

**Makale  
(Article)**

## **Deprem ve Patlatmaların Rize Bölgesi Heyelanlarına Etkisi**

**Selçuk REİS<sup>1</sup>, Temel BAYRAK<sup>2</sup>, Murat ERDURAN<sup>3</sup>, Ali YALÇIN<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Yrd. Doç. Dr. Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, Aksaray

<sup>2</sup>Doç. Dr. Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane

<sup>3</sup>Yrd. Doç. Dr. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Trabzon

<sup>4</sup>Yrd. Doç. Dr. Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Aksaray

[sreis@aksaray.edu.tr](mailto:sreis@aksaray.edu.tr), [tbayrak@ktu.edu.tr](mailto:tbayrak@ktu.edu.tr)

### **Özet**

Heyelan araştırmaları, literatürde, genelde heyelan-yağış ilişkileri dikkate alınarak gerçekleştirilmektedir. Heyelanların sebep ve sonuçlarını ortaya çıkarmak için yapılan birçok araştırmada genel olarak heyelan-yağış ilişkileri dikkate alınır ve analizler buna göre yapılır. Bu bağlamda heyelanların zamansal oluşumu farklı tipte çözünürlüğe sahip yağış modelleri ile izlenir ve kontrol edilir. Ancak heyelanların sebebini sadece meteorolojik olaylara bağlamak her zaman doğru değildir. Yağışın yanı sıra boşluk suyu basıncında artış, topukta kütle kaybı, dik yamaçlar, yüzeydeki yüklerde artış gibi statik etkenler ve depremler, dinamit patlatmaları, trafik kaynaklı titreşimler, taş kırma ocaklarından kaynaklanan titreşimler gibi dinamik etkenler de heyelanlara sebep olabilir. Bu çalışmada, Rize heyelanları için heyelan duyarlılığına etki eden dinamik güçlerden deprem ve patlatma aktivitelerinin yağış verileri ile desteklenerek heyelanların meydana gelmesindeki olası tesirleri Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak konumsal olarak incelenmiştir. Çalışmada heyelanların konum ve tarihleri Rize Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 1964-2006 yılları arasında tutmuş olduğu jeolojik etüt raporlarından uygun olanlar seçilerek alınmıştır. Çalışma sonucunda, dördüncü derece deprem kuşağında bulunan Rize’de depremlerin heyelan oluşumunda doğrudan etkisinin varlığı tespit edilememiş, patlatmaların ise bazı ilçelerde ocak mesafesine bağlı olarak etkili olduğu sonucu çıkarılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Rize, deprem, patlatma, heyelan, yağış, CBS

## **Earthquakes And Blasting Effects On Rize Landslides**

### **Abstract**

Landslides studies carry out regarding relationships between landslides and rainfall. Temporal occurrence of landslides are observed and controlled with several rainfall models. However, because of landslides cannot be attributed only meteorological activities. Dynamic factor such as earthquakes, blasting, vibrations, steep slopes etc., as well as meteorological events, also can cause landslides. In this study, temporal occurrence of landslides for Rize due to earthquakes and blasting effect were analyzed by using CBS. As a result, a direct effect wasn't found between landslide occurrence and dynamic effects.

**Keywords:** Earthquakes, blasting, landslides, Rize

*Bu makaleye atıf yapmak için*

*Reis S., Bayrak T., Erduran M., Yalçın A. " Deprem ve Patlatmaların Rize Bölgesi Heyelanlarına Etkisi" Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi 2009, 1(3) 34-55*

*How to cite this article*

*Reis S., Bayrak T., Erduran M., Yalçın A. " Earthquakes and blasting effects on Landslides" Electronic Journal of Map Technologies, 2009, 1(3) 34-55*

## 1. GİRİŞ

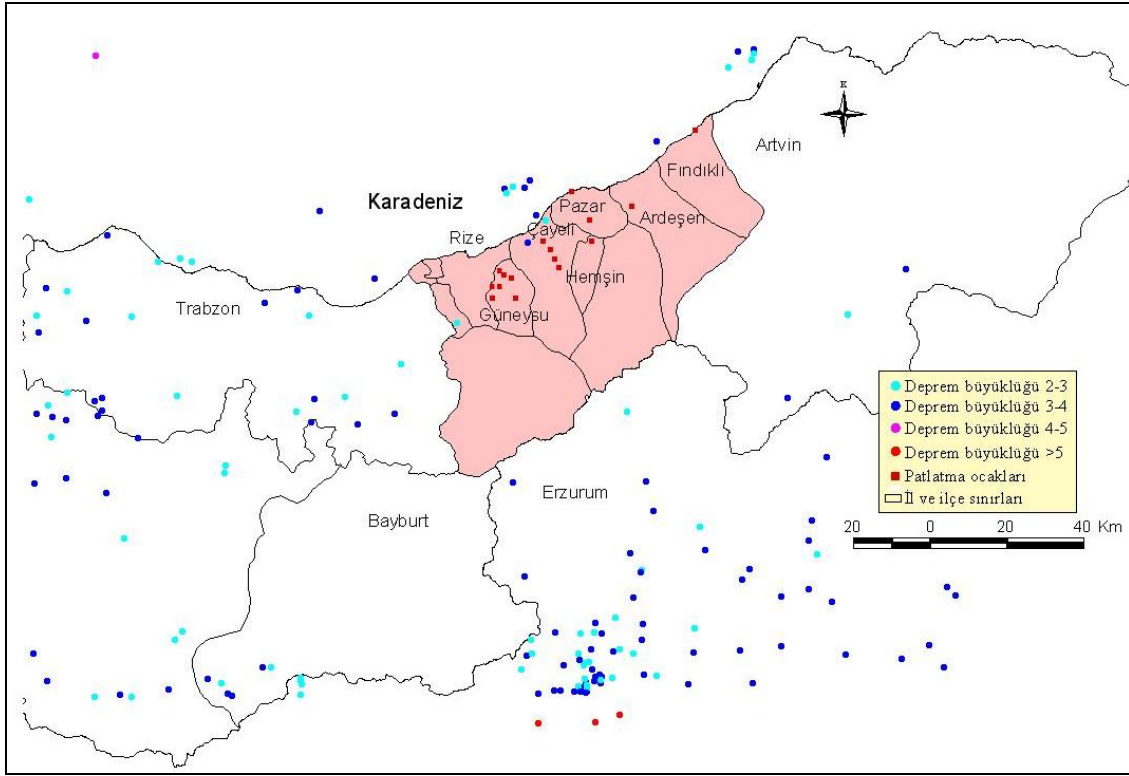
Rize’de meydana gelen heyelanlar ve seller oluşma sıklığı açısından ülke gündeminde sürekli yer alan bölgeye ait en önemli doğal afetler durumundadır. Hemen her yıl gerçekleşen heyelan ve sel afetleri çok fazla sosyal ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Yoğun yağış, bu bölgede meydana gelen doğal afetlerin en önemli nedeni olarak görülmektedir. Yağışın heyelanı tetikleyen ana unsurlardan biri olduğu, heyelanların zamansal oluşumunun farklı tipte çözünürlüğe sahip yağış modelleri ile izlendiği ve kontrol edildiği de yaygın olarak bilinir [1]. Yapılan birçok uygulamada genelde heyelan-yağış ilişkileri dikkate alınır ve analizler buna göre yapılır. Ne var ki heyelanların sebebi sadece yağış değildir. Yağışın yanı sıra boşluk suyu basıncında artış, topukta kütle kaybı, dik yamaçlar, yüzeydeki yüklerde artış gibi statik etkenler ve depremler, dinamit patlatmaları, trafik kaynaklı titreşimler, taş kırma ocaklarından kaynaklanan titreşimler gibi dinamik etkenler de heyelanlara sebep olabilir [2]. Zamanla oluşan depremlerden kaynaklanan sismik aktiviteler ve taş ocakları vs. gibi tesislerde yapılan patlatmalar ve patlatma sonucu meydana gelen titreşimler yakın çevredeki heyelanların oluşumuna katkıda bulunabilmektedir [3].

