SETSCI conference proceedings
SETSCI Conference Proceedings
9, 473-476, 2019

4th International Symposium on Innovative Approaches in Engineering and Natural Sciences
November 22-24, 2019, Samsun, Turkey

https://doi.org/10.36287/setsci.4.6.132
2687-5527/ © 2019 The Authors. Published by SETSCI

ISAS WINTER - 2019

Giresun İline ait Coğrafi Bilgi Sistemleri Destekli Heyelan Duyarlılık Haritalarının Üretilmesi

Mehmet Ali Dereli[1*+]

[1]Harita Mühendisliği Bölümü, Giresun Universitesi, Giresun, Türkiye
[*]Sorumlu Yazar ve [+]Sunucu: mehmet.dereli@giresun.edu.tr
Sunum/Bildiri Türü: Sözlü / Tam Metin

Özet – Son yıllarda insan yaşamını tehdit eden doğal afetlerden biri de heyelanlardır. Ülkemizde özellikle karadeniz bölgesinin gerek eğim gerekse yıllık toplam yağış miktarları, heyelanların nedenleri arasında gösterilmektedir. Bu çalışma kapsamında doğu karadeniz bölgesinde bulunan Giresun ili incelenmiş ve heyelan duyarlılık haritaları üretilmiştir. Bu kapsamda çalışma sahasına ait eğim, bakı, yükseklik, litoloji, arazi kullanımı verileri analizlerde kullanılmıştır. İl Afet Müdürlüğü'nden temin edilen heyelan envanterleri ile analiz sonucunda çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek olacak şekilde belirlenmiş heyelan alanları karşılaştırılmıştır. Bu çalışmalar Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) destekli yazılımlar yardımıyla frekans oranı yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak Giresun iline ilişkin yapılan değerlendirmelerde, meydana gelen heyelanların heyelan duyarlılığı yüksek olan bölgelerde gerçekleştiği belirlenmiştir.
Anahtar Kelimeler – *Heyelan, CBS, Duyarlılık Haritası, Frekans Oranı, Giresun.*

I. GİRİŞ

Dünyada insan yaşamını tehdit eden doğal afetlerden biri de heyelanlardır. Heyelan, genel olarak toprağın alt tabakasında bulunan kaya ile birlikte yani kütle şeklinde yer değiştirmesidir. Heyelanların sık görüldüğü ya da görülebilme ihtimali olan bölgelerin gerek topografik gerek jeolojik gerekse klimatik özelliklerinin incelenmesi gerekmektedir [1]. Bu kapsamda heyelana etki eden nedenlerin belirlenmesi ve bölgelerin heyelan duyarlılık haritalarının oluşturulması öncelik taşımaktadır.

Heyelan nedeniyle meydana gelen zararların azaltılması ya da en aza indirgenmesi amacıyla heyelan duyarlılık haritaları, birçok kurum ya da bilim insanı tarafından üretilmektedir. [2-4]. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) altyapısı ile birlikte heyelan duyarlılık haritaları birçok farklı katmanın birlikte değerlendirilmesi ile elde edilebilmektedir. Bu haritalar elde edilirken iki ya da çok değişkenli regresyon analizleri, olasılık yöntemleri, analitik hiyerarşi proses (AHP) yöntemi, frekans oranı yöntemi, yapay sinir ağları yöntemi gibi yöntemler kullanılmaktadır [5-6]

Bu çalışma kapsamında çalışma alanı olarak Giresun İli Merkez ilçesi seçilmiştir. Türkiye'de en çok yağış alan illeriden biri olması, topografik olarak eğimin çok fazla olması, fındık ağaçlarının oldukça yaygın olması nedeniyle bu bölgenin heyelan duyarlılığının incelenmesi amaçlanmıştır. Heyelan duyarlılık haritalarının hazırlanması aşamasında ihtiyaç duyulan yöntem ve parametrelerin değerlendirildiği çalışmalar incelendiğinde [5-10] çalışma alanının özellikleri ve heyelan oluşumlarını tetikleyen genel nedenler de dikkate alındığında yükseklik, eğim, bakı, litoloji ve arazi örtüsünün sıkça kullanılan parametrelerden olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamında da çalışma alanına ilişkin yükseklik, eğim, bakı, litoloji ve arazi kullanım sınıfları kullanılmış olup, değerlendirme yöntemi olarak çok kullanılan yöntemlerden biri olan frekans oranı yöntemi seçilmiştir. Analiz sonucunda heyelan duyarlılık haritası ile heyelan envanterlerinin bulunduğu harita çakıştırılarak değerlendirme gerçekleştirilmiştir.

