Turkish Journal of Civil Engineering, 2026, xxxx-xxxx, Yazı xxx, ***Araştırma Makalesi***

Uzun Süreli Kurak Dönem Sonrasında Meydana Gelen 1995 Senirkent Taşkını Özelinde Bağımsız Ardışık Hidrolojik Afetlerin Risk Yönetimi

Hafzullah AKSOY[1*]
Yonca ÇAVUŞ[2]
Dilek Eren AKYÜZ[3]

ÖZ

Bu çalışma, 1993-1994 yıllarında gözlenen 16 ay süreli kurak dönem sonrası meydana gelen 1995 Senirkent taşkını özelinde, bağımsız ardışık hidrolojik afetlerin risk yönetimini ele almakta ve Türkiye hidroloji ve su kaynakları literatürüne bu konuda bir ilk uygulama örneği sunmaktadır. Çalışmanın özgün katkısı, tekil afet odaklı risk yönetimi yerine ardışık ancak aralarında nedensel ilişki bulunmayan afetlerin her birinin riskinin ayrı ayrı değil birlikte ve dinamik bir çerçevede değerlendirilmesidir. Çalışmada, afetlerin şiddet ve süre gibi nicel karakteristikleri yanında maruziyet ve kırılganlık unsurları da ele alınmış; doğrudan ve dolaylı etkileri kapsamlı veri analizi ve literatür taramasıyla değerlendirilmiştir. Bulgular, aralarında doğrudan tetikleme gibi bir ilişki bulunmayan bağımsız ardışık afetlerin bile ortak etkilerinin dinamik etkileşimi sonucunda bölgesel toparlanma süreçlerini kesintiye uğratarak risk seviyesini artırabileceğini ve toplumsal riskleri derinleştirebileceğini ortaya koymuş ve çoklu afet risk yönetimine geçişin gerekliliğini güçlü bir şekilde vurgulamıştır. Çalışma, kriz yönetimi yerine bütüncül ve senaryoya dayalı önleyici afet risk yönetimi stratejilerinin geliştirilmesini savunmakta; risk yönetimi politikalarının geliştirilmesi ile ilgili geleceğe dönük özgün ve somut öneriler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Afet, ardışık afet, bağımsız afet, çoklu afet risk yönetimi, kurak dönem, kuraklık, Isparta Senirkent, taşkın.

ÖN BASKI

Not: Bu yazı
- Yayın Kurulu'na 23 Mayıs 2025 günü ulaşmıştır. 3 Ekim 2025 günü yayımlanmak üzere kabul edilmiştir.
- xx xxxxx xxxxxx gününe kadar tartışmaya açıktır.

• https://doi.org/

1 İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye
haksoy@itu.edu.tr - https://orcid.org/0000-0001-5807-5660

2 İstanbul Beykent Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye
yoncacavus@beykent.edu.tr - https://orcid.org/0000-0002-0528-284X

3 İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye
dilekeren.akyuz@iuc.edu.tr - https://orcid.org/0000-0003-4509-6897

* Sorumlu yazar

ABSTRACT

Risk Management of Independent Consecutive Hydrological Disasters: The 1995 Senirkent Flood Case Following a Prolonged Dry Period -

This study deals with the risk management of independent consecutive hydrological disasters, through the case of flood in Senirkent, Isparta that occurred in 1995 after a 16-month long dry period over years 1993-1994. It presents a first case in this regard to the hydrology and water resources literature in Turkey. The original contribution of the study is to evaluate the risk of each of the independent successive disasters, not separately, but in a dynamic framework, instead of individual disaster-oriented risk management. In the study, in addition to the quantitative characteristics of disasters such as severity and duration, the elements of exposure and vulnerability were also discussed; direct and indirect effects of disasters were evaluated through comprehensive data analysis and literature review. The findings revealed that even the consecutive disasters are independent and do not trigger each other, they can increase the risk level and deepen societal risks by interrupting regional recovery processes as a result of the dynamic interaction of their common effects, and strongly emphasized the necessity of transitioning to multiple disaster risk management. The study advocates the development of holistic and scenario-based preventive disaster risk management strategies instead of crisis management; and offers original and concrete suggestions for the future regarding the development of risk management policies.

Keywords: Disaster, consecutive disaster, independent disaster, multi-disaster risk management, dry period, drought, Senirkent in Isparta, flood.

1. GİRİŞ

Ardışık afetler, önceki afetin etkisi devam ederken sonrakinin başladığı iki veya daha çok afetli durumları ifade etmektedir [1]. Ardışık iki afet arasında, ilk afet ikincisini tetikleyebilecek ya da ikincisinin meydana gelme olasılığını artırabilecek şekilde neden-sonuç bakımından fiziksel bir ilişki olabileceği gibi afetlerin birbiri üzerinde etkisi olmayabilir, yani afetler bağımsız sayılabilir. Karşılıklı ilişki türünü en iyi şekilde karakterize eden şu seçenekler mevcuttur: (a) Birinci afet, ikinci afeti tetikleyebilir (Depremin heyelanı tetiklemesi gibi), (b) Birinci afet, ikinci afetin olasılığının artırabilir (Sıcak hava dalgasının orman yangını olasılığını artırması gibi), (c) Birinci afet, ikinci afetin olasılığını azaltabilir (Yağışın orman yangını olasılığını azaltması gibi), (d) Afetler arasında nedensel bir ilişki olmaması halinde afetler bağımsız kabul edilebilir (Deprem meydana gelen bir bölgede taşkın yaşanması gibi), (e) Ardışık afetler ayrıca yukarıdakilerin bir kombinasyonu şeklinde de yaşanabilir [1, 2].

Afetler arasında geçen süre, gün mertebesinde kısa bir zamandan yıllara kadar uzayabilir. Birinci afetin etkisinin devam ettiği veya bölgenin ilk afetten sonra toparlanma sürecinde olduğu anda ikinci bir afet aynı bölgeyi etkileyebilir. Depremden kurtulma aşamasında olan bir bölgenin depremden birkaç gün sonra taşkına maruz kalması bunun için gösterilebilecek basit bir örnektir. Yaz aylarında orman yangını ile mücadele eden bir bölgenin kış aylarında taşkından etkilenmesi diğer bir örnektir. Yaşanmış gerçek bir örnek olarak, 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş ve civar illerde sadece 9 saat ara ile birbirinden bağımsız olarak

İÜ BASIN

meydana gelen iki şiddetli deprem, afetler arasındaki sürenin ne kadar kısa olabileceğini çok açık bir şekilde ortaya koyması bakımından önemli güncel bir örnektir.

İnsanın doğaya müdahalesi ile afetlerin daha sık ve şiddetli ortaya çıkmasının yanında aynı anda birlikte (bileşik afet) veya birinin etkisi henüz bitmeden diğeri başlamak suretiyle (kademeli -ardışık- afet) gözlenmesine de sıklıkla rastlanır olmuştur. Bu nedenle, ardışık afetlerden etkilenen ülkelerin sayısı giderek artmaktadır. Ardışık afetler, tekil afetlerden belirgin şekilde daha etkin olabilmektedir [1]. Afetlerin bileşik doğrudan etkisi, fiziksel altyapının zarar görmesi, can kaybı, kilit kurumların (örneğin hastanelerin) kapasitesinin yetersiz kalması ve toplum refahını bozması gibi örneklerle hem somut hem de soyut olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle afetlerin her birinin tekil risk değerlendirmesi yerine çoklu afet risk değerlendirmesinin yapılması önem kazanmıştır [2, 3]. Bununla birlikte, bu tür afetlerin nasıl değerlendirileceğine dair uygulama yönergeleri hala eksiktir ve uygulayıcılar ile politika yapıcılar tarafından yapılan risk değerlendirmeleri ağırlıklı olarak tekil afet odaklı kalmaktadır. Uygulamada da ardışık afetler gibi bileşik afetleri yönetmek için "çoklu tehlike yaklaşımını" benimsemeye ihtiyaç vardır. Bu amaçla çoklu afet kavramı hakkında ortak bir anlayış geliştirmek, hem tekil afet hem de çoklu afet bilim-politika-uygulama entegrasyonunu öğrenmek ve bunların başarı öyküleri ile çoklu afet risklerinin yönetimini iyileştirmede nasıl kullanılabileceğini araştırmak gereklidir [4].

Görüldüğü üzere, ardışık hidrolojik afetlerin birlikte incelenmesi ile ilgili uluslararası literatürde kayda değer temel çalışma örnekleri olmakla birlikte mevcut bilimsel modeller ve uygulama yöntemleri, ardışık afet riskinin doğru bir şekilde değerlendirilmesinde henüz yeterli değildir [1]. Türkiye'de ise bileşik ya da ardışık (çoklu) afet konusuna araştırma ya da uygulama amaçlı ilgi olmamış, kuraklık ve taşkın gibi hidrolojik afetler de dahil olmak üzere incelemeler tekil afetlerle sınırlı kalmıştır [5-9]. Ülkemizde, uygulamadaki durum araştırmadan farklı değildir. Kuraklık ve taşkın, uygulamada da afet bazında tekil olarak değerlendirilmektedir. Bu kapsamda Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü'nün her bir taşkın sonrası hazırladığı ve Türkiye Akarsu Havzaları Taşkın Yıllığı adı ile yayınladığı taşkın raporları örnek gösterilebilir [10]. Son yıllarda Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM) tarafından tüm Türkiye'yi kapsayacak şekilde taşkın ve kuraklık için ayrı ayrı olmak üzere havza bazında hazırlanan yönetim planlarında da afetler tekil olarak değerlendirilmiş; bir bölgede meydana gelen ardışık iki taşkın veya ardışık iki kuraklık birlikte incelenmediği gibi kuraklığı izleyen taşkın ya da taşkını izleyen kuraklık durumunda afetlerin etkilerini bir arada ortaya koyan çalışmalar yapılmamıştır [11, 12].

