34	85.82	0,34	81.06	0,32	127.20	0,42
51049	86.31	0,25	150.13	0,48	80.11	0,28	102,73	0,23	226,80	0,49
52020	101.70	0,33	111.52	0,42	109.11	0,44	154,79	0,52	208.00	0,42
54003	185,71	0,49	137.62	0,39	123.10	0,33	109.27	0,38	194.30	0,43
55049	117.31	0,30	138.16	0,40	135.37	0,34	125,91	0,37	136,70	0,32
56018	95.21	0,22	125.22	0,37	113.47	0,32	112.23	0,30	140.00	0,34
56032	89.60	0,25	67.93	0,23	89.10	0,37	98.44	0,35	190.60	0,40
58158	188.54	0,39	129.28	0,28	176.06	0,41	162,90	0,29	338,60	0,46
60085	128,96	0,24	144.40	0,26	183.05	0,38	240,75	0,40	415.20	0,46
61288	141,97	0,32	148.15	0,32	124.92	0,32	172.26	0,38	184.10	0,48
63005	66.49	0,19	72.50	0,29	83.64	0,29	73.73	0,23	108,70	0,36
64008	142,90	0,28	171.57	0,34	146,94	0,33	89,97	0,22	167.60	0,38
68192	107.43	0,30	138,77	0,44	115.01	0,38	117,78	0,36	198,70	0,47
69132	133,73	0,46	212,77	0,65	177,43	0,59	131,78	0,39	201.00	0,42
70005	89,92	0,34	93.59	0,35	81.69	0,34	105.24	0,47	249,40	0,49
70263	62.66	0,25	69.06	0,25	101.83	0,49	74,99	0,26	148.20	0,42
70278	86.47	0,33	74.22	0,34	75.47	0,31	124.61	0,51	107.20	0,39
71041	80.16	0,22	97.36	0,26	113.87	0,27	104.06	0,30	165.50	0,36
72043	92.24	0,20	98.90	0,28	116,75	0,27	90.84	0,26	164.60	0,34
72150	83.03	0,35	70.76	0,27	93.14	0,38	68.07	0,29	110.80	0,40
73007	66.52	0,18	102.00	0,34	90.15	0,27	88.98	0,30	162.50	0,45
73014	85.59	0,28	90.73	0,36	130.08	0,49	101,72	0,30	110.70	0,35
74106	62.56	0,30	69.03	0,32	78.21	0,43	75.92	0,40	117,70	0,41
75032	111.85	0,54	68.42	0,32	66.15	0,32	105,71	0,51	123.00	0,46
75041	101.94	0,46	71.44	0,32	69.18	0,31	57.09	0,28	149,80	0,53

Bölgenin coğrafi özellikleri, iklim desenleri ve yerel hava koşulları, bu kadar yüksek mekansal farklılıkların olası nedenleridir. Kıyıya yakın alanlar, Pasifik Okyanusu'ndan gelen nem yüklü rüzgarlar nedeniyle genellikle iç bölgelere kıyasla daha yüksek aşırı yağışa sahiptir. Şekilde gösterildiği gibi, son 30 yıllık iklim bilimi (1991 ila 2020) için ortalama yıllık yağış da kıyıya yakın yerlerde daha yüksekti.1 Bu nedenle, Tablo'da gösterildiği gibi, kıyı ve iç kesim istasyonlarının yakınında sırasıyla tarihi maksimum aşırı yağış (415,20 mm) ve minimum yağış (93,30 mm) gözlemlendi.1 Ayrıca, La Niña ve negatif Hint Okyanusu Dipolünün (IOD) birleşik etkisi, doğu Avustralya'daki aşırı yağış üzerinde önemli bir etkiye sahiptir [28]. Okyanus sıcaklığı değişiminin (örneğin La Niña, IOD, vb.) etkisi eyalet genelinde aynı olmadığından, aşırı yağıştaki mekansal değişim önemlidir. Ayrıca, NSW genelinde değişen tropikal siklonlar ve gök gürültülü fırtınalar, Tablo'da gösterildiği gibi aşırı yağışın mekansal değişkenliği üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.1.

GEVD için parametrelerin olasılık tahmini, tasarım yağışının aşılma olasılığının belirlenmesi için esastır. Literatürde GEVD'nin farklı parametre tahmin teknikleri bulunabilmesine rağmen, L-moment parametreleri tahmin tekniği tasarım yağış tahmininde yaygın olarak kullanılır [26]. Ayrıca, Avustralya BoM'daki tasarım yağışının tahmini L-moments tekniğini uyguladı. Bu nedenle, yöntem

Bu araştırmada GEVD parametrelerini tahmin etmek için uygulanmıştır. Tüm meteoroloji istasyonları için tahmini şekil parametreleri Tablo'da gösterilmiştir².

Tablo 2. İklim değişikliğinin GEV dağılımının şekil parametresine etkileri.

İstasyon #	1900'den 2019'a	1920'den 2039'a	1940'tan 2059'a	1960-2079	1980'den 2099'a
48027	0,1	0.0	0.0	0,2	0.0
48031	0,2	- 0,2	0,4	- 0,1	0.0
49002	0.0	0.0	- 0,1	0,2	- 0,2
50031	0,1	- 0,1	0,2	- 0,2	- 0,2
50052	0.0	- 0,1	- 0,2	0.0	0.0
51049	0,1	- 0,4	0,1	- 0,4	0.0
52020	0,1	0.0	0,1	0,1	0,2
54003	0,1	0,4	0,2	0,1	0,1
55049	0.0	0,1	0,2	0,1	0,1
56018	0.0	- 0,1	0,1	0,1	- 0,1
56032	0,2	0,1	- 0,7	0.0	0.0
58158	0.0	0,1	- 0,1	0.0	0,1
60085	0,1	- 0,3	0.0	0,2	0,3
61288	0,2	0.0	0,2	- 0,1	0,1
63005	0.0	0.0	- 0,1	0,1	0.0
64008	0,1	- 0,3	0,1	0.0	- 0,2
68192	0,2	- 0,1	0.0	0,1	0.0
69132	0,1	0,2	0,3	0,4	0.0
70005	0,2	0.0	- 0,2	- 0,2	0,2
70263	0,2	- 0,3	0.0	0.0	- 0,2
70278	0,1	0.0	- 0,1	0.0	0,4
71041	0,1	- 0,1	0,2	0.0	- 0,1
72043	0.0	- 0,1	0.0	0,1	0.0
72150	0,2	0,1	0.0	0,3	- 0,3
73007	0,2	- 0,4	- 0,1	0,2	- 0,4
73014	0.0	0,1	0,1	0,2	0.0
74106	0,1	0,1	- 0,3	0,2	0.0
75032	0,1	0,4	- 0,1	- 0,2	0,4
75041	0,2	0,3	- 0,2	- 0,3	- 0,1