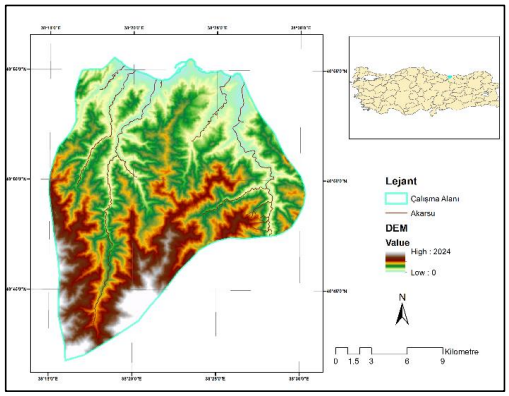
II. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada yükseklik, eğim, bakı, litoloji ve arazi kulanım sınıfları kullanılmıştır. Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) verisi, ASTER GDEM'den temin edilmiştir. Eğim ve bakı haritaları SYM verisi kullanılarak üretilmiştir. Litoloji ve Arazi Kullanım verileri, Çevre ve Şehircilik Bakanlığına ait 1/100000 ölçekli Çevre Düzeni Planı'ndan temin edilmiştir.

A. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak Giresun iline ait merkez ilçe seçilmiştir (Şekil 1). Karadeniz Bölgesi'nin Doğu Karadeniz bölümünde yer alan Giresun İli 40º 07` ve 41º 08` kuzey enlemleriyle, 37º 50` ve 39º 12` doğu boylamları arasında bulunmaktadır. Giresun, Anadolu'nun kuzeydoğusunda, yeşille mavinin kucaklaştığı Karadeniz'in kıyı kentlerinden birisidir. Şehir, denize doğru uzanan yarımadanın üzerinde yer almaktadır. Son nüfus verilerine göre merkez ilçenin nüfusu yaklaşık olarak 120000'dir [11].

Giresun İli, yüzey şekilleri bakımından engebeli bir görünüşe sahip ve yüzey şekillerinin çatısını, Karadeniz kıyısı boyunca uzanan oldukça dar ve alçak düzlüklerden oluşan bir kıyı şeridine sahiptir. İlin jeolojik yapısı incelendiğinde ise oldukça farklı dönemlerden oluşan bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. Çalışma kapsamında Tirebolu formasyonu, Berdiga formasyonu, Çağlayan formasyonu, Kuvaterner alüvyon, Bakırköy formasyonu, Hamurkesen formasyonu jeolojik altyapı olarak kullanılmıştır. İlgili altyapı türleri [11] kaynağından irdelenmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı

B. Yöntem

Genel anlamda heyelan oluşumunun tahmin edilebilmesi, geçmişte meydana gelen heyelanların gelecekte meydana gelebilecek heyelanlar ile aynı şartlar altında gerçekleşeceğinin biliniyor olması gerekmektedir. Bu nedenle mevcut heyelan alanlarının doğru bir şekilde belirlenmesi ve bu heyelanların da analizlerde girdi veri olarak kullanılması doğru olacaktır. Bir bölgede meydana gelen heyelanlar ile heyelanla ilgili faktörler arasındaki ilişki, bir alanda oluşmayan heyelanlar ile heyelanla ilgili faktörler arasındaki ilişkiden ayırt edilebilmektedir. Ortaya çıkan farkı nicel olarak açıklamak için frekans oranı yöntemi kullanılmaktadır [12]. Frekans oranı yöntemi, bir olayın gerçekleşme olasılığının gerçekleşmeme olasılığına oranı şeklinde tanımlanmaktadır [13]. Frekans oranının hesaplanması aşağıdaki denklem ile sağlanmaktadır.

$$FR = \frac{PLO}{PIF}$$

Burada PLO heyelan varlığının yüzdesi, PIF heyelanı etkileyen bir faktöre ait her bir alt kategorisinin yüzdesi olarak verilmektedir. Herhangi bir sınıfa ait frekans oranı işlemi sonucunun 1 değerinden büyük olması heyelan duyarlılığının yüksek olduğunu, işlem sonucunun 1 değerinden küçük olması da heyelan duyarlılığının düşük olduğunu ortaya koymaktadır[2].

