



Deprem Kaynaklı İkincil Afetler ve Türkiye Örnekleme

Zeynep Yeşim İlerisoy¹, Fulya Gökşen², Asena Soyluk³, Yenal Takva⁴

¹ Doç. Dr., Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Ankara. zyharmankaya@gazi.edu.tr

² Arş. Gör., Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Ankara. fulyagoksen@gazi.edu.tr

³ Doç. Dr., Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Ankara, Türkiye. asenad@gazi.edu.tr

⁴ Arş. Gör., Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Ankara, Türkiye. yenaltakva@gazi.edu.tr

ÖZET

Türkiye Alpin Himalaya kuşağı üzerinde bulunduğu için aktif levha hareketlerinin sık yaşandığı bir ülkedir. Yaşanan depremler hem sosyolojik hem ekonomik büyük hasarlar verdiği gibi zaman zaman diğer afetleri de tetiklemekte ve bu ikincil felaketler yaşanan kayıplar daha çok artırmaktadır. Çalışma kapsamında, depremin sebep olduğu ikincil doğal afetler incelenmektedir. Türkiye’de örnek teşkil edebilecek 5 ve üzeri şiddete sahip depremler sonrası yıkıma ya da kayba sebep olan örnekler araştırılmış; literatür taramaları ve vaka incelemeleri ile depremler sonrasında heyelan, çığ, tsunami ve su baskını gibi doğal afetlerin ön plana çıktığı tespit edilmiştir. Bu noktadan hareketle Türkiye’deki ilgili veri tabanlarındaki ve akademik araştırmalardaki afet haritaları araştırma yönteminin ana bileşeni olarak ele alınmıştır. Elde edilen afet haritaları çakıştırılarak ileri deprem riski taşıyan iller tablo haline getirilmiş, tablo üzerinde ikincil afetlerin risk yoğunlukları saptanmıştır. Sonuç olarak ise risk yoğunluklarının belirlendiği iller başta olmak üzere Türkiye genelinde dikkate alınması gereken deprem kaynaklı ikincil afetler için alınabilecek önlemler ortaya konmuştur. Çalışma, söz konusu önlemlerin belirlenmesi ve yeni araştırmaların bu alanda yoğunlaştırılabilmesi için bir başlangıç niteliği taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Deprem, Afet, Heyelan, Çığ, Tsunami, Su baskını.

Secondary Disasters Caused by Earthquakes and Turkey Sample

ABSTRACT

Turkey is a country where active plate motions are frequent because it is located on the Alpine Himalaya belt. The experienced earthquakes cause both sociological and economic damage and from time to time trigger other disasters. These secondary disasters increase the loss of life and property more. Within the scope of the study, secondary natural disasters caused by earthquakes were examined, and samples that caused destruction or loss from earthquakes with magnitudes of 5 and above, which could be exemplary in Turkey, were investigated. According to the literature and sample disasters investigated, it was determined that natural disasters such as landslides, avalanches, tsunamis and floods were among the leading disasters occurring after earthquakes. Based on this fact, disaster maps published by the relevant public institutions in Turkey and other sources in the literature were considered as the main component of the method. The disaster maps obtained were overlapped, and the provinces with high risk of earthquakes were presented in tables, and the risk densities of secondary disasters were identified on the tables. As a result, measures were put forward for earthquake-induced secondary disasters that need to be considered throughout Turkey, especially in the provinces where risk densities were determined. The study is a first in terms of identifying these measures and concentrating new research on this area.

Keywords: Earthquake, Disaster, Landslide, Avalanche, Tsunami, Inundation.



1. GİRİŞ

Afet kavramı, AFAD Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğünde (URL.1), “toplumun tamamı veya belli kesimleri için fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar doğuran, normal hayatı ve insan faaliyetlerini durduran veya kesintiye uğratan, etkilenen toplumun baş etme kapasitesinin yeterli olmadığı doğa, teknoloji veya insan kaynaklı olay” olarak tanımlanmaktadır. Çalışmalarda genellikle afetin ne şekilde tanımlandığı üzerinde durulmasına rağmen, asıl dikkate alınması gereken nokta, bir doğa olayını afete dönüştüren şeyin yıkım olduğudur. Yani, afetin olayın kendisi değil, doğurduğu sonuç olduğu özellikle vurgulanmaktadır. Afetler meydana geliş hızına göre sınıflandırıldığında bir kısmı yavaş gelişirken en ölümcül ve yıkıcı olan afetlerin ani geliştiği bilinmektedir. Çünkü ani gelişen afetlerde önceden tahmin mümkün olmayıp gerçekleştiğinde ise erken uyarı ve tahliye hizmetleri yetersiz kalmakta ya da yapılamamaktadır (Büyükkaracıgan, 2016). Ani gelişen afetlere en bilinen örnek depremlerdir. Yer kabuğu katmanındaki kırılmalar sonucu meydana gelen titreşim ve sarsıntıların yeryüzüne ulaşan hali olan deprem, oluştuğu noktayla kalmayarak beraberinde geniş bir alanı etkilemektedir. Bu etkisinden dolayı deprem kaynaklı olarak başka afetler de gerçekleşebilmektedir. Bu kapsamda yapılan literatür taraması ile deprem sonrasında, depremin ve artçılarının tetiklediği heyelan, çığ, tsunami ve su baskını gibi ikincil doğal afetlerin gerçekleştiği ve bu nedenle depremin sebep olduğu yıkımın boyutlarının daha da arttığı gerçeği ortaya çıkmıştır.

