

Dünyadaki Sel Felaketleri ve Alınabilecek Önlemler: Ülkelerin Sel Yönetim Mekanizmaları

^{*1}Emrah Gökkaya and ²Rumeysa Ayşe Güden

^{*1}Kayseri Üniversitesi, Sivil Savunma ve İtfaiyecilik Programı, Bünyan MYO, Kayseri, Türkiye

²Erciyes Üniversitesi, Halk Sağlığı ABD, Kayseri, Türkiye

Abstract

Bu çalışmada, sel felaketlerinde alınması gereken önlemler hakkında öneriler sunularak literatüre katkı sunmak amaçlanmaktadır. Sel felaketleri, iklim değişikliği, ormansızlaşma ve hızlı kentleşme gibi faktörlerin etkisiyle dünya genelinde önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Seller, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde büyük can kayıplarına neden olmakla birlikte, tarım arazilerini, yerleşim yerlerini ve altyapıyı tahrip ederek gıda güvenliğini tehdit ederek ekonomik kayıplara da yol açmaktadır. Bu riskleri azaltmak için ülkeler, sel yönetim mekanizmaları geliştirmektedir. Çalışmada, ülkelerin sel felaketlerine aldıkları önlemler incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, ülkelerde sel yönetimi kapsamında çeşitli yapısal ve yapısal olmayan önlemler alındığı tespit edilmiştir. Yapısal önlemler arasında barajlar, setler ve taşkın kanalları yer alırken, yapısal olmayan önlemler arasında erken uyarı sistemleri, taşkın riski haritaları ve afet bilinci oluşturma çalışmaları bulunduğu görülmektedir. Çalışmanın sonuçlarına göre, ülkelerin sel felaketleri ile mücadelede daha etkili ve sürdürülebilir çözümler geliştirmeleri, iklim değişikliği ile mücadele stratejilerinin bir parçası olarak büyük önem taşımaktadır. Bu çabalar hem insan hayatını korumak hem de ekonomik kayıpları azaltmak için hayati öneme sahiptir. Karar vericilere, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine uygun sel yönetim yaklaşımı uygulaması önerilmektedir.

Keywords: Felaket, iklim değişikliği, sel felaketi, sel yönetim mekanizması

1. Giriş

Kar kütesinin erimesi, yağmur suları ile nehir veya dere yataklarındaki debi artışı, büyük hacime sahip akımları oluşturmaktadır. Su seviyesinin yükselerek farklı alanlara geçiş yapması sel olarak ifade edilmektedir. Seller; doğa, zemin yapısı ve insan kaynaklı nedenlerle ortaya çıkmaktadır. Sel, en sık görülen doğa kaynaklı afetlerden biridir. Jeoteknik, topografik ve iklim özellikleri, kıyı setlerinde kasırga ve şiddetli rüzgarlar, deprem ve volkanik patlamaların ortaya çıkardığı enerji etkisi, deniz dalga hareketleri, buzulların erimesi, aşırı yağış ve kar erimesi, baraj hasarı, nehir ve dere yataklarındaki akış kesitinin azalması, heyelan sonucu akarsu yatağı dengesinin bozulması, yapılaşma ve küresel iklim krizi sel riski ve boyutunu artırmaktadır [1]. Küresel ısınma etkisiyle 2050 yılına kadar nehir yıllık deşarjlarının %3-%9 arasında artabileceği ve daha şiddetli sellerin yaşanabileceği düşünülmektedir [2].

Günümüzde sel yönetimi, değişen iklim koşulları ve artan doğal afet riskleri göz önüne alındığında her zamankinden daha kritik bir öneme sahiptir. Geleneksel yöntemler, fiziksel altyapıya odaklanarak geçici çözümler sunarken, çağdaş yaklaşımlar ekosistem temelli ve

