

**ÇOKLU AFET RİSK YÖNETİMİNDE TEHLİKE VE ZARAR
GÖREBİLİRLİK BELİRLENMESİ İÇİN GEREKSİNİM ANALİZİ**
*Requirement Analysis for Determining Hazard and Vulnerability in
Multiple Disaster Risk Management*

Öğr. Gör. Bekir TAŞTAN

*İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Coğrafi Bilgi Teknolojileri
Bölümü Doktora Öğrencisi, tastanb@itu.edu.tr*

Doç. Dr. Arif Çağdaş AYDINOĞLU

*Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi
aydinoglu@gyte.edu.tr*

ÖZET

Afetler, insanlara, insanların sahip olduğu mal varlıklarına ve çevreye büyük çapta yıkıma neden olurlar. Bu yıkımları ortadan kaldırmak veya yıkımların etkilerini azaltmak için yapılacak çalışmalar afet yönetimi çerçevesinde gerçekleştirilir. Afet yönetimi genel anlamda birbirini takip eden dört aşamada gerçekleşmektedir. Afet gerçekleşmeden önceki dönemde zarar azaltma ve hazırlık, afet gerçekleştikten sonraki dönem için müdahale ve iyileştirme aşamaları etkileşim halindedir. Afet yönetiminin başarılı olması, afet döngüsü içindeki aktivitelerin başarıyla yapılmasına bağlıdır. Afet risk yönetimi, tehlike ve zarar görebilirlik ile risk analiz çalışmaları gibi unsurları içermektedir.

Afet tehlikesi doğal veya insan kökenli bir olay iken, zarar görebilirlik insanların veya malvarlıklarının tehlikelere maruz kalmasına sebep olan çeşitli nitelikleridir. Tehlike ve zarar görebilirliğin bileşimi afet riskini ortaya çıkarmaktadır. Bazı afet tehlikeleri bir arada görülebilmekte-depremi takip eden heyelanlar, yangınlar ve seller gibi- afetler birbirini tetikleyebilmektedir. Buna benzer şekilde bir alanda birden fazla afetin bir arada görülmesi çoklu afet riski durumunu ortaya çıkarmaktadır. Afet risklerinin yönetilebilmesi için öncelikle tehlike, zarar görebilirlik analizleri ve veri gereksinimi analizlerinin yapılması gereklidir. Ayrıca bu afetlere bütüncül bir yaklaşım gerekmektedir. Böylelikle bu çalışmada, Türkiye’de en çok görülen deprem, sel, heyelan, yangın, orman yangını gibi afet türleri için tehlike ve zarar görebilirlik analizine yönelik veri gereksinimi analizleri yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Afet riski, tehlike ve zarar görebilirlik, veri gereksinimi analizi

ABSTRACT

Disasters cause great disruption for human, environment and assets. To mitigate or reduce the impact of disasters; hazard, vulnerability, and risk analysis are performed within the risk management activities. Disaster management generally occurs in four successive stages. Damage mitigation and preparedness stages for pre-disaster, response and recovery stages for post-disaster interact with one another. Success in disaster management depends on successfully realization of the activities that are performed in the disaster cycle. Disaster risk management contains activities such as hazard, vulnerability, risk assessment, and analysis.

Disaster hazard is a natural or human originated event; vulnerability is the features and situations of a society that cause exposure to the harming impacts of a hazard event. The composition of the disaster hazard and vulnerability expose the risk of disaster. Some disaster hazard such as following the earthquake landslide, floods, and fire can occur together and can trigger each other. Similarly more than one disaster can be seen together and that exposes the multi-hazard risk situations. In order to manage the disaster risks data requirement, hazard and vulnerability analysis must be performed first. Also an integrated approach is required for disaster. For this purpose, in this study data requirement analysis was performed for the analysis of very common disasters in Turkey such as landslides, fire, forest fire, flood and earthquake.

Keywords: *Disaster risk, hazard and vulnerability, data requirement analysis*

1.GİRİŞ

Günümüzde dünyanın farklı bölgelerinde yaşayan insanlar farklı tipteki afetlerle karşı karşıyadır. Bu afet türleri insanları olumsuz olarak etkilemekte, can ve mal kayıplarına sebep olmaktadır. Afet türleri doğal etkenlerle ve insan kaynaklı etkenlerle ortaya çıkmaktadır. Afetlerin en büyük özelliği toplumların iş görme kabiliyetlerini etkilemesi ve toplumların kendi başlarına üstesinden gelememeleridir (UNISDR, 2009). Afetlerin bazıları tahmin edilemezken bazıları çok hızlı gelişir ve çok tehlikelidir (Singh, 2008).

Afetlerin olumsuz etkilerine karşı koyabilmek için yapılacak faaliyetler belirli bir silsile ile gerçekleştirilir. Bu faaliyetler afet öncesi ve sonrasında gerçekleştirilebilecek faaliyetlerdir ve afet yönetim sistemi içerisinde gerçekleştirilirler. Afetlerin gerçekleşmesinden önceki

*ÇOKLU AFET RİSK YÖNETİMİNDE TEHLİKE VE ZARAR GÖREBİLİRLİK BELİRLENMESİ İÇİN
GEREKSİNİM ANALİZİ*

faaliyetler afet risk yönetimi olarak adlandırılırken, afetler gerçekleşikten sonraki çalışmalar ise afet kriz yönetimi olarak adlandırılır (Kadıoğlu, 2011). Afet risk yönetimi hazırlık, önleme, azaltma gibi aktiviteler yoluyla afetlerin kötü etkilerinden kaçınmayı ve onları azaltmayı hedefler (UNISDR, 2009). Afet risk yönetimi tehlikelerden kaynaklanan tehditleri belirlemeyi, insanların zarar görebilirliğini anlamayı ve gelecekteki risk azalımı için stratejiler geliştirmeyi içerir. Afet risk yönetiminin anahtar elemanları; tehlike, risk ve zarar görebilirlik belirlemesi, risk analizi ve değerlendirmesidir (Nirupama, 2013).

Kentleşme olgusu, doğanın hızlı biçimde değiştirilmesi, hızlı nüfus artışı gibi nedenlerle bir bölgede birden çok afet tehlikesi görülebilmektedir. Tehlikelerin bir arada görülebilmesi afetlerin sonuçlarının tahmin edilmesini güçleştirmektedir. Aslında tehlikelerin çoklu olarak ortaya çıkmasının yanında insanların zarar görebilirlik nitelikleri de afetlerin boyutunu değiştirmektedir. Zarar görebilirlik, herhangi bir topluluğu veya mal varlığını afet tehlikelerine karşı maruz bırakan tüm nitelikleridir (UNISDR, 2009). Bu nitelikler zamansal ve mekânsal olarak değişime uğramaktadır. Örneğin fakir bir insanın mali durumu düzelince zarar görebilirlik seviyesi değişmektedir. Bir kişi bir yerden diğer bir yere göç edince tehlikenin var olup olmama durumuna göre zarar görebilirlik düzeyi farklılaşabilmektedir. Farklı tehlikeler ve zarar görebilirlik bileşimi riskin ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Afet riski, afet tehlikesinin gelecekte gerçekleşmesi ile insanlara ve insanların çevresine zarar verme durumuna bağlı ortaya çıkabilecek kayıp olasılığıdır (Kadıoğlu, 2008). Teknolojik gelişmelerle de birlikte artık doğal afetler yanında teknolojik afetler görülebilmekte ve bir afet diğer afeti tetikleyebilmektedir. Bu durum çoklu risk durumunun ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu afetlerin yönetilebilmesi için afet tehlikelerine neden olan ve zarar görebilirlik durumlarını ortaya koyan faktörlerin ayrıntılı incelenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, afetlere bütüncül bir bakış içerisinde Türkiye’de en fazla görülen deprem, sel, heyelan, yangın/orman yangını gibi afet türleri için tehlike ve zarar görebilirlik veri gereksinimi analizi yapılmıştır. Veri gereksinimi analizi çoklu afet risklerinin analiz edilebilmesinin ilk adımıdır ve afetlerin doğasını ortaya koyabilmek açısından önemlidir.

2.TEHLİKE- ZARAR GÖREBİLİRLİK- RİSK KAVRAMI

Ülkemizde jeolojik, jeomorfolojik ve meteorolojik durumlara bağlı olarak ilkçağlardan itibaren çeşitli afetler meydana gelmiştir. 1900 ve 2010 yılları arasında deprem, kaza, sel, heyelan ve yangın en fazla görülen afet türleri olmuştur (URL 1). Bu afet türlerinin etkisinin çok fazla veya az olması zarar görebilirlikle de alakalıdır. Yani toplumun sahip olduğu nitelikler ve çevrelerindeki koşullar afetler karşısındaki zarar görebilirlik durumlarını etkilemektedir. Zarar görebilirlik çok yönlü bir kavramdır. Zarar görebilirlik ile tehlike durumunun etkileşimi risk durumunu ortaya çıkarmaktadır. Risk belirli tehlikenin ileride yaşanması halinde insanlara ve çevreye zarar veya hasar verebilme durumuna bağlı ortaya çıkabilecek kayıp olasılığı (Kadıoğlu, 2008) ve tehlikeli olayın olumsuz sonuçlarının toplamıdır (AFAD, 2012).

Tehlike yaşamı tehdit eden, çevreye ve sahip olunan varlıklara zarar verme potansiyeli olan (AFAD, 2012), hizmet kayıplarına da neden olmasının yanı sıra ekonomik ve çevresel yıkıntılara da yol açan tehlikeli bir olgu veya maddedir (UNISDR, 2009). Tehlikelerin bir kısmı doğal kökenli iken bir kısmı da insan kaynaklıdır. Değişik nedenlerden dolayı ortaya çıkan kuvvetli rüzgârlar, fırtınalar, şiddetli yağışlar, uzun süreli sıcak ve soğuk hava dalgaları, sel/taşkın, orman yangınları, çığ, yıldırım gibi birçok olay doğrudan veya dolaylı olarak atmosfer kökenli doğal afetlere neden olan tehlikeli doğa olaylarıdır (Şahin ve Sipahioğlu, 2002). Tehlikelerin bir kısmı çok hızlı gelişirken bir kısmı yavaş gelişir. Depremler, seller, volkan püskürmeleri, kasırgalar hızlı gelişen afetlere örnek olarak gösterilebilirken, erozyon, kuraklık, küresel iklim değişikliği yavaş gelişen afet tehlikelerine örnektir (Dickson vd., 2012). Bazı afet türleri ise teknoloji kaynaklıdır. Bu afetlerin büyük bir bölümü kazalara bağlı olarak ortaya çıkar; havayolu kazaları, tren çarpışmaları, gemi kazaları gibi. Patlamalar, yangınlar, radyoaktif sızıntılar, bina çökmeleri yangınlar ve bazı kimyevi maddelerin taşınması sırasında oluşan çeşitli tehlikeler bunlara örnek olarak gösterilebilir (Smith, 2013).

