



## **COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE ANALİTİK HİYERARŞİ YÖNTEMİ KULLANILARAK GELİBOLU YARIMADASI'NDA HEYELANA DUYARLI ALANLARIN BELİRLENMESİ\***

*Halid PEKTEZEL\*\**

### **ÖZET**

Son yüzyılda hızlı nüfus artışı ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak doğal çevre bileşenleri ve arazinin ilksel şekli üzerinde insanlar tarafından çeşitli değişiklikler yapılmaktadır. Doğal çevre bileşenlerine yapılan kontrolsüz müdahaleler yerkürenin doğal döngüsünün bir parçası olan bazı olayların afete dönüşmesine neden olmaktadır. Bu afetlerden birisi çeşitli jeolojik, jeomorfolojik, beşeri ve fiziki faktörlerin etkisi altında meydana gelen heyelanlardır. Can ve mal kayıplarına yol açan heyelanlar, Dünya'da ve Türkiye'de önemli doğal afetlerden birisidir. Son yıllarda bu afetin etkilerini azaltmak için heyelan duyarlılık haritaları yapılmaya başlanmıştır. Heyelan duyarlılık haritalarının üretilmesi, doğru arazi kullanımı ve yerleşim alanlarının planlanması açısından önemli bir husustur. Bu nedenle heyelanlarla ilgili olarak çok sayıda araştırma yapılmıştır. Duyarlılık haritalarının hazırlanmasında heyelan oluşumuna neden olan bütün faktörleri daha sistemli ve pratik bir şekilde analiz edebilen CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri)'ye dayalı AHS (Analitik Hiyerarşi Süreci) yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada Gelibolu Yarımadası'nda heyelana duyarlı alanların tespit edilmesi ve bu heyelanların yol açabileceği olumsuzlukların azaltılması amaçlanmaktadır.

Çalışmada CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) tekniklerine dayalı AHS (Analitik Hiyerarşi Sistemi) kullanılarak, Gelibolu Yarımadası'nda heyelan duyarlılık analizi yapılmıştır. Bunun için önce sahanın genel fiziki coğrafya özellikleri açıklanmıştır. Daha sonra heyelan oluşumunu etkileyen faktörler; litoloji, fay hatlarına uzaklık, yerçekilleri, eğim, bakı, eğim şekli, bağıl topografik nemlilik, yağış (mm), akarsulara uzaklık, toprak, arazi kullanımı ve arazi örtüsü (AKAÖ) olarak belirlenmiş ve bunların sahadaki heyelan oluşumuna etkileri açıklanmıştır. Bu faktörlere ait haritaların oluşturulması için çeşitli kaynaklardan elde edilen farklı veri tiplerinden yararlanılmıştır. AHS, SCB Associates Ltd tarafından geliştirilen AHP Template yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bunun için öncelikle çalışma amacı belirlenmiş (hedef) ve bu amaç doğrultusunda seçimi etkileyen kriterler ortaya konmuştur. Daha sonra bu kriterler göz önüne alınarak alternatifler

\* Bu makale Crosscheck sistemi tarafından taranmış ve bu sistem sonuçlarına göre orijinal bir makale olduğu tespit edilmiştir.

\*\* Yrd. Doç. Dr. Namık Kemal Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, El-mek: hpektezel@nku.edu.tr

tespit edilmiş ve hiyerarşik bir yapı oluşturulmuştur. Haritaların oluşturulmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımlarından biri olan ArcGIS/ArcMap 10.2 paket programından faydalanılmıştır. Kullanılan faktörlere ait haritalar, yöntemde belirtilen ağırlık değerlerine göre 10x10 m çözünürlüğündeki grid haritalara dönüştürülmüş ve formül içeriği doğrultusunda birleştirilerek heyelan duyarlılık haritası elde edilmiştir. Bu araştırma, heyelan potansiyelinin ve etkisinin yüksek olduğu Gelibolu Yarımadası'nda yapılan ilk heyelan duyarlılık çalışması olduğu için önemlidir. Ayrıca yakın gelecekte bölgede Çanakkale Boğaz Köprüsü, yeni ulaşım sistemleri ve değişik sosyo-ekonomik yatırımlar yapılacak olması, bu çalışmanın önemini daha da arttırmaktadır.

Çalışma sonucunda araştırma sahasında heyelan riski taşıyan başlıca alanlar tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre Gelibolu Yarımadası'nda heyelan oluşma potansiyelinin orta derecede olduğu anlaşılmıştır. Özellikle sahanın % 15,6 sı yüksek ve % 13'ünün çok yüksek heyelan tehlikesi altında olduğu tespit edilmiştir. Heyelan tehlikesi daha çok litolojinin Neojen'e ait karasal kırıntılardan (kumtaşı, kiltası) oluştuğu, yağış ve eğim değerlerinin yüksek olduğu yamaçlarda tespit edilmiştir. Heyelan tehlikesinin düşük ve çok düşük olduğu alanlar ise sırasıyla % 30,8 ve % 15,3 oranındadır. Bu sahalara, eğim değerlerinin azaldığı ova ve vadi tabanlarıdır. Heyelana duyarlı alanlar kuzeydoğuda; Gelibolu, Güneyli, Bolayır ve Demirtepe yerleşmeleri ile Çanakkale Boğazı arasında orta kesimlerde; Sütluçe, Cumaali, Pazarlı, İlgadere ve Burgaz'da güneybatıda ise Eceabat doğusunda, Seddülbahir'in kuzeybatısında ve Şehitler Sırtı'nda görülmektedir.

Gelibolu Yarımadası'nda heyelan oluşumunu etkileyen en belirgin faktörlerin eğim, litoloji, arazi kullanımı ve arazi örtüsü olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sahasında heyelanların özellikle Orta ve Üst Miyosen yaşlı kumtaşı ve kiltasından oluşan kırıntılar üzerinde daha fazla meydana geldiği görülmüştür. Akarsu yatak eğimlerinin azaldığı yerlerde ve taşkın yataklarında bulunan Kuaterner yaşlı alüvyonlarda ve Orta - Üst Eosen yaşlı netritik kireçtaşlarında heyelan duyarlılığının daha az olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca eğim ve yağış değerlerinin arttığı güneybatıya bakan yamaçlarda heyelan duyarlılığının daha fazla olduğu görülmüştür. Yapılan arazi çalışmalarında sahada yaşanmış heyelanların blok halindeki çökmeler şeklinde meydana geldiği tespit edilmiştir.

Gelibolu Yarımadası'nda heyelan duyarlılığının güneybatıdan kuzeydoğuya doğru nüfus yoğunluğu artışına paralel olarak arttığı görülmüştür. Heyelan duyarlılığı yüksek olan yerler, yarımadada nüfus yoğunluğunun fazla olduğu sahalara karşılık gelmektedir. Bu alanlar nüfus bakımından daha yoğun olan Gelibolu, Bolayır ve Koruköy yerleşmeleri arasında kalan sahalardır. Bölgede heyelan ile nüfus yoğunluğu arasındaki bu ilişki heyelanların insan üzerindeki riskini arttırmaktadır. Ayrıca Çanakkale - Edirne - İstanbul otoyolu heyelan duyarlılığı yüksek olan sahalardan geçmektedir. Bu bakımdan çalışmada heyelan duyarlılığı yüksek sahalara göz önüne alındığında, bu doğa olayı can ve mal kayıplarına neden olmadan gerekli önlemler alınmalıdır. Heyelan riski altında bulunan Ocaklı, Kavaklı, Cumaali, Sütluçe, Demirtepe ve Dumanlı köylerinin yerleri değiştirilmelidir. Heyelan duyarlılığı yüksek olan sahalara imara açılmamalı ya da bu heyelan riski dikkate alınarak yapılar inşa edilmelidir. Sahadan geçen

### Turkish Studies

*International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*  
Volume 10/6 Spring 2015



Çanakkale - Edirne - İstanbul karayolunda heyelan risklerine karşı gerekli tedbirler alınmalıdır. Aksi takdirde afet gerçekleştikten sonra önlem almak kaybedilenleri geri getirmeyecektir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçların Duman vd., (2006-b) tarafından MTA için yapılan 1/500.000 ölçekli Türkiye Heyelan Envanteri Haritası (Çanakkale Paftası)'ndaki bulgularla uyduğu görülmüştür. Ayrıca elde edilen sonuç, Tekirdağ (Özşahin, 2014), Hatay (Değerliyurt, 2014), Samsun (Akinci vd., 2011), Trabzon (Filiz ve Avcı, 2013), Hatay (Özşahin, 2013b), Bolu (Kumtepe ve ark., 2009) ve Sinop (Özdemir, 2005) örneklerinde yapılan çalışma sonuçlarıyla da benzerlik göstermektedir.

Hazırlanan heyelan haritasının uygun yaklaşımlar ile kullanılması durumunda Gelibolu Yarımadası'nda heyelan risk yönetimi, yerleşim ve ulaşım planlamaları ve zarar azaltma çalışmalarında önemli bir işlevi olacağı düşünülmektedir. Elde edilen heyelan duyarlılık haritası özellikle ilçe bazında yapılacak arazi kullanımı ve yer seçimi planlamalarında kullanılabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada CBS temelli AHS yönteminin sağlıklı ve kullanılabilir sonuçlar verdiği görülmüş, bu durum arazi çalışmalarıyla doğrulanmıştır. Arazi çalışmalarında Yeniköy, Güneyli ve Kavaklı'da önceki yıllarda heyelanların olduğu belirlenmiş olması ve elde edilen sonuçların MTA'nın 1/500.000 ölçekli Türkiye Heyelan Envanteri Haritası (Çanakkale Paftası)'ndaki bulgularla uyumu, CBS tabanlı AHS yönteminin ve kullanılan faktörlerin doğru sonuçlar verdiğini ispat etmektedir. Çalışma sonuçlarına dayalı olarak bu yöntemin arazi kullanımı ve yer seçimi amaçlı yapılacak planlamalarda kullanılabileceği öngörülmüştür.

Gelibolu Yarımadası, 2023 yılında bitecek olan Çanakkale Boğaz Köprüsü'nün etkisiyle bir cazibe merkezi haline geleceği, yakın gelecekte nüfus ve sosyo-ekonomik faaliyetlerde büyük bir artış olacağı düşünülmektedir. Bu bakımdan araştırma sahasında heyelan ile ilgili daha kapsamlı çalışmalar ve planlamalar yapılması gerekmektedir.

Özellikle gelecekte yapılacak heyelan duyarlılık çalışmalarının daha başarılı olabilmesi için veri katmanlarına ilişkin kullanılacak parametrelerin ve ağırlık değerlerinin belirlenmesinde ortak bir veri standardı sağlanmalıdır. Ülkemizde heyelan bölgeleri için emsal teşkil etmesi bakımından bu ve buna benzer çalışmalar yol gösterici nitelikte olacaktır. Benzer çalışmalar heyelan riski taşıyan daha küçük yöreler bazında ve büyük ölçekte yapılması gerektiği düşünülmektedir. Elde edilen verilerin web ortamında kullanıcılara aktarılarak sorgulanabilir bir düzeyde veri tabanı oluşturulması, bu çalışmaların bir sonraki aşaması olabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Heyelan, Doğal Afet, CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri), AHS (Analitik Hiyerarşi Süreci), Gelibolu

## SPOTTING THE TERRAIN SENSITIVE TO LANDSLIDE IN GALLIPOLI PENINSULA USING GEOGRAPHICAL

### Turkish Studies

International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic  
Volume 10/6 Spring 2015



---

## INFORMATION SYSTEMS AND ANALYTICAL HIERARCHY METHOD

### STRUCTURED ABSTRACT

In the last century, natural environmental components and primary form of the terrain have been altered by humanity depending on the rapid population increase and technological developments. The uncontrolled interferences on natural environmental components have turned some natural events -which were once considered a part of the natural cycle- into catastrophes. One of those catastrophes is landslide which occurs under the influence of various geologic, geomorphologic, humanities and physical factors. Landslides which cause loss of life and property are one of the most important catastrophes in Turkey and around the world. Landslide sensitivity maps have been made to decrease the effects of landslides in recent years. Producing landslide sensitivity maps are important for proper land use and for planning the settlements. Many researches have been done for that reason. While preparing landslide sensitivity maps, AHP (Analytical Hierarchy Process) method based on GIS (Geographical Information Systems) is widely used for the reason that it can analyze all the factors causing landslides in a more systematical and practical way. In this study it is aimed to spot the terrain which is sensitive to landslide and decrease the negativities which these landslides might cause.

