

Afet Acil Durum Toplanma Alanlarının Yer Seçim Kriterleri ve Tsunami Riskine Yönelik Bir Değerlendirme: Trabzon Akçaabat Örneği

Evaluation of Site Selection Criteria for Disaster Emergency Assembly Areas and Tsunami Risk Assessment: The Case of Akçaabat, Trabzon

Gülten Kara^{1*}, Aslı Sümeyye Özhan¹

¹Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon/Türkiye.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

*Sorumlu yazar:

Gülten Kara
gispir@ktu.edu.tr

doi: 10.48123/rsgis.1764550

Yayın süreci

Geliş tarihi: 17.08.2025
Kabul tarihi: 24.09.2025
Basım tarihi: 27.09.2025

Özet

Tarih boyunca depremler, sualtı heyelanları ve volkanik patlamalar gibi olaylar tsunamileri tetiklemiş, bu durum hem dünyada hem de ülkemizde yıkıcı etkilere yol açmıştır. Türkiye’de yapılan çalışmalar, Doğu Karadeniz Bölgesi’nde olası bir tsunamide dalga yüksekliğinin 1-3 m arasında olabileceğini, tarihsel veriler ise su baskınlarının kıydan itibaren 60 m ile 1 km arasında etkili olabileceğini göstermektedir. Bölgenin coğrafi yapısı ve yerleşim yerlerinin kıyıya yakınlığı, güvenli toplanma alanlarının belirlenmesini zorunlu kılmaktadır. Bu kapsamda, Trabzon’un Akçaabat ilçesinde tsunami riskinin azaltılması amacıyla kamu kurumları arasında iş birliği yapılarak mevcut afet toplanma alanlarının gözden geçirilmesi ve güvenli bölgelere taşınması için bir çalışma başlatılmıştır. Bu çalışmada, Akçaabat’taki toplanma alanlarının yer seçim kriterleri tsunami tehlikesi açısından değerlendirilmiş, eksiklikler tespit edilmiş ve iyileştirme önerileri sunulmuştur. Çalışma, afet yönetimi politikalarında ikincil tehlikelerin dikkate alınmasının önemini vurgulamakta ve benzer kıyı yerleşimleri için bir model oluşturmayı hedeflemektedir.

Anahtar kelimeler: Afet acil durum toplanma alanı, Tsunami, AFAD, Deprem

Abstract

Throughout history, events such as earthquakes, submarine landslides, and volcanic eruptions have triggered tsunamis, causing devastating impacts both globally and in our country. Studies conducted in Turkey indicate that a potential tsunami in the Eastern Black Sea Region could produce wave heights of 1-3 meters, while historical data suggest that flood inundation may affect areas extending 60 meters to 1 km inland from the coastline. The region's geographical features and the proximity of settlements to the coast necessitate the identification of safe assembly areas. In this context, a collaborative effort among public institutions in Akçaabat district of Trabzon has been initiated to review existing disaster assembly areas and relocate them to safer zones to mitigate tsunami risks. This study evaluates the site selection criteria of current assembly areas in Akçaabat from a tsunami hazard perspective, identifies shortcomings, and proposes improvements. The research emphasizes the importance of considering secondary hazards in disaster management policies and aims to establish a model for similar coastal settlements.

Keywords: Disaster emergency assembly area, Tsunami, DEMP (Disaster and Emergency Management Presidency), Earthquake

1. Giriş

Türkiye’de meydana gelen doğal afetler, tarihsel süreçte önemli can kayıplarına ve yüksek maddi hasarlara sebep olmuştur. Özellikle yapılaşmanın yoğun olduğu kentsel alanlarda, afet anlarında kullanılacak toplanma alanlarının yetersizliği veya uygun olmayışı ciddi bir sorun teşkil etmektedir. Kentsel bölgelerdeki boş alanların giderek azalması, afet yönetimi açısından kritik öneme sahip olan acil toplanma bölgeleri, tahliye güzergâhları, yardım dağıtım merkezleri ve geçici barınma alanlarının planlanmasını güçleştirmektedir.

Deprem gibi afetlerin hemen sonrasında, afetzedelere acil yardım ve ilk müdahale hizmetlerinin sağlanabilmesi için bu toplanma alanlarının doğru konumlandırılması ve yeterli kapasitede olması hayati önem taşımaktadır.

Doğal afetler, tarih boyunca insanlık için büyük tehdit oluşturmuş ve özellikle kıyı bölgelerinde yaşayan topluluklar üzerinde yıkıcı etkiler bırakmıştır. Tsunamiler de bu afetler arasında öne çıkan, deprem, sualtı heyelanları ve volkanik patlamalar gibi olaylarla tetiklenen ani gelişen tehlikelerden biridir. Türkiye’de de geçmişte yaşanan tsunamiler, bu tehdidin yalnızca okyanus kıyılarıyla sınırlı olmadığını, Karadeniz gibi kapalı denizlerde de etkili olabileceğini göstermiştir. Özellikle Doğu Karadeniz Bölgesi’nde yapılan çalışmalar, olası bir tsunami durumunda dalga yüksekliğinin 1-3 m arasında değişebileceğini, tarihsel veriler ise su baskınlarının kıydan itibaren 60 m ile 1 kilometreye kadar ilerleyebileceğini ortaya koymaktadır (Altınok vd., 2011; Nikonov vd., 2018; Yalçiner vd., 2004).

Bölgenin engebeli coğrafyası ve yerleşim alanlarının kıyıya yakınlığı, afet anında güvenli toplanma bölgelerinin belirlenmesini hayati bir gereklilik haline getirmektedir. Bu kapsamda, Trabzon’un Akçaabat ilçesinde tsunami riskinin azaltılması amacıyla kamu kurumları arasında iş birliği yapılarak mevcut afet toplanma alanlarının yeniden değerlendirilmesi ve daha güvenli bölgelere taşınması için bir çalışma başlatılmıştır. Bu çalışmaya katkı sağlamak amacıyla, toplanma alanlarının yer seçim kriterleri tsunami tehlikesi açısından analiz edilmiş, eksiklikler belirlenmiş ve öneriler sunulmuştur. Buna ek olarak afet yönetimi politikalarında birincil riskler kadar ikincil risklerin de dikkate alınmasının önemi vurgulanmıştır ve alınacak tedbirler belirlenmiştir. Bu noktadan hareketle, ilgili literatürü değerlendirerek yer seçim kriterlerinin belirlenmesi ve tsunami risk analizlerinin değerlendirilmesi için literatür taraması iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada Trabzon ili Akçaabat ilçesindeki toplanma alanlarının yer seçim kriterlerinin belirlenmesi amacıyla ulusal ve uluslararası literatürdeki ilgili çalışmalar sistematik olarak incelenmiştir. İkinci aşamada ise, deprem kaynaklı tsunami risk analizleri ve afet yönetimi çalışmaları değerlendirilmiştir.

1.1 Toplanma Alanlarının Yer Seçim Kriterleri

Afet sonrası toplanma alanlarının belirlenmesi, kriz yönetiminin en kritik aşamalarından biridir. Bu alanların doğru seçimi, can kaybını en aza indirmek ve acil müdahale sürecini etkin bir şekilde yönetebilmek açısından büyük önem taşımaktadır. Literatürde toplanma alanlarının yer seçimine yönelik çeşitli kriterler bulunmakta olup, bu kriterler genellikle erişilebilirlik, nüfus yoğunluğu, jeolojik güvenlik, altyapı yeterliliği ve afet türüne göre özel gereksinimler gibi faktörlere dayanmaktadır. Bu bölümde, ulusal ve uluslararası çalışmalar ışığında toplanma alanı seçiminde dikkate alınması gereken temel parametreler incelenmiş ve Akçaabat ilçesi özelinde uygulanabilir bir yöntem oluşturulması hedeflenmiştir.

Aksoy vd. (2009), İstanbul Fatih ilçesinde, yeşil alanların afetlerdeki rolünü 1999 Marmara depremi öncesi ve sonrası olmak üzere iki dönem itibarıyla karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Çalışmanın temel amacı, bir yandan ilçedeki yeşil alan varlığını ve kişi başına düşen yeşil alan miktarını ortaya koyarken, diğer yandan bu alanların olası bir deprem afeti sonrasında nüfusa sağlayabileceği hizmet kapasitesini (toplanma ve barınma alanı olarak) değerlendirmektir.

Cheng & Yang (2012), toplanma alanlarının değerlendirilmesi için kapsamlı ve hiyerarşik bir model önermektedir. Değerlendirme kriterlerini kapasite, yaşam olanakları, güvenlik ve erişilebilirlik olmak üzere dört ana grupta toplayan kriter hiyerarşisi oluşturulmuştur.

Rezaei (2014), afet sonrası geçici barınma alanlarının yer seçimi problemini çözmek için karar destek sistemi (KDS) tabanlı bir model önermiştir. Çalışmada, potansiyel alanlar, altyapı, erişilebilirlik, kapasite ve güvenlik kriterlerine göre değerlendirilerek uygunluklarına göre sıralanmıştır ve optimum yerler belirlenmiştir.

Anand vd. (2015), afet sonrası geçici toplanma alanlarının yer seçimi konusunda kapsamlı bir derleme sunmaktadır. Bu çalışma, araştırmacılar için mevcut metodolojik eğilimlerin anlaşılmasında bir başlangıç noktası oluştururken, uygulayıcılar için de kritik öneme sahip kriterlerin kapsamlı bir listesini sağlayarak hem kuramsal hem de pratik anlamda önemli bir referanstır.

Anhorn & Khazai (2015), deprem sonrası acil barınma ihtiyacını karşılamak için açık alanların uygunluk analizine yönelik bir metodoloji önermektedir. Katmandu Vadisi’nde yapılan analizle, uygun alanların dahi yüksek nüfus yoğunluğu karşısında yetersiz kalabileceğini somut olarak gösterilmiştir.

Çelik vd. (2017), afet durumunda kullanılacak toplanma alanlarının belirlenmesi için demografik nitelikler ve alansal büyüklük, ulaşım ve erişilebilirlik, altyapı özellikleri, topografik ve jeolojik nitelikler, toprak kabiliyeti, litolojik özellikler, meteorolojik ve iklimik faktörler, çevresel risk durumu olmak üzere sekiz temel kriter ortaya koymuştur. Araştırmada, kentlerdeki boş alanların, parkların ve kamu kurumlarının bahçelerinin bu kriterler doğrultusunda değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Çınar vd. (2018), İzmir-Karşıyaka ilçesindeki acil toplanma alanları incelenmiştir. Araştırmada, bu alanların belirlenmesinde toprak özellikleri, jeolojik yapı, yola yakınlık ve eğim durumu olmak üzere dört ana kriter kullanılmıştır. Çalışmada ağırlık çakıştırma yöntemi uygulanarak alanların uygunluk dereceleri belirlenmiştir. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak yapılan analizler sonucunda, mevcut toplanma alanlarının bir kısmının gerek ulusal gerekse uluslararası standartları tam olarak karşılamadığı tespit edilmiştir.

Mengi & Erdin (2018), afet toplanma alanlarının yönetimi için dört aşamalı bütüncül bir sistem önermiştir. Model, afet öncesi (alan belirleme ve halkı bilgilendirme), afet anı (grafik yönlendirme sistemlerinin etkin kullanımı), afet sonrası (geçici barınma alanlarına entegrasyon) ve uzun vadeli (sosyal yaşam alanlarına dönüşüm) olmak üzere dört aşamayı içermektedir. Çalışmada kullanılan temel kriterler; güvenli mesafe, erişilebilirlik (0-500 m yürüme mesafesi), ana yol bağlantıları, kamusal mülkiyet, altyapı olanakları ve bilgilendirme sistemlerinin entegrasyonu olarak sıralanmaktadır.

Taylan (2018), Çankırı il merkezi ve ilçelerindeki toplanma alanlarının, ulusal ve uluslararası kuruluşların (AFAD, FEMA, UNHCR vb.) belirlediği teknik standartlara ve kriterlere uygunluk düzeyini değerlendirmiştir. Kapasite, erişilebilirlik, güvenlik ve altyapı açısından değerlendirilen toplanma alanlarının, belirlenen ulusal ve uluslararası standartları (kişi başına düşen alan, altyapı, donatı) karşılamakta yetersiz kaldığını ortaya koymuştur.

Aman (2019), olası bir Marmara depremi sonrası için hayati öneme sahip afet toplanma alanlarının yer seçimi problemini İstanbul Bağcılar ilçesinde ele almıştır. Çalışmanın amacı, toplanma alanı seçimine yönelik bilimsel, teknik ve sosyal temelleri olan kriterleri oluşturmak ve bu kriterleri konumsal olarak değerlendirebilecek bir metodoloji geliştirmektir. Belirlenen kriterlere ve geliştirilen yöntemle göre Bağcılar ilçesi için mevcut durumu analiz etmiş ve yeşil alanların/boş alanların büyük bir kısmının bu kriterleri sağlamakta yetersiz kaldığını tespit etmiştir.

Özkılıç (2020), İstanbul ilinde toplanma alanlarını nüfus yoğunluğu, ulaşım ağı, yaya erişimi ve alan büyüklüğü kriterlerine göre değerlendirmiştir. Toplanma alanlarının nüfus ihtiyacını karşılamakta son derece yetersiz kaldığı ve güvenli yürünebilir erişim mesafelerinin birçok bölge için sağlanamadığı belirtilmiştir.

Gerdan & Şen (2019), Kocaeli İzmit ilçesindeki afet toplanma alanlarının mevcut durumu detaylı şekilde incelenmiştir. Araştırmada, toplanma alanlarının değerlendirilmesinde; uzaklık ve erişilebilirlik, ana yol bağlantıları, çok fonksiyonluluk, kamu arazisi olma durumu, alansal büyüklük olmak üzere beş temel kriter kullanılmıştır. Çalışmada, İzmit ilçesindeki toplanma alanlarının %80'inden fazlasının su ve elektrik altyapısına sahip olduğu belirlenmiştir. Mahalle bazında yapılan incelemelerde, 6 mahalledeki 14 toplanma alanının metrekare olarak yeterli büyüklükte olduğu tespit edilmiştir.

Bektaş & Sakarya (2020), İstanbul'un Kadıköy ilçesindeki afet toplanma alanları erişilebilirlik ve alansal yeterlilik açısından analiz edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, Kadıköy'deki toplanma alanlarının %57'si önerilen 500 m yürüme mesafesi standardını karşılamaktadır. Ancak bu alanların büyük çoğunluğunun bölgedeki nüfus yoğunluğuna göre yetersiz kaldığı tespit edilmiştir. Yapılan ağ analizleri, mevcut toplanma alanlarının kapasite ve erişilebilirlik açısından önemli eksiklikler barındırdığını ortaya koymuştur.

Şekelli (2020), Kahramanmaraş'ın Onikişubat ilçesinde toplanma alanları değerlendirilerek afet lojistiği kapsamında toplanma alanlarının seçimine yönelik bir model geliştirmiştir. Çalışmada, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP-Analytic Hierarchy Process) yöntemi kullanılarak dört temel kriter belirlenmiştir: güvenlik (alanın afet risklerinden uzaklığı), ulaşım olanakları (erişilebilirlik), altyapı (temel hizmetlerin varlığı) ve alan büyüklüğü (nüfus yoğunluğuna göre yeterlilik). Uzman görüşleri alınarak bu kriterlerin önem dereceleri belirlenmiş ve alternatif alanlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Öztürk & Kaya (2020), İstanbul'un Küçükçekmece ilçesindeki acil durum toplanma alanları; ulaşım, altyapı, güvenlik, alan büyüklüğü ve konutlara yakınlık gibi çok kriterli değerlendirme ölçütleriyle analiz etmiştir. Çalışmada, karar verme sürecinde kriterlerin ağırlıklarını dikkate alan PROMETHEE yöntemi kullanılmıştır. Özellikle ulaşım kriterine en yüksek ağırlık verilmiş, elektrik ve su gibi altyapı unsurları da afet anındaki kullanılabilirlik açısından değerlendirilmiştir. Analiz sonucunda bazı alanların altyapı eksiklikleri nedeniyle yetersiz olduğu ve yeniden düzenlenmesi gerektiği belirlenmiştir.