Bu çalışmada kullanılan verilerin her biri için frekans oranlaması yapılarak, her alt kritere ilişkin ağırlıklandırma gerçekleştirilmiştir.

Heyelan duyarlılık analizlerinde, deniz seviyesinden olan yüksekliği temel alan topoğrafik yükseklik parametresi sıkça kullanılmaktadır. Bu çalışmada inceleme alanına ait yükseklik haritası sayısal yükseklik modelinden üretilmiş ve 9 farklı sınıfa ayrılmıştır (Şekil 2.a).

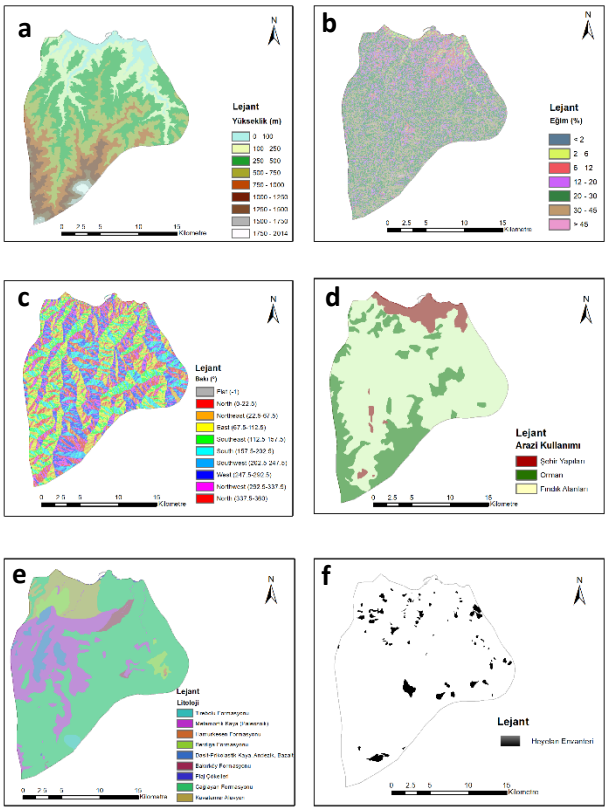
İnceleme alanına ait sayısal yükseklik modelinden eğim haritası üretilmiştir. Eğim haritası farklı sınıflara ayrılarak farklı eğim aralıkları belirlenmiştir. Çalışma alanında belirlenen ve haritalanan heyelanlar eğim haritası ile çakıştırılarak eğim değerleri ile heyelan oluşumu arasındaki ilişki belirlenmiştir (Şekil 2.b).

Yamaç eğim yönü ile heyelanlar arasındaki ilişkiyi incelemek için inceleme alanına ait sayısal yükseklik modelinden eğim yönü (bakı) haritası üretilmiştir (Şekil 2.c).

Arazi örtüsünün sınıflandırılabilmesi amacıyla, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın kullanıma sunmuş olduğu 1/100000 ölçekli Çevre Düzeni Planları kullanılmıştır. Bu kapsamda şehir yapıları, Fındık alanları ve orman olmak üzere üç sınıfta veriler incelenmiştir (Şekil 2.d).

İnceleme alanında yüzeyleyen kayaçlar, fiziksel ve özellikle kimyasal faktörlerin etkisiyle değişik derecelerde ayrışmışlardır. Plaj çökelleri, Çağlayan formasyonui Metamorfik kaya, Andesit, dasit, bazalt, Berdiga Formasyonu, Kuvaterner alüvyon, Bakırköy formasyonu, Tirebolu formasyonu ve Hamurkesen formasyonu olarak 9 sınıfta incelenmiştir (Şekil 2.e).