Araştırmanın analizi, GEVD'nin şekil parametresinin tarihsel yağış için sıfır veya pozitif olduğunu buldu. Bu nedenle, dağılım ya Gumbel tipi (sıfır şekil parametresi için) tipi ya da Frechet (pozitif şekil parametresi için) dağılımı. Ancak, tahmini yağışın uç verileri için dağılım Gumbel veya Fr olabileceği veya Weibull (negatif şekil parametresi için). Bununla birlikte, veri kümeleri arasında dağıtım türünde tutarsızlık vardır. Örneğin, istasyon #48027 için tarihi aşırı yağış veri kümesi Fr'yi takip ederechet tipi dağılımı. Öte yandan, aynı istasyon 1920-2039, 1940-2059 ve 1980-2099 dönemleri için Gumbel tipi dağılımını takip ediyor ve Fre1960-2079 dönemi için chet tipi dağılımı. Bu, tahmini yağış miktarının türetilmesinde dikkate alınan potansiyel iklim değişikliği değişkenlerinden kaynaklanıyor olabilir.

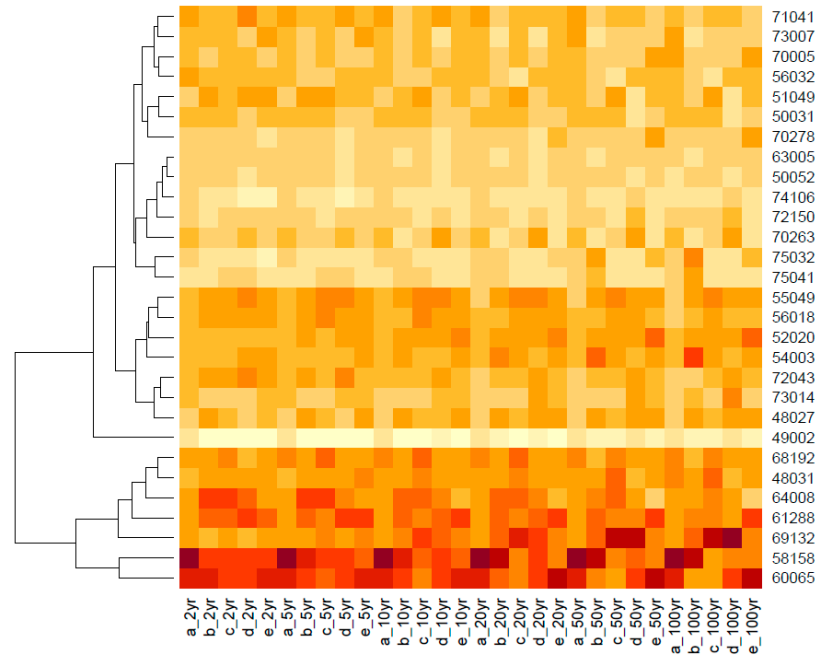
Hem tarihsel hem de öngörülen aşırı yağışlar için farklı tekraralama aralıkları için dönüş seviyelerinin tahmini Tablo'da gösterilmektedir.^{3a,b}. Karşılaştırma, 24 saatlik bir süre için 2 yıllık, 5 yıllık, 10 yıllık, 20 yıllık, 50 yıllık ve 100 yıllık dönüş periyotları için yağış derinliği hakkında bilgi sağlar. Bu süre için, yağış derinliği dönüş periyodu arttıkça artar. Ancak, tarihsel ve öngörülen aşırı yağış arasındaki tahmini derinliklerde farklılık vardır.

Tablo 3.İklim Değişikliğinden Kaynaklanan Getiri Seviyesindeki Değişim NSW, Avustralya.