Gökgöz vd. (2020), acil durum toplanma alanlarının seçimi için AHP yöntemi kullanılarak çok kriterli bir değerlendirme modeli geliştirilmiştir. Toplanma alanlarının belirlenmesinde fiziksel özellikler, jeolojik yapı, ulaşım olanakları, güvenlik ve altyapı gibi temel kriterler dikkate alınmıştır. Yapılan analizler sonucunda, toplanma alanı seçiminde en önemli kriterlerin alan büyüklüğü ve erişilebilirlik olduğu tespit edilmiştir. Diğer önemli faktörler arasında güvenlik ve altyapı olanakları yer almaktadır. Geliştirilen model, afet yönetimi süreçlerinde karar vericilere bilimsel bir rehber sunmayı amaçlamaktadır.

Gerdan & Şen (2020), Kocaeli'nin Başiskele ilçesindeki 35 afet toplanma alanını AHP yöntemiyle incelemiştir. Çalışmada altyapı olanakları, kişi başına düşen alan, erişilebilirlik ve ulaşım kriterleri temel alınmıştır. Araştırma sonuçlarına göre toplanma alanlarının %77,14'ü elektrik ve su altyapısına sahip olduğu ve 22 mahalledeki alanların 5'inde alan büyüklüğünün yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Ana yollara erişim ve alan büyüklüğü en kritik faktörler olarak belirlenmiştir. Özellikle nüfus yoğun mahallelerde yeni toplanma alanlarına ihtiyaç olduğu vurgulanmıştır.

Şirin & Ocak (2020), Gümüşhane şehir merkezindeki 24 afet toplanma alanının yeterliliğini AHP yöntemi ile değerlendirmiş ve 26 yeni alan önermiştir. Çalışmada AFAD (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı) kriterleri temel alınarak nüfus yoğunluğu, eğitim, jeoloji ve su kaynaklarına uzaklık gibi coğrafi faktörler analiz edilmiştir. Mevcut alanların büyük oranda yetersiz olduğu vurgulanmıştır.

Ekin & Sarıkaya (2021), Kütahya'nın yoğun nüfuslu mahallelerinde afet toplanma alanlarını belirlemek için AHP-TOPSIS entegrasyonu ile kentsel afet planlamasına metodolojik yaklaşım önermiştir. Araştırmada 26 potansiyel alan dikkate alınarak kriterler belirlenmiştir. Değerlendirmede altyapı durumu, alansal büyüklük, ulaşım olanakları ve çevre

güvenliği öne çıkan kriterlerdir. Yoğun nüfuslu dar yerleşimlerde özellikle mahalle ölçeğinde alternatif çözüm ihtiyacının olduğu tespit edilmiştir.

Kalkan (2022), Uşak ilindeki 8 mahallede 43 toplanma alanı; erişilebilirlik (200 m), kapasite, ana yollara yakınlık, kamusal mülkiyet ve altyapı (yaya yolları, engelli erişimi, elektrik, su) özellikleri açısından değerlendirmiştir. Sonuçlara göre, Uşak'taki toplanma alanlarının sadece %18'i seçilen kriterleri karşılamaktadır. Toplanma alanlarının kapasite ve altyapı yönünden eksik olduğu ve iyileştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Özellikle standartları karşılamayan mahallelerde yeni toplanma alanlarının belirlenmesi önerilmiştir.

Saygılı & Akpınar (2022), Aydın Efeler ilçesindeki yeşil alanların afet toplanma alanı olarak yeterliliği incelenmiştir. Sonuçlara göre ilçede toplam 494,502 m²'lik alan toplanma alanı olarak kullanılabilir durumdadır. Bu alanlar parklar, pazar yerleri ve okul bahçeleri gibi çok amaçlı alanlardan oluşmaktadır. Kapasite olarak uluslararası standart olan kişi başına 2,5 m² kriteri baz alınmıştır. Yapılan analizler sonucunda, mevcut alanların ilçe nüfusunun %67'sine yetecek kapasitede olduğu tespit edilmiştir. Ancak araştırmada, sadece afet toplanma amacıyla ayrılmış bağımsız alanların bulunmadığı da ortaya çıkmıştır. Özellikle deprem riski yüksek olan bölgede yeni ve bağımsız toplanma alanları oluşturulmasının önemi vurgulanmıştır.

Partigöç (2023), Denizli'nin Merkezefendi ilçesindeki 48 afet toplanma alanı; büyüklük, konum ve erişilebilirlik açısından değerlendirilmiştir. Nüfus yoğunluğu açısından toplanma alanlarının alansal büyüklükleri ve erişilebilirlikleri dikkate alınarak her bir alanın afet sonrası kullanım yeterliliği incelenmiştir.

Sabuncu (2023), İstanbul Bakırköy ilçesindeki yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ve uzaktan algılama tekniklerini kullanarak, açık ve yeşil alanların otomatik olarak tespit edilmesi ve bu alanların geçici barınma alanı olarak uygunluklarını değerlendirmiştir.

Uyar & Töre (2023), İstanbul ilindeki toplanma alanlarını kapasite, topoğrafya, erişilebilirlik ve toplumsal farkındalık kriterleri açısından değerlendirmiştir. Çalışma, sadece alanların haritada işaretlenmesinin yeterli olmadığını, fiziksel, erişilebilir, güvenli, donanımlı ve toplum tarafından bilinir hale getirilmeleri gerektiğini ortaya koymaktadır.

Öcal & Yıldız (2023), 2023 Kahramanmaraş depremleri öncesinde Antakya'daki afet toplanma alanları deprem öncesi ve sonrası durumu fay hattı mesafeleri, ulaşım ağları, nüfus dağılımı, arazi eğimi ve yer altı yapısı gibi faktörler açısından değerlendirilmiştir. Sonuçlara göre, toplanma alanları hem sayı hem de büyüklük açısından yetersiz bulunmuştur. Özellikle nüfus yoğunluğu açısından mevcut alanların şehrin ihtiyacını karşılamadığı görülmüştür. Ayrıca bu alanların çoğunun fiziki ve coğrafi koşullarının afet durumunda yeterli koruma sağlayamayacağı tespit edilmiştir.

Kart vd. (2023), Konya ilindeki 125 afet toplanma alanı; kişi başına en az 1,5 metrekaare alan düşmesi, yaya erişimine uygun olması, kamusal mülkiyette bulunması ve ana yollara bağlantılı olması açısından değerlendirilmiştir. Sonuçta toplanma alanlarının bu standartları büyük ölçüde karşıladığı tespit edilmiştir. Afet anında panik durumunun önlenmesi ve güvenli alanlara hızlı ulaşım sağlanması amacıyla mobil uygulama geliştirilmiştir.

Erdin vd. (2023), parklar, okul bahçeleri, spor tesisleri gibi kamunun ortak kullanım alanlarının afet anında nasıl etkin şekilde değerlendirmek için dört aşamadan oluşan yöntem önermiştir. Bu yöntem kapsamında; kullanılabilirlik (örneğin, alanın kapasitesi), güvenlik (afet sonrası güvende olma durumu), ve erişilebilirlik (ulaşım yollarına yakınlık) gibi kriterler dikkate alınmıştır.

Atmaca vd. (2023), Ankara Gölbaşı ilçesindeki acil toplanma alanlarını erişilebilirlik, altyapı durumu, çevresel güvenlik ve kapasite olmak üzere dört temel kriter üzerinden değerlendirmiştir. Bu kriterleri AHP yöntemiyle ağırlıklandırarak TOPSIS, COPRAS ve BORDA teknikleriyle entegre edilmiş ve beş optimal alan belirlemiştir.

Doğan (2023), iş güvenliği uzmanlarının görüşleri doğrultusunda AHP yöntemi kullanılarak acil durum toplanma alanları; güvenlik, erişim kolaylığı ve alan özellikleri açısından değerlendirilmiştir. Bu kriterlerin alt kriterleri olarak nüfus yoğunluğu, erişim ve tahliye kolaylığı, düz ve beton zemin, yürüyerek ulaşım, tabela ile işaretleme, alternatif rotaların belirlenmesi, çevresel risklerden uzaklık, temel ihtiyaçlara yakınlık ve ikincil tehlikelerden uzaklık kriterleri belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda özellikle ikincil tehlikelerden uzaklık ve görsel işaretlemenin en önemli faktörler olduğu tespit edilmiştir.

Afet ve acil durum toplanma alanlarının belirlenmesinde, AFAD tarafından önerilen kriterlerin literatürde ağırlıklı olarak kullanıldığı görülmektedir. Bu kriterler, AHP gibi çok kriterli karar verme yöntemleriyle analiz edilmiş olup, özellikle ulaşım kriterinin ön plana çıktığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, mevcut toplanma alanlarının çoğunun afet planlaması sürecinde özel olarak tasarlanmadığı, aksine açık yeşil alanlar ve kamu kurumlarının bahçeleri gibi mevcut alanların bu amaçla kullanıldığı belirlenmiştir. Bu durum, planlama aşamasında toplanma alanlarının sistematik bir şekilde ele alınması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, afete dayanıklı şehirlerin oluşturulması için toplanma alanlarının planlama sürecinde oluşturulması, bu alanların plan notlarında açıkça tanımlanması ve planlama sürecine entegre edilmesi kritik bir öneme sahiptir.

Literatür incelendiğinde, Trabzon'un Akçaabat ilçesindeki toplanma alanlarının mevcut uygunluk durumlarının ve tsunami riski açısından değerlendirilmesine yönelik kapsamlı bir çalışmanın bulunmadığı dikkat çekmektedir. Ayrıca, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde tsunami tehlikesi bağlamında toplanma alanlarının güvenliğini inceleyen bir araştırmaya da rastlanmamıştır. Bu çalışma kapsamında, belirlenen değerlendirme kriterleri doğrultusunda Akçaabat ilçesindeki afet

toplanma alanlarının uygunluk analizi yapılmıştır ve farklı tsunami senaryoları altında bu alanların güvenliği test edilmiştir. Bu çalışma, Akçaabat ilçesi özelinde toplanma alanlarının afet uygunluk değerlendirmesini ve tsunami risk analizini bir arada ele alan ilk araştırmalardan biri olma niteliği taşımaktadır. Literatürde afet toplanma alanlarının belirlenmesine yönelik pek çok çalışma bulunmakla birlikte, özellikle tsunami senaryolarına dayalı olarak bu alanların güvenliğini inceleyen benzer bir araştırmaya rastlanmamıştır. Dolayısıyla bu çalışma, hem bölgesel ölçekte bir eksikliği gidermeyi hem de afet yönetimi stratejilerine yeni bir boyut kazandırmayı hedeflemektedir.

1.2 Tsunami Risk Analizleri ve Afet Yönetimi Çalışmaları

Tsunamiler, okyanus ve deniz tabanında meydana gelen ani deformasyonlar sonucu oluşan uzun periyotlu devasa dalgalarlardır. 1900-2020 yılları arasında tsunamilerin %80'sinin tektonik kökenli depremlerden kaynaklandığı bilinmektedir (Reid & Mooney, 2023). Uluslararası Afet Veri tabanı EM-DAT'ın kayıtlarına göre, 2000-2025 yılları arasında dünya genelinde 30 tsunami meydana gelmiştir ve orijini deprem olan 5 tsunami kaydedilmiştir (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, 2025). Özellikle dalma-batma zonlarında meydana gelen büyük magnitudlü depremler ($M > 7,0$), tsunami üretme potansiyeli en yüksek olan olaylardır. Tsunamiler, nadir görülmelerine rağmen yüksek yıkım potansiyeli taşıyan doğal kaynaklı afetler arasında yer almaktadır. Özellikle deprem kaynaklı tsunamiler, kıyı bölgelerinde ani su baskınlarına ve geniş çaplı hasara yol açabilmektedir. Bu nedenle, tsunami risk analizleri ve afet yönetimi stratejileri, kıyı yerleşimlerinin planlanmasında hayati bir rol oynamaktadır. Bu bölümde, tarihsel tsunami vakaları, modelleme çalışmaları ve risk azaltma stratejileri literatürdeki güncel araştırmalar eşliğinde değerlendirilmiştir.

Marmara Denizi'ndeki tsunami tehlikesi, birçok araştırmacı tarafından tarihsel belgeler ve sayısal modellemeler kullanılarak incelenmiştir. Yalçiner vd. (2002), Marmara Denizi'nde tarihsel ve sayısal tsunami modellemesi yaparak bölgenin tsunami potansiyelini ortaya koyan çalışmalardan birini gerçekleştirmiştir. Marmara Denizi'nde tsunami dalga yüksekliklerinin 1-6 m arasında değişebileceği, özellikle İstanbul, Tekirdağ ve Kocaeli kıyılarında yıkıcı etkiler oluşturabileceği tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Altınok vd. (2011), Türkiye kıyıları ve çevre bölgeleri etkileyen tsunami olaylarının kapsamlı bir revizyonunu sunmak için MÖ 1410'dan 2011 tarihine kadar uzanan 134 tsunamiyi sistematik olarak incelemiş, mevcut tsunami kataloglarını güncel verilerle zenginleştirerek eksik ve hatalı bilgileri düzeltmiştir. Sonuçlara göre Türkiye çevresindeki tsunami dalga yüksekliklerinin 0,5-6 m arasında değişiklik gösterdiği ve etki alanlarının 1-300 km arasında değiştiği tespit edilmiştir. Tsunami aktivitelerinin sırasıyla Marmara Denizi, Ege Denizi ve Akdeniz'de yoğun olduğu ve incelenen çalışmalardan %78'inin deprem kaynaklı tsunamiler olduğu belirlenmiştir.

Türkiye kıyılarındaki tsunami tehlikesine yönelik bilimsel çalışmalar, bölgesel farklılıklar göz önüne alınarak geniş bir literatürde ele alınmıştır. Karadeniz'de yapılan araştırmalar, özellikle heyelan kaynaklı tsunami tehlikesine odaklanmaktadır. Yalçiner vd. (2002) tarafından yapılan çalışmalar, bölgedeki tarihsel tsunami kayıtlarını incelemiş ve 1598 Trabzon tsunamisi gibi olayları belgelemiştir. NOAA'nın Global Tarihsel Tsunami Veri tabanı verileri, Karadeniz'deki tsunami olaylarının küresel ölçekte nadir ancak yıkıcı etkileri olduğunu doğrulamaktadır. Özellikle, 1939 Erzincan Depremi sonrasında Karadeniz'de gözlemlenen su çekilmeleri ve heyelan kaynaklı dalgalar, NOAA'nın deniz seviyesi ölçüm verileriyle de uyumludur (National Centers for Environmental Information, 2025). Ayrıca, NOAA tarafından geliştirilen DART (Derin Okyanus Tsunami Ölçüm) sistemleri, benzer heyelan tsunamilerinin erken tespiti için modelleme çalışmalarında referans alınmaktadır. Bu veriler, Türkiye'nin Karadeniz kıyılarındaki riskin yalnızca depremlerle değil, denizaltı toprak kaymalarıyla da tetiklenebileceğini vurgulamaktadır.