In the study, landslide susceptibility analysis in Gallipoli peninsula is made using AHS (Analitical Hierarchy System) based upon GIS (geographic information systems) techniques. To do this, at the beginning, general physical features of the area are explained. Then, the factors which affect the formation of the lanslide are determined as; lithology, distance to the active fault lines, landforms, slope, aspect, shape of the slope, dependent topographical moistness, precipitation (mm), distance to the watercourses, soil, land usage and land cover, and the affect of these factors on the formation of the landslide is explained. Various data types which are taken from different sources are used to make maps belong to these factors. AHS is done using AHP Template software which is developed by SCB Associates Ltd. In order to do this, firstly, the purpose of the study is determined and in the direction of this purpose, criteria which affect the choise are presented. Then, by taking into consideration of these criteria, the alternatives are determined and a hierarchical structure is formed. For making the maps, ArcGIS/ArcMap 10.2 packaged software which is one of the Geographical Information System software is used. The maps which belong to the factors that are used, are turned into the 10x10 m dissolvability grid maps according to the weight value that is determined in the method and the landslide susceptibility map is obtained by combining in accordance with formula substance. This study is significant because it is the first landslide susceptibility study in Gallipoli Peninsula where the potential and the effect of landslide is high. Also, Çanakkale Bosphorus Brige, new transportation systems and various socio-economic investments which will be made in this region in the near future increase the importance of this study.

---

### Turkish Studies

*International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic  
Volume 10/6 Spring 2015*



At the end of the study, the main regions that have the risk of landslides in the research area have been determined. According to the study results, it has been understood that the potential of landslide in Gelibolu peninsula is of secondary/medium degree. Especially, it has been detected that 15,6% of the area is at high and 13% of the area is at so high danger of landslide. It has been detected that danger of landslide occurs more from terrestrial clasts (sandstone, claystone) which belongs to neogene of lithology and in the slopes which have high amount/value of incline and precipitation. The areas at the low and the so low danger of landslide are respectively at the rate of 30,8% and 15,3%. These areas are plains and valley bottoms in which incline amounts decline. Landslide hot zones are seen in northeast; between Gelibolu, Güneyli, Pazarlı, Demirtepe emplacements and Çanakkale strait, in the central parts; Sütluçe, Cumaali, Pazarlı, Ilgadere and Burgaz, in the southwest; in the east of Eceabat, in the northwest of Seddülbahir and in Şehitler Sırtı.

It has been discovered that the most distinctive factors which affect the formation of landslide in Gallipoli peninsula are slope, lithology, land use and land cover. It has been seen that in research field, the landslides occur more on cuttings which consist of especially middle and upper Miocene old sandstone and claystone. It has been detected that there is less sensitivity in middle-upper Eocene old netritic claystones and kuaterner old alluviums which are found in the river bed slopes which decrease, and the effusive beds. Moreover, it has been seen that there is much landslide sensitivity in the hillsides which look at Southwest where the rates of slope and raining raise. It has been detected that in land studies, the landslides in the field occur as collapses in the form of block.

The possibility of landslide in Gallipoli peninsula seems to have increased in parallel with increasing population from southwest to northeast. The places where the possibility of landslide is high correspond to overpopulated regions. These places are the ones which are located between Gallipoli, Bolayir and Korukoy and have more population as compared to others. This relationship between landslide and overpopulation triggers the risk of landslide on human lives in this area. Also, the Canakkale – Edirne – Istanbul highway is considered to be one of those areas with a high possibility of landslide. In this project in which we take the areas with a high possibility of landslide into consideration, a number of necessary precautions should be taken before this natural event causes loss of life and property. The areas carrying a high possibility of landslide, such as Ocaklı, Kavaklı, Cumali, Sütluçe, Demirtepe and Dumanlı, should be relocated. They should not be open to reconstruction; otherwise, we should construct buildings by tacking the risk of landslide into account. Necessary precautions should be taken for Çanakkale - Edirne - İstanbul highway which carries the risk. Otherwise, it would be on no use if we try to take precautions after the disaster, what is lost can never be solved.

The results of this study correlate with the indications in the Turkey Landslide Inventory Map, scale of 1/500.000 and which was prepared by Duman for General Directorate of Mineral Research and Exploration. Also the obtained result shows similarities between the studies that are done in Tekirdağ (Özşahin, 2014), Hatay (Değerliuyurt,

### **Turkish Studies**

*International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*  
Volume 10/6 Spring 2015



2014), Samsun (Akıncı, 2011), Trabzon (Filiz and Avcı, 2013), Hatay (Özşahin, 2013), Bolu (Kumtepe, 2009), and Sinop (Özdemir, 2005)

It is thought that using the prepared landslide map with optimum approaches has an important function in the landslide risk management, settlement and transportation plannings and in the studies of damage reduction. It is also thought that landslide sensitivity map can be used for land use and site selection on a city basis.

It has been observed that this landslide sensitivity study in which GIS (Geographical Information System) based AHP (Analytical Hierarchy Process) method has been applied gives reliable results, and they have been confirmed by field researches. The fact that it has been revealed in the field researches that landslides occurred in Yeniköy, Güneyli, and Kavaklı, and the results correspond to the findings of MTA's 1/500.000 scaled Turkey Landslide Inventory Map (Çanakkale plate) proves that GIS based AHP method and the factors that have been applied give reliable results.

Gelibolu Peninsula is predicted to become a center of attraction due to the Çanakkale Bosphorus that is going to be finished in 2023, and thus there will be a great increase in population and socio- economical activities in the near future. In this respect, in the research fields it is necessary to make more comprehensive studies and planning on landslides.

In order to be successful in the future earthquake sensitivity studies, a common information standardization should be achieved to determine the parameters and weight values of information layers. Such studies will be guiding to be an example for the earthquake areas in our country. Similar studies with a larger scale should be made in smaller areas with and earthquake risk. Another step in such studies could be transferring the obtained data to a web ground and forming a data base with a search tool.

**Key Words:** Landslide, Natural Disasters, Geographical Information System (CBS), AHP (Analytical Hierarchy Process), Gelibolu.

## 1. Giriş

Kütle hareketleri, yeryüzünü değiştiren doğal olaylardan olup, yer kabuğunun bazı kısımlarının kütleler halinde hareket etmesi veya yer değiştirmesi sonucu meydana gelirler (Hoşgören, 1977; Ekinci, 2011). Çeşitli sınıflara ayrılan kütle hareketleri içinde en fazla etkiye sahip olanı heyelanlardır (Ekinci, 2011).

Bir doğal afet olan heyelanlar, can ve mal kayıplarına neden olur ve doğal ortamda değişik sorunlara yol açarlar. Heyelanlar ekonomik faaliyetler için büyük risk faktörlerinden birisi olup yerleşim, tarım, orman alanları ve su kaynakları üzerinde olumsuz etkiler bırakmaktadır (Schuster ve Fleming, 1986; Gökçeoğlu ve Ercanoğlu, 2001; Akıncı vd., 2010; Kumtepe vd., 2011). Dünya genelinde en sık şekilde rastlanan doğal afetlerden birisi de heyelanlardır. Son çalışmalara göre Dünya'da karşılaşılan afet olaylarının % 46'sını taşkınlar, % 26'sını kasırgalar ve % 10'unu ise heyelanlar oluşturmaktadır (Cred, 2010; Akıncı vd., 2010; Özşahin ve Kıvanç, 2013). Türkiye'de doğal afet olay sayısı baz alındığında heyelanlar ilk sırada, doğal afetlerden etkilenen

### Turkish Studies

*International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*  
Volume 10/6 Spring 2015



konut sayısı dikkate alınarak yapılan değerlendirmelerde, heyelanlardan kaynaklanan kayıpların, depremlerden sonra ikinci sırada yer aldıkları görülmektedir (Çan vd., 2013: 1).

Heyelan çalışmalarının asıl amacı; heyelanların yol açtığı kayıpları azaltmak, heyelanların mekânsal dağılımı ile bunları kontrol eden doğal ve beşeri faktörlerin daha iyi anlaşılmasını sağlamak ve belirli bir standartta sayısal heyelan veri tabanı oluşturulmasıdır. Heyelan zararlarının azaltılmasında bölgenin heyelan envanterini ve özelliklerini yansıtacak bir veri tabanının oluşturulması önemli bir yer tutar (Kumtepe vd., 2009). Bunun için ilk olarak bu konudaki mevcut durumun güncel veriler ışığında belirlenmesi ve haritalanması gerekir (Gökçeoğlu ve Ercanoğlu, 2001). Ayrıca heyelan duyarlılık haritalarının üretilmesi doğru arazi kullanımı ve kentsel planlama açısından çok önemli bir husustur. Aslında duyarlılık analizinin temel amacı, tehlikeli ve riskli alanların tespit edilmesi ve heyelan etkilerinin azaltılmasıdır (Özşahin, 2013). Bu tür haritalar, geçmişte meydana gelen heyelanların tanımlandığı ve gelecekte böyle olayların oluşumlarının tahmin edildiği bilgileri içermektedir (Varner, 1984; Yalçın ve Bulut, 2007; Akıncı vd., 2010). Bu nedenle heyelanlarla ilgili olarak çok sayıda araştırma yapılmıştır (Bulut vd., 2000; Ekinci, 2005 - 2011; Alparslan vd., 2006; Reis vd., 2009; Özşahin, 2013; Çan vd., 2013; Avcı ve Günek, 2014; Değerliyurt, 2014). Bu çalışmalarda heyelan duyarlılık haritaları oluşturulmaktadır. Bu haritalarda heyelan duyarlılığı yüksek yerler tespit edilerek gerekli tedbirler alınabilmektedir. Böylece herhangi bir heyelan olayı meydana gelmeden önce risk unsurları belirlenerek önlemler alınabilir, tehlike altındaki yerleşim alanları boşaltılabilir.

Heyelanlar; yerleşmeleri, ulaşım sistemlerini, içme suyu şebekesini, akarsu drenajını, tarım ve mera alanlarını olumsuz etkilemektedir. Araştırma sahasında heyelanlar önemli bir doğal afettir. Bu çalışma ile Gelibolu Yarımadası'nda heyelan alanlarının tespit edilmesi ve bu heyelanların beşeri ve ekonomik faaliyetlere olan olumsuz etkileri azaltılması amaçlanmaktadır. Bu çalışma sayesinde yarımada genelinde kütle hareketleri bakımından riskli sahalar haritalanmış ve bu kapsamda yapılması gerekenlere de yer verilmiştir.

Ülkemizin tamamı toplamda 5547 adet 1:25.000 ölçekli topoğrafik harita ile temsil edilmekte olup toplam heyelanlı pafta sayısı 2945'dir. Bu kapsamda ülke genelinde toplam alanı 17.000 km<sup>2</sup>'nin üzerinde olan 85000'den fazla heyelan haritalanmıştır (Çan vd., 2013: 3) Türkiye Ulusal Afet Arşivi (TUAA) verilerine göre, Türkiye'de 1970-2012 yılları arasında 987 heyelan olayı meydana gelmiştir. Araştırma sahası da Türkiye Ulusal Afet Arşivi (TUAA) verilerine göre can ve mal kayıplarına neden olan 4 heyelan olayının görüldüğü ve heyelanlar için elverişli şartlara sahip bir bölgedir (Fotoğraf 1, Fotoğraf 2). Ayrıca 2023 yılında bitirilmesi planlanan Çanakkale Boğaz Köprüsü ve günümüzde kullanılan Çanakkale - İstanbul - Edirne otoyolu araştırma sahası içinden geçmektedir. Bu çalışma gelecekte nüfusu ve ekonomik etkinlikleri artması beklenen Gelibolu Yarımada'sında yapılan ilk heyelan duyarlılık çalışması olduğundan önemli bir çalışmadır. Ayrıca bu sahanın farklı özelliklerinin de araştırılması gerektiği düşünülmektedir.

