

Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) tabanlı afet risk analizi: Denizli ili örneği

Nur Sinem Partigöç^{*1}, Ceyhan Dinçer¹

¹ Pamukkale Üniversitesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Denizli, Türkiye, spartigoc@gmail.com, cdincer20@posta.pau.edu.tr

Kaynak Göster: Partigöç, N. S., & Dinçer, C. (2024). Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) tabanlı afet risk analizi: Denizli ili örneği, 9 (1), 27-44

<https://doi.org/10.29128/geomatik.1261051>

Anahtar Kelimeler

Afet Riski
Dirençli Kentler
CBS
Risk Yönetimi

Araştırma Makalesi

Geliş: 06.03.2023
Revize: 24.04.2023
Kabul: 28.04.2023
Yayınlanma: 05.02.2024



Öz

Kentleşme süreçlerinin doğal bir sonucu olarak kentsel alanlarda nüfusun ve yapı yoğunluğunun artışı yerleşim alanlarının sürdürülebilirliğini önemli ölçüde ve olumsuz biçimde etkilemektedir. Kentsel alanların çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesinin ön şartı mekânsal organizasyonun doğru biçimde yapılmasıdır. Disiplinler arası çalışmalarla dirençli yerleşim alanlarının oluşturulması için afet risklerinin ortaya konulması ise mekânsal organizasyona yönelik çalışmalarının en kritik adımını oluşturmaktadır. İşte bu noktadan hareketle, çalışmada yoğun nüfus ve yapı stoğunun yer aldığı kentsel alanlarda mevcut afet risklerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışma alanı olarak Denizli İl bütünü belirlenmiş olup, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) araçları ve Ağırlıklı Çakıştırma yönteminden yararlanılarak ve kentin afetselliğini önemli ölçüde etkileyen doğal ve yapı çevre unsurlarını dikkate alarak afet riskine yönelik mekânsal analizler yapılmıştır. 8 temel unsur kullanılarak yapılan mekânsal analizler sonucunda, Denizli ilinin kuzey batısının afet riski bakımından daha avantajlı durumda olduğu, ilin merkezinin ve güneyinin ise dezavantajlı bir durumda olduğu tespit edilmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular ile İl Afet Müdahale Planı ve İl Afet Risk Azaltma Planı (İRAP) kapsamında ortaya konulan tespitler karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, il bütününde ve ilçeler özelinde afet risklerine yönelik ortaya konulan tespitlerin tutarlılık gösterdiği ve yerel düzeyde yürütülen çalışmaların zaman içerisinde risk yönetimi ve sakinim planlamasına yönelik olacak biçimde önceliklendirildiği görülmüştür.

Geographic information system (GIS) based disaster risk assessment: A case of Denizli

Keywords

Disaster Risk
Resilient Cities
GIS
Risk Management

Research Article

Received: 06.03.2023
Revised: 24.04.2023
Accepted: 28.04.2023
Published: 05.02.2024

Abstract

The density increases in population and buildings which is an expected result of urbanization processes affects the sustainability of urban areas significantly and negatively. The correct spatial organization is the prerequisite for ensuring the environmental, social and economic sustainability of urban areas. The most critical step of the spatial organization is identifying of disaster risks for urban areas through interdisciplinary studies to become more resilient. Based on this point, the study aims to reveal current disaster risks in urban areas which dense population and building stock exist. Denizli city is determined as the study area. Moreover, spatial analyses are carried out by taking into account the natural and built environment elements affecting the disaster risk significantly and also using Geographical Information Systems (GIS) tools and Weighted Overlay method. As a result of spatial analyses completed using 8 basic parameters, it has been determined that while the north-west of Denizli city is in a more advantageous situation in terms of disaster risk, the center and south of the province are in a disadvantaged situation. The findings obtained from the study are evaluated comparatively with the determinations of the Provincial Disaster Response Plan and the Provincial Disaster Risk Reduction Plan. It is obvious that the findings of study are consistent with the determinations of these plans in both city and district scale. Therefore, it has been seen that the studies in local scale carried out have been prioritized in such a way as to be oriented towards risk management and prevention planning by the time.

1. Giriş

Birleşmiş Milletler İnsan Yerleşmeleri Programı (UN-HABİTAT) tarafından 2012 yılında yayınlanan Urban Patterns for a Green Economy: Working with Nature başlıklı raporda, mevcut durumda dünya nüfusunun yarısının kentlerde yaşamakta olduğu, 2030 – 2050 yılları arasında geçen sürede kentlerde yaşaması öngörülen nüfusun toplam nüfusun üçte ikisi kadar olacağı ifade edilmektedir. Buna ek olarak, dünya genelinde kentsel alan büyüklüğünün günümüzde ölçülen büyüklüğüne göre yaklaşık 2,5 kat kadar artacağı öngörülmektedir (UN-HABİTAT, 2012). 2050 yılına kadar geçen sürede öngörülen değişimler göz önünde bulundurularak, nüfusun ağırlıklı olarak yoğunlaşacağı kentsel alanlar için denilebilir ki, bu alanlarda kentsel kırılmalık önemli ölçüde artacak ve olası risklere karşı kentler daha hassas hale gelecektir.

Akademik yazında, yalnızca fiziksel çevrenin dayanıklılığını değil, aynı zamanda kentsel yerleşmelerin ve gelişmelerin sürdürülebilirliğini olumsuz yönde etkileyen doğal ve beşeri afetlerin büyüklüğüne etki eden temel faktörler şu şekilde listelenebilir: Afet olayının fiziksel büyüklüğü, afetin gerçekleştiği alanın yerleşim yerlerine uzaklığı, hızlı nüfus artışı, plansız ve hızlı kentleşme, yapı denetimine ilişkin eksiklikler, yanlış arazi kullanım planlaması ve afet bilinci konusundaki yetersizlikler (Ergünay, 2007).

Farklılaşan jeolojik, topografik ve iklimsel özellikler yerleşim yerleri için önemli afet risklerini beraberinde getirmektedir. Ülkenin toplam nüfusunun yaklaşık %93'nün yoğun yapı stoğunun yer aldığı kentsel alanlarda yaşadığı gerçeğinden yola çıkılarak, son yıllarda doğal afetlerin sayısında, sıklığında ve şiddetinde meydana gelen artışların olası can ve mal kayıpları bakımından afet riskini daha da arttırdığı gözlemlenmektedir. Her ne kadar meydana gelen afetlerin doğa kaynaklı veya insan kaynaklı olup olmadığının tartışması sıklıkla gündeme getirilse de insan kaynaklı faaliyetlerin (kentleşme, rant odaklı büyüme, koruma – kullanma dengesinin dikkate alınmaması, kaynakların sınırsız tüketimi, vb.) olası bir afet olayının etkilerini olumsuz yönde tetiklediği açıkça ortadadır. Örneğin meydana gelen bir deprem sonrasında bir nükleer santralde meydana gelen patlama veya kötü malzeme kullanımı nedeniyle depreme karşı dayanıksız binaların yıkılarak can kayıplarına neden olmasını yalnızca doğal bir afetin sonuçları olarak değerlendirmek gerçekçi olmayacaktır.

Hızlı ve plansız kentleşme sürecinde, küresel iklim değişikliğinin de etkisiyle, kentsel kırılmalığın önemli ölçüde arttığı ortaya konulmaktadır (Kaya, 2018). Genel itibarıyla kırılmalık, günümüz toplumlarını ifade etmek için kullanılan Risk Toplumu kavramı ile özdeşleştirilen (Beck, 2011), bir sistemi veya maddi varlığı olası bir tehlikenin etkilerine karşı hassas kılan özellikleri olarak tanımlanmaktadır (UNISDR, 2009; EEA, 2012). Bu bağlamda ele alındığında, kentsel alanların iklim değişikliğine bağlı olarak meydana gelebilecek problemler karşısında ne ölçüde hassas olduğu açıktır. Dolayısıyla, iklim değişikliğine bağlı olarak oluşabilecek problemlerle baş edebilme kapasitesi ve yeni koşullara uyumlanma becerisinin mutlaka ortaya konulması

gerekmektedir. Kentsel alanların afetler karşısında daha dirençli olabilmesi adına, her türlü afete karşı önceden hazırlıklı olunmasını ve kriz planlama süreci yerine risk planlama sürecinin ön plana çıkarılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Etkin bir afet planlama sürecinin en önemli hedefi, bir afet meydana geldikten sonra acilen ve etkin bir şekilde mümkün olan en fazla sayıda insana yardım ulaşmasını sağlayarak, can kayıplarını ve yaralı sayısını azaltmak ve afetin olumsuz etkilerinin iyileştirilmesini hızlandırmak olmalıdır (Değerliuyurt, 2013; Erdin ve ark., 2019).

İşte bu noktadan hareketle, çalışmada yoğun nüfus ve yapı stoğunun yer aldığı kentsel alanlarda mevcut afet risklerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışma alanı olarak Denizli İl bütünü belirlenmiş olup, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) araçları ve Ağırlıklı Çakıştırma yönteminden yararlanılarak ve kentin afetselliğini önemli ölçüde etkileyen doğal ve yapılı çevre unsurlarını dikkate alarak afet riskine yönelik mekânsal analizler yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular ile Denizli Valiliği İl Afet ve Acil Müdürlüğü (AFAD) tarafından hazırlanan İl Afet Müdahale Planı ve İl Afet Risk Azaltma Planı (İRAP) kapsamında ortaya konulan tespitler karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

2. Afet riskinin ortaya konulması: afet tecrübeleri ve kent planlama açısından önemi

Kentleşme süreçlerinin doğal bir sonucu olarak kentsel alanlarda nüfusun ve yapı yoğunluğunun artışı yerleşim alanlarının sürdürülebilirliğini önemli ölçüde ve olumsuz biçimde etkilemektedir. Kentsel alanların çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesinin ön şartı mekânsal organizasyonun doğru biçimde yapılmasıdır. Yapılı çevre ile doğal çevrenin bileşenlerinin bir araya getirilmesi, kentin bütüncül ve çok katmanlı biçimde ele alınabilmesi ve afet riskleri karşısında kentlerin yaşanabilir olma durumunun korunabilmesi adına mekânsal organizasyonun ele alış biçimi oldukça önemli hale gelmektedir. Disiplinler arası (jeoloji mühendisliği, jeofizik mühendisliği, mimarlık, şehir planlama, inşaat mühendisliği, vb.) çalışmalarla yerleşim alanlarında afet risklerinin ortaya konulması ise mekânsal organizasyona yönelik çalışmalarının en kritik adımını oluşturmaktadır.

Küresel düzeyde pek çok ülkeyi ve insanı etkisi altına alan afetler, önceden kestirilemeyen ve çoğunlukla birdenbire gelişen büyük zararlara neden olan, gündelik yaşamı durduran ve/veya kesintiye uğratan ve ulusal veya uluslararası seviyede acil yardım gerektiren durumlar olarak ifade edilmektedir (Hoyois ve ark., 2007; CRED, 2010; Ekinci, 2018). Doğal afetlerin (deprem, sel, fırtına, hortum, tayfun, yıldırım düşmesi, tsunami, heyelan, vb.) ve insan kaynaklı afetlerin (terör saldırıları, savaşlar, nükleer sızıntılar, biyolojik silahlar, çevre ve hava kirliliği, çevresel dengenin bozulması, su ve gıda kaynaklarının aşırı tüketilmesi, vb.) meydana geleceği zaman ve yer tam olarak tahmin edilemese de bu afetler sonucunda meydana gelebilecek olası zararlar ve kayıplar günümüz teknolojisi aracılığıyla tahmin edilebilmektedir. Hatta afetin türü, büyüklüğü ve yeri baz alınarak farklı afet senaryoları oluşturularak, risklerin daha net biçimde anlaşılması sağlanmaktadır. Örnek

olarak, 2002 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) ile Japonya Uluslararası İş Birliği Ajansı (JICA) iş birliğinde hazırlanan Türkiye Cumhuriyeti İstanbul ili Sismik Mikro Bölgeleme Dâhil Afet Önleme/Azaltma Temel Planı Çalışması başlıklı raporda İstanbul kenti için belirlenen afet riskleri baz alınarak 4 farklı senaryo oluşturulmuş ve her bir senaryo özelinde öngörülen sonuçlar ortaya konulmuştur (JICA ve İBB, 2002).

Afet risklerinin herhangi bir afetle karşılaşmadan tespit edilmesi neden önemlidir? Bu soruya verilebilecek pek çok yanıtın biri, önceki dönemlerde yaşanan ve tarihe iz bırakan afet olaylarında saklıdır. Buna göre, yapılan araştırmalarda öne çıkan uluslararası örnekler şu şekilde sıralanabilir (AFAD, 2018):

- Kuzey Mısır'da meydana gelen depremde (1201 yılı) – Yaklaşık 1,1 milyon kişinin yaşamını yitirmesi,
- Kuzey Çin'de meydana gelen deprem (1556 yılı) – Yaklaşık 830 bin kişinin yaşamını yitirmesi,
- Hindistan- Bengal kentinde meydana gelen kıtlık (1769–1773 yılları arası)- Yaklaşık 10 milyon insanın yaşamını yitirmesi,
- Hindistan- Coringa bölgesinde meydana gelen hortum (1839 yılı)- Yaklaşık 320 bin insanın yaşamını yitirmesi,
- Çin- Henan bölgesinde meydana gelen sel (1887 yılı)- Yaklaşık 900 bin insanın yaşamını yitirmesi,
- İspanya'da ortaya çıkan İspanyol gribi (1918–1919 yılları arası)- Yaklaşık 50 milyonun üzerinde insanın yaşamını yitirmesi,
- Çin- Huaihe Nehri ve Yangtze Nehrine yakın bölgede meydana gelen sel (1931 yılı)- Yaklaşık 400 bin insanın yaşamını yitirmesi.