Hébert vd. (2005), Marmara Denizi'ndeki tsunami tehlikesini sayısal modelleme yöntemleriyle inceleyerek aktif faylanmanın etkilerini ve İstanbul kıyı alanlarına olası etkilerini değerlendirmiştir. Çalışmada, Kuzey Anadolu Fay Hattının Marmara Denizi içindeki segmentlerinde oluşabilecek çeşitli deprem senaryolarına dayalı tsunami simülasyonları gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, özellikle Orta Marmara Çukuru ve Çınarcık Havzası'ndaki fay segmentlerinin 7,2-7,4 büyüklüğündeki depremlerle tetiklenebilecek tsunamilerin, İstanbul'un güney kıyılarında 2-4 m arasında dalga yüksekliklerine neden olabileceğini göstermektedir.

Gusiakov (2016), Rusya Pasifik kıyılarındaki tsunami tehlikesini tarihsel veriler ve güncel analizlerle ele alan kapsamlı bir çalışma sunmaktadır. 1737'den günümüze kadar uzanan bir katalogda, 110 tsunami belgelenmiş olup bunların %95'i deprem kaynaklıdır. Diğer tetikleyiciler arasında volkanik patlamalar (%3), heyelanlar (%2) ve meteorolojik olaylar (%3) yer almaktadır. Özellikle 1737 ve 1952'deki 20 metreyi aşan dalga yükseklikleriyle iki büyük tsunami, bölgede yıkıcı etkiler yaratmıştır. Çalışma, tsunami dalga yüksekliklerinin deprem büyüklüğüyle ilişkisini, konumsal dağılım örüntülerini ve ortalama tekrarlanma aralıklarını (yıkıcı tsunamiler için 25 yıl, tehlikeli olanlar için 10-15 yıl) istatistiksel olarak analiz etmektedir.

Nikonov vd. (2018), Karadeniz ve Azak Denizi'nde meydana gelen tsunamilerin Rusya kıyılarındaki tehlikesini yeni bir tsunami kataloğu temelinde değerlendirmektedir. Tarihsel tsunami verileri bir araya getirilerek bölgesel risk analizi yapılmış ve Rusya'nın Karadeniz kıyıları için tsunami tehlike haritaları oluşturulmuştur. MÖ 4. yüzyıldan itibaren incelenen 85 tsunamiden %62'si deprem kaynaklı, %18'i heyelan kaynaklı ve %20'si meteorolojik, volkanik nedenlerden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Maksimum dalga yüksekliği tarihsel dönem içinde 1-6 m aralığında değiştiği belirtilmiştir.

Bazykina vd. (2018), 12 Eylül 1927 Yalta depreminin neden olduğu Karadeniz tsunamisini incelemek üzere nonlineer uzun dalga modeli kullanarak kapsamlı bir sayısal simülasyon gerçekleştirmiştir. Çalışmada, 30 saniyelik batimetrik grid ile tüm Karadeniz için geniş ölçekli simülasyon ve 50 metrelik yüksek çözünürlüklü grid ile Kırım'ın güney kıyıları için detaylı modelleme yapılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre en yüksek 2 metrelik dalga yüksekliği Yalta'da gözlemlenirken, Nikita ve Gurzuf bölgelerinde dalga yükseklikleri 2 metreye yaklaşmış ve kıyı çekilmesi sırasında deniz seviyesinde 3 metreden fazla düşüş tespit edilmiştir. Çalışma, Karadeniz'deki tarihsel tsunami tehlikelerinin anlaşılmasına önemli katkı sağlamış ve bölgedeki tsunami risk değerlendirmeleri için temel oluşturmuştur.

Baranova & Mazova (2020), 12 Eylül 1927 Yalta depremine benzer lokasyonlarda meydana gelebilecek tsunamijenik (tsunami oluşturma potansiyeli olan) depremlerin Kırım kıyıları ve Kerç Boğazı'ndaki tsunami tehlikesini sayısal modelleme yöntemleriyle incelemektedir. Araştırmada, tarihsel depremin yanı sıra benzer büyüklükteki ($M \geq 7$) iki farklı senaryo deprem için tek bloklu ve çift bloklu sismik kaynak modelleri oluşturulmuş, sığ su denklemleri kullanılarak tsunami dalga üretimi ve yayılımı simüle edilmiştir. Sonuçlar, Kerç Boğazı'ndaki Kırım Köprüsü'nün batı ayakları civarında dalga yüksekliklerinin 0,3-0,5 m'yi, doğu ayaklarındaysa 0,6-1,95 m'yi aşmayacağını göstermiştir. Çalışma özellikle köprü gibi kritik altyapıların tsunami risk değerlendirmesi için önem taşımakta olup, bölgedeki tarihsel tsunami kayıtlarıyla karşılaştırmalı analizler sunmuş ve kıyı morfolojisinin dalga amplifikasyonundaki rolünü vurgulamıştır.

Vilibić vd. (2021), Akdeniz ve Karadeniz'de gözlemlenen meteorolojik tsunamileri kapsamlı bir şekilde araştırmıştır. Çalışma, bu bölgelerdeki meteorolojik tsunamilerin tarihsel olaylarını, oluşum mekanizmalarını, atmosferik kaynaklı enerji transfer süreçlerini ve kıyıya ulaşım dinamiklerini ele alarak, bu olayların kıyı altyapısı ve insan yaşamı üzerindeki potansiyel etkilerini incelemiştir. Ayrıca, mevcut gözlem sistemleri, deterministik ve stokastik modelleme yaklaşımları ile erken uyarı sistemleri değerlendirilmiş; araştırma ve operasyonel uygulamalardaki boşluklara dikkat çekilmiştir.

Gasperini vd. (2022), Doğu Marmara Denizi'nde Kuzey Anadolu Fay Sistemi boyunca yer alan büyük bir denizaltı heyelanının tsunami potansiyelini incelemiştir. Yüksek konumsal çözünürlüklü deniz jeofizik verileri kullanılarak, Çınarcık Havzası'nda tespit edilen Güney Çınarcık Heyelanının geometrik ve jeolojik özellikleri analiz edilmiş, heyelanın deprem tetiklemeyle harekete geçmesi durumunda oluşturabileceği tsunami senaryoları sayısal modelleme ile simüle edilmiştir. Sonuçlar, heyelan kütesinin boyutları ve kinematikğine bağlı belirsizliklerle birlikte, Doğu Marmara'nın geniş bir kıyı şeridinde 15-20 metreyi aşan tsunami dalgalarının oluşabileceğini göstermektedir.

Oynakov vd. (2023), Karadeniz bölgesindeki tsunami oluşturabilen zonların belirlenmesi amacıyla 1905-2022 dönemini kapsayan homojen bir sismik katalog derlemiştir. Ulusal ve uluslararası katalogdaki veriler birleştirilerek moment magnitüd (M_w) ölçeğine dönüştürülmüş ve 18.528 deprem olayı analiz edilmiştir. Çalışmada, genel ortogonal regresyon ve en küçük kareler yöntemi kullanılarak farklı magnitüd ölçekleri standartlaştırılmış, ayrıca sismik aktivitenin yoğunlaştığı Shabla, Kırım ve Doğu-Güneydoğu Karadeniz kıyıları gibi bölgelerde tsunami potansiyeli taşıyan depremler ($M_w \geq 5$) belirlenmiştir. Araştırma, bu bölgelerde gelecekte tsunami riski oluşturabilecek güçlü depremlerin meydana gelme olasılığını ortaya koyarak, bölgesel risk değerlendirmelerine katkı sağlamaktadır.

Aykurt Vardar vd. (2023), aktif tektonik yapısı nedeniyle Marmara Denizi'nin kuzeybatı kıyılarındaki tsunami tehlikesini senaryo temelli bir yaklaşımla değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu yaklaşıma göre, bölgedeki olası bir depremin (örneğin M_w 7,0-7,4 büyüklüğünde) 1-4 m arasında tsunami dalgaları oluşturabileceği ve alçak kıyı kesimlerinde 0,5-2 m su baskınına yol açabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Özellikle Tekirdağ, Şarköy ve Kumbağ gibi alçak kıyı şeritlerinin bu tür olaylardan ciddi şekilde etkilenebileceği belirtilmektedir.

Türkiye'de tsunami tehlikesi en yüksek bölgelerin başında Marmara Denizi ve Ege kıyıları gelmektedir. Mevcut çalışmalar, Karadeniz ve Marmara Denizi gibi iç denizlerde tsunami tehlikesinin yalnızca tektonik değil, aynı zamanda meteorolojik ve heyelan kaynaklı süreçlerle de ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. NOAA'nın deniz seviyesi verileri ve DART sistemleri, heyelan kaynaklı tsunamilerin erken tespiti için önemli araçlar sunarken, Hébert vd. (2005) ve Aykurt Vardar vd. (2023) gibi araştırmalar, Marmara Denizi'nde Kuzey Anadolu Fay Hattı boyunca gelişebilecek depremlerin İstanbul ve çevresinde 1-6 m aralığında tsunami dalgaları oluşturabileceğini göstermektedir. Gusiakov (2016) ve Nikonov vd. (2018), Karadeniz ve Rusya kıyılarındaki tarihsel tsunami olaylarını analiz ederek, bu bölgelerdeki riskin önemli bir kısmının deprem ve heyelan kaynaklı olduğunu vurgulamışlardır. Bazykina vd. (2018) ile Baranova & Mazova (2020), 1927 Yalta tsunamisi üzerinden gerçekleştirdikleri sayısal modellemelerle, kıyı morfolojisinin dalga amplifikasyonundaki rolünü ortaya koymuştur. Vilibić vd. (2021), Akdeniz ve Karadeniz'deki meteorolojik tsunamileri inceleyerek, atmosferik koşulların da tsunami üretiminde etkili olabileceğini göstermiştir. Gasperini vd. (2022), Marmara Denizi'ndeki büyük denizaltı heyelanlarının 15-20 metreyi aşan tsunami dalgaları yaratabileceğini belirtirken, Oynakov vd. (2023) ise Karadeniz'deki sismik aktiviteyi analiz ederek, tsunami potansiyeli taşıyan bölgeleri tanımlamıştır. Bu çalışmalar, bölgesel tsunami tehlikesinin çok kaynaklı doğasını vurgulamakta ve erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi gerekliliğine dikkat çekmektedir. Mevcut literatür değerlendirildiğinde Ege ve Marmara bölgelerinde oluşacak 7 ve üzerindeki büyüklükteki depremlerin 1-6 m dalga yükseklikleri ve özellikle Doğu Karadeniz kıyılarında 1-3 m dalga yükseklikleri öngörülmektedir. Bu literatür bulguları ışığında, deprem-tsunami ilişkisinin afet yönetimi politikalarında bütüncül bir şekilde ele alınması gerektiği açıktır. Özellikle kıyı yerleşimlerinde hem deprem hem de tsunami tehlikesinin birlikte değerlendirilmesi, can kayıplarını azaltmada kritik öneme sahiptir. Türkiye'de gerçekleşen tsunami olayları ve erken uyarı sistemleri için Kandilli

Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü çalışmaları incelenmiştir. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi UNESCO-Hükümetler arası Oşinografi Komisyonu - Kuzey-Doğu Atlantik, Akdeniz ve Bağlantılı Denizler Tsunami Erken Uyarı ve Zararlarını Azaltma Sistemi Hükümetlerarası Koordinasyon Grubu (ICG/NEAMTWS) çatısı altında Ulusal Tsunami Uyarı Merkezi olarak görev yapmakta ve 2012 yılından beri sorumluluk alanları Karadeniz, Ege ve Doğu Akdeniz'i kapsayacak şekilde ülkemiz ve çevresinde meydana gelen tüm depremleri ve denizlerde meydana gelebilecek deniz seviyesi değişimlerini gözlemleyerek ilgili ulusal kurum ve kuruluşlara Deprem Bilgi Mesajı ve Tsunami Erken Uyarısı yayınlamaktadır.

2. Materyal ve Metot

Türkiye'nin uzun kıyı şeritlerinde tarih boyunca meydana gelen tsunami olayları, bilimsel araştırmalarda önemli bir yer tutmaktadır. 8300 kilometreyi aşan sahil şeridinde yapılan çalışmalar, son üç bin yılda doksandan fazla tsunami vakasının kaydedildiğini ortaya koymaktadır (Kandilli Rasathanesi, 2025a). Bu doğal afetler en yoğun şekilde Marmara Denizi'nde görülmekle birlikte, Ege, Akdeniz ve Karadeniz kıyılarında da etkili olmuştur.

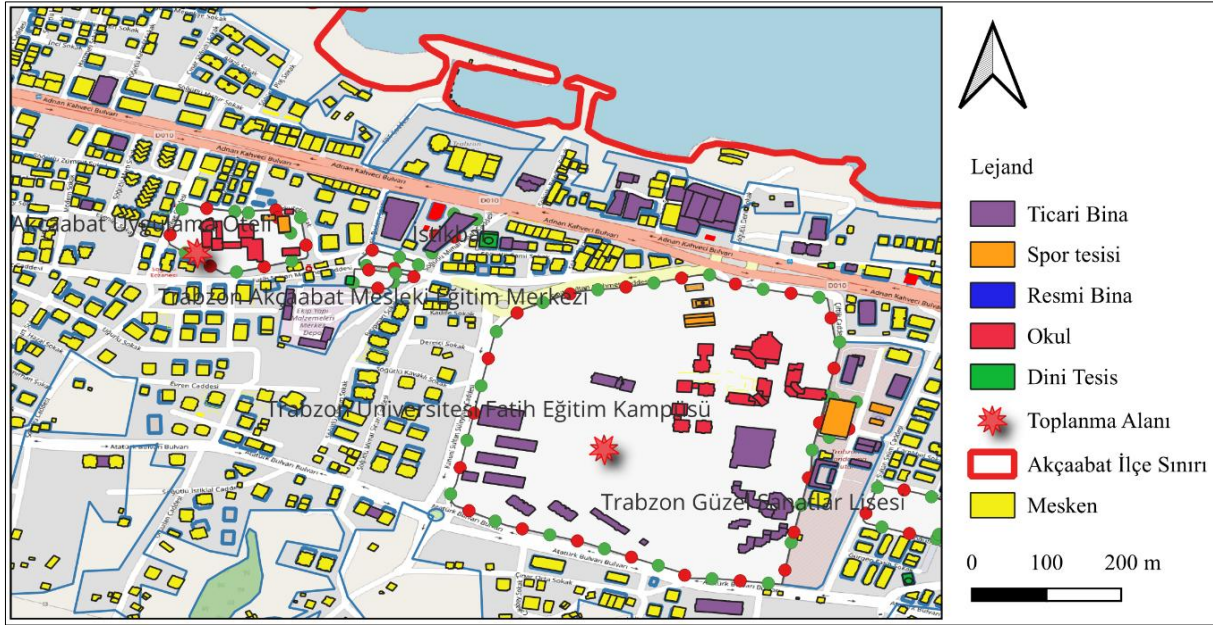
Tarihi kayıtlar incelendiğinde, özellikle 1509 ve 1894 yıllarında İstanbul'da, 1598'de Amasya'da, 1963'te Doğu Marmara'da, 1939'da Erzincan'da ve 1968'de Bartın'da meydana gelen depremlerin ardından önemli tsunami olayları yaşandığı anlaşılmaktadır. Bu olaylarda deniz sularının kıyıda bir kilometre içeriye kadar ilerlediği gözlemlenmiştir (Kandilli Rasathanesi, 2025b). 1939 Erzincan depremi sonrasında Karadeniz'de yaşanan gelgit hareketleri dikkat çekicidir. Fatsa, Ünye ve Giresun sahillerinde 20 ila 100 m arasında değişen deniz çekilmeleri kaydedilmiş, depremin tetiklediği denizaltı heyelanları sonucu oluşan dalgalar ise dönemin Sovyet deniz gözlem istasyonları tarafından tespit edilmiştir. Benzer şekilde, 1968 Bartın depreminde meydana gelen tsunaminin 15 dakikalık aralıklarla 100 ve 60 m boyunca kıyıyı su altında bıraktığı, dalga yüksekliğinin ise yer yer üç metreye ulaştığı belgelenmiştir (Kandilli Rasathanesi, 2025a).