## 2. Araştırma Sahasının Konumu ve Genel Özellikleri

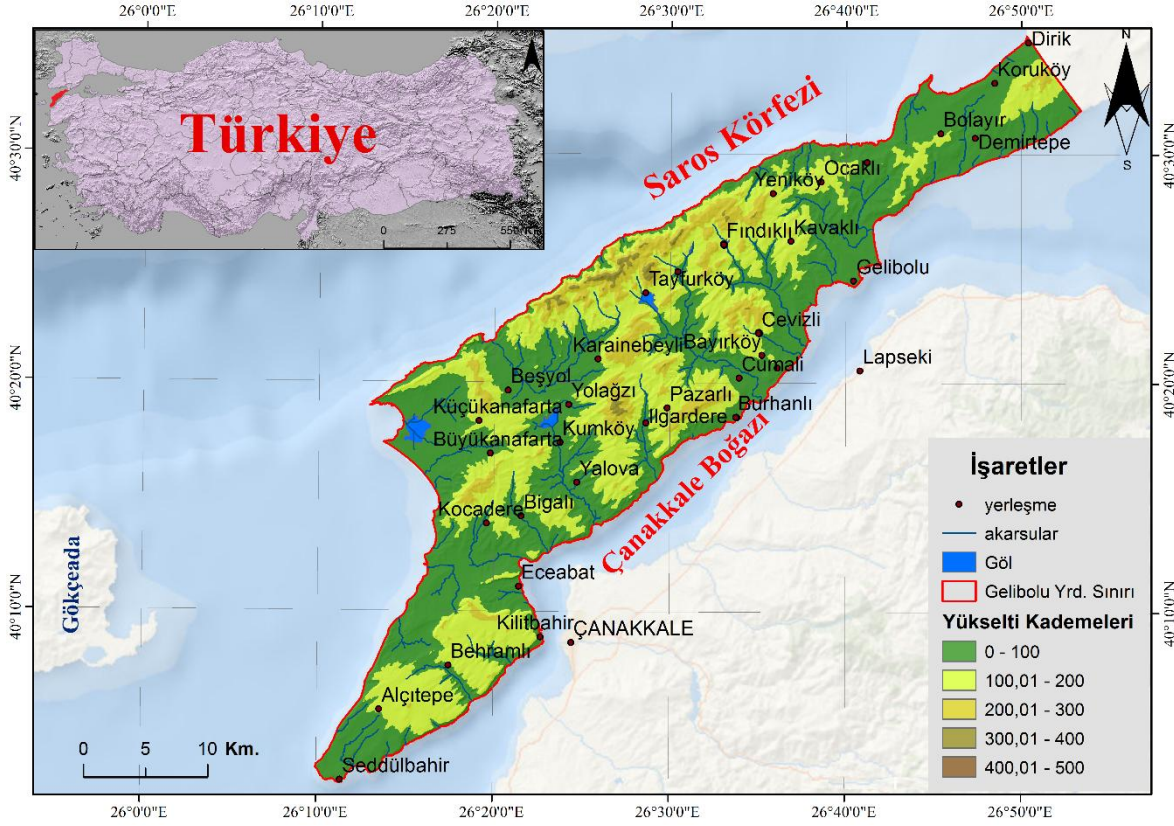
Araştırma sahası, Türkiye'nin kuzeybatısında, Marmara Bölgesi'nin 'Güney Marmara Bölümü' nün "Biga - Gelibolu Yöresi" sınırları içerisinde yer almaktadır (Darkot ve Tuncel, 1981). Kuzeybatıda Saroz Körfezi ile güneydoğuda Çanakkale Boğazı arasında kabaca güneybatı - kuzeydoğu doğrultusunda ve 83 km uzunluğunda bulunan Gelibolu Yarımadası, idari bakımdan Çanakkale il sınırları içinde yer almaktadır. Yarımadanın en dar yeri 5 km ile Güneyli - Bolayır köyleri arasında en geniş yeri 20 km ile Küçükanafta yakınlarında çekilen bir çizgi boyunca yer almaktadır. Güneybatı - kuzeydoğu doğrultusunda uzanan Gelibolu Yarımadası'nın yüzölçümü 940,3 km<sup>2</sup> dir. Coğrafi koordinat sistemine göre 40° 02' 21"- 40° 35' 20" K enlemleri ile 26° 09' 53" - 26° 53' 24" D boylamları (WGS-1984-UTM-Zone-35N ) arasındadır (Şekil 1). Araştırma sahasının sınırlarının tespiti jeomorfolojik bakımdan bir bütünlük oluşturan yarımada bazında

### Turkish Studies

International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic  
Volume 10/6 Spring 2015



belirlenmiştir. Yarımada, Saroz Körfezi'nin güneydoğusuna dökülen Hüseyinçalı Dere ile Çanakkale Boğazı'nın kuzeybatısına dökülen Koca Dere arasından çekilen bir hat ile sınırlanmıştır.



**Şekil 1: Araştırma Sahasının Konumu**

Gelibolu Yarımadası Mesozoyik'den günümüze çeşitli yaş ve türde litolojik birimlerin bulunduğu bir bölgedir. Bu saha tektonik olarak KAFZ'nun batı uzantısı konumunda olan Ganos Fayı'nın güneyinde yer almaktadır. Rölyefin esas görünümünü plato ve ovalar oluşturur. Yarımada kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı bir monoklinal (Erol, 1992) kıvrım yapısıyla temsil edilir. Yapı bakımından sahanın kuzeybatı ve güneydoğusu birbirinden farklı özellikler gösterir. Gelibolu Yarımadası'nın ortasından ve uzanışına uygun uzatılacak bir hattın güneydoğusunda Neojen ve daha genç yaşlı kum, kil, marn, netritik kireçtaşı ve gre gibi gevşek oluşumlu karasal kırıntılardan oluşmaktadır. Hattın kuzeydoğusunda ise Eosen - Üst Kratese yaşlı kalker, karbonatlar ve ofiyolitik melanjlardan meydana gelmektedir.

Miyosen sonlarında başlayan tektonik hareketler, Çanakkale yöresinin jeomorfolojik görünümünü önemli ölçüde değiştirmiş ve yöredeki Üst Miyosen aşınım yüzeyleri (D II) yükselerek yarılmaya başlamıştır (Erol, 1992). Gelibolu Yarımadası, Üst Miyosen'de birikim alanı iken Pliyosen sonrası Ganos ve Anafartalar faylarına bağlı olarak yükselmiştir. Pliyosenden günümüze kadar devam eden bu tektonik rejime bağlı olarak Çanakkale sahillerinde bulunan Üst Pliyosen taraçaları en az 7 metre, Büyük Kemikli Burnundaki deniz aşındırmaları 60 metre yükselmiş ve Gelibolu Yarımadası'nda yer alan genç vadiler Saroz Körfezi yerine Boğaza doğru uzanmalarına neden olmuştur (Yalıtırak 1995: 105).

Yarımadanın jeomorfolojik karakteri ile yapısal özellikleri arasında bir ilişki mevcuttur. Yarımadanın Saroz Körfezi'ne bakan kısımları ile Çanakkale Boğazı'na bakan kısımları rölyef

### Turkish Studies

International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic  
Volume 10/6 Spring 2015





farklılıkları bariz olarak görülmektedir. Saroz Körfezi'ne yakın kesimde rölyef şekilleri, kıyıdan itibaren birdenbire yükselen dağlık - tepelik sahalardan meydana gelmiştir. Yarımada'nın en yüksek kısımlarına karşılık gelen bu saha akarsular tarafından parçalanmıştır. Yarımada'nın uzanışına uygun uzanımlı bu tepeler 300 - 419 metre yükseltiler arasında bulunmaktadır. Yarımada'nın en yüksek noktası olan Karaburun Tepe (419 m.) burada yer almaktadır. Genellikle Alt - Orta Eosen kalker ve karbonatlardan oluşan yarımada'nın bu dağlık - tepelik kısmı kuzeybatı - güneydoğu yönünde ve birbirine paralel ve yarı paralel akan akarsularla parçalanmıştır. Saroz Körfezi'ne boşalan kısa boylu bu akarsuların vadileri dar ve derindir. Yarımada'nın güneydoğu kesimi ise kum, kil, marn, netritik kireçtaşı ve gre gibi kısmen daha gevşek yapılardan ve alçak rölyeften meydana gelmiştir. Ortalama yükseltisi daha az olan bu kısım da kuzeybatı - güneydoğu doğrulu akarsularla parçalanmıştır. Buradaki akarsular daha gevşek litolojik yapıyı aşındırmak suretiyle değişik büyüklükte depresyonlar oluşturmuştur. Gelibolu Yarımadası'nda bulunan bazı akarsuların ağız kısımlarında değişik büyüklükte delta ovaları meydana gelmiştir.

Gelibolu Yarımadası'nda eğim 0-62° arasında değişmektedir. Ortalama eğim 6,4° dir. Yarımada'nın Saroz Körfezi'ne yakın kısımlarında kıyıdan itibaren birdenbire yükselen dağlık - tepelik sahalarda eğim değerleri yüksek, plato, ova ve depresyon yüzeylerinde ise düşüktür.

Araştırma sahasının genelinde maki bitki örtüsü hakim olmakla birlikte 200 metreden daha yüksek olan dağlık- tepelik alanlarda ormanlar da görülmektedir. Gelibolu Yarımadası'nın kuzeybatı kesiminde V şekilli vadilerle parçalanmış dağlık saha sık bitki örtüsü ile kaplı iken, güneydeki platolar sahası ise tahrip edilmedikleri yerde kızılçam ormanları, tahrip edildikleri yerlerde maki formasyonu ile örtülüdür (Dönmez, 1990: 99).

Akdeniz ikliminin etki alanı içerisinde kalan Gelibolu Yarımadası'nda T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün 1953-2014 yılları arasında kapsayan ölçüm sonuçlarına göre yıllık ortalama sıcaklık 15,08 °C, yıllık toplam yağış ise 625,9 mm dir. Thornthwaite metoduna göre Gelibolu Yarımadası kıyı kesimlerinde yarı nemli ve dağlık - tepelik alanlarda ise nemli iklim tipi karakteri görülür (Dönmez, 1990: 35).

Araştırma sahasının en önemli akarsuları Bağlar Dere, Kayaali Dere, Köy Dere ve Munipbey Deredir. Sahada Tuz Gölü, Uzunhızır Göleti, Tayfur Barajı, Fındıklı ve Değirmendüzü Göletleri yer almaktadır.

Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Etüd ve Proje Dairesi Başkanlığı (1995) toprak çalışmalarından ve arazi etütlerinden elde edilen bilgilere ışığında Gelibolu Yarımadası'nda alüvyal topraklar, kahverengi orman toprakları, kestane renkli topraklar, kireçsiz kahverengi topraklar, Vertisoller, Regoseller, Hidromorfik topraklar ve kolüvyal topraklar bulunmaktadır.

### 3. Materyal ve Metot

Heyelanlar bir sahadaki mevcut durumun bu olaya elverişli koşullar oluşturması sonucu meydana gelmektedir. Heyelana neden olan birçok faktör bulunmaktadır. Tespit edilen faktörlerin daha doğru bir şekilde değerlendirilebilmesi için bazı verilere ihtiyaç vardır. Söz konusu faktörler, Duman vd., (2006-b) tarafından yapılan 1/500.000 ölçekli Türkiye Heyelan Envanteri Haritası (Çanakkale Paftası), Ekinci (2005 ve 2011), Değerliyurt (2014) ve Özşahin (2014) çalışmaları ve arazi çalışmalarında toplanan yerel veriler ışığında saptanmıştır. Çalışma için belirlenen faktörler, litoloji, fay hatlarına uzaklık, yerçekimleri, eğim, baki, eğim şekli, bağıl topografik nemlilik, yağış (mm), akarsulara uzaklık, toprak, arazi kullanımı ve arazi örtüsü (AKAÖ)'dür. Bu faktörlere ait haritaların oluşturulması için çeşitli kaynaklardan elde edilen farklı veri tiplerinden yararlanılmıştır (Tablo 1). Çalışmadaki faktör haritalarının üretilmesinde ve görüntü analizlerinde birçok çalışmada olduğu gibi CBS yazılımlarından ArcGIS/ArcMap (Versiyon 10.2) paket programından faydalanılmıştır.

