

# RİZE İLİ GENELİNDE HEYELAN TEHLİKESİ ALTINDA BULUNAN BÖLGELERİN KULLANIM TÜRLERİNİN BELİRLENMESİ

E.Y. Menteşe<sup>1</sup>, K. Erturaç<sup>2</sup>, O.Özcan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>İTÜ, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği, Maslak İstanbul [mentese@itu.edu.tr](mailto:mentese@itu.edu.tr)

<sup>2</sup>İTÜ, İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, Maslak İstanbul [erturac@itu.edu.tr](mailto:erturac@itu.edu.tr)

<sup>3</sup>İTÜ, İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama, Maslak İstanbul, [ozcanork@yahoo.com](mailto:ozcanork@yahoo.com)

## ÖZET

*Bu çalışmanın temel amacı Rize ilinde heyelan tehlikesi altında bulunan bölgelerin kullanım türlerinin coğrafi bilgi sistemleri, uzaktan algılama ile jeolojik yöntemler yardımıyla belirlenmesidir. Türkiye'nin kuzey doğusunda yer alan Rize Türkiye'nin en yoğun yağış alan bölgesidir. Bu nedenle bölgede yağmurun tetiklemesiyle meydana gelen heyelanlara sık rastlanmaktadır. Bu meteorolojik yapıya ek olarak Rize ilinin jeolojik ve jeomorfolojik yapısı heyelan olaylarının gerçekleşmesinde büyük önem taşımaktadır. RABİS projesi kapsamında yapılan ve bu çalışmaya altlık oluşturan çalışmalar sayesinde Rize ili genelindeki heyelan riski oluşturma potansiyeli olan bölgeler belirlenmiş ve bu bölgelerin ne türde kullanıma tabi olduğu tespit edilerek gelecekte karar destek mekanizmalarına altlık olacak nitelikte veriler üretilmiştir.*

Anahtar Sözcükler: CBS, Uzaktan Algılama, Heyelan, RABİS

## ABSTRACT

### DETERMINATION OF LAND USE TYPES OF THE REGIONS UNDER LANDSLIDE THREAT IN RIZE PROVINCE

*The main aim of this study is to determine the land use types of the areas which are under the threat of landslides in Rize province of Turkey using GIS method. Rize located in northeast of Turkey is the most rainy part of the country. Therefore, this region is largely affected by landslide disasters caused by heavy rainfalls. In addition to this meteorological structure the geological and geomorphological properties of the area are very important factors in means of landslide triggering. Benefiting from the outputs of the RABIS project this study has determined the land use types of the areas under landslide threat which will serve as an input data for the decision makers.*

Keywords: GIS, Remote Sensing, Landslide, RABIS

## 1. GİRİŞ

Afetlerin öncesinde zararlarını azaltmak ve hazırlıklı olabilmek gerekirken, sonrasında müdahalenin ve iyileştirmenin eşgüdüm içinde yapılabilmesi için afete maruz kalma riski bulunan bölgelerle ilgili gerekli verilerin düzenli ve hızlı bir şekilde ulaşılabilir ve kullanılabilir olması çok büyük önem taşır.

Bu bakış açısıyla Türkiye'de gerçekleştirilen yegâne çalışma Rize İl Genelinde Afet Bilgi ve Meteorolojik Erken Uyarı Sistemi Kurulması Projesi (RABİS)'dir. Bu projede özellikle coğrafi bilgi sistemleri (CBS), uzaktan algılama ve meteorolojik erken uyarı sistemleri kullanılarak Rize ilini etkileyebilecek afetler karşısında insan kaybının ve maddi zararın en aza indirilmesi için bir sistemin kurulması planlanmıştır.

Çalışmanın gerçekleştirilmesiyle birlikte acil durum hazırlıklarının planlanmasında uygulanmasında ve herhangi bir afet durumunda afet yönetimi ve hasar tahmininde kullanılabilecek bir sistem hazırlanmıştır. Ayrıca olağan zamanlarda merkezi ve taşra idaresi (bakanlıklar valilikler kaymakamlıklar belediyeler) için karar destek sistemi olarak fonksiyon görmek üzere Türkiye genelinde uygulamalara örnek oluşturacak CBS tabanlı bir bilgi ve yönetim sistemi standardı modeli Rize için uygulanmıştır.

Projenin uygulanması içerdiği standartlar açısından Türkiye'de ilk ve tek olan Türkiye Afet Bilgi Sistemi (TABİS) obje kataloğunun temellerine dayalı olarak tasarlanmış ve hayata geçirilmiştir.

Bu projede gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda elde edilen birtakım veriler de bu çalışmada altlık olarak hizmet görmüştür. Bu bağlamda heyelan analizleri ve uzaktan algılama görüntülerinin sınıflandırılması sonucu elde edilen veriler önemli bir rol oynamıştır. Bu verilerden yararlanılarak, CBS ortamında Rize ilinde heyelan riski altında bulunan bölgelerin kullanım türlerinin dağılımları tespit edilmiş ve bulgular doğrultusunda karar destek mekanizmalarına öneriler getirilmiştir.