Yapılan araştırmalar, Karadeniz bölgesinde oluşabilecek tsunamilerin genellikle 1-3 m arasında dalga yüksekliğine sahip olacağını, bununla birlikte kıyı şeridinde 60 metreden bir kilometreye kadar varan su baskınlarına yol açabileceğini göstermektedir. Trabzon 2021 yılı İl Risk Azaltma Planı incelendiğinde; Türkiye'nin Yeni Deprem Tehlike haritasına göre, Trabzon ilinde beklenen en büyük yer ivme değerleri ortalama 0.2g civarındadır (Trabzon İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, 2021). Ancak, yer ivme değeri gevşek zeminlerde ve dolgu alanlarda çok daha fazla büyüyeceği ve depremin daha şiddetli hissedilmesine neden olabilecektir. Son yıllarda deniz dolgu alanlarında ve alüvyal arazilerde yapılaşmanın artması riskleri daha da artırmaktadır. Bu zemin ve yapılaşma koşulları, deprem sonrası oluşabilecek tsunami riskini de önemli ölçüde etkilemektedir. Bu bağlamda çalışmanın temel amacı, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde olası bir tsunami tehlikesine karşı Trabzon'un Akçaabat ilçesindeki toplanma alanlarının uygunluğunu değerlendirmek ve güvenli alan olma özelliklerini incelemektir. Ayrıca, potansiyel yeni toplanma alanlarının belirlenmesi de hedeflenmektedir. Çalışma kapsamında, geçmişte yaşanan tsunami olaylarının su baskın derinlikleri ve dalga yükseklikleri referans alınarak farklı senaryolar altında uygun toplanma alanları tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu doğrultuda, araştırma sahası olarak seçilen Trabzon ili Akçaabat ilçesindeki toplanma alanları öncelikle belirlenmiş ve analiz edilmiştir. Trabzon ilinde Akçaabat, Araklı Arsin, Beşikdüzü, Çarşıbaşı, Çaykara, Dernekpazarı, Düzköy, Hayrat, Köprübaşı, Maçka, Of, Ortahisar, Sürmene, Şalpazarı, Tonya, Vakfikebir ve Yomra olmak üzere toplam 18 ilçe, 1 büyükşehir belediyesi ile 19 belediye ve bu belediyelere bağlı 1707 mahalle bulunmaktadır (Türkiye İstatistik Kurumu, 2025). Bu çalışmada, afet yönetimi ve risk değerlendirme çalışmalarında etkinliği sıklıkla kanıtlanmış olan çok kriterli karar verme tekniği kullanılmıştır. Çok kriterli karar verme tekniklerinin konumsal planlama problemlerine entegrasyonu, CBS yazılımları aracılığıyla güçlü bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Literatürde, bu entegre yaklaşımın, özellikle heyelan duyarlılık haritalarının üretilmesi gibi afet risk modelleme çalışmalarında başarıyla uygulandığı görülmektedir (Aghlmand vd., 2020). Bu çalışma, söz konusu metodolojik çerçeveyi afet sonrası acil müdahale aşamasının kritik bir bileşeni olan toplanma alanlarının yer seçimi probleminde uyarlamak ve tsunami özelinde yeniden yapılandırmaktadır. Böylece, benzer bir yöntemin farklı bir afet türü ve afet yönetimi aşaması için kullanılabilirliği test edilmekte ve afet yönetimi yazınına katkı sağlanmaktadır.

2.1 Çalışma Alanının Belirlenmesi

Doğu Karadeniz Bölgesi, coğrafi yapısı nedeniyle derin ve dik vadilere sahiptir. Bu yüzden yerleşim yerleri genellikle dağınık bir şekilde, sınırlı düzlükler üzerine kurulmuştur. Vadilerin veya akarsuların denizle birleştiği kısımlarda ise akarsu yataklarının her iki tarafına kurulan yerleşim alanlarında ise tsunamiye benzer su taşkınlarının yaşanma riski çok yüksek olmaktadır. Karadeniz Sahil Yolu'nun deniz seviyesine çok yakın olması olası bir tsunami veya ani su taşkınında yolun su altında kalma riskini artırmakta ve tahliye, ulaşım gibi hayati öneme sahip faaliyetlerin aksamasına neden olabilmektedir. Bu durum, bölgedeki yerleşim yerlerinin güvenliği açısından önemli bir tehdit oluşturmakta ve afet risk yönetimi kapsamında alternatif güzergâhların ve altyapı güçlendirmelerinin değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Yapılan çalışmada bahsi geçen tehlikelerin değerlendirilmesi üzerinde durulmuştur. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yapılan çalışmalar, bölgenin tsunami riski taşıdığını ortaya koymaktadır. Akçaabat da bu risk alanında yer almakta olup, kıyıya

yakın yerleşim bölgeleri ve mevcut toplanma alanlarının önemli bir kısmı bu tehdit altındadır. Dolayısıyla, ilçedeki toplanma alanlarının yer seçim kriterleri ve tsunamiye karşı uygunluğunun yeniden değerlendirilmesi gerekmektedir. Trabzon il merkezine yakınlığı, gelişen ulaşım ağı ve artan nüfusuyla Akçaabat, afet yönetimi açısından planlama ihtiyacı olan ilçelerden biridir. Bu nedenle, toplanma alanlarının sayısı, konumu ve güvenlik düzeyi gibi unsurların bilimsel yöntemlerle analiz edilmesi büyük önem taşımaktadır. Böylece, olası bir tsunami senaryosunda can kaybının ve kaosun önüne geçilebilmesi mümkün olacaktır. Tüm bu sebeplerle Şekil 1 ile verilen Akçaabat ilçesi hem mevcut durumun tespiti hem de geleceğe yönelik çözüm önerileri geliştirilmesi açısından ideal bir çalışma alanıdır. Elde edilecek bulguların, yalnızca Akçaabat için değil, benzer özelliklere sahip diğer kıyı ilçeleri için de yol gösterici olması hedeflenmektedir.



Şekil 1. Trabzon ili Akçaabat ilçesindeki bazı toplanma alanlarının dağılımı

Araştırma kapsamında, çalışma alanı olarak Trabzon'un Akçaabat ilçesi seçilmiştir. İlçenin coğrafi, demografik ve yerleşim özellikleri, toplanma alanlarının değerlendirilmesi açısından önemli bir örnek teşkil etmektedir. Akçaabat, Karadeniz'e kıyısı olan ve kıyı şeridinde yoğun yapılaşma ile nüfus baskısı altında bulunan bir yerleşim yeridir. Bu durum, olası bir tsunami tehlikesi karşısında ciddi riskler doğurabileceği anlamına gelmektedir.

2.2 Toplanma Alanlarının Değerlendirilmesi

Trabzon, Türkiye'nin Karadeniz kıyısında, düz alanların sınırlı olduğu belirgin bir engebeli topoğrafyaya sahiptir. Karadeniz'in kapalı havza özellikleri büyük ölçekli tsunami oluşum olasılığını azaltmakla birlikte, tarihsel kayıtlar ve modern modellemeler, deprem tetikli lokal tsunami olaylarının bölge için bir risk teşkil ettiğini göstermektedir (Kandilli Rasathanesi, 2025a). Trabzon'da kentsel planlama ve altyapı tasarımı, yalnızca deniz mesafesi değil, aynı zamanda dik topoğrafik eğim ve sınırlı düz alanlar gibi coğrafi kısıtlar dikkate alınarak yapılmalıdır. Bu çalışma, Trabzon'un tsunami risk profilini ve mevcut toplanma alanlarının yer seçim kriterlerine göre uygunluğunu değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Tablo 1 ile verilen AFAD tarafından belirlenen toplanma alanları, güvenlik ve tsunami tehlikesi açısından analiz edilmiştir.

Toplanma alanlarının afet sonrası geçici barınma için kişi başına en az 1,5 m² alan sağlaması gerekmektedir. Ancak Akçaabat ilçesinde yapılan incelemelerde, mevcut toplanma alanlarının büyük çoğunluğunun kişi başına yalnızca 1 m² alan sunduğu ve bu nedenle kapasite standartlarını karşılamadığı tespit edilmiştir. 1,5 m²/kişi kriterine göre yapılan hesaplamalar, mevcut alanların önemli ölçüde yetersiz kaldığını ortaya koymaktadır (Kara & Yavruoğlu 2025). Toplanma alanlarının uygunluk değerlendirmesi, dört temel altyapı kriterine (yol, elektrik, su ve kanalizasyon) göre yapılmıştır. Tüm altyapı sistemlerini barındıran alanlar "1", herhangi bir eksiklik durumunda ise "0" değeri atanmıştır. Analiz sonuçları, incelenen alanların çoğunun elektrik, temiz su ve tuvalet-kanalizasyon hizmetlerine sahip olduğunu göstermektedir. Afet risk yönetiminde toplanma alanlarının belirlenmesi kritik öneme sahiptir. Bu çalışmada, Trabzon özelinde tsunami riskine karşı uygun alanların seçiminde; yükseklik, kıyı mesafesi, jeolojik stabilite, altyapı erişilebilirliği (yol, elektrik, su-kanalizasyon) ve nüfus yoğunluğu gibi temel kriterler literatürdeki bilimsel yaklaşımlar ışığında değerlendirilmiştir.

Tablo 1. Trabzon ili Akçaabat ilçesi toplanma alanları

Mahalle	No	Adı	Yol Durumu	Elektrik	Su	Tuvalet Kanalizasyon	Alanı (m ²)	Kapasite (Kişi)
Dürbinar	T01	Akçaabat Sahil Parkı	Trabzon Giresun Yolu	Var	Var	Var	29864.84	19910
Söğütlü	T02	Fatih Eğitim Fakültesi	Fatih Sultan Mehmet Caddesi	Var	Var	Var	27222.47	18148
Akpınar	T03	Akpınar Sağlık Ocağı Bahçesi	Akpınar Köyü Yolu	Var	Var	Var	671.88	448
Yaylacık	T04	Yaylacık Akçaabat Millet Bahçesi	Adnan Menderes Caddesi	Var	Var	Var	16400	10933
Darıca	T05	Darıca İlkokulu	Darıca Köy Yolu	Var	Var	Yok	910.66	607
Orta	T06	Atatürk Parkı	Atatürk Bulvarı	Var	Var	Var	1492.95	995
Dürbinar	T07	Selami Yardım Orta Okulu	İnönü Caddesi	Var	Var	Var	1589.43	1060
Dürbinar	T08	Abdullah Fazıl Ağanoğlu İlk Okulu	İnönü Caddesi	Var	Var	Var	724.85	483
Orta	T09	Merkez İlk Okulu	Atatürk Bulvarı	Var	Var	Var	1793.66	1196
Kavaklı	T10	Rahman Camii Bahçesi	Trabzon Giresun Yolu	Var	Var	Var	5745.86	3831
Çolaklı	T11	Festival Alanı	Trabzon Giresun Yolu	Var	Var	Var	4378.38	2919
Yıldızlı	T12	Yıldızlı İmam Hatip İö	Cumhuriyet Caddesi	Var	Var	Var	911.02	607
Yıldızlı	T13	Ayyıldız Ortaokulu	1337 Nolu Sokak	Var	Var	Var	1565.12	1043
Yıldızlı	T14	Yıldızlı Toki İö	Çevre Sokak	Var	Var	Var	2056.94	1371
Söğütlü	T15	Turizm Otelcilik Okulu	Esenler Sokak	Var	Var	Var	2477.69	1652
Yaylacık	T16	Alaattin Akçay İlk Okulu	Camili Sokak	Var	Var	Var	1979.28	1320
Salacık	T17	Salacık İlk Okulu	Trabzon Giresun Yolu	Var	Var	Var	355.37	237
Osmanbaba	T18	Osmanbaba İlk Okulu	İhsanbey Caddesi	Var	Var	Var	166.15	111
Nefsipulathane	T19	Cumhuriyet Orta Okulu	Yığıtoğlu Sokak	Var	Var	Var	1301	867
Mersin	T20	Şehit Engin Saraç İlk Okulu	Trabzon Giresun Yolu	Var	Var	Var	653.48	436
Derecik	T21	Derecik İö	Derecik Yolu	Var	Var	Var	824.93	550
Yeni	T22	Şehit Gökhan Uzun Fen Lisesi	Pelit Sokak	Var	Var	Var	2559.56	1706
Sarıtaş	T23	Sarıtaş İlk Okulu	Değirmenli Sokak	Var	Var	Var	1389.34	926
Akçakale	T24	Akçakale Merkez Camii	Trabzon Giresun Yolu	Var	Var	Var	636.52	424
Işıklar	T25	Işıklar Fabrika Bahçesi	Akçaabat-Düzköy Yolu	Var	Var	Var	420.29	280
Doğanköy	T26	Doğanköy İlk Okulu	Akçaabat-Düzköy Yolu	Var	Var	Var	628.06	419
Akçaköy	T27	Akçaköy Okul Bahçesi	Derecik Yolu	Var	Var	Var	820.68	547
Yaylacık	T28	Sahil Dolgu Alanı Kamelyalar Mevkii	Adnan Menderes Caddesi	Var	Var	Var	60077.62	40052

2.3 Verilerin Temini ve Hazırlanması

AFAD tarafından belirlenen mevcut toplanma alanlarının tsunami riski açısından uygunluğunun değerlendirilmesi ve yeni potansiyel toplanma alanları için uygun yerlerin belirlenmesi amacıyla kapsamlı bir konumsal analiz gerçekleştirilmiştir. Analiz sürecinde; topoğrafya (hâlihazır harita, yükseklik, eğim, baki), jeolojik yapı (heyelan, jeoloji, lokal fay), hidrolojik özellikler (yeraltı suları, akarsu taşkın), iklim verileri (sıcaklık, yağış), arazi kullanımı ve ulaşım ağı (yol yakınlığı) gibi çeşitli faktörleri içeren tematik haritalar kullanılmıştır. Bu çok katmanlı analiz yaklaşımı, tsunami risk yönetimi için optimal toplanma alanlarının belirlenmesine yönelik bilimsel bir temel oluşturmayı amaçlamaktadır.

2.3.1 Hâlihazır Harita

Hâlihazır haritalar, bir bölgenin mevcut fiziksel özelliklerini ve yapılaşma durumunu gösteren temel kartografik belgelerdir. Bu çalışmada, Trabzon ili Akçaabat ilçesine ait hâlihazır harita verileri kullanılmıştır. Söz konusu haritalar, arazi kullanım desenleri, yapılaşma yoğunluğu, ulaşım ağları ve doğal/yapay arazi formları gibi detaylı bilgiler içermektedir. Afet toplanma alanlarının değerlendirilmesi ve tsunami riskine karşı potansiyel toplanma bölgelerinin belirlenmesi çalışmalarında bu haritalar temel veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Büyük ölçekli ve yüksek doğruluklu olmaları nedeniyle, konumsal analizlerin güvenilir şekilde yapılabilmesine olanak sağlamıştır. Özellikle afet risk değerlendirmeleri ve kentsel planlama çalışmaları için vazgeçilmez bir altlık oluşturur. Akçaabat Hâlihazır Haritası, çalışmada hem Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) oluşturmak hem de detaylı analizler yapmak amacıyla kullanılmıştır. Haritada tanımlı yerleşim birimleri, QGIS ortamında vektör katmanına dönüştürülerek tsunami risk haritalarıyla entegre edilmiştir. Bu entegrasyon, yerleşim alanlarının tsunami etkilerine karşı hassasiyetinin değerlendirilmesinde temel oluşturmuştur.