Çalışma alanına ilişkin gerçekleşen heyelanlara ilişkin envanter haritası da Şekil 2.f'de verilmiştir.



Şekil. 2 Verilerin sınıflandırılması

Tablo 1'de veri setlerine ilişkin sınıflandırmalar ve frekans oranı sonucu verilmektedir.

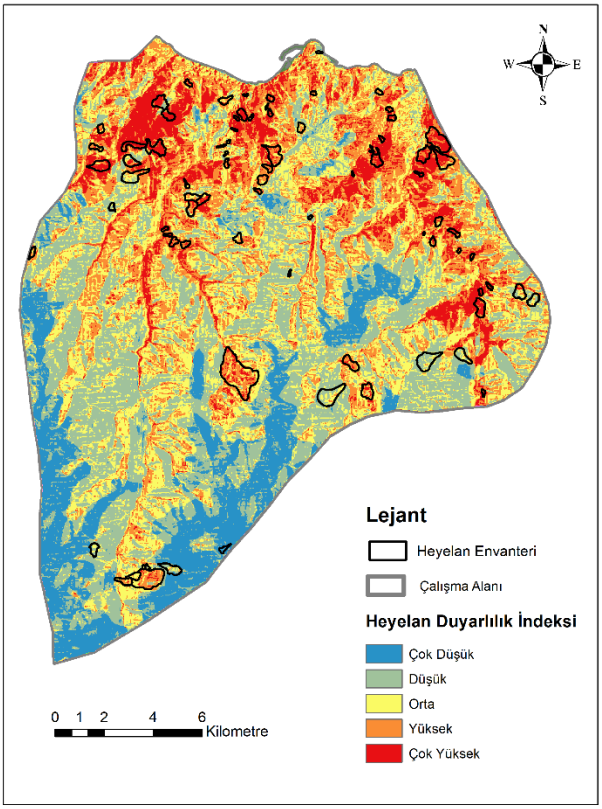
Tablo 1. Veri setlerine ilişkin frekans oranlarının hesaplanması

SYM(m)	Heyelanlı Alan Piksel Sayısı	Alandaki Piksel Sayısı	a	b	FR(a/b)	NFR*	NFR*100
0-100 → (1)	1354	26537	0.105	0.071	1.485	0.816	82
100-250 → (2)	3877	62001	0.302	0.166	1.820	1.000	100
250 -500 → (3)	3798	122694	0.295	0.328	0.901	0.495	50
500 -7500 → (4)	2124	80243	0.165	0.214	0.770	0.423	42