2. DEPREM KAYNAKLI GERÇEKLEŞEBİLEN İKİNCİL DOĞAL AFETLER

Doğal afetlerle ilgili istatistikler incelendiğinde, en çok yıkıcı etkiye sahip olan afetlerden birisi depremdir. Bu nedenle çalışmada özellikle deprem üzerine odaklanılmaktadır fakat unutulmamalıdır ki sadece deprem tehlikesi ile kalınmayıp deprem kaynaklı ortaya çıkan ikincil afetlerin etkilerinin de birlikte ele alınması gerekmektedir. Literatür araştırmaları sonucu en yaygın olarak görülen ikincil afetler: heyelan, çığ, tsunami ve su baskınlarıdır. (Kadioğlu, 2008; Akyel, 2007; Gökçe, 2008; Şahin vd., 2019)

Heyelan, toprak, kaya ve organik malzemelerin yerçekimi etkisiyle aşağı yönlü hareketini ve bu hareketten kaynaklanan yeryüzü şeklini tanımlamak için kullanılan genel bir terimdir (Highland vd., 2008; Kadioğlu, 2008). Bölgenin jeolojik, topoğrafik, çevresel ortam özelliklerine bağlı olarak, deprem, volkanik patlamalar, aşırı yağış ve ani kar erimeleri, deniz dalgaları, yangınlarla bitki örtüsünün tahrip edilmiş olması ve insanların yeryüzünde yaptığı bilinçsiz değişiklikler, gibi faktörlerin de tetiklemesi sonucu heyelanlar meydana gelmektedir. (Kadioğlu, 2008; Ergünay, 2007) Eğimli arazi üzerinde birikmiş kar ve buz kütlelerinin, iç ya da dış etkenlere bağlı olarak yer çekimi etkisiyle aşağı yönde büyük bir kütle halinde kayması sonucunda ise **çığ** oluşmaktadır. Çığ oluşumu, bölgenin topoğrafyasına, meteorolojik durumlara, jeomorfolojik ve jeolojik yapısına bağlı olarak göre gelişir. Genellikle bitki örtüsü olmayan, dağlık ve eğimli arazilerde görülmektedir. Özellikle yamaçlarda normalden fazla kar birikmesi, deprem ve benzeri olaylar sonucunda meydana gelen titreşimler çığ oluşumundaki ön koşullardandır. (Kadioğlu, 2008; Şahin vd., 2019)

Japoncada liman dalgası anlamında kullanılan **tsunami** terimi Türkçe'ye de geçmiş olup okyanus ve açık denizlerde gerçekleşen dev dalgaların sebep olduğu bir doğal afettir. Yer kürede meydana gelen başta deprem olmak üzere, volkanik hareketler ve heyelan (kütle hareketi) vb. gibi afetler sonucu deniz tabanı şekil değiştirir. Bu ani şekil değişiklikleri ile üzerindeki su kütlesinde meydana gelen dikey hareket deniz yüzeyinde birbirinden uzak ve çok hızlı dalga serileri oluşturarak tsunamiye neden olmaktadır. Normal okyanus dalgaları ortalama 100 m uzunluğuna sahip olabilirken tsunamilerin dalga uzunluğu 200 km'ye kadar çıkabilir ve okyanus dalgalarına göre çok daha hızlı hareket eder. (Akyel, 2007; Yolsal vd., 2007; Tanırcan vd., 2017) Diğer bir afet türü olan **su baskınları** ise, bir akarsuyun yatağından taşarak, çevresindeki arazilere, yerleşim birimlerine, altyapıya ve canlılara zarar vererek etkilediği bölgede sosyoekonomik faaliyetleri engelleyecek

şekilde bir akış oluşturması şeklinde tanımlanmaktadır. Su baskınlarında temel faktör yağış karakteri olmakla birlikte bölgenin jeolojik, jeomorfolojik (vadi ve drenaj yapısı, yükseltiler, yamaç eğimleri, vb.) koşullar, dere yataklarında kontrolsüz yapılaşma, çöp dökümü vb. nedenlerle dere kesitlerinin daraltılması gibi hidrolik dengeyi bozan insan girişimleri de etkili olan diğer faktörlerdir. (Şahin vd. 2019; Gökçe vd. 2008) Ayrıca, deprem vb. olaylar sonucu büyük barajların patlaması da sel oluşumuna neden olabilir.

3. TÜRKİYE'DE MEYDANA GELEN DEPREM KAYNAKLI DOĞAL AFET ÖRNEKLERİ

Bu bölümde, Türkiye'de meydana gelen depremler ve artçılarının tetiklediği tsunami, su baskını, heyelan, çığ gibi ikincil afetlerin, ortaya çıkışı ve bıraktığı etkiler seçilen örnekler üzerinden kronolojik olarak incelenecek olursa: **1939 Erzincan Depremi** ve sonrasında oluşan çığ, heyelan, tsunami afetleri önemli bir örnektir. Kuzey Anadolu Fay hattı üzerinde bulunan Erzincan ilinin merkez üssü olduğu depremin büyüklüğü $M_w=7.9$ şiddetinde ölçülmüştür (Şekil 1). Deprem sonrasında, 32.968 kişi hayatını kaybetmiştir. 116.720 adet hasarlı bina kayıtlara geçmiştir (AFAD, 1939; URL.2). Bu kayıplarda olumsuz kış koşullarında yaşanan deprem kaynaklı çığ ve heyelanların meydana gelmesi yolların kapanmasına neden olarak bölgeye yardım ulaştırılmasını engellemiştir. Bu durumun ise depremin ölümcül etkisini daha çok arttırdığı kayıtlarda mevcuttur (Haçın, 2014; Podolskiy, 2010; Gül, 2011). Ek olarak bu depremin Karadeniz kıyılarında tsunami oluşmasını tetikleyen faktörlerden biri olduğu, Tsunami dalgalarının tahmini yüksekliklerinin Bulgar, Ukrayna ve Gürcü kıyıları için 0.5m'ye, Batı Kafkasya ve Karadeniz kıyıları için 3m'ye ulaştığı belirtilmiştir (Dimova vd., 2016).