*Corresponding author: Address: Bünyan MYO, Sivil Savunma ve İtfaiyecilik Programı Kayseri Üniversitesi, 38600, Kayseri TÜRKİYE. E-mail address: egokkaya@kayseri.edu.tr, Phone: +903525034599

sürdürülebilir stratejiler geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu yeni yaklaşımlar, sadece fiziksel yapıları değil, aynı zamanda sosyal ve ekonomik yapıları da dikkate alarak daha kapsamlı çözümler üretmektedir. Sigorta sistemleri ve bireysel başa çıkma mekanizmaları, halkın sel risklerine karşı daha hazırlıklı olmasını sağlamak ve zarar azaltma çalışmalarının etkinliğini artırmaktadır. Erken uyarı sistemleri ve sel risk haritaları, afet öncesi planlamanın ve müdahale hızının artmasına yardımcı olmaktadır. Gelecekte daha sık ve şiddetli sel felaketleri ile karşı karşıya kalınabileceği öngörüldüğünden, küresel iş birliği ve bilgi paylaşımı büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, uluslararası kuruluşların teknik ve finansal desteği, ülkelerin sel yönetim kapasitelerini güçlendirmede önemli bir rol oynamaktadır. Hem geleneksel hem de çağdaş yaklaşımların bir arada kullanılması, sel felaketlerine karşı daha dirençli toplumlar yaratmak için gereklidir [2,3].

Bu çalışmada dünya üzerindeki büyük sel felaketleri örnekleri ile ülkelerin sel yönetim mekanizmaları ele alınmıştır. Sel felaketlerinde alınması gereken önlemler hakkında öneriler sunularak literatüre katkı sunmak amaçlanmıştır. Bu kapsamda çalışmanın birinci bölümünü oluşturan giriş bölümünde kavramsal çerçeve yer almaktadır. Çalışmanın ikinci bölümünü dünya üzerindeki büyük sel felaketleri oluşturmaktadır. Çalışmanın üçüncü bölümünde ülkelerin sel yönetim mekanizmalarından örnekler verilecektir. Dördüncü bölümde sel ve taşkınlarla mücadele etmek için alınması gereken tedbirlerden bahsedilecektir. Çalışmanın son bölümünde ise sonuç ve öneriler sunulacaktır.

2. Dünya Üzerindeki Büyük Sel Felaketleri

Yoğun yağışlar, taşkınları ve bazen de tsunamiler sonucu meydana gelen seller, tarih boyunca pek çok toplumun ekonomik ve sosyal durumunu derinden sarsmıştır. The international disaster database (Em-Dat) verilerine göre 2000 yılı ile 2024 yılları arasında 2024 yılı dahil olmak üzere dünya üzerinde 4566 adet yıkıcı sel felaketi olmuştur [4]. Tablo 1’de 2000 ile 2024 yılları arasındaki dünya üzerinde meydana gelen büyük sel felaketleri ve can kayıpları yer almaktadır.

Tablo 1 incelendiğinde, dünyanın farklı bölgelerinde meydana gelen ancak bunlarla sınırlı olmayan büyük yıkıcı sel felaketleri görülmektedir. Ayrıca bu sel felaketleri ülkelerin sağlık, sosyolojik ve ekonomik durumunu da olumsuz olarak etkilemiştir. Meydana gelen sel felaketlerinden korunmanın yolları ülkeler tarafından farklı sel yönetim mekanizmaları ile uygulanmaktadır.

3. Ülkelerin Sel Yönetim Mekanizmaları

3.1. Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Sel Yönetimi

ABD’de sel yönetimi, federal, eyalet ve yerel düzeylerde farklı kurumlar ve programlar aracılığıyla kapsamlı bir şekilde yürütülmektedir. Federal düzeyde, Federal Acil Durum Yönetim Ajansı (FEMA) felaket hazırlığı ve müdahalesinden sorumludur. Ayrıca Ulusal Sel Sigortası

Programı (NFIP) ile mülk sahiplerini mali olarak korur ve sel bölgelerinin yönetimini desteklemektedir. Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesi (NOAA) hava durumu tahminleri ve uyarılar yaparken, Amerikan Mühendisler Birliği (USACE) sel kontrol yapıları inşa etmekte ve bunların bakımını yapmaktadır. Eyalet düzeyinde, Acil Durum Yönetim Ajansları FEMA ile uyumlu planlar geliştirirken, yerel yönetimler sel tahliye planları ve afet müdahale projeleri ile toplulukların risk yönetimini sağlamaktadır. Bu çok katmanlı ve iş birliğine dayalı sistem, ABD'nin sel felaketlerine karşı yapısal ve yapısal olmayan önlemler almasını mümkün kılmaktadır [5,6].