## 2. AMAÇ

Bu çalışmada coğrafi bilgi sistemleri (CBS), uzaktan algılama yöntemi ve sığ heyelan analizi (SHALSTAB yöntemi) kullanılarak Rize ili genelinde heyelan tehlikesi bulunan yerlerin kullanım türlerinin ne şekilde bir dağılım sergilediğinin tespiti amaçlanmıştır. Bu yöntemlerin kullanımı, öncelikle uzaktan algılama ile arazi kullanım türlerinin belirlenmesi ile heyelan tehlikesinin analiz edilmesini sağlayan SHALSTAB tekniğinin kullanılması ile bu iki analizden ortaya çıkan verilerin CBS ortamında incelenmesi ve değerlendirilmesi şeklinde olmuştur. Böylece hangi bölgenin ne oranda tehlike altında olduğu ve bu tehlikenin arazi kullanımı açısından nasıl bir risk arz ettiği belirlenmeye çalışılmıştır.

## 3. KAPSAM

### 3.1 Heyelan

Toprak, taş veya bunların karışımından oluşan bir zeminin ya da çeşitli kayaların, bir yüzey üzerinde, aşağıya ve dışarıya hissedilebilir bir şekilde hareket etmesine heyelan denir (Erguvanlı, 1982). Heyelan türleri Tablo 1'deki gibi sınıflandırılmıştır (Varnes, 1978).

Tablo 1: Heyelan Türleri

HAREKET TÜRÜ	Malzemenin Türü		
	KAYAÇLAR	ZEMİNLER	
		İri taneli	İnce taneli
DÜŞME	Kaya Düşmesi	Moloz Düşmesi	Zemin Düşmesi
DEVRİLME	Kaya Devrilmesi	Molozda devrilme	Zeminde devrilmesi
AKMA	Yavaş	Kaya Kripi	Moloz Kripi
	Hızlı	Çok Parçalı Kayaç Akması	Moloz Akması
KAYMA	Blok	Kayada blok türü ötelenme	Zeminde ve molozda blok türü ötelenme
	Dönel (Dairesel)	Sıkı Çatlaklı Kayada dönel kayma	Zeminde ve molozda dönel kayma
YANAL YAYILMA	Kaya yayılması	Zemin veya moloz yayılması	
KARMAŞIK	Hareket Türü ve Malzeme Karışık		

Heyelan olayını tetikleyen birçok etken bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla jeolojik, jeomorfolojik ve insan kaynaklı olarak belirtilebilir (URL 1). Bütün bu etkenlere ek olarak özellikle Rize ili için, meteorolojik faktörlerin de çok önemli bir rol oynadığı açıktır. Bu nedenle meteorolojik etkenler de RABİS Projesi kapsamında analizlere katılmıştır (Şahin vd., 2007).

Heyelanların oluşmasında jeolojik faktörler en temel etkenler arasında gelir. Bu etkenler sırasıyla bölgenin sahip olduğu zayıf veya gevşek madde yapısı, hava içeriği yüksek madde yapısı, kesik, birleşik veya çatlak madde yapısı, zıt yönde etkileşen kütleler, maddelerin geçirgenlikleri arasındaki fark şeklinde sıralanabilir.

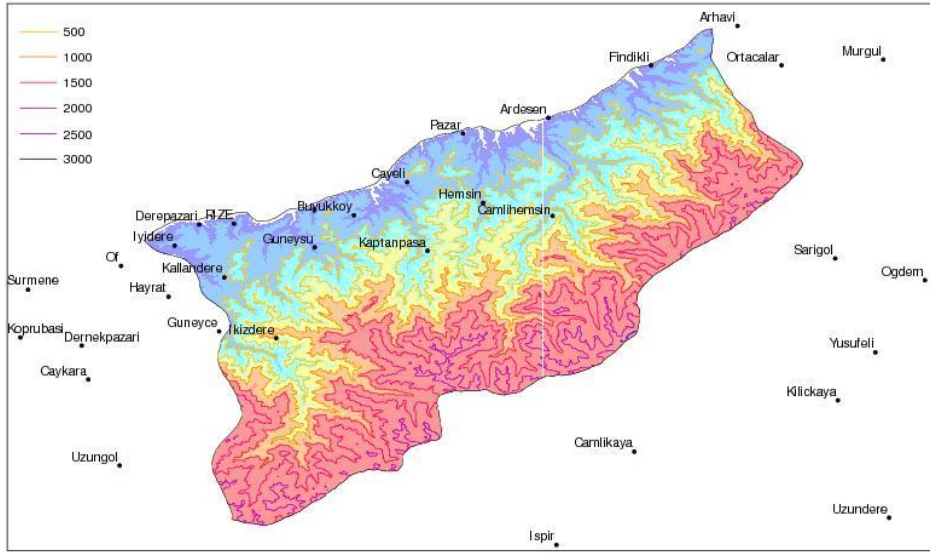
Heyelanların oluşmasındaki bir diğer etkili unsur olan morfolojik etkenler de bölgenin etkisi altında olduğu tektonik veya volkanik faaliyetlerden kaynaklanan itmeler, buzul sekmeleri, eğim bitiminin veya yanal bölümlerinde meydana gelen nehir, dalga veya buzul aşınmaları, yeraltı aşınmaları, eğim üzerinde tortu birikmesi, bitki örtüsünün yok olması, erime, hava durumuna bağlı olarak gerçekleşen ani donma ve erime ile büzülme ve şişme kaynaklı aşınmalar olarak belirtilebilir.