Şekil 1. 27 Aralık 1939 Erzincan Depreminden Sonra (URL.3).

17 Ağustos 1999'da merkez üssü İzmit Körfezi'nde yer alan **1999 Marmara Depremi** ve sonrasında oluşan İzmit tsunamisi ile su baskını bir diğer örnektir. Marmara Bölgesi'ni büyük ölçüde etkileyen $M_w=7.8$ büyüklüğündeki deprem resmi bilgilere göre 18.373 kişinin ölmesine, 285.211 ev ve 42.902 işyerinin hasar görmesine neden olmuştur (AFAD, 1999; URL.2). Konu kapsamında 1999 Marmara Depremi incelendiğinde İzmit Körfezi'nin kıyı kesimini kapsayan tsunaminin etkilerine ulaşılmaktadır. Tsunamiden kısa bir süre sonra saha araştırmaları, su baskını ölçümleri ve görüşmelere dayanılarak, denizin depremden önce İzmit körfezi'nin güney ve kuzey kıyılarında geri çekildiği raporlanmıştır. Tsunami ile İzmit Körfezi'nin kuzey kıyısında 1.5-2.6m arasında dalga yükseklikleri değişmiş olup dalgaların yapılı çevreye zarar verdiği gözlemlenmiştir. Güney kıyılarında ise, dalga yükseklikleri 0.8-2.5m arasında ölçülmüş olup iki iskele, bir otel, bir restoran ve bir kahveyi içeren alan sular altında kalmıştır (Yalciner vd., 2001; Altınok vd., 1999), (Şekil 2a-2b).



a



b

Şekil 2. a) Değirmendere yakınlarındaki Çınarlık Parkı'nda kıyı şeridinin çökmesi, b) Gölcük'ün batısındaki Kavaklı'daki kıyı şeridinin denizden bir görünümü (Youd vd., 1999).

23 Ekim 2011 tarihinde Van'da meydana gelen ve büyüklüğü $M_w=7.2$ olan **2011 Van Depremi** yerin yaklaşık 19 km derinliğinde oluşmuş, özellikle şehrin kuzeyini etkilemiştir (URL.2). Ciddi hasara sebebiyet veren deprem, yaklaşık 2.480 km^2 'lik bir alanda farklı tip ve boyutlarda 77 adet heyelan oluşumuna neden olmuştur. Heyelanların bir kısmı yapıları ve ulaşım ağını doğrudan etkilemiştir. Genel olarak düşmelerden kaynaklı heyelanların en yıkıcı olanı ise Erciş ilçesi Çelebibağ mahallesinin güney kısmında etkisini göstermiştir (Görüm, 2016).

8 Ağustos 2019 tarihli, merkez üssü Mecidiye-Bozkurt (Denizli) olan, $M_w=5.7$ büyüklüğündeki (URL.2) **2019 Denizli Depremi** ise Valiliğin açıklamalarına göre, can kaybına sebep olmamış, ancak deprem sonucu bölgede kaya düşmeleri ve heyelanlar şeklinde kitle hareketleri kayıt edilmiştir. Oluşan heyelanlar ve kum ocakları işletme amaçlı açılan alanların dik yamaçlarında meydana gelerek kayıp etkisi oluşturmuştur (Özkaymak, 2019).

24 Ocak 2020 tarihli, merkez üssü Elazığ'ın Sivrice ilçesi olan ve $M_w=6.8$ büyüklüğünde (AFAD, 2020a) gerçekleşen **2020 Elazığ Depremi** de diğer örneklere benzer şekilde ulaşım ağını sağlayan stabilize yollarda oluşan heyelan nedeniyle kaya kopmalarına neden olmuştur. Bu durum yol kenarlarında çökme tehlikelerine ve ulaşım gücüne sebebiyet oluşturmuştur (Şekil 3.a, Şekil 3.b).