750 -1000 → (5)	891	43291	0.069	0.116	0.599	0.329	33
1000-1250 → (6)	798	24970	0.062	0.067	0.930	0.511	51
1250-1500 → (7)	15	8623	0.001	0.023	0.051	0.028	3
1500-1750 → (8)	5	4140	0.000	0.011	0.035	0.019	2
1750-2014 → (9)	64	1613	0.005	0.004	1.155	0.635	63
EĞİM (°)	**Heyelanlı Alan Piksel Sayısı**	**Alandaki Piksel Sayısı**	**a**	**b**	**FR(a/b)**	**NFR***	**NFR*100**
0-2→ (1)	64	3044	0.005	0.008	0.611	0.304	30
2 – 6 → (2)	569	13139	0.044	0.035	1.258	0.627	63
6 – 12 → (3)	2661	38533	0.207	0.103	2.007	1.000	100
12 – 20 → (4)	4296	85892	0.334	0.230	1.453	0.724	72
20 – 30 → (5)	3725	132074	0.289	0.353	0.820	0.408	41
30 - 45 → (6)	1559	97089	0.121	0.260	0.467	0.233	23
> 45 → (7)	52	4341	0.004	0.012	0.348	0.173	17
BAKI	**Heyelanlı Alan Piksel Sayısı**	**Alandaki Piksel Sayısı**	**a**	**b**	**FR(a/b)**	**NFR***	**NFR*100**
(Düz) → (0)	0	87	**0.000**	**0.000**	0.000	0.000	0
Kuzey → (1)	761	26745	0.059	0.072	0.823	0.470	47
Kuzeydoğu → (2)	1082	48434	0.084	0.129	0.646	0.369	37
Doğu → (3)	872	56826	0.067	0.152	0.444	0.253	25
Güneydoğu → (4)	868	46152	0.067	0.123	0.544	0.310	31
Güney → (5)	768	31164	0.059	0.083	0.713	0.407	41
Güneybatı → (6)	1223	33410	0.095	0.089	1.059	0.604	60
Batı → (7)	2719	47502	0.210	0.127	1.656	0.945	94
Kuzeybatı → (8)	3309	54608	0.256	0.146	1.753	1.000	100
Kuzey → (9)	1324	29084	0.102	0.078	1.317	0.751	75
ARAZİ KULLANIMI	**Heyelanlı Alan Piksel Sayısı**	**Alandaki Piksel Sayısı**	**a**	**b**	**FR(a/b)**	**NFR***	**NFR*100**
Şehir Yapıları→ (1)	803	28173	0.062	0.075	0.825	0.677	68
Orman→ (2)	1134	85166	0.088	0.228	0.386	0.316	32
Fındık Alanları→ (3)	10992	260995	0.850	0.697	1.219	1.000	100
LİTOLOJİ	**Heyelanlı Alan Piksel Sayısı**	**Alandaki Piksel Sayısı**	**a**	**b**	**FR(a/b)**	**NFR***	**NFR*100**
(Plaj Çökelleri)→ (1)	0	473	0.000	0.001	0.000	0.000	0
Çağlayan Formasyonu→ (2)	6710	223493	0.522	0.598	0.873	0.355	36
(Metamorfik Kaya) → (3)	2834	84977	0.220	0.227	0.970	0.395	39
(Andezit, Bazalt, Dasit)→ (4)	502	14086	0.039	0.038	1.037	0.422	42
(Berdiga Formasyonu)→ (5)	1172	13875	0.091	0.037	2.457	1.000	100
(Kuvaterner Alüvyon)→ (6)	1461	28235	0.114	0.075	1.505	0.613	61
(Bakırköy Formasyonu)→ (7)	181	5759	0.014	0.015	0.914	0.372	37
(Tirebolu Formasyonu→ (8)	67	2839	0.005	0.008	0.686	0.279	28
(Hamurkesen Formasyonu)→ (9)	0	307	0.000	0.001	0.000	0.000	0

III. BULGULAR

Çalışma kapsamında kullanılan yükseklik, eğim, bakı, arazi kullanımı ve litoloji haritaları ArcGIS yazılımı ortamında oluşturulmuş ve her bir veri setine ilişkin alt sınıf ağırlıkları Tablo 1'de gösterilen frekans oranı yöntemine göre belirlenmiştir. Tüm veri katmanları üst üste çakıştırılarak heyelan duyarlılık haritası için duyarlılık indeksi oluşturulmuştur. Her bir sınıf frekans oranı tablosunda da belirtildiği gibi (NFR*), aynı katmanda bulunan en yüksek frekans değerine göre normalize edilerek yüzlük sistem üzerinden hesaplanmıştır. Dolayısıyla tüm katmanların çakıştırılması sonucunda 100-500 arasında duyarlılık indeks değerleri oluşmuştur. Bu kapsamda Şekil 3'te çakıştırma sonucu elde edilen duyarlılık haritası görülmektedir.



Şekil. 3 Heyelan Duyarlılık Haritası

Heyelan duyarlılık indeks sınıfları "çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek" şeklinde duyarlılığa sahip alanları belirlemek amacıyla 5 sınıfa ayrılmıştır.