Çalışma konusu olan Rize heyelanları için tutulan resmi heyelan kayıtlarının tümünde heyelanların sebebinin yağış olduğu kayıt altına alınmıştır. Ancak kayıtlar hazırlanırken heyelanların oluştuğu zamanlarda meydana gelen depremler ve heyelan alanlarına yakın tesislerde yapılan patlatmaların yapabileceği tesirler göz ardı edilmiştir. Heyelanlara etkisi olabilecek olan deprem ve patlatma aktivitelerinin etkileri verilerden ayıklanmamış ve sonuç kararları buna göre verilmiştir.

Bu çalışmada Rize heyelanları için heyelan duyarlılığına etki eden dinamik güçlerden deprem ve patlatma aktivitelerinin heyelanların meydana gelmesindeki olası tesirleri konuma ve zamana bağlı olarak araştırılmıştır. Çalışma, Rize genelinde oluşan heyelanlar üzerinde deprem ve patlatma faaliyetlerinin etkisinin olup olmadığının belirlemesini amaçlamaktadır. Bu amaçla, heyelan, deprem ve patlatmalar arasındaki ilişkileri ortaya çıkarmak için Coğrafi Bilgi Sistemlerinin konumsal analiz fonksiyonlarından yararlanılmıştır.

Çalışmada istatistik sonuçların elde edilebilmesi için patlatma, deprem, yağış ve heyelan verileri kullanılmıştır. 2000–2006 yıllarına ait patlatma katalog veri kayıtları kullanılarak bölgede faaliyet gösteren patlatma yapan tesisler tespit edilmiştir. Bu tesislerin koordinatları belirlenerek, harita üzerine işlenmiş ve tesislerde yapılan patlatma değerleri oluşturulan veri tabanına aktarılmıştır. Bu kayıtlara göre taşocağı patlatmaları Güneysu, Çayeli, Pazar, Hemişin, Ardeşen ve Fındıklı ilçelerinde yapılmıştır. Bu patlatmalar, özellikle Karadeniz sahil yolunun yapımına başlanması ile birlikte artmıştır. 2001-2006 yılları arasında 15 farklı noktada kayıt tutulan toplam 1.360 patlatma olmuştur. Bölgenin aletsel deprem aktivitesi 2000-2007 yılları arasında magnitudü 2’den büyük olmuş depremler için IRIS (Incorporated Research Institutions for Seismology) ve UDİM (Boğaziçi Üniversitesi Ulusal Deprem İzleme Merkezi) deprem kataloglarından elde edilmiştir. Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımı ile 67 depremin meydana geldiği yerler ve büyüklüklerini içeren veri tabanı oluşturulmuştur. Patlatma yapılan yerler ve meydana gelen deprem lokasyonlarına ait Rize il sınırları içerisindeki konumsal bilgiler Şekil 1’de görülmektedir.

32 yıllık (1975–2006) iklim verileri ile bölgenin yağış-sıcaklık durumu ortaya konmuş ve 43 yıllık (1964–2006) jeolojik etüt raporları ile heyelanlar ve oluştuğu yerler tespit edilmiştir. Heyelan etüt raporlarından elde edilen heyelanlara ait konumsal ve öznitelik bilgileri (heyelan yeri, zamanı, hasar durumu, vb.) veri tabanına aktarılmıştır. Böylece, ilçe bazında patlatma, deprem, heyelan ve yağış verilerinin birbirleriyle ilişkilendirilmesi çalışmaları için verilerinin hepsinin bir arada mevcut olduğu bir konumsal veri tabanı oluşturulmuş ve yıllara göre analizler yapılmıştır.