a. İklim Değişikliğinden Kaynaklanan Getiri Seviyesindeki Değişim NSW, Avustralya.												
İstasyon #	1900'den 2019'a						2020-2039					
	2 Yıl	5 Yıl	10 Yıl	20 Yıl	50 Yıl	100 Yıl	2 Yıl	5 Yıl	10 Yıl	20 Yıl	50 Yıl	100 Yıl
48027	38.5	54.9	66,8	79.0	96.3	110.3	57.9	76.6	89.6	102.4	119,7	133.1
48031	53.5	78.7	100,9	127,7	172,4	215,4	62,8	83.8	95.7	106.0	117.6	125.2
49002	35.5	50.1	59,8	69,3	81.7	91.1	22.1	29.6	34.7	39.7	46.3	51.3
50031	51.9	72.1	86,5	101,1	121.1	137.1	51.9	69.5	80.2	89,8	101.4	109,5
50052	40.5	56.2	66,4	75.9	88.0	96,8	41.2	53.9	61.8	69.1	78.2	84.6
51049	45.1	63.3	78,0	94.5	120.0	142,7	63.9	77.1	82.9	86.9	90.5	92.4
52020	56.3	77.9	92,9	107,8	127.9	143.6	56.4	74.9	87.3	99.2	114.9	126,8
54003	55.1	75.2	91,5	109,7	137,8	162,8	54.2	71.1	87,8	109,8	150.7	194.2
55049	54.4	70.9	81,9	92,5	106.4	116.9	60.7	78.7	91.5	104.6	122,8	137,4
56018	56.5	74.5	87.0	99,3	116.0	128.9	62.1	75.4	83.7	91.3	100.6	107.2
56032	60.3	83.1	100.1	117.9	143.6	164,8	49.0	60.7	68,8	76.9	87,8	96.4
58158	135.1	196,3	237,7	277,9	331.0	371.4	86.6	119.0	143.0	168.1	204.0	233,7
60065	109.2	156.2	189,9	224.3	272.0	310.3	91.9	111.9	122.3	130.4	139.0	144.1
61288	61.7	90.8	112.6	135,8	169,5	197,8	75.7	98.9	114.1	128,5	147.0	160.7
63005	45.5	60.9	71.8	82.8	97,8	109.7	44.9	53.0	58.3	63.4	69.9	74.7
64008	65.4	89.3	106.3	123,7	147,8	167.1	86.4	108.1	119.4	128.4	137,8	143,5
68192	69.7	101.8	125,7	150.7	186,6	216,3	62.1	79.9	90.1	98.9	109.0	115.7
69132	64.3	88.8	106.3	123.9	148,3	167,7	56.2	82.6	103.0	125.1	157.9	186.0
70005	54.7	76.7	94.1	113.4	142.6	168.2	44.3	58.7	68.2	77.1	88.5	97.0
70263	52.0	72.2	87,8	104.6	129.4	150.6	44.3	54.2	59.3	63.3	67.4	69.9
70278	44.8	61.9	73.7	85.2	100.7	112.6	45.7	60.7	70.5	79,8	91.7	100.5
71041	67.4	90.6	107.0	123.6	146,3	164.4	53.7	65.1	72.0	78.2	85.6	90.8
72043	53.8	70.2	81,5	92,9	108.3	120.2	63.2	75.4	82.8	89.3	97.0	102.3
72150	39.9	54.6	65,9	78,3	96,6	112.4	40.1	53.8	63.9	74.4	89.2	101.4
73007	53.9	75.3	93,0	113,3	145,3	174.4	50.9	58.6	62.2	64.8	67.3	68.6
73014	50.2	67.3	78,4	88,7	101.8	111.4	48.6	61.3	70.6	80.2	93.7	104.8
74106	38.9	53.9	64.2	74.5	88.2	98.9	34.3	44.3	51.7	59.4	70.4	79.5
75032	39.0	55.7	67,8	80,3	97.9	112.1	33.4	47.3	61.1	79.2	112.6	148.0
75041	32.5	46.7	58.6	72.4	94.4	114.7	35,8	50.1	62.9	78.4	104.6	130.2
b. İklim Değişikliğine Bağlı Getiri Seviyesindeki Değişim NSW, Avustralya.												
İstasyon #	2040-2059						2060-2079					
	2 Yıl	5 Yıl	10 Yıl	20 Yıl	50 Yıl	100 Yıl	2 Yıl	5 Yıl	10 Yıl	20 Yıl	50 Yıl	100 Yıl
48027	52,1	68,1	79,1	89,8	104,0	114,9	42.4	65.0	83.0	103.1	133.8	160.9
48031	57,2	79,2	99,4	124,5	168,0	211,3	55.9	79.3	93.3	105,8	120.7	131.0
49002	24,0	32,4	37,2	41,4	46,2	49,4	26.9	38.9	48.1	58.1	73.0	85.7
50031	48,6	65,1	78,0	92,1	113,4	131,9	47.7	62.1	70.1	76.7	84.0	88.7
50052	44,7	59,1	67,2	74,2	82,1	87,3	40.6	53.8	62.6	71.2	82.3	90.7
51049	51,4	73,9	90,5	107,9	132,9	153,4	56,8	70.1	76,3	80.7	84.9	87.2
52020	50,8	72,1	87,2	102,4	123,3	139,8	52.1	75.3	91.9	108,8	132.1	150,8
54003	52,7	70,1	84,5	101,0	127,2	151,0	55.5	72.2	84.0	95,8	112,0	124.7
55049	60,0	83,5	101,5	121,0	149,7	174,3	64.5	85.2	99.6	114.0	133.4	148.6
56018	59,5	81,0	96,2	111,6	132,5	149,1	58.9	76.9	89.9	103.5	122,5	138.0
56032	54,0	62,6	65,7	67,5	68,9	69,5	50.8	69.7	81.7	92,9	106.9	117.1
58158	78,8	100,2	113,3	125,0	139,1	148,9	76,7	106,8	126,2	144,5	167,6	184,5
60065	75,0	92,3	103,7	114,6	128,8	139,4	77,0	105,0	126,6	150,1	185.1	215.2
61288	67,7	87,4	103,1	120,6	147,4	171,0	77,1	101,7	116,7	130,3	146,6	157,9
63005	44,7	57,6	65,6	72,9	81,9	88,2	43,8	55,9	64,7	73,6	86,1	96,1
64008	76,2	99,3	116,6	135,0	161,5	183,7	68,7	88,8	102,7	116,6	135,3	149,9
68192	62,2	89,8	108,6	127,1	151,8	170,7	54,8	75,2	90,1	105,4	126,9	144,3
69132	54,8	88,7	119,2	156,6	220,3	282,7	54,0	81.5	108.6	144.2	210.0	279.5
70005	54.0	71,3	80,6	88.3	96.7	102.0	49,1	64,6	73,1	80,1	87.7	92.5
70263	46.0	57.2	64.6	71.8	81.1	88.1	48,8	73,4	89,6	105,2	125,2	140,2
70278	45,1	60,4	69,9	78.5	88.9	96.3	42,9	56,2	65,3	74,3	86.5	96.0
71041	53.6	66.7	76.8	87,9	104,3	118,5	63,0	78.7	88,6	97.8	109.3	117,5
72043	56.2	71.6	82.0	92.1	105.5	115.7	65,4	82,5	95,1	108,2	126.9	142,4
72150	42,7	54.0	61.3	68.0	76.5	82.6	44,1	59,1	72,1	87,3	112,2	135,5
73007	50,6	67,1	77.2	86,5	97,7	105,6	46,6	57,6	66,1	75,1	88,5	99,8
73014	43,6	58,6	69.2	79.7	94.0	105.1	45,0	65,9	83,2	103,1	134,7	163,5
74106	39,7	50,7	56.4	60.8	65.4	68.2	33,2	46,2	56,8	68,8	87,3	104,0
75032	38,7	50,6	57.5	63.4	70.2	74.8	40,3	52,1	58,5	63,8	69,6	73,3
75041	44,3	57,5	64,4	70.0	75,8	79.4	45,4	58,1	64,4	69,2	74,1	77,0