Tablo 1. 2000-2024 yılları arasında yaşanan büyük sel felaketleri ile ilgili veriler (Em-Dat, 2024)

Etkilenen Ülke	Yıl	Can kaybı
Mozambik	2000	800
Algeria	2001	921
İran	2001	412
Çin	2002	793
Nepal	2003	239
Haiti	2004	2665
Hindistan	2005	1200
Filipinler	2006	1126
Bangladeş	2007	1110
Hindistan	2008	1063
Hindistan	2009	992
Çin(Shaanxi Sheng province)	2010	1691
Çin(Zhouqu Xian area)	2010	1765
Pakistan	2010	1985
Brezilya	2011	900
Tayland	2012	813
Hindistan	2013	6054
Afganistan	2014	431
Guatemala	2015	350
Kore	2016	538
Sierra Leone	2017	1102
Hindistan	2018	504
Hindistan	2019	1900
Hindistan	2020	1922
Hindistan	2021	1282
Hindistan	2022	2035
Pakistan	2022	1739
Nijerya	2022	603
Kongo	2023	2830
Hindistan	2023	1529
Kenya	2024	406

3.2.Kamerun Sel Yönetimi

Kamerun'da sel yönetimi, çeşitli devlet kurumları, yerel yönetimler ve uluslararası kuruluşlar tarafından desteklenen çok yönlü bir süreçle yürütülmektedir. Sel yönetiminin ana aktörü olan Sivil Koruma Müdürlüğü, afet yönetimi ve acil durum müdahalesini koordine ederken, Su ve Enerji Bakanlığı taşkın kontrol projeleri ve barajların inşasıyla ilgilenmektedir. Çevre ve Doğal

Kaynaklar Bakanlığı, arazi kullanımı ve çevre koruma politikaları geliştirirken, Meteoroloji Müdürlüğü hava durumu tahminleri ve uyarıları sağlamaktadır. Yerel yönetimler, sel riskine karşı altyapı projeleri geliştirmekte ve uygulamaktadır. Ayrıca, uluslararası kuruluşlar ve Sivil Toplum Kuruluşları (STK) Kamerun'da sel yönetimi ve afet riskinin azaltılması için teknik ve mali destek sağlamaktadırlar [7,8].

3.3. Birleşik Krallık Sel Yönetimi

Birleşik Krallık, sel yönetimini yerel yönetimler, çevre ajansları ve merkezi hükümetin iş birliği ile yürütmektedir. Çevre Ajansı, acil durum hattı "Floodline" ile halkı bilgilendirmektedir. Yerel yönetimler, bölgesel altyapılar için sel risklerini göz önünde bulundurarak önlemler almakta ve drenaj sistemleri inşa etmektedir. Doğa temelli çözümler ile, su akışı yavaşlatılarak ve emilimi artırılarak sel riskini azaltılmaya çalışılmaktadır. Sel risklerine karşı halkın bilinçlendirilmesi ve katılımının sağlanması, eğitim programları ve bilgilendirme kampanyaları ile sağlanmaktadır. Sel tahmini ve izleme sistemleri kullanılarak erken uyarı ve müdahale olanakları genişletilmektedir. Katı mevzuatlar ve çevre yönetim yasaları ile sel riskleri minimize edilmeye çalışılmaktadır [9,10].

3.4. Çin Halk Cumhuriyeti Sel Yönetimi

Çin Halk Cumhuriyeti, geniş coğrafyası ve çeşitli iklim koşulları koşullarında sel riskine karşı kapsamlı bir sel yönetim sistemi geliştirmiştir. Bu sistem, merkezi beş yıllık kalkınma planları çerçevesi Ulusal Su Kaynakları Bakanlığı tarafından koordine edilmekte ve barajlar, nehir düzenlemeleri, su yollarının restorasyonu gibi yapısal bileşenleri içermektedir. Büyük barajlar ile sel kontrolü sağlanmaya çalışılmaktadır. Ayrıca Çin Halk Cumhuriyeti, iklim değişikliğinin sel riskini artırma potansiyeline karşı altyapı çözümleri ve doğada sel yönetimine yönelik stratejiler uygularken, gelişmiş erken uyarı sistemleri ve organize acil müdahale ekipleriyle olası sel felaketlerine karşı müdahale etmeye çalışmaktadır. Halkın bilinçlendirilmesi ve yerel toplulukların sel riskleri ile mücadele etmesini sağlama çalışmaları ile kapasitenin geliştirilmesi çalışmaları yürütülmektedir. Bununla birlikte Çin Halk Cumhuriyeti, uluslararası iş birlikleri ve teknoloji paylaşımı yoluyla sel yönetimi konusunda bilgi içeriklerini diğer ülkelerle paylaşarak, sınır dışı su yollarında iş birliği yapmaktadır. Kalabalık nüfus gibi zorluklara rağmen, sel riskini yönetmek ve halkın güvenliğini sağlamak için sürekli olarak sel yönetim mekanizmaları geliştirilmektedir [11,12,13].