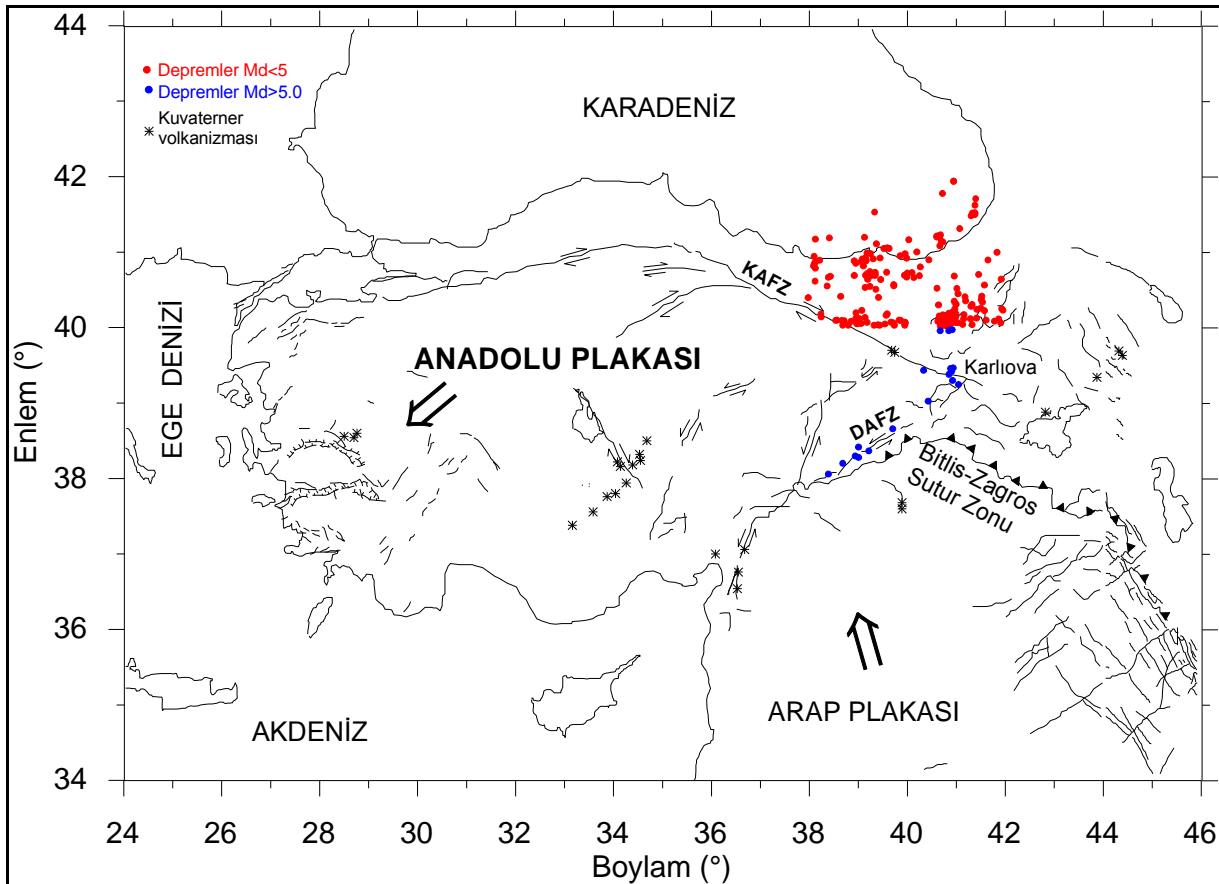
Şekil 1. Taş ocağı patlatma ocakları ve bölgesel depremlerin konumsal dağılımı

## 2. HEYELAN-DEPREM İLİŞKİSİ

Bir deprem meydana geldiği zaman, depremden kaynaklanan yer sarsıntısı çoğu zaman depremden önce yüksek derecede veya orta derecede dayanıklı olan şevlerin yenilmesine neden olabilmektedir. Sonuçta oluşan hasar, şevin geometrisine ve materyal özelliklerine bağlı olarak çok önemsiz ile çok yıkıcı aralığında değişebilmektedir. Kayıtları M.Ö. 1789 gibi çok eski tarihlere giden deprem kaynaklı heyelanlar tarih boyunca çok büyük hasarlara yol açmıştır [4-5]. Birçok depremde heyelanlardan dolayı oluşan hasarlar diğer sismik tehlikelerin neden olduğu hasarın toplamından daha fazla olmuştur. Örneğin, 1964 Alaska depreminde meydana gelen zararın yaklaşık olarak %56'sının deprem kaynaklı heyelanlardan ileri geldiği rapor edilmiştir [6]. Depremler heyelanların ana nedenleri arasındadır ve büyük depremler binlerce heyelan üretebilmektedir. Keefer 1984'te heyelanları tetikleyen depremin 14 tipini tanımlamıştır. Deprem kaynaklı heyelanların geçmiş depremler sırasında hangi şartlar altında olduğunun bilinmesi kararlılık analizlerinin ön değerlendirmeleri açısından oldukça gereklidir. Depremden kaynaklanan heyelan hareketleri, artan deprem büyüklüğü ile birlikte daha kapsamlı olarak meydana gelir. Benzer şekilde, deprem kaynağından uzaklaştıkça deprem kaynaklı heyelan oluşumu da azalır. Keefer (1984)'e göre magnitüdü (M) 4,0'ten küçük uzak depremlerin heyelanları tetiklemesi oldukça nadir olmaktadır. Bunun yanı sıra  $M > 5-6$  ve daha büyük olan deprem örneklerinden jeolojik yapıya bağlı olarak heyelanların oluşumunda depremlerin etkin olacağı tespit edilmiştir [7-8].  $M < 5$  olan depremler yaklaşık 20 km' den daha düşük dış merkez uzaklıklarında ve  $M=7.0$  ise yaklaşık 200–250 km' den daha düşük dış merkez uzaklıklarında heyelanları etkileyebilmektedir. Bunun yanı sıra Keefer (1984) heyelan ve magnitüd dağılımı arasında,  $M=0$  büyüklüğünde ki depremin  $0 \text{ km}^2$  ve  $M=9.2$  büyüklüğünde ki depremin  $500.000 \text{ km}^2$  lik alanı etkileyeceğini göstermiştir.