a



b

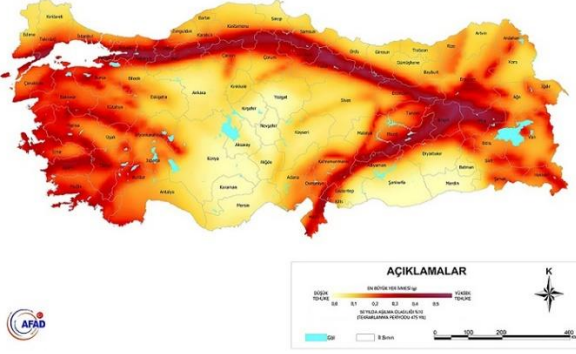
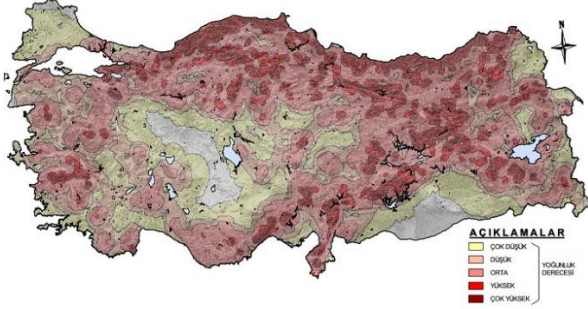
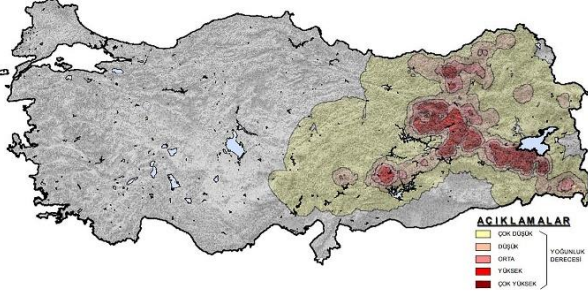
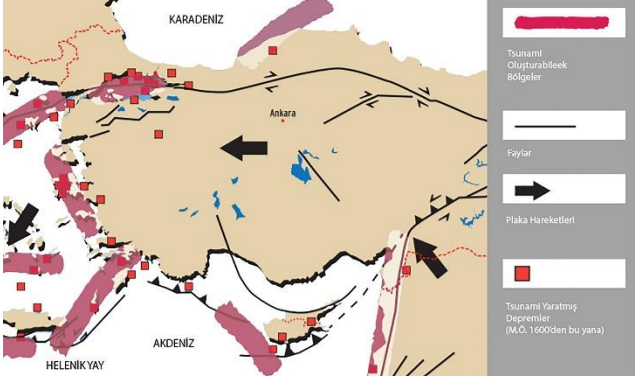
Şekil 3. a) Toprak kayması (URL.4), b) Kaya parçalarının yollara düşmesi (URL.5).

Son olarak yakın geçmiş olan 30 Ekim 2020 tarihinde Ege Denizi'nde Sisam adasının kuzeyi ile Doğanbey-İzmir açıkları arasında $M_w=6.9$ büyüklüğünde meydana gelen **2020 Ege Denizi Depremi** ele alınabilir (URL.2). İzmir ili ve ilçeleri başta olmak üzere Ege ve Marmara bölgeleri dahil geniş bir alanda hissedilen depreme müteakip küçük çapta bir tsunami oluşmuştur. Tsunami, Ege bölgesinde Yunanistan'ın Kuzey Ege ve Güney Ege bölgelerinde can kayıplarına ve maddi hasarlara sebep olmuştur. AFAD (2020b)'in yaptığı açıklamaya göre, Türkiye'de 1'i boğulma olmak üzere toplam 115 kişi hayatını kaybetmiş, 1.034 kişi yaralanmıştır. İzmir'in Bayraklı ve Bornova ilçelerinde ise çok sayıda bina yıkılmıştır.

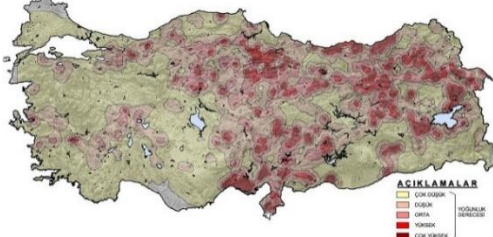
4. TÜRKİYE DOĞAL AFET HARİTALARI VE DEPREM KAYNAKLI İKİNCİL AFETLER

Çalışmanın ana konusu olarak ele alınan deprem kaynaklı ikincil afetleri incelerken Türkiye afet yoğunluk haritaları yöntemin ana bileşeni olarak ele alınmıştır. İlgili kamu kurumları ve literatürde yer alan diğer kaynaklardan alınan afet yoğunluk haritaları Tablo.1'de verilmiştir.

Tablo 1. Türkiye Afet Yoğunluk Haritaları.

Afet Tipi	Harita
Deprem Tehlike Haritası	 <p>(AFAD, 2019)</p>
Heyelan Yoğunluk Haritası	 <p>(Gökçe vd. 2008)</p>
Çığ Yoğunluk Haritası	 <p>(Gökçe vd. 2008)</p>
Tsunami Yoğunluk Haritası	 <p>(Tanırcan vd., 2017)</p>

Tablo 1. (Devam) Türkiye Afet Yoğunluk Haritaları.

Afet Tipi	Harita
Su Baskını Yoğunluk Haritası	

(Gökçe vd, 2008)