İstasyon #	2080 ila 2099					
	2 Yıl	5 Yıl	10 Yıl	20 Yıl	50 Yıl	100 Yıl
48027	56.6	79.9	95,7	111,2	131.7	147,4
48031	63.1	85.5	99,7	112,9	129.2	141.1
49002	24.2	30.0	33.0	35.4	37.9	39.5
50031	50.9	63.0	69,5	74,7	80.4	83.9
50052	43.4	56,8	66.0	75.0	86.9	96.1
51049	60.1	73.3	82,3	91,0	102,5	111,3
52020	54.7	82,6	104,8	129,2	166,1	198,4
54003	56.9	78,5	94,0	109,8	131,7	149,4
55049	58.2	78,9	93,9	109,2	130,5	147,7
56018	62.4	80,6	91,6	101,4	113,0	121.0
56032	53.6	72,1	84,9	97,4	114,2	127,3
58158	80.5	101,6	116,6	131,9	153,0	169,8
60065	92.0	123,1	150,6	183,7	239,0	292,2
61288	77,6	106,7	128,8	152,5	187,0	216,2
63005	47,6	58,2	64,9	71,2	79,1	84,9
64008	63,5	76,5	83,6	89,5	95,9	100,0
68192	61,2	82,5	96,8	110,7	129,0	142,9
69132	64,0	89,3	106,5	123,4	146,0	163,3
70005	42,9	62,8	78,6	96,0	122,3	145,2
70263	46,4	57,7	64,0	69,3	75,3	79,2
70278	39,0	55,7	71,3	90,9	125,1	159,5
71041	54,9	70,4	79,8	88,3	98,4	105,5
72043	58,9	73,8	83,3	92,2	103,3	111,4
72150	43,3	54,6	60,2	64,6	69,0	71,6
73007	59,8	74,9	81,8	86,9	91,6	94,2
73014	53,1	68,5	78,4	87,7	99,4	108,0
74106	33,4	46,4	55,1	63,5	74,4	82,6
75032	31,9	44,5	56,8	72,8	102,2	133,1
75041	36,2	46,0	52,1	57,7	64,5	69,3

Geri dönüş seviyesi tahmini için karşılaştırmanın görsel bir temsili Şekil'de gösterilmiştir.4bir ısı haritası biçiminde. Şekilde4, istasyon numaraları satırlarda ve tekrarlar aralıkları sütunlarda gösterilir. Koyu renk daha yüksek değeri, açık renk ise daha düşük değeri temsil eder. Isı haritasının hiyerarşik dendrogramı, ortalama bağlantı ve temizleme mesafesi kullanılarak renk haritasının sol tarafında (çizgilerle gösterilmiştir) gösterilir. Şekil4farklı tekrarlar aralıkları için benzer tasarım yağış büyüklüklerinin sayısına göre yağmur istasyonlarının gruplandırıldığını gösterir. #58158 ve #60065 istasyonları için daha yüksek tasarım yağış büyüklüklerinin sayısı, diğer istasyonlarla karşılaştırıldığında nispeten daha fazladır ve bu da aşırı yağışın mekansal tutarsızlığını gösterir. Bu nedenle bu istasyonlar Şeklin alt kısmına yerleştirilmiştir. Şekilde gösterildiği gibi daha düşük tasarım yağış büyüklüklerine sahip istasyonlar (#710 ve #73007) için de benzer bir açıklama geçerlidir4.



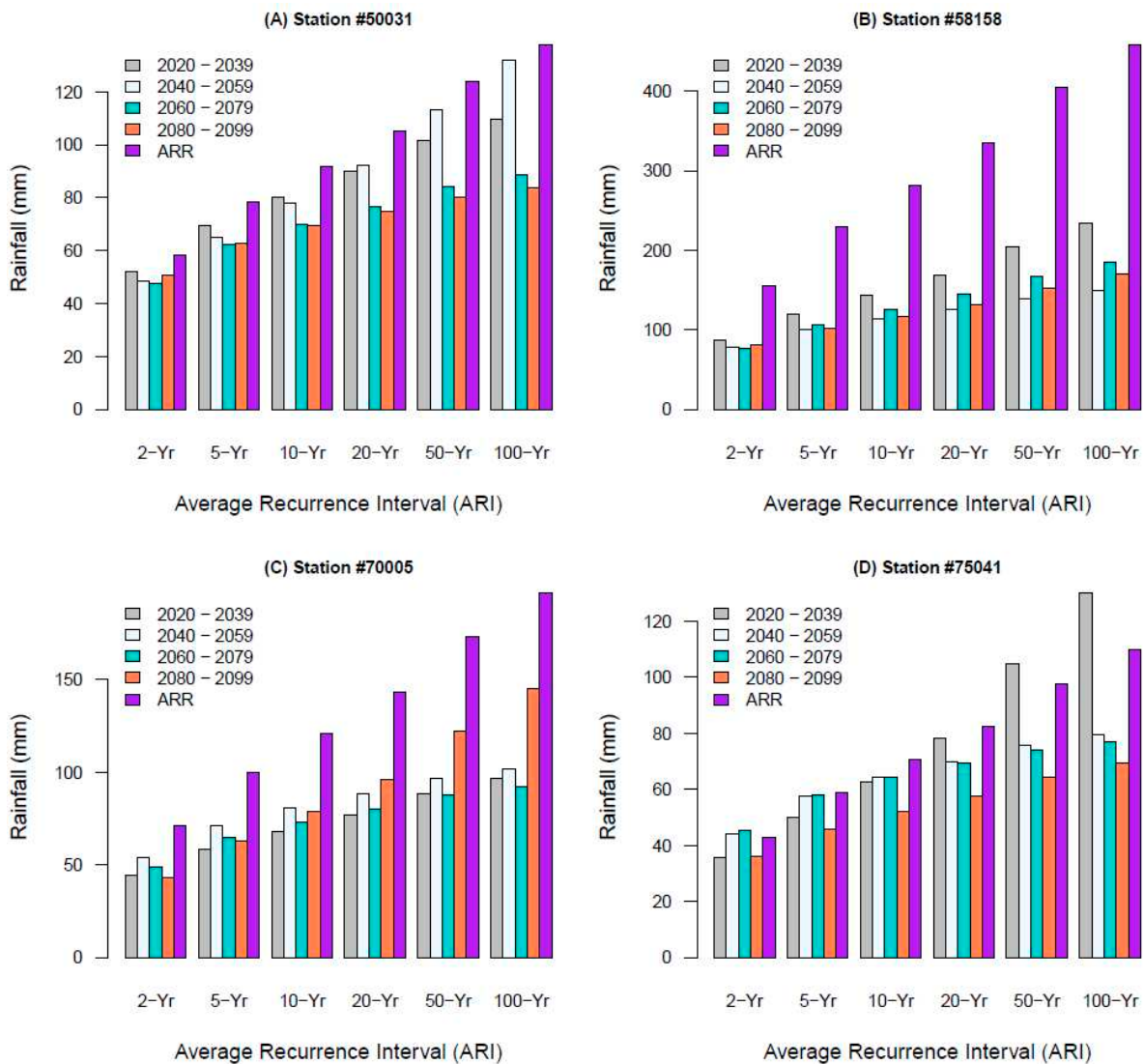
Şekil 4. Tüm aşırı yağış dönemleri için farklı tekrarlar aralıkları için dönüş seviyesi tahmininin görsel temsili. 'a' sembolleri 1900–2019'u, 'b' 2020–2039'u, 'c' 2040–2059'u, 'd' 2060–2079'u ve 'e' 2080–2099'u temsil eder. Şeklin solundaki çizgiler, yağış istasyonları için kümenin yapısını gösteren dendrogramı temsil eder.