3.5. Hollanda Sel Yönetimi

Hollanda'da sel riskine karşı gelişmiş ve etkili bir sel yönetim sistemi oluşturulmuştur. Su yönetimi sorumluluğu, Rijkswaterstaat ve Waterschappen kurumlarındadır. Sel riskine karşı projeler geliştirilerek sel felaketinden korunma çalışmaları yürütülmektedir. Deltawerken projesi, barajlar ve yerleşim yerleri gibi büyük mühendislik yapılarıyla ülkeyi korurken, Maeslantkering gibi hareketlilik bariyerleri, fırtına dalgalarına karşı savunma sağlamaktadır. Halkın sel risklerine karşı bilgilendirilmesi sağlanarak bireysel hazırlıkların yapılması sağlanmaktadır. Bu yapı, teknolojiyi ve toplumun tamamını bir araya getirerek etkili ve sürdürülebilir bir sel yönetimi sistemi oluşturmaktadır [14,15].

3.6.İspanya Sel Yönetimi

İspanya’da "Sivil Koruma ve Acil Durumlar Genel Müdürlüğü", "Sivil Koruma Sistemi" ve "İspanyol Meteoroloji Ajansı" sel yönetiminin temel organlarıdır. Confederaciones Hidrográficas, bölgesel su yönetimi birlikleri ile kişisel risk yönetimi ve nehir havzası planları hazırlamaktadır. Ülkede barajlar, rezervuarlar, drenaj sistemleri ve nehir programları gibi yöntemlerle sel baskınları önlenmeye çalışılırken, yeşil altyapı ve toprak koruma projeleri, su yönetimini geliştirmeyi hedeflemektedir. İklim değişikliğine uyum çözümleri ve araştırma çalışmaları ile sürekli yenilenen sistem, halkın bilinçlendirilmesi ve eğitim kampanyalarıyla desteklenmektedir. İspanya, Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi'ne uyumu sağlayarak ve komşu ülkelerle sınırda aşan su yönetimi konusunda iş birliği yaparak, sürdürülebilir sel yönetimini hedeflemektedir [5].

3.7.Bangladeş Sel Yönetimi

Bangladeş, muson yağmurları, nehir taşkınları ve tropikal siklonlar nedeniyle yüksek sel riski içeren bir ülkedir ve bu risklere karşı sel yönetim sistemi geliştirilmiştir. Ülkenin ana su yönetim kurumu olan Bangladeş Su Geliştirme Kurulu (BWDB), nehir taşkınlarını kontrol etmek ve altyapıyı denemek için çalışmaktadır. Bangladeş, baraj inşası, mangrov ormanlarının korunması ve arazi ıslah projeleri gibi yöntemlerle sel felaketine karşı önlemler almaktadır. Ayrıca, erken uyarı sistemleri ve acil durum müdahale sistemleriyle ve halkın bilinçlendirilmesi çalışmaları eğitim programlarıyla desteklenerek sel yönetim mekanizmaları güçlendirilmeye çalışılmaktadır [16].

3.8. Pakistan Sel Yönetimi

Pakistan, muson yağmurları nedeniyle sık sık sel felaketleri ile karşı karşıya kalmaktadır ve bu durum, ülkenin sel yönetimine büyük önem vermesine neden olmaktadır. Ulusal Afet Yönetim Ajansı (NDMA) ve Su ve Güç Geliştirme Kurulu (WAPDA) gibi kurumlar, sel yönetim ve su sürdürülebilirliği üzerinde çalışmaktadır. Erken uyarı sistemleri, meteorolojik izleme ve acil durum müdahale ekipleri felaketlerle mücadelede önemli rol oynamaktadır. Ayrıca acil durum müdahale ekipleri halkın bilinçlendirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Bununla beraber Pakistan, uluslararası iş birlikleriyle sel felaketlerine karşı mücadeleyi artırmayı hedeflemektedir [17].