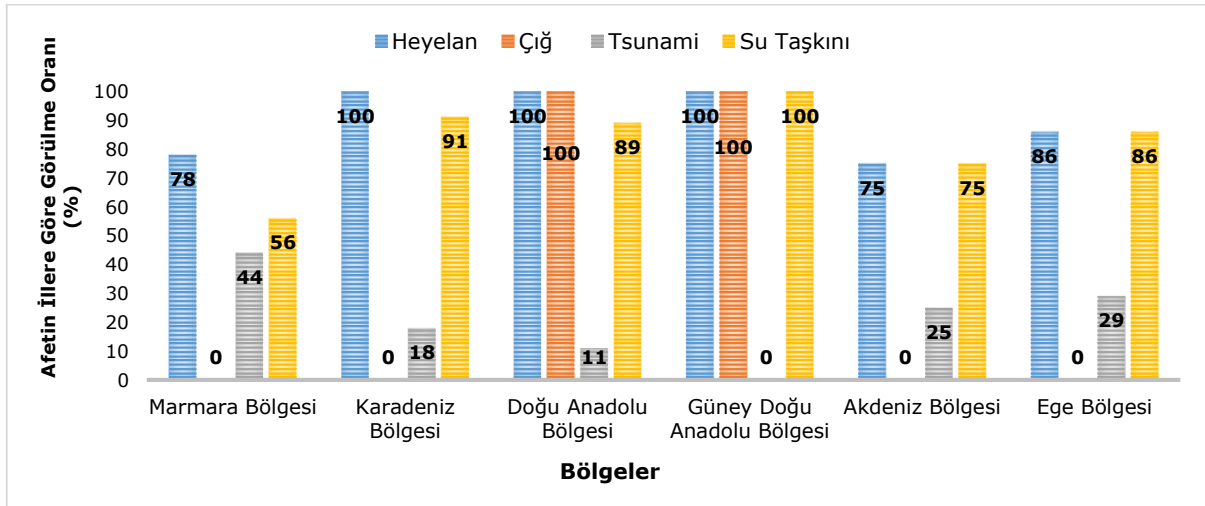
Öncelikle AFAD'ın hazırlamış olduğu 2019 yılında güncellenen deprem tehlike haritası incelenerek ileri deprem riski taşıyan iller belirlenmiştir. Kandilli rasathanesinden alınan bilgilere göre depremler Magnitüdlerine göre sınıflandırılmış olup "5-5.9 büyüklüğünde" orta şiddetli, "6-6.9 büyüklüğünde" şiddetli, "7-7.9 büyüklüğünde" ise çok şiddetli olarak belirlenmiştir. Tablo 2'de yer alan iller 5 ve üzeri büyükte yani orta şiddetli, şiddetli ve çok şiddetli sınıftaki illerden oluşturulmuştur.

Tablo 2. Türkiye'de depremin en çok görüldüğü illerdeki diğer afetler.

Bölgeler	İller	Heyelan	Çığ	Tsunami	Su Taşkını
Marmara Bölgesi	Edirne				
	Tekirdağ				
	İstanbul				
	Kocaeli				
	Yalova				
	Sakarya				
	Balıkesir				
	Çanakkale				
	Bursa				
	Düzce				
Karadeniz Bölgesi	Bolu				
	Karabük				
	Çankırı				
	Kastamonu				
	Çorum				
	Samsun				
	Amasya				
	Tokat				
	Ordu				
	Giresun				
Doğu Anadolu Bölgesi	Erzincan				
	Tunceli				
	Erzurum				
	Bingöl				
	Muş				
	Van				
	Hakkari				
	Elazığ				
Malatya					
Güney Doğu A. B	Adıyaman				
	Kahramanmaraş				
Akdeniz Bölgesi	Osmaniye				
	Hatay				
	Burdur				
Ege Bölgesi	Kütahya				
	Manisa				
	Afyonkarahisar				
	İzmir				
	Aydın				
	Denizli				
	Muğla				
Lejant		Afet Riskinin Görüldüğü		Afet Riskinin Görülmediği	

İllere ve bölgelere göre kıyaslanabilir hale getirilen afet haritalarıyla karşılaştırma yapılarak bu illerdeki diğer doğal afet riskleri belirlenmiştir. Türkiye’de 81 il bulunmakta olup bunlardan 41’i yani, yaklaşık %51’i ileri deprem riski taşımaktadır. Tablo 2’de ileri deprem riski taşıyan illerden, heyelan, çığ, tsunami, su baskını afetleri, ilgili haritalardan orta ve üstü risk yoğunluğuna sahip olma durumuna göre işaretlenmiştir. Bu kapsamda %2’lik bir oranla Edirne ili ileri deprem riskine sahipken, diğer afet risklerini barındırmayan tek ildir. %12’lik oranla; Tekirdağ tsunami; Bolu, Burdur, Manisa heyelan; Afyonkarahisar ise su baskını olmak üzere afet risklerinden sadece birini taşımaktadır. İllerden %49’unda afetlerden herhangi ikisi görülmektedir. Örneğin; İstanbul ve Yalova’da heyelan ve tsunami afetlerinin görülme riski yüksek iken Hakkari’de heyelan ve çığ afetlerinin görülme riski yüksektir. Her iki afetin görüldüğü diğer illerde ise heyelan ve su taşkını afetlerinin görülme riski yüksek çıkmıştır. Burada ortak olan heyelan riskidir. İllerden % 37’si ise afetlerden herhangi üçünü barındırmakta olup afetlerden dördünü de barındıran bir il bulunmamaktadır.