## Turkish Studies

International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic  
Volume 10/6 Spring 2015



**Tablo 1: Çalışmada Kullanılan Veriler ve Veri Kaynakları**

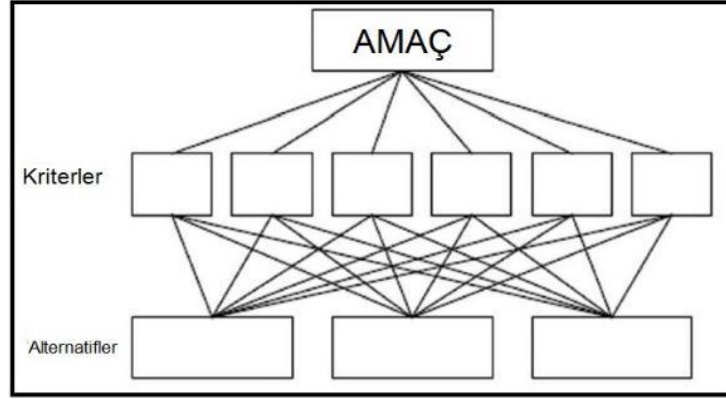
Veri türü	Veri kaynağı	Üretilen veri
1/25.000 Ölçekli Topografya Haritası	Harita Genel Komutanlığı	Temel harita verileri (yer şekilleri, akarsu, tepe, yerleşme vs.)
Gdem (Sayısal Yükseklik Modeli)	ERSDAC ve NASA	Eğim, Bakı, Eğim şekli, Bağlı topografik nemlilik
1/500.000 Ölçekli Jeoloji Haritası	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA)	Litoloji
1/ 500.000 Ölçekli Diri Fay Haritası	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA)	Fay hatlarına Uzaklık
Çanakkale Meteoroloji İstasyonu 1954-2013 yılları arasındaki yıllık toplam yağış verileri	Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü	Yağış
1/100.000 Ölçekli Toprak Haritası	Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü	Toprak
1/25.000 Ölçekli Ulusal Arazi Örtüsü Sınıflandırma Sistemi Haritası	Orman ve Su İşleri Bakanlığı	Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsü (AKAÖ)
1/500.000 Ölçekli Türkiye Heyelan Envanteri Haritası (Çanakkale Paftası)	Duman ve vd., 2006-b (MTA)	Gelibolu Yarımadası fosil heyelanlar lokasyon haritası

Bu çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı uygulamaların karar verme sürecinde en sık kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyeraşi Sistemi (AHS)'den yararlanılmıştır. Bu sistem sadeliği, kolay kullanılabilirliği ve anlaşılabilir bir metot olması nedeniyle çok kriterli karar verme yöntemleri arasında sıkça başvurulan bir yöntemdir (Dağdeviren ve Eren, 2001: 43; Özşahin, 2014: 171). Çalışmamızda AHS, SCB Associates Ltd tarafından geliştirilen AHP Template yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bunun için öncelikle çalışma amacı belirlenmiş (hedef) ve bu amaç doğrultusunda seçimi etkileyen kriterler ortaya konmuştur (Şekil 2). Daha sonra bu kriterler göz önüne alınarak alternatifler tespit edilmiş ve hiyerarşik bir yapı oluşturulmuştur (Dağdeviren ve Eren, 2001: 43; Scholl, 2005: 763; Toksarı, 2007: 173; Özşahin, 2014: 171). Sonra ilk aşamada tespit edilen kriterler ve alternatifler Saaty (1994: 26) tarafından ortaya konulan önem ölçeğine (Tablo 2) göre kıyaslanmış ve bu ölçek yardımıyla 1 ile 9 arasında derecelendirilmiştir. Bu derecelendirme etkili faktörlerde belirtildiği gibi literatürde geçen ölçütlere göre gerçekleştirilmiştir (Tablo 3).

### Turkish Studies

International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic  
Volume 10/6 Spring 2015





Şekil 2: Üç aşamalı AHS modeli (Saaty ve Vargas, 2001: 3)

Tablo 2: Derecelendirme Önem Ölçeği (Saaty, 1986)

Önem Derecesi	Tanım
1	Eşit önem
3	Orta derecede önemli
5	Kuvvetli düzeyde önemli
7	Çok kuvvetli düzeyde önemli
9	Son derece önemli
2,4, 6, 8	İki faaliyet arasında kalan değerler

Karşılaştırmalı karar verme ve tercih matrisinin oluşturulması aşamasında ilk önce tespit edilen parametreler birbiriyle karşılaştırılmıştır. Bu kıyasta karşılaştırma yapılacak hiyerarşi düzeyinde n sayıda eleman bulunduğunda n (n-1)/2 adet karşılaştırma yapılmış ve her bir karşılaştırma matris şeklinde düzenlenmiştir (Byun, 2001: 290; Arslan, 2010: 458; Özşahin: 2014:172). Daha sonra ölçek katsayıları belirlenen kriterlerin ve alternatiflerin AHP Template programı kullanılarak yüzde önem ağırlıklarının tutarlılığı geçerli olacak şekilde (Saaty ve Vargas, 2001: 9; Kwiesielewicz ve Uden, 2004:714; Arslan, 2010: 459; Özşahin, 2014: 472) elde edilmiştir (Tablo 3). Tutarlılığın geçerliliği, tutarlılık indeksi ve oranı hesaplanarak kontrol edilmiştir. A matrisinin tutarlılık oranının hesaplanmasında  $CR = CI / RI$  formülü kullanılmıştır (Shrestha ve vd., 2004: 187-188).

$CR = \text{Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio)}$

$CI = \text{Tutarlılık İndeksi (Consistency Index), } CI = (\lambda_{max} - n) / (n-1)$

$RI = \text{Rastgele İndeks (Random Index)}$

Buna göre tutarlılık oranı (CR) genellikle % 10 veya daha küçükse matrisin tutarlı olduğu kabul edilmektedir (Wind ve Saaty, 1980: 646; Saaty ve ark., 2003: 174). Ayrıca en büyük öz değer matris boyutuna eşit ise ( $\lambda_{max} = n$ ) karşılaştırma matrisi tutarlı olarak ifade edilir (Shrestha ve ark., 2004, s. 187; Arslan, 2010, s. 459, Özşahin, 2014: 2104).

### Turkish Studies

International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic  
Volume 10/6 Spring 2015

**Tablo 3: Çalışmada Değerlendirilen Kriter ve Alternatiflerin Ağırlık Değerleri İle AHS Tutarlılık oranları**

Kriterler	Senbol	Ağırlık	Alternatifler	Ağırlık	AHS Tutarlılık Oranı
Litoloji	Li	0,276	Ayrılmamış Kuaterner (Alüvyon) / Kuaterner	0,017	5%
			Karasal kırıntılılar /Üst Miyosen	0,248	
			Neritik Kireçtaşı/Üst Miyosen	0,044	
			Karasal kırıntılılar /Orta-Üst Miyosen	0,204	
			Kırıntılılar ve karbonatlar / Orta-Üst Eosen	0,087	
			Neritik kireçtaşı / Orta Üst Eosen	0,046	
			Kırıntılar/ Üst Eosen	0,099	
			Kırıntılılar (yer yer karasal) /Alt-Orta Eosen	0,109	
			Kırıntılılar ve Karbonatlar/Üst Senoniyen	0,109	
			Ofiyolitik Melanj / Üst Kratese	0,037	
Fay Hatlarına Uzaklık (km)	F	0,034	0-10	0,480	2%
			10,01-20	0,262	
			20,01-30	0,155	
			30,01-40	0,103	
Yerçekilleri	Yrş	0,066	Dağ	0,193	10%
			Plato	0,088	
			Ova	0,060	
			Yamaç	0,659	
Eğim (drece)	E	0,162	< - 15	0,047	8%
			15 - 25	0,067	
			25 - 35	0,111	
			35 - 45	0,219	
			45 - >	0,555	
Bakı	B	0,046	Düz	0,029	6%
			Kuzey	0,070	
			Kuzeydoğu	0,026	
			Doğu	0,077	
			Güneydoğu	0,025	
			Güney	0,041	
			Güneybatı	0,284	
			Batı	0,284	
			Kuzeybatı	0,163	
Eğim Şekli	EŞ	0,098	İçbükey	0,714	9%
			Düz	0,090	
			Dışbükey	0,195	
Bağıl Topoğrafik Nemlilik	BTN	0,034	Kuru	0,090	9%
			Nemli	0,195	
			Islak	0,714	
Yağış (mm)	Y	0,066	<-625	0,042	8%
			625,01 - 679	0,051	
			679,01 - 733	0,064	
			733,01 - 787	0,110	
			787,01 - 841	0,212	
841,01 - >	0,519				

**Turkish Studies**

International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic  
Volume 10/6 Spring 2015



Akarsulara Uzaklık (m)	A	0,024	<-50	0,555	8%
			50,01 -100	0,219	
			100,01 -150	0,111	
			150,01 -200	0,067	
			200,01 ->	0,047	
Toprak	T	0,034	Kahverengi Orman Toprakları	0,078	5%
			Yerleşim Yeri	0,022	
			Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları	0,078	
			Alüvyal Topraklar	0,027	
			Vertisöller	0,316	
			Su Yüzeyleri (Göl)	0,022	
			Kestane Renkli Topraklar	0,125	
			Kireçsiz Kahverengi Topraklar	0,125	
			Regosoller	0,034	
			Hidromorfik Topraklar	0,125	
			Kolüvyal Topraklar	0,027	
			Çıplak Kaya Yüzeyleri	0,022	
Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsü	AKAÖ	0,162	Bahçelik Alanlar	0,066	5%
			Çıplak Kaya Yüzeyler	0,151	
			Çalılık ve Fundalık Alanlar	0,097	
			Ekili - Dikili Tarım Alanları	0,376	
			Orman Alanları	0,039	
			Otlak Alanlar (Çayır ve Mera)	0,151	
			Su Yüzeyleri	0,027	
			Yerleşim Alanları	0,027	
Zeytinlik Alanları	0,066				

Matris tutarlılığı sağlandıktan sonra elde edilen ağırlık değerleri vektör veri formatındaki alternatif etkenlerin haritalarına işlenmiştir. Daha sonra bu vektör haritalar Conversion Tools - To Raster - Polygon To Raster uygulaması ile 10x10 m çözünürlüğünde raster tabanlı grid haritalara dönüştürülmüştür. Raster formatındaki grid haritalar da Spatial Analyst Tools - Map Algebra - Raster Calculator uygulaması ile aşağıdaki formüle göre analiz edilmiş ve heyelan duyarlılık haritası elde edilmiştir.

$HDA = (Li \times 0,276) + (F \times 0,034) + (Yrş \times 0,066) + (E \times 0,162) + (B \times 0,046) + (Eş \times 0,098) + (BTN \times 0,034) + (Y \times 0,066) + (A \times 0,024) + (T \times 0,034) + (AKAÖ \times 0,162)$  Bu formülde; HDA (Heyelan Duyarlılık Analizi) hedef, Li (Litoloji), F (Fay hatlarına uzaklık), Yrş (Yerçekilleri), E (Eğim), B (Bakı), Eş (Eğim Şekli), BTN (Bağlı Topografik Nemlilik), Y (Yağış), A (Akarsulara Uzaklık), T (Toprak) ve AKAÖ (Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsü) ise kriterlerdir.

Çalışmada yapılan analiz sonucunda elde edilen haritalarının hepsi 10x10 m çözünürlüğünde raster tabanlı grid haritalar şeklinde üretilmiştir. Ayrıca analiz sonuçlarının derecelendirilmesi çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek olmak üzere Jenk optimizasyon yöntemine göre beş seviyede gruplandırılmıştır.

#### 4. Bulgular

##### 4.1. Heyelan Duyarlılık Analizinde Etkili Olan Faktörler

Heyelanı doğuran esas husus yerçekiminin varlığıdır (Öztürk, 2002; Ekinci, 2011). Bununla birlikte birtakım doğal ve beşeri faktörler heyelan oluşumunu hızlandırabilir. Bu bakımdan heyelanların oluşumunu etkileyen faktörlerin etkilerinin teker teker analiz edilerek ortaya konulması gerekir (Özşahin ve Kaymaz, 2013). Buna göre araştırma sahasında heyelan oluşumunu

#### Turkish Studies

International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic  
Volume 10/6 Spring 2015



etkileyen faktörler 11 başlık altında toplanmıştır. Bu faktörler litoloji, fay hatlarına uzaklık, yerşekilleri, eğim, bakı, eğim şekli, bağlı topografik nemlilik, yağış, akarsulara uzaklık, toprak ve arazi kullanımı ve arazi örtüsüdür.