Meteoroloji istasyonlarının çoğu için, tahmini yağışın meydana gelme olasılığı tarihsel yağıştan daha düşüktür. Birkaç istasyonda önemli bir değişiklik belirlendi. Ayrıca, tahmin dönemleri arasında da önemli bir değişiklik vardır. Örneğin, #48031 istasyonu için 100 yıllık dönüş seviyesi 172,4 mm'dir. Ancak, aynı istasyon için 100 yıllık dönüş seviyeleri, Tablo'da gösterildiği gibi, sırasıyla 2020-2039, 2040-2059, 2060-2079 ve 2080-2099 dönemleri için 125,2 mm, 211,3 mm, 131,0 ve 141,1 mm'dir.3a,b. Bu değişim, iklim değişikliğinin tasarım yağışı üzerindeki etkilerinden kaynaklanmaktadır. Tasarım yağışının belirlenmesinde iklim değişikliğinin etkileri dikkate alınmamıştır. Tahmini yağış, farklı zaman dilimleri için farklı emisyon senaryoları dikkate alınarak belirlenir. Esasen, 48031 numaralı istasyon için 312 mm tarihi aşırı yağış gözlemlenirken, 2020-2039, 2040-2059, 2060-2079 ve 2080-2099 dönemleri için 120,91 mm, 161,39 mm, 108,79 mm ve 119,12 mm yağış dikkate alınmıştır.

Benzer bulgular, iklim modelleme çıktılarından farklı yağış derinlikleri ve yoğunluklarının türetildiği önceki çalışmalarda da gözlemlenmiştir [29,30]. Simonovic ve Peck [31] ayrıca, tahmini yağışla karşılaştırıldığında tarihsel aşırı yağıştan daha yüksek tekrarlar aralıkları için daha yüksek yağış derinliği türetilmiştir. Bu nedenle, NSW'deki aşırı yağış, iklim değişikliğinden önemli ölçüde etkilenecektir ve dolayısıyla, tasarım tahmini

Yağmur suyu yönetimi altyapısı tasarımında kullanılan yağış miktarı iklim değişikliğinin etkilerini dikkate almalıdır.

İklim değişikliğinin tasarım yağışı üzerindeki etkilerinin daha ileri karşılaştırması Şekil'de gösterilmektedir.5Değerlendirme, tahmini yağışın aşırı verilerinden türetilen tasarım yağışı ile aynı meteoroloji istasyonları için Avustralya BoM'undan türetilen tasarım yağışı arasında gösterilmiştir. Avustralya BoM'u tarafından tasarım yağışının türetilmesinin iklim değişikliğinin etkisini dikkate almadığı unutulmamalıdır. NSW'deki potansiyel iklim değişikliği nedeniyle günlük tasarım yağışı Şekil'de gösterildiği gibi azalacaktır.5Seçilen dört istasyon için. Diğer meteoroloji istasyonları için de benzer bir eğilim gözlemlendi. Görünüşe göre, iklim değişikliği nedeniyle tasarım yağışında önemli etkiler var ve NSW'deki tasarım yağışı olası iklim değişikliğinden dolayı azalacak. Ancak, değişikliklerin büyüklüğü Şekil'de gösterildiği gibi veri periyotlarının uzunluğuna bağlıdır5Benzer bir gözlem Khastagir ve diğerleri tarafından da bulunmuştur.32]. Ayrıca, Şekil 2'de gösterildiği gibi, büyüklük değişimi yüksek tekrarlar aralıkları için daha yüksek, düşük tekrarlar aralığı için ise daha düşüktür.5Bulgular ayrıca Meresa ve diğerleri tarafından incelenen bulgularla da tutarlıdır.33].



Şekil 5. Dört seçilmiş meteoroloji istasyonu için farklı zaman dilimlerindeki ARR ve tahmini yağış arasındaki tasarım yağış karşılaştırması. Semboller (A-D) gösterildiği gibi farklı meteoroloji istasyonlarına aittir.

ARR tasarım yağışına kıyasla azalan veya artan tasarım yağışı gösteren istasyon sayısı Tablo'da gösterilmektedir.3. Azalmış tasarım yağışı gösteren istasyon sayısı, tüm gelecekteki yağış tasarım yağış senaryoları için benzerdir. Artmış tasarım yağışı gösteren maksimum istasyon sayısı, 100 yıllık olay için 2080–2099 tasarım yağış senaryolarındadır. Bu nedenle, Tablo'da gösterildiği gibi, NSW'deki alanların çoğunda 24 saatlik süre için potansiyel gelecekteki tasarım yağışı azalacaktır.3.

