

Heyelan Duyarlılığı, Tehlikesi ve Riski ile İlgili Çalışmalarda Türkiye ve Avrupa Birliği Ülkelerinin Karşılaştırılması

Leyla DERİN¹ ve Murat ERCANOĞLU²

Özet

Dünya genelinde ekonomik, sosyolojik, çevresel ve fiziksel kırılganlıkların artması, son yıllarda afetler sonucunda oluşan can ve mal kayıplarını önemli oranda arttırmıştır. Coğrafi yapısı, iklimsel ve jeolojik özellikleri nedeniyle afetlere sık sık maruz kalan Türkiye’de özellikle depremler, heyelanlar ve taşkınlar önemli miktarda can ve mal kaybına sebep olmaktadır. Yıkıcı etkiye sahip olan heyelanların verdiği zararların boyutlarının gereğinden daha düşük tahmin edilmesi, heyelanlara ilişkin detaylı çalışmaların yapılmasını zaruri kılmaktadır.

Bu çalışmada heyelan duyarlılığı, tehlikesi ve riski ile ilgili bilimsel çalışmalarda Türkiye ve Avrupa Birliği (AB)’ne üye ülkelerin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Yapılan taramalara göre heyelan duyarlılığı, tehlikesi ve riski ile ilgili AB’ne üye ülkelerdeki ve Türkiye’deki araştırmacılar tarafından uluslararası dergilerde yayımlanan toplam 714 çalışma incelenmiştir. Bu çalışmalar incelendiğinde en fazla çalışmanın heyelan duyarlılığı konusunda yapıldığı görülmektedir. AB’ne üye ülkelerdeki araştırmacılar tarafından yapılan toplam 335 heyelan duyarlılığı, 164 heyelan tehlikesi ve 122 heyelan riski ile ilgili çalışmaya ulaşıırken, Türkiye’deki araştırmacılar tarafından yapılan 85 heyelan duyarlılığı, 3 heyelan tehlikesi ve 5 heyelan riski ile ilgili çalışmaya ulaşılmıştır.

Heyelan duyarlılığı ile ilgili çalışmalar kıyaslandığında, toplam çalışma sayısı açısından İtalya’daki araştırmacılar tarafından yapılan 107 çalışma ilk sırada yer almaktadır. Alınan toplam atıf sayısı açısından ise Türkiye’deki araştırmacılar tarafından yapılan ve toplam çalışma sayısı açısından 2. sırada olan 85 çalışma, aldıkları 5344 atıfla ilk sırada gelmektedir. AB’ne üye ülkelerle kıyaslandığında Türkiye’de yapılan heyelan duyarlılığı çalışmaları bu alanda önemli bir yer tutarken, heyelan tehlikesi ve riski ile ilgili az sayıda çalışma olması bu alanlarda daha fazla çalışılmasının gerekliliğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Heyelan, Heyelan Duyarlılığı, Heyelan Tehlikesi, Heyelan Riski, Türkiye, AB Ülkeleri

Comparison of Landslide Susceptibility, Hazard and Risk Studies Between Turkey and European Union Countries

Abstract

Increasing economic, sociological, environmental and physical resilience around the world have

¹ Öğr. Gör., Acil Durum ve Afet Yönetimi Bölümü, Ankara Üniversitesi, Beypazarı MYO, Ankara
İlgili yazar / Corresponding author: lderin@ankara.edu.tr

² Prof. Dr., Jeoloji Müh. Bölümü, Hacettepe Üniversitesi, Ankara

Bu makaleye atıf yapmak için- *To cite this article*

Derin, L. ve Ercanoğlu, M. (2018). Heyelan Duyarlılığı, Tehlikesi ve Riski İle İlgili Çalışmalarda Türkiye ve Avrupa Birliği Ülkelerinin Karşılaştırılması. *Afet ve Risk Dergisi*, 1(1), 26-38.

significantly increased the loss of life and property resulting from disasters in recent years. Geographical structure, climatic and geological characteristics due to frequent exposure to disasters, especially earthquakes in Turkey, landslides and floods are causing a significant amount of loss of life and property. The estimation of the extent of damages caused by landslides with destructive effects to a lesser extent makes it necessary to carry out detailed studies on landslides.

In this study, it was aimed at comparing the scientific landslide susceptibility, hazard and risk studies related to Turkey and the European Union countries. According to the landslide susceptibility, hazard and risk literature surveys, a total of 714 studies published in international journals by researchers in the European Union member countries and Turkey, have been examined. When these studies are examined, it was seen that most of the studies were performed about the landslide susceptibility concept. A total of 335 landslide susceptibility, 164 landslide hazard and 122 landslide risk studies have been reached by the researchers in EU member countries, while 85 landslide susceptibility, 3 landslide hazard and 5 landslide risk studies have been conducted by researchers in Turkey.

When studies on the landslide susceptibility are compared, 107 studies made by researchers in Italy, in terms of the total number of works, are in the first place. 85 studies performed by Turkish scientists, received 5344 citations, are in the first place in terms of total number of citations and are in the second place in terms of the total number of studies. Compared with the European Union countries, landslide susceptibility studies conducted in Turkey holding an important place in this area, but, few studies on landslide hazard and risk show that the need for more work in landslide hazard and risk studies.

Keywords: Landslide, Landslide Susceptibility, Landslide Hazard, Landslide Risk, Turkey, EU Countries

1. GİRİŞ

Afet genel anlamda, bir toplumu veya çevreyi olumsuz olarak etkileyen, aniden gelişen, doğa veya insan kaynaklı olaylar olarak tanımlanmaktadır. Doğal veya teknolojik tehlike, risk ile birleştiğinde yıkıcı afetler meydana gelmektedir. Son yıllarda, ekonomik, sosyolojik, çevresel ve fiziksel kırılmalıkların artmasıyla afetler sonucunda oluşan can ve mal kayıplarında önemli oranda artış meydana gelmiştir. EM-DAT (2015) verilerine göre 1994 ile 2013 yılları arasında dünya genelinde meydana gelen 6,873 doğal afet sonucunda 1.35 milyon insan hayatını kaybetmiş olup, yıllık ortalama 218 milyon insan bu afetlerden etkilenmiştir.