Türkiye'nin neotektonik yapısı Arap ve Afrika levhalarının Anadolu plakasını sıkıştırması sonucu biçimlenmiştir. Türkiye' de genç tektonik dönem 11 milyon yıl önce Arap yarımadasının Anadolu' ya çarpması ile başlamıştır. Bu çarpışmanın ardından önce Doğu daha sonra da tüm Anadolu sıkışıp

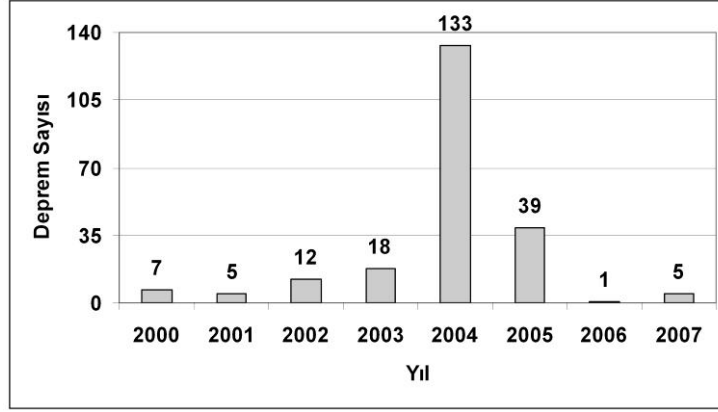
kalınlaşmış, bu kalınlaşma neticesinde kıtasal kabuğun alt kesimleri ergiyerek yaygın Doğu Anadolu volkanizmasını oluşturmuştur. Bu kalınlaşmanın kıtasal kabuğun karşılamayacağı bir seviyeye ulaşmasının ardından Anadolu batıya doğru hareket etmeye başlamıştır. Anadolu'nun batıya hareketi sağ yanal atımlı Kuzey Anadolu (NAFZ) ve sol yanal atımlı Doğu Anadolu (EAFZ) fayları boyunca gerçekleşmiştir (Şekil 2). Bu bağlamda çalışma bölgesi gerek jeolojik ve morfolojik anlamda gerekse depremsellik açısından bu iki fay ve onları oluşturan sistemlerin etkisi altındadır [9-10-11-12]. Rize ili ve yakın çevresi Doğu Karadeniz Tektonik Biriminin kuzey doğusunda yer almaktadır [13]. Bu tektonik birim batıda Kızılırmak vadisinden, doğuda Gürcistan sınırına kadar yaklaşık 500–600 km uzunluğunda, kuzeyde Karadeniz kıyısından güneyde Kuzey Anadolu Fayına kadar yaklaşık 50–75 km genişliğinde metallojenik bir kuşaktır. Rize ve yakın civar bölgeleri yeryüzünün en aktif fay zonlarından biri olan Kuzey Anadolu Fay Zonunun yaklaşık 150 km kuzeyinde yer almakta olup, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma dairesi tarafından 1996 yılında hazırlanan Deprem Bölgeleri Haritasına göre IV. Derece bölgesi içerisinde bulunmaktadır. Kuzey Anadolu Fay Zonu Alp-Himalaya kuşağının en aktif alanlarından biri olup D-B doğrultulu ve buna dik yönde bulunan kırık sistemlerine sahiptir. KAFZ yaklaşık 1500 km uzunluğunda doğrultu atımlı sağ yönlü bir fay olup 500–1000 m arasında değişen genişliklere sahiptir.



**Şekil 2.** Anadolu plakasının tektonik haritası ve Rize civarında günümüze kadar meydana gelen bölgesel depremlerin dağılımı (Md>5.0 mavi renk, Md<5.0 kırmızı renk). Türkiye diri fayları ŞAROĞLU vd. (1992)' den alınmıştır.