Herhangi bir bölgede afet riskinin ortaya çıkması için tehlikelerin bulunmasının yanında tehlikelere karşı zarar görebilirlik durumları da etkilidir. Zarar görebilirlik bir topluluğun, sistemin ya da mal varlığının tehlikenin zararlı etkilerine maruz kalmasına neden olan koşulları ve özellikleridir (UNISDR, 2009). Bu nitelikler her bir tehlike türü için

ÇOKLU AFET RİSK YÖNETİMİNDE TEHLİKE VE ZARAR GÖREBİLİRLİK BELİRLENMESİ İÇİN GEREKSİNİM ANALİZİ

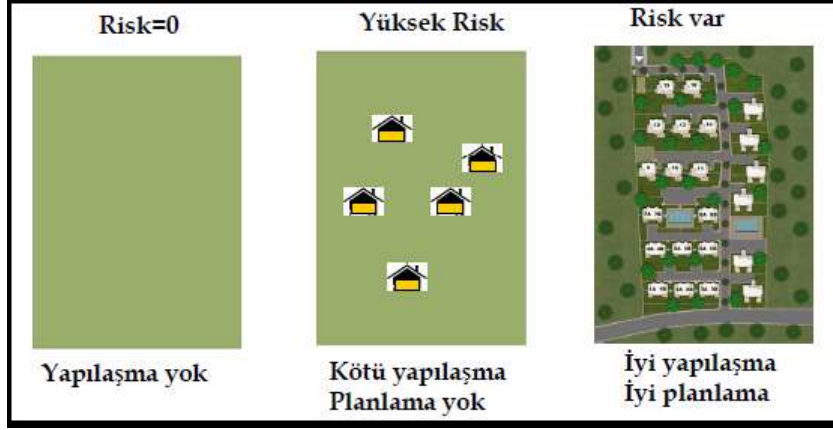
belirlenmelidir (EUROPEAN COMMISSION, 2007). Zarar görebilirlik çok yönlü bir kavramdır. Farklı durumlarda farklı zarar görebilirlik şartları ortaya çıktığı için bu kavrama yönelik ortak bir yöntem bulunmamaktadır (Birkman, 2006). Ancak zarar görebilirlik için ortak ifade edilen unsur, insanların veya mal varlıklarının tehlike etkisine maruz kalabilen özellikleridir (Wisner vd., 2003).

Zarar görebilirliği açıklayabilmek için maruziyet, dayanıklılık ve esneklik kavramlarının açıklanması gereklidir (Şekil 1). Maruziyet, büyük oranda doğal çevrenin, bina karakteristiklerinin ve fiziksel konumun bir ürünüdür. Dayanıklılık (Direnç, karşı durma gücü), ekonomik, psikolojik, fiziksel sağlık ve bakım sistemlerini yansıtır (Pelling, 2003). Çabuk iyileşme gücü (Elastikiyet, zorlukları yenme gücü); tehlike baskısına uyum sağlayabilme ya da başa çıkma gücüdür (Pelling, 2003). Esneklik ve başa çıkma kapasitesi zarar görebilirlik için benzer anlamda kullanılan kavramlardır (Birkman, 2006).



Şekil 1: İnsan zarar görebilirliği bileşenleri (Pelling, 2003:48).

Tehlike ve zarar görebilirlik bileşimi afet riskini ortaya çıkarmaktadır. Tehlike ile riski eşit tutmamak gerekir. Doğal ya da insan kaynaklı çeşitli tehlikelerin bulunduğu yerlerde, insan ve insanlara ait olan çeşitli unsurlar bulunmadığı müddetçe riskin varlığından söz etmek mümkün değildir. Şekil 2'ye göre yapılaşmanın hiç olmadığı yerde risk=0 iken, kötü yapılaşmanın bulunduğu yerde yüksek riskten söz edilebilir. İyi yapılaşmanın bulunduğu yerde ise muhtemelen risk vardır ancak derecesi düşüktür.



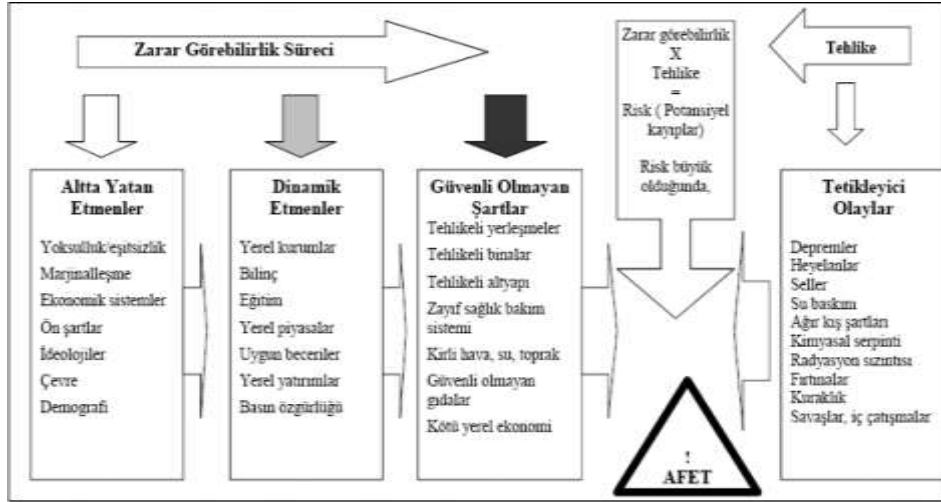
Şekil 2: Tehlike, yapılaşma ve insan faktörüyle risk arasındaki ilişki (AFAD, 2012).

Çevresel ve doğal konularda risk faktörleri, olacağı kesin bir olayın olasılığının fonksiyonu olarak tanımlanabilir ve zararın boyutu da insanlara, çevreye ve objelere bağlıdır. Böylece risk şu şekilde formüle edilebilir (Marzocchi vd., 2012: 553):

$$R = H \times L \times V$$

Burada H olasılıklı tehlike, L risk altındaki değer ve V ise zarar görülebilirliği ifade etmektedir. Risk belirleme süreci tehlike kaynağının belirlenmesiyle başlar. Tehlike kaynağının belirlenmesi ile tehlikenin oluşum olasılığı ortaya konulur. Tehlike etkisine maruz kalacak elemanların belirlenmesi ile zarar görülebilirlik durumu ortaya konmuş olur. Tehlike ve zarar görülebilirliğin bütünleşik olarak değerlendirilmesi ile kayıp ve risk tahmini ortaya konmuş olur (Şekil 3). Eğer toplum afet tehlikesinden çok büyük şekilde etkilenirse kayıplar çok büyük olur ve olay afet halini almış olur.

ÇOKLU AFET RİSK YÖNETİMİNDE TEHLİKE VE ZARAR GÖREBİLİRLİK BELİRLENMESİ İÇİN GEREKSİNİM ANALİZİ



Şekil 3: Risk bileşenleri (Özkul ve Karaman, 2007:253)

Tekli risk değerlendirme süreci ile sadece bir tehlikenin etkisiyle ortaya çıkabilecek risk durumu ele alınırken çoklu risk sürecinde ise farklı tipteki tehlikelere bağlı olarak ortaya çıkabilecek risk durumları ele alınır. Çoklu risk durumu çoklu tehlike ve çoklu zarar görebilirliği ele almaktadır. Çoklu risk durumunu ele alan iki yaklaşım mevcuttur. Birinci yaklaşımda bir bölge için farklı tipteki tehlikeler ve zarar görebilirlik durumları ele alınır. İkinci durumda ise farklı tehlikeli kaynaklardan ve zaman ve mekân içinde rastlayan çoklu zarar görebilirlik elemanlarından kaynaklanan risk durumunu ele almaktadır. Farklı tipteki tehlikelerin birbirini tetiklediği durumda bir afet tehlikesi diğerinin öncüsü veya başlatıcısı olabilmektedir.

3.ÇOKLU AFET TEHLİKE ANALİZLERİ İÇİN VERİ GEREKSİNİMİ

Son 25 yıl içinde dünya çapında 7.000 afet meydana gelmiş ve bu afetlerde 2 milyondan fazla kişi yaşamını kaybetmiştir. Bu afetlerden kaynaklanan ekonomik kayıp 1,2 trilyon dolar olmuştur. Bu afetlerin % 95'ini doğal afetler oluşturmaktadır (URL-2). Bu afetlerin ortaya çıkmasında ülkemizin farklı iklim ve jeolojik koşulları etkili olmaktadır. Bu afetlerin sonucu olarak önemli derecede can ve mal kayıpları yaşanmaktadır (Ergünay, 2007). Teknolojik değişim ve gelişmelerin de etkisiyle bir alanda birden fazla afet bir anda görülebilmekte veya bazı afet türleri birbirinin tetikleyicisi olabilmektedir. Tabii bu durum afetlerin

boyutunu değiştirmektedir. Yalnızca bir afet türü için yapılan hazırlıklar diğer afet türlerini kapsamadığı için insanlar afetlere hazırlıksız yakalanmaktadır. Bu durum afetler karşısında etkilenen insan sayısının da artmasına neden olmaktadır.

Afetler karşısında hazırlıklı olabilmek ve afetleri yönetebilmek için afetlere neden olan faktörlerin karakteristiklerini bilmek gereklidir. Afet risk analizlerini yapabilmek için gerekli veri grupları irdelenmelidir. Afet risk yönetiminin anahtar elemanları; tehlike ve zarar görülebilirlik belirlemesi, risk analizi ve değerlendirmesidir (Nirupama, 2013). Bu anlamda Türkiye’de en fazla görülen afet türleri için risk yönetimi açısından gerekli olan veri türleri ortaya konmuştur.

3.1. Heyelan tehlikesi için veri gereksinimi

Heyelan envanteri: Heyelan envanteri heyelan fenomeninin konumunu, tiplerini, göçme mekanizmalarını, başlatıcı faktörleri, oluşum frekansını, hacimleri ve zarar gibi bilgileri verdiği için temel veri setleri içerisinde en önemlisidir (Van Westen vd., 2011). Heyelan envanter haritaları var olan heyelanların konumsal dağılımını sağlar (Yalcin vd., 2011). Heyelan duyarlılığı ile ilgili bilgi oluşturur (Galli vd., 2008).