IV. TARTIŞMA

Heyelan, sel, deprem, çığ gibi doğal afetleri tahmin etmek oldukça zordur. Bununla birlikte, heyelan riski sistematik olarak değerlendirilebilir ve yönetilebilir görülebilmektedir. Karar vericiler açısından tehlike ve riskli bölgelerin haritalarının oluşturulması, yapılacak sosyal ya da kültürel donatılar, şehir yapıları, vb. kararlar için öncül veriler sağlamaktadır [12]. Bu çalışmada frekans oranı kullanılmış ve duyarlılık haritası oluşturulmuştur. Bu haritanın mevcut heyelan envanterlerine bağımlı kalması, heyelan tahminlerine ya da duyarlılığına ilişkin bağımsız bir değerlendirmeyi etkilemektedir. Bu nedenle mevcut heyelan verilerinin doğrulama anlamında kullanılması daha doğu bir yaklaşım olacağı düşünülmektedir.

V. SONUÇ

Oluşturulan heyelan duyarlılık haritasının doğruluğunu belirlemek için üretilen heyelan duyarlılık haritası çalışma alanına ait heyelan envanter haritası ile çakıştırılmıştır ve mevcut heyelanlı alanların duyarlılık sınıflarına göre dağılımları belirlenmiştir.

Buna göre, çok yüksek duyarlılık %30.53, yüksek %35.79, orta duyarlılık %19.71, düşük duyarlılık %13.03 ve çok düşük heyelan duyarlılığı %0.94 oranında belirlenmiştir. Üretilen haritanın performansını analiz etmek için mevcut heyelanlarla duyarlılık haritası karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda mevcut heyelanların % 86.03'ünün duyarlı, yüksek ve çok yüksek duyarlı alanlara karşılık geldiği görülmüştür. Elde edilen bu sonuç, üretilen haritanın kullanılabilirliğini göstermektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma kapsamında Giresun İl Afet Müdürlüğü ve Giresun Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'ne teşekkür edilmektedir.

REFERANSLAR

[1] Öztürk, K. *Heyelanlar ve Türkiyeye Etkileri*. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, vol. 22(2), 2002.

[2] Arca, D., ve Kutoğlu, Ş. H. *Frekans Oranı Metodu ile Heyelan Duyarlılık Haritasının Üretilmesi*. 16. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 3-6 Mayıs 2017, Ankara

[3] Akıncı, H., & Kılıçoğlu, C. Atakum (Samsun) İlçesinin Heyelan Duyarlılık Haritasının Üretilmesi. *Ulusal Mühendislik Jeolojisi Sempozyumu (MÜHJEO'2015)*, 3-5. 2015

[4] Dağ, S., & Bulut, F. Coğrafi bilgi sistemleri tabanlı heyelan duyarlılık haritalarının hazırlanmasına bir örnek: Çayeli (Rize, KD Türkiye). *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, vol. *36*(1), 35-62, 2012.

[5] Şahin E.K. CBS tabanlı çok kriterli karar analizi yöntemi kullanılarak heyelan duyarlılık haritasının üretilmesi: trabzon ili örneği, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik Ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, Gebze, 132s. 2012.

[6] Yalçın A. Heyelan duyarlılık haritalarının üretilmesinde analitik hiyerarşi yönteminin ve CBS'nin kullanımı, Selçuk Üniversitesi *Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 22, Sayı 3, 1-14, 2007.

[7] Lee S., Min K. Statistical analyses of landslide susceptibility at Yongin Korea, *Environmental Geology*, Volume 40, Number 9, 1095-1113. 2001

[8] Donati, L., Turrini, M.C.. An objective method to rank the importance of the factors predisposing to landslides with the GIS methodology: Application to an area of the Apennines (Valnerina; Perugia, Italy). Engineering Geology, 63, 277-289, 2002.

[9] Akgün, A., Dağ, S., Bulut, F. Landslide susceptibility mapping for a landslide-prone area (Findikli, NE of Turkey) by likelihoodfrequency ratio and weighted linear combination models. Environmental Geology, 54, 1127-1143, 2008.

[10] 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, 229–250.

[11] Giresun İl Çevre Durum Raporu, 2005.

[12] Lee, S., & Pradhan, B. Probabilistic landslide hazards and risk mapping on Penang Island, Malaysia. *Journal of Earth System Science*, *115*(6), 661-672. 2006.

[13] Erener A., Şebnem H., Düzgün B. Improvement of statistical landslide susceptibility mapping by using spatial and global regression methods in the case of more and romsdal (norway). *Landslides*, Volume 7, 55-68, 2010.