Şüphesiz ki birçok doğal afette olduğu gibi, heyelanların gerçekleşmesinde de insan parametresi önemli bir role sahiptir. İnsan kaynaklı etkenler genel anlamda mühendislik çalışmaları olarak belirtilebilir. Bu çalışmalar sırasıyla eğimin veya eğim sonunun kazılması, eğimin yüklenmesi, yer altı su kaynaklarının tüketilmesi, bölgedeki ormanların yok edilmesi, sulama çalışmaları, madencilik çalışmaları, yaratılan yapay titreşimler ve mühendislik çalışmalarından farklı olarak yerleşim birimlerinden kaynaklanan su sızıntıları şeklinde tanımlanabilir (URL 2).

Belirtilen bütün bu etkenlerden farklı olarak, özellikle Rize için yağmur yağışı heyelanların tetiklenmesinde önemli bir role sahiptir (Şahin vd., 2007). Bilinmektedir ki yoğun yağmur yağışının heyelanları tetikleyen en önemli etkenlerden biridir. İskoçya'nın Cairndow, Glen Ogle bölgelerinde gerçekleşen akma şeklindeki heyelanların öncesinde kısa süreli yoğun yağışların etkili olduğu görülmüştür. Bunun yanında yine İskoçya'nın Dunkeld bölgesinde meydana gelen heyelandan önce uzun süreli ama daha düşük yoğunlukta yağmur yağışı kaydedilmiştir (URL 3). Buna benzer olarak 19 Eylül 2008'de Rize iline bağlı Pazar ilçesinde meydana gelen ve 2 kişinin hayatını kaybetmesine yol açan heyelan olayından önce de bölgeye en yakın istasyonlardan olan Ardeşen-Yeşiltepe istasyonu olayın gerçekleşmesinden 6-8 öncesinde yoğun bir yağmur yağışı kaydetmiştir. Bu örnekler yağmurun yoğun olduğu bölgelerde heyelan olaylarının yağmurla olan ilişkisini göstermesi açısından çok önemlidir. Yağmurun etkisiyle artan toprak nemi ve toprak yapısının duraysız hale gelmesi ile heyelan gerçekleşme riski artmaktadır.

### 3.2 Rize

Rize kuzeydoğu Anadolu'da; Doğu Karadeniz kıyı şeridinin doğusunda, 40°-22'- ve 41°28' doğu meridyenleri ile 40°20' ve 41°-20'- kuzey paralelleri arasında yer alır. Batıdan Trabzon'un Of, güneyden Erzurum'un İspir, Doğudan Artvin'in Yusufeli ve Arhavi ilçeleri ve kuzeyden Karadeniz ile çevrili olan Rize'nin göller hariç yüzölçümü 3920 km<sup>2</sup> dir. Doğu Karadeniz Kıyı sıradağları yayının kuzey yamacında yer alan Rize toprakları genel ifade ile dağlık ve engebeldir. Ancak bu genel topografik durum dikey yönde bazı farklılıklar arz etmektedir. Çok dar olan kıyı şeridi ve alüvyon düzlüklerinin Rize topografyası içinde ayrı bir yeri vardır. Kabaca 80 km uzunluğundaki kıyı şeridinin genişliği akarsu vadileri dışında ortalama 20-150 m. arasında değişmektedir. Çok sayıda akarsu tarafından kesilen bu şeridin en geniş düzlüklerini taban seviyesi ovaları oluşturur. Tümüyle akarsuların getirdiği alüvyonlardan oluşan bu düzlükler, akarsuların denize kavuştuğu noktadan itibaren içeriye doğru 500-600 metreye kadar taban seviyesi ovası şeklinde, 9-10 km'ye kadar da taraça düzlükleri şeklinde uzanırlar. Bu düzlüklerin kıyı boyunca olan genişlikleri ise yaklaşık olarak 200 m ile 1000 m arasında değişmekte olup hemen tamamı yerleşmeye sahne olmuştur. Bunlardan en geniş olanı Ardeşen ilçe merkezinin yerleşim alanını oluşturan Fırtına Deresi'nin taban seviyesi ovasıdır.