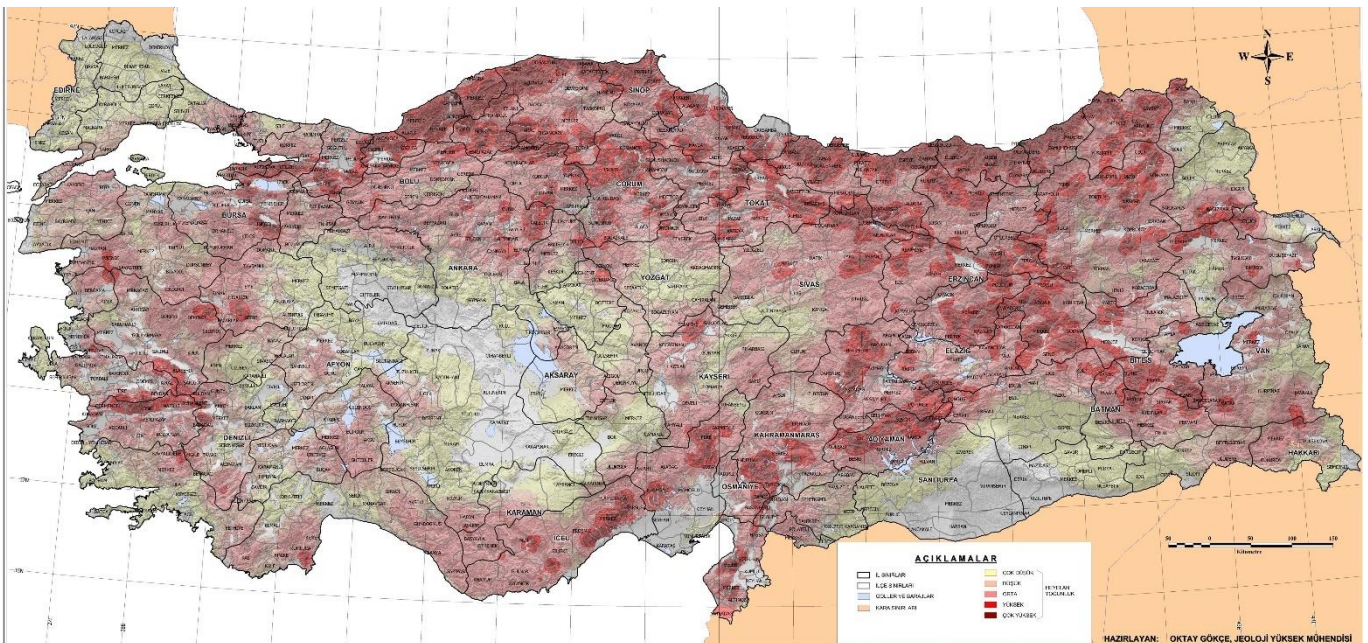
Ulusal düzeyde meydana gelen afetler ilgili literatürden yararlanılarak incelenmiştir. Türkiye'nin sahip olduğu jeomorfolojik, meteorolojik ve klimatolojik özellikleri nedeniyle farklı bölgelerde pek çok afet olayı yaşanmaktadır. Ülke genelinde sıklıkla görülen afetler

incelendiğinde, başta depremler olmak üzere, heyelan, su baskını, kaya düşmesi ve çığ gibi çeşitli afetler ön plana çıkmaktadır (Tablo 1 ve Şekil 1). 1930'lu yıllardan günümüze kadar geçen sürede yaklaşık 600.000 civarında konutun doğal afetler nedeniyle hasar gördüğü; bu hasara neden olan afetlerin ise %66' sının depremlerden, %10'unun heyelanlardan, %7'sinin kaya düşmelerinden ve %2'sinin meteorolojik olaylar ve çığ düşmelerinden kaynaklandığı ortaya konulmaktadır (Özkul ve Karaman 2007).

Tablo 1. Afet türlerine göre afetlerden etkilenen yerleşim birimi sayısı ve oranı (Gökçe ve ark., 2008).

Afetler	Afet Gören Yerleşim Birimi Sayısı	Toplam Yerleşim Birimi Sayısına Oranı (%)
Heyelan	5472	15.31
Kaya Düşmesi	1703	4.76
Su Baskını	2924	8.18
Deprem	3942	11.03
Diğer Afetler	992	2.78
Çığ	605	1.69

AFAD tarafından hazırlanan ve Türkiye'de Afet Yönetimi ve Doğa Kaynaklı Afet İstatistikleri başlıklı rapora göre, 1980 – 2017 yılları arasında meydana gelen afetler incelendiğinde, can kaybı bakımından Türkiye'de bir milyon kişi başına yılda ortalama 6-25 kişinin doğa kaynaklı afetler nedeniyle hayatını kaybettiği görülmektedir (AFAD, 2018). Buna ek olarak, güncel afet olayları incelendiğinde, Ekim 2020'de Ege Denizi'nde meydana gelen deprem (yaklaşık 120 kişinin ölümü, 1100 kişinin yaralanması) ve Şubat 2023'te Kahramanmaraş İli ve Gaziantep İlinde meydana gelen depremler (Nisan 2023 itibarıyla yaklaşık 50.400 kişinin ölümü, 122.000 kişinin yaralanması) sayılabilir. Bu depremler, yakın zamanda can ve mal kayıplarının yaşanmasına neden olan afet olaylarıdır (Şekil 2 ve Şekil 3).



Şekil 1. Türkiye genelinde afete uğramış yerleşim birimleri (Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, 2008).



Şekil 2. Kahramanmaraş ve Gaziantep depremleri sonrası meydana gelen hasarlar (2023 yılı) (1) (URL 1).



Şekil 3. Kahramanmaraş ve Gaziantep depremleri sonrası meydana gelen hasarlar (2023 yılı) (2) (URL 1).

Yukarıda sıralanan uluslararası ve ulusal düzeyde meydana gelen afet olaylarının tecrübe edilmesiyle, kent planlama süreçlerinde afet risklerinin göz önünde bulundurulması zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Ülkemizde gözlenen pek çok afet türü arasından öne çıkan depremlerin yaratabileceği kayıpların boyutu, 1999 yılında gerçekleşen Marmara Depremi'ne kadar hem bir kentsel problem olarak hem de yaşam kalitesini direkt olarak etkileyen başat bir unsur olarak dikkate alınmamıştır. Bu duruma gereken hassasiyetin gösterilmediği ilgili yasa ve mevzuat içerisinde de bu konuya yeterince yer verilmemesinden kaynaklanmaktadır. 1999 yılı sonrası süreçte ise “umut verici arayışların” ağırlıkla yapı iyileştirmesi ve bu

başlamda kentsel dönüşüm olarak tanımlanan yenileme operasyonları biçiminde ortaya çıktığı izlenmektedir. Mevzuatın da söz konusu yenileme faaliyetlerini bölge ve parsel ölçeğinde desteklediği bu süreçte, kentlerde güvenli açık alanlara olan gereksinim hiç dikkate alınmazken, kentlerin daha fazla yoğunlaşması problemiyle de karşı karşıya kalmıştır.

Milat olarak kabul edilen Marmara Depremi sonrasında meydana gelen gelişmeler incelendiğinde, Türkiye’de yaşanan afet tecrübelerinden çıkarılması gereken en önemli ders olan risk yönetimi konusunda yeterli farkındalığa sahip olunmadığı ve kriz yönetimi aşamasında olası bir afet durumuna müdahale edilmesi yönündeki çabaların yeterli olduğu kanısının yaygın

olduğu gözlenmektedir. Oysa 2018 yılında AFAD tarafından yayınlanan Türkiye’de Afet Yönetimi ve Doğa Kaynaklı Afet İstatistikleri başlıklı raporda, afetler konusunda bundan sonraki süreçte risk azaltma konusuna öncelik verileceği ve başarılı bir afet yönetiminin temelinde risk azaltma olduğunun altı önemle çizilmiştir (AFAD, 2018). Buna ek olarak, Eylül 2021 döneminde tamamlanan ve Denizli İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü tarafından yayınlanan İRAP raporunda “Gerçekleşmesi muhtemel her türlü afete ve neden olabileceği risklere önceden sistematik bir şekilde hazırlıklı olmak ve afet yönetim stratejilerini belirlemek, ekonomik ve sosyal zararlarına, can ve mal kayıplarına, kentleri ve insanların hayatını için, nasıl bir şekilde ve ne oranda etkilenebileceğine yönelik analizlerin beklenen afetin gerçekleşmesinden önce yapılması elzemdir.” ifadesi yer almaktadır (AFAD, 2021).

Peki, kent planlama süreçleri ile risk azaltma temelli afet yönetimi süreçlerinin eşgüdümlü olarak yürütülmemesi halinde, başka bir deyişle, yerleşim alanlarının afet riskleri karşısında daha savunmasız ve olası hasarlara açık hale gelmesine neden olan faktörler nelerdir? Bu soruya kent planlama disiplini ile ilişkilendirilebilecek farklı perspektiflerden çeşitli yanıtlar vermek mümkündür. Bu yanıtlar şu şekilde listelenebilir (Doğan, 2016):

2.1. Çevresel faktörler

İklim değişikliğinin etkileri, ormansızlaşma, çölleşme, sınırlı kaynak kullanımındaki gözlenen yanlışlar, yoğun fosil yakıt kullanımı, yapı çevrenin baskısı, salgın hastalık riski, geri dönüşüm ve atık yönetimi süreçlerinin yetersizliği.

2.2. Ekonomik faktörler

Yetersiz ekonomik imkânlar, gelir dağılımında gözlenen eşitsizlik, ekonomik krizler, sosyal sınıfların yer seçim kararları, rant odaklı yaklaşımlar, zorunlu deprem sigortasının yaygınlaşmaması, birim maliyeti düşürmek adına inşa edilen niteliksiz yapı stoğu, afetlerle mücadele için yeterli kaynağın olmayışı.

2.3. Kurumsal faktörler

Modern bütünlük afet yönetim sistemine geçilememesi, koordineli örgütsel risk yönetiminin olmaması, ilgili kurum ve kuruluşlar arasında gözlenen eşgüdüm sorunları, hazırlık ve acil durum sisteminin merkezileşmesi, kriz durumunda tıkanan hiyerarşik yapı, mevcut kurumlara ve sivil toplum örgütlerine karşı güven eksikliği, yapı denetimin etkin uygulanmaması, afetlere ilişkin kurumsal kültürün olmayışı, afet öncesinde kurumların görev tanımlarının eksikliği.

2.4. Yasal faktörler

Afet risklerinin azaltılması ve dirençli kentlere ilişkin yasal mevzuatın yetersiz olması, afet odaklı arazi kullanım planlanmasına ilişkin mevzuatın eksikliği, denetim mekanizmalarının etkin olmaması, can ve mal kayıplarının yaşanması durumuna ilişkin caydırıcı

hukuki yaptırımların yetersizliği, barınma hakkının yasalarla koruma altına alınmaması, mevzuata ilişkin revizyonlar yapılırken ülkenin sosyo-kültürel yapısına uygun olmayan ülkelerin örnek alınması.

2.5. Teknik faktörler

Afetlerin etkileri ile mücadele konusunda yetersiz fiziki kapasite, toplanma alanlarının yetersizliği, alternatif tahliye güzergâhlarının eksikliği, sık sık imar aflarının çıkarılmasıyla kentsel dokunun bozulması ve kaçak yapılaşmanın meşrulaşması, kentsel dönüşüm süreçlerinin etkin yönetilmemesi, öngörülen afet risklerine karşı kentsel ölçekte alınan önlemlerin yetersizliği, uygun olmayan jeolojik formasyona yüksek katlı yapı yapılmasına göz yumulması, iskân ruhsatı verilmesi aşamasında yapının dayanıklılığının denetlenmemesi, mühendislik ilkelerine uyulmadan inşa edilen yapıların varlığı, yapı içinde tehlikeli kullanımların (soba, doğalgaz kombisi, vs.) olmasının afet etkisini büyütmesi, projelendirmeye yönelik teknik hatalar.

Görüldüğü üzere, nüfus birikim süreçlerinin hızlı biçimde gözlemlendiği kentsel alanlarda kentin kırılabilirliğini ve savunmasızlığını etkileyen pek çok faktör mevcuttur. Yaşanan afet tecrübeleri dikkatle incelendiğinde, toplumun her katmanını çevresel, ekonomik ve sosyal yönden direkt olarak etkileyen afetlere karşı ivedilikle farkındalığın geliştirilmesi ve doğru uygulama örneklerinin yerele özgü dinamikler göz önünde bulundurularak hayata geçirilmesi artık bir zorunluluk haline gelmiştir.