Ardışık hidrolojik afetlerin birlikte incelenmesi ile ilgili ülkemiz hidroloji ve su kaynakları araştırma ve uygulama envanterinde gözlenen bu eksiği gidermek üzere bu çalışmada 1993-1994 yıllarında Isparta ve çevresinde etkili olan kurak dönem sonrasında 13 Temmuz 1995'te Isparta'nın Senirkent ilçesinde yaşanan taşkın üzerinde bir örnek uygulama yapılmıştır. Uygulamada ardışık olarak meydana gelen kuraklık ve taşkın afetleri birlikte değerlendirilmiş, afetler ile ilgili nicel veri ve nitel bilgiye kapsamlı bir kaynak taraması ile ulaşılmıştır. Afetlerin her birinin şiddet ve süre gibi nicel karakteristikleri yanında doğrudan veya dolaylı ölçülebilir ya da ölçülemeyen soyut etkileri, afetlerin yarattığı maruziyet, ortaya çıkardıkları kırılganlık (güvenlik açıkları) gibi afet risk yönetimi unsurları temin edilen nicel veri ve nitel bilgiye dayalı olarak belirlenmiş; afet risk yönetiminin iyi uygulamaları ve darboğazları ortaya konmuştur. Bileşik ya da ardışık (çoklu) afet yönetiminin hem uygulama hem de teorik altyapı bakımından bugüne kadar yeterli düzeyde ilgilenilmeyen bir konu

olduğu gerçeğinden hareketle bu çalışmada sözü edilen araştırma açığını belki tamamen kapatan değil ancak bu açığa dikkat çeken, uygulanabilirliğini gösteren ve bu sayede özellikle konu ile ilgili kamu kurumları ve karar vericiler nezdinde farkındalık yaratmaya çalışan bir çerçeve benimsenmiştir.

2. ÇALIŞMANIN KONUSU

2.1. Olaylar

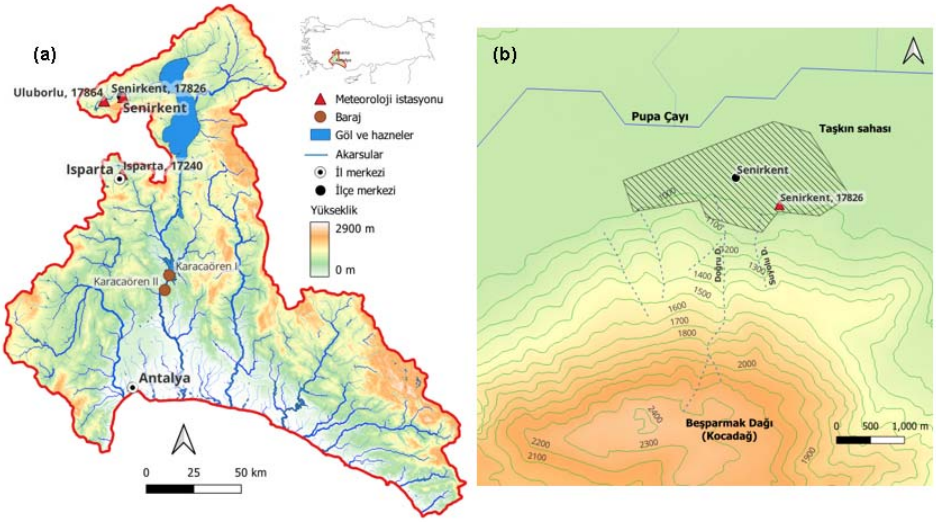
Bu çalışmada, Isparta ve çevresinde (Şekil 1) yaşanan kurak dönem sonrasında Isparta'nın Senirkent ilçesinde meydana gelen taşkın ele alınmış; seçilen iki afetin nicelik ve nitelik risk analizi incelenmiştir. Kurak dönem, Haziran 1993-Eylül 1994 arasında 16 ay boyunca etkili olmuş; kurak dönem içinde kısa süreli de olsa ara ara şiddetli olarak nitelendirilebilecek kuraklıklar yaşanmıştır [12]. Başta SYGM olmak üzere kamu otoritesi tarafından yapılan kuraklık yönetim planı çerçeveli uygulama çalışmalarına [12] ek olarak araştırma amaçlı çalışmalar da yapılmış, bunlardan Isparta ve çevresini konu alan son yıllara ait birkaçı aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

Isparta ve çevresinde meydana gelen meteorolojik kuraklığın belirlenmesi, sınıflandırılması ve geleceğe yönelik öngörülerinin yapılmasında önemli veri ve bilgi sunan çok sayıda son dönem araştırmaları mevcuttur. Bu çalışmalar kapsamında çoğunlukla standart kuraklık indeksleri kullanılarak kuraklık koşullarının zamansal ve mekansal değişimi incelenmiştir. Bu çalışmalarda, örneğin; olasılıkçı analizler ve iklim senaryoları üzerinden gelecekteki olası kuraklık durumları ortaya konmuş [13], Eğirdir gölü civarındaki üç meteoroloji istasyonunun geçmiş verilerinin frekans analizinden geleceğe yönelik öngürülerde bulunulmuştur [14]. Eğirdir Gölü havzası ve Isparta genelindeki kuraklık eğilimleri [15, 16] ile Batı Akdeniz'de ekstrem kuraklık koşulları başta standart yağış evapotranspirasyon indeksi (SPEI) olmak üzere farklı standart kuraklık indekslerinin karşılaştırılması ile değerlendirilmiştir [15-17]. Ayrıca, De Martonne-Gottman ve standart yağış indeksi (SPI) birlikte kullanılarak yapılan bölgesel kuraklık analizlerinde Isparta ve civarında şiddeti düşük ancak 67 ay kadar uzun süreli kurak dönemlere işaret edilmiştir [18]. Isparta ve Antalya meteoroloji istasyonu yağış verileri kullanılarak yapılan kuraklık analizi ile Karacaören Baraj göllerindeki su seviyesinin kurak dönemlerde azaldığı ortaya konmuştur [19]. Bu araştırmalar, farklı yöntemlerle elde edilen bulguların bütüncül olarak yorumlanmasının, bölgenin kuraklık riskinin geçmiş, bugün ve geleceğe yönelik boyutlarının doğru biçimde anlaşılması açısından kritik öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

1993-1994 yıllarındaki kurak dönem sonrasında 13 Temmuz 1995'te Isparta'nın Senirkent ilçesinde taşkın meydana gelmiştir [20, 21]. Taşkın sırasında Doğru ve Suyolu dereleri havzasından toplanan su, derelerden mansaba doğru akışa geçmiştir. Bu arada havzadaki toprak, şiddetli yağışlarla doygun hale gelmiş; akış, ince malzeme (kil ve silt) ve kaba malzeme (çakıl ve kaya) karışımı olan bir çamur selini tetiklemiş; çamur malzemesi, 1500-2000 m yükseklikte oldukça dik eğimlere (%40) sahip Doğru ve Suyolu derelerinin drenaj kanalları boyunca akmıştır [22].

Burada bir kavramsal tanımlamaya dikkat çekmek gerekir: Kurak dönem ve kuraklık birbirinden farklıdır. Literatürde henüz yeni olan kurak dönem ve kuraklık arasındaki bu kavramsal farklılık, yapılan bir dizi çalışma [23-26] sonrasında Hidroloji literatürüne

kazandırılmış ve kabul görmüştür. Önceleri her bir kurak dönem bir kuraklığa eşdeğer alınmakta iken [27, 28], bu yenilikçi tanımlamaya göre kuraklık, kurak dönem içinde gözlenir. Kurak dönemler, içinde süresi bir aydan kurak dönemin uzunluğuna kadar değişebilen çok sayıda farklı süreli kuraklık barındırmaktadır. Kurak dönem ile kuraklığı birbirinden ayıran bu tanımlama sayesinde uzun süren kurak dönemler içinde yaşanan ve uzun vadede etkileri azalan kısa süreli şiddetli kuraklıkların dönemsel etkilerinin hesaba katılması imkanı doğmuştur. Bu tanımlama esas alınarak burada, 16 ay süren kurak dönem sonrasında Senirkent'te kaydedilen şiddetli yağışların neden olduğu taşkın ve toprak kayması örneği özelinde bağımsız ardışık hidrolojik afetlerin nicelik ve nitelik analizi yapılmıştır.



Şekil 1 - (a) Antalya havzası topoğrafyası, akarsu ağı, su kütleleri, meteoroloji istasyonları ile havza içinde kalan il merkezleri ve Senirkent ilçesinin yerleşimi, (b) Senirkent ilçesinin Beşparmak Dağı yönündeki topoğrafyası ve su yolları

2.2. Olayların Tür ve Süre Bakımından Tanımlanması

Ardışık afetler, önceki olayın ikincisi üzerindeki etkisine veya iki olay arasındaki neden-sonuç ilişkisine bağlı olarak farklı şekillerde adlandırılabilir. Karşılıklı ilişki türünü en iyi şekilde karakterize eden dört seçenek vardır: Birinci olay ikinci olayı tetikleyebilir, birinci olay ikinci olayın tehlikesini artırabilir, birinci olay ikinci olayın tehlikesini azaltabilir veya birinci olay ile ikinci olay arasında nedensel bir bağ olmayabilir (yani olaylar bağımsız olabilir.) Bu durumların bir kombinasyonu da ayrı bir seçenek olarak ortaya çıkabilir [1, 2]. Bu tanımlamalara göre, burada çalışılan kuraklık ve taşkın olayları bağımsız ardışık afetlerdir.

Olayların tanımlanmasında birinci ile ikinci arasında karşılıklı bir ilişkinin varlığının yanı sıra, birinden diğerine kadar geçen süre de önemlidir. Isparta ve çevresinde yaşanan kurak dönem, yıllık yağış anomalilerine göre 1994 yılının yaz mevsimi sonlarına doğru toparlanmıştır. Taşkın ise 13 Temmuz 1995'te kurak dönemi geçiren bölgede meydana

gelmiştir. Buna göre kurak dönemin sonundan taşkın meydana gelene kadar yaklaşık bir yıllık bir süre geçmiştir.