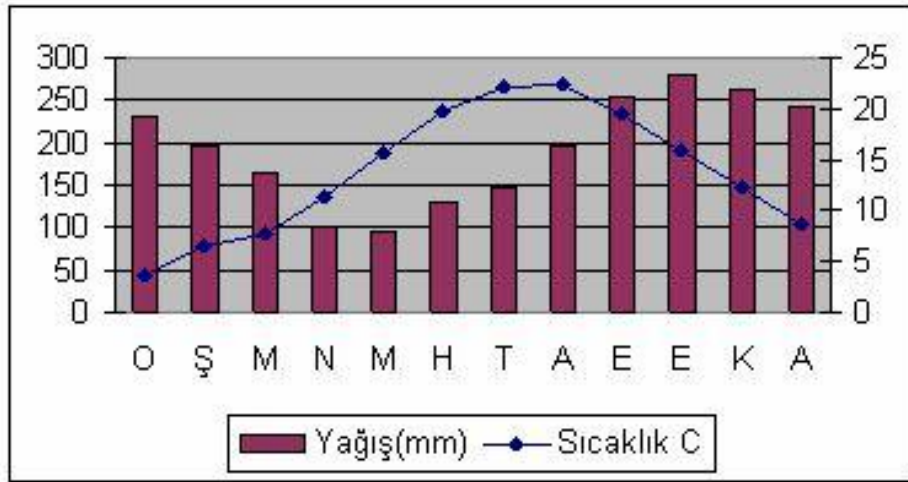


Şekil 1: Rize topografya haritası

Jeolojik olarak doğu karadeniz dağlık sistemine dahil olan Rize arazisi esas itibariyle paleozoik (I.zaman) bir temel üzerinde ve Kretase'de (III. Zaman ara devresi) başlayan büyük orojenezle (Dağ oluşumu) yüzeye çıkmış Granodiorit ve Kretase flişlerinden ibaret olmakla birlikte yer yer Neojen depolarına da rastlanır. Bütün kıyı kesimi yüzeyde üst Kretase serisi volkanik örtü ve tüflerin fazlalığı ile dikkati çeker. Örneğin Çayeli-Pazar arasındaki tünellerin deniz tarafını oluşturan falezler, andezitlerle ophiolitlerin teşkil ettiği kaba greler ve bunlarla karışık olarak bulunan ince konglomera ve aglomera banklarından oluşmuştur.

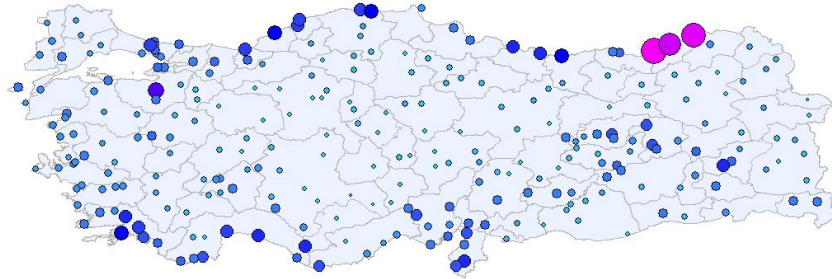
Rize'de yazları serin, kışları ılıman ve her mevsimi yağışlı bir iklim görülür. Elli yıl boyunca yapılan rasat sonuçlarına göre Rize'nin yıllık sıcaklık ortalaması 14 C'yi biraz geçer. Bu süre içinde kaydedilen en düşük sıcaklık -7 C olup 23 Mart 1962'de, en yüksek sıcaklık ise 38.2 C olup 21 Mayıs 1980'de kaydedilmiştir. En soğuk ay olan Ocak ayının sıcaklık ortalaması 6.7 C; en sıcak ay olan Temmuz ayının sıcaklık ortalaması ise 22.2 C'dir. Ocak minimumunun -5.6 C, Temmuz Maximumunun 32.5 C olduğu Rize'de yıllık sıcaklık amplitüdü (salınımı) 25,8 C'dir. Bu haliyle Rize, denizsel iklimlerin karakteristik özelliğini taşır. Rize'de aylık ortalama sıcaklık eğrisi bütün yıl 5 C'nin üzerinde seyretmekte olup, sadece 4 ayın sıcaklık ortalaması 10 C'nin altındadır. Diğer bütün ayların sıcaklık ortalaması 10 C'nin üzerindedir. Sıcaklık ortalaması 20 C'yi geçen ay sayısı ise 2'dir. Bütün bunlardan Rize'nin oldukça istikrarlı bir sıcaklık rejimine sahip olduğu sonucunu çıkarmak mümkündür. Türkiye'nin en çok yağış alan ili olan Rize'de (Şekil 3) yıllık

toplam yağış miktarı 2300 mm'nin üzerinde olup, yağışlar her mevsime dengeli olarak dağılmıştır (Şekil 2). Bu nedenle Rize'de kurak mevsim yoktur. En az yağış alan ilk baharın toplam yağış miktarı kuraklık sınırının çok üzerindedir (367.9 mm).

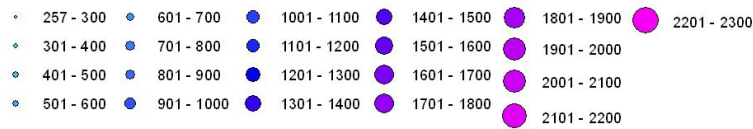


Şekil 2: İklim istasyonlarında ölçülen verilere göre yağış ve sıcaklık değerleri

Rize'de kar yağışları olağandır. Toplam yağışın bir kısmının kar şeklinde düşmekte, yağış eğrisi son bahar ve kış aylarında yükselirken akarsu rejim eğrisi bu aylarda maksimumun oldukça altında seyretmekte ve maksimuma ilkbahardan itibaren uzanmaktadır. Oysa ilkbahar Rize'de en az yağış alan mevsimdir. Bu durumda kışın düşen yağışların kar şeklinde olduğu ve ilkbaharla birlikte bu kar örtüsünün erimesiyle akarsuların kabardığı anlaşılmaktadır. Mevsimlere göre değişmekle birlikte Rize'de nem oranı her zaman % 75'in üzerindedir. Yılın 150 günü kapalı, 163 günü bulutlu geçmektedir. Açık gün sayısının az olması Rize'de güneş enerjisinden yararlanma imkânını en aza indirmiştir.