Birçok gelişmekte olan ülkede meydana gelen doğal afetler gayri safi milli hasılanın % 1-2'si oranında ekonomik zarar oluşturur (Hutchinson 1995) ve bu etkiler çoğu durumda, ekonomik durgunluğa katkıda bulunur (Aleotti ve Chowdhury, 1999). Sendai Afet Risk Azaltma Çerçevesi (2015-2030)'inde de afetlerin sürdürülebilir kalkınmayı olumsuz yönde etkilediği ve afetlerin olası zararlarının azaltılması ve/veya önlenmesinin kamu-özel sektör işbirliğinin artırılması ve her seviyede direnç oluşturulması ile mümkün olabileceği belirtilmektedir (UNISDR, 2015).

Coğrafi yapısı, iklimsel ve jeolojik özellikleri nedeniyle afetlere sık sık maruz kalan Türkiye'de de özellikle depremler, heyelanlar ve taşkınlar önemli miktarda kayba sebep olmaktadır (Tablo 1). Heyelanlar, can kaybı ve ekonomik kayıpların yanı sıra, ormanlık ve tarımsal alanlar, akarsular gibi çevresel unsurların da zarar görmesine sebep olmasına karşın (Schuster ve Fleming, 1986); heyelan zararları, heyelanı tetikleyen deprem ve aşırı yağış gibi süreçlerin içerisinde değerlendirildiğinden heyelan zararlarının boyutları gereğinden daha düşük tahmin edilmektedir (Schuster, 1996). Ayrıca, gerek dünyada, gerekse ülkemizdeki nüfus artışı ve çarpık kentleşme sorunları, önümüzdeki yıllarda sözü edilen kayıpların daha da artacağı bir

Heyelan Duyarlılığı, Tehlikesi ve Riski ile İlgili Çalışmalarda Türkiye ve Avrupa Birliği Ülkelerinin Karşılaştırılması

göstergesi olarak kabul edilebilir. Bu durum, tüm doğal afetlerde olduğu gibi, heyelanlara ilişkin detaylı çalışmaların yapılmasını zaruri kılmaktadır.

Tablo 1'den de görülebileceği üzere, afetler ve sonuçları, ülkemiz için son derece önemli bir sorundur. Bu açıdan ele alındığında, ülkemizde devlet kurumları, üniversiteler ve özel kuruluşlar tarafından, özellikle son 20 yıl içinde önemli projeler gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada ise temel amaç, Türk bilim insanlarının heyelan konusundaki çalışmalarının bilimsel literatürdeki yerinin değerlendirmesi ve Avrupa Birliği (AB)'ne üye ülkelerde yapılan çalışmalar ile bazı göstergeleri dikkate alarak bir karşılaştırmasının yapılmasıdır.

Tablo 1. Afet türüne göre afet olay sayısı ve afetzede sayılarının dağılımı (Gökçe vd., 2008).

Afet Türü	Afet Olay Sayısı	Afetzede				Etkilenen Toplam Afetzede Sayısı
		Etkili Nakil	İlave Nakil	Etkisiz Nakil	Nakil İptali	
Heyelan	13494	65759	2622	3998	13034	59345
Kaya Düşmesi	2956	19699	935	2442	3654	19422
Taşkın	4067	29020	506	1197	8566	22157
Deprem	5318	157794	45	637	235	158241
Diğer Afetler	1175	11309	8	85	2165	9237
Çığ	731	4409	181	336	542	4384
Çoklu Afetler	2024	17221	629	838	6478	12210
Tasnif Edilmemişler	42	0	0	0	0	0
Toplam	29807	305211	4926	9533	34674	284996

2. HEYELAN DUYARLILIK, TEHLİKE VE RİSK KAVRAMLARI

Heyelan değerlendirmelerinde günümüzde yapılan çalışmalar, ölçek etkisi de düşünüldüğünde, yerel ölçekten, ülke bazına, hatta tüm dünyayı kapsayacak şekilde değişim gösterebilmektedir. Yerel ölçekte yapılan çalışmalar çoğunlukla jeoteknik yaklaşımlar olup, güvenlik katsayısı hesaplamasına dayanmaktadır. Bu yaklaşım, 1960'lı yıllarda çok daha popüler olmasına karşın, bilimsel literatür temel alındığında, günümüzdeki temel yaklaşımın, genelden özele inen ve önce tehlike arz eden yerlerin belirlenip, ayrıntılı analizlerin daha sonra gerçekleştirilmesi yönündedir.

Bu tür değerlendirmelerin yapılabilmesi ve heyelan zararlarının en aza indirgenebilmesi için başlangıçtaki en önemli aşama heyelan envanterlerinin ve veri tabanlarının oluşturulmasıdır. Zira, heyelan duyarlılık, tehlike ve risk değerlendirmelerindeki temel unsur, heyelan envanter haritalarıdır.

Heyelan duyarlılık, tehlike ve riskine yönelik, literatürde çok sayıda tanımlama olmasına karşın, büyük ölçüde kabul gören tanımlamalar, Varnes (1984)'ün çalışmasına dayanmaktadır. Varnes (1984)'a göre bu tanımlamalar aşağıda özetlenmiştir:

Duyarlılık: Heyelan oluşumunda etkin olan hazırlayıcı parametreler dikkate alınarak yapılan değerlendirmeler sonucunda, gelecekte heyelan meydana gelmesi olası alanların göreceli olarak sınıflandırıldığı kavramdır.

Tehlike: Belirli bir alanda, belirli bir zaman dilimi içerisinde, potansiyel olarak hasar verici etkiye sahip bir heyelanın oluşabilme olasılığıdır.

Risk: Can ve mal kaybına yol açan veya çevreye zarar veren bir heyelanın, oluşma olasılığının bir ölçüsü olup, belirli bir zamanda, belirli bir bölgede heyelan sonucunda ortaya çıkabilecek can ve mal kaybı ile ekonomik zararın tahmin edilen sayısal değeridir.

Risk Altındaki Elemanlar: Bir heyelan sonucunda potansiyel olarak etkilenebilecek canlılar, binalar, yapılar, altyapı, yol gibi elemanları içeren kavramdır.

Hasar Görebilirlik: Heyelan riski içeren bir alandaki eleman veya eleman grubunun (örneğin insanlar, evler, kritik tesisler gibi), heyelan sonucunda uğrayacağı kaybın derecesini ifade etmektedir.