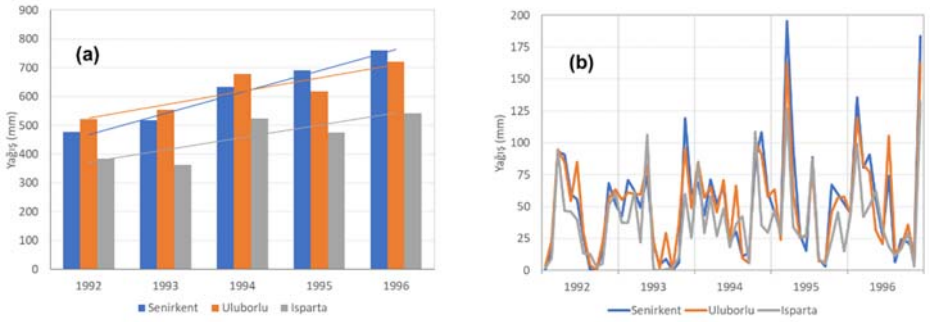
Ardışık afetler arasında geçen süre kadar her bir afetin ayrı ayrı ve ikisi birlikte yaklaşık süresi de önemlidir. Kurak dönem, ortalama yağış anomalisine göre 16 ay sürmüş, şiddetli yağış sonucu ortaya çıkan taşkın ise bir günde gerçekleşmiştir. Doğası gereği, kurak dönemler aylar ve hatta yıllar boyunca etkili olurken, taşkınlar saat veya birkaç gün boyunca sürmektedir. Her iki olay bir bütün olarak ele alındığında (kurak dönemin gelişmesinden taşkına kadar) yaklaşık 3 yıl geçmiştir. Bu süre, kurak dönemin yaşanmaya başladığı tarihten taşkın gözlenen tarihe kadar geçen süreden ibarettir.

2.3. Gözlemler ve Olayların Fiziksel Nedenleri

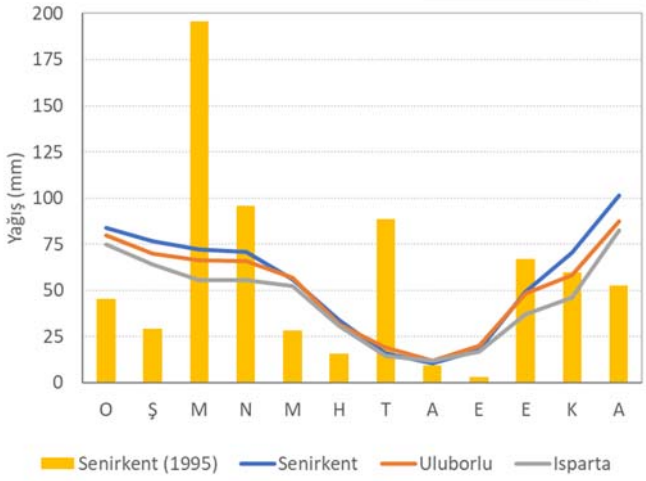
Hidrolojik afetlerin sıcaklık, yağış, vb. fiziksel itici güçlerinin belirlenmesi ve tanımlanması önemlidir. Bunun için çalışma bölgesinden üç meteoroloji istasyonunun (Senirkent, Uluborlu, Isparta) yağış kayıtları kullanılmıştır (Tablo 1). Kurak dönemi temsilde, etki alanının büyüklüğünden dolayı öncelikle Isparta olmak üzere her üç meteoroloji istasyonu esas alınmış, taşkın için olayın alansal olarak sınırlı olması nedeniyle özellikle Senirkent istasyonuna göre değerlendirrme yapılmıştır. Isparta meteoroloji istasyonu verilerine göre 1992 ve 1993 yıllarında bölge yağışı, uzun yıllar ortalamasından %33'ü bulan negatif sapmalar göstermiştir (Tablo 1). 1992-1996 yıllarında Uluborlu ve Isparta istasyonları benzer eğimle artan bir gidiş sergilemiş, Senirkent istasyonunda ise her yıl bir öncekine göre daha fazla olan yağış ile daha şiddetli artan bir gidiş gözlenmiştir (Şekil 2). Bu gidişle yağışlar Uluborlu'da 1994 yılında, Senirkent'te 1995 yılında uzun yıllar ortalamasının üstüne çıkmış; bu gidişe rağmen Isparta'da ise yağışlar 1996 yılında ancak uzun dönem ortalamasına ulaşabilmiştir. Buna göre, kurak dönemin ana fiziksel itici gücünün yağış açığı olduğu anlaşılmaktadır. Mevsimsel döngü ile yaz aylarında yaşanan yüksek sıcaklıklar da buharlaşmada artışa neden olmuş [29], buharlaşma zemin nemini azaltmış ve kurak dönemin oluşmasında dolaylı bir fiziksel itici güç olmuştur. Kuraklık şiddetinin azalmasının yolunu açan yağıştaki bu gidişlerde yağışın aylara göre dağılımı da önemlidir. 1992-1994 yıllarında nispeten yıl içindeki aylık mevsimselliği takip eden yağışların Senirkent'te özellikle 1995 yılında taşkına neden olan Temmuz ayındaki yağış ile bozulduğu görülmektedir (Şekil 2).

Tablo 1 - Senirkent, Uluborlu ve Isparta meteoroloji istasyonlarında kurak dönemi içine alan yıllarda yağış (mm) ve uzun dönem ortalaması. Ortalama hesabına istasyonların gözlem periyodu içinde kalan ancak verisi eksik olan yıllar dahil edilmemiştir. Dahil edilmeyen yıllar: Senirkent (1966, 1978, 2012), Uluborlu (1968, 2012), Isparta (1964)

Meteoroloji İstasyonu	Gözlem Periyodu yıl (ay)-yıl (ay)	Yıllık toplam yağış (mm)					Ortalama (mm)
		1992	1993	1994	1995	1996	
Senirkent	1966(02)-2012(01)	477.0	517.5	634.1	690.6	760.3	649.5
Uluborlu	1968(05)-2012(01)	521.8	553.9	678.3	617.7	720.7	609.2
Isparta	1960(01)-2016(01)	384.2	363.6	524.1	474.6	541.6	539.5



Şekil 2 - Senirkent, Uluborlu ve Isparta meteoroloji istasyonlarının 1992-1996 arası yıllık (a) ve aylık (b) yağış kayıtları. Yıllık yağışlardaki çizgiler, dönem içinde her bir istasyonun yağışında gözlenen doğrusal artan gidişleri göstermektedir.



Şekil 3 - Senirkent, Uluborlu ve Isparta meteoroloji istasyonlarının uzun dönem aylık yağış ortalamaları ve Senirkent istasyonunda 1995 yılında kaydedilen aylık yağışlar

Şekil 3, meteoroloji istasyonlarının gözlem süresi boyunca hesaplanan aylık ortalamalarını Senirkent istasyonunun taşkın gözlenen 1995 yılına ait aylık yağışı ile birlikte göstermektedir. Buna göre, taşkın bölgesinde (Senirkent) uzun yıllar verisine göre Temmuz, 15 mm kadar aylık toplam yağışla yılın en az yağış alan ikinci ayı olmasına rağmen 1995 yılında bu ayda Senirkent meteoroloji istasyonunda 90 mm'ye (uzun dönem ortalamasının altı katına) yaklaşan yağış kaydedilmiş; yağış, bölgenin su havzasının membasını oluşturan 2000 m kotunun üstünde kalan dağlık kesiminde (Şekil 1) 135 mm'ye ulaşmıştır. Bu yağış, Temmuz ayı boyunca üniform bir şekilde meydana gelmemiş; 1-14 Temmuz 1995 tarihlerinde 14 günde düşmüş, taşkın yaşanan günde 28 mm ile pik yapmış ve 1995 yılı

itibariyle Senirkent'te Temmuz ayında gözlenen en büyük aylık yağış toplamı olarak kayıtlara geçmiştir [10]. Birkaç gün devam eden yağışlar, 13 Temmuz 1995 günü 100 yıllık olduğu tahmin edilen 29 m^3/s'lik debili akışa neden olmuş, bu debi Doğru ve Suyolu derelerinin yataklarından taşmak suretiyle Senirkent'e hızlı bir şekilde ulaşmıştır. Debinin büyüklüğünün yanında drenaj alanının yüksek eğiminin etkisi ile akımın yol boyunca topladığı katı madde Senirkent'e doğru hızlı bir çamur seli şeklinde hareket etmiştir [10]. Bu gözlemlere göre, şiddetli yağış, yüksek taşkın debisi ve taşkından önce suya doygun hale geçmiş zemin taşkın olayının belli başlı fiziksel itici güçleridir. Sert eğimli arazi topoğrafyası ve bitki örtüsünden yoksun arazi yüzeyleri de taşkını tetikleyen fiziksel nedenler arasında sayılabilir.

3. AFET RİSK YÖNETİMİ

3.1. Afet Risk Yönetiminin Teorik Çerçevesi

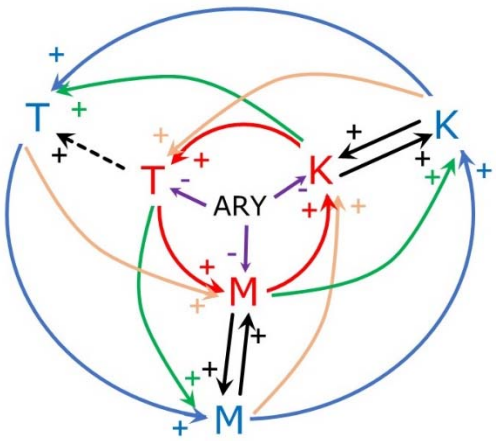
Afetin etkisi, tehlike, maruziyet ve kırılganlık olarak bilinen risk bileşenleri ile ilişkilidir (Şekil 4). Riski tanımlayan bu üç bileşen afetin risk yönetimini doğrudan etkiler. Afet riski bu bileşenler etrafında şekillenen teorik çerçeveyi izler [30]. Bir bölgede can kaybına neden olan ve altyapının zarar görmesini tetikleyen afet ile bölge tehlikeye maruz kalmakta; bireyleri ile birlikte toplum ve altyapısı, varlıkları ve servis hizmetleri ile bölge kırılgan hale gelmektedir [31]. Bu terminolojiye göre afet riski, belirli bir zaman diliminde bir sistemin, toplumun veya bir topluluğun can kaybı, yaralanma, varlıklarının tahrip olması veya hasar görmesi potansiyeli olup afet tehlikesi, maruziyet, kırılganlık ve kapasiteye bağlı olasılıkçı bir fonksiyon ile belirlenir. Teknik anlamda ise risk, üç bileşenin kombinasyonu olarak belirlenir. Bunlardan tehlike; afetin yeri, şiddeti veya büyüklüğü, frekansı ve olasılığı ile tanımlanır. Örneklemek gerekirse, kuraklıkta su açığı veya taşkında su altında alanın büyüklüğü gibi nicelikler olayın şiddetini yansıtır. Kuraklıkta bu amaçla kullanılan sayısız indekslerden biri SPEI'dir. Bunun yerine fiziksel anlamı olan yağış açığı da kullanılabilir [23, 24, 25]. Tehlike altındaki bölgede bulunan insanlar, varlıklar, altyapı ve ekosistem potansiyel zarara maruz kalır. Bu maruziyet olarak bilinir ve olaydan etkilenen bölgedeki kişi