Yıllık Ortalama Yağış (mm)



Şekil 3: Türkiye genelinde yağış ortalamaları

Rize, yağışlı iklimi ve çok sayıda yeraltı su kaynakları sayesinde çok zengin bir hidrografik yapıya sahip olmuştur. Rize sınırları içinde doğu-batı yönünde ortalama her 250-300 m'de büyük veya küçük akan bir suya mutlaka rastlanır. Nitekim Rize arazisinin reliefi de bunu göstermektedir. Bundan hareketle Rize'nin, Türkiye'de akarsu yoğunluğu en fazla olan il olduğunu söylemek mümkündür (URL 5).

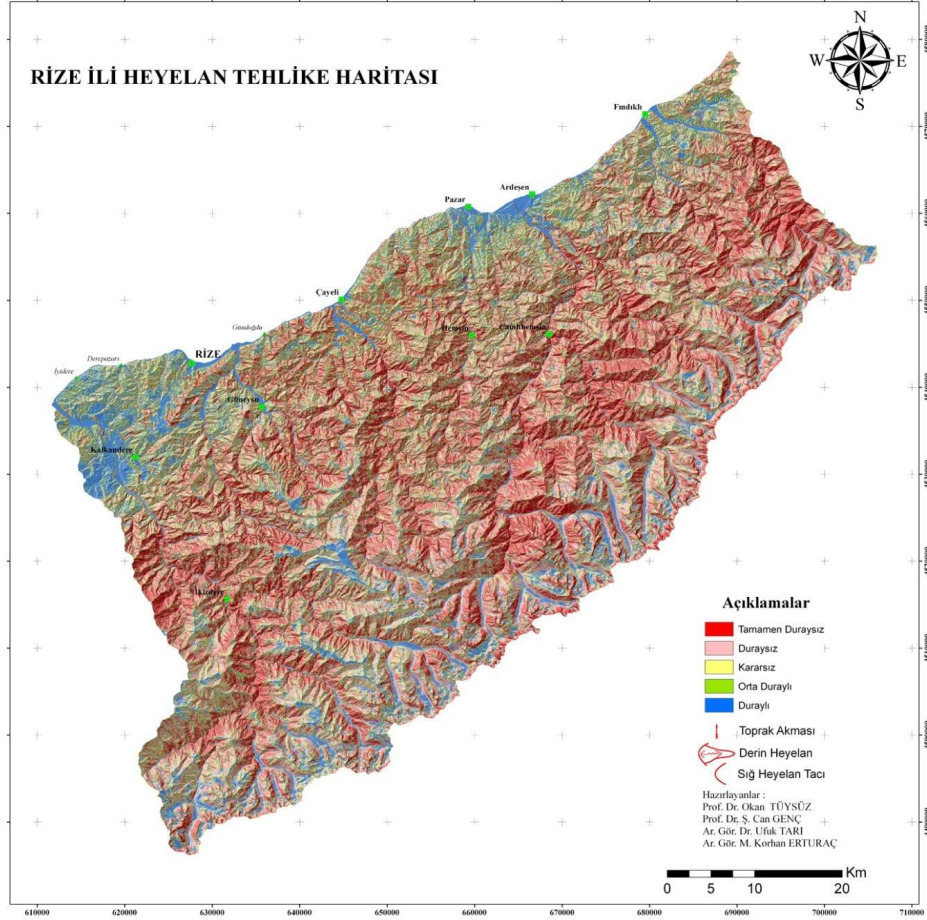
#### 4. YÖNTEM ve BULGULAR

Daha önceki bölümlerde de değinildiği üzere bu çalışmada esasen üç farklı yöntem kullanılmıştır. Bunlardan heyelan tehlike analizi ve uzaktan algılama teknikleri temel verilerin sağlanmasına hizmet etmiş, CBS ise bu verilerin entegrasyonu ve analizinde kullanılmıştır.

##### 4.1 Heyelan Tehlike Analizi

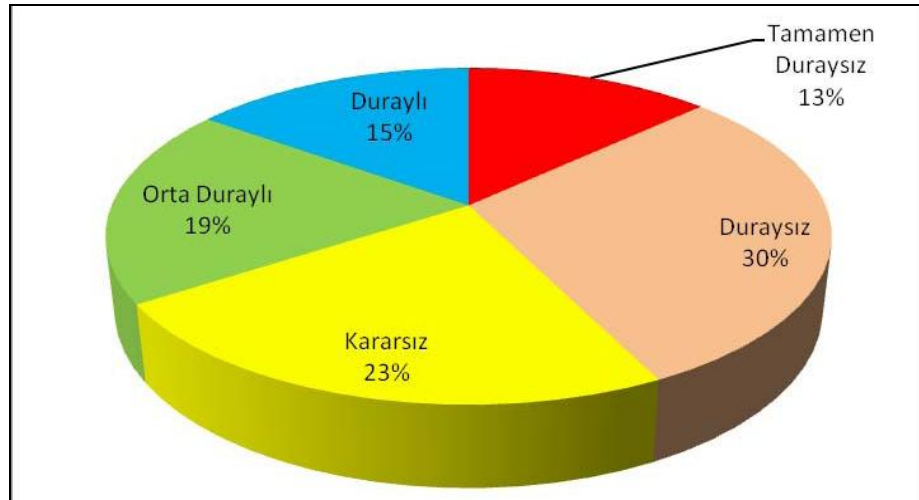
Rize ilinde gerçekleşen heyelanlar "sığ heyelanlar" olarak nitelendirilmektedir. Bu nedenle bu tip heyelan türlerinin analizinde kullanılan SHALSTAB© programından yararlanılmıştır. Bu doğrultuda tehlike arz eden şevlerin analiz edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmalar kapsamında Rize'de yer alan şevlerin duraylılık ve risk analizleri bölgenin sayısal