Çalışmanın sonuçları, gelecekteki yağış yoğunluğunun NSW'de azalan tepe akışına ve taşkın potansiyeline neden olacağını ileri sürmüştür. Yağmur suyu yönetimi altyapılarının, tarihi aşırı yağışlardan türetilen tasarım yağışına dayanarak tasarlandığı iyi bilinmektedir. Bu varsayım, iklim değişikliği ve aşırı yağışların sıklığı ve oluşumundaki değişimin sonuçları nedeniyle yetersiz tasarıma veya aşırı tasarıma yol açar. Dahası, öngörülen aşırı yağıştan elde edilen tasarım yağışı, bu sistemi gelecekteki yağmur suyu yönetimi için belirsiz hale getirecektir. Ancak, diğer araştırmacılar tarafından tutarsız gözlemler bulunmuştur. Örneğin, Kundzewicz ve diğerleri [34], Nil ve diğerleri. [35] ve Hassan ve diğerleri. [36] iklim değişikliğinden kaynaklanan aşırı yağış artışı nedeniyle artan şiddet ve taşkın riskleri buldu. Benzer olmayan gözlemin nedeni coğrafi bölgelerdeki değişiklikler olabilir. Buna karşın, bu çalışmanın sonuçları benzer coğrafi konumlarda gerçekleştirilen araştırmayla tutarlıdır [37]. Bu nedenle, iklim değişikliği etkilerinin bölgesel ölçekte tasarım yağış tahminine olan etkisini anlamak esastır. Bu araştırmanın bulguları, yetersiz drenaj sistemlerinden kaynaklanan riskleri ve belirsizliği ele alma potansiyeline sahiptir.

Aşırı veri noktalarının sayısının seçiminin modelleme sonuçlarını önemli ölçüde etkilediğini belirtmekte fayda var. Tahmini yağış için aşırı veri kümeleri yirmi yıllık bir dönemden alınan verilerden tahmin edildiğinden, GEV dağılımının daha kararlı ve güvenilir bir parametre tahmini potansiyeli vardır. Ayrıca, daha az aşırı değer (20 yıldan 20) uç değerlerin hassasiyetini azaltabilir ve bu da aşırı kantillerin yaklaşımını değiştirebilir. Ek olarak, daha az sayıda aşırı değer, GEV yönteminin aşırı uyum sağlamasını önlemeye yardımcı olur. Ancak, daha az sayıda aşırı değer, dağılımın kuyruk davranışını temsil edebilir ve aşırı değer teorisinin yanlış yorumlanmasına yol açabilir. Tahmini parametrelerin büyüklüğünde önyargı olabilir ve bu da yöntemlerin tahmin yeteneğinde bir azalmaya yol açabilir. Dolayısıyla, uygun blok uzunluğunun seçimi, GEV dağılımına doğru bir şekilde uyması için yeterli aşırı veri noktasının çıkarılması ile uygun bilginin veya gereksiz hesaplama zorluğunun ortadan kaldırılması arasındaki bir dengeyi sağlar.

5. Sonuçlar ve Öneriler

Bu araştırmada, Avustralya'nın NSW eyaletindeki günlük tasarım yağışı üzerinde iklim değişikliğinin etkileri incelenmiştir. 1900'den 2019'a kadar günlük gözlemlenen yağış ve farklı zaman dilimlerindeki (2020'den 2039'a, 2040'tan 2059'a, 2060'tan 2079'a ve 2080'den 2099'a) yağış çıktıları GCM'den (CSIRO BOM ACCESS 3.0) analiz edilerek tasarım yağışı türetilmiştir. GCM'den hesaplanan tasarım yağışının değerlendirilmesi için, öngörülen yağış Avustralya BoM'undan gelen tasarım yağışıyla karşılaştırılmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına dayanarak, aşağıdaki genel sonuçlar çıkarılabilir:

- NSW'nin çoğu bölgesindeki tasarım yağışları iklim değişikliği etkilerinden önemli ölçüde etkilenecek; ancak değişikliklerin büyüklüğü tekrarlama aralıklarına göre değişecektir.
- NSW'deki bölgelerin çoğu iklim değişikliği nedeniyle azalan yağışlarla karşı karşıya kalacak ve bu da potansiyel kuraklığa yol açacak.
- 100 yıllık tekrarlama aralığı için tasarım yağışındaki azalma %2,5 ile %67,6 arasında değişirken, tasarım yağışındaki artış %1,2 ile %35,9 arasında olacaktır. Bu sonuç, veri dönemlerindeki değişikliklerle birlikte değişir. Yine de, alanların çoğunda tasarım yağışında bir azalma gözlemlendi.
- Tarihsel yağış dikkate alınarak tasarlanan yağmur suyu drenaj sistemleri yetersiz veya aşırı tasarlanacak ve bu da taşkın azaltmada belirsizliğe yol açacaktır. Bu belirsizliğin kapsamı iklim modellerine ve geri dönüş dönemlerine bağlıdır.

Maksimumların çıkarılması için blok boyutunun seçimi öznel ve bu da GEV dağılımının parametrelerinin büyüklüğünün belirsizliğine yol açar. Farklı sayıda uç veri noktasının kullanılması, uç değer analizinin yorumlanmasını önemli ölçüde etkileme potansiyeline sahiptir. GEV analizi için uç veri sayısının seçilmesinde verilerin özellikleri, çalışmanın kesin amaçları ve pratik hususlara öncelik verilmelidir.

Genel bir sonuç için, NSW'deki yağmur suyu altyapılarının tasarımı için gereken tasarım yağışının doğru bir şekilde türetilmesi için ileri düzeyde araştırma yapılması gerekmektedir. Avustralya BoM'dan tasarım yağışının çıkarılmasına ilişkin standart ve kılavuz, iklim değişikliği etkilerini kapsayacak şekilde revize edilmelidir. Bu araştırmanın araştırmasının günlük aşırı yağışlar üzerinde gerçekleştirildiğini belirtmekte fayda vardır. Ek olarak, iklim değişikliğinin daha iyi anlaşılması için günlük altı yağış verilerinin analizi yapılmalıdır.

Yazar Katkıları:Tüm yazarlar çalışmanın kavramsallaştırılmasına ve tasarlanmasına katkıda bulundu. Materyal hazırlama, veri toplama ve analiz IH tarafından gerçekleştirildi. Analizin düzeltilmesi, denetlenmesi ve yorumlar SG-T., MI ve SR tarafından sağlandı. El yazmasının ilk taslağı IH tarafından yazıldı ve tüm yazarlar el yazmasının önceki sürümleri hakkında yorum yaptı. Tüm yazarlar el yazmasının yayınlanan sürümünü okudu ve kabul etti.

Finansman:Bu araştırma için herhangi bir dış finansman sağlanmamıştır.

Kurumsal İnceleme Kurulu Beyanı:Uygulanamaz.

Bilgilendirilmiş Onay Beyanı:Uygulanamaz.