Şekil 4 - Afet risk unsurları: tehlike, maruziyet ve kırılganlık

ve varlık sayısını yansıtır. Olayların yarattığı maruziyet, olaydan etkilenen bölgenin nüfus yoğunluğuna ve bölge varlıklarına (örneğin sosyoekonomik gelişmelere) göre değişir. Tehlike karşısında, yoğun nüfuslu ve varlık sayısı fazla olan bir bölgede beklenen maruziyet, seyrek nüfuslu ve varlık sayısı az olan bir bölgeye göre daha yüksektir. Kırılganlık (güvenlik açığı) ise toplumun afete karşı koyabilme kapasitesine göre şekillenir. Kırılganlığın nasıl tanımlanacağı, ölçüleceği ve nicelleştirileceği konusu disiplinden disipline farklı ele alındığından dinamik bir kavramdır [32].

3.2. Ardışık Afetlerin Risk Yönetimi

Afet risk unsurları, birbirleri ile etkileşim halindedir (Şekil 5). İç döngü birinci afeti (örneğin bu çalışmada kuraklık), dış döngü ikinci afeti (taşkın) temsil etmektedir. Afetin tehlikesi büyüdükçe maruziyet artmakta, toplum daha kırılgan hale gelmekte, böylece afete karşı koymada yeterli kapasiteye sahip olmayan toplum ya da bölge, yeni bir afet oluşması halinde tehlikeyi daha şiddetli hissetmektedir. Risk bileşenleri arasındaki bu döngü pekiştirici niteliktedir ve tehlikenin daha şiddetli hissedilmesine neden olmaktadır. Ardışık afet durumunda sadece tehlikenin şiddeti değil aynı zamanda maruziyet ve kırılganlık da artmaktadır.



Şekil 5 - Ardışık afetlerin risk yönetimi unsurlarının nedensellik döngüsü (T: Tehlike, M: Maruziyet, K: Kırılganlık, ARY: Afet Risk Yönetimi). İç döngü birinci afeti, dış döngü ikinci afeti temsil etmektedir. Birinci afet ile ikinci afet arasında tehlikeyi arttıracak şekilde tetikleyici bir bağ her zaman bulunmayabilir (iki tehlikenin bağımsız olması durumu)

Risk unsurları arasında pekiştirici nitelikte bir döngü mevcuttur. Pekiştirici döngüden kasıt, bir risk unsurunun bir diğer risk unsurunu arttırıcı etki yapmasıdır. Örneğin; afet tehlikesi ne kadar büyükse afetin yaratacağı maruziyet o kadar fazla olur. Benzer şekilde maruziyet arttıkça kırılganlık artar. Bunun tersi, dengeleyici döngü olarak adlandırılır ve artan bir unsurun diğer bir unsurda azalmaya neden olması şeklinde ortaya çıkar. Buna göre, pekiştirici nitelikteki döngünün dengeleyici nitelik kazanabilmesi, ancak afet risk yönetimi ile mümkündür. Afet öncesi risk yönetimi ile tehlikenin şiddeti azaltılabilir. Risk yönetiminin

tehlike öncesinde öngörülmemesi halinde afet sırasında alınacak önlemlerle afetin maruziyeti ve bölge ya da toplumda meydana getireceği kırılganlık katlanılabilir düzeye indirilebilir. Birinci afet (kuraklık) için alınan önlemlerin ikinci afet (taşkın) için uygulanabilir seçilmesi ile afet risk yönetimi etkin hale getirilmiş olur. Alınan önlemin her iki afete uygulanabilir olmaması durumunda her bir afet için ayrı ayrı önlemlerin geliştirilmesi yoluna gidilmeli ve bir afet için alınan önlemin diğer afetin risk faktörlerini arttırmasından kaçınılmalıdır. Örneğin; deprem sonrası geçici barınma alanları oluşturulurken taşkın riski bulunan alanlardan uzak durulmalıdır. Diğer bir örnek; taşkın kontrolü ve sulama maksatlı bir baraj hem kuraklık hem de taşkına karşı risk unsurlarını azaltacak niteliktedir. Afet riskinin azaltılması ile ilgili politikalar geliştirilirken, tek başına öne çıkan bir afet riski yerine ardışık afetlerin riski göz önünde bulundurulmalıdır [1].

Bu özel örnekler bir tarafa, genel anlamda afet risk yönetimi, afet öncesi ulusal ölçekte uzun-vadede, afet sonrası bölgesel ölçekte orta-vadede ve yerel ya da bölgesel ölçekte kısa-vadede alınacak önlemlerden oluşur. Bütüncül politikalar geliştirilmesi, gelecekteki arazi kullanımlarının yönlendirilmesi bütüncül dinamik risk ve toplumsal taleplerin değerlendirilmesi ulusal ölçekte alınabilecek uzun-vade önlem örnekleridir. Orta-vadede alınabilecek bölgesel önlemden kasıt, daha güvenli yerleşim alanlarının yapılması, bütüncül risk ve düşük maruziyet alanlarının belirlenmesidir. Kısa-vadede alınabilecek yerel ya da bölgesel önlemlerin başında geçici barınma alanlarının oluşturulması gelir [1].

4. İNCELENEN ARDIŞIK AFETLER ÖZELİNDE RİSK UNSURLARI İLE İLGİLİ BULGULAR

Bu çalışmada, Isparta ve çevresinde yaşanan kurak dönem sonrasında Senirkent'te meydana gelen taşkın, iki ardışık olayın etkisini daha iyi anlamak için nicel ve nitel olarak birlikte incelenmiş ve bu iki hidrolojik olaydan ardışık afetlerin risk yönetimi çerçevesinde elde edilen bulgular verilmiştir. İncelemede afetlerin şiddeti gibi nicel karakteristiklerin yanında afetlerin doğrudan veya dolaylı ölçülebilir (somut) ya da soyut etkileri, ortaya çıkardıkları maruziyet ve kırılganlık (güvenlik açığı) bağlamında afet risk yönetimi incelenmiş, ele alınan iki ardışık olayın afet risk yönetiminin iyi uygulamaları ve darboğazları belirlenmiştir.

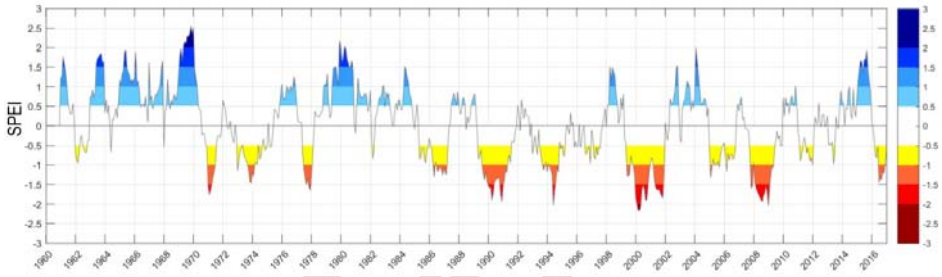
4.1. Tehlike

Afet Risk Yönetiminde belirlenmesi gereken en önemli karakteristik, afetin tehlikesidir. Bu genellikle nicel bir büyüklüktür ve afetin şiddetini belirler. Bunun için kurak dönemi ve taşkını tanımlayan indeks veya indikatörlere başvurulmaktadır. İndeks ve indikatörler, fiziksel büyüklükler olabileceği gibi fiziksel büyüklüklerden elde edilen ve çoğunlukla boyutsuz olan sayılar şeklinde de olabilir. Kurak dönemi tanımlamada SPEI yaygın olarak kullanılmakta; taşkın için taşkının süresi, taşkın debisinin değeri ve dönüş aralığı, akımın taşkın anındaki hızı gibi nicelikler hesaplanmaktadır.

Kurak dönem için Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) 17240 kodlu Isparta meteoroloji istasyonu verilerinden hesaplanan ondalık değerlerine göre, gözlenen en şiddetli kurak yıllar, kronolojik sıra ile 1932, 1970, 1972, 1973, 1977, 1989-1990, 1993, 1999 ve 2008'de meydana gelmiştir [12]. Bu indekse göre, normalin hemen üstünde kalan 1988 ve 1991 yılları haricinde bölge 1981-1998 arasında 18 yıl boyunca devam eden bir kurak dönem geçirmiştir.

ÖN BASKI

Aynı istasyonun verilerinden 12 aylık zaman ölçeğinde hesaplanan SPEI değerleri [12] dikkate alındığında (Şekil 6), Haziran 1993'ten Eylül 1994'e kadar 16 ay süren kurak bir dönem gözlendiği anlaşılmaktadır. Bu kurak dönem için toplam şiddet SPEI = -18.40 olarak hesaplanmış, kurak dönem ortalaması SPEI = -1.15 bulunmuştur. Kuraklık sınıflandırması SPEI'nin aldığı değere göre SPI ile aynı sınırlar kullanılarak yapılmaktadır [33]. Tablo 2'deki sınıflandırmaya göre bir bütün olarak ele alındığında kurak dönemin orta şiddette bir kuraklığa karşı gelmekle birlikte kurak dönem içinde kalan bazı aylarda SPEI değerinin -2.2'ye kadar indiği görülmekte, dolayısıyla kurak dönem içinde ay mertebesinde kısa süreli "çok şiddetli" sınıfına giren kuraklıkların yaşandığı gözlenmektedir [12]. Yenilikçi kritik kuraklık tanımlaması [26] kullanılarak bu ayların kurak dönemden izole edilmesi halinde bir bütün olarak orta şiddette kalan kurak dönemin kısa süreli çok şiddetli kuraklıklar barındırdığı anlaşılmaktadır. Kuraklığın su talebinin çok olduğu aylara denk gelmesi durumunda etkisinin beklenenin üzerinde olacağı da tartışmasızdır. Bu nedenle, kuraklıkların dönemsel etkilerinin dikkate alınması gereklidir.