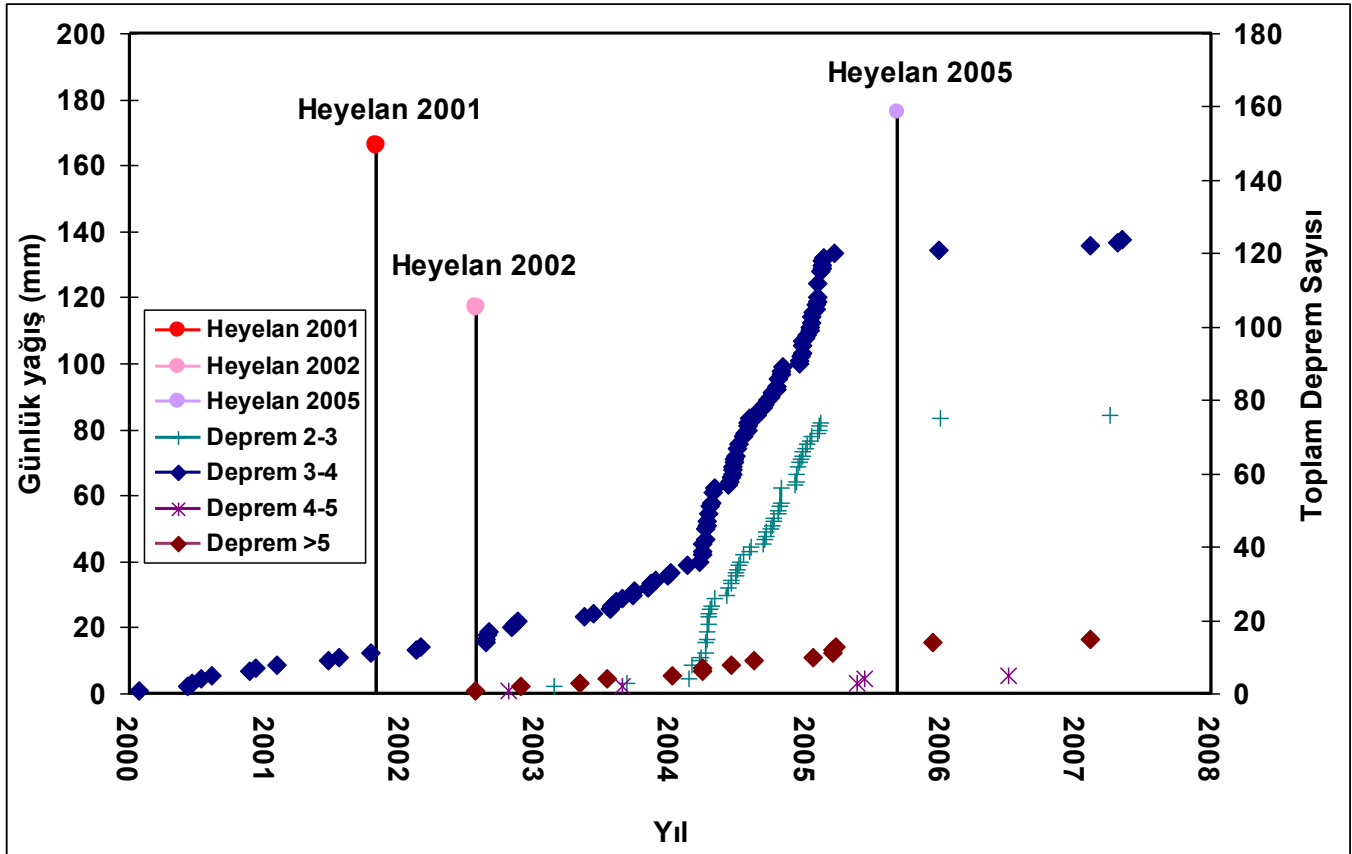
Bölgenin depremselliği açısından aktivitenin fazla olduğu ve deprem odak derinliklerinin sığ olduğu (0–30 km) tespit edilmiştir. Bu da Doğu Anadolu Bölgesi civarında olan depremlerin yakın bölgelerde güçlü

hissedilebilmelerini sağlayacaktır. Rize ve civarında 2000–2007 yılları arasında büyüklüğü 2 ile 5 arasında değişen 202 ve 5’den büyük 18 deprem kaydı tespit edilmiştir (Şekil 3 ve 4). Depremlerin dış merkez uzaklıklarının ilçelerdeki heyelanlara olan yakınlıkları sonraki bölümlerde ayrıntılı olarak analiz edilmiştir. Böylece 38–42 D ve 38–42 K boylamları arasında meydana gelen bir depremin heyelanların çok sık görüldüğü Doğu Karadeniz bölgesinde heyelanları tetiklemeşinin söz konusu olabileceği anlamına gelmektedir.



Şekil 3. Rize ve çevresindeki deprem sayısının yıllara göre dağılımı

Rize bayındırlık il Müdürlüğü tarafından tutulan heyelan kayıtlarına göre 2000 yılından itibaren 2001, 2002 ve 2005 yıllarında heyelanlar meydana gelmiştir. Rize bölgesindeki bu kayıtlardan alınan heyelan zaman dilimlerine ait günlük yağış ile bölge çevresinde meydana gelen depremlerin sayısal ilişkisi Şekil 4’ de gösterilmiştir. Heyelanlar günlük yağış miktarlarının toplamının 100 mm’ nin üzerinde olduğu durumlarda gerçekleşmiştir. Bölge ve yakın civarındaki depremlerin süre magnitüdlerinin (Md) genel olarak 3-4 arasında yığıldığı gözükmektedir. Buna ilaveten deprem sayısında artan yıllara göre bir artış söz konusudur. 2002 ve 2005 yılları arasında deprem kümülatif oluş sayısı 20’ lerden 120’ ler seviyesine çıkmıştır ve 2005 deki heyelanın oluşmasında tetikleyici bir faktör olarak dikkat çekmektedir.



Şekil 4. Rize ili heyelan ve deprem verilerinin karşılaştırılması

### 3. HEYELAN-TAŞOCAĞI İLİŞKİLERİ

Doğu Karadeniz Bölgesinde Karadeniz Sahil Yolu çalışmaları nedeniyle gerekli olan taş ihtiyacı için birbirini ardına çok sayıda taşocakları devreye sokulmuştur. Taşocağı malzemesi açısından oldukça zengin olan Doğu Karadeniz Bölgesi, taşocağı işletmeciliği açısından ise bir hayli sıkıntılıdır. Özellikle dolgu malzemesi için iri ve büyük boyutlu malzemenin dere yataklarından sağlanamaması taşocağı işletilmesini mecburi kılmıştır [14-15-16]. Patlatmalar sonucunda en fazla hissedilen ve problem olan olay yer sarsıntılarıdır. Yer sarsıntısının özellikleri ve niteliği; patlatma tasarımı, ateşlenen patlayıcı miktarı, ateşleme aralığı ve bölgenin jeolojisi/kaya özelliğinden etkilenir. Patlatma kaynağından uzaklaştıkça, sarsıntının özellikleri ve niteliği değişebilmektedir [17-18]. Yer sarsıntıları bölgede depremler ile benzer etkiler yaparlar. Oluşan sarsıntıların büyüklüğü binalarda kalıcı hasarların meydana gelmesine ve bölge jeomorfolojisinde değişikliklere sebep olabilmektedir. Sarsıntı büyüklüğünün değerini saptamak için aletsel kayıtlardan elde edilen sarsıntı ivme, yer değiştirme ve hız ölçütleri kullanılarak bölgesel analizler yapılır. Patlatma sonrası herhangi bir noktadaki yer hareketinin büyüklüğünü belirleyen etkenlerin başında, patlatılan patlayıcı madde miktarı ve atım yapılan yerin etkilenen yere olan uzaklığı gelmektedir. Buna göre sarsıntı büyüklüğü patlayıcı madde miktarının çoğalması ile artacak, mesafenin büyümesi ile de azalacaktır. Diğer en önemli faktör ise patlatma yapılan yerin jeolojik yapısı, fiziksel ve mekanik özellikleri ve topografyasıdır. Doğu Karadeniz Bölgesinde taş ocakları ile yerleşim birimleri genelde oldukça yakın hatta iç içe durumdadır. Özellikle birçok yerleşim birimi taşocağına 200-300 m' den daha yakın konumdadır [20].