Veri Kullanılabilirliği Beyanı:Bu çalışmada sunulan veriler gizlilik ilkesi gereği ilgili yazardan talep edilmesi halinde sağlanabilir.

Çıkar Çatışmaları:Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Referanslar

1. Bibi, TS; Tekesa, NW Kentsel yağmur suyu yönetim sistemleri tasarımı için IDF eğrileri üzerinde iklim değişikliğinin etkileri: Etiyopya'daki Dodola Kasabası örneği.Çevre. İzleme. Değerlendirme.**2023**,195,170. [[ÇaprazRef](#)] [[PubMed](#)]
2. Cook, LM; McGinnis, S.; Samaras, C. İklim değişikliği için yoğunluk-süre-frekans eğrilerinin ve yağmur suyu altyapı tasarımlarının güncellenmesinde modelleme tercihlerinin etkisi.Tırmanış. Değişim.**2020**,159,289–308. [[ÇaprazRef](#)]
3. Bulti, DT; Abebe, BG; Biru, Z. İklim değişikliğinin, Etiyopya'nın merkezindeki Adama kentindeki sel baskınlarına maruz kalma riski olan gelecekteki aşırı yağış yoğunluğu-süresi-sıklığındaki değişimlere neden olması.Çevre. İzleme. Değerlendirme.**2021**,193,784. [[ÇaprazRef](#)] [[PubMed](#)]
4. Butcher, JB; Zi, T.; Pickard, BR; Job, SC; Johnson, TE; Groza, BA Gelecekteki iklim koşullarında yağış ve akış için yoğunluk-süre-frekans eğrilerini geliştirmek için etkili istatistiksel yaklaşım.Tırmanış. Değişim.**2021**,164,3. [[ÇaprazRef](#)] [[PubMed](#)]
5. Tousi, EG; O'Brien, W.; Doulabian, S.; Toosi, AS İklim değişikliklerinin Tucson Arizona'daki yağmur suyu altyapı tasarımına etkisi. Sürdürülebilir. Şehirler Topluluğu**2021**,72,103014. [[ÇaprazRef](#)]
6. Fadhel, S.; Rico-Ramirez, MA; Han, D. Değişen iklim baz periyotları nedeniyle yoğunluk-süre-frekans (IDF) eğrilerinin belirsizliği.J. Hidrolik.**2017**,547,600–612. [[ÇaprazRef](#)]
7. Hettiarachchi, S.; Wasko, C.; Sharma, A. Gelişmiş bir kentsel havzada iklim değişikliğinden kaynaklanan sel riskindeki artış - fırtına zamansal modellerinin rolü.Hidrolik Yer Sistemleri Bil.**2018**,22,2041–2056. [[ÇaprazRef](#)]
8. Myhre, G.; Alterskjær, K.; Stjern, CW; Hodnebrog, Ø.; Marelle, L.; Samset, BH; Sillmann, J.; Schaller, N.; Fischer, E.; Schulz, M. Aşırı yağışların sıklığı, küresel ısınma altında olay nadirliğiyle birlikte büyük ölçüde artıyor.Bilim Temsilcisi**2019**,9,16063. [[ÇaprazRef](#)]
9. Yılmaz, AG; Hossain, I.; Perera, BJC İklim değişikliği ve değişkenliğinin aşırı yağış yoğunluğu-frekansı-süre ilişkileri üzerindeki etkisi: Melbourne'de bir vaka çalışması.Hidrolik Yer Sistemleri Bil.**2014**,18,4065–4076. [[ÇaprazRef](#)]
10. Yılmaz, AG; Perera, BJC Aşırı Yağış Durağan Olmayan Durum Araştırması ve Yoğunluk-Sıklık-Süre İlişkisi.J. Hidrolik Müh.**2014**,19, 1160–1172. [[ÇaprazRef](#)]
11. Mirhosseini, G.; Srivastava, P.; Stefanova, L. İklim değişikliğinin Alabama'daki yağış yoğunluğu-süre-frekans (IDF) eğrileri üzerindeki etkisi.Bölge. Çevre. Değişim.**2013**,13,25–33. [[ÇaprazRef](#)]
12. Rosenberg, EA; Keys, PW; Booth, DB; Hartley, D.; Burkey, J.; Steinemann, AC; Lettenmaier, DP Washington Eyaletindeki aşırı yağışlar ve iklim değişikliğinin yağmur suyu altyapısı üzerindeki etkileri.Tırmanış. Değişim.**2010**,102,319–349. [[ÇaprazRef](#)]
13. Fowler, HJ; Wasko, C.; Prein, AF Kısa süreli aşırı yağışların yoğunlaşması ve sel riski üzerindeki etkileri: Mevcut durum ve gelecekteki yönler.Felsefe. Trans. R. Soc. A**2021**,379,20190541. [[ÇaprazRef](#)] [[PubMed](#)]
14. Kourtis, IM; Tsihrintzis, VA İklim değişikliği altında yoğunluk-süre-frekans (IDF) eğrilerinin güncellenmesi: Bir inceleme.Su Temini **2022**, 22,4951–4974. [[ÇaprazRef](#)]