Tablo 2’de yer alan illerden, Edirne, Tekirdağ ve Afyonkarahisar dışındaki 38 ilde yani, illerin %93’ünde heyelan riski ile deprem riskinin yüksek oranda karşılaştığı dikkat çekmiştir. Bundan dolayı ilgili bölgelerde gerçekleşecek olan bir depremin heyelan oluşumunu tetikleme riski yüksektir. Heyelanlardan sonra en çok görülen afet olarak ikinci sırayı %80 oranla su baskını almaktadır. Su baskın riskinin fazla olduğu bölgeler başta Karadeniz olmak üzere, Akdeniz’in doğusu, Ege, Doğu Anadolu, ve diğer tüm bölgelerimizde görülmektedir. Çığ riskinin görüldüğü illere bakıldığında sadece Doğu ve Güneydoğu Anadolu’da görülmekte olup %24’lük bir oranla, özellikle heyelan ve su baskını risklerinin de yoğun olduğu illerde üçüncü bir risk unsuru teşkil etmektedir. Tsunaminin risk yoğunluğu ise %24 oranı ile, Marmara, Akdeniz, Ege ve Karadeniz bölgeleri gibi deniz kıyılarını kapsamaktadır (Tablo 2 ve Şekil 9). Fakat Erzincan gibi deniz kıyısında bulunmayan bir ilin, 1939 Erzincan depremi örneğinde olduğu gibi, depremin şiddeti ile Karadeniz kıyılarında tsunami oluşumunu tetiklemesi gibi risklerde dikkate alınmalıdır.



Şekil 4. Türkiye’de depremin en çok görüldüğü illerdeki ikincil afetlerin bölgelere göre görülme yüzdeleri.

Tablo 1’de Türkiye afet haritalarının karşılaştırılması, sonrasında Tablo 2’de heyelan, çığ, tsunami ve su baskını afetlerinden orta ve üstü risk yoğunluğuna sahip illerin belirlenmesi, depremin tetikleme sonucu meydana gelebilecek riskleri ve hangi bölgede olabileceklerini saptamak için oluşturulmuştur. Türkiye’den verilen örneklere bakıldığında; 1939 Erzincan depremi (Mw=7.9), heyelan, çığ ve tsunami, su baskını felaketlerine; 1999 Marmara Depremi (Mw=7.8), İzmit tsunamisi ve su baskınının gerçekleşmesine; 2011 Van depremi (Mw=7.8), 77 adet heyelan oluşmasına; aynı şekilde 2019 Denizli



(Mw=5.7), 2020 Elazığ Depremleri (Mw=6.8) de kaya düşmeleri ve heyelan şeklinde kitle hareketlerine ve en yakın tarihte 2020 Ege denizi depremi (Mw=6.9) tsunami felaketlerine neden olmuştur. Depremin tetiklediği bu örnekler de çalışmanın savını desteklemektedir.

5. DEPREM KAYNAKLI İKİNCİL AFETLERE KARŞI ALINABİLECEK ÖNLEMLER

Deprem kaynaklı ikincil ve yıkıcılığı arttıran felaketler için gerekli tespitlerin yapılması, ilgili önlemlerin alınması, kayıpları ve diğer olumsuz etkilerini azaltabilir. Bu kapsamda hazırlanabilecek ülke stratejileri, yerel yönetim çalışmaları ve bireysel önlemler oldukça önemli bir yere sahiptir.

Heyelanlara Karşı Önlemler: Türkiye’de heyelan tehlikesi tüm bölgelerde bulunmakta olup özellikle dağ eteklerindeki yapılaşmalar yüksek heyelan riski altındadır. Yerel yönetimlerin dağ eteklerindeki yapılaşmalara izin vermemesi gerekmektedir, bu tür yapılaşmanın önüne geçilemiyorsa ya da mevcut yapılar varsa bu bölgelerde yerleşim alanların üzerinde bir sınır belirleyerek istinat duvarları ile önlem alınmalıdır. AFAD ve AFAD koordinasyonundaki birimlerin deprem sonrası toplanma alanlarını gözden geçirmesi bu bölgelerdeki toplanma alanlarının dağ eteklerinde olanları iptal etmesi ya da bu alanlara bir şekilde tahkimat sağlanması gerekmektedir.

Çığa Karşı Önlemler: Doğu Anadolu bölgesinde kış aylarında gerçekleşebilecek deprem ve depremi takip edebilecek çığlar için önlemek için kademelendirme yapılmalıdır. Çığ çok geniş alanları etkileyen bir afet olmayıp genelde noktasal afet türü olarak görülmektedir. Artan nüfus ve insan hareketliliğinden kaynaklanan, yerleşim alanlarının genişleyerek riskli yerlere kayması, bölgenin çığ riski taşımasına bakılmaksızın bu alanlar üzerinde ev, yol, tesis yapımları ve kış turizmüne bağlı olarak dağlara çıkan insan sayısının artması gibi bilinçsizce faaliyetler çığ olaylarındaki kayıpları arttırmaktadır. Bu kapsamda çığ tehlike haritalarının oluşturulması, planlı ve önlemleri yapılaşma, sürdürülebilir kentleşmeye uygun tasarımların geliştirilmesi, erken uyarı sistemlerinin kurulması, gözlem noktaları oluşturulması vb. gibi önlemler alınırca çığ riski bertaraf edilebilir. Ayrıca, özellikle Doğu Anadolu Bölgesi gibi yüksek çığ riski taşıyan bölgelerde deprem kurtarma araç ve ekipmanları belirlenirken çığ olabileceği ihtimali de göz önünde bulundurulmalıdır.