Rize Valiliğinden alınan kum, çakıl ve taş ocaklarına ait envanterlerden edinilen bilgilere göre il genelinde 12 ilçede irili ufaklı toplam 45 adet tesisin faaliyet gösterdiği ve bu tesislerden 16 tanesinde patlatma yapıldığı tespit edilmiştir. Taşocağı tesislerinin ilçelere göre dağılımları Tablo 1’ de verilmiştir.

**Tablo 1. Rize’de faaliyet gösteren taşocağı tesisleri**

İlçeler	Toplam Tesis Sayısı	Patlatma Yapılan Tesis Sayısı
Ardeşen	8	1
Çayeli	9	4
Derepazarı	-	-
Fındıklı	2	1
Güneysu	8	7
Hemşin	3	1
İkizdere	1	-
İyidere	2	-
Kalkandere	5	-
Merkez	4	-
Pazar	3	2
<b>Toplam</b>	<b>45</b>	<b>16</b>

Richter ölçeğine göre büyüklüğü 2 olan bir deprem yaklaşık maden ocağı patlamasına denk gelen 1 tonluk TNT patlayıcısının meydana getirdiği sismik enerji meydana getirir. Örneğin yerçekimi ivme değeri 0.015 gal - 0.02 gal olan bir taşocağı patlatması IV şiddetinde ya da 4.5 büyüklüğündeki bir depreme karşılık gelir. Eğer ivme değeri 0.10 g – 0.2 g arasında ise VII şiddetinde ve 6.2 büyüklüğünde bir depreme karşılık gelir [19]. Deprem Araştırma Dairesi Afet İşleri Genel Müdürlüğüne göre 4. derece deprem bölgesi (Rize ili) için beklenen ivme değeri 0.1 gal ile 0.2 gal arasında değişmektedir. Bu durum çalışma bölgemizdeki taş ocağı patlatmalarının heyelan oluşumlarında deprem etkisi kadar tesirli olacağı bilgisini sunmaktadır. Sonuç olarak, heyelan oluşumlarında yerleşim yerlerine yakın olan taşocaklarından yapılan ardıl ve şiddetli patlatmaların heyelan oluşumlarında ya da hareketin tetiklenmesinde bölgesel yağıştan sonra etki eden ikincil faktör olarak göz önünde bulundurulması gerektiği anlaşılmaktadır.

#### 4. HEYELAN-YAĞIŞ-PATLATMA-DEPREM İLİŞKİSİ

Çalışmada, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Elektronik Bilgi İşlem Müdürlüğü'nün (Ankara) Rize ili için hazırlanmış olduğu 32 yıllık (1975–2006) iklim verileri ve Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Afet Etüt ve Hasar Tespit Dairesi Başkanlığı Jeolojik Etüt ve İzleme Şube Müdürlüğü'nün heyelan ve sellerden kaynaklanan hasarların tespiti için hazırlanmış olduğu 43 yıllık (1964– 2006) jeolojik etüt raporları deprem ve patlatma ilişkilerinin ortaya koyulması aşamasında kullanılmıştır. Etüt raporlarında heyelan olayının gerçekleştiği yerin ilçesi, köyü, mahallesi, heyelan tarihi, afet türü, etüt tarihi, rapor tarihi, etüdü hazırlayan teknik eleman, etüdün amacı, önceki çalışmalar, heyelanlı alanın jeolojisi, heyelanla ilgili açıklamalar ve heyelanlı sahanın genel krokisi gibi kapsamlı bilgiler bulunmaktadır. Bu raporlarda verilen heyelan tarihlerinin bir kısmı (%49) heyelanın olduğu günü verirken geri kalanlar ise yağış periyodu olarak kayıt altına alınmıştır. Dolayısıyla heyelan kayıtlarından ancak yarısı bu çalışma kapsamında değerlendirilebilmiştir.

Deprem, patlatma ve heyelanlara ait konumsal ve öznitelik bilgileri Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımı olan ArcGIS 9.2 programı bilgisayar ortamına aktarılarak bir veri tabanı oluşturulmuştur. Böylece, depremler ve patlatmaların yerleri, oluş günleri ve saatleri, şiddetleri, heyelanların meydana geldiği yer, günü ve varsa saati, oluş nedeni, hasar durumu gibi bilgiler veri tabanı içinde toplanarak konum ile ilişkilendirilmiştir. Patlatma yapılan yerler ve meydana gelen deprem lokasyonlarına ait Rize il sınırları içerisindeki konumsal bilgiler Şekil 1’de gösterilmiştir. Şekil 1’ de Güneysu ve Çayeli ilçeleri

taşocaklarının yoğun olduğu yerleri ve Çayeli ve Pazar ilçeleri ise yerel deprem lokasyonlarına yakın olan uzaklıkları göstermektedir.

İlişkilendirme ve analiz çalışmaları ilçeler bazında yapılarak, patlatma, deprem, heyelan ve yağış verilerinin hepsinin bir arada mevcut olduğu 2001, 2002 ve 2005 yılları için yapılmıştır. Çalışma için 2000–2007 yılları deprem kayıtları, 1975–2006 yılları oluşma tarihi tam olarak bilinen heyelan kayıtları ve 2000–2006 yılları patlatma katalog bilgileri kullanılmıştır.