3. Çalışma alanı, veri ve yöntem

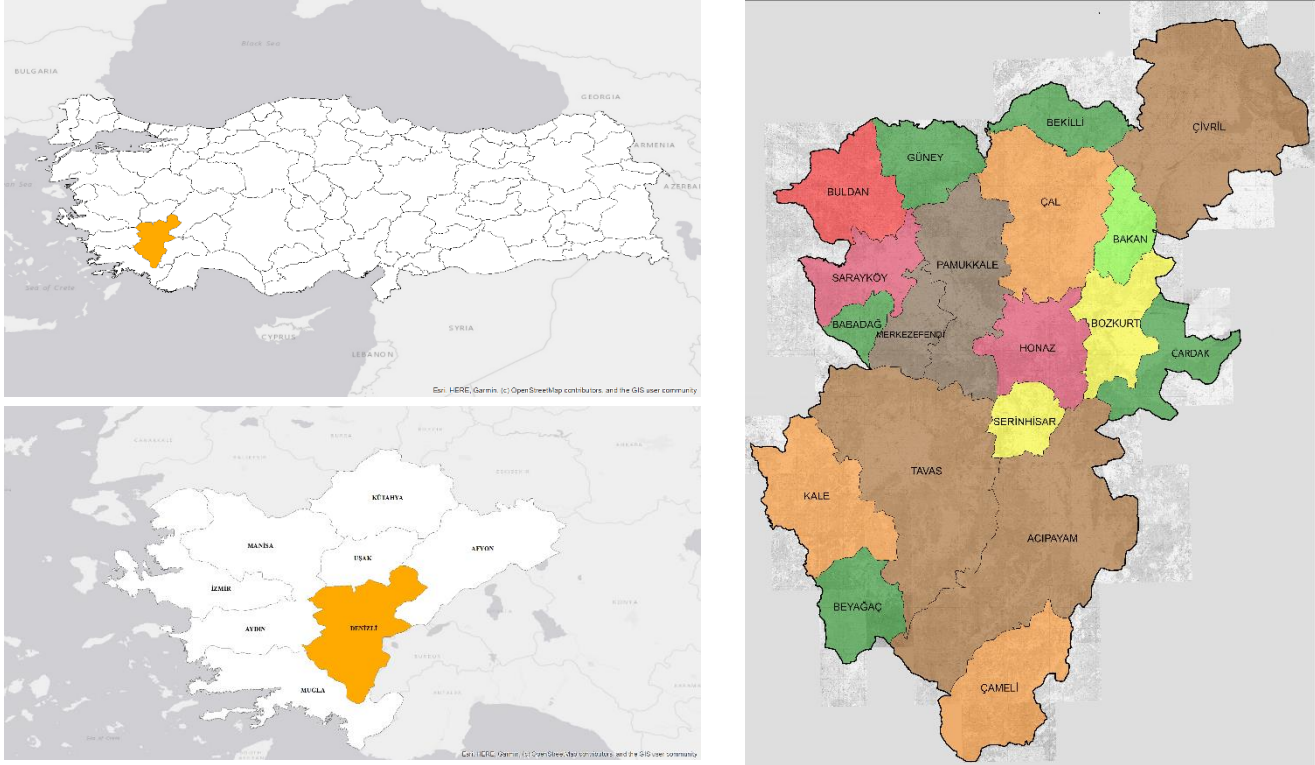
Çalışma alanı olarak Denizli İl bütünü seçilmiştir. Bu seçimin temel gerekçeleri arasında Denizli İlinin I. derece deprem kuşağında yer alması, Denizli İli nüfusunun büyük kısmının (%63 oranında) kentsel niteliğin ağırlıkta olduğu merkez ilçelerde yaşaması, yapı stoğunun ağırlıklı olarak 2000 yılı öncesinde inşa edilmiş olması, tarım alanları ve alüvyon zemin üzerine yapılaşmanın gözlenmesi, dört farklı afet türünün (deprem, yangın, kütle hareketleri, meteorolojik ve iklim değişikliği kaynaklı afetler) belirli zamanlarda ve bölgelerde tekrarlanması ve sıklıkla göç alma – verme durumunda olan kentte yeni ve çok katlı yapılaşmanın hızlanması gibi önemli faktörler yer almaktadır.

Türkiye’de son 30 yılda ekonomi ve nüfus bakımından en çok büyüyen 9 kentten biri olan Denizli İlinde nüfus dinamiklerinin hızla değişmesi dikkat çekmektedir. 1980’li yıllardan yaklaşık 251.000 kişi olan nüfus yaklaşık 40 yıllık zaman diliminde 4,2 kat artarak 1.056,332 kişiye ulaşmıştır (Kara, 2011). Anadolu’da yaşanan sosyo-ekonomik, mekânsal ve toplumsal dönüşümün öncü kentlerinden biri olan Denizli’de 1970’ler döneminde sanayileşme sürecinin ivme kazanmasıyla özellikle tekstil sektöründeki yatırımların ön plana çıktığı ve buna bağlı olarak kırdan kente göçün hızlandığı görülmektedir. 1980 yılında kararname ile “Kalkınma Öncelikli Yöre (KÖY)” kapsamında alınan il, IV. Beş Yıllık Kalkınma Planı (1979 – 1983)’nda yatırımların teşvik edileceği ve kalkınma faaliyetlerinin hızlandırılacağı bölge olarak seçilmiştir. Mevcut turizm

potansiyelinin (Pamukkale travertenleri, bölgedeki şifalı su kaynakları ve tarihi miras) yanı sıra, tarım, hayvancılık, yenilenebilir enerji, sanayi, eğitim, sağlık ve hizmet sektöründe gözlenen gelişmeler sonucunda Denizli kenti zamanla çevresindeki illere göre bir çekim merkezi niteliği kazanmıştır. Dolayısıyla, günümüzde devam etmekte olan göç hareketliliği, kentin sektörel yapısının genişlettiği istihdam olanaklarının dikkat çekmesinin doğal bir sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır (Şanlı ve Kara, 2019; Belge, 2018).

Kentsel yayılma ve saçaklanmanın tarım alanları ve alüvyon zeminin bulunduğu alanlara doğru gerçekleştiği

Denizli kentinde, hızlı nüfus artışı ve yoğun yapılaşma faaliyetlerinin de etkisiyle, afet risklerine bağlı olarak kentsel dirençliliğin azaldığı gözlenmektedir. Örneğin, yakın tarihte gerçekleşen depremlerin sebep olduğu can ve mal kayıplarının, 1900 – 2021 yılları arasında meydana gelen toplam 371 depremin (47 adedinin büyüklüğü 5 - 6 Mw arasında, 5 adedinin büyüklüğü 6 – 7 Mw arasında) sebep olduğu kayıplara göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir (AFAD, 2021). Şekil 4'te Denizli kentinin ülke içerisindeki konumu ve çalışma alanı olarak belirlenen Denizli kentinin ilçeleri sunulmuştur.



Şekil 4. Denizli kentinin ülke içerisindeki konumu ve çalışma alanı.

Denizli kentine ilişkin afet arşiv kayıtları incelendiğinde, yıkıcı etkileri açısından öne çıkan afetler deprem, heyelan, taşkın, kaya düşmeleri, meteorolojik ve iklimsel afetler, endüstriyel kazalar ve yangınlar olarak sıralanmaktadır (AFAD, 2021). Meydana gelen afetlerin direkt ve/veya dolaylı etkileri bakımından kentin tamamının risk altında olduğu görüşünden hareketle, çalışma kapsamında Denizli İl bütününe ilişkin afet riskinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Buna göre, çalışma kapsamında afet riski oluşturan parametreler genel olarak iki gruba ayrılmış olup, doğal ve yapı çevreye ilişkin unsurlar olmak üzere toplam 8 parametre mekânsal analizlerin yapılması sürecinde dikkate alınmıştır:

a. Doğal çevreye ilişkin parametreler

Topoğrafik yapı unsurları (eğim, bakı, yükselti), meteorolojik yapı unsurları (yağış miktarı), fay hatları, hidrolojik yapı ve toprak kabiliyeti

b. Yapılı çevreye ilişkin parametreler

Arazi kullanım deseni.

Çalışma kapsamında doğal ve yapı çevreye ilişkin unsurların temin edilmesinde yararlanılan temel veri kaynakları Maden Tetkik Arama Enstitüsü (MTA)'nın güncel olarak yayınladığı 1/25.000 ölçekli haritalarda yer alan bilgiler (fay hatları), Denizli İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü (AFAD) tarafından hazırlanan sayısal haritalarda yer alan bilgiler (eğim, bakı, yükselti, yağış miktarı), Denizli İl Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanan sayısal haritalarda yer alan bilgiler (toprak kabiliyeti), Denizli Büyükşehir Belediyesi tarafından hazırlanan 1/25.000 ölçekli haritalarda yer alan bilgiler (arazi kullanım deseni, hidrolojik yapı) ve Corine Arazi Örtüsü/Kullanımı Sınıflandırması platformu üzerinden çalışma alanına yönelik 2022 yılına ait güncel uydu görüntüleri biçiminde sıralanabilir. Sıralanan veriler Ekim 2022 – Mart 2023 arasındaki yaklaşık 6 aylık dönemde ilgili kurum ve kuruluşlardan temin edilmiştir.

Tablo 2'de sunulan ve çalışmada kullanılan parametrelere ilişkin sınıflandırmanın yer aldığı tabloda doğal ve yapı çevre unsurları detaylı biçimde ifade edilmiştir. Buna göre, çalışmada eğim unsuru (%0-10, %10 – 20, %20 ve üzeri), bakı unsuru (doğu – batı, güney, kuzey), yükselti unsuru (0 – 500 metre, 500 – 1000

metre, 1000 metre ve üzeri) ve yağış miktarı faktörü (100 – 400 mm, 400 – 700 mm, 700 mm ve üzeri) üçlü bir sınıflamada ele alınmıştır. Ayrıca, fay hatları unsuru (fay hattı var, fay hattı yok), hidrolojik yapı unsuru (kuru düre, mevsimlik akarsu, çay, dere, sürekli akarsu), toprak kabiliyeti unsuru (organik topraklar, kahverengi topraklar, kolüvyal topraklar, hidromorfik topraklar, alüvyal topraklar, kırmızı topraklar) ve arazi kullanım unsuru (tarım alanları, çayır – mera alanları, orman alanları, sanayi alanları, ulaştırma – altyapı, yerleşim alanları) niteliğine göre değerleri değişkenlik gösterecek biçimde sınıflandırılmıştır. Yapılan sınıflandırmalar, benzer içeriğe sahip ulusal ve uluslararası nitelikteki akademik çalışmaların incelemesi sonucu oluşturulmuştur. Çalışmada alanın jeolojik formasyon niteliklerine yönelik herhangi bir inceleme ve mekânsal analiz yapılmamıştır. Bu sebeple, tabloda bu unsurla ilgili herhangi bir veri ve sınıflandırma yer almamaktadır.

Şekil 5'te sunulan ve doğal yapıya ilişkin parametreler arasında yer alan eğim, bakı ve yükseltiye ilişkin hazırlanan tematik haritalar incelendiğinde, il bütününde % 0 – 10 arasındaki eğimli alanların ve 0 – 1000 metre arasında yükselti değerine sahip alanların ağırlıkta olduğu, doğu ve kuzey yönlü bakı özelliğinin il bütününde ağırlıkta olduğu ancak özellikle merkez ilçelerde (Pamukkale ve Merkezefendi ilçeleri) kuzey ve kuzeydoğu yönlü bakı özelliğinin ön plana çıktığı saptanmıştır. İRAP kapsamında, bu parametrelere ilişkin aktarılan bilgiler incelendiğinde, Denizli kenti ve çevresinde yükselti değerlerinin 125 – 2500 metre arasında değişkenlik gösterdiği, eğim değerlerinin il bütününde ortalama %10 oranında olduğu ve az eğimli alanların toplam alanın %83'ünü oluşturduğu görülmüştür. Alana topoğrafik açıdan bakıldığında, genel olarak, il bütünüünün yaklaşık %47,1'ini dağlar, %28,2'sini ovalardan, %23,2'sini platolardan ve %1,5'ini ise yaylalardan oluştuğu ifade edilebilir (AFAD, 2021). Buna göre, alanın eğim ve yükselti özelliklerinin, heyelan riski başta olmak üzere, pek çok afet riskini olumsuz yönde etkileyebileceği açıktır.

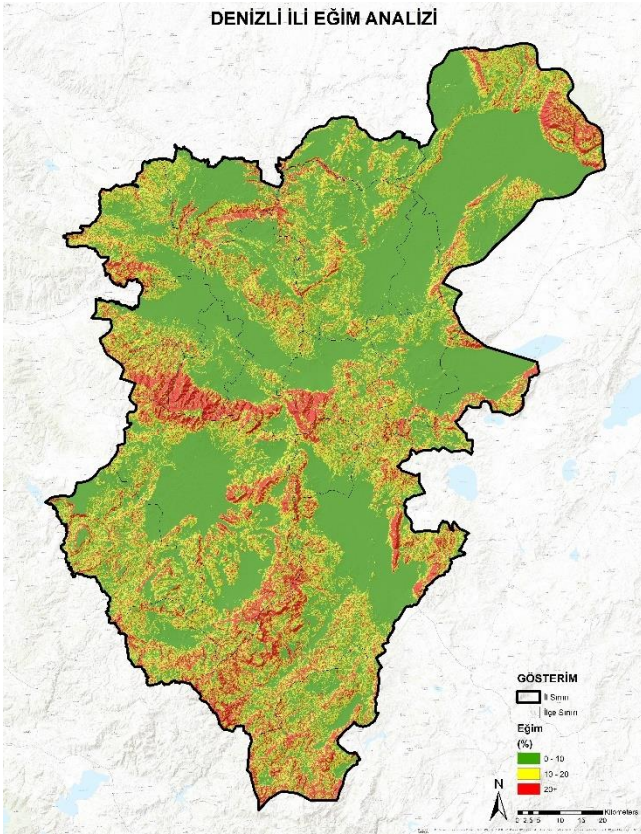
Doğal yapıya ilişkin diğer parametreler arasında yer alan ve Şekil 6'da sunulan fay hatları, hidrolojik yapı ve toprak kabiliyetine ilişkin haritalar incelendiğinde, Denizli il bütününde yer alan toplam 6 fay zonu olduğu ve bu zonların Sarayköy, Babadağ, Pamukkale, Merkezefendi, Honaz, Çivril, Çardak, Bozkurt, Çameli, Acıpayam ve Beyağaç ilçelerini direkt olarak etkilediği tespit edilmiştir. Ayrıca, ilin büyük çoğunluğunun sedimanter birimlerden oluştuğu, tüm ilçelerde kırıntılı kayalar, kireçtaşı birimleri ve karasal ve gölsel karbonatlı birimlerinin yer aldığı İRAP kapsamında aktarılan detaylı bilgilerdir (AFAD, 2021). Büyük Menderes Havzası ve Çürüksu Vadisi boyunca yerleşim alanlarının kurulduğu ve tarımsal üretim faaliyetlerinin sürdürüldüğü Denizli İli ve ilçelerinde görülen alüvyon zemin afet riskini olumsuz yönde etkileyen önemli faktörlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Su varlığı açısından mevcut durumun ortaya konulduğu hidrolojik yapı analizinden elde edilen