15. Liang, C.; Li, D.; Yuan, Z.; Liao, Y.; Nie, X.; Huang, B.; Wu, X.; Xie, Z. İklim değişikliği altında Çin'de kentsel sel ve kuraklık risklerinin değerlendirilmesi.Hidrolik Proses.**2019**,33,1349–1361. [ÇaprazRef]
16. CSIRO.İklim Durumu 2020;Avustralya Meteoroloji Bürosu: Melbourne, Avustralya, 2020; s. 1486315097.
17. Avustralya Meteoroloji Bürosu. 2022. Çevrimiçi olarak mevcuttur:<http://www.bom.gov.au/climate/data/?ref=ftr>(1 Kasım 2021'de erişildi).
18. Hajani, E.; Rahman, A.; Ishak, E. Avustralya'nın Yeni Güney Galler eyaletindeki aşırı yağış eğilimleri.Hidrolik Bilimi J.**2017**,62, 2160–2174. [ÇaprazRef]
19. Gu, H.; Yu, Z.; Wang, G.; Wang, J.; Ju, Q.; Yang, C.; Fan, C. İklim değişikliğinin Çin'in Yangtze Nehri Havzası'ndaki hidrolojik uç noktalara etkisi.Stok. Çevre. Risk Değerlendirmesi.**2015**,29,693–707. [ÇaprazRef]
20. Sun, X.; Li, R.; Shan, X.; Xu, H.; Wang, J. Şanghay'ın merkezinde iklim değişikliği etkilerinin ve kentsel sel yönetim planlarının değerlendirilmesi. Uluslararası Afet Riskinin Azaltılması Dergisi.**2021**,65,102563. [ÇaprazRef]
21. Smith, DM; Kniveton, DR; Barrett, EC Pasif mikrodalga yağış verilerinin alınmasına yönelik istatistiksel modelleme yaklaşımı.J. Uygulamalı Meteorol. Klimatol. **1998**,37,135–154. [ÇaprazRef]
22. Hossain, I.; Imteaz, M.; Gato-Trinidad, S.; Yilmaz, AG Gelecekteki Tasarım Yağışının Mevcut Tasarım Yağışıyla Karşılaştırılması: Avustralya, Yeni Güney Galler'de Bir Vaka Çalışması.Atmosfer**2024**,15,739. [ÇaprazRef]
23. Wi, S.; Valdes, JB; Steinschneider, S.; Kim, T.-W. Güney Kore'de eşik üstü zirveler ve yıllık maksimumlar kullanılarak aşırı yağışın durağan olmayan frekans analizi.Stok. Çevre. Risk Değerlendirmesi.**2016**,30,583–606. [ÇaprazRef]
24. Sane, Y.; Panthou, G.; Bodian, A.; Vischel, T.; Lebel, T.; Dacosta, H.; Quantin, G.; Wilcox, C.; Ndiaye, O.; Diongue-Niang, A. Senegal'de yoğunluk-süre-frekans (IDF) yağış eğrileri.Nat. Tehlikeleri Dünya Sistemleri Bilimi**2018**,18,1849–1866. [ÇaprazRef]
25. Hossain, I.; Rasel, HM; Imteaz, MA; Mekanik, F. Uzun vadeli mevsimsel yağış tahmini: Doğrusal modelleme tekniğinin etkinliği. Çevre. Dünya Bilimi.**2018**,77,280. [ÇaprazRef]
26. Hossain, I.; Imteaz, MA; Khastagir, A. Tahmin tekniklerinin genelleştirilmiş uç değer dağılımı (GEVD) parametreleri ve bunların zamansal mekansal değişimleri üzerindeki etkileri.Stok. Çevre. Risk Değerlendirmesi.**2021**,35,2303–2312. [ÇaprazRef]
27. Alam, MA; Emura, K.; Farnham, C.; Yuan, J. Bangladeş'te maksimum aylık yağış miktarı için en uygun olasılık dağılımları ve geri dönüş periyotları.İklim**2018**,6,9. [ÇaprazRef]
28. Hossain, I.; Esha, R.; Alam Imteaz, M. Avustralya Başkent Bölgesi için Uzun Vadeli Mevsimsel Yağış Tahmininde Doğrusal Olmayan Regresyon Modelleme Tekniğini Kullanma Girişimi.Jeoloji Bilimleri**2018**,8,282. [ÇaprazRef]
29. Alam, MS; Elshorbagy, A. Kanada Prairies'de Yoğunluk-Süre-Frekans eğrilerinde iklim değişikliği kaynaklı değişimlerin nicelleştirilmesi.J. Hidrolik.**2015**,527,990–1005. [ÇaprazRef]
30. DeGaetano, AT; Castellano, CM New York Eyaletinde iklim adaptasyonu planlaması için aşırı yağış yoğunluğu-süre-frekans eğrilerinin gelecekteki projeksiyonları.İklimlendirme Hizmeti**2017**,5,23–35. [ÇaprazRef]
31. Simonovic, SP; Peck, A.Değişen İklim Altında Londra Şehri için Güncellenen Yağış Yoğunluğu Süresi Frekans Eğrileri; İnşaat ve Çevre Mühendisliği Bölümü, Batı Ontario Üniversitesi: Londra, ON, Kanada, 2009.
32. Khastagir, A.; Hossain, I.; Aktar, N. Victoria, Avustralya'da aşırı orman yangını modellemesinde farklı parametre tahmin tekniklerinin değerlendirilmesi.Kentsel. İklim.**2021**,37,100862. [ÇaprazRef]
33. Meresa, H.; Tischbein, B.; Mekonnen, T. İklim değişikliğinin aşırı yağış ve en yüksek sel büyüklüğü ve sıklığı üzerindeki etkisi: CMIP6 ve hidrolojik modellerden gözlemler.Nat. Tehlikeleri**2022**,111,2649–2679. [ÇaprazRef]
34. Kundzewicz, ZW; Kanae, S.; Seneviratne, SI; Handmer, J.; Nicholls, N.; Peduzzi, P.; Mechler, R.; Bouwer, LM; Arnell, N.; Mach, K. Sel riski ve iklim değişikliği: Küresel ve bölgesel perspektifler.Hidrolik Bilimi J.**2014**,59,1–28. [ÇaprazRef]
35. Nile, BK; Hassan, WH; Alshama, GA YSA ve SWMM programları kullanılarak iklim değişikliğinin yağış yoğunluğu ve beklenen taşkınlar üzerindeki etkisinin analizi.ARPN Mühendislik Uygulama Bilimleri Dergisi**2019**,14,974–984.
36. Hassan, WH; Nile, BK; Al-Masody, BA Fırtına suyu yönetim modeli ile iklim değişikliğinin fırtına drenaj ağları üzerindeki etkisi. Çevre Müh. Araş.**2017**,22,393–400. [ÇaprazRef]
37. Li, J.; Evans, J.; Johnson, F.; Sharma, A. Yüksek çözünürlüklü bir RCM kullanılarak tasarım yağışına iklim değişikliğinin etkisinin tahmin edilmesine yönelik yöntemlerin karşılaştırılması.J. Hidrolik.**2017**,547,413–427. [ÇaprazRef]

Yasal Uyarı/Yayıncının Notu:Tüm yayınlarda yer alan ifadeler, görüşler ve veriler yalnızca bireysel yazar(lar) ve katkıda bulunan(lar)a aittir ve MDPI ve/veya editör(ler)e ait değildir. MDPI ve/veya editör(ler), içerikte atıfta bulunan herhangi bir fikir, yöntem, talimat veya üründen kaynaklanan herhangi bir kişi veya mal yaralanmasından sorumlu değildir.