**Tablo 2.** İlçe bazında ilişkilendirme ve analiz yapılan yıllar

İlçe	Patlatma Kaydı Yıllar	Katalog Mevcut Yıllar	Heyelan Kaydı Mevcut Yıllar	Deprem Katalog Kaydı Mevcut Yıllar	İlişkilendirme Yapılan Yıllar
Ardeşen	2001, 2005, 2006		1975, 1976, 1977, 1983, 1985, 1988, 1991, 1993, 2001, 2002, 2003, 2005	2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007	2001, 2005
Pazar	2004, 2005, 2006		1951, 1965, 1977, 1985, 1986, 1988, 1989, 1995, 1996, 2000, 2001, 2002, 2005	2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007	2005
Hemşin	2004, 2005, 2006		1977, 1980, 1995, 2001, 2005	2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007	2005
Çayeli	2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006		1964, 1977, 1980, 1985, 1987, 1988, 1992, 1995, 1996, 2001, 2002, 2005	2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007	2001, 2002, 2005
Güneysu	2005, 2006		1968, 1987, 1988, 1995, 1996, 2002, 2005	2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007	2005

Tablo 2’den görüldüğü gibi verilerin hepsinin bir arada bulunduğu sadece 5 ilçede analizler gerçekleştirilmiştir. Bu bölümü izleyen kısımlarda her ilçe için analizler ayrıntılı bir biçimde verilmiştir.

## 5. İLÇE BAZINDA VERİLERİN ANALİZİ

Patlatmaların ve depremlerin heyelanlara olan etkisi ilçeler bazında analiz edilebilmesi için eşzamanlı verilerin bir arada bulunduğu yıllar için oluşturulan şekiller ve tablolardan yararlanılmıştır. Şekiller meydana gelen depremler, patlatmalar, günlük yağışlar ve heyelan oluşumuna ait bilgileri içermektedir. Şekillerde gösterilen olayın daha kapsamlı irdelenebilmesi için yani heyelan oluşumunda patlatma etkisini daha iyi kavrayabilmek için yardımcı veriler tablolar halinde ayrıntılı olarak verilmiştir. Tablolar heyelan meydana gelen ilçeleri, heyelan sayılarını, heyelandan etkilenen bina sayılarını, patlatma yapılan yere olan uzaklıklarını kapsamaktadır. Aşağıda alt başlıklar halinde verilecek olan analiz çalışmaları, özellikle patlatma kayıtlarının olduğu ilçeler seçilerek yapılmıştır.

### 5. 1. Ardeşen İlçesi Veri Analizi

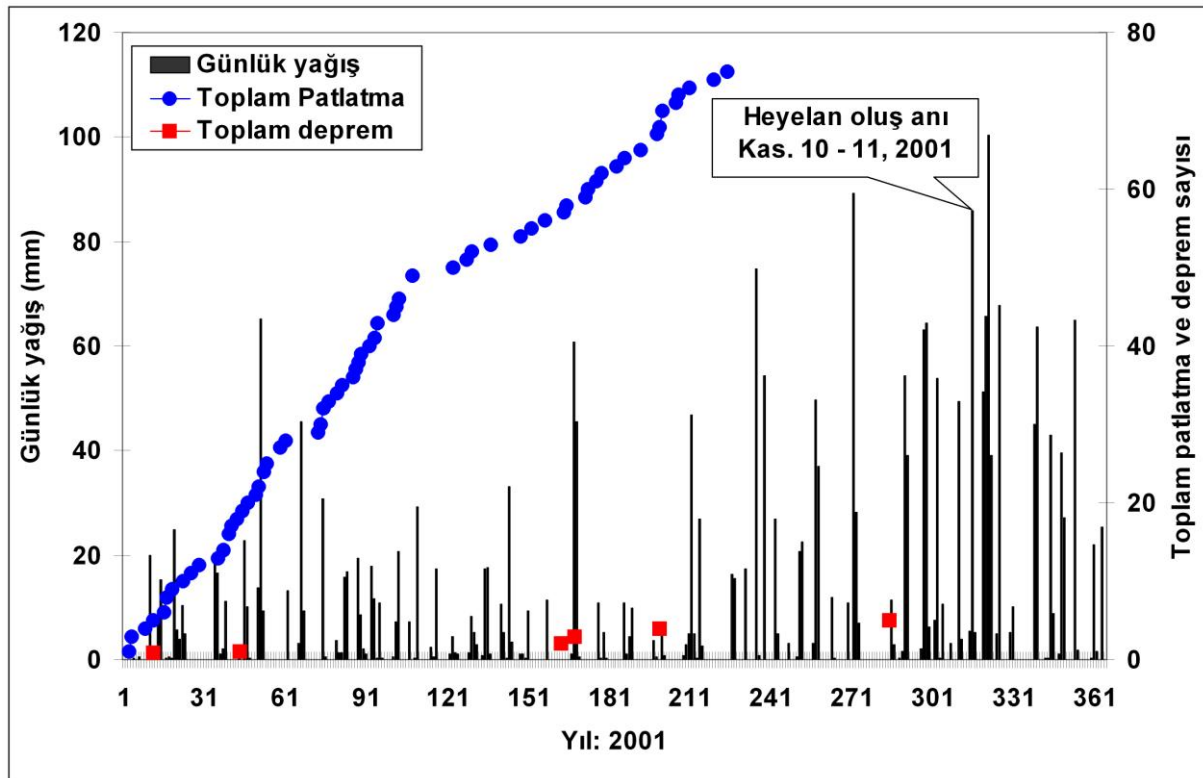
Ardeşen ilçesinde deprem, patlatma, heyelan ve yağış ilişkilerinin analiz edilebilmesi için eşzamanlı veriler 2001 ve 2005 yılları için mevcuttur. Bu nedenle sadece 2001 ve 2005 yıllarına ait analizler yapılmıştır. Ardeşen ilçesi sınırlarında toplam 8 adet taş ocağı tesisi faaliyet göstermektedir. Bu tesislerden sadece 1 tanesinin faaliyetlerinde patlatma yapılmaktadır. Patlatma faaliyetleri aylara göre 2001 ve 2005 yılları için Tablo 3’de verilmiştir. Tesiste patlatma faaliyetleri kayıtlara göre ağırlıklı olarak 2001’de yapılmıştır.