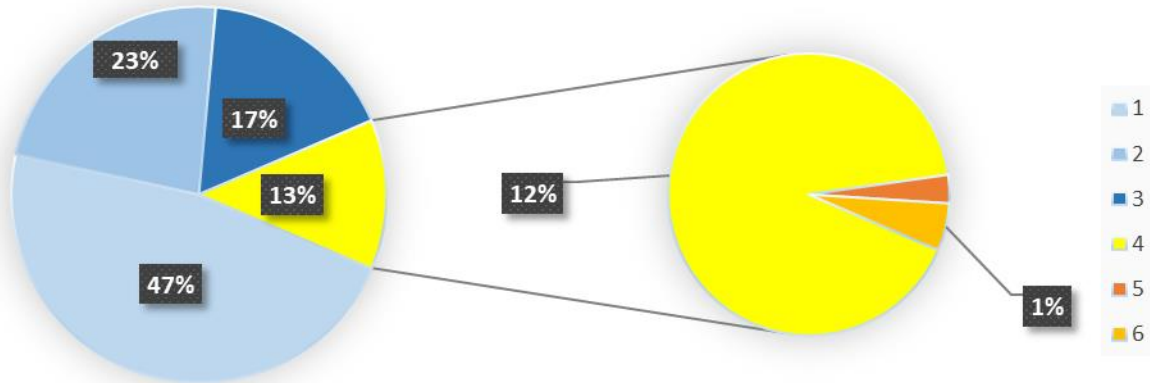
Bu tanımlamalardan risk kavramı, risk altındaki elemanlar ve hasar görebilirlik gibi iki alt tanımlamayı da içermekte olup, hesaplanması en zor olan ve buna bağlı olarak harita üretiminin en az olduğu kavramsal grubu oluşturmaktadır. Buradaki temel gerekçe, risk kavramına ulaşabilmek için son derece ayrıntılı veri gruplarına olan gereksinimdir. Bu duruma, bir bölgedeki bina envanteri, bunlarda yaşayan insan sayısı (değişkenlik gösterebilir), zarar görmesi olası bina, yol vb. yapı maliyetleri gibi, belirsizliklerin fazlaca içerildiği ve konumsal olarak değişim gösterebildiği parametreler ile tehlike hesaplamalarındaki veri eksiklikleri ve belirsizlikler örnek olarak gösterilebilir. Dünyanın birçok ülkesinde bu tür verilere ulaşılmasının ötesinde, envanter konusunda bile önemli eksiklikler bulunmaktadır. Bu nedenle, heyelan riskine yönelik yapılan çalışmaların sayısı genel olarak değerlendirildiğinde, heyelan tehlikesi ve duyarlılığı çalışma sayısına göre daha az sayıdadır. Heyelan tehlikesinde ise, yukarıdaki tanımından görülebileceği üzere, tetikleyici faktör (depresyon, yağış gibi) analizine dayalı bir olasılık hesaplamasından söz edilmektedir. Buradaki temel sorun ise, çalışılacak bölgeyi temsil edebilecek düzeyde bir tetikleyici faktör analizinin (örneğin yağış verilerinin temsil edici olmaması ve/veya verilerde kesikliklerin olması gibi) yapılamıyor olmasıdır. Heyelan duyarlılığı ise, çalışılan bir bölgede göreceli olarak, sadece hazırlayıcı parametreler (örneğin litoloji, yamaç eğimi, su durumu vb.) ile analize olanak vermesi açısından araştırmacılar arasında daha çok tercih edilmektedir. Bu durum, bu çalışmada gerçekleştirilen ve bir sonraki bölümde sunulan literatür araştırması sonuçları ile de uyumlu olup, heyelan duyarlılığı çalışmalarının sayısı, tehlike ve risk çalışmalarına göre, hemen hemen bu tür yayın sayısına dayalı her çalışmada daha yüksek çıkmaktadır. Bununla birlikte, AB ülkelerinin çoğunda heyelan tehlike ve riskine yönelik veri toplama ve güncelleme işlemleri hali hazırda tamamlanmış ve/veya devam ediyor haldedir. Bir sonraki bölümden de görülebileceği üzere, veri tabanlarının güncel ve güvenilir hale getirilmiş olduğu ülkelerde, heyelan tehlike ve risk çalışmalarının sayısında önemli oranda bir artıştan söz etmek mümkündür. Bununla birlikte, ülkemizdeki durum, özellikle heyelan tehlikesi ve riskine yönelik çalışmaların sayısının azlığına dikkat çekmektedir. Bu durumun temel gerekçesi ise, ülkemizde heyelan envanteri ile tehlike ve risk parametrelerine yönelik veri tabanı güncelleme çalışmalarının Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi (AFAD) Başkanlığı'nca halen devam ediyor olması ile ilişkilendirilebilir. Bu güncelleme işlemleri tamamlandığında, ülkemizdeki bilim insanları ve devlet kurumlarımız tarafından yapılacak olan heyelan tehlike ve risk çalışmalarının da önemli oranda artacağı düşünülmektedir.

3. HEYELAN DUYARLILIĞI, TEHLİKESİ VE RİSKİ İLE İLGİLİ ÇALIŞMALARIN ANALİZİ

Uluslararası dergilerde yayımlanan heyelan duyarlılığı, tehlikesi ve riski ile ilgili çalışmalar incelendiğinde en fazla çalışmanın heyelan duyarlılığı üzerine yapıldığı görülmektedir. Türkiye'de yapılan çalışmaların Avrupa Birliği (AB)'ne üye ülkelerle kıyaslanması amacıyla Web of Science (WoS)'da bilimsel yayın tarama işlemi yapılmıştır. Taramalarda "address" ve "title" kısıtları kullanılarak, "address" kısmına Türkiye ve Avrupa Birliği'ne üye ülkeler sırayla yazılarak her bir ülke için "title" kısıtıyla "landslide susceptibility", "landslide hazard" ve "landslide risk" olarak tarama yapılmıştır. Taramalar "Timespan=All years" olarak yapılmış olup, sonuçlar "Document Types=Article" seçilerek daraltılmış ve "All Databases" olarak yapılmıştır. Tarama sonucunda çıkan çalışmalar konuyla ilgili durumuna göre elenerek değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, çalışmaların WoS Çekirdek Koleksiyonu (Web of Science Core Collection)'nunda taranan dergilerde yayımlanan çalışmalardan aldıkları atıflar da dikkate alınarak bir değerlendirme yapılmıştır.