Şekil 6 - Isparta meteoroloji istasyonu (17240) 12 aylık SPEI zaman serisi [12]

Tablo 2 - SPEI değerine göre kuraklık sınıflandırması

SPEI aralığı	Kuraklık sınıfı
0.00 ≥ SPEI ≥ - 0.99	Normale yakın / Hafif kuraklık
-1.00 ≥ SPEI ≥ - 1.49	Orta şiddette kuraklık
-1.49 ≥ SPEI ≥ - 1.99	Şiddetli kuraklık
-2.00 ≥ SPEI	Çok şiddetli kuraklık

Senirkent taşkınında, bir gün içinde (13 Temmuz 1995) bir çamur seli meydana gelmiştir. Çamur seli, şiddetli yağışlara hızlı bir tepki olan akış tarafından tetiklenmiştir. Drenaj alanının eğimi yaklaşık %40 olduğundan, yüksek bir yüzeysel akış debisi ortaya çıkmış, bu debi derelerde ve yol boyunca tortu toplayarak aşağı doğru hareket etmiştir. Hesaplanan 29 m^3/s'lik debi, bölge için 100 yıllık taşkına karşı gelmektedir [10].

4.2. Maruziyet

Tekil afet durumunda; afetten önce, afet sırasında ve hemen sonrasında afete maruz kalmada (maruziyette) meydana gelen değişikliklerin tanımlanması önemlidir. Ardışık afet

durumunda, bir afetten diğerine geçen sürede maruziyetin değişip değişmediği belirlenmelidir. Bunun için kullanılacak nicel bilgi yoksa veya mevcut nicel bilgi sınırlı ise nitel bilgiye başvurmak gerekir. Nicel bilgi olarak öncelikle, her bir afete maruz kalan bölgedeki insan sayısı tahmin edilmelidir. Her bir afete maruz kalan alandaki konut binaları veya altyapı gibi varlıkların sayısı, tarım arazilerinin alanları vb. tahmin edilmelidir. Bu çalışmadaki kurak dönem ve taşkın afetleri, maruziyetleri bakımından aşağıda detaylı değerlendirilmiştir.

1993-1994 yıllarındaki kurak dönemde tarım, başta çok maksatlı Karacaören 1 Barajı olmak üzere su depolama tesislerinden sağlanan su ile desteklendiğinden büyük ölçüde etkilenmedi. Ancak akımdaki azalmadan dolayı enerji sektörü etkilendi ve hidroelektrik enerji üretiminde %48'lik bir düşüş meydana geldi [12]. Taşkın olayında ise kerpiç ya da tuğladan yapılan evlerin çoğu çöktü ya da ağır hasar gördü. Ayrıca, beton evler de kısmen hasar gördü; yollar, içme-kullanma suyu ve kanalizasyon sistemi tahrip oldu ve Senirkent ilçe enerji hattının %50'si zarara uğradı. Bu sistemlere verilen zararın yaklaşık 20 milyar TL olduğu tahmin edilmektedir [34, 35]. 1995-1996 yıllarında, kısmen hasar görmüş veya henüz geliştirilmemiş sistemler nedeniyle konut sıkıntısı yaşanmış ve içme suyu sistemi taşkına maruz kalmıştır [36]. Bu bakımdan, taşkının maruziyeti, kurak dönemin maruziyetine göre artmıştır.

İnsan sayısı bakımından değerlendirildiğinde, kurak döneme maruz kalan insan sayısı 1995 yılı için 1,000,000 olarak tahmin edilmiştir. Bu tahmin yapılırken Antalya havzasının nüfusu 1990 ve 2,000 nüfus sayımına göre Antalya için %58, Isparta için %31 ve Burdur illeri için %10 oran alınarak tahmin edilmiştir [11]. Taşkın olayında ise 1990 yılında nüfusu 10,738 olan Senirkent tamamen afete maruz kalmışır [34]. Her bir tehlikeye maruz kalan alandaki varlıklara gelince, kuraklık tehlikesi için 32 MW gücünde yıllık 142 GWh enerji üretim kapasiteli Karacaören 1 ve 47 MW gücünde yıllık 206 GWh enerji üretim üretim kapasiteli Karacaören 2 hidroelektrik enerji santralleri, taşkın tehlikesi için Senirkent şehir merkezinde 2 km^2'lik yerleşim alanı sayılabilir.

4.3. Kırılganlık

Her bir afet öncesinde, sırasında ve hemen sonrasında olay(lar) arasında kırılganlıkta varsa meydana gelen değişikliklerin tanımlanması önemlidir. Bu çerçevede aşağıdaki tespitler yapılmıştır.

Türkiye'de 7269 sayılı Kanun'da kuraklığın doğal afet olarak kabul edilmemesi nedeniyle, kurak dönemden sonra toplum, kamu kurumları ve özel sektörün ekonomiye dair farkındalığında sınırlı bir farkındalık oluşmuştur [37]. Ancak 2010'lu yıllara gelindiğinde kuraklığa karşı resmi bilinç ve algı artmıştır. Bu çerçevede çeşitli belgeler yayınlanmış [38] ve kamu kurumları kuraklık yönetim planları hazırlamıştır [12]. Ayrıca Türkiye'de 81 il için 5 yıllık Kuraklık Eylem Planları (2013-2017) yayınlanmıştır [37]. 10. Kalkınma Planı (2014-2018), kuraklığa karşı alınacak önlemleri açıklamaktadır [39]. Havza Koruma Eylem Planları, suyun sektörler arasında verimli kullanılması ve paylaştırılması için özel şirketler tarafından yapılan çalışmaların yanı sıra su ile ilgili kamu kurumları tarafından da gerçekleştirilmiştir.

Taşkın tehlikesinden sonra, taşkının olumsuz etkilerini en aza indirmek için bazı yerel uyarlamalar yapılmıştır. Taşkından hemen sonra devlet, kaynaklarını seferber etmiş ve

toparlanma için çaba sarf etmiştir. Afetin verdiği hasarı azaltmak ve diğer kayıpları önlemek için acil durum önlemlerinin ekstra maliyeti devlet tarafından karşılanmıştır. Toplamda 95 çadır dağıtılmış, 17 aile lojmanlara yerleştirilmiş, 19 aileye ev kiralanmış, 321 aileye ise 15 milyon TL nakdi ödeme yapılmıştır. Taşkından kısa bir süre sonra, şiddetli yağışlar sırasında heyelan ve taşkınların bir kez daha yaşanmaması ve derelerin kontrollü akışının sağlanması için Suyolu ve Doğrudere drenaj havzalarına 84 adet beton seki inşa edilmiştir [20]. Ağaçlandırma faaliyetleri; erozyon kontrolü, toprak örtüsünün korunması ve taşkın tahribatının bir nebze de olsa önlenmesi düşüncesiyle gerçekleştirilmiştir.

Bu çabalara karşın, kurak dönem ve sonrasında meydana gelen taşkına kadar geçen sürede kırılganlık aynı kalmış ancak finansal kaynaklar, iş fırsatları, bireylerin zihinsel ve fiziksel sağlığı, toplumsal ilişkiler ve afet risk yönetiminden sorumlu kurumların kapasitesi gibi dinamikleri etkilemiştir. Kurak dönem, enerji sektörünü etkilemiş ancak bireyler üzerinde doğrudan bir etkisi olmamıştır. Taşkın ise bireyleri doğrudan etkilemiş, insanlar tedirgin olmuş ve umutsuzluğa kapılmıştır. Can kaybının yüksek olması ve evlerin ağır hasar görmesi günlük yaşamı kötü etkilemiş, bu da insanların fiziksel ve zihinsel sağlığını bozmuştur [40].

5. AFETİN ETKİSİ

Afetlerin somut (ölçülebilir) veya soyut olarak ortaya çıkabilen doğrudan ya da dolaylı etkileri için aşağıdaki tanımlar kullanılmaktadır: Etkilenen alan ile sınırlı kalmak üzere afetin insanlara, mülke ve çevreye fiziksel temas ile anında verdiği her türlü zarar afetin doğrudan etkisi olarak bilinir. Dolaylı etki ise doğrudan etkilenen alanın çok ötesine uzayabilen bölgede ekonominin ya da ekonomik bağlantıların bozulmasından kaynaklanan zararlar ile afet hasarını ve diğer kayıpları önlemek için alınan acil durum önlemlerinin ekstra maliyetlerinden oluşmaktadır. Doğrudan ya da dolaylı etki, parasal olarak kolayca ifade edilebilen zararlar şeklinde maddi etkiler veya parasal olarak değerlendirilmesi zor olan her türlü mal ve hizmete yönelik kayıplar, sağlık etkileri veya zararlar şeklinde maddi olmayan etkiler yaratabilir.

Burada hem kurak dönem hem de taşkının yukarıdaki gibi tanımlanan somut ve soyut etkileri belirlenmiştir. Bu tespit yapılırken, sayısal veri ile ifade edilebilen maddi zararlar ile maddi olmayan zararlar kanıtları ile sunulmuştur. Her iki olayın doğrudan etkileri yanında dolaylı etkileri de belirlenmiştir.

5.1. Doğrudan Etkiler

1992-1994 arasındaki yağış azlığının bir sonucu olarak, 12 aylık SPEI'ye göre Mayıs-Eylül 1994'te 5 ay etkili şiddetli kuraklık sınıfında bir kuraklık yaşanmıştır. Isparta'daki Karacaören 2 Barajı'nın hidroelektrik enerji üretim verilerine göre, 1994 yılında enerji üretiminde %48'lik bir kayıp meydana gelmiştir [12]. Kuraklık sırasında herhangi bir tarım veya hayvancılık kaybı bildirilmemiş, bunun için bir maliyet hesaplanmamıştır.