Litoloji: Heyelan süreçleri dâhil jeomorfolojik süreçlerin dizisi ve doğası özellikle litolojiye bağlıdır (Dai vd., 2011; Yalcin vd., 2011). Heyelan duyarlılığı paleosen-pliyosen kırıntılı, volkanik ve proklastik kayaçlarda daha fazladır (Çan vd., 2013).

Eğim: Eğim derecesi durağanlık analizinde önemlidir. Ortalama olarak heyelanların frekansı eğimli yamaçlarda az eğimli yamaçlara göre daha fazladır (Dai vd., 2001). Diğer parametrelerle birlikte eğim açısı durağanlık durumlarını büyük ölçüde etkiler (Bednarik vd., 2012).

Bakı: Bakı heyelan başlatıcı bir faktördür. Nem tutma oranı ve bitkiye bağlı olarak toprak direnci ve heyelan duyarlılığı etkilenir (Dai ve Lee, 2002) Bakıya bağlı olarak günlenme, fön rüzgârları ve neme doygunluk heyelan oluşumuna etki etmektedir (Çevik ve Topal, 2003).

Yükselti: Çok yükseklerde, kayma kuvvetinin yüksek olduğu parçalanmış kayalarla karakterize edilen dağ zirveleri bulunur. Orta yüksekliklerde heyelana meyilli ince kolüvyaller bulunur. Yükseltisi az

*ÇOKLU AFET RİSK YÖNETİMİNDE TEHLİKE VE ZARAR GÖREBİLİRLİK BELİRLENMESİ İÇİN
GEREKSİNİM ANALİZİ*

olan yerlerde ise kalın kolüvyaller bulunduğu için ve eğimin az olması nedeniyle heyelan frekansı azdır (Dai vd., 2001).

Arazi örtüsü: Arazi örtüsü sığınak gibi vazife görür, toprak erozyonu ve heyelan maruziyetini azaltır. Arazi örtüsü; terleme, buharlaşma, infiltrasyon ve yağmur suyunun tutulması yoluyla toprak hidrolojisini geniş bir şekilde değiştirir. Yağmur suyunun tutulması ve infiltrasyon, toprağa ulaşan su miktarını azaltır ve onun toprakta depolanmasını sağlar (Yalcin vd., 2011).

Akarsuya uzaklık: Akarsulara uzaklık, yamaçlardaki materyallerin doygunluk derecesine ve durağanlığına etki eden önemli bir faktördür (Özşahin, 2014). Akarsu yatağındaki su, kıyıların altında aşındırma yapar ve tehlike yaratır. Akarsu yatağı su ile dolgun haldeyse eğim tabanını keser. Eğer sulama amacıyla akarsu yatağından düzensiz olarak su alınırsa o zaman arazi heyelana daha çok maruz hale gelebilir (Bhatt vd., 2013).

Yola uzaklık: Yol açma faaliyetleri sonucunda yamaç dengesi bozulmaktadır. Yol segmenti bariyer olarak görev yapar. Yamaç göçmeleri bazen yol üzerinden başlar, bazen yolla kesişir. Bu nedenlerden dolayı yola uzaklık heyelan tehlike analizinde önemlidir (Ayalew ve Yamagishi, 2005). Yol yoğunluğu heyelan için başlatıcı faktörlerden biridir ve akarsuya uzaklık paralelinde etki gösterir (Yalcin vd., 2011).

Faya uzaklık: Faya uzaklık heyelan oluşumunda etkili olan bir faktördür (Özşahin, 2014). “Heyelanların yarıdan fazlası aktif faylar çevresindeki 60 km genişliğindeki kuşaklar içerisinde gözlenmektedir”. (Çan vd., 2013:4).

Yağış: Yıllık ortalama yağış, heyelan için önemli bir faktör olarak değerlendirilmektedir (Özşahin, 2014; Abella ve Van Westen, 2007). Yağışın heyelan üzerindeki etkisine bağlı olarak her mevsim yağışlı Karadeniz ve yüksek dağlık alanlara sahip Doğu Anadolu bölgesinde heyelanlar yoğunluğa sahiptir (Çan vd., 2013).

3.2.Sel tehlike analizi için veri gereksinimi

Doğal afet türlerinden birisi olan sel, akarsuyun çeşitli nedenlerle yatağından taşarak çevresindeki yerleşim alanlarına, altyapıya, arazilere ve canlılara zarar vermesiyle ortaya çıkan insan faaliyetlerini akamete uğratan bir akış büyüklüğüdür (Uşkay ve Aksu, 2002). Bütün dünyada

olduğu gibi ülkemizde en sık görülen ve en çok zarar veren doğal afetler arasındadır. Doğal olarak görülen sel olayı afet boyutuna ulaşmakta, özellikle yerleşim alanlarında büyük can ve mal kaybına yol açmaktadır (Özcan, 2006). Bu denli önemli olan ve sonuçları afet boyutunda görülen sel olayı için gerekli olan veriler aşağıda belirtilmiştir.

Yaşanan taşkın vakaları: Gelecekte yaşanması muhtemel sel afeti için geçmişte yaşanan sel vakalarının kayıtlarını incelemek önemlidir (Gashaw ve Legesse, 2011). Tarihi sel kayıtları ileride olabilecek sellerin incelenmesi açısından önemli bir imkân sunar.

Arazi kullanımı/Arazi örtüsü: Bitki, toprak örtüsünü korumakta ve akımı düzenlemektedir (Stefanidis ve Stathis, 2013). Arazi örtüsünün yok edilmesi akım hacmini artırmaktadır (Kandilioti ve Makropoulos, 2012). Arazi örtüsünün kullanım biçimi ve özelliği sel vakalarını etkilemektedir. Böylelikle çeşitli çalışmalarda sel tehlike analizi için veri seti olarak kullanılmıştır (Gashaw ve Legesse, 2011; Wang vd., 2011).

Eğim: Eğim sayısal yükseklik modelinden ya da topografik haritalardan elde edilebilmektedir. Eğimi az olan alanların su tahliye potansiyeli düşüktür. Eğimi fazla olan alanlar yükseltisi az olan alanlara doğru akış için büyük mekanizmadır (Kandilioti ve Makropoulos, 2012). Eğim sel tehlikesinde büyük öneme sahiptir (Gashaw ve Legesse, 2011).

Yağış: Kısa zamanda meydana gelen aşırı yağışlar sele neden olan en önemli faktördür (Wang vd., 2009). Sel tehlike ve risk değerlendirmesi için alan yağış yoğunluk verisi gerekmektedir (Gashaw ve Legesse, 2011). Sel ve taşkın belirlemesi için uzun dönem yıllık toplam yağış değerleri kullanılır (Öztürk, 2009).

Drenaj yoğunluğu: Drenaj yoğunluğu, toplam nehir uzunluğunun drenaj havza alanına oranıdır. Drenaj yoğunluğunun fazla olduğu alanlarda arazi üzerinde ve ağdaki su akışında karışık etkileşimler ortaya çıkar (Kandilioti ve Makropoulos, 2012). Yıllar içinde ortaya çıkan sel durumları için tampon analizi ve drenaj yoğunluğu sel tehlikelerinde farklı derecelerdeki nehir etkilerini değerlendirebilmek için kullanılır (Wang vd., 2009). Drenaj yoğunluğu ne kadar fazla ise infiltrasyon o kadar düşük olur ve yüzey akışı o kadar hızlı olur. Böylelikle drenaj yoğunluğu haritasını ortaya çıkarabilmek için birinci, ikinci ve üçüncü derece drenaj ağı hesaba katılmalıdır (Yalcin, 2008).

Toprak grupları: Toprak gruplarının hidrolojik özellikleri su toplama havzasının hidrolojik analizinde kullanılan temel bir faktördür (Özer, 1990'dan akt: Öztürk, 2009).

Bakı: Yeryüzünde güneşe bakan yamaçlar daha fazla güneşlenme süresine sahiptir (Keskin, 2012). Güneşlenmeye bağlı olarak yamaçların bakısına bağlı kar erimelerinde farklılıklar ortaya çıkar. Kar erimelerindeki farklılıklar akım değerlerini etkilemektedir (Özcan, 2006).

3.3.Orman yangını tehlike analizi için veri gereksinimi

Orman yangını kavramı, fundalık alanlar, ormanlar veya çayırlarda planlanmayan veya istenmeyen herhangi bir yangını ifade eder. Orman yangını insanlık tarihinde bilinen en fazla yıkıcı doğal güç olarak bilinir (Lu vd., 2010). Orman yangınlarının sonucunda çevresel ve ekonomik yıkım, mal kaybı, tarım için zararlar ve bio-çeşitlilikte kayıplar yaşanmaktadır. Çölleşme ve ormansızlaşma orman yangınlarının çok önemli etkileri arasında yer alır. Genellikle yangınlar insan ya da yıldırım gibi çeşitli etkilerin yol açtığı bir kıvılcımla başlar. Orman yangınları sonucu insanlar, çevre, binalar ve tarımsal alanlar önemli ölçüde zarar görmektedir (Adab vd., 2013). Orman yangınları tehlike analizi için gerekli olan çeşitli veri grupları aşağıda belirtilmiştir.

Yükselti: Yükselti, sıcaklık, nem ve rüzgârla ilişkili önemli bir fizyografik değişkendir (Xiangwei vd., 2011'den akt: Adab vd., 2013). Yükselti arttıkça sıcaklık düşmektedir ve yangın olma olasılığı azalmaktadır (Gai vd., 2011). Ancak nem oranı da yükseltiye bağlı olarak azaldığı için yangın çıkma ihtimali artmaktadır (Özelkan, 2008).

Topografya: Hava akımını ve lokal mikroklima iklimi etkileyerek, yangının yayılmasını ve oluşumunu etkilemektedir (Gai vd., 2011). Yangın yamaç yukarısında hızlı ilerlerken aşağı yamaçlarda daha yavaş ilerler (Vadrevu vd., 2010; Jaiswal vd., 2002).

Bitki örtüsü/arazi kullanımı: İğne yapraklı orman, geniş yapraklı orman, çayır, sulak alanlar, bina yapılan alanlar, fidelik, kesme boşluklar, su yapıları vb. bitki türleri yangının başlamasında ve yayılmasında değişik katkılara sahiptir. Sulu gövdeye sahip olan türler orman yangınına karşı

azaltıcı faktöre sahiptir (Gai vd., 2011). NDVI¹ bitki örtüsünün sağlıklı olma ve nem içeriği özelliklerini verdiği için yangın risk haritalarında bitki örtüsü yanabilme potansiyelini ortaya koymaktadır. NDVI değerleri fazla olan alanlar sağlıklı ve nem içeriği fazla olan bitkileri gösterir. Düşük değerler ise sağlıklı ve kuru olan bitkileri, çalılık ve samanlık tipi alanlar ve en düşük değerler ise çıplak arazi, karla kaplı ve sulu alanları gösterir (Özelkan, 2008).