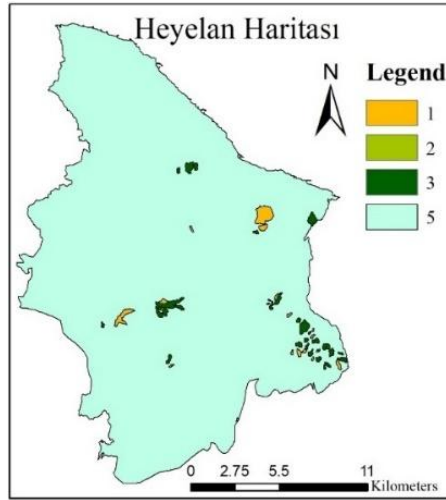
2.3.2 Heyelan Haritası

Depremlerin tetiklediği heyelan, zemin çökmeleri ve sıvılaşma gibi ikincil afetler, toplanma alanlarının güvenliğini önemli ölçüde tehdit etmektedir. Özellikle 4.0 ve üzeri büyüklükteki depremlerin heyelan riskini artırdığı bilinmektedir (Pacific Northwest Seismic Network, 2025). Ayrıca Doğu Karadeniz Bölgesinde, özellikle dolgu alanlarının yapılması deniz kıyı derinliğini daha da artırmaktadır. Özellikle, Trabzon, yüksek yağış miktarı, dik yamaçlar ve jeolojik olarak zayıf zemin yapısı nedeniyle Türkiye'nin en yüksek heyelan riskine sahip bölgeleri arasında yer almaktadır. Bu çalışmada, MTA'nın Yerbilimleri Harita Görüntüleyicisi (Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, 2025) ile temin edilen Heyelan Tehlike

Haritası kullanılmıştır. Akçaabat ilçesi sınırları içindeki heyelan alanları GeoJSON formatında indirilerek analiz edilmiştir. Toplanma alanlarının heyelan bölgelerine olan mesafeleri, güvenlik açısından kritik öneme sahip bir parametre olarak değerlendirilmiştir. Analizlerde MTA heyelan envanter verileri temel alınmış olup, heyelan bölgeleri türlerine göre sınıflandırılmış ve risk derecelendirmesi yapılmıştır. Şekil 2 ile verilen Heyelan haritası, Tablo 2 ile verilen ağırlık değerlerine göre toplanma alanlarının yer seçiminde dikkate alınmış olup heyelan riski taşımayan bölgeler en güvenli alanlar olarak belirlenmiştir.

Tablo 2. Heyelan alanlarına uzaklığın risk skorları

Fay Hattına Uzaklık (km)	Ağırlık	Risk Derecesi
Heyelan Alanı Dışındakiler	5	En Güvenli
Eski Heyelan	3	Orta
Alansal haritalanabilen aktif akma	2	Riskli
Aktif Heyelan	1	Yüksek Riskli



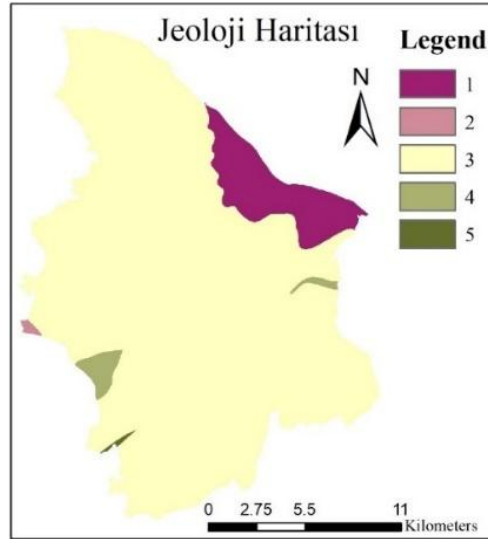
Şekil 2. Trabzon ili Akçaabat ilçesi heyelan haritası

2.3.3 Jeoloji Haritası

Toplanma alanlarının güvenliği açısından jeolojik zemin özellikleri kritik rol oynamaktadır. Sağlam zeminlerde konumlandırılan alanlar, deprem kaynaklı sıvılaşma ve zemin deformasyonu riskini önemli ölçüde azaltmaktadır. Çalışma alanındaki zeminler, farklı litolojik ve mühendislik özellikleri sergilemektedir. Jeolojik değerlendirmeler için MTA'nın Yerbilimleri Harita Görüntüleyicisi kullanılarak Akçaabat ilçesine ait jeolojik formasyonlar GeoJSON formatında temin edilmiştir. Trabzon ve çevresi, Kretase'den Kuvaterner'e uzanan çeşitli yaşta kaya birimlerinden oluşmaktadır. Bölgenin karmaşık jeolojik yapısı, Pontid tektonik kuşağının evrimi sırasında şekillenmiştir. Tsunami toplanma alanı seçiminde zemin stabilitesi, sıvılaşma direnci ve topografik süreklilik temel kriterler olarak belirlenmiştir. Trabzon'un jeolojik birimlerinin litolojik özellikleri, stratigrafik konumları ve jeomekanik davranışları Tablo 3 ile verilmiştir. Her formasyonun mühendislik jeolojisi açısından uygunluğu literatür taramasıyla belirlenmiş “en uygun: 5”, “uygun: 3”, “uygun olmayan: 1” zeminler olarak sınıflandırılmıştır. Elde edilen jeoloji haritası Şekil 3 ile gösterilmiştir.

Tablo 3. Jeolojik birimlerin risk skorları

Açıklama	Yas	Risk Derecesi
Kırıntılılar ve karbonatlar	Üst kretase-eosen	4
Volkanitler ve sedimenter kayalar	Orta-üst eosen	3
Kırıntılılar ve karbonatlar	Üst kretase-eosen	4
Volkanitler ve sedimenter kayalar	Üst kretase	3
Karasal kırıntılılar	Pliyosen	1
Neritik kireçtaşı	Orta jura-kretase	5
Volkanitler ve sedimenter kayalar	Alt-orta jura	3
Ayrılmamış volkanitler	Eosen	2



Şekil 3. Trabzon ili Akçaabat ilçesi jeoloji haritası

2.3.4 Yükseklik Haritası

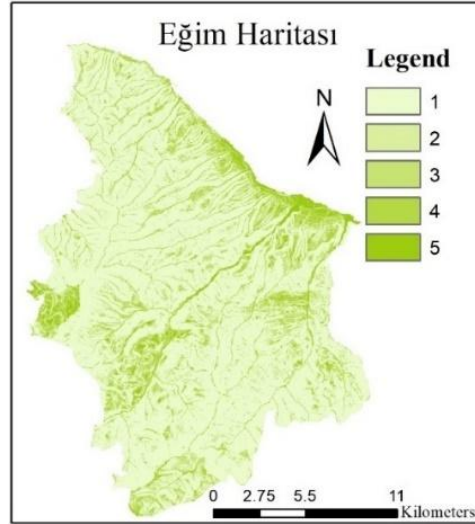
Tsunamiler, deniz tabanındaki sismik hareketler sonucu oluşan ve kıyı bölgelerinde yıkıcı etkilere yol açan doğal afetlerdir. Karadeniz'de, özellikle Kuzey Anadolu Fay Hattı'nın denizel uzantıları nedeniyle tarihsel dönemlerde tsunami kayıtları bulunmaktadır. Trabzon, yoğun kıyı yerleşimleri ve nüfus yapısıyla bu tehlike karşısında önemli risk taşımaktadır. Tsunami risk yönetiminde toplanma alanlarının belirlenmesi hayati önem taşımaktadır. Bu süreçte yükseklik haritaları temel veri kaynağı olarak kullanılmaktadır. Uluslararası standartlar, tsunami riski bulunan bölgelerde toplanma alanlarının deniz seviyesinden en az 10 m yüksekte olmasını önermektedir (Intergovernmental Oceanographic Commission, 2020) Yükseklik verileri hem su baskın sınırlarının modellenmesinde hem de güvenli bölgelerin tespitinde kritik rol oynamaktadır.

2.3.5 Eğim Haritası

Toplanma alanlarının belirlenmesinde eğim değerleri kritik bir parametredir. Kılıcı vd. (2015) tarafından yapılan çalışma, ideal toplanma alanları için %2-4 arası eğimlerin en uygun olduğunu ortaya koymuştur. NZ Transport Agency (2009) ve Türk Kızılay'ı standartları ise maksimum eğim sınırını %7-8 olarak belirlemiştir. Soltani vd. (2014, 2015) ise %25'ten fazla eğime sahip arazilerin heyelan riski ve ulaşım zorluğu nedeniyle uygun olmadığını belirtmiştir. Trabzon'un engebeli topoğrafik yapısı, bu çalışmada eğim analizlerini özel kılmaktadır. Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) verileri kullanılarak hazırlanan eğim haritası, risk durumlarına göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma sonuçları Tablo 4 ile sunulmuş olup, eğim haritası Şekil 4 ile gösterilmiştir.

Tablo 4. Eğim yüzdelerinin risk skorları

Eğim (%)	Ağırlık	Risk Derecesi
20 -+	1	Yüksek Riskli
15-20	2	Riskli
10-15	3	Orta
5-10	4	Güvenli
0-5	5	En Güvenli



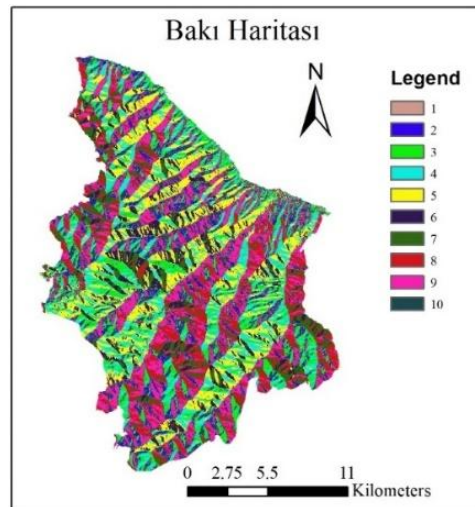
Şekil 4. Trabzon ili Akçaabat ilçesi eğim haritası

2.3.6 Bakı Haritası

Trabzon, tarihte doğal afetlere maruz kalmış ve tsunami riski taşıyan bir Karadeniz liman kentidir. Bu çalışmada, afet sonrası kullanılacak toplanma alanlarının belirlenmesi sürecinde bakı analizleri kullanılmıştır. Sayısal Yükseklik Modeli verilerinden yararlanılarak oluşturulan bakı haritası, alan seçim kriterlerinin belirlenmesinde temel alınmıştır. Bakı değerleri, güneşlenme süreleri, rüzgâr etkisi, nem dağılımı ve bitki örtüsü özellikleri açısından detaylı şekilde analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen bakı haritası Şekil 5, risk skorları ise Tablo 5 ile sunulmuştur. Bu veriler, Trabzon özelinde tsunami senaryolarına yönelik alan kullanım kararlarında bilimsel dayanak oluşturmaktadır.

Tablo 5. Bakı seviyelerine göre risk skorları

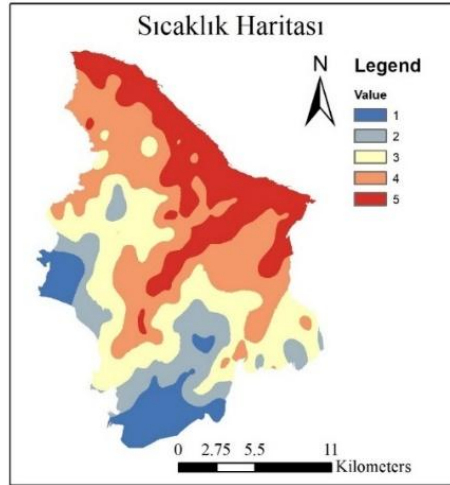
Bakı	Ağırlık	Risk Derecesi
0-22.5° (Kuzey)	1	Yüksek Riskli
22.5-67.5° (Kuzeydoğu)	2	Riskli
67.5-112.5° (Doğu)	3	Orta
112.5-157.5° (Güneydoğu)	4	Güvenli
157.5-202.5° (Güney)	5	En Güvenli
202.5-247.5° (Güneybatı)	4	Güvenli
247.5-292.5° (Batı)	3	Orta
292.5-337.5° (Kuzeybatı)	3	Orta
337.5-360° (Kuzey)	2	Riskli



Şekil 5. Trabzon ili Akçaabat ilçesi bakı haritası

2.3.7 Sıcaklık Haritası

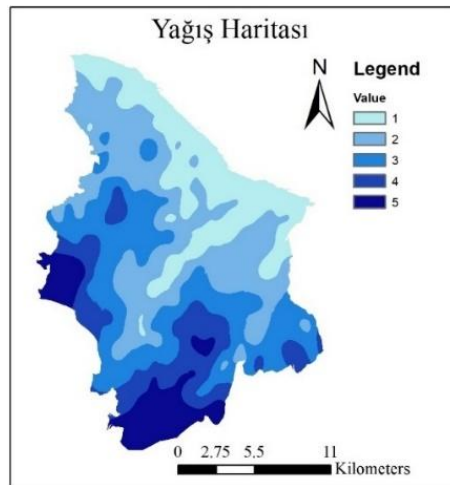
Trabzon il merkezinin (39 m rakım) yıllık ortalama sıcaklığı referans alınarak, her 200 metrede yaklaşık 1 °C azalan sıcaklık değerlerine dayalı bir sıcaklık haritası oluşturulmuştur. Bu hesaplamada, atmosferde yükseltiye bağlı sıcaklık değişimini ifade eden Lapse Rate oranı temel alınmıştır (Barry & Chorley, 2009). Bu ilişki temel alınarak her hücre için sıcaklık değeri hesaplanmış ve yeniden sınıflandırılarak Şekil 6 ile gösterilen sıcaklık haritası oluşturulmuştur. Bu harita özellikle tsunami sonrası toplanma alanlarının çevresel uygunluk analizinde mikroklima açısından değerlendirme yapılmasını sağlamıştır.



Şekil 6. Trabzon ili Akçaabat ilçesi sıcaklık haritası

2.3.8 Yağış Haritası

Çalışmada, Schreiber metoduna göre ve Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) verileri kullanılarak hesaplanan yağış verilerinden yararlanılmıştır. Yağışın yükseltiye bağlı dağılımında, her 100 metrede 54 mm artış öngören Schneider metodu benimsenmiştir (Ardel vd., 1969). Bu doğrultuda, Trabzon il merkezindeki referans değer esas alınarak, her hücre için tahmini yıllık yağış miktarı hesaplanmıştır. Sınıflandırmada yağış bölgeleri düşük, orta ve yüksek yağış bölgeleri şeklinde Şekil 7 ile gösterildiği gibi gruplandırılmıştır.