Heyelan Duyarlılığı, Tehlikesi ve Riski ile İlgili Çalışmalarda Türkiye ve Avrupa Birliği Ülkelerinin Karşılaştırılması

Yapılan taramalara göre heyelan duyarlılığı, tehlikesi ve riski ile ilgili AB'ne üye ülkelerdeki ve Türkiye'deki araştırmacılar tarafından yapılan toplam 714 çalışmaya ulaşılmıştır. AB'ne üye ülkelerde bulunan araştırmacılar tarafından yapılan toplam 335 heyelan duyarlılığı, 164 heyelan tehlikesi ve 122 heyelan riski ile ilgili çalışma, bilimsel literatürde yerini almıştır. Türkiye'deki araştırmacılar tarafından yapılan heyelan duyarlılığı çalışmaları 85, heyelan tehlikesi çalışmaları 3, heyelan riski çalışmaları ise 5 adet olup, AB'ne üye ülkelerdeki ve Türkiye'deki araştırmacılar tarafından yapılan çalışmaların tamamının 13%'ünü oluşturmaktadır (Şekil 1, Tablo 2).



Şekil 1. Heyelan duyarlılığı, tehlikesi ve riski ile ilgili çalışmaların dağılımı; 1, 2, 3: Sırasıyla, AB'ne üye ülkelerdeki araştırmacılar tarafından yapılan duyarlılık, tehlike ve risk çalışmaları, 4, 5, 6: Sırasıyla, Türkiye'deki araştırmacılar tarafından yapılan duyarlılık, tehlike ve risk çalışmaları.

Tablo 2'ye göre AB'ne üye ülkelerden İtalya, Almanya, İspanya, Belçika, Romanya ve Hollanda heyelan duyarlılığıyla ilgili çalışma yapan araştırmacılar göz önüne alındığında, hem çalışma sayısı, hem de çalışmalara atıf alma açısından öne çıkan ülkelerdir. 107 çalışma ve bu çalışmalara alınan 3066 atıf sayısı ile İtalya'daki araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar AB'ne üye ülkeler arasında ilk sırada yer alırken, 49 çalışma ve 2138 atıfla Almanya'daki araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar ikinci sırada yer almaktadır. Hollanda'daki araştırmacılar tarafından yapılan 18 çalışma 775 atıf alırken, Romanya'daki araştırmacılar tarafından yapılan 22 çalışma 248 atıf almıştır. Yine diğer ülkelerdeki çalışmalarla kıyaslandığında çalışma sayısı daha az olan ancak çalışmalarına daha fazla atıf alan çalışmacıların bulunduğu ülkeler Avusturya, Belçika ve Fransa'dır. AB'ne üye ülkelerle kıyaslandığında 85 çalışma ile çalışma sayısı açısından ikinci sırada olan Türkiye'deki heyelan duyarlılığı çalışmaları, 5466 atıf alarak bu alanda açık ara farkla toplamda en yüksek atıf alan çalışmalardır.

Heyelan tehlikesi çalışmalarında AB'ne üye ülkeler arasında çalışma sayısı ve çalışmalara alınan atıf açısından İtalya'daki araştırmacılar tarafından yapılan 70 çalışma 4231 atıfla ilk sırada yer almaktadır. Hemen hemen yakın atıf sayısına sahip olan, Almanya'daki araştırmacılar tarafından yapılan 11 çalışma 766 atıf, İngiltere'deki araştırmacılar tarafından yapılan 26 çalışma 706 atıf almıştır. Hollanda'daki araştırmacılar tarafından yapılan 16 çalışma toplamda aldığı 1098 atıfla, İtalya'da araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalardan sonra alınan atıf açısından ikinci sırada gelmektedir. Bu ülkeler dışında kalan ülkelerdeki araştırmacılar tarafından 10'un altında heyelan tehlikesi çalışması yaptığı görülmektedir. Türkiye'deki araştırmacılar tarafından yapılan 3 heyelan tehlikesi çalışmasına 38 atıf yapılmıştır.

Heyelan riski çalışmalarında tehlike çalışmalarında olduğu gibi İtalya'daki araştırmacılar tarafından yapılan 38 çalışma aldığı 1407 atıfla hem çalışma sayısı hem de toplam atıf sayısı açısından yine ilk sırada yer almaktadır. İspanya'daki araştırmacılar tarafından yapılan 8 çalışma 527 atıf, Fransa'daki araştırmacılar tarafından yapılan 6 çalışma 476 atıf, Hollanda'daki 10 çalışma 308 atıf ve Almanya'daki araştırmacılar tarafından yapılan 7 çalışma 198 atıf almıştır. Türkiye'deki araştırmacılar tarafından yapılan 5 heyelan riski çalışması ise 97 atıf almıştır.

En çok atıf alan AB'ne üye ülkelerindeki araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar Tablo 3'de, Türkiye'deki araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar ise Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 2. Avrupa Birliği'ne üye ülkelerdeki ve Türkiye'deki araştırmacılar tarafından yapılan heyelan duyarlılığı, tehlikesi ve riski çalışmalarının toplam atıf sayıları

Ülke	Duyarlılık		Tehlike		Risk	
	Makale Sayısı	Atıf Sayısı*	Makale Sayısı	Atıf Sayısı*	Makale Sayısı	Atıf Sayısı*
<i>Almanya</i>	49	2138	11	766	7	198
<i>Avusturya</i>	14	397	5	99	6	58
<i>Belçika</i>	21	590	5	119	2	10
<i>Bulgaristan</i>	0	0	0	0	1	0
<i>Çekya</i>	10	263	2	25	6	47
<i>Danimarka</i>	2	24	1	9	1	3
<i>Fransa</i>	13	299	4	135	6	476
<i>Hırvatistan</i>	0	0	0	0	1	0
<i>Hollanda</i>	18	775	16	1098	10	308
<i>İngiltere</i>	12	103	26	706	14	181
<i>İrlanda</i>	1	6	1	27	0	0
<i>İspanya</i>	26	1047	5	95	8	527
<i>İsveç</i>	0	0	0	0	4	27
<i>İtalya</i>	107	3066	70	4231	38	1407
<i>Polonya</i>	5	47	2	20	3	5
<i>Portekiz</i>	9	130	3	80	5	89
<i>Romanya</i>	22	248	5	49	2	8
<i>Slovakya</i>	4	176	2	16	1	30
<i>Slovenya</i>	3	160	2	44	2	15
<i>Türkiye</i>	85	5344	3	38	5	97
<i>Yunanistan</i>	19	290	4	98	5	129

*WoS'ta yapılan taramaya göre tüm veri tabanlarındaki toplam atıf sayısı (1 Nisan 2018 tarihi itibarıyla)

Tablo 3. Avrupa Birliği'ne üye ülkelerdeki araştırmacılar tarafından yapılan, en çok atıf alan heyelan duyarlılığı, tehlikesi ve riski ile ilgili çalışmalar.