Eğim: Eğimi fazla olan yerlerde yangının yayılma hızı fazladır (Özelkan, 2010; Jaiswal vd., 2002). Eğim hem yangının oranını hem de yönünü etkiler (Vadrevu vd., 2010). Ani eğim değişiklikleri hızlı yüzeysel akışı sağlayarak yüzey yakıtını kurutmakta ve yangının yayılmasını artırmaktadır (Gai vd., 2011).

Bakı: Güneye bakan yamaçlarda güneşlenme süresi fazladır. Güneşlenme süresine bağlı olarak sıcaklık da fazladır. Buna bağlı olarak yangın olma riski daha fazladır (Özelkan, 2010). Güneye bakan yamaçlarda güneşlenme fazla olduğu için sıcaklığın bitkiye ve toprağa etkisi bulunmaktadır (Vadrevu vd., 2010).

Yola uzaklık: Orman yangınlarının bir bölümü insan kaynaklı olarak ortaya çıkmaktadır. Yola bağlı olarak insan kaynaklı yangın olasılığı artar (Özelkan, 2010; Hernandez-Leal vd., 2006). İnsan, hayvan, araç hareketi ve aktiviteleri, insan kaynaklı ortaya çıkan yangın kazalarına neden olur. Bu yüzden ormana yakın yolların çevreleri yangına daha fazla maruz kalır (Jaiswal vd., 2002).

Yerleşim yerlerine uzaklık: İnsan doğa üzerinde çok büyük değiştirici güce sahiptir. İnsanoğlunun yapmış olduğu faaliyetler sonucu yangın riski artmaktadır (Adab vd., 2013). Ormanlık alanlardaki yerleşmeler, kazara yangına neden olmasından dolayı daha fazla yangına maruz kalmaktadır (Jaiswal vd., 2002).

İklim ve rüzgâr davranışı: Nemli iklimlerde, toprakta ve bitkide fazla su tutulması nedeniyle daha düşük düzeyde tutuşma olayı görülür. Yüksek evapotranspirasyon, düşük bitki/toprak nem oranı orman

¹NDVI: Normalize edilmiş bitki örtüsü indeksi (Normalized difference vegetation index) anlamına gelmektedir.

yangınının ortaya çıkmasına ve yayılmasına neden olmaktadır. Rüzgar davranışı yangın parçalarını çevreye yaydığı için orman yangını riskini artırmaktadır (Lu vd., 2010). Bağıl nem ile yangının yayılma hızı arasında negatif korelasyon vardır (Gai vd., 2011). Sıcaklık, bağıl nem, rüzgar ve yağış yangın riskinin iklim koşullarına bağlı coğrafi değişkenlerindedir (Chuvieco vd., 1999).

Geçmiş orman yangınları: Tehlike oluşum olasılıkları geçmişteki orman yangını tehlike olaylarının kayıtları kullanılarak hesaplanabilir (Chen, vd., 2003).

Yıldırım: Orman yangınlarını başlatıcı etkenler arasında yıldırımlar veya beşeri etkenler söylenebilir (Vilar vd., 2010; Amatulli vd., 2007).

3.4.Kent yangını tehlike analizi için veri gereksinimi

Konutlardaki ve konut dışı yapısal yangınlar insan kaynaklıdır. Endüstriyel veya kimyasal yangın afetleri, elektrik kısa devre, kazara olan yangın ve mutfak yangınları bunların tümü insan kaynaklı nedenlerle ortaya çıkmaktadır (Demir, 2011). İnsan kaynaklı olarak ortaya çıkan kent yangını kentlerin büyümesiyle birlikte daha büyük sorunlara neden olmakta ve afet halini almaktadır. Belirli bir noktada ortaya çıkan yangın çeşitli faktörlerin etkisiyle yayılabilmekte ve büyük ölçüde can ve mal kaybına neden olmaktadır. Bu afete karşı koyabilmek tehlike ve zarar görebilirlik boyutlarının belirlenmesiyle mümkün olabilir. Aşağıda kent yangını tehlikesini ortaya çıkaran faktörlerden bahsedilmiştir.

Doğal faktörler: Bağıl nem, rüzgâr hızı ve yağış yangının ortaya çıkmasında etkili olan faktörlerdendir (Zhang, 2013). Meteorolojik faktörler yangına müdahalede etkili olmaktadır. Sis, kar, yağmur görüşü azalttığı için yangına müdahale gecikmektedir. Düşük sıcaklık durumlarında ise yangına müdahale zorlaşmaktadır (Sarıkaya, 2011).

Çevresel faktörler: Sokak ve trafik koşulları, arazinin engebe durumu, kentsel engeller, yangın musluğu ve su sistemi yangın için çevresel unsurlardır (Sarıkaya, 2011).

Yapısal faktörler: Bina yaşı, yüksekliği, bina alanı, yangın üzerinde etkilidir. Bina yapımında kullanılan malzemeler yangının yayılmasına tesir eder. Bina kullanım şekli de bireylerin sosyo-ekonomik durumlarını

yansıtır. Mali kaynak yönünden sıkıntı çeken bireylerin kullandığı kötü nitelikli ısınma kaynakları da yangınlara sebebiyet vermektedir (Sarıkaya, 2011).

3.5. Deprem tehlike analizi için veri gereksinimi

Oluşum süresi kısa, etkileri çok uzun yıllar devam eden doğal afet türüdür. Dünyada tektonizma etkisine bağlı olarak depremlerin çok fazla görüldüğü yerler bulunmaktadır. Bu yerlerin ortak özelliği jeolojik bakımdan birbirine benzer yapıda bulunmalarıdır. Alp-Himalaya kıvrım dağ sistemi üzerinde bulunan ülkemiz arazisinin çeşitli bölgelerinde kırık hatlarına bağlı olarak depremler meydana gelmektedir. 1939-1992 Erzincan depremleri, 1999 Körfez depremleri Türkiye'nin yaşamış olduğu depremlere örnektir. Depremler sırasında ortaya çıkan ani ve şiddetli sarsıntılar nedeniyle binalar yıkılmakta, heyelan, tsunami, yangın gibi ikincil tehlikeler de ortaya çıkmaktadır. Yapılar üzerindeki büyük hasarlar da birçok insanın yaralanmasına veya ölmesine neden olmaktadır. Depremlerin bir diğer özelliği ağır ekonomik kayıplara neden olmasıdır. Sıvılaşma, heyelanlar ve tsunami genel olarak ikincil deprem tehlikesidir. Nehirler, heyelanlar tarafından bloke edilip su birikintilerine neden olmakta daha sonrasında ise su kütleleri de aşağı doğru boşalarak ani sellenmeleri ortaya çıkarmaktadır (Van Westen vd., 2011).

Topografya: Belirli şartlar altında topografya etkisinden dolayı sismik enerji artar (Çelebi, 1999). Topografya etkisi tepe eteklerinden ziyade yükseklerde daha fazla olduğu, büyük depremlerden sonraki gözlemlerde ortaya çıkmıştır (Le Brun vd., 1999). Bir bölgedeki topografik koşulların deprem yer hareketini etkilediği yaygın bir şekilde kabul edilmektedir (Gökkaya, 2014). Topografya yükselti ve eğime bağlı amplifikasyon etkisi yaptığından dolayı deprem tehlikesi için önemli bir faktördür (Erden ve Karaman, 2012).

Deprem merkezine uzaklık: Deprem merkezinden uzaklaştıkça depremin etkisi azalmaktadır. Deprem merkezine yaklaşıldıkça tersine bir etki ortaya çıkmaktadır (Erden ve Karaman, 2012). Geçmiş deprem magnitüdü ve deprem kaynak merkezine kayıt merkezinin uzaklığı, azalım modeline uzaklığın etkisi için belirleyici parametreleridir. Modeller magnitüt ve uzaklık olarak sunulur. Bu yüzden magnitüt üzerindeki uzaklığın etkisi, tehlike haritasının simülasyonunda çok önemli bir faktördür (Karaman ve Erden, 2014).

ÇOKLU AFET RİSK YÖNETİMİNDE TEHLİKE VE ZARAR GÖREBİLİRLİK BELİRLENMESİ İÇİN GEREKSİNİM ANALİZİ

Toprak sınıfı: Deprem dalgalarının büyük değişimleri, yeryüzüne yakın kesimdeki materyallerin değişiminden, yüzey ve gömülü topografyadan kaynaklanmaktadır. Bu değişimler kaya benzeri siteden daha çok toprak sitelerindeki büyük hareketlere neden olmaktadır. Zemin büyümeleri zemin hareketlerinin niceliksel belirlenmesi için gerekli mühendislik uygulamalarında önemlidir (Boore, 2004). Ayrıntılı toprak haritalarına dayalı olarak toprak sınıflandırması Ulusal Deprem Tehlike Azaltımı Programı (NEHRP) 2004 düzenlemelerine göre yapılmaktadır (Karaman ve Erden, 2014). 30 metre kayma hızı değerleri sınıflandırmada kullanılmaktadır (Gökkaya, 2014).

Sıvılaşma potansiyeli: Sıvılaşma potansiyeli haritalama için ideal olan üç boyutlu olayın iki boyutlu görselleştirilmesine olanak sağlar (Luna ve Frost, 1998'den akt: Erden ve Karaman, 2012). Sıvılaşma bölgesinin uzanım ve derinliğinin bir fonksiyonu olarak beşeri yapılar üzerinde sıvılaşma etkisinin bir göstergesidir (Toprak ve Holzer, 2003'ten akt: Gökkaya: 2014).

Fay mekanizması/odak mekanizması: Herhangi bir bölge veya bir alanın sismik tehlikelerini belirlemek için mümkün olan sismik aktiviteler belirlenmeli ve onların gelecekte güçlü yer hareketi oluşturmaları değerlendirilmelidir. Yüzeysel hatlar ve faylar alanın bölgesel sismotektonik aktivitesini anlamaya yardımcı olur. Sismik tehlike ve riskin niceliksel olarak incelenmesi için aktif fayların ve yüz hatlarının detaylı bilgisi gerekmektedir (Sitharam ve Anbazhagan, 2008). Fay uzunluğu önemli bir parametreyken derinliği önemli başka bir parametredir. Aktif fayın kırığının her iki yakadaki ani hareketi depreme neden olur (Morales ve Lorena; 2002).