3.9.Kanada Sel Yönetimi

Kanada, sel felaketi riskine karşı federal, eyalet ve yerel yönetimlerin iş birliğiyle bir sel yönetim sistemi geliştirmiştir. Ülkede, nehir taşkınları, kar erimeleri, şiddetli yağışlar ve kıyı taşkınları gibi çeşitli sel tehditlerine karşı bakanlıklar ve yerel yönetimler, sel risklerini izlemek, erken uyarı sistemlerini oluşturmak ve acil müdahale ekiplerini desteklemek için çalışmaktadır [18].

3.10. Hindistan Sel Yönetimi

Hindistan'da Ulusal Afet Yönetim Merkezi ve Merkezi Su Komisyonu kurumları tarafından sel riskleri izlenmekte ve erken uyarı sistemleri ile acil eylem planları oluşturularak sel felaketi ile mücadele çalışmaları yürütülmektedir. Özellikle kuzey eyaletleri sık sık sel ve su taşkınlarıyla karşı karşıya kalırken, etkili drenaj sistemleri, barajlar, göletler ve teknik çözümlerle sel riskleri azaltılmaya çalışılmaktadır. Toplumun genişlemesi, bilinçlendirme programları ve uluslararası işlerin birleşimi, Hindistan'ın kişisel yönetim stratejisinin önemli bileşenleridir [11,19].

3.11. İtalya Sel Yönetimi

İtalya, özellikle dağlık bölgeler ve kıyı şeritlerinde çeşitli su yönetimi sorunları yaşayan bir ülkedir ve sel yönetiminde çeşitli stratejiler kullanmaktadır. Taşkın Risk Değerlendirme ve Yönetimi ve Avrupa Parlamentosu Direktifi Sözleşmesi 251. maddesi İtalya sel yönetim omurgasını oluşturmaktadır. Ülkede, her bir nehir havzasına ait Nehir Havzası Yetkilileri Birimi bulunmaktadır. İtalya afet yönetimi sistemi, belediye, bölge, vilayet ve eyaletlere bağlı yürütülmektedir. Temel aktör "Ulusal Sivil Koruma Bakanlığı"dır. Ülke geneli afet yönetim çalışmaları ana ofis birimleri ve oluşturulan alt birimlerce yürütülmektedir. İtalya, kendi risklerini tamamlamak için kapsamlı bir sistem kullanmakta ve bu sistem, Ulusal Sivil Savunma Dairesi ve Çevre Bakanlığı gibi merkez kurumları tarafından koordine edilmektedir. Ülkede sel yönetimi, nehir havzası, barajlar, drenaj sistemleri ve kıyı koruma yapıları ile desteklenirken, meteorolojik izleme ve erken uyarı sistemleri gibi teknik çözümler de bu sistemi desteklemektedir. Ayrıca toplumun bilinçlendirilmesi, acil durum planları ve uluslararası iş birliğiyle sel risklerinin azaltılması hedeflenmektedir [20].

3.12. Türkiye Sel Yönetimi

Türkiye'de sel yönetimi, Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı (AFAD), Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ), Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) ve yerel yönetimler ile diğer kurumların iş birliği ile yürütülmektedir. AFAD, afetlere hazırlıklı, risk yönetimi odaklı, afet ve acil durumlarda etkin ve etkili olarak yönetim anlayışı ile görev alan tüm kurumları hem sel felaketlerinde hem de diğer tüm afetlerde koordine eden kurumdur. DSİ, sel yönetiminde, taşkın kontrolü ve su yönetimi konusunda çalışmalar yürütmektedir. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, yerleşmeye, çevreye ve yapılaşmaya dair mevzuatı hazırlamak, kentsel dönüşüm çalışmalarını yürütmek, uygulamaları denetlemek, mesleki hizmetlerin gelişmesini sağlamak, çevre kirliliğini önlemek ve çevre ile doğanın korunmasını sağlamak üzere yapılandırılmıştır. Yerel yönetimler ise yerel düzeyde altyapı çalışmaları ve diğer hazırlıklar ile birlikte sel ve diğer afetler konusunda riskleri en az indirmeye çalışmaktadır [20].