Rapor edilen enerji üretimindeki %48'lik azalma için meydana gelen ekonomik kayıp kabaca şu şekilde hesaplanabilir: Karacaören 1 HES 1990, Karacaören 2 HES 1993 yılında faaliyete girmiştir. Barajlar, sırasıyla yıllık 142 GWh ve 206 GWh enerji üretmektedir. Kurak dönem ve işletme yılları göz önüne alındığında Karacaören 1 HES'in kurak dönemden 2 yıl,

Karacaören 2 HES'in ise kurak dönemden 1 yıl etkilendiği varsayılarak kurak dönem sırasında meydana gelen toplam enerji kaybı 490 GWh olarak bulunmuştur. Konut, ticari, endüstriyel ve tarımsal kullanım için mevcut genel ortalama fiyatlandırmaya (3.16 TL/kWh) dayanarak [41], enerji kaybından kaynaklanan maddi zarar 23 milyon ABD Doları olarak tahmin edilmiştir.

13 Temmuz 1995 tarihinde, akşam saatlerindeki şiddetli yağıştan kısa bir süre sonra, büyük ve yıkıcı bir çamur seli toplam 448 konutu tahrip etmiş, bunlardan 180'i tamamen çökmüş, 212 konut ve 56 ofis hafif hasar görmüştür. Meydana gelen tarımsal zararlar Tablo 3'te parasal karşılıkları ile verilmiştir. Taşkında, tarımsal zarar 72,000 ABD Doları [10], altyapı ve yerleşim alanlarında meydana gelen zarar 65 milyon ABD Doları [42] olarak ifade edilmiştir.

Tablo 3 - Taşkın felaketinin tarım ve hayvancılıkta neden olduğu zararlar [10]

Tür	Miktar	Birim	Maddi zarar (milyar TL)
Bakliyat	14,670	m^2	94.55
Mısır	7,000	m^2	140
Gelincik	1,700	m^2	5.1
Sebze	36,600	m^2	1,118.68
Tarım ekipmanları			535.24
Sığır Küçükbaş hayvan	20 114	Adet	1.310
Toplam			3,203,570,000 TL (= 72,000 ABD Doları)

Kurak dönem sırasında can kaybı yaşanmamış, taşkın olayında ise Senirkent'te 74 kişi hayatını kaybetmiş, 42 kişi de yaralanmıştır. Senirkent'in yer aldığı Antalya havzası (19,577 km^2) bölgesel olarak kurak dönemden etkilenmiştir [12]. Taşkın ise Senirkent ilçesinin güneyinde yer alan Doğu ve Suyolu drenaj alanlarında (sırasıyla 2.86 km^2 ve 0.97 km^2) etkili olmuştur. Taşkına göre kurak dönem çok daha geniş bir alanı etkilemiş olmakla birlikte taşkının etkisi Senirkent ilçesinde, kurak dönemin etkisi Isparta ili ile sınırlı kalmıştır.

5.2. Dolaylı Etkiler

Taşkının öncelikli dolaylı etkisi olarak insanların tedirginliğe ve umutsuzluğa kapılmalarından bahsetmek mümkündür. İnsanların beden ve ruh sağlığı bozulmuş, bu afeti yaşayan kişilerde somatizasyon, obsesif-kompulsif belirtiler, depresyon ve anksiyete gibi yaygın psikolojik etkiler görülmüş ve fobik kaygı belirtileri ortaya çıkmıştır [40]. 1995 yılındaki taşkından tam bir yıl sonra aynı yerde bir taşkın daha yaşanmıştır. Bu kez, her ne kadar can kaybı ve önemli maddi kayıp yaşanmamış ise de bu durum insanları bir önceki yıla göre daha huzursuz ve umutsuz hale getirmiş, insanlar Senirkent'ten civardaki şehirlere göç

ÖN BASKI

etmeye başlamıştır [36]. Bu arada, kurak dönem ve taşkının birbirinden bağımsız tehlikeler olmalarından dolayı kurak dönemin taşkının etkilerini daha da kötüleştirdiğine dair bir kanıt yoktur.

6. ÖNGÖRÜLEN AFET RİSK YÖNETİMİ ÖNLEMLERİ

Afet risklerinin tehlike, maruziyet ve kırılganlık bileşenlerinin belirlenmesi ve azaltılması için önlem alınması afet risk yönetiminin temelidir. Önlemler, afete hazırlanma ya da afetin etkisini azaltma şeklinde afet öncesinde, afete verilen tepki ve afetten kurtulma şeklinde afet sırasında ya da sonrasında da alınabilir. Bu çalışmada incelenen örnekteki kuraklık tehlikesi, baraj ve su depolama tesisleri; taşkın tehlikesi, sedde, taşkın geciktirme veya taşkın önleme yapıları gibi yapısal önlemler ile azaltılabilir. Maruziyet ve kırılganlığın azaltılması ise yapısal olmayan önlemlerle mümkündür. Yapısal önlemler, afetlerin olası etkilerini azaltmak veya önlemek için herhangi bir fiziksel yapı veya sistemde afete karşı direnç ve dayanıklılık elde etmek için mühendislik tekniklerinin veya teknolojisinin uygulanmasıdır. Yapısal olmayan önlemler ise özellikle politikalar ve yasalar, halkın bilinçlendirilmesi, eğitim ve öğretim yoluyla afet risklerini ve etkilerini azaltmak için bilgi, uygulama veya anlaşmayı kullanan ve bir fiziksel yapı içermeyen önlemlerdir.

Riske duyarlı bölgesel planlama ile maruziyet, erken uyarı sistemleri ile kırılganlık azaltılabilir. Ardışık afetler düşünüldüğünde, tüm risk bileşenleri dinamiklerinin göz önünde bulundurulması ve tekil afet risk yönetimi yerine bütüncül bir yaklaşımla risk yönetimi yapılması gereklidir. Tablo 4'te kurak dönem ve taşkın olayları için uygulanan Afet Risk Yönetimi önlemleri, her bir önlemin hangi afeti hedeflediği, önlemin yapılı olup olmadığı ve ne zaman uygulandığına bakılarak detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Kurak dönem ve taşkın olaylarında yapısal önlemlerin yanında yapısal olmayan önlemler de uygulanmıştır. Kurak dönemi atlamak üzere uygulanan yapısal önlemlerin başında sırasıyla 1990 ve 1993 yıllarında işletmeye alınan Karacaören 1 ve Karacaören 2 barajları gelmektedir. Bu barajlar, bölgede sulama (kuraklık tehlikesini azaltma) ve taşkın kontrolü (taşkın tehlikesini azaltma) için kullanılan çok maksatlı barajlardır. Ayrıca, yapısal olmayan bir önlem olarak meteoroloji istasyonları kurulmuştur. Bu, vakalarımıza özel bir önlem olarak değil, kuraklık ve taşkın gibi ekstrem uçlar da dahil olmak üzere meteorolojik olayların tahmin edilmesini amaçlayan genel bir önlem olarak ele alınabilir. Ancak, bunun bir erken uyarı sistemi olmadığı vurgulanmalıdır. Nehir havzası ölçeğindeki taşkın ve kuraklık yönetim planları gibi diğer yapısal olmayan önlemler, yaşanan tehlikelerden uzun bir süre sonra taşkın ve kuraklık riskini yönetmek amacıyla alınmıştır. [11, 12]. Taşkından kısa bir süre sonra inşa edilen beton seki gibi yapısal önlemler, taşkının etkisini azaltmada iyi sonuç vermiştir. Sekiler, verimli bir şekilde çalışmış ve 1995 Temmuz taşkınından tam bir yıl sonra aynı yerde meydana gelen taşkını hafifletmiştir [36].

Bölgede yaşanan kurak dönem sırasında meydana gelen olumsuz etkiler Senirkent'teki taşkına kıyasla çok etkili değildi. Kuraklığın etkisinin hafifletilmesi ve taşkının önlenmesi amacıyla yapısal önlemlerin yanı sıra yapısal olmayan önlemler de uygulandı. Uygulanan bazı önlemler (barajların devreye girmesi gibi), her ne kadar hem kuraklık hem de taşkın tehlikesini hedeflemiş ise de kuraklığa karşı alınan önlemler, taşkın risk yönetimine olumlu katkı yapmamış ve kurak dönem sonrasında yaşanması olası taşkına karşı özel bir ilgi uyandırmamıştır.

Tablo 4 - Kurak dönem ve taşkın olayları için uygulanan Afet Risk Yönetimi önlemleri

Önlem	Hedeflenen Afet(ler)	Yapısal / yapısal olmayan / her ikisi	Afet öncesi / sırası / sonrası	Önlem detayı
Meteoroloji istasyonları	Kuraklık Taşkın	Yapısal olmayan	Önce	Çeşitli sektörler için meteorolojik bilgi sağlamak ve kuraklık ve taşkın riskini yönetmek için hava tahminleri.
Karacaören 1 Barajı	Kuraklık Taşkın	Yapısal	Önce	Kurak dönemden önce planlanıp işletmeye alınan enerji, taşkın kontrolü ve sulama maksatlı bir barajdır.
Karacaören 2 Barajı	Kuraklık Taşkın	Yapısal	Önce	Kurak dönemden önce planlanan ve 1993 yılında kurak dönem sırasında işletmeye alınan enerji ve sulama maksatlı bir barajdır. Yukarı havza taşkın debilerini kontrol eden Karacaören 1 barajının mansabında olduğu için taşkın kontrolü için kullanılmaz.
Kuraklık Yönetim Planları	Kuraklık	Yapısal olmayan	Sonra	Kamu kurumları, Havza Koruma Eylem Planı, Sektörel Su Tahsis Planı, İklim Değişikliğinin Havza Ölçeğinde Su Kaynaklarına Etkisi gibi projelerle kuraklık yönetim planları hazırlamıştır [12]. Ayrıca, Türkiye'deki 81 ilin her biri için 5 yıllık Kuraklık Eylem Planları (2013-2017) hazırlanmıştır [37].
Sekiler	Taşkın	Yapısal	Sonra	Taşkından kısa bir süre sonra, şiddetli yağışlar sırasında heyelan ve taşkınların yıkıcı etkilerini önlemek ve derelerin kontrollü akışını sağlamak için Suyolu ve Doğrudere drenaj alanlarına 84 adet beton seki inşa edilmiştir [20].
Ağaçlandırma	Taşkın	Yapısal Olmayan	Sonra	Ağaçlandırma faaliyetleri, erozyonun kontrol altına alınması ve bu sayede toprağın korunması, taşkın tahribatının belirli ölçüde önlenmesi ve taşkının olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi düşüncesiyle gerçekleştirilmiştir.
Taşkın Yönetim Planları	Taşkın	Yapısal olmayan	Sonra	Kamu kurumları, Havza Koruma Eylem Planı, Sektörel Su Tahsis Planı, İklim Değişikliğinin Havza Ölçeğinde Su Kaynaklarına Etkisi [11] gibi projelerle taşkın yönetim planları hazırlamıştır.
Parasal Destek	Taşkın	Yapısal olmayan	Sonra	Devlet tarafından 95 çadır dağıtılmış, 17 aile lojmanlara yerleştirilmiş, 19 aileye ev kiralanmış, 321 aileye ise 15 milyon TL nakdi ödeme yapılmıştır [36].
Yeniden Yerleşim / Konut	Taşkın	Yapısal	Sonra	Taşkın afetinden sonra düz ve taşkın alanından uzak bir alanda, daha önce afet sonrası başka bir konut alanı için tasarlanmış projeler revize edilerek konut yapımı ihalesi yapılmıştır [43].