	Yazar	Makale Adı	Atıf Sayısı*	Atıf Sayısı**
Duyarlılık	Guzzetti vd. (2006)	Estimating the quality of landslide susceptibility models	260	278
	Pradhan ve Lee (2010)	Landslide susceptibility assessment and factor effect analysis: backpropagation artificial neural networks and their comparison with frequency ratio and bivariate logistic regression modelling	258	267
	Van Westen vd. (2003)	Use of geomorphological information in indirect landslide susceptibility assessment	236	237
	Ermini vd. (2005)	Artificial Neural Networks applied to landslide susceptibility assessment	218	228
	Baeza ve Corominas (2001)	Assessment of shallow landslide susceptibility by means of multivariate statistical techniques	187	200

Heyelan Duyarlılığı, Tehlikesi ve Riski ile İlgili Çalışmalarda Türkiye ve Avrupa Birliği Ülkelerinin Karşılaştırılması

	Clerici vd. (2002)	A procedure for landslide susceptibility zonation by the conditional analysis method	166	181
	Pradhan ve Lee (2010)	Regional landslide susceptibility analysis using back-propagation neural network model at Cameron Highland, Malaysia	151	158
Tehlike	Guzzetti vd. (1999)	Landslide hazard evaluation: a review of current techniques and their application in a multi-scale study, Central Italy	927	993
	Carrara vd. (1991)	GIS techniques and statistical-models in evaluating landslide hazard	464	514
	Guzzetti (2005)	Probabilistic landslide hazard assessment at the basin scale	330	352
	Chung ve Fabbri (1999)	Probabilistic prediction models for landslide hazard mapping	308	323
Risk	Fell vd. (2008)	Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk-zoning for land use planning	277	317
	Guzzetti (2000)	Landslide fatalities and the evaluation of landslide risk in Italy	213	221
	Corominas vd. (2014)	Recommendations for the quantitative analysis of landslide risk	123	129
	Catani vd. (2005)	Landslide hazard and risk mapping at catchment scale in the Arno River basin	111	114
	Cardinali vd. (2002)	A geomorphological approach to the estimation of landslide hazards and risks in Umbria, Central Italy	106	115

*WoS Çekirdek Koleksiyonu, **WoS, Tüm Veri Tabanları (8 Nisan 2018 tarihi itibarıyla)

Tablo 4. Türkiye'deki araştırmacılar tarafından yapılan, en çok atıf alan heyelan duyarlılığı çalışmaları.

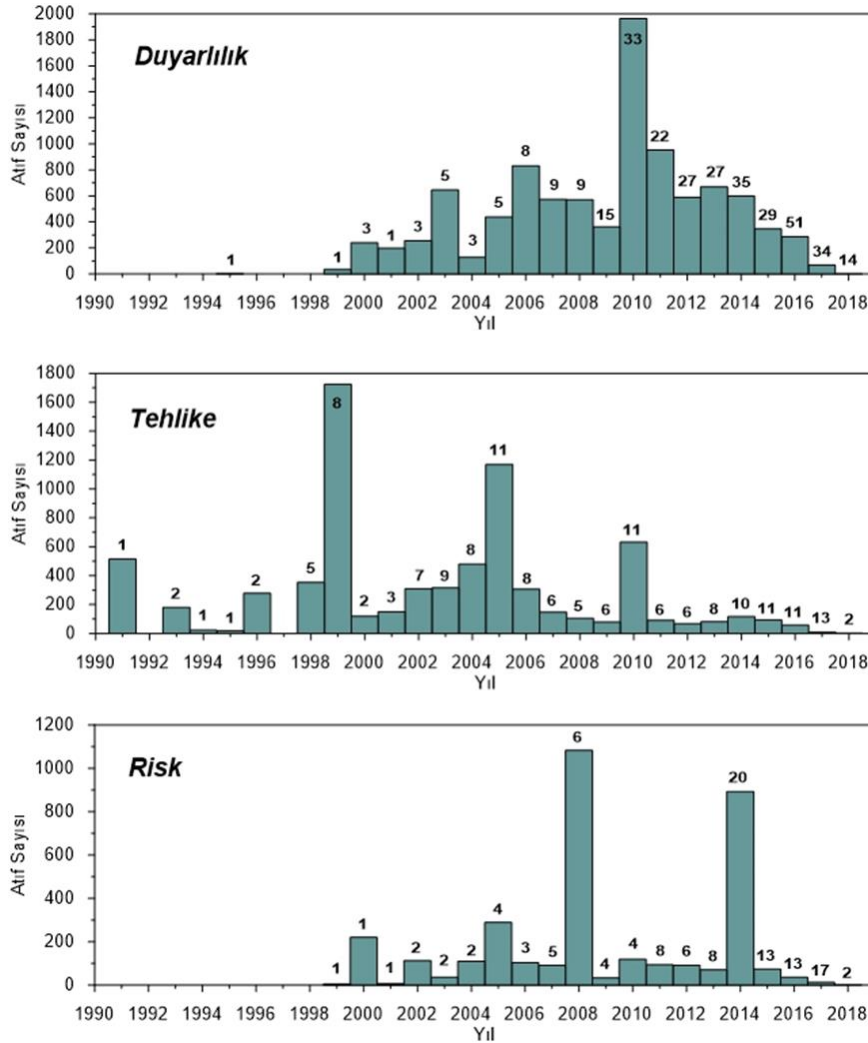
	Yazar	Makale Adı	Atıf Sayısı*	Atıf Sayısı**
1	Yeşilnacar ve Topal (2005)	Landslide susceptibility mapping: A comparison of logistic regression and neural networks methods in a medium scale study, Hendek region (Turkey)	285	301
2	Yılmaz (2009)	Landslide susceptibility mapping using frequency ratio, logistic regression, artificial neural networks and their comparison: A case study from Kat landslides (Tokat-Turkey)	249	262
3	Yalçın (2008)	GIS-based landslide susceptibility mapping using analytical hierarchy process and bivariate statistics in Ardesen (Turkey): Comparisons of results and confirmations	222	228
4	Pourghasemi vd. (2012)	Application of fuzzy logic and analytical hierarchy process (AHP) to landslide susceptibility mapping at Haraz watershed, Iran	201	204
5	Süzen ve Doyuran (2004)	A comparison of the GIS based landslide susceptibility assessment methods: multivariate versus bivariate	194	198
6	Ercanoğlu ve Gökçeoğlu (2002)	Assessment of landslide susceptibility for a landslide-prone area (north of Yenice, NW Turkey) by fuzzy approach	190	196
7	Yılmaz (2010)	Comparison of landslide susceptibility mapping methodologies for Koyulhisar, Turkey: conditional	185	196

		probability, logistic regression, artificial neural networks, and support vector machine		
8	Süzen ve Doyuran (2004)	Data driven bivariate landslide susceptibility assessment using geographical information systems: a method and application to Asarsuyu catchment, Turkey	176	184
9	Ercanoğlu ve Gökçeoğlu (2004)	Use of fuzzy relations to produce landslide susceptibility map of a landslide prone area (West Black Sea Region, Turkey)	180	183
10	Gomez ve Kavzoğlu (2005)	Assessment of shallow landslide susceptibility using artificial neural networks in Jabonosa River Basin, Venezuela	174	182