4. Sel ve Taşkınlardan Korunmak İçin Alınması Gereken Tedbirler

Sel felaketinin yönetiminde diğer tüm afetlerde olduğu gibi temel adım risk değerlendirmesi çalışmalarıdır. Sel öncesi ve sonrası riskleri azaltacak kapsamlı bir çerçeve oluşturulmalıdır ve iyi

geliştirilmiş yönetim sistemleri pratik önlemlerle sel risklerini azaltılmalıdır. Dirençli şehirler için drenaj sistemlerinin verimliliği ve yüzey geçirgenliği artırılmalıdır. Aşırı hava olayları ve mekânsal değişiklikler göz önünde bulundurulmalı, yüksek riskli bölgelerde inşaat engellenmeli ve taşkın duvarı maliyetleri azaltılmalıdır [21]. Kentsel alanda su yollarının aktif bir şekilde izlenmesi sel ve taşkın kontrol stratejilerinden birisidir. Su seviyesinin izlenmesi potansiyel risklere hazırlıklı olmayı sağlamaktadır. Basınç dönüştürücüler su izleme ve su seviyesini tahmin etmek için önemli bir araç olabilmektedir [22].

Teknik olarak yapıların sel ve taşkınlara karşı duyarlılığını ölçmek amacıyla bina güvenlik açığı değerlendirilmektedir. Sel yönetiminde duyarlılık haritaları risklerin azaltılması için oldukça önemlidir. Sel riski taşıyan alanların belirlenmesi hayati önem taşımaktadır. Metodolojik olarak sel tehlike haritalarının belirlenmesi ve güncellenmesi gerekmektedir [23].

Sel direnci yüksek topluluklar oluşturulmalı ve sel riskinin zaman içerisinde değerlendirilmesi, taşkın yataklarına yönelen büyümenin caydırıcı düzenlemelerle sınırlandırılması, yeni konut ve alt yapıların daha güvenli hale getirilmesi, sürdürülebilir şehirlerin oluşturulmasının desteklenmesi gerekmektedir [5]. Sel riski yüksek alanlar belirlenirken nüfus, ekonomi ve çevresel risklerin değerlendirilmesini içeren sel risk haritası oluşturulmalıdır [24]. Sel yönetimi için hukuki çerçeve oluşturulmalıdır. Hukuk ve aktörler arasında entegrasyon sağlanmalıdır [21].

Sonuç ve Öneriler

Dünyadaki sel felaketleri, çeşitli coğrafi ve iklimsel koşullardan kaynaklanan büyük riskler arz etmekte olup, etkili sel yönetim mekanizmaları bu risklerin minimize edilmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Ülkeler, yapısal önlemlerden erken uyarı sistemlerine, toplumsal bilinçlendirme programlarından uluslararası iş birliklerine kadar geniş bir yelpazede stratejiler geliştirerek, sel felaketlerinin zararlarını azaltma ve toplumların dayanıklılığını artırma konusunda önemli adımlar atmaktadır. Bu kapsamlı ve entegre yaklaşımlar, sel yönetiminin başarısını artırarak, afetlerin etkilerini hafifletme ve gelecekteki riskleri en aza indirme amacını taşımaktadır.

Sel felaketlerinin etkilerini azaltmak için ülkeler hem teknik hem de yönetsel stratejiler geliştirerek geniş bir spektrumda önlemler almaktadır. Yapısal çözümler arasında barajlar, göletler ve drenaj sistemleri gibi altyapı projeleri öne çıkarken, erken uyarı sistemleri ve meteorolojik izleme gibi teknolojik araçlar da kritik öneme sahiptir. Bunun yanı sıra, toplumsal bilinçlendirme ve eğitim programları, halkın sel risklerine karşı hazırlıklı olmasını ve acil durumlar sırasında etkili bir şekilde hareket etmesini sağlar. Bu çok yönlü yaklaşımlar, sel felaketlerinin etkilerini azaltmada ve krizlere daha iyi yanıt verme kapasitesini artırmada önemli bir rol oynamaktadır.