#### 4.1.1. Litoloji

Heyelan oluşumuna neden olan en önemli faktörlerden birisi litolojik birimlerin özellikleridir. Litoloji, heyelan oluşumunda belirleyici özelliklerdendir (Dai vd., 2001: 384; Yalcin, 2008: 5, Özşahin, 2014). Her kayacın kendine has özellikleri, heyelan duyarlılığına etkisi değişmektedir. Yamaçları oluşturan kayaların yapısal özellikleri, bu kayaların diyaklazlarla derin bir şekilde parçalı olması zemin hareketlerini kolaylaştıran koşullar arasında yer alır (Erinç, 2012). Yamacı oluşturan malzemenin tanelerinin çapı, biçimi, dağılışı, diziliş yüzeylerinin kayganlık ve pürüzlülük derecesi, taneleri birleştiren çimentonun miktarı, cinsi ve çimentolanma derecesi, kayacın mekanik duraylılığına etki yapan en önemli litolojik yapı özelliklerindedir (Ekinci, 2011:104). Zeminde pekiştirme olayının oluşmadığı killi ve geçirimsiz birimler üzerinde su drene olamaz. Geçirimsizliği yüksek olan kum ve çakıl gibi zeminler içindeki su oldukça çabuk dışarı çıkmakta ve pekiştirme oldukça hızlı gelişmektedir. Kil minerallerinin hidrasyonu, suyu emmesi ve suya doygun hale gelmesi ile killi zeminlerin kohezyonu azalmaktadır. Bu bakımdan killi birimler kütle hareketleri için daha elverişli şartlar ortaya koymaktadır (Haliloğlu, 1997; Ekinci, 2005: 126). Litolojik birimlerin heyelan oluşumuna etkisi, Çan vd., (2013) tarafından Türkiye’de kayaç ve istif içeriğinin heyelan oluşumuna karşı gösterdiği tepkiye göre oluşturulan kriterler dikkate alınarak belirlenmiştir. Buna göre heyelan oluşumuna en fazla duyarlı litoloji grupları ayrılmamış karasal kırıntılılar (Üst Miyosen-Pliyosen, Fotoğraf 1), karasal kırıntılılar (Üst Miyosen/Orta-Üst Miyosen/ Orta Miyosen), karasal kireçtaşı (Orta-Üst Miyosen), kırıntılılar (Oligosen-Alt Miyosen/Üst Eosen), kırıntılılar ve karbonatlar (Orta-Üst Eosen)’dir (Tablo 3).



**Fotoğraf 1: Gelibolu’nun 5 Km Kuzeydoğusunda Orta ve Üst Miyosen Yaşlı Kumtaşı ve Kilitaşından Oluşan Kırıntılılar Üzerinde Meydana Gelen Blok Halindeki Fossil Heyelanlar**

#### 4.1.2. Fay Hatlarına Uzaklık (m)

Fay hatlarından uzaklık, heyelan oluşumunda etkili bir faktördür (Gökçeoğlu ve Aksoy, 1996: 160; Çevik ve Topal, 2003: 954; Lee, 2005: 1481, Özşahin, 2014). Zira fay hatları yeryüzünün zayıf bölgelerinden olup, bu özelliklerinden dolayı zemin hareketleri için elverişli

### Turkish Studies

*International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*  
Volume 10/6 Spring 2015



koşullar sağlarlar (Ekinci, 2011:121). Deprem sırasında oluşan sismik yatay ve düşey kuvvetler yamaçların stabilitesini bozarak heyelanların meydana gelmesine neden olurlar. (Arioğlu vd., 2000; Dai vd., 2005; Lee ve Evangelista, 2006; Lee vd., 2008; Mankelow ve Murphy, 1998, Değerliyurt, 2014). Türkiye'deki heyelanların yarısından fazlası aktif faylar çevresinde 60 km genişliğindeki kuşaklar içerisinde gözlenmektedir (Çan vd., 2013: 4). Araştırma sahasının 2 km kuzeyinden Kuzey Anadolu Fayı (Ganos Fayı) geçmektedir. Bunun yanında Gelibolu Yarımada'sı içinde küçük ölçekli yerel faylarda mevcuttur. Fay hatlarının heyelan oluşumuna etkisi, Çan vd. (2013) tarafından Türkiye için yapılan ayırım dikkate alınarak tespit edilmiştir (Tablo 3).

#### 4.1.3. Yerçekilleri

Jeomorfolojik özellikler heyelanların oluşumu üzerinde önemli bir etkisi vardır (Guzzetti vd., 1999:192, Duman vd., 2006a: 246). Bu bakımdan çeşitli jeomorfolojik birimlerin bulunduğu araştırma sahasında, heyelanlar daha çok şevler (yamaçlar) üzerinde oluşmaktadır.

#### 4.1.4. Eğim

Herhangi bir kütlemin hareketine neden olan temel husus yerçekimidir. Yerçekimini hızlandıran en önemli etken ise topografya'nın eğim şartlarıdır. Topografya'nın eğimi heyelan oluşumunu denetleyen ve kontrol eden ana parametrelerden birisidir (Lee ve Min, 2001: 1100; Conoscenti vd., 2008: 333; Yalçın, 2008: 5; Ekinci, 2011). Bu açıdan eğim değerlerinin fazla olması heyelan üzerinde belirleyici rol oynar (Gökçeoğlu ve Ercanoğlu, 2001; Ekinci, 2011: 95-97). Zira heyelanlar eğimli topoğrafya yüzeyleri üzerinde meydana geldiği bilinmektedir. Çalışmada eğimin heyelan oluşumuna etkisi Bijukchhen vd. (2013: 2732) ile Kayastha vd. (2013: 789) tarafından belirlenen eğim sınıflandırma sistemine göre değerlendirilmiştir. Buna göre Gelibolu Yarımada'sında eğim değerleri arttıkça heyelan duyarlılığı da artmaktadır (Tablo 3).

#### 4.1.5. Bakı

Bakı; heyelanların oluşumunu kontrol eden faktörlerden topoğrafya yüzeyinin güneşlenme süresini, rüzgâr etkisini, sıcaklık ve yağış değerlerini etkilemektedir. Bakı durumu yamaç yöneliminin heyelan üzerindeki etkisini göstermesi bakımından önemlidir (Dai vd., 2001; Çevik ve Topal, 2003; Lee vd., 2004; Yalçın, 2008; Akıncı vd., 2010; Ekinci, 2011, Özşah ve Kıvanç, 2013). Bu bakımdan, heyelan duyarlılık haritalarının hazırlanmasında bakı durumu da etkili bir faktördür (Nagarajan vd., 2000: 280; Bhatt vd., 2013: 18; Kayastha vd., 2013: 789). Araştırma sahasında bakı faktörünün heyelan oluşumuna olan etkisi yağış yönüyle değerlendirilmiştir. Denize dönük ve denizel rüzgârlara açık olan sahalar daha çok yağış aldığı bilinmektedir. Buna göre araştırma sahasında batı, kuzeybatı ve güneybatıya bakan sahaların heyelan duyarlılığı daha fazladır (Tablo 3).

#### 4.1.6. Eğim Şekli

Doğal koşullar göz önüne alındığında yamaçlar; düz, içbükey ve dışbükey yamaçlardan meydana gelmektedir. Yamaçların bu eğrilik durumu da heyelan üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. Topografyanın eğim şekli heyelanların ortaya çıkmasında etkili rol oynamaktadır (Lee ve Min, 2001: 1101; Nefeslioglu vd., 2008: 409; Vahidnia vd., 2009: 178; Kayastha vd., 2013: 789). Yamaçların içbükey ve dışbükey olma özelliği mikroklimatik şartları, suyun akış yönünü, toprak ve bitki örtüsü özelliklerini etkilemektedir. Özellikle yamaçların içbükey ve dışbükey olma özellikleri, drenaj sahasını belirlemektedir. Suyun drenaj sahasının fiziksel karakteri de akışın hızlanmasını veya yavaşlamasını kontrol ederek heyelan davranışını etkilemektedir (Akıncı vd., 2010). Ayrıca dışbükey yamaçların eğimi, içbükey yamaçların eğiminden daha fazladır. Bu nedenle suyun hızlı hareketi nedeniyle dışbükey yamaçlarda toprak nemi göreceli olarak düşüktür (Mater, 2004: 45). CBS yazılımı ile yapılan analizlerde pozitif değerler dışbükey yer şekillerini, negatif değerler

içbükey yer şekillerini ve sıfıra yakın değerler ise düz alanları göstermektedir (Zeverbergen ve Thorne, 1987: 49; Moore vd., 1991: 8; Tağıl, 2006: 7; Özşahin, 2014: 175). Yamaçların düz, içbükey ve dışbükey özellikleri belirlenirken “plan eğrilik derecesi” kullanılmıştır. Sonucun sınıflandırılması sırasında - + 0,1 kritik değer olarak alınmıştır (Tağıl, 2006: 6).

#### 4.1.7. Bağlı Topografik Nemlilik

Topografyadaki nemlilik indeksi de heyelan oluşumunu etkilemektedir (Conoscenti vd., 2008: 333; Nefeslioglu vd., 2008: 409; Özşahin, 2014). Yüzeysel akışa bağlı olarak topografyanın ne kadar ıslak olduğunu gösteren bağlı topografik nemlilik indeksi, arazinin kuru, nemli ve ıslak olup olmadığı hakkında bilgi verir (Tağıl, 2006: 6). Bilindiği üzere arazinin ıslaklık derecesi arttığı yamaçlarda, diğer koşullarda elverişliyse, heyelan oluşumu daha kolaydır. Araştırma sahasında bağlı topografik nemlilik akış yönü ve akış yoğunluğu değerleri kullanılarak, “ $\text{Log}(\frac{([FA]+1)}{([E]+1)})$ ” formülüne göre hesaplanmıştır. Bu formülde akış yoğunluğu (FA) belirli bir hücreden ne kadar su kütesinin aktığını, eğim (E) ise suyun ne kadar hızlı aktığını belirtmektedir (Grayson vd., 1992: 2663). Yüksek pozitif değerler daha nemli, düşük negatif değerler ise daha kuru olan yerleri göstermektedir.

#### 4.1.8. Yağış (mm)

Yıllık ortalama yağış, heyelan tehlike analizi için önemli bir faktör olarak kabul edilmektedir (Kayastha vd. 2013: 790). Yağış fazlalığı ve karların hızlı erimesi sonucu oluşan suyun bir kısmı zemini oluşturan toprak ve ana kayanın içine sızar. Zemine sızan sular yamaç kütesinin ağırlığını arttırarak yamaç stabilitesini bozar ve heyelana neden olur. Suyu doymuş (satüre) haldeki yamaçlarda yamaç unsurlarını bir arada tutan bağ direnci (kohezyon) zayıflar veya tamamen ortadan kalkarak kütle akıcı hale geçer (Hoşgören, 1992: 23). Yağış sonucu zemin suya doymuş hale gelir ve yeraltı suyu seviyesi yükselir. Yağış sonucu zemine sızan sular özellikle killi ve marnlı tabakaları kaygan hale getirerek sürtünmeyi azaltır ve tabakaların üzerinde yer alan yamaçların kaymasına neden olur. Ülkemizde ilkbahar mevsiminde yağışların ve kar erimelerinin fazla olması heyelanların bu mevsimde daha çok meydana gelmesine neden olmuştur. Araştırma sahası yağış haritası, 5 metre yükseltide yer alan Çanakkale Meteoroloji İstasyonu’na ait yağış değerlerinin Schreiber (1904) tarafından önerilen her 100 metrelik yükselti artışına karşılık yağışın 54 mm artması esasına dayanan formül (Ardel, 1969; Dönmez, 1990) kullanılarak oluşturulmuştur.

#### 4.1.9. Akarsulara Uzaklık (m)

Akarsulara uzaklık yamaçlardaki materyalin doymuşluk derecesini ve yamaçın durağanlığını kontrol eden önemli bir faktördür (Van Westen vd., 2003: 408; Çevik ve Topal, 2003: 954; Yalcin, 2008: 6; Kayastha vd., 2013:790). Su, denge açısını küçülterek ağırlığı arttırır, buna karşı sürtünmeyi azaltarak hareketi kolaylaştırır (Erinç, 2012: 299; Ekinci, 2005). Suların bu etkisi yağış ve akarsular tarafından olabilmektedir. Akarsular, üzerinde aktığı araziye aşındırırken suyun en çok ve en hızlı çarptığı bölgelerdeki yamaçların dengesi bozulur. Akarsu vadilerinde meydana gelen aşınma, yamaç erozyonu ve zemin nemliliği sonucu yamaç dengesi ve stabilitesi bozulur. Akarsu aşındırması sonucu yamaç dengesinin bozulması, heyelan oluşumunu arttırır (Gökçeoğlu ve Aksoy, 1996; Dai vd., 2001; Çevik ve Topal, 2003; Yalçın, 2007; 2008; Reis vd., 2009; Akıncı vd., 2010). Bu faktörün etkisini belirlemek için Yalçın (2008: 6) ve Özşahin (2014: 176) tarafından belirlenen akarsulara uzaklık değerleri ölçü alınarak akarsulara uzaklık zonları oluşturulmuştur (Tablo 3).