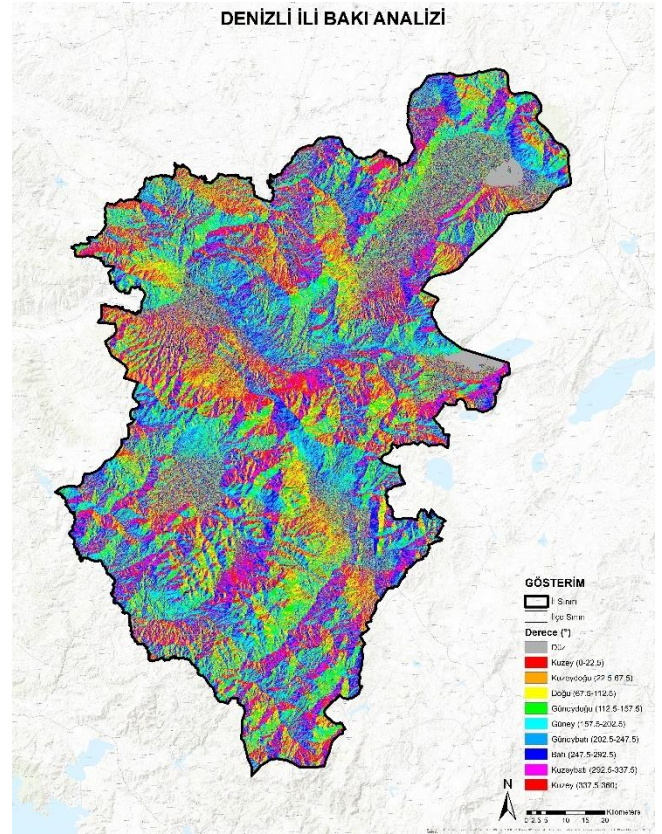
bulgulara göre, il genelinde toplam 23 baraj ve göletin yer aldığı ve zengin yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının bulunduğu görülmüştür. Buna göre, başlıca akarsu kaynakları olarak Büyük Menderes (44,32 m³/sn), Çürüksu Çayı (9,26 m³/sn), Akçay (Bozdoğan Çayı) (17,37 m³/sn), Dalaman Çayı (17,37 m³/sn), Küfi Çayı (3,43 m³/sn), Gökpınar Çayı (2,86 m³/sn) ve Yeni Dere (2,46 m³/sn) sayılabilir (DSİ 21. Bölge Müdürlüğü, 2020). Su varlığının meteorolojik ve iklimsel koşullara bağlı olarak sebep olabileceği afet riskleri bakımından il ve yakın çevresi dezavantajlı durumdadır (Özcan, 2008; Pancar ve Gökçe, 2022). Toprak kabiliyeti açısından incelendiğinde ise, iklimsel koşullar ve topoğrafik etkilerle il bütününde büyük toprak gruplarının oluştuğu (alüvyal topraklar, hidromorfik topraklar, kahverengi topraklar, kolüvyal topraklar, kırmızı topraklar ve organik topraklar) ve özellikle tarıma elverişli alanlarda tuzluluk, meyil, su ve rüzgâr erozyonu gibi bazı olumsuzlukların bulunduğu tespit edilmiştir. Özellikle alüvyal toprak ve kolüvyal toprak türlerinin meydana gelebilecek heyelan ve sel tipi afet olayları için risk arttıran faktörler olduğu bilinmektedir.

Mevcut iklimsel ve meteorolojik özellikler yerleşim alanlarındaki afet riskleri ile direkt olarak ilişkilidir. Bu noktadan hareketle yapılan yağış miktarı analizi ve Denizli İline ilişkin derlenen meteorolojik bilgiler incelendiğinde (Şekil 7), karma iklim (karasal iklim ve Akdeniz iklimi) yapısına sahip ilde ortalama yıllık sıcaklık değerinin 16,2°C ve ortalama yağış miktarının 568,7 mm olduğu saptanmıştır. Yıl boyunca yağmurlu mevsimin yaklaşık 6,5 ay boyunca sürmesi, yaz ve kış dönemleri arasında alana düşen yağış miktarının önemli farklılıklar göstermesi, kışın dönemsel olarak görülen aşırı yağışlar ve yazın yağış miktarının az olmasından kaynaklı görülen kuraklık gibi faktörlere bağlı olarak il ve yakın çevresinde seller ve su taşkınlarına ilişkin afet risklerini önemli ölçüde artmaktadır. Mevsim normallerinin dışında gözlenen aşırı yağış olayları kırsal nitelikli alanlarda sele bağlı olarak yaşanan can ve mal kayıpları ile tarım ürünlerinin su altında kalmasına neden olurken; kentsel nitelikli alanlarda ise su taşkınlarına bağlı olarak yaşanan can ve mal kayıpları ile altyapı unsurlarının zarar görmesine neden olmaktadır (Özcan, 2008; Oğuz ve ark., 2016; Pancar ve Gökçe, 2022).

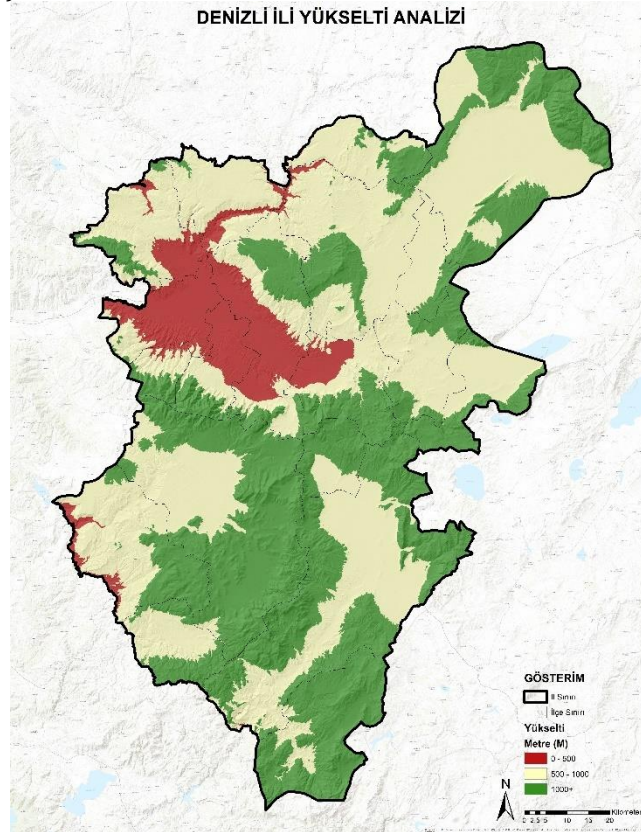
İRAP kapsamında aktarıldığı üzere, iklim sınıflandırılması yöntemleri kullanılarak yapılan analiz sonuçlarına göre, Denizli İli yarı kurak, az nemli, kışları serin ve yazları sıcak iklim sınıfındadır. Türkiye geneline göre değerlendirildiğinde ise, Denizli İli kuraklık indeksine göre yarı-kurak bölgede yer alan, az nemli ve iklim özelliği su fazlası kış mevsiminde ve çok kuvvetli olan sınıfına giren illerden biridir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2021). Buna göre, küresel iklim değişikliğine bağlı olarak gözlenen kuraklık olaylarının il bütünü ve yakın çevresinde gözlemlendiği ve zamanla artacağı öngörülmektedir. Dolayısıyla, kuraklık tehdidiyle karşı karşıya olan ilin afet riskleri açısından dezavantajlı bir durumda olduğunu söylemek mümkündür.



(5a)



(5b)



(5c)

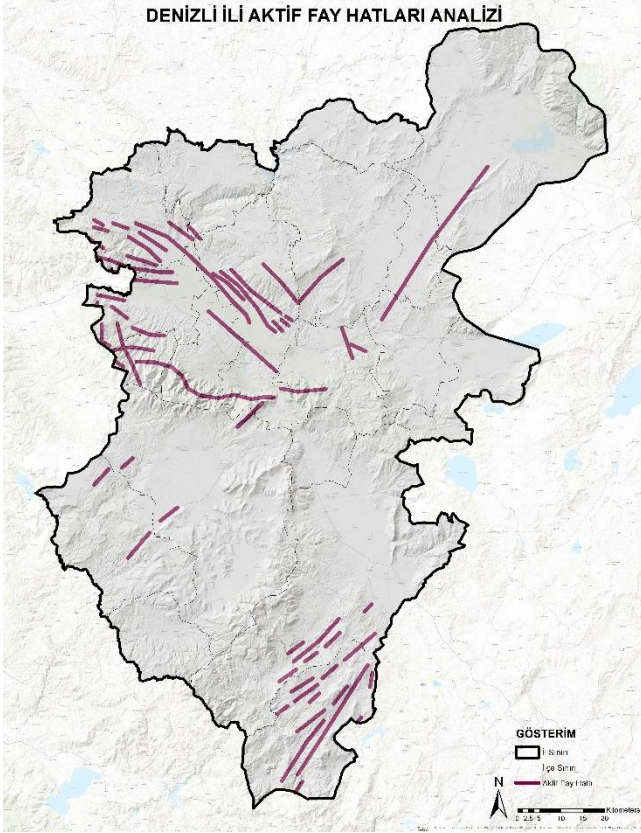
Şekil 5. Doğal çevreye ilişkin tematik haritalar: (5a) Eğim analizi, (5b) bakı analiz, (5c) yükselti analizi.

Corine Arazi Örtüsü/Kullanımı Sınıflandırması platformundan yararlanılarak temine edilen ve 2022 yılına ait güncel uydu görüntüleri incelenmiştir. Bu uydu görüntülerinden yararlanılarak hazırlanan, Şekil 8'de sunulan ve Denizli iline ilişkin mevcut arazi kullanım desenine ilişkin tematik harita incelendiğinde, il

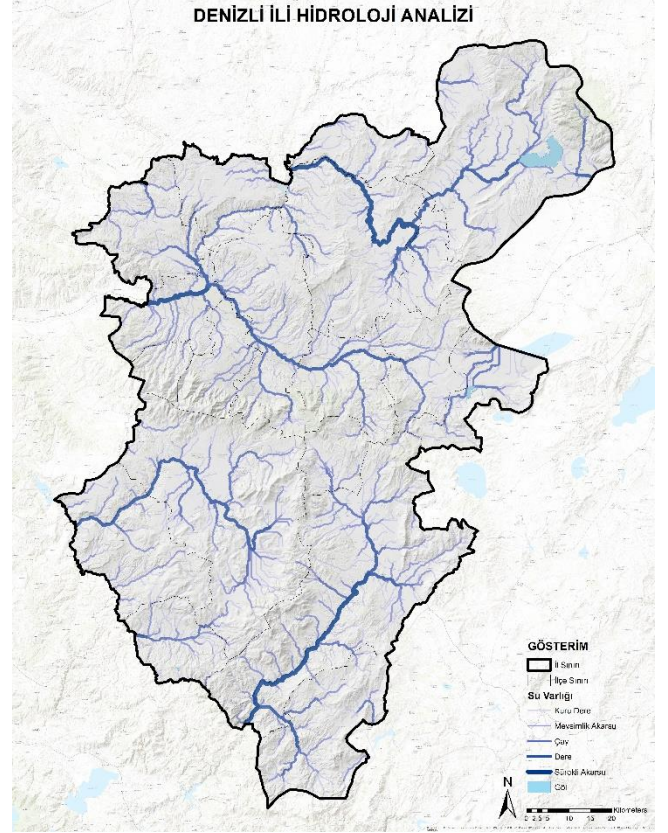
bütününde arazi kullanım türleri arasında orman ve fundalık arazilerin alansal büyüklüğünün en fazla olduğu (%49), tarım arazilerinin (%31), yerleşim alanlarının (%18) ve çayır-mera alanların (%2) diğer arazi kullanım türlerini oluşturduğu tespit edilmiştir. Orman alanlarının genel arazi kullanım türleri içerisinde yüksek oranda yer

tutması, yerleşim alanlarının il bütününe yaklaşık %20'sini oluşturması, önemli ekonomik getiri sağlanan tarımsal üretimin yapıldığı alanların fazla olması gibi unsurlar doğal çevre dinamikleri açısından oldukça avantajlı bir durum oluşturmasına karşın, bu unsurların

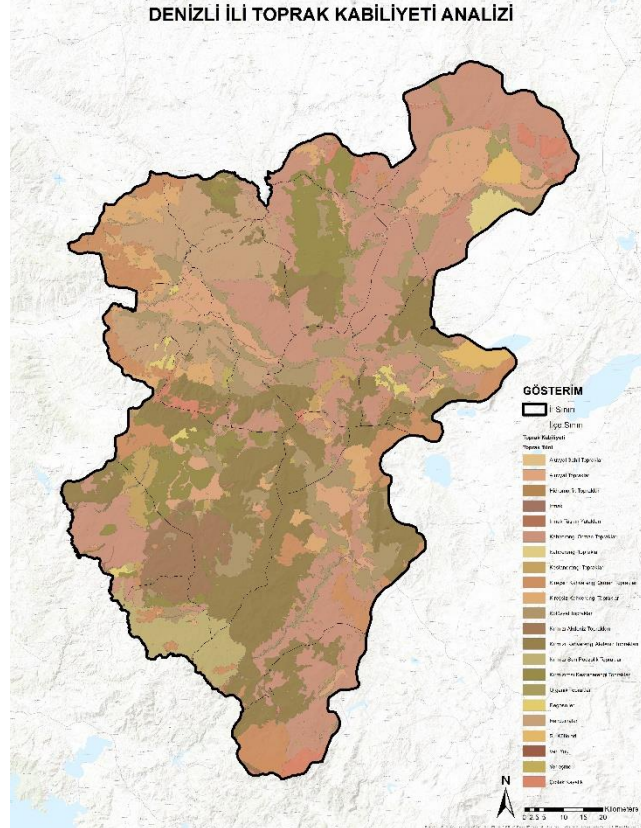
varlığı olası afet risklerini meydana getirmesi bakımından da önemli dezavantajlar yaratmaktadır. Orman yangınları, depremler, su taşkınları, seller ve kuraklık başta gelen afet riskleri arasında yer almaktadır.