yükseklik modeli, eğim durumu, kaya-stratigrafi birimlerinin durumu ve özellikleri, zemin veya toprak nem durumu vd. unsurların bir arada değerlendirilmesiyle program yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Shalstab Tools Microsoft Windows ortamında çalışan, sığ heyelan oluşum potansiyelinin haritalanmasını sağlayan C++ tabanlı bir yazılımdır. Bu yazılım ESRI firmasının ArcGIS yazılımına eklenti olarak geliştirilmiştir. Shalstab Tools kullanılarak bir bölgenin sayısal yükseklik modeli (SYM) ve analizler için gerekli parametreleri girdi olarak tanımlanıp, çalışma alanının sığ heyelan potansiyel haritası oluşturulabilir (Dietrich vd., 2001). Bu çalışma sonucunda Rize ili genelinde heyelan tehlikesi içeren bölgeler belirlenmiş ve Tamamen Duraysız, Duraysız, Kararsız, Orta Duraylı, Duraylı şeklinde 5 sınıfa ayrılarak değerlendirilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4: Rize ili heyelan tehlike haritası

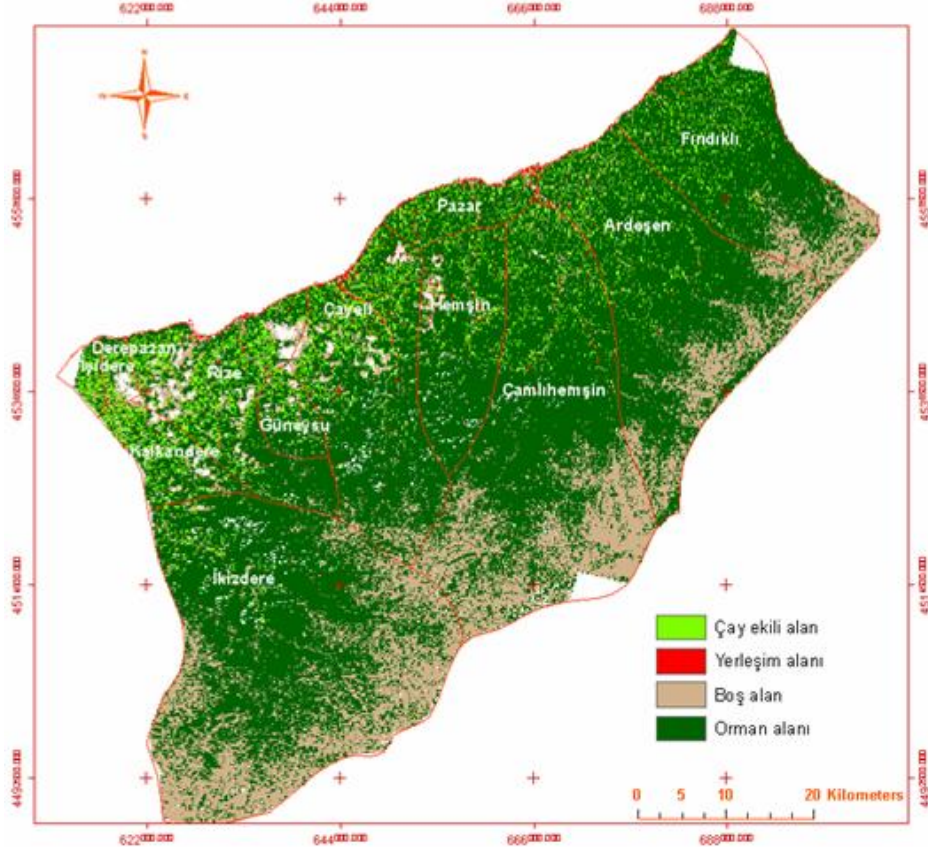
Bu analizler sonucunda Rize ilinin heyelan tehlikesi içeren bölgeleri belirlenmiş ve sınıflandırma sonucunda heyelan tehlike sınıflarının dağılımları belirlenmiştir (Şekil 5).



Şekil 5: Heyelan tehlike sınıfı dağılımı

## 4.2 Uzaktan Algılama

Uzaktan algılama çalışmaları kapsamında Rize ilinin arazi kullanım türlerinin belirlenmesi amacıyla çeşitli uydu görüntülerinden yararlanılmış ve böylece bölgenin en uygun düzeyde sınıflandırılması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında 10.07.2000 tarihli LANDSAT 7 ETM+ görüntüleri, 07.07.2005, 07.09.2005 ve 06.08.2006 tarihli SPOT 5 XS/PAN görüntüleri, İlçe bazında farklılık gösteren, 13.03.2005, 28.08.2003, 29.03.2006 ve 30.09.2003 tarihli IKONOS PAN/MS görüntüleri, 10.09.2008 tarihli IKONOS PAN/MS görüntüleri ve Orman Genel Müdürlüğü'nden sağlanan hava fotoğrafları kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda başta yerleşim alanı ve çaylık alanı olmak üzere sırasıyla orman, toprak, su, ve asfalt şeklinde altı adet sınıf belirlenmiştir (Şekil 6).