#### 4.1.10. Toprak

Toprağın tekstür özellikleri heyelan oluşumunu etkileyen önemli bir faktördür. Toprağın tane büyüklüğü, dizilişi ve türü heyelan oluşumunda etkin rol oynamaktadır (Gökçeoğlu ve Aksoy,

### Turkish Studies

International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic  
Volume 10/6 Spring 2015





1996: 152; Nagarajan vd., 2000: 278; Lee ve Min, 2001: 1103; Ekinci, 2011: 112, Özşahin, 2014: 176). Toprak tekstürü yüzey sularının sızma ve geçirimsizlik kapasitesini etkiler. Sızma, çakıllı ve kumlu gibi iri taneli topraklarda fazla, orta ve ince tekstürlü, killi, siltli ve balçıklı topraklarda ise daha azdır. Sızma kapasitesi düşük topraklar heyelan oluşumuna karşı duyarlılık gösterirler (Ekinci, 2011:124). Alüvyal topraklar kumlu ve çakıllı olduklarından sızma kapasitesi fazladır. Bu topraklar yakın bir geçmişte oluştuklarından (Efe, 2010) ve inceleme alanında daha çok vadi tabanlarında yer aldıklarından heyelan duyarlılıkları çok düşüktür. Vertisoller ise zengin kil içeriğine sahip oldukları (Efe, 2010) için sızma kapasitesi düşüktür ve heyelan duyarlılıkları çok yüksektir. Araştırma sahasında bulunan toprakların heyelan duyarlılık değerleri Kitutu vd. (2009: 614) tarafından belirtilen toprak tekstür sınıflarına göre atanmıştır (Tablo 3).

#### 4.1.11. Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsü (AKAÖ)

Arazi kullanımı ve arazi örtüsü (AKAÖ) özellikleri heyelan oluşumunda çok önemli bir faktördür (Van Westen vd. 2003: 408; Çevik ve Topal, 2003: 953; Komac, 2006: 23; Kayastha vd., 2013: 798). Arazi örtüsünün yoğun bir şekilde orman olduğu sahalar, tarım ve yerleşim alanlarına oranla heyelanlardan daha az etkilenmektedir (Dağ ve Bulut, 2012). Zemin örtüsünün önemli bir unsuru olan bitki örtüsünün kapallık durumu ve beşeri faaliyetler sonucu zemin örtüsünde meydana gelen değişiklikler heyelan duyarlılığını etkilemektedir. Bitki örtüsü kılcallık ve kapilarite ile zemindeki suyu kökleriyle alıp buharlaştırdığı, bu şekilde sızan suyun bir kısmını geri aldığı ve kökleri vasıtasıyla toprağı tuttuğu için kütle hareketlerini azaltıcı bir etki yapmaktadır (Hoşgören, 2004). Odunsu bitkilerin ek yükler oluşturma ve ayrışmaya katkı sağlama gibi olumsuz yanlarının olduğu ileri sürülmekte ise de yamaç stabilitesinde olumlu yönlerinin daha fazla olduğu araştırmalarla ortaya konulmuştur (Erdaş, 1991, Ekinci, 2005). Bu bakımdan bitki örtüsünün gelişmediği, az geliştiği veya tahrip edildiği alanlar heyelan duyarlılığı daha fazladır. Bitki örtüsünden yoksun eğimli yamaçlar, tarım arazileri ve yerleşim alanları, orman sahalarına göre heyelan duyarlılığı daha yüksektir. Orman alanlarında heyelan tehlikesi, tarım alanlarına veya orman alanlarının tahribata uğrağı yerlere göre daha azdır (Bhatt vd., 2013: 18). Buna göre araştırma sahasına ait arazi kullanımı ve arazi örtüsü haritasında gür bitki örtüsünü oluşturan orman alanları düşük duyarlı, boş araziler ve tarım alanları yüksek duyarlı olarak değerlendirilmiştir (Tablo 3).

#### 4.2. Heyelan Duyarlılık Analizi

CBS'ye dayalı AHS yönteminin uygulandığı bu çalışmada Gelibolu Yarımadası'nda heyelan riski taşıyan başlıca alanlar tespit edilmiştir. Çalışmada Gelibolu Yarımadası'nın % 25,3 'ü orta heyelan tehlikesi altında olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4, Şekil 3). Bu sahalar daha çok eğim değerlerinin kısmen yüksek olduğu plato sahaları, tepelik alanlar ve akarsu vadi yamaçları üzerinde yayılış göstermektedir (Şekil 4). Heyelan tehlikesinin yüksek ve çok yüksek olduğu alanlar ise sırasıyla % 15,6 ve % 13 oranındadır (Tablo 4, Şekil 4). Eğim değerlerinin yüksek olduğu bu araziler tepe ve yamaçlardan oluşan sahalardır. Heyelan tehlikesinin düşük ve çok düşük olduğu alanlar ise sırasıyla % 30,8 ve % 15,3 oranındadır (Tablo 4). Bu sahalar, eğim değerlerinin azaldığı ova ve vadi tabanlarından oluşmaktadır (Şekil 4).

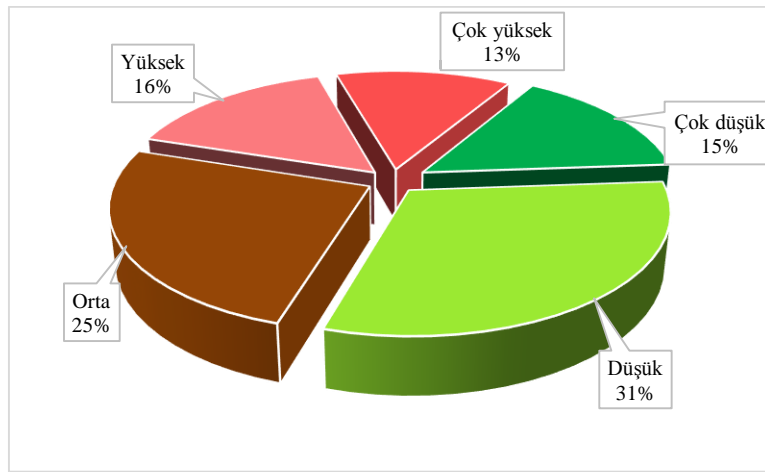
Heyelan duyarlılığı çok yüksek alanlar; daha çok eğim ve yağış değerlerinin yüksek, vertisöl topraklarının ve kiltaşlarının hakim olduğu ve bitki örtüsünün zayıf olduğu sahalarda yoğunlaştığı görülmüştür.

Heyelan duyarlılık haritasına göre, çok yüksek duyarlı alanlar kuzeydoğuda Gelibolu, Güneyli, Bolayır ve Demirtepe yerleşmeleri ile Çanakkale Boğazı arasında; orta kesimlerde Sütlice, Cumali, Pazarlı, Ilgadere ve Burgaz'da; güneybatıda ise Eceabat doğusunda,

Seddülbahir'in kuzeybatısında ve Şehitler Sırtı'nda görülmektedir (Şekil 4). Bu sahalarda heyelan oluşumunu engelleyecek gerekli tedbirler alınmalıdır.

**Tablo 4: Heyelan Duyarlılık Sınıflarının ve Değerlerinin Alansal Dağılışı**

Heyelan duyarlılık Sınıfı	Heyelan Duyarlılık Değeri	Alan	
		Km <sup>2</sup>	Yüzde (%)
Çok düşük	< - 0,80	143,5	15,3
Düşük	0,80-0,105	289,5	30,8
Orta	0,105-0,130	238,0	25,3
Yüksek	0,130 - 0,155	147,0	15,6
Çok yüksek	0,155 - >	122,3	13,0
<b>Toplam</b>		<b>940,3</b>	<b>100,0</b>



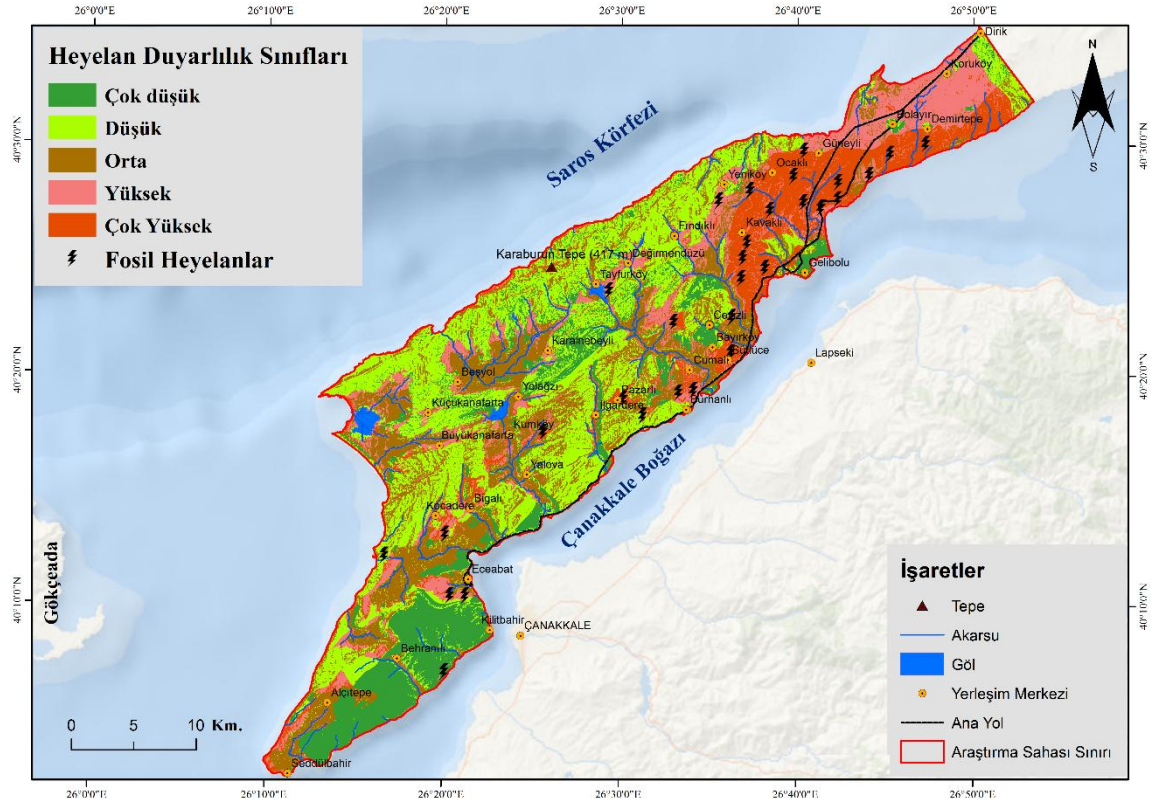
**Şekil 3: Araştırma Sahasının Heyelan Duyarlılık Oranları**



**Fotoğraf 2: Bolayır Güneyinde Orta - Üst Miyosen Yaşlı Kumtaşı ve Kilttaşlarından Oluşan Kırıntılar Üzerinde Meydana Gelen Kütle Halindeki Heyelanlar**

### Turkish Studies

International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic  
Volume 10/6 Spring 2015



**Şekil 4: Araştırma Sahasında Heyelan Duyarlılık Sınıfları ve Fossil Heyelanlar Lokasyon Haritası**

Heyelana duyarlı alanlar nüfus bakımından daha yoğun olan Gelibolu, Bolayır ve Koruköy yerleşmeleri arasında kalan sahalardır (Şekil 4). Bu alanlar, nüfus yoğunluğunun fazla olduğu bir bölgedir. Ayrıca Çanakkale - Edirne - İstanbul otoyolu heyelan duyarlılığı yüksek olan sahalardan geçmektedir. Gelibolu Yarımadası'nda nüfus yoğunluğunun güneybatıdan kuzeydoğuya doğru heyelan duyarlılığına paralel olarak artması, heyelanların insan üzerindeki riskini artırmaktadır.

### 5. Sonuç ve Tartışma

Gelibolu Yarımadası'nda CBS'ye dayalı AHS yönteminin uygulandığı bu heyelan duyarlılık çalışmasında; litoloji, fay hatlarına uzaklık (m), yerşekilleri, eğim (derece), bakı, eğim şekli, bağıl topografik nemlilik, yağış (mm), akarsulara uzaklık (m), toprak, arazi kullanımı ve arazi örtüsü (AKAÖ) olmak üzere 11 faktörün farklı derecelerde etkili olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu faktörlerden litoloji, eğim ve arazi kullanımı ve arazi örtüsü özelliklerinin daha baskın bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.

Analiz sonuçları değerlendirildiğinde Gelibolu Yarımadası'nda heyelan oluşumunu etkileyen en belirgin faktörler eğim, litoloji, arazi kullanımı ve arazi örtüsüdür. Zira Gökçeoğlu ve Ercanoğlu (2001) Heyelan duyarlılık haritalarının hazırlanmasında kullanılan parametrelere ilişkin yaptıkları çalışmada bu üç parametrenin 21 heyelan duyarlılık çalışmasında kullanıldığı ve önemli olduğunu açıklamıştır. Özşahin (2014) Tekirdağ ilinde yaptığı heyelan duyarlılık çalışmasında eğim, litoloji ve arazi kullanımı, Gökçeoğlu ve Aksoy (1996) Mengen'de yaptıkları heyelan duyarlılık çalışmasında litoloji ve eğim, Çevik ve Topal (2003) ise Hendek'te yaptıkları heyelan duyarlılık çalışmasında litolojinin önemli olduğunu açıklamışlardır. Bununla birlikte yerel ölçekte hazırlanacak heyelan duyarlılık haritalarının oluşturulmasında kullanılacak parametrelerin ve

### Turkish Studies

*International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*  
Volume 10/6 Spring 2015

ağırlık değerlerinin belirlenmesinde sağlıklı ve ortak bir veri tabanı oluşturulması gerektiği düşünülmektedir.