Şekil 7. Trabzon ili Akçaabat ilçesi yağış haritası

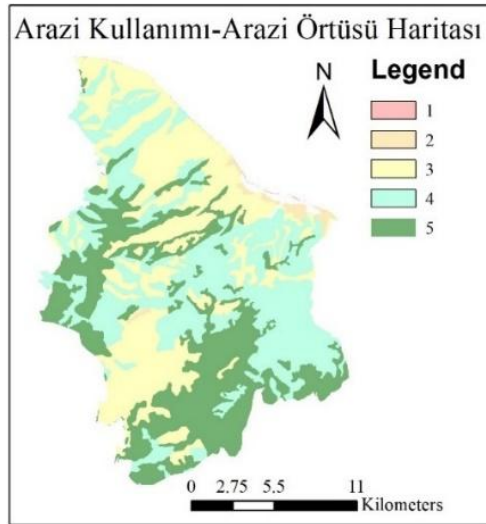
2.3.9 Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsü Haritası

Trabzon, Karadeniz'in tektonik hareketliliği nedeniyle tarihsel tsunami kayıtları göz önüne alındığında potansiyel risk taşımaktadır. Etkin bir afet müdahalesi için hayati öneme sahip toplanma alanlarının belirlenmesinde, arazi kullanımının belirleyici rolü bulunmaktadır.

Bu kapsamda, yerleşim dokusu, ulaşım altyapısı ve açık/yeşil alanlar gibi bileşenleri içeren bir arazi kullanım haritası, CORINE veri seti kullanılarak sınıflandırılmıştır (Copernicus Land Monitoring Service, 2025). Söz konusu veriler, kaçış yollarının güvenliği ile toplanma alanlarının erişilebilirliği ve kapasitesi üzerinde doğrudan etkilidir. Bu nedenle, arazi kullanım türlerinin toplanma alanı seçimine etkisini değerlendirmek amacıyla Tablo 6 oluşturulmuş ve Şekil 8 ile verildiği gibi arazi kullanım haritası bu tabloya göre yeniden sınıflandırılarak overlay analizi için hazır hale getirilmiştir.

Tablo 6. Arazi kullanımına göre risk skorları

Arazi Kullanımı	Ağırlık	Risk Derecesi
İç Sular	1	Yüksek Riskli
Ayrık yapılaşmış alanlar, yoğun iğne yapraklı orman, seyrek iğne yapraklı orman, karışık orman	2	Riskli
Seyrek bitki örtüsü, kompleks tarım, geçici nadas	3	Orta
Kalıcı çayır, tarıma elverişli, doğal çayır-mera, sulu tarım alanı	4	Güvenli
Geniş yapraklı tarla, sebze bahçecilik, meyve, üzüm bağı, zeytinlik, yağlı tohum bitkisi	5	En Güvenli



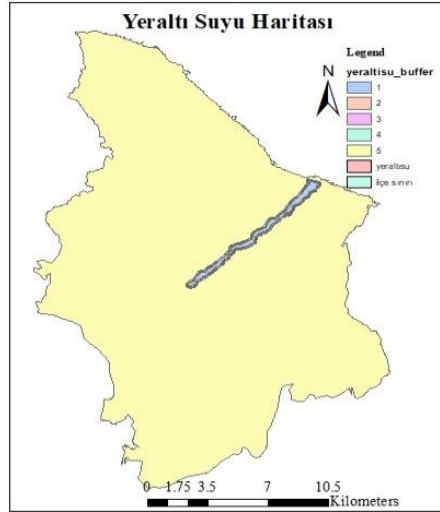
Şekil 8. Trabzon ili Akçaabat ilçesi arazi kullanımı ve arazi örtüsü haritası

2.3.10 Yeraltı Suları Haritası

Yeraltı su seviyesi, deprem kaynaklı sıvılaşma ve heyelan riskleri nedeniyle toplanma alanı seçiminde kritik bir parametre olarak değerlendirilmiştir (İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2007). Çalışmada, DSİ 22. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen Akifer Haritası kullanılmıştır. Hidrojeolojik veriler kullanılarak oluşturulan raster katman, Tablo 7 ile belirtilen eşik değerlerine göre "riskli", "orta" ve "güvenli" olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma sonuçları Şekil 9 ile sunulmuş olup, toplanma alanlarının belirlenmesinde önemli bir kriter olarak kullanılmıştır. Yeraltı suyu potansiyelinin bu şekilde haritalanması hem afet risklerinin azaltılmasına hem de sürdürülebilir kaynak yönetimine katkı sağlamıştır.

Tablo 7. Yeraltı suyuna yakınlığa göre risk skorları

Yeraltı Suyuna Uzaklık (m)	Ağırlık	Risk Derecesi
0-20	1	Yüksek Riskli
20-50	2	Riskli
50-100	3	Orta
100-150 m	4	Güvenli
150< 200+	5	En Güvenli



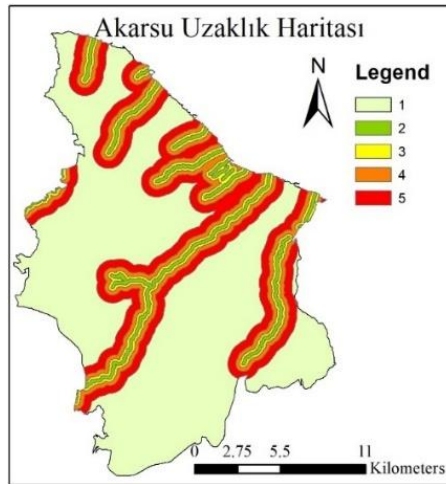
Şekil 9. Trabzon ili Akçaabat ilçesi yeraltı suyu haritası

2.3.11 Akarsu Uzaklık Haritası

Sel ve taşkın riski bulunan alanlar, geçici barınaklar için sıklıkla tercih edilmekle birlikte, bu durum ikincil afet risklerini artırmaktadır (Intergovernmental Oceanographic Commission, 2020). Çalışmada, toplanma alanlarının belirlenmesinde nehir yataklarından en az 100 m uzakta olması (Soltani vd., 2014) ve sel tehlikesi bulunan bölgelerden kaçınılması (Soltani vd., 2015) temel prensip olarak benimsenmiştir. DSİ 22. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen Akarsu ve Taşkın Haritası, Trabzon Akçaabat'taki Söğütlü Deresi ve çevresindeki taşkın riskli bölgeleri göstermektedir. Bu harita, potansiyel toplanma alanlarının değerlendirilmesinde kritik rol oynar. Tsunami risk yönetiminde, akarsu ağzlarının dalgaların iç kesimlere ulaşmasını kolaylaştırdığı göz önüne alınarak, Tablo 8 ile akarsuya minimum uzaklık kriterleri belirlenmiştir. Bu kriterler doğrultusunda yeniden sınıflandırılan akarsu uzaklık haritası Şekil 10 ile verilmiştir. Çalışma, geleneksel tsunami risk değerlendirme yaklaşımlarına ek olarak akarsu etkileşimlerini de dikkate alan bütüncül bir metodoloji sunmaktadır.

Tablo 8. Akarsulara uzaklığa göre risk skorları

Akarsuya Uzaklık (m)	Ağırlık	Risk Derecesi
0-100	1	Yüksek Riskli
100-250	2	Riskli
250-500	3	Orta
500-1000	4	Güvenli
1000-+	5	En Güvenli



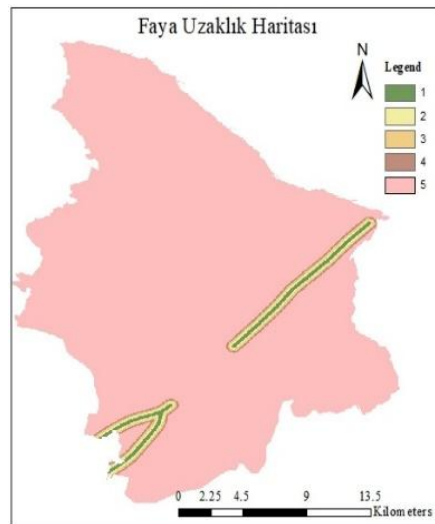
Şekil 10. Trabzon ili Akçaabat ilçesi akarsu uzaklık haritası

2.3.12 Lokal Fay Haritasi

Akçaabat ilçesindeki lokal fay hatları, yerleşim alanlarına yakınlıkları nedeniyle önemli bir sismik risk kaynağıdır. Çalışmada, MTA Doğu Karadeniz Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen fay haritası kullanılmıştır. QGIS ortamında yapılan analizlerle fay hatlarına olan mesafeler hesaplanmış ve toplanma alanlarının belirlenmesinde bu veriler temel alınmıştır. Özellikle aktif fay zonlarına yakınlık, deprem riski açısından kritik bir parametre olarak değerlendirilmiştir. Bu yöntem, konumsal verilerin afet yönetimi çalışmalarında etkin kullanımını göstermesi açısından önem taşımaktadır. Çalışmada, fay hattına 100 metreden yakın alanlar yüksek riskli bölge olarak belirlenmiştir. Bu analizler doğrultusunda Şekil 11 ile gösterilen tematik harita için risk seviyeleri Tablo 9 ile verilmiştir. Özellikle fay zonlarına yakınlık, deprem riski açısından kritik öneme sahip olduğundan, bu sınıflandırma toplanma alanlarının yer seçiminde belirleyici rol oynamıştır.

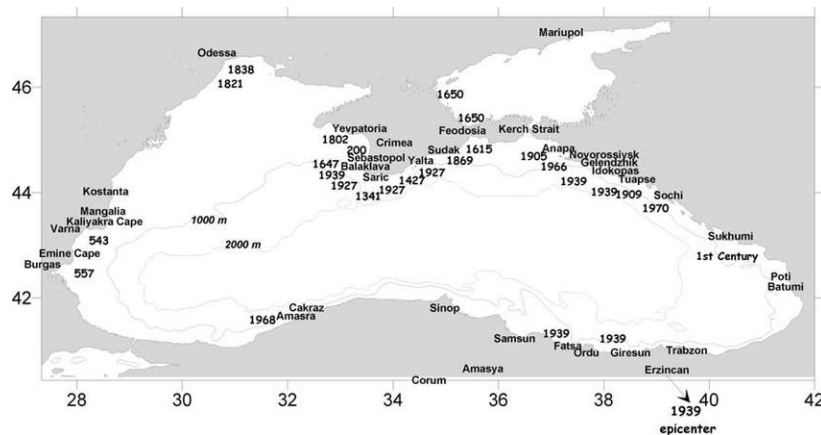
Tablo 9. Fay hattına uzaklıkların risk skorları

Fay Hattına Uzaklık (m)	Ağırlık	Risk Derecesi
0-100	1	Yüksek Riskli
100-200	2	Riskli
200-300	3	Orta
300-400	4	Güvenli
400 < +	5	En Güvenli



Şekil 11. Trabzon ili Akçaabat ilçesi faya uzaklık haritası

Karadeniz Bölgesi, Kuzey Anadolu Fay Hattı'nın etkisiyle tarih boyunca yıkıcı depremlerle sarsılmıştır. Şekil 12, ilk yüzyıldan itibaren karada veya yakın kıyıda meydana gelmiş ve hasara neden olmuş önemli tsunamileri göstermektedir.



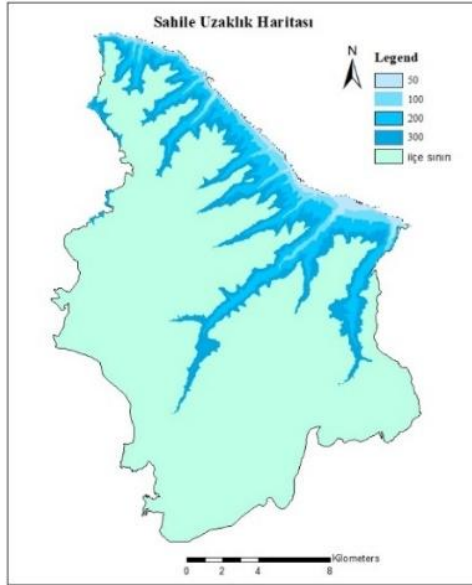
Şekil 12. Karadeniz Bölgesi’nde belgelenen tsunami konumları (Altınok vd., 2011)

2.3.13 Sahile Uzaklık Haritası

Tsunami riski açısından toplanma alanlarının belirlenmesinde kıyıya olan mesafe kritik bir faktördür. Çalışmada, Akçaabat ilçesi için denizden 500 m içeride ve minimum 10 m yükseklikteki alanlar güvenli bölge olarak tanımlanmıştır. Bu değerlendirme, Karadeniz'de tarihsel olarak kaydedilen 1-3 m tsunami dalga yüksekliği verileri temel alınarak Tablo 10 ile verilen risk skorları belirlenmiş ve Şekil 13 ile harita üzerinde görselleştirilmiştir. Analizler QGIS yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, kıyı yerleşimlerindeki toplanma alanlarının optimal konumlandırılması için güvenilir bir temel oluşturmaktadır.

Tablo 10. Sahile uzaklıkların risk skorları

Sahile Uzaklık	Ağırlık	Risk derecesi
0-50	1	Yüksek Riskli
50-100	2	Riskli
100-200	3	Orta
200-300	4	Güvenli
300 < +	5	En güvenli



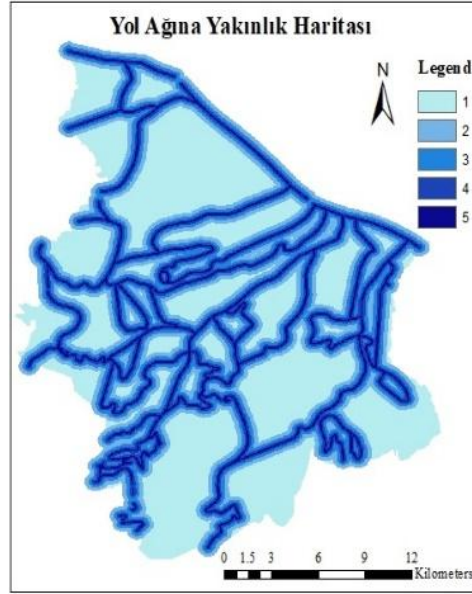
Şekil 13. Trabzon ili Akçaabat ilçesi sahile uzaklık haritası

2.3.14 Yol Ağına Yakınlık Haritası

Afet yönetimi planlamasında yol ağının erişilebilirliği hayati önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Akçaabat ilçesinin mevcut yol ağı hâlihazır haritalardan elde edilerek detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Toplanma alanlarının belirlenmesi sürecinde, yol ağına yakınlık temel kriterlerden biri olarak değerlendirilmiştir. Hâlihazır üzerinden alınan yol ağı verisi kullanılarak Tablo 11 ile verildiği gibi risk skorlarıyla erişilebilirlik açısından yeniden sınıflandırma işlemi yapılmıştır. Yeniden sınıflandırmaya göre oluşturulan yol ağına yakınlık haritası Şekil 14 ile verilmiştir.