Tsunamiye Karşı Önlemler: Kıyı bölgelerde özellikle sahil şeridindeki yapılaşmalar risk altındadır. Yerel yönetimlerin sahil şeridindeki yerleşimler için kıyı kanunu haricinde kent estetik kurulları kapsamında uygun çekme mesafelerinin belirlenmesi ve bu çekme mesafelerine göre de yapıların mimari kriterlerini düzenlemesi özellikle yerden yükseltilmiş yapı önerileri getirmesi beklenmektedir. Ayrıca bu kıyı bölgelerinde tsunami dalgalarının oluşma olasılığı değerlendirilerek, kıyı belediyeleri ve kullanıcılara (yat, balıkçı limanları, denizciler vb.) yönelik bilgilendirme çalışmaları yapılmalıdır. AFAD ve AFAD koordinasyonundaki birimlerin deprem sonrası toplanma alanlarını gözden geçirmesi, bu bölgelerdeki toplanma alanlarının sahil şeridinden uzakta tercih edilmesi önem arz etmektedir. Aksi taktirde deprem sonrası toplanma alanında toplanan kalabalıkları bir de tsunami tehdidiyle karşılaşması söz konusu olabilir. Bu bölgelerde Yerel Yönetimler ve Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı birimlerince altyapı tahliye planları çıkarılmalı alt yapı hesapları deprem hanında hasar alabilecek altyapı elemanları düşünülerek alternatif alt yapı galerileri düşünülmelidir.

Su Baskınlarına Karşı Önlemler: Özellikle, dere yatakları ve akarsu havzalarında plansız ve kontrolsüz yapılaşma en temel sebebi olup kaçınılması gereken ilk önlem olarak karşımıza çıkmaktadır. Yoğun su baskını olan bölgelerde bodrum kat yapılmamalı, yapılıyorsa konut işyeri gibi sürekli kullanım iskânı yerel yönetimlerce verilmemelidir. Deprem sonrasında gerçekleşebilecek su baskınları arama kurtarma ve enkaz kaldırma faaliyetlerini imkânsız hale getirebileceği için deprem riski yüksek bölgelerimizde



alternatif altyapı tahliye planları çalışılmalı, araç donanımı olarak su tahliye araçları vidanjör ekipmanları çoğaltılmalıdır.

6. SONUÇ

Çalışma kapsamında yapılan araştırma neticesinde birçok şehrimizde şiddetli deprem ile birlikte ikincil hatta üçüncül afet riskleri olabileceği tespit edilmiştir. Bu noktada heyelanlar en yüksek risk oranına sahip olup Türkiye'nin tüm bölgelerinde görülmektedir. İkinci sırayı su baskınları almakta, başta Karadeniz bölgesi olmak üzere yine tüm bölgelerimizde görülmektedir. Çığ afeti üçüncü sırada yer alarak özellikle Doğu Anadolu bölgesinde yüksek risk taşımaktadır. Dördüncü sırada ise tsunami felaketi özellikle kıyı bölgelerimizde yüksek risk teşkil etmektedir. Araştırmada, ikincil afet riski olan yerlerin afet çeşidine göre alınabilecek önlemler ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ancak alınabilecek en önemli önlem, imar çalışmalarında bölgenin jeolojik, jeofizik ve çevresel etkenlerinin göz önüne alınarak mevcut afet risklerinin ağırlıklı olasılık durumu düşünülerek yapılmasıdır.

AFAD ve diğer kurumlar bu konuda gerekli analizleri yapmalı, analizlerin belediyeler, yüklenici firmalar ve en önemlisi mimar mühendis etiğine sahip uzman kişiler tarafından dikkatle incelenmesi ve sonuç ürün olan yapı da kurgulanması büyük bir gerekliliktir. Deprem ve deprem kaynaklı ikincil afetlerde; tehditlerin saptanması, hasar görebilirliği anlamak ve risklerin azaltılması için makul stratejiler geliştirmek risk yönetiminin amaçlarını oluşturmaktadır. Ayrıca, afet ve afetlerden sonra meydana gelebilecek tehlikelere karşı toplumun bilinçlendirilmesi gerekliliği gündeme gelmektedir.

Türkiye'nin doğal afet oluşum potansiyeli, kentleşme ve yapılaşmanın artmış olması, topoğrafyanın bozulmuş olması ve afet yönetim sistemindeki yetersizlikler bir arada düşünüldüğünde yapılan çalışma, söz konusu önlemlerin alınması ve yeni araştırmaların bu alanda yoğunlaştırılabilmesi için bir başlangıç niteliği taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı [AFAD], (1939). 27 Aralık 1939 Erzincan Depremi, URL: <https://deprem.afad.gov.tr/tarihteBuAy?id=65>, Son Erişim Tarihi: 30.03.2020.
- Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı [AFAD], (1999). 7 Ağustos 1999 Gölcük Depremi, URL: <https://deprem.afad.gov.tr/tarihteBuAy?id=37>, Son Erişim Tarihi: 31.03.2020.
- Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı [AFAD], (2019). Türkiye Deprem Tehlike Haritası, URL: <https://deprem.afad.gov.tr/deprem-tehlike-haritasi>, Son Erişim Tarihi: 1.04.2020.
- Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı [AFAD], (2020a). Elazığ Deprem Raporu, URL: <https://deprem.afad.gov.tr/downloadDocument?id=1825>, Son Erişim Tarihi: 1.04.2020.
- Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı [AFAD], (2020b). Ege Denizi Deprem Raporu, URL: <https://www.afad.gov.tr/izmir-seferihisar-depremi-duyuru-73-08112020---2000>, Son Erişim Tarihi: 09.11.2020.
- Akyel, R., (2007). *Afet Yönetim Sistemi: Türk Afet Yönetiminde Karşılaşılan Sorunların Tespit Ve Çözümüne İlişkin Bir Araştırma*, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı, Yayınlanmamış Doktora Tezi.
- Altınok, Y., Alpar, B., Ersoy, Ş., and Yalciner, A. C., (1999). Tsunami generation of the Kocaeli earthquake (August 17th 1999) in the Izmit Bay; coastal observations, bathymetry and seismic data. *Turkish J. Marine Sciences*, 5(3), 131-148.
- Büyükkaracıgan, N. (2016). Türkiye'de Yerel Yönetimlerde Kriz ve Afet Yönetim Çalışmalarının Mevzuat Açısından Değerlendirilmesi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi*, (12), 195-219.