Araştırma sahasında heyelanlar özellikle Orta ve Üst Miyosen yaşlı kumtaşı ve kiltaşından oluşan kırıntılar üzerinde daha fazla meydana geldiği görülmüştür. Akarsu yatak eğimlerinin azaldığı yerlerde ve taşkın yataklarında görülen Kuaterner yaşlı alüvyonlarda ve Orta - Üst Eosen yaşlı netritik kireçtaşlarında heyelan duyarlılığı daha az olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca eğim ve yağış değerlerinin arttığı güneybatıya bakan yamaçlarda heyelan duyarlılığının daha fazla olduğu görülmüştür. Yapılan arazi çalışmalarında sahada yaşanmış heyelanlar (fossil heyelanlar) blok halindeki çökmeler şeklinde meydana geldiği tespit edilmiştir (Fotoğraf 2).

Çalışmada vertisöl topraklarının bulunduğu sahaların heyelan duyarlılığı daha yüksek olduğu görülmüştür. Zira vertisoller, bünyelerinde bol miktarda kil bulunduğundan ve C horizonu çoğunlukla killi malzemenen oluştuğu bildirilmiştir (Efe, 2010: 190; Atalay, 2011: 422). Eğim değerlerinin az ve sızma kapasitesinin yüksek olduğu Kuaterner yaşlı alüvyonlar, daha çok vadi tabanlarında heyelan yer almaktadır. Alüvyonların bulunduğu sahalar, düşük duyarlık gösterdiği görülmüştür. Zira akarsuların yatak eğimlerinin azaldığı yerlerde ve taşkın yataklarında görülen alüvyal toprakların tekstür özelliği balçıklı kum ve çakıl (Atalay, 2011:274) olduğu bildirilmiştir.

Çalışmada heyelan duyarlılığı yüksek sahalar göz önüne alındığında, bu doğa olayı can ve mal kayıplarına neden olmadan gerekli önlemler alınmalıdır. Heyelan riski altında bulunan Ocaklı, Kavaklı, Cumali, Sütlüce, Demirtepe ve Dumanlı köylerinin yeri değiştirilmeli veya bu yerleşmelerde heyelana karşı gerekli tedbirler alınmalıdır. Heyelan duyarlılığı yüksek olan sahalar imara açılmamalı ya da heyelan riski dikkate alınarak yapılar inşa edilmelidir. Sahadan geçen Çanakkale - Edirne - İstanbul karayolunda heyelan risklerine karşı gerekli tedbirler alınmalıdır. Aksi takdirde afet gerçekleşikten sonra önlem almanın kaybedilenleri geri getirmeyecektir.

Heyelan duyarlılık haritaları şehir ve ulaşım gelişimi ve planlamalarında önemli sosyal ve ekonomik faydalar sağlamaktadır. Duman ve vd., (2006a) bu haritaların yer seçimi ve planlama süreçlerinde karar vericilere yardımcı olacağını belirtmiştir. Zira hazırlanan heyelan haritasının uygun yaklaşımlar ile kullanılması durumunda Gelibolu Yarımadası'nda heyelan risk yönetimi, yerleşim ve ulaşım planlamaları ve zarar azaltma çalışmalarında önemli bir işlevi olacağı düşünülmektedir. Elde edilen heyelan duyarlılık haritası özellikle ilçe bazında yapılacak planlamalarda kullanılabilir. Kayastha vd., (2013) bu çalışmaların özellikle afet yönetim planlamalarında kullanılabileceğini ve risk haritalarının hazırlanmasında birçok fayda sağladığını açıklamıştır. Klimes ve Escobar (2010) heyelan duyarlılık haritalarının arazi kullanım planlamalarında bir rehber olacağını belirtmiştir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar Duman vd., (2006-b) tarafından MTA için yapılan 1/500.000 ölçekli Türkiye Heyelan Envanteri Haritası (Çanakkale Paftası)'ndaki bulgularla uyumaktadır (Şekil 4). Ayrıca elde edilen sonuç, benzer şekilde Tekirdağ (Özşahin, 2014), Hatay (Değerliyurt, 2014), Samsun (Akıncı vd., 2011), Trabzon (Filiz ve Avcı, 2013), Hatay (Özşahin, 2013b), Bolu (Kumtepe ve ark., 2009) ve Sinop (Özdemir, 2005), örneklerinde yapılan çalışma sonuçlarıyla da örtüşmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi verilerine (2014) göre, toplamda 54 002 kişinin yaşadığı (ADNKS, 2015) Gelibolu Yarımadası, 2023 yılında bitecek olan Çanakkale Boğaz Köprüsünün etkisiyle bir cazibe merkezi haline geleceği düşünülmektedir. Yakın gelecekte nüfus ve sosyo-ekonomik faaliyetlerde büyük bir artış beklenen araştırma sahasında heyelan afeti hakkında daha kapsamlı çalışmaların ve planlamaların yapılması gerektiği düşünülmektedir.

CBS temelli AHS yönteminin uygulandığı bu heyelan duyarlılık çalışmasının, sağlıklı ve kullanılabilir sonuçlar verdiği görülmüş ve arazi çalışmalarıyla doğrulanmıştır. Arazi

### Turkish Studies

*International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*  
Volume 10/6 Spring 2015



çalışmalarımızda Yeniköy, Güneyli ve Kavaklı'da önceki yıllarda heyelanların olduğu belirlenmiş olması ve elde edilen sonuçların Duman vd., (2006b) Çanakkale Paftasındaki sonuçlarla uyuşması, CBS tabanlı AHS yönteminin ve kullanılan faktörlerin doğru sonuçlar verdiğini ispat etmektedir. Süzen ve Doyuran (2004), Komac (2006) ile Yalcin ve Bulut (2007) CBS teknikleriyle gerçekleştirilen çalışmaların doğru ve uygulanabilir sonuçlar verdiğini ve yer seçiminde kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Yalcin (2008) AHS yönteminin diğer bazı yöntemlere göre çok daha gerçekçi sonuçlar verdiğini ileri sürmüştür. Vahidnia ve ark. (2009) AHS'nin farklı yöntemlerle korelasyonu sonucunda doğru ve kullanılabilir veriler üretildiğini açıklamıştır. Bhatt vd., (2013) CBS temelli AHS ile hazırlanan heyelan duyarlılık haritalarının tamamen kullanılabileceği vurgulamıştır. Özşahin (2014) heyelan duyarlılık çalışmalarında CBS temelli AHS yönteminin sağlıklı ve kullanılabilir sonuçlar verdiği belirtmiştir.

Bu sonuçlara göre heyelan duyarlılık çalışmalarında şu öneriler getirilebilir:

1. Gelecekte yapılacak heyelan duyarlılık çalışmalarının başarılı olabilmesi için veri katmanlarına ilişkin ortak veri standardı sağlanmalıdır.
2. Bu çalışmaların heyelan riski taşıyan daha küçük yöreler bazında ve büyük ölçekte yapılması gerektiği düşünülmektedir.
3. Bu çalışmanın ülkemizdeki heyelan bölgeleri için emsal teşkil etmesi bakımından bu ve buna benzer çalışmalar yol gösterici nitelikte olacaktır.
4. Bu tür çalışmaların diğer doğal afetler için de yapılması gerektiği düşünülmektedir.
5. Elde edilen verilerin web ortamında kullanıcılara aktarılacak sorgulanabilir bir düzeyde veri tabanı oluşturulması, bu çalışmaların bir sonraki aşaması olabilir.

#### KAYNAKÇA

- AKINCI, H., DOĞAN, S., KILIÇOĞLU, C., KEÇECİ, S. B. (2010). Samsun il merkezinin heyelan duyarlılık haritasının üretilmesi. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2 (3): 13-27.
- AKINCI, H., DOĞAN, S., KILIÇOĞLU, C. ve TEMİZ, M. S. (2011). Production of landslide susceptibility map of Samsun (Turkey) City Center by using frequency ratio method. *International Journal of the Physical Sciences*, 6 (5), 1015-1025.
- ALPARSLAN E., YÜCE H., ERKAN B., İNAN S., ERGİNTAV S., SAATÇILAR R. (2006). "Büyük Çekmece ve Küçük Çekmece Gölleri Arasındaki Bölgede Heyelan Duyarlılığının Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Çok Kıstaslı Analizi", 4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, 13-16 Eylül 2006, Fatih Üniversitesi, İstanbul
- ANBALAGAN, R. (1992). Landslide hazard evaluation and zonation mapping in mountainous terrain, *Engineering Geology*, 32, 269-277
- ARDEL, A., KURTER, A., DÖNMEZ, Y. (1969). *Klimatoloji Tatbikatı*, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları, İstanbul: Taş Matbaası
- ARIOĞLU, E., ARIOĞLU, N., YILMAZ, A. O., GİRGİN, C. (2000). *Deprem ve Kurtarma İlkeleri*, İstanbul: Evrim Yayınevi
- ARSLAN, E. T. (2010). Analitik hiyerarşi süreci yöntemiyle strateji seçimi: Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi'nde bir uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15 (2), 455-477.

#### Turkish Studies

International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic  
Volume 10/6 Spring 2015



- ATALAY, İ. (2011). *Toprak Oluşumu, Sınıflandırması ve Coğrafyası*. 5. Baskı, İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- BHATT, B. P., AWASTHİ, K. D., HEYOJOO, B. P., SİLWAL, 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.
- BİJUKCHHEN, S. M., KAYASTHA, P. ve DHİTAL, M. R. (2013). A comparative evaluation of heuristic and bivariate statistical modelling for landslide susceptibility mappings in Ghurmi-Dhad Khola, east Nepal. *Arab J Geosci*, 6 (8), 2727-2743.
- BULUT İ., GİRGİN M., GÖK Y. (2000) "Kalecik Heyelanı - Karlıova", *Doğu Coğrafya Dergisi*, 3, 47-60.
- BYUN, D. H. (2001). The AHS approach for selecting an automobile purchase model. *Information & Management*, 38, 289-297.
- CONOSCENTİ, C., Dİ MAGGİO, C. ve ROTİGLİANO, E. (2008). GIS analysis to assess landslide susceptibility in a fluvial basin of NW Sicily (Italy). *Geomorphology*, 94, 325-339.
- CRED, C. (2010). *Disaster Data: A Balanced Perspective*, *Cred Crunch*, Issue No: 21, <http://reliefweb.int/report/world/cred-crunch-newsletter-aug-2010-disaster-data-balancedperspective>, (ET: 31.01.2013).
- ÇAN, T., DUMAN, T. Y., OLGUN, Ş., ÇÖREKÇİOĞLU, Ş., KARAKAYA GÜLMEZ, F., ELMACI, H., HAMZAÇEBİ, S. ve EMRE, Ö. (2013). Türkiye Heyelan Veri Tabanı, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 11-13 Kasım 2013, Ankara
- ÇEVİK, 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.
- DAĞDEVİREN, M. ve EREN, T. (2001). Tedarikçi firma seçiminde analitik hiyerarşi prosesi ve 0-1 hedef programlama yöntemlerinin kullanılması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 16 (2), 41-52.
- DAİ, F. C., LEE, C. F., Li, J. ve XU, Z. W. (2001). Assessment of landslide susceptibility on the natural terrain of Lantau Island, Hong Kong. *Environmental Geology*, 43 (3), 381-391.
- DARKOT, B., TUNCEL, M. (1981), *Marmara Bölgesi Coğrafyası*, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları, No: 118, İstanbul.
- DEĞERLİYURT M. İskenderun-Arsuz İlçelerinin (Hatay) CBS Tabanlı Zemin Hareketleri Duyarlılık Analizi. *TURKISH STUDIES -International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic-*, ISSN: 1308-2140, (Prof. Dr. Ahmet Buran Armağanı), Volume 9/5 Spring 2014, [www.turkishstudies.net](http://www.turkishstudies.net), Doi Number :<http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.6765>, p. 655-678
- DÖNMEZ, Y. (1990). *Trakya'nın Bitki Coğrafyası*. Genişletilmiş İkinci Baskı, İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 3601, Coğrafya Enstitüsü Yayınları No: 51, İstanbul
- DUMAN, T. Y., CAN, T., GOKCEOGLU, C., NEFESLİOĞLU, H. A. ve SONMEZ, H. (2006a). Application of logistic regression for landslide susceptibility zoning of Cekmece Area, Istanbul, Turkey. *Environmental Geology*, 51, 241-256