(6a)



(6b)

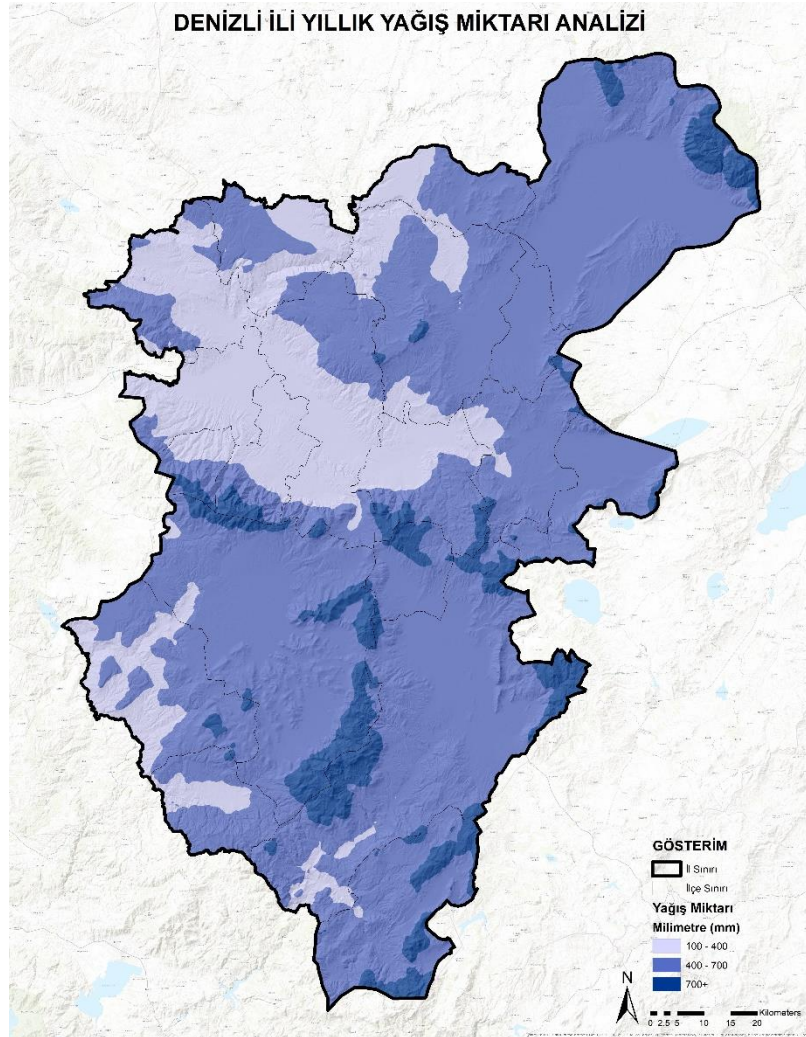


(6c)

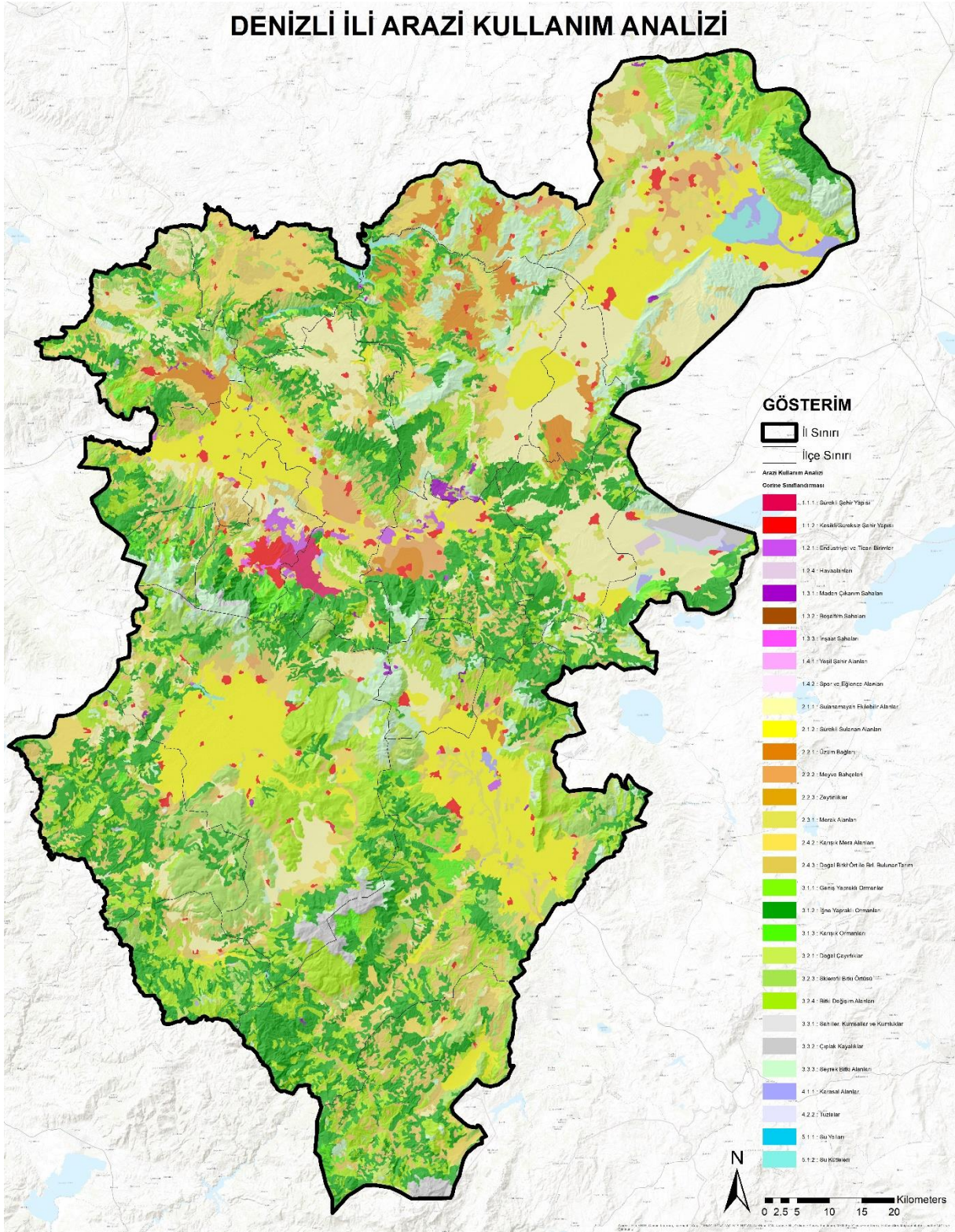
Şekil 6. Doğal çevreye ilişkin tematik haritalar: (6a) Fay hatları analizi, (6b) hidrolojik yapı analizi, (6c) toprak kabiliyeti analizi.

Aydeniz İklim Sınıflandırması													
Kuraklık Katsayısı	1,01	İklim Tipi		Kurak									
Erinç İklim Sınıflandırması													
Yağış Etkinlik İndisi	24,52	İklim Tipi		Yarı Nemli									
DeMartonne İklim Sınıflandırması													
Kuraklık İndisi	11,93	İklim Tipi		Yarı Kurak - Nemli Arası									
Trewartha İklim Sınıflandırması (evrensel sıcaklık ölçeğine göre)													
Kış mevsimi iklim tipi	Kışları serin, (6,04)			Yaz mevsimi iklim tipi		Yazları sıcak (27,55)							
Thorntwaite İklim Sınıflandırması													
İklim Sınıfı	C1,B'3,s2,b'3	C1: Yarı Kurak-Az Nemli	B'3: 3. Derece Mezotermal	s2: Su fazlası kış mevsiminde ve Çok kuvvetli olan				b'3: Yaz Buharlaşma Oranı : % 55					
DENİZLİ													
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ölçüm Periyodu (1957 - 2022)													
Ortalama Sıcaklık (°C)	5.9	7.2	10.1	14.7	19.6	24.3	27.3	27.0	22.6	17.1	11.6	7.6	16.3
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	10.5	12.4	15.9	21.0	26.5	31.4	34.7	34.6	30.2	23.9	17.5	12.3	22.6
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	2.3	3.1	5.3	9.2	13.4	17.5	20.3	20.0	16.0	11.5	7.1	4.2	10.8
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	3.7	4.5	5.6	7.0	9.0	10.9	11.7	10.9	9.2	6.8	5.0	3.5	7.3
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	12.15	10.76	11.20	10.02	8.77	5.32	2.09	1.98	3.05	5.91	7.58	12.23	91.1
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	90.7	70.5	63.4	50.9	42.8	27.6	14.5	10.8	16.0	35.6	54.7	90.1	567.6
Ölçüm Periyodu (1957 - 2022)													
En Yüksek Sıcaklık (°C)	22.6	25.9	30.8	35.8	39.5	44.1	43.9	44.4	41.6	36.9	29.9	26.6	44.4
En Düşük Sıcaklık (°C)	-10.5	-11.4	-7.0	-2.0	2.7	7.9	12.6	11.6	6.6	-0.8	-4.5	-10.4	-11.4

7a



Şekil 7. Doğal çevreye ilişkin tematik haritalar [(7a) Denizli İli İklim Sınıflandırması (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2021) ve (7b) Yağış miktarı analizi.



Şekil 8. Yapılı çevreye ilişkin tematik harita (Arazi kullanım analizi).

Kentlerin planlanması sürecinin temel hedefleri arasında koruma-kullanma dengesi gözetilerek yapı çevrenin biçimlendirilmesi, günümüz ihtiyaçlarının gelecek nesillerin ihtiyaçlarından feragat edilmeden giderilmesi, sürdürülebilirliğin sosyal, ekonomik ve çevresel boyutta sağlanabilmesi yer almaktadır. Bunlara ek olarak, vatandaşların sağlıklı, güvenli ve yaşam kalitesi yüksek çevrelerde yaşayabilmesi amacıyla olası afetler öncesinde risk yönetimi süreçlerinin doğru biçimde yürütülmesi hayati nitelik taşımaktadır. Bu doğrultuda, özellikle nüfusun hızla biriktiği kentsel

alanlarda tespit edilen afet türlerine ilişkin riskin niteliksel ve niceliksel olarak ortaya konulması bir gerekliliktir. Afet risklerine yönelik yerleşimler özelinde politika ve stratejilerin geliştirilebilmesi için öncelikli olarak mevcut risklerin ortaya konulması fikri, Eylül 2021 döneminde ülke genelinde tamamlanan İRAP ile başarılı biçimde ortaya konulmuştur (AFAD, 2021). Benzer bir içerik, 2002 yılında Japon Uluslararası İşbirliği Ajansı (JICA) ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) tarafından hazırlanan Türkiye Cumhuriyeti İstanbul İli Sismik Mikro-Bölgeleme Dâhil Afet

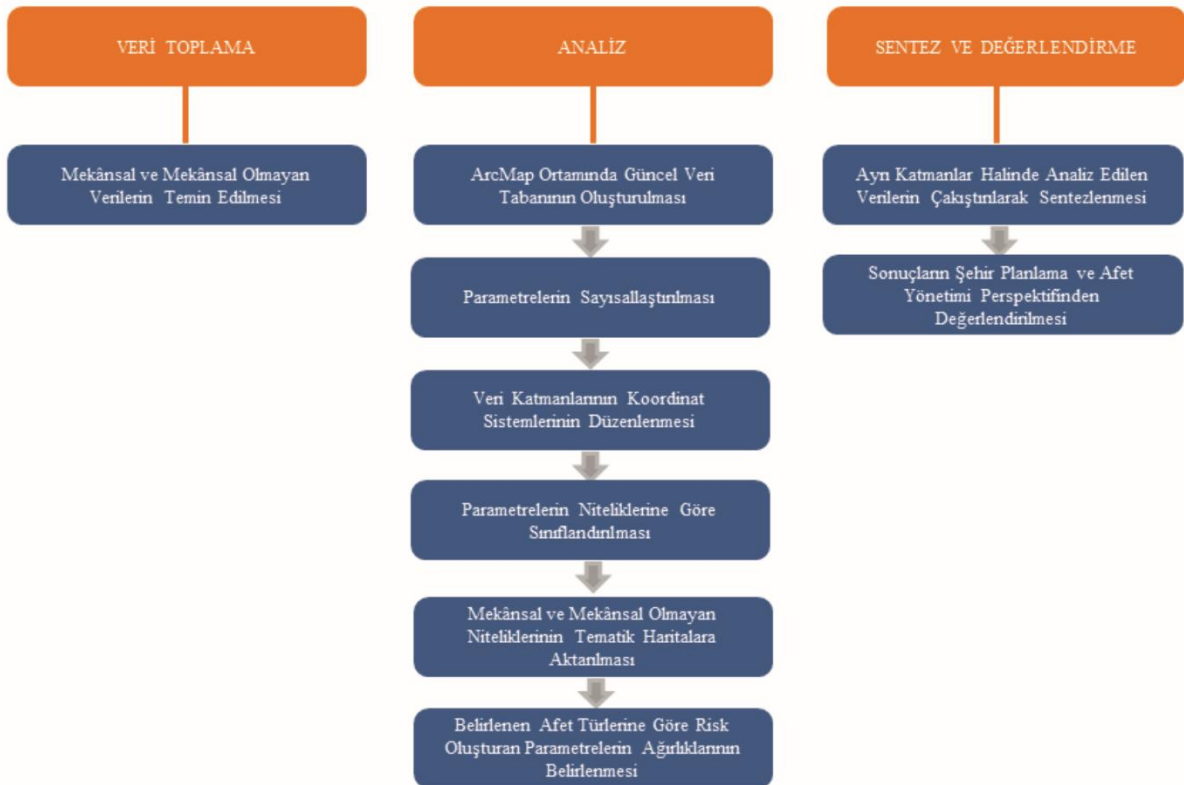
Önleme/Azaltma Temel Plan Çalışması raporunda karşımıza çıkmaktadır (JICA ve İBB, 2002).