- Dimova, L., Armigliato, A., Pagnoni, G., Tinti, S., & Raykova, R. (2016). Tsunami radiation pattern from seismic sources in the Black Sea. In *Proceedings from 3rd National Congress on Physical Sciences*, (29), 1-13.
- Ergünay, O. (2007). Türkiye'nin afet profili. *TMMOB afet sempozyumu bildiriler kitabı*, s.5-7.
- Gökçe, O., Özden, Ş., & Demir, A. (2008). *Türkiye'de afetlerin mekansal ve istatistiksel dağılımı afet bilgileri envanteri*. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü.
- Görüm, T. (2016). 23 Ekim 2011 Van depreminin tetiklediği heyelanlar, *Türk Coğrafya Dergisi*, (66), 29-36.
- Gül, O. K. (2011). 27 Aralık 1939 Erzincan Depremi'nin Sivas Ve İlçelerine Etkileri. *Journal of World of Turks/Zeitschrift für die Welt der Türken*, 3(2).
- Haçın, İ. (2014). 1939 Erzincan Büyük Depremi. *Atatürk Araştırma Merkezi Dergisi*, 30(88), 37-70.
- Highland, L., and Bobrowsky, P. T. (2008). *The landslide handbook: a guide to understanding landslides*. US Geological Survey, Reston. 129s.
- İnternet: Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü,
URL.1:<https://www.afad.gov.tr/aciklamali-afet-yonetimi-terimleri-sozlugu>, Son Erişim Tarihi:09.04.2020
- İnternet: Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi. URL.2:
<http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/deprem-bilgileri/buyuk-depremler/>, Son Erişim Tarihi:09.11.2020.
- İnternet: 1939 Depremi ve Sonrası,
URL.3:<http://mimoza.marmara.edu.tr/~avni/ERZINCAN/deprem/index.htm>, Son Erişim Tarihi:26.03.2020
- İnternet: Elazığ depremi, URL.4:<https://www.sozcu.com.tr/2020/gundem/elazig-depreminde-yer-kabugu-kirildi-mi-bilim-insanlari-acikladi-5593452/>, Son Erişim Tarihi:01.04.2020
- İnternet: Elazığ depremi, URL.5:<https://www.sozcu.com.tr/2020/gundem/elazig-depreminin-korkunc-boyutu-yol-parcalandi-taslar-dustu-5589506/>, Son Erişim Tarihi:01.04.2020
- International Tsunami Information Center [ITIC], 2011, Japan Tsunami Event 11 March 2011, İnternet: <http://itic.ioc-unesco.org>, Son Erişim Tarihi: 16.03.2020
- Kadıoğlu, M., (2008). *Sel, Heyelan ve Çığ için Risk Yönetimi*; Kadıoğlu, M. ve Özdamar, E.,(editörler), "Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri"; JICA Türkiye Ofisi Yayınları, Ankara, s.251-276.
- Li, Y., & Mo, P. (2019). A unified landslide classification system for loess slopes: A critical review. *Geomorphology*.
- Özkaymak, Ç., Tiryakioğlu, İ., Doğan, O., Akyar, ve Sözbilir, H., Eski, S., Tepe, Ç., Duran, İ., 2019, 8 Ağustos 2019 Kuşadası Körfezi (İzmir) ve Bozkurt (Denizli) Depremleri Özet Raporu, Dokuz Eylül Üniversitesi ve Afyon Kocatepe Üniversitesi Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi, İzmir.
- Podolskiy, E. A., Nishimura, K., Abe, O., and Chernous, P. A. (2010). Earthquake-induced snow avalanches: I. Historical case studies. *Journal of Glaciology*, 56(197), 431-446.
- Şahin, Ş., ve Üçgül, İ. (2019). Türkiye'de Afet Yönetimi ve İş Sağlığı Güvenliği. *Afet ve Risk Dergisi*, 2(1), 43-63.
- Tanırcan, G., Püskülcü, S., Necmioğlu, Ö., & Özel, N. M. (2017). *Tsunami Bilgilendirme El Kitabı*. BÜ Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Afete Hazırlık Eğitim Birimi Yayınları, İstanbul.
- Yalciner, A. C., Synolakis, C. E., Alpar, B., Borrero, J., Altinok, Y., Imamura, F., ... and Kanoglu, U. (2001). Field surveys and modeling 1999 Izmit tsunami. *In International Tsunami Symposium ITS*, 4-6.



- Yolsal, S., Taymaz, T., & Yalçiner, A. C. (2007). Understanding tsunamis, potential source regions and tsunami-prone mechanisms in the Eastern Mediterranean. *Geological Society, London, Special Publications*, 291(1), 201-230.
- Youd, T. L., Bardet, J. P., & Bray, J. D. (2000). Kocaeli, Turkey, earthquake of August 17, 1999 reconnaissance report. *Earthquake Spectra*, 16, 58-59.