Uluslararası iş birliği ve deneyim paylaşımı da sel yönetiminde önemli bir yer tutmaktadır. Ülkeler arası bilgi ve teknoloji transferi, global afet yönetimi stratejilerinin geliştirilmesine katkıda bulunmakta ve ortak sorunlara karşı daha etkili çözümler sunmaktadır. Ayrıca, uluslararası yardım ve destek mekanizmaları, afet sonrası toparlanma süreçlerinde kritik bir destek sağlamaktadır. Bu küresel yaklaşım, sel felaketlerinin etkilerini azaltmada ve dayanıklılığı

artırmada tüm ülkelerin daha güçlü ve koordineli bir şekilde hareket etmesini mümkün kılar.

Etkili bir sel yönetimi için bazı öneriler aşağıda sıralanmıştır:

- Hava durumu ve su seviyelerini izleyen gelişmiş sensörler ve uyarı sistemleri kurmak,
- Sel sularını kontrol altına almak için barajlar ve göletler inşa etmek,
- Şehir ve kırsal alanlarda etkili drenaj sistemleri kurarak suyun hızlı ve güvenli bir şekilde tahliye edilmesini sağlamak,
- Kıyı bölgelerinde erozyon ve sel risklerini azaltmak için setler ve dalgakıranlar gibi yapılar inşa etmek,
- Her bireyin ve ailenin acil durum planı yapmasını teşvik etmek ve tatbikatlar düzenleyerek hazırlık seviyesini artırmak,
- Riskli bölgelerin belirlenmesi ve bu bölgelerde özel yönetim stratejilerinin geliştirilmesi için düzenli risk değerlendirmeleri yapmak,
- Sel riski yüksek bölgelerde yapısal gelişmeyi sınırlandırmak ve bu bölgelerde yeşil alanlar ve su havzaları oluşturmak,
- Toplulukları sel yönetim planlarının oluşturulmasına ve uygulanmasına dahil etmek, yerel bilgiyi ve tecrübeyi değerlendirmek,
- Belediyeler, sivil toplum kuruluşları ve diğer yerel kurumlarla iş birliği yaparak daha etkili bir yönetim süreci sağlamak,
- Sel felaketleri sonrası zarar gören bölgelerin yeniden inşası ve toparlanması için hükümet destekleri sağlamak,
- Uluslararası kuruluşlar ve diğer ülkelerle iş birliği yaparak bilgi ve teknoloji transferi sağlamak, afet yönetimi süreçlerini desteklemek,
- Sürdürülebilir kalkınma hedeflerine uygun sel yönetim yaklaşımı uygulamak,
- Sel yönetim merkez ve organları oluşturmak,
- Sel müdahale kapasitesini arttırmak,
- Doğal bitki örtüsünün ve ormanların korunmasını sağlamak

Önerilmektedir.

Kaynaklar

- [1] Chan FKS, Chuah CJ, Ziegler AD, Dąbrowski, M & Varis O. Towards resilient flood risk management for Asian coastal cities: Lessons learned from Hong Kong and Singapore. *Journal of Cleaner Production* 2000;187, 576–589.
- [2] Mutluay E. Sel Risk Yönetimi Kavramının Değişen Çerçevesi ve Mekansal Planlama ile İlişkisinin İncelenmesi: Edirne Örneği. 2019. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- [3] Bubeck P, Kreibich H, Penning-Rowsell EC & Botze WJW. Explaining differences in flood management approaches in Europe and the USA: A comparative analysis. *Journal Flood Risk Management* 2017;10(4), 436–445.