*WoS Çekirdek Koleksiyonu, **WoS, Tüm Veri Tabanları (8 Nisan 2018 tarihi itibarıyla)

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

AB'ne üye ülkelerdeki araştırmacılar tarafından yapılan heyelan duyarlılığı, tehlikesi ve riski çalışmalarının toplam atıf sayılarının yıllara göre dağılımı incelendiğinde, ilk duyarlılık çalışmasının 1993, ilk tehlike çalışmasının 1983 ve ilk risk çalışmasının 1999 yılında yapıldığı görülmektedir (Şekil 2).

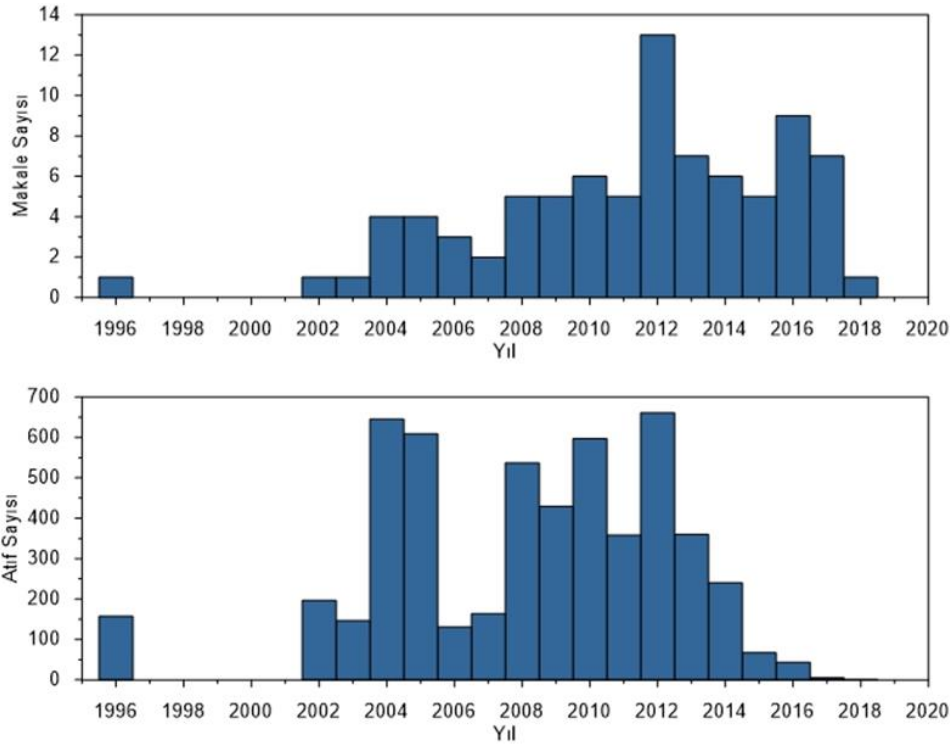


Şekil 2. AB'ne üye ülkelerdeki araştırmacılar tarafından yapılan heyelan duyarlılığı, tehlikesi ve riski çalışmalarının toplam atıf sayılarının yıllara göre dağılımı (Her yıla ait toplam çalışma sayısı grafik üzerinde verilmiştir. Grafikte gösterilemeyen 1983 yılına ait 1 heyelan tehlikesi çalışması 197 atıf almıştır.) (1 Nisan 2018 tarihi itibarıyla)

Heyelan Duyarlılığı, Tehlikesi ve Riski ile İlgili Çalışmalarda Türkiye ve Avrupa Birliği Ülkelerinin Karşılaştırılması

AB'ne üye ülkelerde yapılan heyelan duyarlılığı çalışmalarına bakıldığında, toplamda en fazla atıf alan çalışmaların yapıldığı 2010 yılındaki 33 çalışma 1964 atıf almıştır. 2016 yılı, 51 heyelan duyarlılığı çalışmayla en fazla sayıda çalışma yapılan yıl olmuştur. AB'ne üye ülkelerde yapılan heyelan tehlikesi çalışmalarının sayısının yıllara göre giderek arttığı, en fazla çalışmanın 2017 yılında yapıldığı görülmektedir. 1999, 2005 ve 2010 yıllarında yapılan heyelan tehlikesi çalışmaları sırasıyla toplamda en fazla atıf sayısına sahipken, diğer yıllarda yapılan çalışmaların nispeten daha az oranda atıf aldığı görülmektedir. AB'ne üye ülkelerde en fazla sayıda heyelan riski çalışması 20 makaleyle 2014 yılında yapılmıştır. AB'ne üye ülkelerde 2006 ve 2014 yıllarında yapılan heyelan riski çalışmaları sırasıyla toplamda 1082 ve 893 atıf alırken, diğer yıllarda yapılan çalışmaların toplam atıf sayıları 289'un altındadır.

Türkiye'deki araştırmacılar tarafından yapılan heyelan duyarlılığı çalışmalarının ve toplam atıf sayılarının yıllara göre dağılımı incelendiğinde, en fazla çalışmanın 2012 yılında yapıldığı ve bu çalışmaların toplamda en fazla atıf aldığı görülmektedir (Şekil 3). Ancak, 2004 ve 2005 yıllarında yayımlanan çalışmalar az sayıda olmalarına rağmen toplamda en yüksek 2. ve 3. atıf sayısına sahiptir. 2008 ve 2010 yıllarında yayımlanan çalışmalarda iyi oranda atıf almıştır. Heyelan duyarlılık çalışmalarının Türkiye'de ilk olarak 1996 yılında yapıldığı, ancak 2002 yılından başlayarak, yapılan çalışmalarda giderek artış sürecine girildiği görülmektedir.