Şekil 6: Rize ili genelinde sınıflandırma sonuçları

Sınıflandırma sonucunda Tablo 2'deki alansal verilere ulaşılmıştır.

Tablo 2: Sınıfların alansal büyüklüğü

Sınıf	Alan (ha)
Orman Alanı	267745
Çay Ekili Alan	24909
Yerleşim Alanı	8806
Boş Alan	2835

Bu analizlerin doğruluk testleri de yapılmış ve yapılan sınıflandırmanın yüksek bir doğruluğa eriştiği tespit edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3: Sınıflandırma doğruluk testi

Sınıf Adı	Referans Toplam	Sınıflandırılmış Toplam	Doğru Nokta Sayısı	Üretici Doğruluğu	Kullanıcı Doğruluğu
Orman	69	70	89	%86.00	%88.57
Toprak alanlar	18	22	16	%88.89	%72.73
Çaylık alanlar	10	5	4	%40.00	%80.00

### 4.3 CBS

Bu çalışmaların ardından elde edilen çıktılar, seçili kullanım türlerinin ne tür bir risk altında olduğunun belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Bu doğrultuda CBS'den yararlanılarak birtakım analizler yürütülmüştür. Bilinmektedir ki CBS bu tip çeşitli veri kaynaklarından gelen farklı verilerin bir arada incelenmesinde ve bu girdilerin farklı ölçeklerdeki ilişkilerinin analiz edilmesinde çok önemli bir araç olarak kullanılabilir (URL 5). Bu çalışmada da bu özelliklerinden yararlanılarak analizler yapılmıştır. Bu amaçla ArcInfo 9.2 yazılımı kullanılmıştır. Eldeki verilerin raster formatında olmasından ötürü de söz konusu yazılımın "Spatial Analyst" modülünde bulunan "Raster Calculator" alt modülünden yararlanılmıştır. Raster Calculator modülü iki farklı raster verisinin özneliklerinin ilişkisinin hesaplanmasında çok etkili bir araçtır. Yürütülen analizler eldeki heyelan tehlike verisine ait öznelikler ile uzaktan algılama sınıflandırma sonuçlarından elde edilen verilere ait öznelikler çakıştırılarak üretilmiştir. Örneğin heyelan analizine ait tabaka olan "shalstab\_100" ile sınıflandırma verisine ait "sınıf\_kes" tabakasının ilgili tablolarının çakıştığı noktalar analiz edilmiş ve heyelan tehlikesinin hangi bölgede ne oranda olduğu tespit edilmiştir. Bunun sonucunda da Tablo 4'de yer alan verilere ulaşılmıştır.

Tablo 4: Heyelan tehlikesi altında bulunan alanların dağılımları

	Yerleşim	Çaylık Alan	Orman
Tamamen Duraysız	20 ha	2038 ha	39443 ha
Duraysız	35 ha	5580 ha	83496 ha
Kararsız	36 ha	6311 ha	58604 ha

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda çok önemli veriler elde edilmiştir. Tablo 4'deki bulgular göstermektedir ki Rize ilinde riskli bölgelerdeki yapılaşma tehlikeli bir boyuttadır. Tamamen duraysız bölgede 20 hektar, duraysız bölgede 35 hektar, kararsız yapıdaki bölgede de 36 hektar yerleşim alanı hesaplanmıştır. Rize ili genelindeki yapılaşma ve yerleşim eğilimi dikkate alındığında, ortalama bir yerleşim alanının 500 m<sup>2</sup> olduğu varsayılırsa toplamdaki 91 hektar alanın yaklaşık 1800 adet yerleşim alanına denk geldiği öngörülebilir. Bu sayı çok önemli bir büyüklüktür ve çok sayıda insan hayatının tehlikede olduğunun kanıtıdır. Bunun yanında bölge halkının en önemli geçim kaynağı olan çaylık alanlarının da büyük bir risk altında olduğu tespit edilmiştir. Çay ekili alanların yaklaşık yarısı kadarının riskli bölgede bulunduğu ve halkın güvenliği ve ekonomik yapısının korunması adına bu türde kullanımın da minimuma indirilmesi gereklidir.

Bu sonuçlar karar mekanizmaları için çok büyük bir öneme sahiptir. Bu veriler sayesinde hangi bölgelerin ne büyüklükte bir tehlike altında olduğu belirlenmiştir. Bu sayede kentin hangi bölümlerinin yerleşime uygun hangi bölgelerinin riskli olduğu belirlenmiştir. Şüphesiz ki yerleşime uygunluk konusunda daha derinlemesine araştırmalar yapılması gerekmektedir. Ancak bu çalışma sonucunda üretilen verinin bu yönde yapılacak araştırmalara altlık niteliği taşıdığı da ortadadır. Ayrıca bu doğrultuda gelecekte şehrin ne yönde ve ne şekilde yapılaşması gerektiğine dair oluşturulacak planlarda da bu verilerin etkin bir biçimde kullanılabilmesi rahatlıkla öngörülebilir. Elde edilen bu sonuçlar yine benzer bir mantıkla olası kentsel dönüşüm projeleri için de kullanılabilir. Bu avantajlara ek olarak, acil durum anında yetkili kurumun ne şekilde hareket edeceği, nasıl bir büyüklükte yardım sağlayacağı, kaç kişinin hayatının tehlikede olduğu, bu bölgelere en uygun ulaşımın hangi araç tipiyle ve hangi güzergâh üzerinden sağlanacağına dair acil durum yönetimine altlık oluşturabilecek nitelikte bir sonuca varılmıştır. Karar mekanizmaları bu verilerden yararlanılarak acil durum anında müdahale yeteneklerini güncelleyerek daha etkin ve çevik bir yapıya kavuşabilirler. Bu özelliğiyle de elde edilen bulgular etkin bir şekilde müdahale imkânı sağlamaktadır.