---

### Turkish Studies

*International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*  
Volume 10/6 Spring 2015



- DUMAN, T. Y., NEFESLİOĞLU, H.A., ÇAN, T., ATEŞ, Ş., DURMAZ, S., OLGUN, Ş., HAMZAÇEBİ S. ve KEÇER, M. (2006b). *Türkiye Heyelan Envanteri Haritası, 1:500.000 ölçekli İstanbul Paftası*. Ankara: MTA Özel Yayınlar Serisi-6.
- EFE, R. (2010). *Biyocoğrafya*. 2. Basım, Bursa: MKM Yayıncılık.
- EKİNCİ, D. (2005). Karadeniz Ereğlisi'nin zemin hareketleri duyarlılık sahalarının sınıflandırılması ve yüksek riskli yerleşmelerin zemin stabilite analizi. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi*, 13, 121-137.
- EKİNCİ, D. (2011). *Zonguldak-Hisarönü Arasındaki Karadeniz Akaçlama Havzasının Kütle Hareketleri Duyarlılık Analizi*. İstanbul: Titiz Yayınları
- ERDAŞ, O. (1991). "Bitki Örtüsü ve Özellikle Bitki Kökleri ile Zemin Biyolojisi Arasındaki İlişkilerin Heyelanların Önlenmesi ve Mühendislik Biyolojisi Açısından İncelenmesi", *Türkiye 1. Heyelan Sempozyumu Kitabı*: 109-117, Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayını, Trabzon.
- ERİNÇ, S. (2012). *Jeomorfoloji-I*, İstanbul: Der Yayınları,
- EROL, O. (1992). Çanakkale Yöresinin Jeomorfolojik ve Neotektonik Evrimi, *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, Cilt 4/1 147 -165
- FİLİZ, M. ve AVCI, H. (2013). Trabzon ilinde meydana gelen heyelanlar ve heyelanların bölgeye etkileri. *SDUInternational Technologic Science*, 5 (3), 3138.
- GÖKÇEOĞLU, C. ve AKSOY, H. (1996). Landslide susceptibility mapping of the slopes in the residual soils of the Mengen region (Turkey) by deterministic stability analyses and image processing techniques. *Engineering Geology*, 44, 147-161.
- GÖKÇEOĞLU, C. ve ERCANOĞLU, M. (2001). Heyelan duyarlılık haritalarının hazırlanmasında kullanılan parametrelere ilişkin belirsizlikler. *Yerbilimleri*, 23, 189-206.
- GRAYSON, R. B., MOORE, I. D. ve MCMAHON, T. A. (1992). Physically based hydrologic modeling: 1. A terrain-based model for investigative purposes. *Water Resources Research*, 28 (10), 2639-2658.
- GUZZETTİ, F., CARRARA, A., CARDINALI, M. ve REICHENBACH, P. (1999). Landslide hazard evaluation: a review of current techniques and their application in a multi-scale study, Central Italy. *Geomorphology*, 31, 181-216.
- HALİLOĞLU, S. B. (1997). Heyelan Analizinde Kullanılan Yöntemler ve Sayısal Çözümleri, Karadeniz Teknik Üniversitesi - Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Mühendislik Tezi, Trabzon.
- HOŞGÖREN, M. Y. (1974-1977). İnegöl Havzası'nda arazi kaymaları ile ilgili gözlemler. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*. 20 – 21, 223-245.
- HOŞGÖREN, M.Y. (1992). "Hidroğrafya'nın Ana Çizgileri, İstanbul Üniversitesi." Edebiyat Fakültesi Yayın No: 2619
- KAYASTHA, P., DHITAL, M. R. ve De SMEDT, F. (2013). Evaluation of the consistency of landslide susceptibility mapping: a case study from the Kankai watershed in East Nepal. *Landslides*, 10, 785-799.
- KİTUTU, M. G., MUWANGA, A., POESEN, J. ve DECKERS, J. A. (2009). Influence of soil properties on landslide occurrences in Bududa district, Eastern Uganda. *African Journal of Agricultural Research*, 4 (7), 611-620.

### Turkish Studies

International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic  
Volume 10/6 Spring 2015



- KLİMES, J. ve ESCOBAR, V. R. (2010). A landslide susceptibility assessment in urban areas based on existing data: an example from the Iguana Valley, Medellin City, Colombia. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 10, 2067-2079.
- KOMAC, M. (2006). A landslide susceptibility model using the analytical hierarchy process method and multivariate statistics in perialpine Slovenia. *Geomorphology*, 74 (1-4), 17-28.
- KUMTEPE, P., NURLU, Y., CENGİZ, T., SÜTÇÜ, E. (2009). Bolu Çevresinin Heyelan Duyarlılık Analizi. TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 2-6 Kasım 2009, 1-8, İzmir.
- KUMTEPE, P., NURLU, Y., CENGİZ, T., SÜTÇÜ, E. (2011). Heyelan duyarlılık haritalarının hazırlanmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin kullanımı. *HKM Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetim Dergisi*. 3, 41-46.
- KWİESİELEWİCZK, M. ve UDEN, E. V. (2004). Inconsistent and Contradictory Judgements In Pairwise Comparison Method In The AHP. *Computers & Operations Research*, 31, 713-719.
- LEE, Chyi-Tyi, HUANG, Chien-Cheng , LEE, Jiin-Fa., PAN, Kuo Liang, LIN, Ming-Lang, DONG, Jia-Jiyun, (2008). Statistical approach to earthquake-induced landslide susceptibility, *Engineering Geology* 100, 43-58
- LEE, S. ve MİN, K. (2001). Statistical analysis of landslide susceptibility at Yongin, Korea. *Environmental Geology*, 40, 1095-1113.
- LEE, S., EVANGELISTA, D. G. (2006). Earthquake-Induced Landslide-Susceptibility Mapping Using An Artificial Neural Network, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 6, 687-695
- MANKELOW, J.M., MURPHY, William, (1998). Using GIS in the probabilistic assesment of earthquake triggered landslide hazard, *Journal of Earthquake Engineering*, Vol. 2, No. 4, 593-623, Imperial College Press
- MATER, B. (2004). *Toprak Coğrafyası*. İstanbul: Çantay Kitabevi.
- MOORE, I. D., GRAYSON, R. B. ve LANDSON, A. R. (1991). Digital terrain modeling: A review of hydrological, geomorphological, and biological applications. *Hydrological Processes*, 5, 3-30.
- NAGARAJAN, R., ROY, A., VİNOD KUMAR, R., MUKHERJEE, A. ve KHİRE, M. V. (2000). Landslide hazard susceptibility mapping based on terrain and climatic factors for tropical monsoon regions. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 58, 275-287.
- NEFESLİOĞLU, H. A., DUMAN, T. Y. ve DURMAZ, S. (2008). Landslide susceptibility mapping for a part of tectonic Kelkit Valley (Eastern Black Sea region of Turkey). *Geomorphology*, 94 (3-4), 401-418.
- ÖZDEMİR, N. (2005). Sinop ilinde etkili bir doğal afet türü: Heyelan. *D.Ü. Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5, 67-106.
- ÖZŞAHİN, E. (2013). CBS kullanılarak Hatay ili heyelan duyarlılık analizi, *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(1), 47-59.
- ÖZŞAHİN, E. (2014). Tekirdağ İlinde Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Analitik Hiyerarşi Süreci kullanarak heyelan duyarlılık analizi. *Humanitas-Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, (03), 167-186.

### Turkish Studies

*International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*  
Volume 10/6 Spring 2015





- ÖZŞAHİN, E. ve KAYMAZ, Ç. K. (2013). Camili (macahel) biyosfer rezerv alanının (Artvin, KD Türkiye) heyelan duyarlılık analizi. *TURKISH STUDIES -International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic-*, ISSN: 1308-2140, (Prof. Dr. Ahmet Buran Armağanı), Volume 8/3, Winter 2013, www.turkishstudies.net, Doi Number :http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.4260, p. 471-493
- ÖZTÜRK, K. (2002). “Heyelanlar ve Türkiye’ye etkileri”, *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, C: 22, S: 2: 35-50.
- REİS S., BAYRAK T., SANCAR C., ERDURAN M., ATASOY M., NİŞANCI R., EKERCİN S., (2009). Rize İline Ait Heyelan Risk Bölgeleri ve Uygun Yerleşim Alanlarının Coğrafi Bilgi Teknolojileri İle Belirlenmesi, TÜBİTAK Proje No: 106Y018, Ankara.
- SAATY, T. L. ve VARGAS, L. G. (2001). *Models, Methods, Concepts and Applications of the Analytic Hierarchy Process*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- SCHOLL, A., MANTHEY, L., HELM, R. ve STEİNER, M. (2005). Solving Multiattribute Design Problems with Analytic Hierarchy Process and Conjoint Analysis: An Empirical Comparison. *European Journal of Operational Research*, 164, 760-777.
- SCHUSTER, R. L., FLEMING, R. W. (1986). Economic losses and fatalities due to landslides. *Bulletin of Association of Engineering Geologists*. 23 (1): 11-28.
- SHRESTHA, R. K., ALAVALAPATI, J. R. R. ve KALMBACHER, R. S. (2004). Exploring the potential for silvopasture adoption in south-central Florida: an application of SWOT-AHP Method. *Agricultural Systems*, 81, 85-199.
- SÜZEN, M. L. ve DOYURAN, V. (2004). Data driven bivariate landslide susceptibility assessment using geographical information systems: a method and application to Asarsuyu catchment, Turkey. *Engineering Geology*, 71, 303-321.
- T. C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Etüd ve Proje Dairesi Başkanlığı, (1993). Çanakkale İl Arazı Varlığı ve Arazilerin Tarımsal Kullanma Uygunluğu, T. C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, İl Rapor No: 17, Ankara
- TAĞIL, Ş. (2006), Kazdağı Milli Parkı’nda arazi örtüsü organizasyonunu kontrol eden jeomorfometrik faktörler: Bir CBS yaklaşımı, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 4 (2), 37-47
- TOKSARI, M. (2007). Analitik hiyerarşi prosesi yaklaşımı kullanılarak mobilya sektörü için ege bölgesi’nde hedef pazarın belirlenmesi. *Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F. Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 14 (1), 171-180.
- VAHİDNİA, M. H., ALESHEİKH, A. A., ALİMOHAMMADI, A. ve HOSSEİNALİ, F. (2009). Landslide hazard zonation using quantitative methods in GIS. *International Journal of Civil Engineering*, 7, 176-189.
- VAN WESTEN, C. J., RENGERS, N. ve SOETERS, R. (2003). Use of geomorphological information in indirect landslide susceptibility assessment. *Natural Hazards*, 30 (3), 399-419.
- VARNER, J. David. (1984). Landslide hazard zonation: a review of principles and practice. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris.
- VEDAT, A. ve GÜNEK, H. (2014). Göynük vadisi’nde (Bingöl) heyelan duyarlılığının Coğrafi Bilgi Sistemleri ile analizi. *TURKISH STUDIES -International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic-*, ISSN: 1308-2140, (Prof. Dr.

- 
- Ahmet Buran Armağani), Volume 9/8, Summer 2014, www.turkishstudies.net, Doi Number: <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.7067>, p. 235-250
- YALCİN, 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.
- YALCİN, A., BULUT, F. (2007). Landslide susceptibility mapping using GIS and digital photogrammetric techniques: a case study from Ardesen (NE-Turkey). *Natural Hazards*, 41, 201-226.
- YALTIRAK, C. (1995). Gelibolu Yarımadası'nda Pliyo-Kuvaterner Sedimentasyonunu Denetleyen Tektonik Mekanizma. *Nezihi Canitez Sempozyumu*, 12-14.
- ZEVEBERGEN, L. W. ve THORNE, C. R. (1987). Quantitative analysis of land surface topography. *Earth Surface Processes and Landforms*, 12, 47-56.

### Citation Information/Kaynakça Bilgisi

- PEKTEZEL, H., Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Analitik Hiyerarşi Yöntemi Kullanılarak Gelibolu Yarımadası'nda Heyelana Duyarlı Alanların Belirlenmesi, *Turkish Studies - International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic* Volume 10/6 Spring 2015, p. 789-814, ISSN: 1308-2140, www.turkishstudies.net, DOI Number: <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.8182>, ANKARA-TURKEY