7. AFET RİSK YÖNETİMİNİN İYİ UYGULAMALARI VE DARBOĞAZLARI

Burada, örnek olarak ele alınan kurak dönem ve taşkın uygulaması ile çoklu ardışık afet risk yönetiminin iyi uygulamaları ve darboğazları belirlenmiştir. Kurak dönem ve takip eden taşkın olayından sonra her bir olay öncesi, sırası ve sonrasındaki iyi uygulamalar ve darboğazlar açıklanmıştır.

7.1. İyi Uygulamalar

Kurak döneme girmeden önce yapılan iyi bir uygulama, çok maksatlı Karacaören 1 ve Karacaören 2 barajlarının inşa edilmesidir. Barajlar kurak dönem boyunca bölgeye su temin etmiş, aynı zamanda bölgeyi olası taşkınlara karşı koruyarak önemli bir sinerji yaratmıştır. Olaylar sırasında yapılan bir iyi uygulama, taşkın sırasında seferber edilen devlet imkanları ile hızlı bir toparlanma çabası içine girilmiş olmasıdır. İlk etapta 95 çadır dağıtılmış, 17 aile lojmanlara yerleştirilmiş, 19 aileye ev kiraya verilmiş, 321 aileye acil ihtiyaçlarının karşılanması için 15 milyon TL nakdi ödeme yapılmıştır [36]. Asıl iyi uygulama örnekleri afetlerden sonra ortaya konmuştur. Kurak dönemden kısa bir süre sonra Türkiye, amacı doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi için entegre, kültürler arası bir yaklaşım geliştirmek ve ulusal eylem planları hazırlamak, duyurmak ve uygulamak olan Birleşmiş Milletler'in Ciddi Kuraklık ve/veya Çölleşme Yaşayan Ülkelerde Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi'ne 1994 yılında dahil olmuştur [44]. Taşkın afetinden kısa bir süre sonra da Bayındırlık ve İskan Bakanlığı afet sonrası konut inşa etmek için bir alan aramaya başlamıştır. Yeni yerleşim yerinin düz ve taşkın alanından uzak olmasına dikkat edilmiştir. Bakanlık, inşaat işini özel bir firmaya yaptırmış, projeler daha önce afet sonrası başka bir konut alanı için tasarlanmış olduğundan yeni alana revize edilerek uygulanması çok uzun sürmemiştir. Projeler, yaklaşık 10-15 gün gibi kısa bir süre içinde bitirilerek yüklenici firmaya gönderilmiştir [43]. Senirkent taşkını için bahsedilen ve alan olarak Senirkent ile sınırlı kalan bu iyi uygulamaların dışında ülke genelinde nehir havzası ölçeğinde taşkın ve kuraklık yönetim planlarının hazırlanmasına 2010 yılından itibaren başlanmıştır [12].

7.2. Darboğazlar

Kurak dönem öncesinde 1990 yılında işletmeye açılan Karacaören 1 ve işletmeye kurak dönem içinde 1993 yılında açılan Karacaören 2 barajları kurak dönem öncesi darboğazı hafifletmiş ise de bunun dışında bir hazırlık ya da kamu yatırımı yapılmamış olması bir eksiklik olarak değerlendirilebilir. Taşkından önce de hazırlıklı olmak için gerekli olan kamu yatırımlarının eksikliği yine bir darboğazdı. Taşkın, çok kısa bir süre içinde beklenmedik bir şekilde meydana geldi. Taşkın sırasında, resmi kurumlar olay duyulur duyulmaz müdahale etti. Anlık kurtarma çalışmaları açısından herhangi bir darboğaz veya başarısızlık yaşanmadı ise de can kaybının önüne geçmek mümkün olmadı. Taşkından sonra, hepsi taşkınla yıkılan konutlarla hemen hemen aynı tipte konutlar tasarlandı. İnşaat kalitesinin ve yapı malzemelerinin düşük olması, altyapının yetersiz kalması, sosyokültürel kurumların eksikliği, ulaşım sorunları, yüksek debili taşkına karşı dirençsiz hale gelen yönetim sorunları taşkın sonrası ortaya çıkan başlıca problemlerdi. Afetzedelerin çoğu, devlet tarafından yeni ortamlara ve konutlara yerleştirildi. Mahallelerinin dışına, alıştıkları çevreden uzağa taşınma; afetzedelerin yeniden uyum ve iyileşme sorunlarını artırdı. Yer değiştiren afetzedeler yeni iş

bulmak, çocuklarını farklı bir okul bölgesine kaydettirmek ve yeni çevreleriyle sosyal bağlar geliştirmek zorunda kaldı. Afetzedeler, ulaşım sorunları da yaşadı.

Senirkent için yetkililer, taşkından etkilenen bölgelerin rehabilitasyonunda yeterli olamadı. Arazinin değeri çok yüksek olduğundan afetzedelerin şehir merkezlerinden uzakta yeniden yerleştirilmesi yerine eski yerleşim yerinin rehabilite edilmesi ve şehir merkezlerinin kullanıma açılması, ekonomik bir çözüm olarak benimsendi. Çünkü, yeni bir yerleşim alanı açmak, eski yerleşim alanını rehabilite etmekten daha pahalıya mal olmaktadır. Bunun nedenleri yeni alanda altyapı ve kurumların acilen kurulmasına ihtiyaç duyulması ve bunun özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler için çok yüksek maliyetler gerektirmesidir. Kent merkezlerinde yerleşmelere uygun yeterli alan yoksa elbette yeni alanların kullanılması gereklidir ancak afet bölgelerinin kullanılma şansı varsa bunun tercih edilmesi önerilmektedir [43].

8. SONUÇLAR

Çalışma bölgesinde (Isparta ili) 1993-1994 yılları arasında yaşanan kurak dönem ve taşkın riskini yönetmek ve etkisini azaltmak için uygulanabilecek özel bir eylem planı bulunmadığından bu olaylarda risk değil, özellikle taşkında kriz yönetilmiştir. Kurak dönem boyunca su talebinde ortaya çıkan açık, mevcut rezervuarlardan sağlanmış; enerjideki kayıp ise ülke çapında birbirine bağlı enerji hattı ile desteklenmiştir. Bu sayede kuraklığın etkisi nispeten hafif hissedilmiştir. Taşkın ise çok kısa sürede gerçekleştiğinden kurtarma ile ilgili kuruluşlar hızlı ve yoğun şekilde çalıştıkları halde kurtarma faaliyetleri yeterli olmamıştır. Bölgesel olarak daha geniş bir alanda etkili olmakla birlikte uzun süreye yayılması nedeniyle kuraklığın etkisi genellikle hafife alınmış; taşkın, yerel ve kısa süreli olduğundan etkisi daha tanınır olmuştur. Kuraklık, esas olarak ekonomik zarar yaratmış; taşkın ise can kayıplarına neden olacak kadar ölümcül olmuştur.

Çalışma bulguları, ardışık afet risk yönetiminde kullanılabilecek stratejiler için temel taşı niteliğindedir. Hidrolojide her bir kurak dönemi bir ıslak dönem izlemektedir. Kurak dönem içinde kalan kuraklıktan sonra taşkın meydana gelebilir veya ıslak dönem yaşanan bir bölge daha sonra şiddetli kuraklıkla mücadele etmek zorunda kalabilir. Bu döngü, ardışık olarak meydana gelmeleri halinde bağımsız olmalarına rağmen kuraklık ve taşkın afetlerinin risk yönetimlerinin birlikte yapılması gerektiğini savunmaktadır. Ardışık afet risk yönetimi kapsamında alınan önlemler, tekil afet risk yönetimi ile alınan önlemlere göre afet riskini azaltmada daha etkindir. Bağımsız ardışık hidrolojik afetlerin risk yönetiminin, her bir afetin tekil olarak yönetilmesi yerine birbirleriyle olan etkileşimleri de dikkate alınarak birlikte yönetilmeleri gerektiğini savunan bu sonuç kurak dönem sonrasında meydana gelen Senirkent taşkını özelinde yapılan uygulama ile de ortaya konmuştur.

Kaynaklar

[1] De Ruiter MC, Couasnon A, van den Homberg MJ, Daniell JE, Gill JC, Ward PJ, Why we can no longer ignore consecutive disasters. *Earth's Future*, *8*(3), e2019EF001425, 2020.

[2] Bevacqua E, De Michele C, Manning C, Couasnon A, Ribeiro AFS, Ramos AM, Vignotto E, Bastos A, Blesić S, Durante F, Hillier J, Oliveira SC, Pinto JG, Ragno E, Rivoire P, Saunders K, van der Wiel K, Wu W, Zhang T, Zscheischler J, Guidelines for studying diverse types of compound weather and climate events. *Earth's Future*, 9, e2021EF002340, 2021.