4.ZARAR GÖREBİLİRLİK ANALİZİ İÇİN VERİ GEREKSİNİMİ

Zarar görebilirlik, risk belirleme çalışmalarında kullanılan diğer bir faktördür ve birçok faktöre bağlıdır. Literatürde zarar görebilirlik durumunun değerlendirilmesinde farklı ölçütlerin esas alındığı görülmektedir. Genel olarak incelendiğinde, sosyo-ekonomik, fiziksel ve çevresel etkenlerin zarar görebilirliğe etki ettiği söylenebilir. Bu bölümde deprem, heyelan, kent/orman yangını ve sel gibi afet türleri risk analizinde kullanılabilecek zarar görebilirlik ölçütlerinden bahsedilmiştir.

4.1. Heyelan zarar görebilirlik veri gereksinimi

Sosyo-ekonomik zarar görebilirlik unsurları

Nüfus nitelikleri: Nüfus yoğunluğunun belirlenmesi sayesinde, afet sonrasındaki çalışmalarda kimin kurtarılacağını belirlemek ya da acil durum planları hazırlayabilme mümkün olur (Albano vd., 2013). Eidsvig ve diğerlerine göre (2014) heyelan zarar görebilirliğini belirleyebilmek için gerekli nüfus göstergeleri için: 1-Beş yaş altındaki ve 65 yaş üzerindeki kişiler, 2- Kültürel ve dil bariyerleri olan kişiler, 3- Kırsal alandaki doğal kaynaklardan geçimini sağlayan kişiler, 4- Yüksek nüfus yoğunluğu olan bölgeler, 5- İlköğretimden sonra eğitim almayan kişiler sayılabilir.

Fiziksel zarar görebilirlik unsurları

Bina karakteristikleri: Risk elemanlarının en önemli gruplarından birisidir. Tehlike sırasında bina davranışı binanın içindeki insanların yaralanma veya ölme durumunu belirler (Eidswig vd., 2014). Bina çevresi ile ilgili veriler (Papathoma-Köhle vd., 2007); bina materyali ve bina yaşı, binayı çevreleyen duvar varlığı, dağ eğimi yönüne karşı büyük pencerelerin varlığı, kat adedi, yollar/demiryolları ve yaşam hatları gereklidir. Yapı tipi ile inşaat malzemeleri bina direncini, yaş faktörü binanın yaşlı veya genç olmasını, yaş ve bakım binanın güncel durumunu belirtmekteyken, konstrüksiyon ve bina yüksekliği çok önemli bir faktördür (Van Westen vd., 2011).

4.2. Deprem zarar görebilirlik veri gereksinimi

Kent alanlarında binalar, nüfus, altyapı sistemleri ve sosyo-ekonomik aktiviteler risk elemanlarını oluşturur. Binalar ve altyapı sistemleri genel olarak bina çevresi olarak adlandırılır (Erdik vd., 2005). Sismik risk sosyal maruziyete bağlıdır. Sosyal zarar görebilirlik göstergeleri; sağlık durumu, sosyal ağlar, eğitim, iş, altyapı (medikal servisler, acil durum yönetim kurumları), konut değerleri (kiracılar, ev durumları), sosyal servislere bağımlılık, işsizlik, gelir, cinsiyet ve yaş olarak sayılabilir (Armaş ve Gavriş, 2013).

Fiziksel zarar görebilirlik unsurları

**ÇOKLU AFET RİSK YÖNETİMİNDE TEHLİKE VE ZARAR GÖREBİLİRLİK BELİRLENMESİ İÇİN
GEREKSİNİM ANALİZİ**

Bina: Güçlü depremler, fiziksel (binalara zarar), sosyal (ölümler ve yaralanmalar) ve mali kayıplar gibi toplum yaşamının değişik yönlerini etkiler. Konutlar bina stokları içerisinde baskın olduğu için onlar üzerindeki zarar toplam deprem etkisinin bir göstergesidir (Tyagunov vd., 2006). Yapı tipi, yapı malzemeleri, bina bakımı, yükseklik, alan, bina biçimi, diğer binalara yakınlık, tehlike kaynağına yakınlık, çatı tipi ve yaş gibi bina nitelikleri, deprem zarar görebilirlik değerlendirmesi için önemlidir (Van Westen vd., 2011; Martins vd., 2012).

Yaşam hatları: Yaşam hatları, kişiler için iletişim ve taşımacılık hizmeti sağlayan unsurlardır. Yaşam hatları, içme suyu, atık su ve enerji sağladığı için önemlidir (Pitilakis vd., 2006). Avrupa Birliği tarafından finanse edilen “RISK UE” projesi; yaşam hatları envanteri (su, atık su, gaz, telekomünikasyon, elektrik gücü, yollar, demiryolları, liman ve havalimanı), sismik tehlike değerlendirmesi, kent nitelikleri ve yaşam hatlarına göre sismik risk hususlarını içerir (Pitilakis vd., 2006).

Sosyo-ekonomik zarar görebilirlik unsurları

Deprem riski; binaların, altyapının, ekonomik ve sosyal aktivitelerin bulunduğu ve yoğunlaştığı yerlerde özellikle yüksektir. Sosyal zarar görebilirlik, siyasi güce sınırlı erişim, inançlar ve gelenekler, bina stoğunun niteliklerine bağlıdır (Duzgun vd., 2011). Martins ve diğerlerine göre (2012); sosyal bağımlılık oranı, okuryazarlık oranı, eğitim düzeyi (ilköğretim, ortaöğretim ve lisans eğitimini tamamlayan kişi yüzdesi) deprem zarar görebilirlik alt ölçütleridir.

Nüfus: Nüfus bilgisi temel kaynaktır. Nüfus bilgisi toplam bina sayısını, hacmini ve bazı tipolojik parametreler (materyal, bakım düzeyi, kat adedi, yapısal bağlam) bakımından bilgi sağlar (Meroni ve Zonno, 2000). Nüfus zarar görebilirliği deprem gibi doğal afetlerden kaynaklanan nüfus kayıplarının derecesi olarak ifade edilen zarar görebilirlik analizi için temel bir kategoridir (Karimzadeh vd., 2014).

Martins ve diğerlerine göre (2012); deprem riski için sosyal zarar görebilirlik ölçütleri içerisinde nüfus değişkenleri; yaş, cinsiyet, aile yapısı ve nüfus yoğunluğu bulunmaktadır. Nüfus değişkenleri olarak 14 yaşın altındaki kişi yüzdesi, 15-64 yaş arasındaki nüfus ve 65 yaş üzerindeki nüfus yüzdesi temel olarak alınmıştır. Ayrıca hane halkı büyüklüğü için; 1 veya 2 kişi, 3-4-5 kişi ve 5 kişiden daha fazla kişi sayısı kategorize

edilmiştir. Nüfus yapısı değişken olduğu için zarar görebilirlik sürekli insan aktiviteleri ile değişir, bu yüzden zamansal ve mekânsal olarak çeşitlenir (Rashed ve Week, 2003).

Ekonomik zarar görebilirlik unsurları

İşsiz yüzdesi, düşük gelir oranına sahip olanların oranı, kişi başına düşen oda alanı, her odanın kullanım derecesi, beş odadan fazla odaya sahip özel konutlar ve hane başına düşen nüfus yoğunluğu (Armaş, 2012) gibi kriterler ekonomik zarar görebilirlik için değerlendirilen kriterlerdir.

4.3.Sel zarar görebilirlik veri gereksinimi

Sel zarar görebilirliği, belirli bir tehlike tarafından ortaya çıkan zarar derecesi olarak tanımlanabilir (Dang vd., 2011). Scheuer vd. göre (2010) sel zarar görebilirliği; risk elemanlarının değeri, sayısı ve maruziyetlerine bağlıdır. Risk altındaki elemanlar, (Ekolojik türler, kültürel varlıklar, halk altyapısı, özel ve halk binaları, ekonomik üretim, firmalar, ev halkı, kişiler) sistemler, ekolojik veya sosyo-ekonomik ünite miktarını belirtir. Risk altındaki elemanlar az veya çok sel olayına maruz kalacağından dolayı, maruziyet ve hassasiyet göstergeleri her zaman risk göstergeleri ile bağlantılıdır ve zarar görebilirlik analizine önemli ölçüde katkı sağlar (Messnet ve Meyer, 2005).

Sosyo-ekonomik zarar görebilirlik unsurları

Zarar görebilirlik için sosyal boyut; nüfusu, göçü, sosyal grupları, eğitimi, sağlıklı olmayı, kültürü, kurumları ve yönetim bağlamını içermektedir (Cardona vd., 2012). Nüfus indeksi olarak; yaş, cinsiyet oranı, eğitim ve gelir gibi göstergeler zarar görebilirlik derecesini etkiler. Hane halkı gelir düzeyi ve bölgesel ekonomik durumları içeren ekonomik göstergeler ekonomik zarar görebilirlik için temel faktörlerdir (Zang ve You, 2014).

Nüfusun nitelikleri yanında, yoğunluğu da sosyal zarar görebilirliği belirlemek için kullanılan önemli göstergelerden biridir (Dewan, 2013; Dang vd., 2011). Nüfusun yaş durumu kategorisi için; yaşlılar ve gençler doğal tehlikeler karşısında daha fazla zarar görebilir durumdadır. Sosyo-ekonomik durum da zarar görebilirliği etkilemektedir (Wisner vd., 2004). Gelir durumu gelişmeler karşısında halkı etkilediği için zarar görebilirliği artırmaktadır. Fakirler yeni ev yapmaya güçleri yetmediği için sel zararına daha fazla maruz kalmaktadır (Dang vd., 2011).

Fiziksel zarar görebilirlik unsurları

Bina: Bina bilgisi, binayı tehlikelere karşı zarar görebilir durumda bırakan çeşitli nitelikleri ihtiva etmektedir. Bina nitelikleri (bina tipleri, yapı materyalleri, kat adedi, bakım düzeyi) fiziksel zarar görebilirliğin dağılımından sorumludur (Thouret vd., 2014). Bu nitelikler için Kappes vd. (2012); bina materyali, kat adedi, durumu, eğime doğru açıklıklar (büyüklük ve durum), alçak açıklıkların yükseltisi, bodrum, nehre karşı bina sırası, koruma önlemleri, su tarafından götürülebilir objeleri, bina ile ilgili zarar görebilirlik göstergeleri olarak değerlendirmiştir. HAZUS sel modeline göre, bina kullanım durumu (konut, ticari, tarımsal, dinsel/kar gütmeyen, kamusal ve eğitim binaları) gibi nitelikleri envanter verisi olarak ele alınmıştır (Nastev ve Todorov, 2013).