Özetlemek gerekirse Rize'nin gelişimine katkıda bulunacak çok değerli bulgulara varılmıştır. Rize'de heyelan tehlikesine karşı alınacak önlemlere altlık oluşturabilecek yüksek doğrulukta veri üretilmiştir. Ancak bu çalışmaların daha doğru sonuçlara ulaşabilmesi için benzeri jeolojik çalışmalar ile uzaktan algılama analizleri belirli sıklıklarda yapılmalıdır. Jeolojik çalışmalar daha yüksek çözünürlükte güncellenmeli, uzaktan algılama çalışmaları da güncel kullanım türü verisinin sağlanması adına yinelenmelidir. Böylelikle Rize'nin her daim heyelan tehlikesine karşı yönetim bazında hazırlıklı olması sağlanabilir. Son olarak da heyelan olgusunun halk tarafından benimsenmesi ve yönetimlerin bu doğrultuda eğitim çalışmaları yürütmesi gerekmektedir. Çünkü her ne kadar tehlikeli olursa olsun insanları sahibi olduğu topraklardan koparmak onların yararına bile olsa çok zor bir iştir ve sosyolojik boyutu bulunması itibarıyla en az teknik konulara gösterilen önem kadar üzerinde durulması gereken bir husustur. Ancak bu şekilde afetlere karşı tam anlamıyla bir koruma sağlanabilir, insan hayatları kurtulabilir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yazarları, öncelikle RABİS projesini hayata geçiren, bütün bu araştırma ve geliştirme sürecini başlatan, onu her anlamda destekleyen ve yürüten, her türlü imkânı sağlayan ve şu anda görevini İTÜ Rektörü olarak sürdüren Prof. Dr. Muhammed Şahin'e teşekkürü borç bilir. Ayrıca proje boyunca araştırmacı olarak çalışmaları düzenleyen, organize eden, yönlendiren Jeoloji çalışma grubundan Prof. Dr. Okan Tüysüz'e, Prof. Dr. Can Genç'e, Araş. Gör. Dr. Ufuk Tari'ya, Afet Bilgi Sistemi grubundan Prof. Dr. Ergin Tari'ya, Y. Doç. Dr. Zeki Coşkun'a ve ölçme tekniği proje odası çalışanlarına, Uzaktan Algılama grubundan Prof. Dr. Nebiye Musaoğlu ve Y. Doç. Dr. Şinasi Kaya'ya, Meteoroloji grubundan Prof. Dr. Mehmet Karaca'ya, Doç. Dr. Ömer Lütfi Şen'e ve Araş. Gör. Dr. Tayfun Kindap'a sonsuz teşekkürlerimizi sunarız.

## KAYNAKLAR

Dietrich, W.E., Bellugi, D., Real de Asua, R., 2001, *Validation of the Shallow Landslide Model, SHALSTAB, for Forest Management, in Wigmosta, M.S. and Burges, S.J. eds., Landuse and Watersheds: Human Influence on Hydrology and Geomorphology in Urban and Forest Areas: Washington, D.C., American Geophysical Union, v. 2, p. 195-227. 124*

Erguvanlı, K., 1982. *Mühendislik Jeolojisi*, İ.T.Ü. Yayını, 590 s.

Sahin M. vd., 2008, *Rize Disaster Management and Early Warning Systems*, Proceedings of TIEMS 15th Annual Conference, 14-18 Haziran, Prag, Çek Cumhuriyeti

URL 1, USGS nternet sitesi, *Landslide Types and Processes – Mayıs 2004*, <http://pbs.usgs.gov/fs/2004/3072/>, 1 Nisan 2009.

URL 2, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası Trabzon Şubesi internet sitesi, *Heyelanlar, Önlenmesi ve Düzeltilmesi* <http://trabzonjfmoo.googlepages.com/home3223>, 1 Nisan 2009.

URL 3, İskoçya Hükümeti resmi internet sitesi, *İskoç Yol ağı Heyelan Çalışma Raporu - 2005* <http://www.scotland.gov.uk/Publications/2005/07/08131738/17507>, 3 Nisan 2009

URL 4, Rize Valiliği resmi internet sitesi, *Rize'nin Coğrafi Yapısı*, <http://www.rize.gov.tr/test/tr/index.asp?SayfaNo=252>, 3 Nisan 2009

URL 5, ESRI internet sitesi, *Essays on Geography and GIS – Eylül 2008*, <http://www.esri.com/library/bestpractices/essays-on-geography-gis.pdf>, 3 Nisan 2009

Varnes, D.J., 1978. *Slope movement and types and processes in landslides analysis and control*, Transportation Research Board, National Academy of Sciences, Washington, D.C., Special Report 176.