Şekil 3. Türkiye'deki araştırmacılar tarafından yapılan heyelan duyarlılığı çalışmalarının ve toplam atıf sayılarının yıllara göre dağılımı (1 Nisan 2018 tarihi itibarıyla)

2008 yılında Türkiye'de yapılan 5 çalışma, aynı yıl AB'ne üye ülkelerde yapılan 9 çalışmayla hemen hemen eşit miktarda toplam atıf sayısına sahiptir. Türkiye'de 2009 yılında yapılan 5 çalışma toplam 429 atıf alırken, AB'ne üye ülkelerde aynı yıl yapılan 15 çalışma 363 atıf almıştır. Türkiye'de 2004 yılında yapılan 4 çalışma toplam 645 atıf alırken, AB'ne üye ülkelerde aynı yıl yapılan 3 çalışma 128 atıf almıştır. Türkiye'de 2012 ve 2005 yıllarında yapılan çalışmalar da, AB'ne üye ülkelerde aynı yıllarda yapılan çalışmalardan daha fazla atıf almıştır (Şekil 2 ve Şekil 3).

Heyelan duyarlılığı ile ilgili çalışmalar açısından AB'ne üye ülkelerle kıyaslandığında, Türkiye'deki araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar sayı olarak ikinci sırada yer alırken, bu

çalışmalar toplamda aldıkları 5344 atıfla çalışma sayısı açısından ilk sırada olan ve 3066 atıf alan İtalya'daki araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalardan neredeyse iki kat fazla atıf almıştır. Heyelan duyarlılığı çalışmalarına alınan 5344 atfın %80'i, yabancı araştırmacılar, %20'si ise Türk araştırmacılar tarafından yapılmıştır (Tablo 4). Heyelan duyarlılığı çalışmalarında önde gelen ülkelerden olan Türkiye, yine AB'ne üye ülkelerle kıyaslandığında, heyelan tehlikesi alanında 3 çalışmayla 11. sırada olup, bu çalışmalara alınan toplam 38 atıfla 12. sırada yer almaktadır. Türkiye'deki araştırmacılar tarafından yapılan heyelan riski ile ilgili 5 çalışma; çalışma sayısı açısından 7. sırada ve alınan toplam atıf sayısı açısından 97 atıfla 8. sırada yer almaktadır.

Tablo 4. Türkiye'deki araştırmacılar tarafından yapılan heyelan duyarlılığı çalışmalarının toplam atıf sayıları

Çalışma Sayısı	WoS Çekirdek Koleksiyonu'nda Taranan Dergilerde Yayımlanan Makalelerden Alınan Atıf Sayısı*	WoS, Tüm Veri Tabanlarında Taranan Dergilerde Yayımlanan Makalelerden Alınan Atıf Sayısı*	
85	5186	5344	
		Türk Araştırmacılar Tarafından Yapılan Atıf Sayısı	Yabancı Araştırmacılar Tarafından Yapılan Atıf Sayısı
		1077	4267

*1 Nisan 2018 tarihi itibarıyla

AB'ne üye ülkelerdeki araştırmacılar tarafından yapılan heyelan duyarlılığı, tehlikesi ve riski çalışmalarının en fazla yayımlandığı dergiler yayımladıkları çalışma sayılarına göre sıralandığında sırasıyla, *Natural Hazard*, *Geomorphology*, *Landslides* ve *Natural Hazards And Earth System Sciences* dergileri ilk sıralarda yer almaktadır. Bu dergileri *Engineering Geology*, *Environmental Earth Sciences* ve *Bulletin of Engineering Geology and The Environment* dergileri takip etmektedir (Tablo 5). Türkiye'de yapılan heyelan duyarlılığı, tehlikesi ve riski çalışmalarının en fazla yayımlandığı dergiler yayımladıkları çalışma sayılarına göre sıralandığında ise sırasıyla *Natural Hazards*, *Environmental Earth Sciences*, *Environmental Geology*, *Engineering Geology* ve *Landslides* dergilerinin ilk sırada yer aldığı görülmektedir (Tablo 6).

Tablo 5. AB'ne üye ülkelerdeki araştırmacılar tarafından yapılan heyelan duyarlılığı, tehlikesi ve riski çalışmalarının en fazla yayımlandığı dergilerin yayımladıkları çalışma sayıları.

	Duyarlılık		Tehlike		Risk		Duyarlılık, Tehlike ve Risk	
	Dergi İsmi	Ç*	Dergi İsmi	Ç*	Dergi İsmi	Ç*	Dergi İsmi	Ç*
1	Natural Hazards	68	Landslides	23	Natural Hazards and Earth System Sciences	18	Natural Hazard	75
2	Geomorphology	55	Natural Hazards	20	Landslides	16	Geomorphology	75
3	Landslides	30	Natural Hazards and Earth System Sciences	17	Natural Hazards	12	Landslides	69
4	Natural Hazards and Earth System Sciences	26	Geomorphology	14	Bulletin of Engineering Geology and The Environment	7	Natural Hazards And Earth System Sciences	61
5	Environmental Earth Sciences	18	Engineering Geology	7	Engineering Geology	6	Engineering Geology	23

*Çalışma Sayısı (1 Nisan 2018 tarihi itibarıyla)

Tablo 6. Türkiye'deki araştırmacılar tarafından yapılan heyelan duyarlılığı, tehlikesi ve riski çalışmalarının en fazla yayımlandığı dergilerin yayımladıkları çalışma sayıları.

	Dergi İsmi	Çalışma Sayısı**
1	Natural Hazards	13
2	Environmental Earth Sciences*	11
3	Environmental Geology*	9
4	Engineering Geology	8
5	Landslides	6
6	Bulletin of Engineering Geology and The Environment	5
7	Computers & Geosciences	5

*2009 yılında, Environmental Geology dergisinin ismi, Environmental Earth Sciences olarak değişmiştir.

**1 Nisan 2018 tarihi itibarıyla

Tüm bu değerlendirmeler ışığında, ülkemizdeki heyelan tehlike ve riskine yönelik veri tabanı yetersizliklerinin ivedilikle giderilmesi durumunda, bu konulardaki çalışmaların sayısının da hızla artacağı ve bilimsel literatürdeki hak ettiği yeri alacağı düşünülmektedir. Bu durumun en temel göstergesi ise, heyelan duyarlılığı konusunda ülkemiz bilim insanlarının elde etmiş olduğu yüksek orandaki başarı olarak kabul edilebilir.