Altyapı/Yaşam hatları: Altyapı; yollar, yapılar, hizmetler, demiryolları, köprüler, barajlar, havaalanları, limanlar ve tahliye/müdahale hizmetlerini içerir (Cutter vd., 2000). Zarar görebilirlik faktörleri, bina standartları, altyapının sağlamlığı ve kalitesi, fakirlik ölçeği ve gelir fırsatları gibi farklı nedenlerden kaynaklanabilir (UK/GOVERNMENT,2014).

Ekolojik zarar görebilirlik unsurları

Zarar görebilirlik, fiziksel, sosyo-ekonomik ve çevresel zarar görebilirlik olarak bölümlenebilir. Afetler nedeniyle birçok varlık zarar görür. Bu zararların bir kısmı insanların yaşadığı binalara, insanlara ve mal varlıklarına olmaktadır. Doğal afetlerden birisi olan sel olayı esnasında zarar nedeniyle çevresel unsurlarda (ekosistemler, korunan alanlar, çevresel duyarlı alanlar, ormanlar, sulak alanlar, flora, fauna, biyoçeşitlilik, akiferler) zarar görebilmektedir (Van Westen vd., 2011).

4.4.Orman yangını zarar görebilirlik veri gereksinimi

Zarar görebilirlik değerlendirmesi, risk değerlendirmesinde önemli bir aşamadır ve tehlikelere açık toplumlar için sosyal bir öneme sahiptir (Chen vd., 2003). Orman yangınları, flora, fauna ve topluma önemli ölçüde zarar verdiği için zarar görebilirlik niteliklerin risk değerlendirmesinde önemli bir aşamadır. Orman yangınlarına karşı zarar görebilirlik unsurları üç bölümde ele alınabilir.

Sosyo-ekonomik zarar görebilirlik unsurları

Nüfus: Nüfusun çeşitli nitelikleri zarar görebilirlik durumuna etki etmektedir. Bu nitelikler arasında; yaş, ırk, sağlık, gelir, oturulan ev tipi ve iş halkın bireysel özellikleridir (Cutter vd., 2003). Kırsalda okur-yazarlık durumu, halkın ormanların sürdürülebilirliği hakkında bilinçli olmasını sağladığı için (Vadrevu vd., 2010) zarar görebilirlik değerlendirilmesinde ele alınması gereken başka bir nüfus niteliğidir. Nüfusun dağılımı, insanların fakirlik ve işsizlik durumu ile yangın riski arasında ilişki bulunmaktadır (Bühler vd., 2013).

Fiziksel zarar görebilirlik unsurları

Bina: Yangınlar binaları ciddi şekilde etkilemektedir. Binaların yapısal tipi, yapım materyalleri, çatı tipi, bina yüksekliği, zemin genişliği, bina hacmi, diğer binalara yakınlık, tehlike kaynağına yakınlık, bitkiye yakınlık ve açıklıklar yangın tehlike için zarar tahmini için bina karakteristikleridir (Van Westen vd., 2011).

Altyapı: Bir şehirdeki fonksiyonların icra edilebilmesi için gerekli yol, su, elektrik, gaz, kanalizasyon, çevre ve ulaşım gibi bileşenlerdir. Bu bileşenlerden biri veya birkaçı yangın esnasında hafif etkilenebilir veya ciddi şekilde etkilenip bloke olabilir (URL 3).

Ekolojik zarar görebilirlik

Orman yangınlarında zarar görebilecek ekolojik risk değerleri; endemik bitki, hayvan ve bitki toplulukları, ekosistem değerleridir (Tutsch ve diğerleri, 2010).

4.5.Kent yangını zarar görebilirlik veri gereksinimi

Şehirleşme geçtiğimiz yüzyılın önemli kavramlarından birisi olmuştur. Dünya nüfusunun önemli bir kısmı artık şehirlerde yaşamaktadır. Şehirlerin maruz kaldığı insan kökenli afet türlerinden birisi yangındır. Yangınlar önemli ölçüde can ve mal kaybı ortaya çıkarmaktadır. Nisancı'ya göre (2010), yangından zarar görebilir varlıkların maruziyetini azaltabilmek için büyük miktarda veriye ihtiyaç duyulmaktadır. Bunlar arasında binalarda oturanlar, özel bakıma muhtaç çocuklar, yaşlılar, fiziksel ve akıl sağlığı bozuk olanlar, yangın musluklarının yeri ve su kaynaklarının yeri sayılabilir.

Sosyo-ekonomik zarar görebilirlik unsurları

Bireysel, sosyal ve ekonomik niteliklere bağlı çeşitli faktörler yangınlara karşı sosyal maruziyeti etkilemektedir. Bu faktörler arasında eğitim, yaş yapısı, aile tipi, hane halkı sayısı (Sarıkaya, 2011), kişi başına düşen milli gelir, nüfus yoğunluğu, geçici sakinlerin oranı (Wu ve Ren, 2009), eğitim, çalışanların yüzdesi (Yamashita, 2008) sayılabilir. Binalarda oturanların sayısı ve akıl sağlığı gibi veriler veritabanına eklenip erişilebildiğinde, birçok yaşam bu veriler sayesinde kurtulabilir (Nisanci, 2010).

Fiziksel zarar görebilirlik unsurları

Bina: Bina kapasitesi, yapıların yangın rezistansı, güç dağıtım hatlarının ortalama servis ömrü, yangına dirençli malzeme oranı (Wu ve Ren, 2009); bina yaşı ve bina kullanım biçimi (Spatenkova ve Stein, 2010; Yamashita, 2008); konstrüksiyon tipi, ısı kaynağı, oturanların sayısı (Yamashita, 2008); boş bina oranı (boş binalar suçluların sığınağı olmaktadır), yangın detektörü eksikliği (Jenning, 1996); çatı tipi, bina yüksekliği, diğer binalara yakınlık, bitkiye yakınlık, tehlike kaynağına yakınlık ve bina hacmi (Van Westen vd., 2011) gibi nitelikler kent yangını için ele alınan bina nitelikleridir.

Altyapı: Bir bölgedeki yaşamsal fonksiyonların icra edilmesi için gereken yol, su, elektrik, gaz, kanalizasyon, çevre ve ulaşım gibi bileşenlerdir. Yangın bilgi sisteminin önemli katmanı yangın musluklarının konumudur. Yangın muslukları çok yüksek riskli yerlerde 50 metre, yüksek riskli yerlerde 100 m., orta riskli bölgelerde 125 metre ve az riskli yerlerde ise 150 metre aralıklı olmalıdır (Nisanci, 2010).

Ekolojik/Çevresel zarar görebilirlik unsurları

Biyofiziksel ekolojik sistemlerin ve fonksiyonlarının zarar görme potansiyelidir (Birkman vd., 2013). Diğer insani problemler gibi yangın, çevreyle ilgili bağlamda yapısal ve sosyal faktörlerin ürünü olarak kabul edilebilir.

5.SONUÇ ve ÖNERİLER

İnsanoğlu yeryüzünü kendi ihtiyaçları doğrultusunda değiştirmektedir. Yeryüzünün kendi doğal yapısından kaynaklanan faktörlerin de etkisiyle, insanoğlunun yapmış olduğu bu değişiklikler ve

kullanma farklılıklarından dolayı çeşitli yeryüzü olayları görülmektedir. Bu olayların bir kısmı doğal etkenlerle ortaya çıkmakta bir kısmı da insan kökenli olarak oluşmaktadır. İşte bu olayların bazıları afet tehlikelerine yol açmaktadır. Yeryüzünde yaşayan insanların yapmış olduğu faaliyetler yere, zamana göre değişmektedir. Geçim kaynakları çeşitlenmekte ve ekonomik durumlarda farklılaşmaktadır. İster zengin ister fakir olsun her insan tehlikelerle karşılaşabilir ancak tehlikeler karşısında insanların baş edebilme güçleri birbirinden farklıdır. Yani zarar görebilirlik durumları ve seviyeleri birbirinden farklıdır. Bu farklılaşma aslında afet anında daha çok kendini göstermektedir. Afet sonrasındaki iyileşme süreci zengin, fakir veya toplumun farklı seviyelerindeki insanlar için farklılaşabilmektedir. Bu duruma neden olan zarar görebilirlik niteliklerinin irdelenmesi afet yönetimi açısından önemlidir.

Afet riski, afet tehlikesi ile zarar görebilirliğin bileşiminden oluşmaktadır. Risk ile tehlikeyi ve zarar görebilirliği eşit tutmamak gerekir. Tehlike vardır ancak zarar görebilirliğin fazla veya az olması tehlikenin afet boyutunu almasındaki faktördür. Bazı afet tehlikeleri-deprem, tsunami gibi-ortadan kaldırılamayacağına göre zarar görebilirlikle ilgili çalışmalar yapılmalıdır ki risk küçültülebilir veya ortadan kaldırılabilsin.

Günümüzde çarpık kentleşme, ormansızlaşma, doğal kaynakların aşırı tüketilmesi vb. etkenlerle doğal tehlikelerin yanında insan kökenli afetlerde görülebilmektedir. Üstelik bir afet diğer afeti tetikleyebilmekte veya biri diğerinin öncüsü olabilmektedir. Bu şekildeki karmaşık tehlike ilişkileri çoklu afet tehlikesi ve riskini ortaya çıkarmaktadır. Bu afet türleri üzerindeki çalışmalar tekli tehlikelere değil çoklu/bütüncül yaklaşımlara odaklanmalıdır (Kadıoğlu, 2011). Birbirini tetikleyebilen afetler için afetlerin olumsuz olabilecek etkileri göz ardı edilirse zararın boyutu büyüyebilir.

Afet risklerine çoklu/bütüncül yaklaşımda zarar görebilirlik analizleri önemli bir unsurdur. Zarar görebilirlik için genel bir yaklaşım bulunmamaktadır. Ancak genel olarak düşünüldüğü zaman fiziksel, çevresel, sosyo-ekonomik zarar görebilirlik boyutlarından bahsedilebilmektedir. Zarar görebilirlik zamansal ve mekânsal olarak değişebildiği için toplumun veya kişilerin zarar görebilirlik boyutları da değişmektedir.