Buna göre, çalışma kapsamında Denizli il bütünü için afet risklerine yönelik kapsamlı bir analiz yapılması amaçlanmıştır. Mekânsal ve mekânsal olmayan çok katmanlı analizlerin kısa sürede, doğru biçimde ve amaca uygun görselleştirme teknikleriyle yapılmasına olanak sağlayan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) araçları (Paul, 2022; Yılmaz ve ark., 2023; Kotan ve Erener, 2023) kullanılarak il özelinde afet risklerine yönelik analizler için yöntem olarak Ağırlık Çakıştırma (*Weighted Overlay*) yöntemi seçilmiştir. İleri konumsal analizler için sıklıkla tercih edilen bu yöntem, çok katmanlı ağırlıklı çakıştırma yöntemi olarak bilinmekte olup, çalışmanın parametrelerinin puanlanarak analiz edilmesi sonucunda istenilen ağırlıklarla normalize edilerek çakıştırılması yöntemi olarak tanımlanabilir (URL - 2). Çalışmada, kent in afetselliğini önemli ölçüde etkileyen doğal ve yapılı çevre unsurları dikkate alınarak, Denizli İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü tarafından ortaya konulan 4 farklı afet türünün (deprem, heyelan, kaya düşmesi, meteorolojik ve iklim değişikliği kaynakları afetler) oluşturabileceği afet risklerine yönelik mekânsal analizler yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular ile Denizli Valiliği İl Afet ve Acil Müdürlüğü (AFAD) tarafından hazırlanan İl Afet Müdahale Planı ve İl Afet Risk Azaltma Planı (İRAP) kapsamında ortaya konulan tespitler karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Çalışma kapsamında doğal ve yapılı çevreye ilişkin parametrelerin birlikte ve niceliksel olarak değerlendirmeye alındığı Ağırlık Çakıştırma yöntemi, yerleşim yerlerine ilişkin birden fazla afet türünün gözlemlendiği pek çok çalışmada yaygın biçimde tercih edilmiştir. Bu çalışmalara Bitlis İli için yapılan taşkın ve sel riski analizleri (Arıncı, 1999), Malatya İli için yapılan

deprem, heyelan, kaya düşmesi ve taşkın riski analizleri (Karadoğan, 2007), İstanbul İli Beykoz İlçesi için yapılan sel, toprak kayması ve heyelan riski analizleri (Akar ve ark., 2008), Zonguldak İli merkezi için yapılan afet risk analizi (Arca ve ark., 2011), Manisa İli Tekeler Köyü için yapılan heyelan duyarlılık analizi (Yılmaz, 2023), Hatay İli için yapılan deprem riski analizleri (Demirkesen, 2012) ve Van Gölü ve çevresi için yapılan tsunami riski analizleri (Özdemir, 2007) örnek verilebilir. Ayrıca, şehir planlama ve afet planlama süreçlerinin birlikte yürütülmesinde afet risk analizlerinin önemi vurgu yapan araştırmalar (Kızıloğlu ve ark., 2006; Kadioğlu ve Özdamar, 2008; Erkal ve Değerliyurt, 2009; Özşahin, 2013; Nurlu, 2015) da ilgili literatürde yer almaktadır.

Ortaya konulan amaç doğrultusunda, ArcMap yazılımı kullanılarak çalışmaya ilişkin güncel verilerden oluşan bir veri altyapısı oluşturulmuştur. Bahsi geçen veri tabanından yararlanılarak çalışmada sırasıyla şu adımlar izlenmiştir (Şekil 9): (1) Doğal ve yapılı çevreye ilişkin parametrelerin (eğim, baki, yükselti, yağış miktarı, fay hatları, hidrolojik yapı, toprak kabiliyeti ve arazi kullanım deseni) sayısallaştırılması, (2) veri katmanlarının koordinat sistemlerinin düzenlenmesi, (3) parametrelerin niteliklerine göre sınıflandırılması, (4) mekânsal ve mekânsal olmayan niteliklerin tematik haritalara aktarılması, (5) belirlenen afet türlerine göre risk oluşturan parametrelerin ağırlıklarının belirlenmesi, (6) ayrı katmanlar halinde analiz edilen verilerin çakıştırılarak sentezlenmesi ve (7) elde edilen sonuçların Denizli Valiliği İl Afet ve Acil Müdürlüğü (AFAD) tarafından hazırlanan İl Afet Müdahale Planı ve İl Afet Risk Azaltma Planı (İRAP) kapsamında ortaya konulan tespitler karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi.



Şekil 9. Yöntemin aşamaları.

Mekânsal analizlerin yapılması için çalışma kapsamında temin edilen doğal ve yapılı çevreye ilişkin parametreler kullanılarak afet riskine ilişkin sınıflamalar yapılmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Parametrelere ilişkin sınıflandırma.

Parametre	Değerler	Afet Riski Sınıflaması	Kodlama
Eğim (%)	0 – 10	Az riskli	1
	10 – 20	Orta riskli	2
	20 ve üzeri	Çok riskli	3
Bakı	Doğu - Batı	Az riskli	1
	Güney (Güney, Güneydoğu, Güneybatı)	Orta riskli	2
	Kuzey (Kuzey, Kuzeydoğu, Kuzeybatı)	Çok riskli	3
Yükselti (metre)	0 – 500	Az riskli	1
	500 – 1000	Orta riskli	2
	1000 ve üzeri	Çok riskli	3
Yağış Miktarı (mm)	100 – 400	Az riskli	1
	400 – 700	Orta riskli	2
	700 ve üzeri	Çok riskli	3
Fay Hatları	Yok	Az riskli	1
	Var	Çok riskli	3
Hidrolojik Yapı	Kuru dere	Az riskli	1
	Mevsimlik akarsu	Az riskli	1
	Çay	Orta riskli	2
	Dere	Çok riskli	3
	Sürekli akarsu	Çok riskli	3
Toprak Kabiliyeti	Organik topraklar	Az riskli	1
	Kahverengi topraklar	Az riskli	1
	Kolüvyal topraklar	Orta riskli	2
	Hidromorfik topraklar	Orta riskli	2
	Alüvyal topraklar	Çok riskli	3
	Kırmızı topraklar	Çok riskli	3
	Arazi Kullanım Deseni	Tarım alanları	Az riskli
Çayır-mera alanları	Az riskli	1	
Orman alanları	Orta riskli	2	
Sanayi alanları	Orta riskli	2	
Ulaştırma-altyapı	Çok riskli	3	
Yerleşim alanları	Çok riskli	3	

3.1. Eğim

Eğim, biriken yağış miktarını ve akış hızını etkilediği için sel ve taşkınların oluşumunda önemli bir etkidir. Eğim değerinin yüksek olduğu yerlerde toprağın su tutma kabiliyeti, eğim değerinin az olduğu yerlere oranla daha düşüktür. Ayrıca, eğim erozyon riskini arttıran en önemli faktörler arasında yer almaktadır (Özcan, 2008; Duman ve İrcan, 2022). Dolayısıyla, eğim arttıkça belli başlı afet türleri (heyelan, erozyon, sel, taşkınlar) için risk artmaktadır.

3.2. Bakı

Bakı, özellikle sel, taşkın, kuraklık ve erozyon açısından afet riski oluşturan bir etkidir. Topoğrafyanın kuzey ve güney yamaçlarında bakı durumu farklılık göstermektedir. Güneye bakan yamaçlarda, buharlaşmadan dolayı topraktaki su kaybı fazladır, dolayısıyla kuraklık olasılığı bu alanlarda artmaktadır. Kuzeye bakan yamaçlarda ise topraktaki nem fazla olduğu için tutma kapasitesi düşüktür, dolayısıyla sel ve erozyon riski bu alanlarda yüksektir. Bu yüzden sel ve taşkın riski açısından en riskli alanlar kuzeye bakılı yerlerdir (Özdemir, 2007).

3.3. Yükselti

Yükselti değerlerinin yüksek olduğu bölgeler genellikle eğimli alanlardır. Eğim değerlerinin yüksek olduğu alanlardaki akış gücü yüksek akarsular, bu alanlarda sel, taşkın ve erozyon riskini arttırmaktadır. Nehir vadisinin genişlediği kısımlarda, başka bir deyişle yükselti değerlerinin düşük olduğu alanlarda eğim değerleri azalmakta ve buna bağlı olarak afet riskleri azalmaktadır (Duman ve İrcan, 2022).

3.4. Yağış miktarı

İklimsel özellikleri itibarıyla yarı kurak iklim sınıfında olan bölgelerde ilkbahar ve kış mevsiminde yağış miktarının fazla ve sağanak şeklinde olması, özellikle eğimin yüksek olduğu ve bitki örtüsünün seyrek olduğu yamaçlarda erozyon, sel ve taşkın riskini arttırmaktadır.

3.5. Fay hatları

Bir fay hattı için kırılma boyu, kırılma genişliği, kırılma alanı ve yüzey yer değiştirmesine göre afet riskini etkileme derecesi değişkenlik göstermektedir (Fahjan ve ark., 2015). Özellikle yoğun nüfusun yaşadığı yerleşim alanları fay hatlarına yakınsa ve zemin sivilaşmasının olduğu alanlarda konumlanıyorsa alan deprem riski bakımından dezavantajlı durumdadır (Demir ve ark., 2022).

3.6. Hidrolojik yapı

Önemli afet türlerinden biri olan taşkınlar hidrolojik döngünün bir aşamasıdır ve bir yüzey akış biçimidir. Akarsu havzalarında meydana gelen taşkınlar, havzanın jeolojik yapısı, toprak yapısı, topoğrafik yapısı, iklimsel özelliklerle, vb. kaynaklı oluşabilir (Özmen, 2010). Akarsu ve dere yataklarının yanlış ve plansız arazi kullanım kararları neticesinde yapılaşmaya açılması sonucunda mevcut su yatağının daralması doğal afetleri birer felakete dönüştürmektedir (Demir ve Keskin, 2022; Oğuz ve ark., 2016).

3.7. Toprak kabiliyeti

Toprak kabiliyeti, arazinin eğim durumu ve üzerinde geliştiği litoloji ve bitki örtüsünün varlığına bağlı olarak erozyona karşı farklı duyarlılık durumları göstermektedir. Eğimin fazla olduğu, bitki örtüsünden

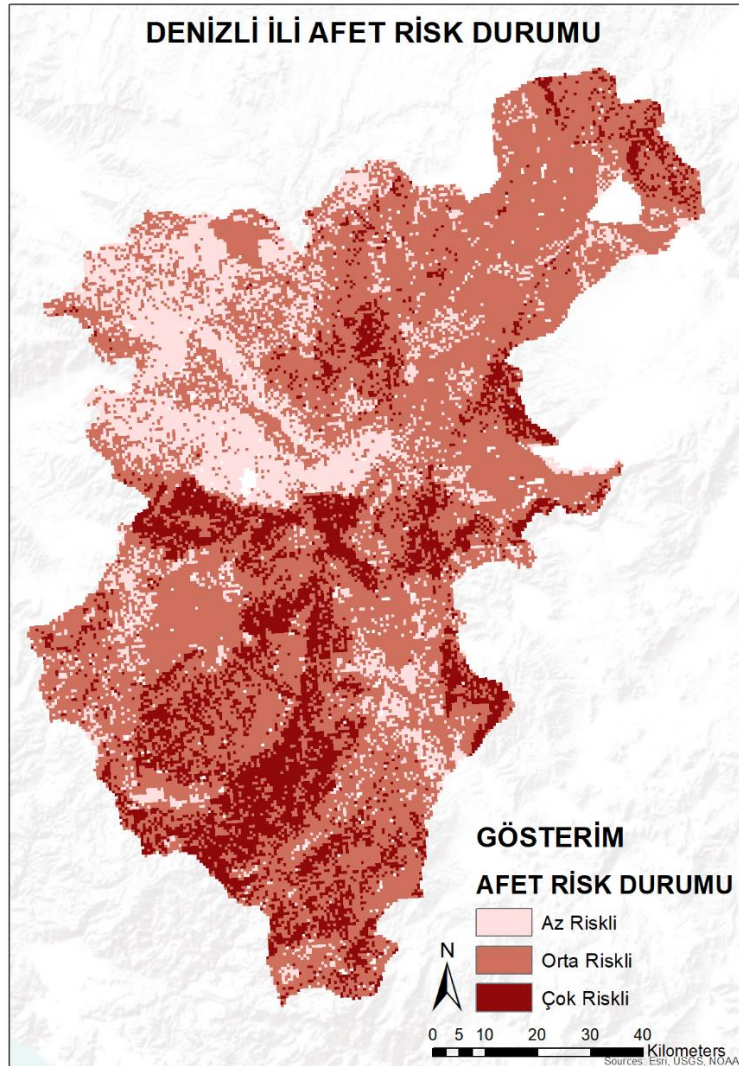
yoksun yamaçlarda toprak ne kadar dirençli bir özelliğe sahip olsa da yağışların şiddetine bağlı olarak erozyona uğrayabilir. Buna karşılık eğimin az olduğu, bitki örtüsünün sık olduğu kısımlarda gelişen dirençsiz toprak yapısı ise erozyona karşı daha az duyarlı olabilmektedir. Kahverengi toprakları eğimli yerlerde gelişen genç topraklardır ve su tutma kapasitesi yüksek olan topraklardır. Hidromorfik topraklar drenajın iyi olmadığı bataklık ve sazlık gibi yerlerde devamlı su altında kalan bir toprak çeşididir ve sulu topraklardır. Alüvyal topraklar, kolüvyal topraklar ve kırmızı topraklar az dirençli ve yumuşak zeminli yapıları nedeniyle heyelan ve sel tipi afet olayları için risk arttıran türler arasında yer almaktadır (Özyavuz, 2011; Duman ve İrcan, 2022).