KAYNAKLAR

- Aleotti, P., Chowdhury, R. (1999). Landslide hazard assessment: summary review and new perspectives. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 58, 21-44.
- Baeza, C., & Corominas, J. (2001). Assessment of shallow landslide susceptibility by means of multivariate statistical techniques. *Earth surface processes and landforms*, 26(12), 1251-1263.
- Cardinali, M., Reichenbach, P., Guzzetti, F., Ardizzone, F., Antonini, G., Galli, M., ... & Salvati, P. (2002). A geomorphological approach to the estimation of landslide hazards and risks in Umbria, Central Italy. *Natural hazards and earth system science*, 2(1/2), 57-72.
- Carrara, A., Cardinali, M., Detti, R., Guzzetti, F., Pasqui, V., & Reichenbach, P. (1991). GIS techniques and statistical models in evaluating landslide hazard. *Earth surface processes and landforms*, 16(5), 427-445.
- Catani, F., Casagli, N., Ermini, L., Righini, G., & Menduni, G. (2005). Landslide hazard and risk mapping at catchment scale in the Arno River basin. *Landslides*, 2(4), 329-342.
- Chung, C. J. F., & Fabbri, A. G. (1999). Probabilistic prediction models for landslide hazard mapping. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 65(12), 1389-1399.
- Clerici, A., Perego, S., Tellini, C., & Vescovi, P. (2002). A procedure for landslide susceptibility zonation by the conditional analysis method. *Geomorphology*, 48(4), 349-364.
- Corominas, J., van Westen, C., Frattini, P., Cascini, L., Malet, J. P., Fotopoulou, S., ... & Pitilakis, K. (2014). Recommendations for the quantitative analysis of landslide risk. *Bulletin of engineering geology and the environment*, 73(2), 209-263.
- EM-DAT (2015). The human cost of natural disasters 2015: a global perspective. http://emdat.be/human_cost_natdis (Son Erişim: 07.04.2018)
- Ercanoglu, M., & Gokceoglu, C. (2002). Assessment of landslide susceptibility for a landslide-prone area (north of Yenice, NW Turkey) by fuzzy approach. *Environmental geology*, 41(6), 720-730.

Ercanoğlu, M., & Gökçeoğlu, C. (2004). Use of fuzzy relations to produce landslide susceptibility map of a landslide prone area (West Black Sea Region, Turkey). *Engineering Geology*, 75(3-4), 229-250.

Ermini, L., Catani, F., & Casagli, N. (2005). Artificial neural networks applied to landslide susceptibility assessment. *Geomorphology*, 66(1-4), 327-343.

Fell, R., Corominas, J., Bonnard, C., Cascini, L., Leroi, E., & Savage, W. Z. (2008). Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning. *Engineering Geology*, 102(3), 85-98.

Gomez, H., & Kavzoglu, T. (2005). Assessment of shallow landslide susceptibility using artificial neural networks in Jabonosa River Basin, Venezuela. *Engineering Geology*, 78(1-2), 11-27.

Gökçe, O., Özden, Ş., Demir, A., (2008). Türkiye’de Afetlerin Mekansal ve İstatistiksel Dağılımı: Afet Bilgileri Envanteri. Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 117 s.

Guzzetti, F. (2000). Landslide fatalities and the evaluation of landslide risk in Italy. *Engineering Geology*, 58(2), 89-107.

Guzzetti, F., Carrara, A., Cardinali, M., & Reichenbach, P. (1999). Landslide hazard evaluation: a review of current techniques and their application in a multi-scale study, Central Italy. *Geomorphology*, 31(1), 181-216.

Guzzetti, F., Reichenbach, P., Ardizzone, F., Cardinali, M., & Galli, M. (2006). Estimating the quality of landslide susceptibility models. *Geomorphology*, 81(1-2), 166-184.

Guzzetti, F., Reichenbach, P., Cardinali, M., Galli, M., & Ardizzone, F. (2005). Probabilistic landslide hazard assessment at the basin scale. *Geomorphology*, 72(1-4), 272-299.

Hutchinson, J.N. (1995). Landslide hazard assessment. Proceedings of 6th International Symposium on the Landslides, 10-14 February 1992, Christchurch, England, D.H.Bell (ed.), Balkema, 1805-1842.

Pourghasemi, H. R., Pradhan, B., & Gökçeoğlu, C. (2012). Application of fuzzy logic and analytical hierarchy process (AHP) to landslide susceptibility mapping at Haraz watershed, Iran. *Natural hazards*, 63(2), 965-996.

Pradhan, B., & Lee, S. (2010). Landslide susceptibility assessment and factor effect analysis: backpropagation artificial neural networks and their comparison with frequency ratio and bivariate logistic regression modelling. *Environmental Modelling & Software*, 25(6), 747-759.

Pradhan, B., & Lee, S. (2010). Regional landslide susceptibility analysis using back-propagation neural network model at Cameron Highland, Malaysia. *Landslides*, 7(1), 13-30.

Süzen, M. L., & Doyuran, V. (2004). A comparison of the GIS based landslide susceptibility assessment methods: multivariate versus bivariate. *Environmental geology*, 45(5), 665-679.

Süzen, M. L., & Doyuran, V. (2004). Data driven bivariate landslide susceptibility assessment using geographical information systems: a method and application to Asarsuyu catchment, Turkey. *Engineering Geology*, 71(3-4), 303-321.

Schuster, R. L. (1996). Socio-economic significance of landslides. In: Turner, Shuster (eds) "Landslides: investigation and mitigation". Transportation Research Board – National Research Council, Special Report 247, 12–35.

Schuster, R.L., and Fleming, R.W. (1986). Economic losses and fatalities due to landslides. *Bulletin of Association of Engineering Geologists*, 23(1), 11-28.

UNISDR (2015). "Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 – 2030".

Van Westen, C. J., Rengers, N., & Soeters, R. (2003). Use of geomorphological information in indirect landslide susceptibility assessment. *Natural hazards*, 30(3), 399-419.

Varnes D.J. (1984). *Landslide hazard zonation: a review of principles and practice*, Unesco Press, Paris, 63.

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), 1-12.

Yesilnacar, E., & Topal, T. (2005). Landslide susceptibility mapping: a comparison of logistic regression and neural networks methods in a medium scale study, Hendek region (Turkey). *Engineering Geology*, 79(3-4), 251-266.

Yilmaz, I. (2009). Landslide susceptibility mapping using frequency ratio, logistic regression, artificial neural networks and their comparison: a case study from Kat landslides (Tokat—Turkey). *Computers & Geosciences*, 35(6), 1125-1138.

Yilmaz, I. (2010). Comparison of landslide susceptibility mapping methodologies for Koyulhisar, Turkey: conditional probability, logistic regression, artificial neural networks, and support vector machine. *Environmental Earth Sciences*, 61(4), 821-836.