**ÇOKLU AFET RİSK YÖNETİMİNDE TEHLİKE VE ZARAR GÖREBİLİRLİK BELİRLENMESİ İÇİN
GEREKİNİM ANALİZİ**

Çalışmada afet risklerine bütüncül olarak bakabilmek açısından Türkiye’de en çok görülen çoklu afet türleri için tehlike ve zarar görülebilirlik veri gereksiniminden bahsedilmiştir. Veri gereksiniminden bahsedilirken literatürdeki genel kabuller esas alınmıştır. Belirlenen tehlike ve zarar görülebilirlik veri gereksinimi temel alınarak Afet-Acil Durum Yönetimi Sistemi için risk yönetimi coğrafi veri modeli geliştirilebilir. Afet-Acil Durumu için gerekli olan coğrafi verinin iletişimi, birlikte çalışılabilirliği destekleyen karmaşık teknolojilerin kullanımını gerektirmektedir. Bu konuda otorite olarak ISO teknik komitesi (ISO/TC 211) ve Açık Coğrafi Konsorsiyum (OGC) gibi kurumlar gösterilebilir (Golodoniuc ve Cox, 2010). ISO/TC 211 komitesi ile coğrafi bilginin üretimi ve kullanımı için standartlar geliştirilirken; OGC coğrafi bilgi setlerinin web servisleri ile etkin kullanımı için teknoloji geliştiricileri destekleyen standartları ortaya koymaktadır (Aydınoglu, 2009). Coğrafi verinin değişimi için çeşitli uygulama şema dilleri kullanılmaktadır. Bu şema dilleri ile Afet Acil Durum Yönetim Sistemi için Türkiye Ulusal CBS (TUCBS) ve Kent Bilgi Sistemi (KBS) ile uyumlu afet risk yönetimi veri modeli geliştirilebilir.

KAYNAKÇA

- Abella, E. C. ve Van VanWesten, C. J. (2007). *Generation of a landslide risk index map for Cuba using spatial multi-criteria evaluation*. *Landslides*, 4(4), 311-325.
- Adab, H., Kanniah, K. D. ve Solaimani, K. (2013). *Modeling forest fire risk in the northeast of Iran using remote sensing and GIS techniques*. *Natural hazards*, 65(3), 1723-1743.
- AFAD (2012). *Afet risk yönetimi*. 5 Aralık Pazartesi, 2014 tarihinde <https://www.afad.gov.tr> adresinden alındı
- Albano, R., Pascale, S., Sdao, F. ve Sole, A. (2013). *A GIS Model for Systemic Vulnerability Assessment in Urbanized Areas Supporting the Landslide Risk Management*. In *Landslide Science and Practice* (pp. 723-731). SpringerBerlin Heidelberg.
- Amatulli, G., Pérez-Cabello, F. ve de la Riva, J. (2007). *Mapping lightning/human-caused wildfires occurrence under ignition*

- point location uncertainty*. Ecological modelling, 200(3), 321-333.
- Andreescu M. P. ve Frost D. B. (1998). *Weather and traffic accidents in Montreal, Canada*. Clim Res.9:225–230. doi: 10.3354/cr009225.
- Armaş, I. ve Gavriş, A. (2013). *Social vulnerability assessment using spatial multi-criteria analysis (SEVI model) and the Social Vulnerability Index (SoVI model)—a case study for Bucharest, Romania*. Natural Hazards and Earth System Science, 13(6), 1481-1499.
- Ayalew, L. ve Yamagishi, H. (2005). *The application of GIS-based logistic regression for landslide susceptibility mapping in the Kakuda–Yahiko Mountains, Central Japan*. Geomorphology 65, 15–31.
- Aydinoğlu, A. Ç. (2009). *Türkiye için Coğrafi Veri Değişim Modelinin Geliştirilmesi*. Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Bednarik, M., Yilmaz, I. ve Marschalko, M. (2012). *Landslide hazard and risk assessment: a case study from the Hlohovec–Sered landslide area in south-west Slovakia*. Natural hazards, 64(1), 547-575.
- Bhatt, B. P., Awasthi, K. D., Heyojoo, B. P., Silwal, T. ve Kafle, G. (2013). *Using Geographic Information System and Analytical Hierarchy Process in Landslide Hazard Zonation*. Applied Ecology and Environmental Sciences, 1(2), 14-22.
- Boore, D. M. (2004) *Can site response be predicted*. Journal of Earthquake Engineering 8(Special Issue 1):1–41.
- Brodsky, H. ve A. S. Hakkert (1988). *Risk of a road accident in rainy weather*. Accident Analysis & Prevention 20(3): 161-176.
- Bühler, M., de Torres Curth, M. ve Garibaldi, L. A. (2013). *Demography and socioeconomic vulnerability influence fire occurrence in Bariloche (Argentina)*. Landscape and Urban Planning, 110, 64-73.

*ÇOKLU AFET RİSK YÖNETİMİNDE TEHLİKE VE ZARAR GÖREBİLİRLİK BELİRLENMESİ İÇİN
GEREKSİNİM ANALİZİ*

- Cardona, O. D., Van Aalst, M. K., Birkmann, J., Fordham, M., McGregor, G., Perez, R. ve Sinh, B. T. (2012). *Determinants of risk: exposure and vulnerability*. Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation, 65-108.
- Chen, K., Blong, R. ve Jacobson, C. (2003). *Towards an integrated approach to natural hazards risk assessment using GIS: with reference to bushfires*. Environmental Management, 31(4), 0546-0560.
- Chuvieco, E., Salas, F. J., Carvacho, L. ve Rodriguez-Silva, F. (1999). Integrated fire risk mapping. In. Remote Sensing of Large Wildfires (pp. 61-100). Springer Berlin Heidelberg.
- Cutter, S. L., Boruff, B. J. ve Shirley, W. L. (2003). *Social vulnerability to environmental hazards*. Social science quarterly, 84(2), 242-261.
- Cutter, S. L. Mitchell, J. T. ve S., S. M. (2000). *Revealing the vulnerability of people and places: A case study of Georgetown County, South Carolina*. Annals of the Association of American Geographers (90(4)), 713-737.
- Çan, T., Duman, T. Y., Olgun, Ş., Çörekçioğlu, Ş., Karakaya Gülmez, F., Elmacı, H., Hamzaçebi, S. ve Emre, Ö. (2013). *Türkiye Heyelan Veri Tabanı*. TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi 2013.
- Çelebi, M. (1999). Topographical and geological amplification: case studies and engineering implications. StructSaf 10:199–217.
- Çevik, E. ve Topal, T. (2003). *GIS-based landslide susceptibility mapping for a problematic segment of the natural gas pipeline, Hendek (Turkey)*. Environmental Geology, 44, 949-962.
- Dai, F.C., Lee, C.F., Li, J., Xu, Z.W., 2001. *Assessment of landslide susceptibility on the natural terrain of Lantau Island, Hong Kong*. Environ. Geol. 43 (3), 381–391.
- Dang, N. M., Babel, M. S. ve Luong, H. T. (2011). *Evaluation of flood risk parameters in the Day River flood diversion area, Red River delta, Vietnam*. Natural hazards, 56(1), 169-194.

- Demir, E. (2011). Determining approaches for the management of emergency services by Geographic Information Systems: Fire Case. Master Thesis. Istanbul Technical University, Geomatics Engineering. Istanbul.
- Dewan, A. M. (2013). *Vulnerability and Risk Assessment. In Floods in a Megacity* (pp. 139-177). Springer Netherlands.
- Dickson, E., Baker, J. L., Hoornweg, D., & Tiwari, A. (2012). *Urban risk assessments*. Washington: The World Bank.
- Driss, M., Benabdeli, K., Saint-Gerand, T. ve Hamadouche, M. A. (2014). *Traffic safety prediction model for identifying spatial degrees of exposure to the risk of road accidents based on fuzzy logic approach*. Geocarto International, (ahead-of-print), 1-15.
- Duzgun, H. S. B., Yucemen, M. S., Kalaycioglu, H. S., Celik, K., Kemec, S., Ertugay, K. ve Deniz, A. (2011). *An integrated earthquake vulnerability assessment framework for urban areas*. Natural hazards, 59(2), 917-947.
- Eidsvig, U. M. K.; McLean, A.; Vangelsten, B. V.; Kalsnes, B.; Ciurean, R. L.; Argyroudis, S.; Winter, M. G.; Mavrouli, O. C.; Fotopoulou S.; Pitolakis, K.; Baills, A.; Malet, J. P. ve Kaiser, G. (2014). *"Assessment of socioeconomic vulnerability to landslides using an indicator-based approach: methodology and case studies."* Bulletin of Engineering Geology and the Environment 73(2): 307-324.
- Ergünay, O. (2007). *Türkiye'nin afet profili*. TMMOB afet sempozyumu(s. 1-14). Ankara: TMMOB.
- European Commission. (2007). *Armonia (Assessing and Mapping Multiple Risk For Spatial Planning approaches, methodologies and tools in Europe*. Aralık 04, 2014 tarihinde http://ec.europa.eu/research/environment/pdf/publications/fp6/natural_hazards/armonia.pdf adresinden alındı
- Gai, C., Weng, W. ve Yuan, H. (2011, April). *GIS-based forest fire risk assessment and mapping*. In Computational Sciences and Optimization (CSO), 2011 Fourth International Joint Conference on (pp. 1240-1244). IEEE.

*ÇOKLU AFET RİSK YÖNETİMİNDE TEHLİKE VE ZARAR GÖREBİLİRLİK BELİRLENMESİ İÇİN
GEREKSİNİM ANALİZİ*

- Galli, M., Ardizzzone, F., Cardinali, M., Guzzetti, F. ve Reichenbach, R., (2008). *Comparing landslide inventory maps*. *Geomorphology* 94, 268–289.
- Golodoniuc, P. ve Cox, S. (2010). *Geospatial Information Modelling for Interoperable Data Exchange - Application Schema Modelling: From Concept to Implementation*, IEEE Sixth International Conference on e-Science, 102-105.
- Gökkaya, M. A. (2014). *Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve analitik hiyerarşi yöntemi(AHY) ile üretilen deprem tehlike haritalarının duyarlılık analizi*. Yüksek lisans tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Hernandez-Leal PA, Arbelo M. ve Gonzalez-Calvo A (2006) *Fire risk assessment using satellite data*. *Adv Space Res* 37(4):741–746. doi:10.1016/
- Jaiswal RK, Mukherjee S, Raju KD. ve Saxena R. (2002). *Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS*. *Int J Appl EarthObsGeoinf*4(1):1–10. doi:10.1016/s0303-2434(02)00006-5
- Kadioğlu, M. (2011). *Afet yönetimi, beklenilmeyeni beklemek en kötüsünü yönetmek*. İstanbul: Marmara Belediyeler Birliği.
- Kadioğlu, M., 2008: Sel, Heyelan ve Çığ için Risk Yönetimi; Kadioğlu, M. ve Özdamar, E., (editörler), “Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri”; s. 251-276, JICA Türkiye Ofisi Yayınları No: 2, Ankara.
- Kappes, M. S., Papathoma-Köhle, M. ve Keiler, M. (2012). *Assessing physical vulnerability for multi-hazards using an indicator-based methodology*. *Applied Geography*, 32(2), 577-590.
- Karaman, H. ve Erden, T. (2014). *Net earthquake hazard and elements at risk (NEaR) map creation for city of Istanbul via spatial multi-criteria decision analysis*. *Natural Hazards*, 1-25.
- Karimzadeh, S., Miyajima, M., Hassanzadeh, R., Amiraslanzadeh, R. ve Kamel, B. (2014). *A GIS-based seismic hazard, building vulnerability and human loss assessment for the earthquake*