3.8. Arazi kullanım deseni

Planlama süreçleri mevcut arazi kullanım türlerine ilişkin geliştirilen plan kararlarının afet risklerini artıran bir nitelik taşıması önemli bir unsurdur. Yoğun nüfus ve yapının bulunduğu yerleşim alanları, endüstriyel üretimin yapıldığı sanayi alanları ve kentsel alanlarda ulaşım, erişim, haberleşme, vb. gibi altyapı ve üstyapı birimleri olası bir afet durumunda can ve mal kayıplarının artmasına neden olabilecek ve yüksek risk taşıyan alanlardır. Kent merkezlerinin dışında yer alan

orman alanları, çayırlar, meralar ve tarım alanlarında can ve mal kaybı riski olmamasına karşın, kuraklık, yangın ve sel durumlarında meydana gelebilecek ekonomik kayıplar dikkate alınmalıdır (Erdin ve ark., 2019).

Şekil 10'da sunulan ve Denizli İlinin afet risk durumunu ortaya koyan sentez haritasına göre, ilin merkezinde ve güneyinde yer alan ilçelerin (Pamukkale ve Merkezefendi ilçelerinin güney kesimleri, Tavas, Beyağaç ilçeleri ve Acıpayam ilçesinin güney kesimleri) afet riski bakımından görece daha dezavantajlı durumda olduğu ve yüksek riskli yerleşim alanlarının il bütününe yaklaşık %30'unun oluşturduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, ilin kuzey batısında yer alan ilçelerin (Pamukkale ve Merkezefendi ilçelerinin kuzey kesimleri, Buldan, Güney, Sarayköy, Babadağ ilçeleri) ise daha avantajlı olduğu ve az riskli yerleşim alanlarının il bütününe yaklaşık %35'inin oluşturduğu saptanmıştır. Diğer ilçeler ise (Bekilli, Çal, Baklan, Çivril, Bozkurt, Honaz, Çardak, Serinhisar, Çameli ilçeleri ve Acıpayam ilçesinin kuzey kesimleri) orta riskli olarak sınıflandırılabilir ve bu ilçeler il bütününe yaklaşık %35'ini oluşturmaktadır. Buna göre, il genelinde kentsel ve kırsal nitelik taşıyan yerleşim alanlarının Denizli İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü tarafından ortaya konulan 4 farklı afet türünün oluşturabileceği afet risklerinden etkilenme durumu söz konusudur.



Şekil 10. Denizli İli afet risk durumu.

4. Tartışma ve Sonuçlar

İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı tarafından hazırlanan ve afet türlerine göre meydana gelen afet olaylarının niceliksel olarak incelendiği Türkiye Afet Bilgi Bankası (TABB) verilerine göre, 1990-2018 yılları arasında ülke genelinde toplam 27.049 adet afet meydana gelmiş olup, bu afetlerin 1871 adedini depremler (%7), 7616 adedini heyelanlar (%28) ve 17.562 adedini diğer afetler (%65) oluşturmaktadır (AFAD, 2018). Genel çerçevede ortaya konulan bu duruma göre, il genelinde gözlenen afet türleri ve ilin sahip olduğu topoğrafik, meteorolojik ve iklimsel özellikler dikkate alındığında, çalışma alanı olarak seçilen Denizli ilinin ülkenin geneliyle afet riskleri bakımından önemli benzerlikler gösterdiği açıktır.

Bölüm 3 (Çalışma Alanı, Veri ve Yöntem)'te ifade edildiği üzere, Denizli kentinin I. derece deprem kuşağında yer alması, ilin nüfusunun %63'ünün merkez ilçelerde (Pamukkale ve Merkezefendi ilçeleri) yaşaması, mevcut yapı stoğunun ağırlıklı olarak 2000 yılı öncesinde inşa edilmiş olması, tarım alanları ve alüvyon zemin üzerine yapılaşmanın gözlenmesi, farklı afet türlerinin belirli zamanlarda ve bölgelerde tekrarlanması ve göç hareketlerinin yeni ve çok katlı yapılaşmayı hızlandırması gibi faktörler dikkate alındığında, yapılan mekânsal ve mekânsal olmayan analizler sonucunda elde edilen ve afet risk durumunu ortaya koyan sentez haritaya göre, il genelinde kentsel ve kırsal nitelik taşıyan yerleşim alanlarının farklı afet türlerinin oluşturabileceği afet risklerinden etkilenme durumunun söz konusu olması beklenen bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ayrıca, doğal ve yapılı çevreye ilişkin 8 temel unsur kullanılarak yapılan mekânsal analizler sonucunda, ilin merkezinde ve güneyinde yer alan ilçelerin (Pamukkale ve Merkezefendi ilçelerinin güney kesimleri, Tavas, Beyağaç ilçeleri ve Acıpayam ilçesinin güney kesimleri) afet riski bakımından görece daha dezavantajlı durumda olduğu ve yüksek riskli yerleşim alanlarının il bütününe yaklaşık %30'unun oluşturduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, ilin kuzey batısında yer alan ilçelerin (Pamukkale ve Merkezefendi ilçelerinin kuzey kesimleri, Buldan, Güney, Sarayköy, Babadağ ilçeleri) ise daha avantajlı olduğu ve az riskli yerleşim alanlarının il bütününe yaklaşık %35'inin oluşturduğu saptanmıştır. Diğer ilçeler ise (Bekilli, Çal, Baklan, Çivril, Bozkurt, Honaz, Çardak, Serinhisar, Çameli ilçeleri ve Acıpayam ilçesinin kuzey kesimleri) orta riskli olarak sınıflandırılabilir ve bu ilçeler il bütününe yaklaşık %35'ini oluşturmaktadır. Özetle, çalışma sonucunda afet riski bakımından Denizli ilinin kuzey batısı daha avantajlı durumda iken, ilin merkezinin ve güneyinin daha dezavantajlı durumda olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmanın bulguları ile Denizli iline ilişkin yapılan afet odaklı planlama çalışmaları karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır. Bu karşılaştırma, neredeyse tamamı afet riski altında olan ilde olası afetler öncesinde risklerin azaltılması, yaşanabilecek can ve mal kayıplarının önlenmesi ve dirençli kentsel alanlar oluşturulabilmesi için gerekli ve yeterli adımların atılıp atılmadığını incelemek açısından önemlidir. Yapılan inceleme sonucunda, il bütününde ve ilçeler özelinde afet risklerine yönelik ortaya konulan tespitlerin tutarlılık

gösterdiği ve yerel düzeyde yürütülen çalışmaların zaman içerisinde risk yönetimi ve sakinim planlamasına yönelik olacak biçimde önceliklendirildiği görülmüştür.

Bu noktadan hareketle, ilk olarak 2018 yılında Denizli Valiliği İl Afet ve Acil Müdürlüğü tarafından hazırlanan Denizli İl Afet Müdahale Planı ele alınmıştır. Bu plan doğrultusunda tespitler ortaya konulmuştur (AFAD, 2018):

i. Denizli ilindeki meydana gelen afetlerin %55'ini depremlerin, %17'sini heyelanların, %16'sını su baskınlarının, %9'unu kaya düşmelerinin ve %3'nü yangınların oluşturduğu saptanmıştır. Operasyonel bir plan niteliği taşıyan ve mevcut afet risklerinin ortaya konulduğu bu plan çalışmasında, afet öncesi, esnası ve sonrasında afet yönetiminin tüm aşamalarında rol alan ana ve destek çözüm ortağı paydaşların görev, yetki ve sorumlulukları yer almadığı görülmüştür.

ii. Merkez ilçeler olarak nitelendirilen Merkezefendi ilçesi (toplam 35.127 bina ve 152.585 bağımsız birim) ve Pamukkale ilçesinde (toplam 49.359 bina ve 169.254 bağımsız birim) yapılaşmış alan toplam alanın yaklaşık olarak %44'üne denk gelmekte olup, yapılaşmış alanların %33'ünün konut alanlarından oluştuğu ortaya konulmuştur. Olası bir afet durumu göz önünde bulundurularak, il bütününde belirlenen toplam 129 adet toplanma alanı (106 adedi merkez ilçelerde, 23 adedi diğer ilçelerde olmak üzere) için ağırlık olarak parklar ve açık alanlar tercih edilmiştir. Ancak mevcut toplanma alanlarının yer seçim kriterleri (nüfus, büyüklük, mekânsal konum, mevcut imar planı kararları, mülkiyet durumu vb.) plan raporunda açıkça ifade edilmemiştir.

iii. İlin depremselliğine ilişkin risk analizlerinin yapıldığı ancak bu analizler sonucunda elde edilen bilgilerin imar planlarını yönlendirici veya kısıtlayıcı herhangi bir değerlendirme sürecinde kullanılıp kullanılmadığı ifade edilmemiştir. Bu durum, İl Afet Müdahale Planı hazırlama aşamasında ve afet müdahale aşamasında ana çözüm ortaklarından olan Çevre ve Şehir Bakanlığı İl Müdürlüğü'nün sürecin içinde bulunmasına karşın afete duyarlı planlama yaklaşımının Denizli İl Afet Müdahale Planı'nda benimsenmediğini açıkça göstermektedir.

Yapılan analizler sonucunda elde edilen bulguların karşılaştırmalı olarak değerlendirildiği bir diğer önemli çalışma ise 2021 yılında Denizli Valiliği İl Afet ve Acil Müdürlüğü (AFAD) tarafından hazırlanan Denizli İl Afet Risk Azaltma Planı (İRAP) raporudur. Bu çalışma, Risk Azaltma ve Sakınım Planlaması süreçlerinin doğru ve etkin biçimde yürütülmesinin temel gerekçesi olarak ön plana çıkmaktadır. Bu plan doğrultusunda tespitler ortaya konulmuştur (AFAD, 2021):

i. Denizli ilindeki meydana gelen afetler yıkıcı etkileri açısından değerlendirildiğinde, sırasıyla deprem, heyelan, taşkın, kaya düşmeleri, meteorolojik ve iklimsel afetler, endüstriyel kazalar ve yangınlar ön plana çıkmaktadır. Bu kapsamda, il bütününde toplam 22 adet gözlem istasyonunun etkinliğinin artırılması, mevcut toplanma alanı sayısının 334'e çıkartılması, barınma alanları sayısının 110 adet olarak belirlenmesi ve yaklaşık %31 olan DASK sigortalılık oranının artırılması için politikalar geliştirilmesi gibi çalışmalar yapılmıştır.

ii. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından oluşturulan afete maruz bölge haritası hazırlanmıştır. Buna göre, merkez ilçelerde Gözler bölgesi, Kale ilçesinde Demirciler ve Tabea kenti bölgeleri, Tavas ilçesinde Deliler ve Ortaköy bölgeleri, Buldan ilçesinde Girne, Narlıdere ve Düzalan bölgeleri, Acıpayam ilçesinde Bademli bölgesi, Babadağ ilçesinde Gündoğdu, Gazi ve Bekirler bölgeleri, Çivril ilçesinde Reşadiye bölgesi ve Honaz ilçesinde Akbaş bölgesi afete maruz bölgeler olarak tespit edilmiştir. Planlama çalışmalarıyla afet riskinin yüksek olduğu bu alanların iskâna yasaklı hale getirilmesi sağlanmıştır.

iii. Deprem, heyelan ve kaya düşmesi gibi afet türleri için il bütününde duyarlılık analizleri yapılmış ve tematik haritalar hazırlanmıştır. Bu analizler sonucunda, Babadağ, Çameli, Buldan ve Çivril ilçelerinde heyelan riskinin yüksek olduğu; pek çok ilçenin (Merkezefendi ve Pamukkale ilçelerinin güney kesimleri, Çameli ilçesi, Acıpayam ilçesi, Çivril ilçesi Akdağ bölgesi, Honaz ilçesi Honaz Dağı çevresi, Güney ilçesinde Büyük Menderes nehrinin vadi yamaçları, Çardak ilçesinin güney kesimleri) kaya düşmesine maruz kalabileceği; deprem duyarlılığı bakımından ise ağırlık olarak merkez ilçeler (Pamukkale ve Merkezefendi ilçeleri) ile ilin kuzeybatı kesiminde yer alan ilçelerin (Sarayköy ve Buldan ilçeleri) riskli bölgeler olduğu ortaya konulmuştur.

Belirlenen 4 afet türüne ilişkin GZFT analizleri yapılmış olup, afet risklerinin azaltılmasına yönelik toplam 4 temel amaç, 17 hedef ve 411 eylem plan kapsamında belirlenmiştir. Plan raporunda özellikle her eylem bazında sorumlu ve destekleyici paydaşlar belirlenmiş, eylemlerin gerçekleştirilmesine yönelik öngörülen takvim ortaya konulmuş ve merkezi – yerel yönetim iş birliğine dayanan bir süreç tariflenmiştir.