Tablo 11. Yola yakınlığa göre risk skorları

Yola Yakınlık (m)	Ağırlık	Risk Derecesi
500 < +	1	Yüksek Riskli
300-500	2	Riskli
150-300	3	Orta
50-150 m	4	Güvenli
Anayola <50m	5	En Güvenli



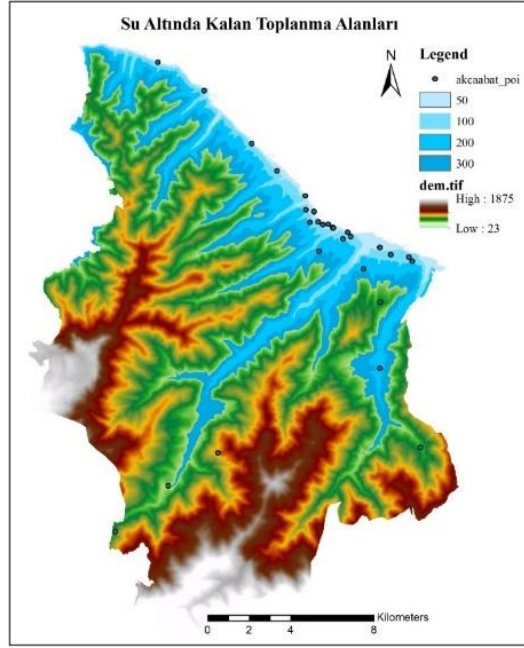
Şekil 14. Trabzon ili Akçaabat ilçesi yol ağına yakınlık haritası

3. Bulgular ve Tartışma

Trabzon'un Akçaabat ilçesinde olası bir tsunami sonrası oluşabilecek taşkın riskine karşı toplanma alanlarının uygunluğunu değerlendirmek ve alternatif alanlar önermek amacıyla bu çalışmada CBS tabanlı çok kriterli karar verme analizi kullanılmıştır. Analiz sürecinde yükseklik, eğim, baki, sıcaklık, yağış, fay hattına uzaklık, heyelan duyarlılığı, jeolojik yapı, akarsu ve sahil mesafesi, arazi kullanımı, yeraltı suyu derinliği ve erişilebilirlik gibi kriterler değerlendirilmiştir. Bu veriler raster formata dönüştürülerek yakınlık analizleri, yeniden sınıflandırma, ağırlıklandırma ve AHP ile analiz edilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, yüksek eğimli ve yüksek rakımlı bölgelerin, sivilaşma riski taşımayan jeolojik birimlerin, sahile ve fay hatlarına uzak alanların taşkın açısından düşük riskli olduğu belirlenmiştir. Ancak mevcut toplanma alanlarının büyük bir kısmının riskli bölgelerde yer aldığı ve olası bir tsunami durumunda bu alanların neredeyse tamamının sular altında kalabileceği tespit edilmiştir. Bu durum, bölgedeki afet planlarının gözden geçirilmesi ve daha güvenli alternatif toplanma alanlarının belirlenmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

3.1 Potansiyel tsunami alanları için belirlenen kriterler

Akçaabat'ta deprem veya denizaltı heyelanlarıyla tetiklenebilecek bir tsunaminin yol açacağı taşkın riski dört farklı senaryo üzerinden değerlendirilmiş ve mevcut toplanma alanlarının güvenliği incelenmiştir. Yapılan değerlendirmeler, kıyıdaki yerleşimlerin tsunami dalgalarından ciddi şekilde etkilenebileceğini ortaya koymuştur. Özellikle dolgu alanları, zayıf zemin yapısı nedeniyle büyük risk taşımaktadır. Bu bölgeler, genellikle heterojen malzemeyle doldurulmuş, sıkışmamış ve suya doymun olduğu için deprem veya tsunami sırasında sivilaşma, oturma ve deformasyon riski yüksektir. Akçaabat'ta dolgu alanları üzerinde toplanma bölgeleri, sosyal tesisler ve kritik altyapılar bulunmaktadır. Bu nedenle, bu alanların afet dayanıklılığının mühendislik ve planlama açısından detaylı şekilde analiz edilmesi gerekmektedir. Karadeniz'de tarihsel olarak nadir görülen tsunamiler, deniz tabanı heyelanları nedeniyle yerel ölçekte tehlikeli olabilir. Dolayısıyla, toplanma alanlarının belirlenmesinde yalnızca erişilebilirlik ve nüfus yoğunluğu değil, zemin stabilitesi ve sivilaşma riski gibi teknik faktörler de dikkate alınmalıdır. Bu yaklaşım, afet sonrası sürecin daha güvenli yönetilmesini sağlayarak can ve mal kaybını en aza indirecektir. Gerçekleştirilen konumsal analiz sonuçlarına göre deprem veya sualtı heyelanlarının etkisiyle meydana gelebilecek olası bir tsunami için taşkın senaryoları üretilerek 4 farklı senaryoya göre mevcut toplanma alanlarından hangilerinin güvenli toplanma alanları olacağı belirlenmiştir. Potansiyel toplanma alanları için kriterler değerlendirilerek uygun alanlar belirlenmiştir. Kara alanlarındaki tsunami yayılımında bölgede bulunan yerleşim alanları üzerinde ciddi etkileri olacağı öngörülmektedir. Bu bağlamda çalışma kapsamında tsunami afeti için 50m, 100m 200m ve 300m olmak üzere Şekil 15 ile verildiği gibi taşkın senaryoları üretilmiştir ve bu senaryolar sonucunda Tablo 12 ile verildiği gibi sular altında kalacak olan toplanma alanları verilmiştir. Tablo 12, deniz seviyesinden yüksekliğin toplanma alanlarının güvenliği üzerinde en kritik faktör olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.



Şekil 15. Trabzon ili Akçaabat ilçesi su altında kalan toplanma alanları

Şekil 15 ile gösterildiği gibi toplam 22 toplanma alanının olası bir tsunami sonucunda tsunami dalgalarından etkileneceği tespit edilmiştir. 50 metre ve altındaki alanlar, en fazla sayıda (12) ve en geniş alana (110,047,83 m²) sahip toplanma alanlarını barındırmasına rağmen, en yüksek risk grubundadır. Bu, riskin en yüksek olduğu bölgelerde, insanları tahliye etmek için en çok sayıda alana ihtiyaç duyulduğu anlamına gelir, ancak bu alanların kendisi de risk altındadır. Toplam 164858.52 m² alan sular altında kalmaktadır.

Tablo 12. Tsunami sonrası yaşanabilecek taşkın senaryolarında sular altında kalacak toplanma alanı sayısı ve alanı

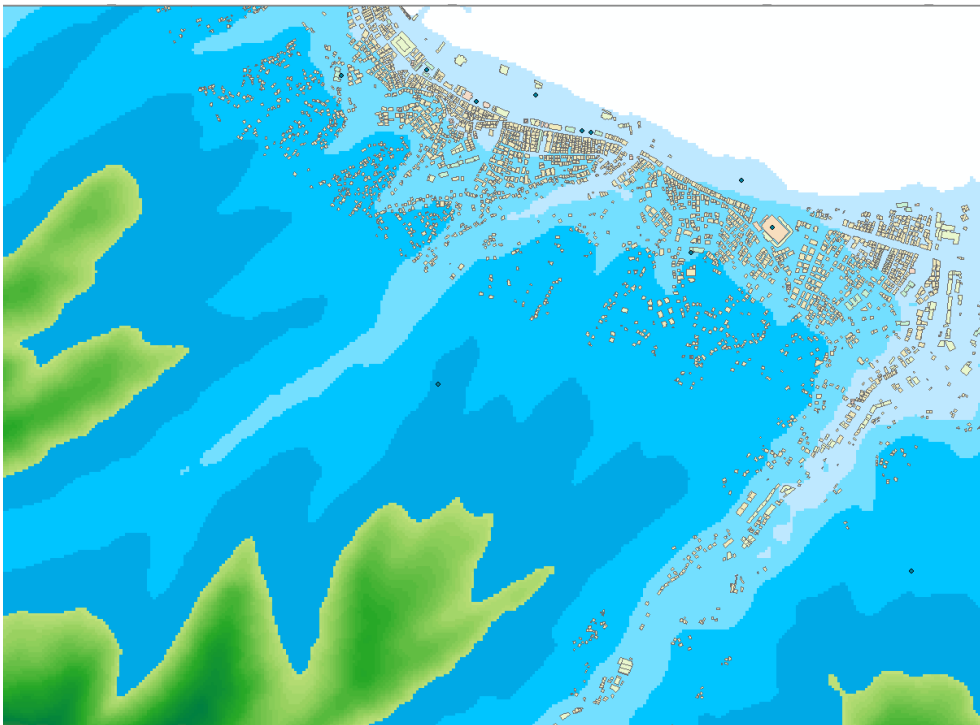
Mahalle	No	Adı	Toplanma Alanı Sayısı	Alanı (m ²)	Yükseklik (m)
Dürbinar	T01	Akçaabat Sahil Parkı	12	110047.83	50m
Darıca	T05	Darıca İlkokulu			
Orta	T06	Atatürk Parkı			
Dürbinar	T07	Selami Yardım Orta Okulu			
Dürbinar	T08	Abdullah Fazıl Ağanoğlu İlk Okulu			
Orta	T09	Merkez İlk Okulu			
Kavaklı	T10	Rahman Camii Bahçesi			
Çolaklı	T11	Festival Alanı			
Söğütlü	T15	Turizm Otelcilik Okulu			
Salacık	T17	Salacık İlk Okulu			
Akçakale	T24	Akçakale Merkez Camii			
Yaylacık	T28	Sahil Dolgu Alanı Kamelyalar Mevkii			
Söğütlü	T02	Fatih Eğitim Fakültesi	7	52430.27	100m
Yaylacık	T04	Yaylacık Akçaabat Millet Bahçesi			
Yıldızlı	T12	Yıldızlı İmam Hatip İö			
Yıldızlı	T14	Yıldızlı Toki İö			
Yaylacık	T16	Alaattin Akçay İlk Okulu			
Nefsipulathane	T19	Cumhuriyet Orta Okulu	2	991.08	200m
Yeni	T22	Şehit Gökhan Uzun Fen Lisesi			
Osmanbaba	T18	Osmanbaba İlk Okulu			
Derecik	T21	Derecik İö	1	1389.34	300m
Sarıtaş	T23	Sarıtaş İlk Okulu			
Akpınar	T03	Akpınar Sağlık Ocağı Bahçesi	6	6148.85	-
Yıldızlı	T13	Ayyıldız Ortaokulu			
Mersin	T20	Şehit Engin Saraç İlk Okulu			
Işıklar	T25	Işıklar Fabrika Bahçesi			
Doğanköy	T26	Doğanköy İlk Okulu			
Akçaköy	T27	Akçaköy Okul Bahçesi			

Taşkından etkilenecek toplanma alanlarının mahalle bazında dağılımı (Dürbinar, Darıca, Orta, Kavaklı, Çolaklı, Söğütlü, Salacık, Akçakale, Yaylacık), tsunami taşkınının özellikle Akçaabat'ın sahil şeridindeki düz ve alçak dolgu alanlarını hedef alacağını göstermektedir. Bu, kıyıya yakın ve alçak rakımlı tüm yerleşimlerin ciddi risk altında olduğu anlamına gelir. En çarpıcı sonuç, bir afet sonrası insanların sığınması planlanan 12 toplanma alanının (T01'den T28'e kadar, 50m'de listelenenler) bizzat sular altında kalma riski taşımasıdır. Bu durum, mevcut afet planlamasında bu alanların "güvenli" varsayıldığını, ancak tsunami senaryosunda bu varsayımın geçersiz olduğunu gösterir. Bu alanlar artık "birincil toplanma alanı" olarak değil, ancak "ilk tahliye noktası" veya "buluşma noktası" olarak kullanılabilir; insanların buradan daha yüksek rakımlı bölgelere yönlendirilmesi gerekir.

Risk altında olmayan alanlar (200m ve 300m'deki alanlar) incelendiğinde, sayılarının (2 ve 1) ve toplam alanlarının (991,08 m² ve 1389,34 m²) son derece yetersiz olduğu görülmektedir. Sahildeki 110,000 m²'lik alana kıyasla, bu alanlar nüfusun ihtiyacını karşılayamaz. Bu da yüksek rakımlı bölgelerde acilen yeni, büyük ve donanımlı toplanma alanları tespit edilmesi veya inşa edilmesi gerektiğine işaret eder. Senaryo bazında değerlendirme yapıldığında ise;

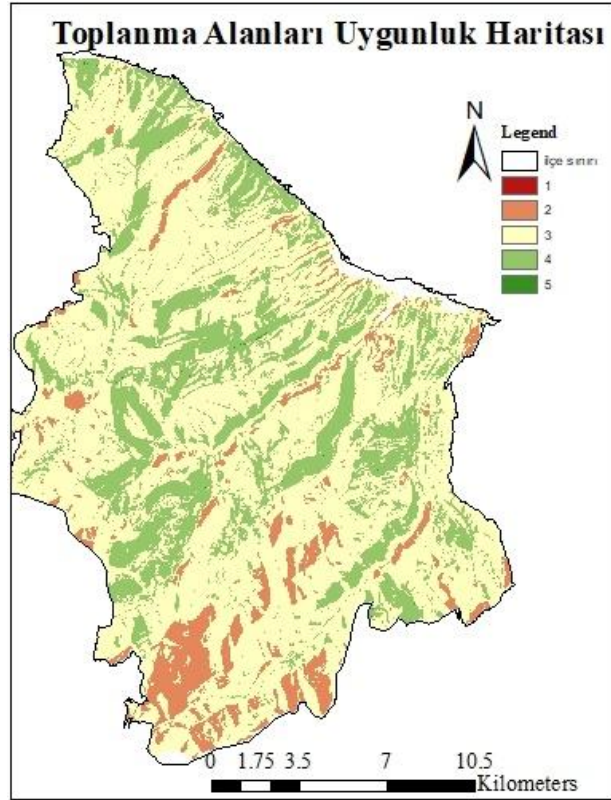
- 50m Senaryosu: En kötü senaryodur. Sahil şeridindeki neredeyse tüm toplanma altyapısı işlevsiz kalacaktır. Akçaabat Sahil Parkı (T01) gibi büyük alanlar bile sular altında kalacağı için, halkın buraya toplanması tehlikeli olacaktır. Tahliye planları, halkı doğrudan 100 m ve üzeri rakımlara yönlendirecek şekilde yeniden düzenlenmelidir.
- 100m Senaryosu: 50m senaryosuna göre risk azalmış olsa da (Fatih Eğitim Fakültesi, Millet Bahçesi gibi 7 alan hala riskli), hala ciddi bir tehdit söz konusudur. 100 m kotu, özellikle dalga yüksekliği büyük bir tsunami için yeterli bir emniyet mesafesi olmayabilir.
- 200m & 300m Senaryoları: Bu yükseklikler, bir tsunami için nispeten güvenli bölgeler olarak kabul edilebilir. Ancak, burada asıl sorun kapasite yetersizliğidir. Sadece 3 toplanma alanı (Osmanbaba İlk Okulu, Derecik İÖ, Sarıtaş İlk Okulu) bu yüksekliklerde listelenmiştir ve toplam alanları çok küçüktür. Bu, nüfusun bu bölgelere tahliyesi ve barındırılmasında ciddi bir lojistik problem olduğunu gösterir.

Akçaabat'ın mevcut tsunami afet planının ciddi bir şekilde gözden geçirilmesi ve yüksek rakımlı bölgelere odaklanan yeni bir tahliye stratejisi geliştirilmesi gerektiğini bilimsel olarak ortaya koymaktadır. Tsunami afeti taşkın alanı içerisinde bulunan yerleşim yerlerini ve nüfusu da etkileyeceği öngörülmektedir. Bu bağlamda sular altında kalacak yerleşim alanları Şekil 16 ile verilmiştir.



Şekil 16. Trabzon ili Akçaabat ilçesi taşkın alanlarının yerleşim alanlarına etkisi

Bu çalışmada, uygun alanların belirlenmesine yönelik yapılan çok kriterli değerlendirmede, toplam 13 farklı kriter dikkate alınmıştır. Her bir kriterin afet riski üzerindeki etkisi literatür ve bölgesel özellikler göz önünde bulundurularak değerlendirilmiş ve Şekil 17 ile verildiği gibi toplanma alanları için uygunluk haritası oluşturulmuştur.