- scenario in Tabriz*. Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 66, 263-280.
- Keskin, F. (2012). Quantitative flood risk assessment with application in Turkey. Doctoral dissertation. Geodetic and Geographic Information Technologies. Middle East Technical University. Ankara.
- Le Brun B., Hatzfeld D., Bard PY. ve Bouchon M. (1999). *Experimental study of the ground motion on a large scale topographic hill at Kitherion (Greece)*. J Seismol 3:1–15
- Lomnitzve W. (2012). *Earthquake*. In. Wisner, B., Gaillard, J. C., & Kelman, I. (Eds.).(2012). Handbook of hazards and disaster risk reduction.Routledge.
- Lu, Y., Carter, L. ve Showalter, P. S. (2010). *Wildfire Risk Analysis at the Wildland Urban Interface in Travis County, Texas*. In Geospatial Techniques in Urban Hazard and Disaster Analysis (pp. 203-227).Springer Netherlands.
- Martins, V. N., e Silva, D. S. ve Cabral, P. (2012).*Social vulnerability assessment to seismic risk using multicriteria analysis: the case study of Vila Franca do Campo (São Miguel Island, Azores, Portugal)*. Natural hazards, 62(2), 385-404.
- Marzocchi, W., Mastellone, M.L., Ruocco, A.D, Novelli, P., Romeo, E. ve Gasparini, P. (2009). *Principles of multi risk assessment. Interaction amongst natural and man-induced risks*. European Commission Directorate General for Research. Brussels.
- Meroni, F.ve Zonno G. (2000). *Seismic risk evaluation. Survey in Geophysics*. 21: 257-267, Kluwer Academic Publishers. Netherland.
- Messner, F. ve Meyer, V. (2006). *Flood damage, vulnerability and risk perception—challenges for flood damage research* (pp. 149-167). Springer Netherlands.
- Morales, M. ve Lorena, A. (2002). Urban disaster management: A case study of earthquake risk assessment in Cartago, Costa Rica. ITC.

*ÇOKLU AFET RİSK YÖNETİMİNDE TEHLİKE VE ZARAR GÖREBİLİRLİK BELİRLENMESİ İÇİN
GEREKSİNİM ANALİZİ*

- National Earthquake Hazards Reduction Program (U.S.), United States. Federal Emergency Management Agency, Geological Survey (U.S.) (2004) 2003 NEHRP recommended provisions for seismic regulations for new buildings and other structures and accompanying commentary and maps.
- Nastev, M. ve Todorov, N. (2013). HAZUS: A standardized methodology for flood risk assessment in Canada. *Canadian Water Resources Journal*, 38(3), 223-231.
- Ng KS, Hung WT, Wong WG. (2002). An algorithm for assessing the risk of traffic accident. *JSaf Res*. 33:387–410.
- Nirupama, N. (2013). *Disaster Risk Management*. In P. Bobrowsky (Ed.), *Encyclopedia of Natural Hazards* (pp. 164-170): Springer Netherlands.
- Nisanci, R. (2010). *GIS based fire analysis and production of fire-risk maps: The Trabzon experience*. *Scientific Research and Essays*, 5(9), 970-977.
- Özcan, E. (2006). *Sel olayı ve Türkiye*. *Gazi Eğitim .*, Cilt 26, Sayı 1, 36-50.
- Özelkan, E. (2008). Uydu görüntüleri kullanarak yangın riski değerlendirilmesi Kaş örneği. Yüksek lisans tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Bilişim Enstitüsü. İstanbul.
- Özkul, B. ve Karaman, E. (2007). Doğal afetler için risk yönetimi. *TMMOB afet sempozyumu bildiriler kitabı* (s. 251-261). TMMOB.
- Özmen, S. (2010). İstanbul ili yangın riski analizi ve yangın riski haritalarının oluşturulması. Yüksek lisans tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özşahin, E. (2014). *Tekirdağ ilinde Coğrafi Bilgi Sistemleri ve analitik hiyerarşi süreci kullanarak heyelan duyarlılık analizi*. *Humanitas-Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, (03), 167-186.
- Öztürk, D. (2009). CBS tabanlı çok ölçütlü karar analizi yöntemleri ile sel ve taşkın duyarlılığının belirlenmesi: Güney Marmara havzası

- örneği. Yayınlanmamış doktora tezi.Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Papathoma-Köhle, M., Neuhäuser, B., Ratzinger, K., Wenzel, H. ve Dominey-Howes, D. (2007). *Elements at risk as a framework for assessing the vulnerability of communities to landslides*. Natural Hazards and Earth System Science, 7(6), 765-779.
- Pelling, M. (2003). *The vulnerability of cities natural disasters and social resilience*. London: Earthscan Publications.
- Pitilakis, K., Alexoudi, M., Argyroudis, S., Monge, O. ve Martin, C. (2006). *Earthquake risk assessment of lifelines*. Bulletin of Earthquake Engineering, 4(4), 365-390.
- Scheuer, S., Haase, D. ve Meyer, V. (2011). *Exploring multicriteria flood vulnerability by integrating economic, social and ecological dimensions of flood risk and coping capacity: from a starting point view towards an end point view of vulnerability*. Natural hazards, 58(2), 731-751.
- Smith, K. (2013). *Environmental hazards assessing risk and reducing disaster*. Sixth edition. Abingdon, Oxon: Routledge.
- Singh, K. B. (2008). *Handbook of disaster management techniques and guidelines*. New Delhi, India: Rajat Publications.
- Sitharam, T. G. ve Anbazhagan, P. (2008). *Seismic microzonation: Principles, practices and experiments*. EJGE Special Volume Bouquet, 8.
- Şahin, C. ve Sipahioğlu, Ş. (2002). *Doğal afetler ve Türkiye*. Ankara: Gündüz.
- Thouret, J. C., Ettinger, S., Guitton, M., Santoni, O., Magill, C., Martelli, K. ve Arguedas, A. (2014). *Assessing physical vulnerability in large cities exposed to flash floods and debris flows: the case of Arequipa (Peru)*. Natural Hazards, 1-45.
- Tutsch, M., Haider, W., Beardmore, B., Lertzman, K., Cooper, A. B. ve Walker, R. C. (2010). *Estimating the consequences of wildfire for wildfire risk assessment, a case study in the southern Gulf*

ÇOKLU AFET RİSK YÖNETİMİNDE TEHLİKE VE ZARAR GÖREBİLİRLİK BELİRLENMESİ İÇİN
GEREKSİNİM ANALİZİ

- Islands, British Columbia, Canada. Canadian journal of forest research*, 40(11), 2104-2114.
- Tyagunov, S., Grünthal, G., Wahlström, R., Stempniewski, L. ve Zschau, J. (2006). *Seismic risk mapping for Germany*. *Natural Hazards and Earth System Science*, 6(4), 573-586.
- UK/Government. (2014). Multi hazard disaster risk assessment (V2). 6 Aralık 2014 tarihinde <https://www.gov.uk/government> adresinden alındı.
- UNISDR. (2009). *UNISDR (The United Nations Office for Disaster Risk Reduction) terminology on disaster risk reduction*. 5 Aralık Pazartesi, 2014 tarihinde <http://www.unisdr.org/> adresinden alındı.
- Uşkay, S. ve Aksu, S. (2002). *Ülkemizde Taşkınlar, Nedenleri, Zararları ve Alınması Gereken Önlemler*. *Türkiye Mühendislik Haberleri*, (420-421), 422.
- Vadrevu, K. P., Eaturu, A. ve Badarinath, K. V. S. (2010). *Fire risk evaluation using multicriteria analysis—a case study*. *Environmental monitoring and assessment*, 166(1-4), 223-239.
- Van Westen, C. J., Alkema, D., Damen, M.C. J., Kerle, N. ve Kingma, N. C. (2011). *Multi hazard risk assessment*. Distance education course guide book. United Nations University-ITC School on Disaster Geo information Management (UNU-ITC DGIM).
- Van Westen, C. J., Castellanos, E. ve Kuriakose, S. L. (2008). *Spatial data for landslide susceptibility, hazard, and vulnerability assessment: an overview*. *Engineering geology*, 102(3), 112-131.
- Vilar, L.; Nieto, H. ve Martin, M.P. (2010). *Integration of Lightning- and Human-Caused Wildfire Occurrence Models*. *Human and Ecological Risk Assessment*, 16: 340–364, Taylor & Francis Group.
- Wisner, B.; Blaikie, P.; Cannon, T. ve Davis, I. (2004). *At risk: natural hazard, people's vulnerability and disasters*, 2nd edn. Routledge, Abingdon

- Xin, J. ve C. Huang (2013). *Fire risk analysis of residential buildings based on scenario clusters and its application in fire risk management*. Fire Safety Journal 62, Part A(0): 72-78.
- Yalcin, A., Reis, S., Aydinoglu, A. C. ve Yomralioglu, T. (2011). *A GIS-based comparative study of frequency ratio, analytical hierarchy process, bivariate statistics and logistics regression methods for landslide susceptibility mapping in Trabzon, NE Turkey*. Catena, 85(3), 274-287.
- Yalcin, A. (2008). *GIS-based landslide susceptibility mapping using analytical hierarchy process and bivariate statistics in Ardesen (Turkey): Comparisons of results and confirmations*. Catena 72, 1–12.
- Zhang, Y. L. ve You, W. J. (2014). *Social vulnerability to floods: a case study of Huaihe River Basin*. Natural Hazards, 71(3), 2113-2125.
- Zhang, Y. (2013). *Analysis on Comprehensive Risk Assessment for Urban Fire: The Case of Haikou City*. Procedia Engineering, 52, 618-623.
- Zhenpeng, L., Baipo, Y. Yifan, Y. (1981). *Effect of three-dimensional topography on earthquake ground motion*. Earthquake Engineering and Engineering Vibration, 1(1), 56-77.

İnternet kaynakları

URL-1: www.mgm.gov.tr

URL-2: <http://arifcagdas.com/adys>

URL-3: <http://www.eu-orchestra.org/TUs/Pilots/en/text/Pilots.pdf>
21/11/2014