[3] AghaKouchak A, Chiang F, Huning LS, Love CA, Mallakpour I, Mazdiyasni O, Moftakhari H, Papalexiou SM, Ragno E, Sadegh M, Climate Extremes and Compound Hazards in a Warming World, *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* Volume 48, 2020, Vol. 48:519-548, 2020.

[4] Brett L, Bloomfield HC, Bradley A, Calvet T, Champion A, De Angeli S, de Ruiter MC, Guerreiro SB, Hillier J, Jaroszweski D, Kamranzad B, Keinänen-Toivola MM, Kornhuber K, Küpfer K, Manning C, Mattu K, Murtagh E, Murray V, Bhreasail AN, O'Loughlin F, Parker C, Pregnolato M, Ramos AM, Schlumberger J, Theochari D, Ward P, Wessels A, White CJ, Science–policy–practice insights for compound and multi-hazard risks. *Meteorological Applications*, 32(2), e70043, 2025.

[5] Dabanli I, Drought hazard, vulnerability, and risk assessment in Turkey. *Arab J Geosci* 11, 538, 2018.

[6] Menteş EN, Kaya Ş, Tanık A, Gazioğlu C, Calculation of flood risk index for Yesilirmak Basin-Turkey, *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 6(3): 244-259, 2019.

[7] Aydin MC, Birincioğlu ES, Flood risk analysis using gis-based analytical hierarchy process: a case study of Bitlis Province. *Appl Water Sci* 12, 122, 2022.

[8] Baykal T, Şener E, Terzi Ö, Application of analytical hierarchy process for flood risk analysis: a case study in Küçük Aksu river basin (Antalya, Turkey). *Iran J Sci Technol Trans Civ Eng* 47, 2449–2466, 2023.

[9] Anılan T, Bayram S, Sayıl MC, Yüksek O, Statistical analysis of flood risk perception: a case study for Eastern Black Sea Basin, Turkey. *Nat Hazards* 120, 8743–8760, 2024.

[10] Devlet Su İşleri (DSI), Türkiye Akarsu Havzaları Taşkın Yıllığı, Cilt I-VIII, (1970-1997). Enerji ve Tabii Kaynakları Bakanlığı, Ankara, 1998.

[11] Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM), Antalya Havzası Taşkın Yönetim Planı, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara, 2016.

[12] Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM), Antalya Havzası Kuraklık Yönetim Planı, Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara, 2018.

[13] Baykal T, Taylan D, Terzi Ö, Isparta ili için gelecekteki olası meteorolojik kuraklık değerlendirmesi, *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 9(1), 90-100, 2023.

[14] Keskiner AD, Şimşek O, Olasılıklı meteorolojik kuraklık analizi: Göller Yöresinde bir uygulama, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 27(1), 160-169, 2023.

İN BASKI

[15] Şener E, Davraz A, Yağış tabanlı farklı indisler kullanılarak meteorolojik kuraklık analizi: Isparta örneği, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(Ek (Suppl.) 1), 404-418, 2021.

[16] Şener E, Davraz A, Comparison of drought indices in the analysis of temporal and spatial changes of climatic drought events: a case study in the Egirdir Lake basin (Isparta/Turkey). *Natural Hazards*, 120(14), 12817-12849, 2024.

[17] Durmuş B, Bulut İ, Batı Akdeniz'deki ekstrem kuraklık şartlarının SPEI yöntemiyle belirlenmesi, *Türk Coğrafya Dergisi*, (84), 41-52, 2023.

[18] Dursun İ, Babalık AA, De Martonne-Gottman ve Standart Yağış İndeksi yöntemleri kullanılarak kuraklığın belirlenmesi: Isparta ili örneği, *Turkish Journal of Forestry*, 22(3), 192-201, 2021.

[19] Varol S, Ulusoy M, Karacaören baraj gölleri ve çevresi için standartlaştırılmış yağış indeksi (SYI) yöntemi ile kuraklık sınıflaması ve etkisinin belirlenmesi, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 11(3), 1142-1153, 2023.

[20] URL 1: https://tr.wikipedia.org/wiki/Senirkent_sel_felaketi (son ziyaret 22 Mart 2024).

[21] URL 2: https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/aebdb8bb6b0e73f_ek.pdf?dergi=HABER%20B%DCLTEN%DD (son ziyaret 22 Mart 2024).

[22] Tunusluoglu MC, Gokceoglu C, A catastrophic debris flow induced by heavy precipitation: June 13, 1995 Senirkent disaster. *Geophysical Research Abstracts*, 9, 00416, 2007.

[23] Cavus Y, Aksoy H, Critical drought severity/intensity-duration-frequency curves based on precipitation deficit. *J Hydrol* 584(7):124312, 2020.

[24] Aksoy H, Cetin M, Eris E, Burgan HI, Cavus Y, Yildirim I, Sivapalan M, Critical drought intensity-duration-frequency curves based on total probability theorem-coupled frequency analysis. *Hydrological Sciences Journal*, 66(8), 1337-1358, 2021.

[25] Cavus Y, Stahl K, Aksoy H, Drought intensity-duration-frequency curves based on deficit in precipitation and streamflow for water resources management. *Hydrol Earth Syst Sci* 27(18):3427–3445, 2023.

[26] Cavus Y, Aksoy H, Critical droughts extracted from dry periods. *Nat Hazards* 121, 3939–3957, 2025.

[27] Yevjevich V, An objective approach to definitions and investigations of continental hydrologic droughts. Hydrology Papers 23. Fort Collins: Colorado State University, 1967.

[28] Li X, Ju H, Garré S, Yan C, Liu Q, Spatiotemporal variation of drought characteristics in the Huang-Huai-Hai Plain, China under the climate change scenario. *Journal of Integrative Agriculture*, 16(10), 2308–2322, 2017.

[29] Kantarcı MD, An ecological evaluation over the warming and the drought period and its effects on the lake district of Turkey. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* Seri A, 2008, No. No.2, 1-34 ref. 16, 2008.

ÖN BASKI

[30] Kreibich H, Van Loon AF, Schröter K, Ward PJ, Mazzoleni M, Sairam N, Abeshu GW, Agafonova S, AghaKouchak A, Aksoy H, Alvarez-Garreton C, Aznar B, Balkhi L, Barendrecht MH, Biancamaria S, Bos-Burgering L, Bradley C, Budiyono Y, Buytaert W, Capewell L, Carlson H, Cavus Y, Couasnon A, Coxon G, Daliakopoulos I, De Ruiter MC, Delus C, Erfurt M, Esposito G, François D, Frappart F, Freer J, Frolova N, Gain AK, Grillakis M, Grima JO, Guzmán DA, Huning LS, Ionita M, Kharlamov M, Khoi DN, Kieboom N, Kireeva M, Koutroulis A, Lavado-Casimiro W, Li H-Y, Llasat MC, Macdonald D, Mård J, Mathew-Richards H, McKenzie A, Mejia A, Mendiondo EM, Mens M, Mobini S, Mohor GS, Nagavciuc V, Ngo-Duc T, Nguyen HTT, Nhi PTT, Petrucci O, Nguyen HQ, Quintana-Seguí P, Razavi S, Ridolfi E, Riegel J, Sadik MS, Savelli E, Sazonov A, Sharma S, Sörensen J, Souza FAA, Stahl K, Steinhausen M, Stoelzle M, Szalińska W, Tang Q, Tian F, Tokarczyk T, Tovar C, Tran TVT, Van Huijgevoort MHJ, Van Vliet MTH, Vorogushyn S, Wagener T, Wang Y, Wendt DE, Wickham E, Yang L, Zambrano-Bigiarini M, Blöschl G, Di Baldassarre G, The challenge of unprecedented floods and droughts in risk management. *Nature* 608, 80–86, 2022.

[31] United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR), The Sendai Framework Terminology on Disaster Risk Reduction. "Disaster". Accessed 1 May 2025. https://www.undrr.org/terminology/disaster., 2017.

[32] Weichselgartner J, Pigeon P, The role of knowledge in disaster risk reduction. *International Journal of Disaster Risk Science*, 6(2), 107–116, 2015.

[33] Aksoy H, Cavus Y, Discussion of "Drought assessment in a south Mediterranean transboundary catchment". *Hydrological Sciences Journal*, 67(1), 150-156, 2022.

[34] Ertek T, Senirkent Seli (13 Temmuz 1995-Isparta). *Türk Coğrafya Dergisi*, (30), 127-141, 1995.

[35] Yalçınkaya S, Isparta Senirkent Feyezanı. DSİ 18. Bölge Md. Raporu (Basılmamış), 6.s. Isparta, 1995.

[36] Biricik AS, Senirkent'de sel afetleri (13 Temmuz 1995-18-19 Temmuz 1996) Isparta. Marmara Coğrafya Dergisi, (1), 9-30, 1996.

[37] Sarıcan Y, Avrupa Birliği ve Türkiye'de Kuraklık Yönetimi Uygulamalarının Değerlendirilmesi. Uzmanlık Tezi, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara, 2015.

[38] Başbakanlık Genelgesi, Ulusal Kuraklık Yönetimi Strateji Belgesi ve Eylem Planı (2017-2023). Genelge no: 2017/19, 2017.

[39] Kalkınma Bakanlığı, Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018), 199 s, 2013.

[40] Özcankaya R, Acar A, Psychiatric symptom distribution in Senirkent torrent disaster victims. *Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi* 3(2), 27-32, 1996.

[41] URL3: https://enerjiajansi.com.tr/elektrik-birim-fiyatlari/ (son ziyaret 21 Mart 2024)

[42] Ergunay O, Türkiye'nin Afet Profili. Afet Sempozyumu, Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, 20-22 Nisan 2022, Ankara, 2022.

ÖN BASIM

[43] Özden AT, Evaluation of post-disaster housing in Senirkent, MSc Thesis, İstanbul Technical University, Institute of Science and Technology, 2004 (available at: hdl.handle.net/11527/8470).

[44] United Nations, The1994 Convention to Combat Desertification in Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification of United Nations, 1994. https://www.mfa.gov.tr/united-nations-convention-to-combat-desertification.en.mfa

ÖN BASKI