Denizli Valiliği İl Afet ve Acil Müdürlüğü (AFAD) tarafından Denizli ili için hazırlanan İRAP kapsamında ortaya konulan tespitler ile çalışmadan elde edilen bulgular karşılaştırmalı olarak değerlendirildiğinde, ilçeler özelinde afet risklerine yönelik ortaya konulan tespitlerin tutarlılık gösterdiği görülmüştür.

Afet sırası ve sonrasına yönelik kriz yönetim aşamalarının hem ulusal hem de kentsel düzeyde yaşanan afetlerden sonra başarıyla uygulandığı bilinse de afet kültürünün ve farkındalığının tam olarak yerleşmediği ülkemizde risk yönetimi aşamalarının eksik kaldığı açıkça ortadadır. Denizli ili örneğinde ise, ortaya konulan tespitler ışığında, yerel düzeyde yürütülen çalışmaların zaman içerisinde risk yönetimi ve sakınım planlamasına yönelik olacak biçimde önceliklendirildiği görülmüştür. Afet riskinin azaltılmasına yönelik bilimsel bilgiye dayanan bu nitelikteki çalışmaların yaygınlaştırılması ve elde edilen bulguların toplumsal afet bilincinin oluşturulmasına katkı koyacak şekilde kullanılması gerekmektedir. Ayrıca, dünya genelinde Küresel Risk Endeksi bakımından 191 ülke içerisinde 45. sırada olan ülkemizde (AFAD, 2018) ortalama her iki yılda bir gerçekleşen afetlerin özellikle yoğun nüfusun ve yapı stoğunun yer aldığı kentsel alanlarda yol açtığı kayıpların önüne geçebilmek için mikro-bölgeleme çalışmalarının hayati önemi olduğu açıkça ortadadır. Mevcut durumda yapılaşmış olan ve kentsel gelişme dinamiklerine bağlı olarak gelişmeye açılacak alanlarda olası afet risklerinin tespit edilmesine yönelik mekânsal

ve mekânsal olmayan incelemeleri kapsayan mikro-bölgeleme çalışmalarında yere özgü niteliklerin (yerel zemin özellikleri, arazinin jeolojik yapısı, yapılaşma dokusu, vb.) dikkate alınmasıyla olası can, mal ve kentsel doku kayıplarının azaltılması mümkün olabilecektir. Uzmanlık gerektiren bu çalışmalar sayesinde, kentsel gelişme süreçlerinin tetiklediği afet risklerinin önceden tespit edilmesi, mevcut afet risklerine yönelik uygun yer seçimi kriterlerinin belirlenmesi ve oluşturulacak afet senaryolarıyla çeşitli önlemler alınabilmesi söz konusu olabilecektir. Unutulmamalıdır ki, afetler gerçekleşmeden önce risk azaltmaya yönelik gerekli önlemlerin alınması, afetler meydana geldikten sonra oluşabilecek pek çok önemli kaybın önüne geçebilecektir.

Araştırmacıların katkı oranı

Nur Sinem Partigöç: Literatür taraması, Mekânsal Analizler, Makale yazımı, Düzenleme; **Ceyhan Dinçer:** Mekânsal Analizler, Makale yazımı, Düzenleme.

Çatışma Beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Akar, İ., Uysal, C., & Maktav, D. (2008). Determination of natural disaster by integration of remote sensing and GIS: the Yeniçiftlik stream basin model in Istanbul, Turkey. In Proceeding of the the XXIth ISPRS Congress, Beijing, China, 249-253.
- Arca, D., Çıttiroğlu, H.K., Kutoğlu, H.Ş., Çapar, Ö.F., & Arslanoğlu, M. (2011). Zonguldak Kent Merkezi'nin Topoğrafik ve Jeolojik Açından Afet Risk Analizi, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 31 Ekim - 04 Kasım 2011, Antalya, Türkiye.
- Arıncı, K. (1999). Bitlis'te Taşkın ve Sel Felaketi (01-02 Mayıs 1995). Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 25, 101-123.
- Bayındırlık ve İskân Bakanlığı (2008). Afet İşleri Genel Müdürlüğü (AIGM), Türkiye Deprem Riski Haritası, Ankara.
- Beck, U. (2011). Risk Toplumu: Başka Bir Modernliğe Doğru. Çev. Kazım Özdoğan, Bülent Doğan, İthaki Yayınları, İstanbul, 392s
- Belge, R. (2018). Denizli kent kimliğini oluşturan coğrafi öğeler. Ege Coğrafya Dergisi, 27(2), 167-181.
- Birleşmiş Milletler Afetlerin Azaltılması Sekreteryası (UNISDR) (2009). 2009 UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction. United Nations International Strategy for Disaster Reduction, United Nations Office for Disaster Risk Reduction, Geneva. <https://www.undrr.org/publication/2009-unisdr-terminology-disaster-risk-reduction>
- Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) (2010). World Disaster Report, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, Belgium.
- Değerliyurt, M. (2013). Antakya'da Doğal Afet Risk Analizi ve Yönetimi [Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi].

- Demir, A., Kemeç, S., & İlke, F. D. (2022). Afet Riski Değerlendirmelerinde Çoklu Tehlike Analizi 'Erciş, Van Örneği'. *Resilience*, 6(1), 15-38. <https://doi.org/10.32569/resilience.1013912>
- Demir, V., & Keskin, A. Ü. (2022). Yeterince akım ölçümü olmayan nehirlerde taşkın debisinin hesaplanması ve taşkın modellemesi (Samsun, Mert Irmağı örneği). *Geomatik*, 7(2), 149-162. <https://doi.org/10.29128/geomatik.918502>
- Demirkesen, A. C. (2012). Multi-risk interpretation of natural hazards for settlements of the Hatay province in the east Mediterranean region, Turkey using SRTM DEM. *Environmental Earth Sciences*, 65, 1895-1907. <https://doi.org/10.1007/s12665-011-1171-0>
- Denizli Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü (AFAD) (2021). Denizli İl Afet Risk Azaltma Planı. <https://denizli.afad.gov.tr/kurumlar/denizli.afad/Kurumsal-/Il-Afet-Risk-Azaltma-Planı.pdf>
- Doğan, B. (2016). Afet Riski Nedeniyle Kentsel Dönüşüm Örneği. [Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi].
- DSİ 21. Bölge Müdürlüğü, (2020). <https://bolge21.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/1175>
- Duman, N., & İrcan, M. R. (2022). Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Tabanında Çankırı Merkez İlçesinin Erozyon Risk Analizi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 20(1), 220-245. <https://doi.org/10.33688/aucbd.1074770>
- Ekinci, R. (2018). Bitlis ve Yakın Çevresinin Afet Risk Analizi. [Yüksek Lisans Tezi, Bitlis Eren Üniversitesi].
- Erdin, H. E., Çelik, H. Z., Aydın, M. B. S., & Partigöç, N. S. (2019). Afet ve Acil Durumlar Sonrası Halkın Toplanma Alanlarına İlişkin Kriterlerin Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi Yönteminin Oluşturulması, İzmir Kenti Örneği, AFAD-UDAP Çalışması, Proje No: UDAP-G-16-711 08, Ankara.
- Ergünay, O. (2007). Türkiye'nin afet profili. TMMOB Afet Sempozyumu, 5-7 Aralık 2007, Ankara, Türkiye
- Erkal, T., & Değerliyurt, M. (2009). Türkiye'de afet yönetimi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 14(22), 147-164.
- European Environment Agency (EEA) (2012). Urban Adaptation to Climate Change in Europe Challenges and Opportunities for Cities Together with Supportive National and European Policies, Report No: 2/2012, <https://www.eea.europa.eu/publications/urban-adaptation-to-climate-change>
- Fahjan, Y., Pakdamar, F., Eryılmaz, Y., & Kara, İ. (2015). Afet Planlamasında Deprem Riski Belirsizliklerinin Değerlendirilmesi, Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 1 (1-2), 21-39.
- Gökçe, O., Özden, Ş., & Demir, A. (2008). Türkiye'de afetlerin mekânsal ve istatistiksel dağılımı afet bilgileri envanteri. T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Afet Etüt ve Hasar Tespit Daire Başkanlığı Raporu, Ankara.
- Hoyois, P., Below, R., Scheuren, J. M., & Guha-Sapir, D. (2007). Annual disaster statistical review: numbers and trends. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), School of Public Health, Catholic University of Louvain, Brussels, Belgium.
- İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) (2018). Türkiye'de Afet Yönetimi ve Doğa Kaynaklı Afet İstatistikleri. https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/35429/xfiles/turkiye_de_afetler.pdf.
- Japon Uluslararası İşbirliği Ajansı (JICA), İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB). (2002). Türkiye Cumhuriyeti İstanbul İli Sismik Mikro-Bölgeleme Dâhil Afet Önleme/Azaltma Temel Plan" Çalışması", Son Rapor, Cilt V, Eylül 2002
- Kadioğlu, M., & Özdamar, E. (2008). Afet zararlarının azaltmanın temel ilkeleri, JICA Türkiye Ofisi, Ankara, 353s.
- Kara, H. (2011). Denizli şehrinde gecekondulaşmanın önlenmesi ve toplu konutlar. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 15 (23), 103 – 118.
- Karadoğan, S. (2007). Malatya Kenti ve Yakın Çevresi İçin Olası Doğal Riskler ve Afet Yönetimi (GIS ortamında örnek bir uygulama). TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 30 Ekim–2 Kasım 2011, Trabzon, Türkiye.
- Kaya, Y. (2018). İklim değişikliğine karşı kentsel kırılabilirlik: İstanbul için bir değerlendirme. *International Journal of Social Inquiry*, 11(2), 219-257.
- Kızıloğlu, F.M., Okuroğlu, M., & Özüng, İ. (2006). Kırsal yerleşimler ve doğal afetler. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23, 53–58.
- Kotan, B., & Erener, A. (2022). Seasonal analysis and mapping of air pollution (PM10 and SO2) during Covid-19 lockdown in Kocaeli (Türkiye). *International Journal of Engineering and Geosciences*, 8(2), 173-187. <https://doi.org/10.26833/ijeg.1111699>
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2021). Denizli İli İklim Sınıflandırması. <https://www.mgm.gov.tr>
- Nurlu, M. (2015). Afet Yönetiminde Bütünleşik Afet Tehlike Haritaları, 3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 14–16 Ekim 2015, Dokuz Eylül Üniversitesi- İzmir, Türkiye.
- Oğuz, K., Oğuz, E., & Coşkun, M. (2016). Coğrafi bilgi sistemleri ile taşkın risk alanlarının belirlenmesi: Artvin İli Örneği. 4. Ulusal Taşkın Sempozyumu, 23 – 25 Kasım 2016, Rize, Türkiye.
- Özcan, O., (2008). Sakarya Nehri Alt Havzası'nın taşkın riski analizinin uzaktan algılama ve CBS ile belirlenmesi. [Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi].
- Özdemir, H., (2007), Havran Çayı Havzası'nın (Balıkesir) CBS ve uzaktan algılama yöntemleriyle taşkın ve heyelan risk analizi. [Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi].
- Özkul, B., & Karaman, E. (2007). Doğal afetler için risk yönetimi. TMMOB Afet Sempozyumu, 5-7 Aralık 2007, Ankara, Türkiye.
- Özmen, S. (2010). İstanbul ili yangın riski analizi ve yangın riski haritalarının oluşturulması. [Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi].
- Özşahin, E. (2013). Türkiye'de Yaşanmış (1970–2012) Doğal Afetler Üzerine Bir Değerlendirme. 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 25–27 Eylül 2013, Hatay, Türkiye.

- Özyavuz, M. (2011). Bitki örtüsünün ekolojik şartlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri ve uzaktan algılama teknikleri ile analizi, Ganos (Işıklar) Dağı, Tekirdağ. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 8(2), 37-48.
- Pancar, Z. B. & Gökçe, D. (2022). Hidro - Meteorolojik Karakterli Afet Riski Bulunan Alanlardaki Mevcut Mekânsal Planlama Kararları: Serik (Antalya) Örneği, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 13(2), 229-245.
<https://doi.org/10.29048/makufebed.1139695>
- Paul, S. (2022). Change detection and future change prediction in Habra I and II block using remote sensing and GIS–A case study. International Journal of Engineering and Geosciences, 7(2), 191-207.
<https://doi.org/10.26833/ijeg.975222>
- Şanlı, C., & Kara, H. (2019), Determination of Thermal Tourism Potential in Karahayıt, Denizli: A Study on Local Tourists, International Journal of Geography And Geography Education, 266-282
- UN-HABITAT (2012). Developing Local Climate Change Plans a Guide for Cities in Developing Countries. Cities and Climate Change Initiative Tool Series.
<https://www.unclearn.org/resources/library/developing-local-climate-change-plans-a-guide-for-cities-in-developing-countries>
- URL-1: Kahramanmaraş ve Gaziantep depremleri sonrası meydana gelen hasarlar (2023 yılı), <https://www.milliyet.com.tr/galeri/kahramanmaraş-ta-7-4-buyuklugunde-deprem-sonrasi-bolgeden-ilk-goruntuler-6899076>
- URL-2: Ağırlıklı Çakıştırma yöntemi, <https://wiki.netcad.com.tr/pages/viewpage.action?pageId=216255486>
- Yılmaz, O. S. (2023). Frekans oranı yöntemiyle coğrafi bilgi sistemi ortamında heyelan duyarlılık haritasının üretilmesi: Manisa, Demirci, Tekeler Köyü örneği. Geomatik, 8(1), 42-54.
<https://doi.org/10.29128/geomatik.1108735>
- Yılmaz, O. S., Gülgen, F., & Ateş, A. M. (2023). Determination of the appropriate zone on dam surface for floating photovoltaic system installation using RS and GISc technologies. International Journal of Engineering and Geosciences, 8(1), 63-75.
<https://doi.org/10.26833/ijeg.1052556>



© Author(s) 2024. This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>