- [4] Em-Dat. Since 2000, some of the major flood disasters around the world, Date accessed: 01.08.2024. Available Address: <https://public.emdat.be/>
- [5] Serra-Llobet A, Conrad E & Schaefer K. Governing for Integrated Water and Flood Risk Management: Comparing Top-Down and Bottom-Up Approaches in Spain and California. *Water* 2006;8(10), 445. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/w8100445>
- [6] Hino M, BenDor TK, Branham J, Kaza N, Sebastian, A & Sweeney S. Growing Safely or Building Risk? Floodplain Management in North Carolina. *Journal of the American Planning Association* 2024: 30(1), 50–62. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/01944363.2022.2141821>
- [7] Ndille R & Belle JA. Managing the Limbe Floods: Considerations for Disaster Risk Reduction in Cameroon. *International Journal of Disaster Risk Science* 2014;5, 147–156.
- [8] Bang HN. Policy and Institutional Frameworks for Disaster Risk Management in Cameroon: Challenges and Prospects. *Disaster Management in Sub-Saharan Africa : Policies, Institutions and Processes* 2022:97–122. <https://doi.org/10.1108/978-1-80262-817-320221004>
- [9] Boshier L, Dainty A, Carrillo P, Glass J & Price A. Integrating disaster risk management into construction: a UK perspective. *Building Research & Information* 2007;35(2), 163–177. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/09613210600979848>
- [10] Maskrey SA, Priest S & Mount NJ. Towards evaluation criteria in participatory flood risk management. *Journal of Flood Risk Management* 2019;12(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jfr3.12462>
- [11] Uzunçibuk L. Yerleşim Yerlerinde Afet ve Risk Yönetimi. 2005. Ankara Üniversitesi.
- [12] Butler C, Pidgeon N. From “Flood Defence” to “Flood Risk Management”: Exploring Governance, Responsibility, and Blame. *Environment and Planning C: Politics and Space* 2011;29(3), 533–547.
- [13] Wu X, Shen X, Li J, Xie X. Determination and projection of flood risk based on multi-criteria decision analysis (MCDA) combining with CA-Markov model in Zhejiang Province, China. *Urban Climate* 2024;53, 101769. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.uclim.2023.101769>
- [14] Yaman F. Dünya’da ve Ülkemiz’de Afet & Acil Durum Yönetimi ve Güncel Yaklaşımlar. 2021.
- [15] Mol JM, Botzen WJW, Blasch JE, Kranzler EC, Kunreuther HC. All by myself? Testing descriptive social norm-nudges to increase flood preparedness among homeowners.

Behavioural Public Policy 2024:8(1), 121–153.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1017/bpp.2021.17>

- [16] Hasan MR, Nasreen M, Chowdhury MA. Gender-inclusive disaster management policy in Bangladesh: A content analysis of national and international regulatory frameworks. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 2019:41, 101324. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101324>
- [17] Rehman J, Sohaib O, Asif M, Pradhan B. Applying systems thinking to flood disaster management for a sustainable development. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 2019:36, 101101. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101101>
- [18] Thistlethwaite J, Henstra D, Brown C, Scott D. How Flood Experience and Risk Perception Influences Protective Actions and Behaviours among Canadian Homeowners. *Environmental Management* 2018:61, 197–208. <https://doi.org/10.1007/s00267-017-0969-2>
- [19] Hubballi R, Maji S. Mitigation of flash floods in Kokrajhar of the state of Assam in northeast India. *Sustainability, Agri, Food and Environmental Research* 2024:12(2), 1–11. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.7770/safer-V13N1-art599>
- [20] Uzuntaş Ö, Öztürk S. Türkiye’deki Sel ve Taşkın Yönetmelikleri Üzerine Bir Değerlendirme: Farklı Ülkeler ile Karşılaştırma ve Yasal Boşluk Analizi. *The Journal of International Scientific Researches* 2019:4(2), 146–161.
- [21] Metz F, Angst M, Fischer M. Policy integration: Do laws or actors integrate issues relevant to flood risk management in Switzerland? *Global Environmental Change* 2020:61, 101945. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.101945>
- [22] Ranieri CM, Foletto AVK, Garcia RD, Matos SN, Medina MMG, Marcolino LS & Ueyama J. Water level identification with laser sensors, inertial units, and machine learning. *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 2024:127, 107235. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.engappai.2023.107235>
- [23] Wahba M, Sharaan M, Elsadek WM, Kanae S & Hassan H. S. Building information modeling integrated with environmental flood hazard to assess the building vulnerability to flash floods. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment* 2024:38(2), 1–21. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00477-023-02640-9>
- [24] Peng L, Wang Y, Yang L, Garchagen M & Deng X. A comparative analysis on flood risk assessment and management performances between Beijing and Munich. *Environmental Impact Assessment Review* 2024:104, 107319.