Şekil 17. Trabzon ili Akçaabat ilçesi toplanma alanları uygunluk haritası

4. Sonuç ve Öneriler

Akçaabat ilçesinde yürütülen bu çalışma, mevcut toplanma alanlarının tsunami tehlikesi karşısındaki yetersizliğini ortaya koyan önemli bulgular sunmaktadır. Gerçekleştirilen analizler, bölgedeki toplanma alanlarının büyük bölümünün olası bir tsunami durumunda sular altında kalacağını ve bu nedenle acilen yeniden değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Yapılan değerlendirmeler, güvenli toplanma alanlarının belirlenmesinde çok boyutlu bir yaklaşımın benimsenmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Sahilden yeterli uzaklıkta, yüksek kotlarda yer alan, jeolojik açıdan stabil zeminler üzerinde bulunan ve erişilebilirlik özelliklerini taşıyan alanların tercih edilmesi kritik önem taşımaktadır. Bu kapsamda, mevcut toplanma alanlarının büyük çoğunluğunun konumlarının yeniden gözden geçirilmesi ve daha güvenli bölgelere taşınması gerekmektedir.

Çalışmanın bulguları, Akçaabat'ın yanı sıra benzer coğrafi özelliklere sahip diğer Karadeniz yerleşimleri için de önemli çıkarımlar sunmaktadır. Özellikle dolgu alanları üzerinde bulunan toplanma bölgelerinin, zemin yapısının zayıf olması nedeniyle ciddi risk taşıdığı anlaşılmaktadır. Bu durum, kıyı bölgelerindeki afet planlamasında zemin özelliklerinin daha fazla dikkate alınması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Akçaabat için geliştirilen bu yöntem, afet risk yönetiminde bilimsel verilere dayalı karar alma süreçlerinin önemini vurgulamaktadır. Yerel yönetimlerin, AFAD'ın ve ilgili diğer kurumların bu bulgular doğrultusunda acil önlemler alması ve afet hazırlık planlarını gözden geçirmesi gerekmektedir. Özellikle erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi, alternatif toplanma alanlarının belirlenmesi ve halkın bilinçlendirilmesi yönünde adımlar atılmalıdır.

Karadeniz'in kapalı havza özelliğine rağmen, bölgedeki aktif fay hatları ve denizaltı heyelan potansiyeli dikkate alındığında, tsunami riskinin göz ardı edilmemesi gerektiği anlaşılmaktadır. Bu çalışma, sadece mevcut durumun tespitiyle yetinmeyip, gelecekte yapılacak afet yönetimi çalışmalarına yön verecek bir karar destek sistemi sunmaktadır. Elde edilen sonuçların, bölgedeki yerel yönetimler tarafından acilen uygulamaya konulması, olası can kayıplarının önlenmesi açısından hayati önem taşımaktadır.

Kaynaklar

Aghlmand, M., Onur, M. İ., & Talaei, R. (2020). Heyelan duyarlılık haritalarının üretilmesinde Analitik Hiyerarşi yönteminin ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin kullanımı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, Özel Sayı*, 224–230.

- Aksoy, Y., Turan, A. Ç., & Atalay, H. (2009). İstanbul Fatih ilçesi yeşil alan yeterliliğinin Marmara depremi öncesi ve sonrası değerleri kullanılarak incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 14(2), 137–150.
- Altinok, Y., Alpar, B., Özer, N., & Aykurt, H. (2011). Revision of the tsunami catalogue affecting Turkish coasts and surrounding regions. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11(2), 273–291.
- Aman, D. D. (2019). *Olası Marmara depreminde toplanma alanları yer seçimi kriterlerinin belirlenmesi: İstanbul Bağcılar örneği* [Doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Anand, A., Jethoo, A. S., & Sharma, G. (2015). Selection of temporary rehabilitation location after disaster: A review. *European Scientific Journal*, 11(10), 161–169.
- Anhorn, J., & Khazai, B. (2015). Open space suitability analysis for emergency shelter after an earthquake. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 15(4), 789–803.
- Ardel, A., Kurter, A., & Dönmez, Y. (1969). *Klimatoloji tatbikatı*. İstanbul Üniversitesi.
- Atmaca, E., Aktaş, E., & Öztürk, H. N. (2023). Evaluated Post-Disaster and Emergency Assembly Areas Using Multi-Criteria Decision-Making Techniques: A Case Study of Turkey. *Sustainability*, 15(10), Article 8350. <https://doi.org/10.3390/su15108350>
- Aykurt Vardar, H., Dogan, G. G., Vardar, D., Alpar, B., Alp, H., Demirel, S., & Yalciner, A. C. (2023). Scenario-based tsunami hazard assessment for the northwestern coast of Marmara Sea. *Geo-Marine Letters*, 43(3), Article 12. <https://doi.org/10.1007/s00367-023-00752-3>
- Baranova, E. A., & Mazova, R. Kh. (2020). Tsunami Hazard for the Crimean Coast of the Black Sea and the Kerch Strait at the Catastrophic Tsunamigenic Earthquakes, the Locations of which are Close to that of the Historical Yalta Earthquake on September 12, 1927. *Physical Oceanography*, 27(2), 110–125.
- Barry, R. G., & Chorley, R. J. (2009). *Atmosphere, weather and climate*. Routledge.
- Bazykina, A. Y., Mikhailichenko, S. Y., & Fomin, V. V. (2018). Numerical simulation of tsunami in the Black Sea caused by the earthquake on September 12, 1927. *Physical Oceanography*, 25(4), 295–304.
- Bektaş, Y., & Sakarya, A. (2020). An evaluation of an integrated disaster management and an emergency assembly area: the case of Kadıköy, İstanbul. *International Journal of Architecture and Planning*, 8(2), 745–770.
- Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. (2025). *The International Disaster Database. EM-DAT: The Emergency Events Database*. Université Catholique de Louvain. <https://www.emdat.be>
- Cheng, H., & Yang, X. K. (2012). A comprehensive evaluation model for earthquake emergency shelter. İçinde *Sustainable transportation systems: Plan, design, build, manage, and maintain* (ss. 412–422).
- Copernicus Land Monitoring Service. (2025). *CORINE Land Cover*. <https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover>
- Çelik, H. Z., Özcan, N. S., & Erdin, H. E. (2017). Afet ve acil durumlarda halkın toplanma alanlarının kullanılabilirliğini belirleyen kriterler. 4. *Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*.
- Çınar, A. K., Akgün, Y., & Maral, H. (2018). Afet sonrası acil toplanma ve geçici barınma alanlarının planlanmasındaki faktörlerin incelenmesi: İzmir-Karşıyaka örneği. *Planlama*, 28(2), 179–200.
- Doğan, O. (2023). İş güvenliği uzmanlarının bakış açısıyla acil durum toplanma alan özelliklerinin AHP yöntemi ile değerlendirilmesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 9(1), 112–124.
- Ekin, E., & Sarıkaya, Z. (2021). AHP tabanlı topsis yöntemi ile afet sonrası acil toplanma alanlarının belirlenmesine yönelik bir uygulama. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 10(3), 696–713.
- Erdin, H. E., Çelik, H. Z., Aydın, M. B. S., & Partigöç, N. S. (2023). Afet ve acil durumlarda sosyal altyapı alanlarının toplanma alanı olarak belirlenme kriterleri ve yöntemi. *Türk Deprem Araştırma Dergisi*, 5(1), 1–21.
- Gasparini, L., Zaniboni, F., Armigliato, A., Tinti, S., Pagnoni, G., Özeren, M. S., Ligi, M., Natali, F., & Polonia, A. (2022). Tsunami potential source in the eastern Sea of Marmara (NW Turkey), along the North Anatolian Fault system. *Landslides*, 19(10), 2295–2310.
- Gerdan, S., & Şen, A. (2019). Afet ve acil durumlar için belirlenmiş toplanma alanlarının yeterliklerinin değerlendirilmesi: İzmit örneği. *İdealkent*, 10(28), 962–983.
- Gerdan, S., & Şen, A. (2020). Kocaeli/Başıskele ilçesi afet ve acil durum toplanma alanlarının yeterliklerinin değerlendirilmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 8(2), 489–500.
- Gökgöz, A., İlerisoy, Z. Y., & Soyluk, A. (2020). *Acil durum toplanma alanlarının AHP yöntemi ile değerlendirilmesi*. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 19, 935–945.
- Gusiakov, V. K. (2016). Tsunamis on the Russian Pacific coast: history and current situation. *Russian Geology and Geophysics*, 57(9), 1259–1268.
- Hébert, H., Schindele, F., Altinok, Y., Alpar, B., & Gazioglu, C. (2005). Tsunami hazard in the Marmara Sea: a numerical approach to discuss active faulting and impact on the İstanbul coastal areas. *Marine Geology*, 215(1-2), 23–43.
- Intergovernmental Oceanographic Commission. (2020). *Preparing for community tsunami evacuations: from inundation to evacuation maps, response plans and exercises*. Intergovernmental Oceanographic Commission.

- İstanbul Büyükşehir Belediyesi. (2007). *İstanbul İli Mikrobölgeleme Projeleri*. <https://depremezmin.ibb.istanbul/tr/istanbul-ili-mikrobolgeleme-projeleri>
- Kalkan, M. (2022). Uşak kentinde belirlenen afet ve acil durum toplanma alanlarının yeterliklerinin değerlendirilmesi. *Resilience*, 6(2), 269–285.
- Kart, B., Yağcı, C., Gözgörer, B., Avcı, E., & İşcan, F. (2023). Afet yönetimi için mobil uygulama tasarımı ve CBS ile acil durum toplanma alanlarının uygunluğunun irdelenmesi: Konya ili örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 9(1), 1–15.
- Kılıcı, F., Kara, B. Y., & Bozkaya, B. (2015). Locating temporary shelter areas after an earthquake: A case for Turkey. *European journal of operational research*, 243(1), 323–332.
- Kandilli Rasathanesi. (2025a). *Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme Değerlendirme Merkezi*. <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/tsunami/turkiye-ve-tsunami-riski/>
- Kandilli Rasathanesi. (2025b). *Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme Değerlendirme Merkezi*. <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/tsunami/turkiyedeki-onemli-tsunamiler/>
- Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü. (2025). *Yer Bilimleri Harita Görüntüleyicisi - Heyelan Alanları*. <https://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx>
- Mengi, O., & Erdin, H. E. (2018, May 04–06). *Afet ve acil durumlarda toplanma alanlarının yönetimi tasarım ve sistematik yaklaşımlar* [Symposium presentation]. 2nd International Symposium on Natural Hazards and Disaster Management, Sakarya, Turkey.
- National Centers for Environmental Information. (2025). *Natural Hazards Data*. <https://www.ncei.noaa.gov/products/natural-hazards>
- Nikonov, A. A., Gusiakov, V. K., & Fleifel', L. D. (2018). Assessment of the tsunami hazard on the Russian coast based on a new catalogue of tsunamis in the Black Sea and the Sea of Azov. *Russian Geology and Geophysics*, 59(2), 193–205.
- NZ Transport Agency. (2009). *Pedestrian planning and design guide*. <https://nzta.govt.nz/assets/resources/pedestrian-planning-guide/docs/pedestrian-planning-guide-superseded.pdf>
- Oynakov, E., Dimitrova, L., Pashova, L., & Dragomirov, D. (2023). Compilation of Regional Homogeneous Seismic Catalog for Identification of Tsunamigenic Zones in the Black Sea Region. *Geosciences*, 13(8), Article 221. <https://doi.org/10.3390/geosciences13080221>
- Öcal, T., & Yıldız, A. (2023). 2023 Kahramanmaraş Depremleri Öncesi Toplanma Alanlarının Coğrafi Analizi: Antakya ve Çevresi. *Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20(52), 132–157.
- Özkılıç, E. N. (2020). *İstanbul'da deprem sonrası toplanma alanlarının kapasitelerinin ve erişilebilirliklerinin CBS yardımıyla analizi ve değerlendirilmesi* [Doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Öztürk, F., & Kaya, G. K. (2020). Afet sonrası toplanma alanlarının Promethee metodu ile değerlendirilmesi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 25(3), 1239–1252.
- Partigöç, N. S. (2023). Afet sonrası toplanma alanlarına yönelik kapasite yeterliliğinin değerlendirilmesi: Merkezefendi ilçesi (Denizli) örneği. *Afet ve Risk Dergisi*, 6(1), 128–147.
- Pacific Northwest Seismic Network. (2025). *Landslides*. <https://www.pnsn.org/outreach/earthquakehazards/landslides>
- Reid, J. A., & Mooney, W. D. (2023). Tsunami occurrence 1900–2020: A global review, with examples from Indonesia. *Pure and Applied Geophysics*, 180(5), 1549–1571.
- Rezaei, S. (2014). *Development of a decision support model for the optimum shelter location following a disaster* [Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Sabuncu, A. (2023). İstanbul Bakırköy İlçesinin Geçici Barınma Alanlarının Uzaktan Algılama Yöntemi ile Analizi. *Türk Uzaktan Algılama ve CBS Dergisi*, 4(2), 289–300.
- Saygılı, H. B., & Akpınar, A. (2022). Aydın/Efeler kentsel yeşil alanlarının afet ve acil durum toplanma alanları açısından yeterliliğinin incelenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(2), 305–311.
- Soltani, A., Ardalan, A., Boloorani, A. D., Haghdooost, A., & Hosseinzadeh-Attar, M. J. (2014). Site selection criteria for sheltering after earthquakes: A systematic review. *PLoS Currents*, 6. <https://doi.org/10.1371/currents.dis.17ad1f98fb85be80785d0a81ced6a7a6>
- Soltani, A., Ardalan, A., Boloorani, A. D., Haghdooost, A., & Hosseinzadeh-Attar, M. J. (2015). Criteria for site selection of temporary shelters after earthquakes: a delphi panel. *PLoS Currents*, 7. <https://doi.org/10.1371/currents.dis.07ae4415115b4b3d71f99ba8b304b807>
- Şekkeli, Z. H. (2020). Afet ve acil durum lojistiği kapsamında acil durum toplanma merkezi seçiminde AHP yöntemi: Kahramanmaraş on iki şubat belediyesinde bir uygulama. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 9(2), 903–930.
- Şirin, M., & Ocak, F. (2020). Gümüşhane Şehri'nde Afet ve Acil Durum Toplanma Alanlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri Ortamında Değerlendirilmesi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 25(44), 85–106.

- Taylan, S. (2018). *Afet sonrası acil toplanma ve geçici barınma alanları standartlarının değerlendirilmesi, Çankırı ili örneği* [Yüksek lisans tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Trabzon İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü. (2021). *Trabzon İl Afet Risk Azaltma Planı*. T.C. Trabzon Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü. <https://trabzon.afad.gov.tr/kurumlar/trabzon.afad/Haberler/2025/IRAP/Trabzon-IRAP-guncellenmis-27-03-2025.pdf>
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2025). *İstatistik Veri Portalı*. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Nufus-ve-Demografi-109>
- Uyar, H. E., & Töre, E. (2023). Deprem sonrası ilk durak: İstanbul'da toplanma alanlarına dair bir inceleme. *Afet ve Risk Dergisi*, 6(1), 226–242.
- Vilibić, I., Denamiel, C., Zemunik, P., & Monserrat, S. (2021). The Mediterranean and Black Sea meteotsunamis: an overview. *Natural hazards*, 106(2), 1223–1267.
- Yalçiner, A. C., Alpar, B., Altınok, Y., Özbay, İ., & Imamura, F. (2002). Tsunamis in the Sea of Marmara: Historical documents for the past, models for the future. *Marine Geology*, 190(1-2), 445–463.
- Yalçiner, A., Pelinovsky, E., Talipova, T., Kurkin, A., Kozelkov, A., & Zaitsev, A. (2004). Tsunamis in the Black Sea: comparison of the historical, instrumental, and numerical data. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 109, Article C12023. <https://doi.org/10.1029/2003JC002113>