**Tablo 3.** Ardeşen taş ocağı patlatma sayısı bilgileri

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
2001	12	15	12	10	5	8	11	2					75
2005	1	2	5	5	3	2	1	2	1	1	3		26
<b>Toplam patlatma sayısı</b>													<b>101</b>

Ardeşen’de 2001 yılı için patlatma, deprem, heyelan ve yağış grafiği ise Şekil 5’de verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi heyelan olayı 2001 yılının 314 ve 315 günlerde gerçekleşen 2 günlük sağanak yağışın ardından meydana gelmiştir. Tam bu anda Ardeşen genelinde 19 heyelan vakası kayıtlara geçmiştir. Bu heyelanların sonucunda ise 73 bina için nakil kararı alınmıştır (Tablo 4).

**Şekil 5.** Ardeşen’de 2001 yılı için patlatma, deprem, heyelan ve yağış grafiği

2001 yılı içerisinde 5 adet deprem tespit edilmiştir. Depremlerin Ardeşen ilçesine uzaklıkları ortalama 130 ile 225 km arasında, büyüklükleri ise 3 ile 3.6 arasında değişmektedir. Bunun yanı sıra Ardeşen’de 2001 yılı içerisinde 75 adet patlatma kayıtlara geçmiştir. Patlatmalar şekilden de görüldüğü gibi 8. aya kadar yoğun bir biçimde artan sayıda devam etmiştir. Heyelan oluşumunda patlatma etkisini daha iyi kavrayabilmek için yardımcı veriler Tablo 4’de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Şekil 5’de heyelan oluş anında hiçbir deprem ve patlatma verisinin bulunmadığı açıkça gözükmemektedir. Özellikle çok uzakta ve heyelan oluş anından çok önce meydana gelen depremlerin heyelan oluşumunda hiç bir etkisinin olmadığı yeterli doğrulukla söylenebilir. Bunun yanı sıra, patlatmalar heyelan oluşma anından çok önce sıklıkla yapılmış ve patlatmaların yapıldığı yerlerin bazı köylere (örneğin; Kurtuluş, Akdere, Armağan, Seslikaya) olan uzaklığı oldukça yakın mesafededir (0.9-12.3 km). Bu durumda söz konusu patlatmaların ürettiği titreşimlerin, heyelanların oluşumunu kolaylaştırıcı etki yaparak, bu köylerde zemin yapısını tetiklemiş olma ihtimali vardır. Bu etki zeminin yoğun yağış miktarı alması ile etkileşerek zeminlerin kolaylıkla sökülebilirliğini ve yapıların hasar görmesine neden olmuştur.

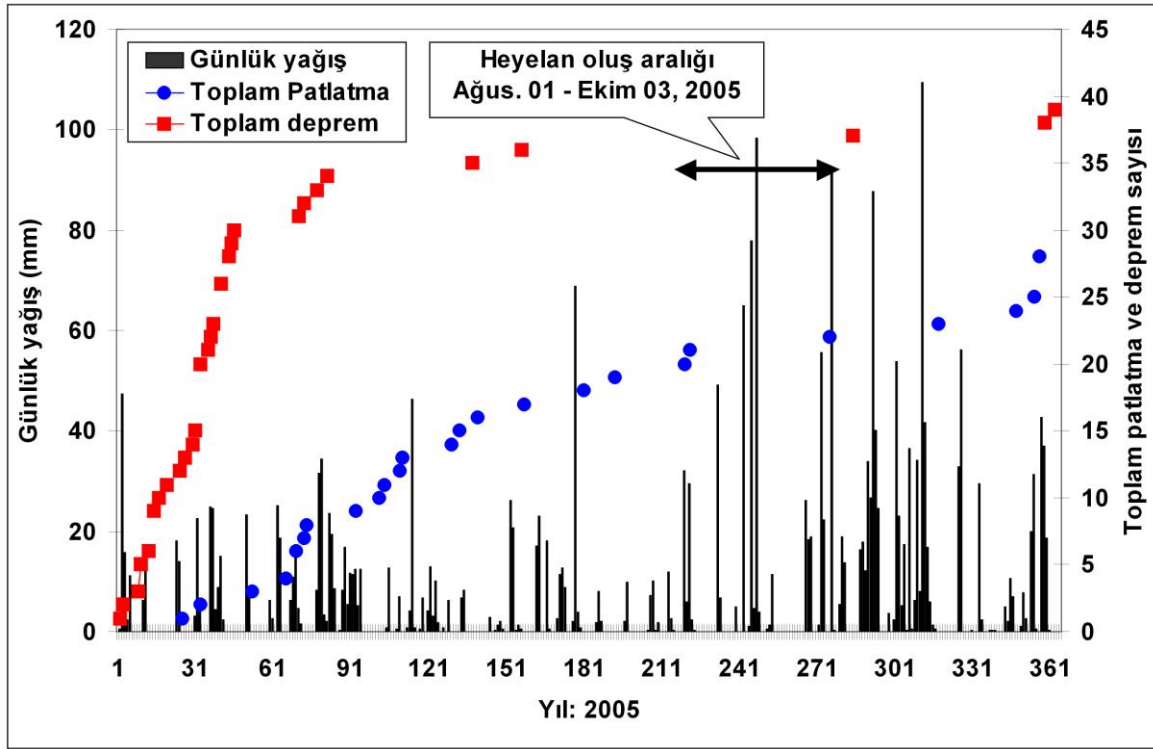
Ardeşen’de 2005 yılı için patlatma, deprem, heyelan ve yağış grafiği Şekil 6’da verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi heyelan olayı 2005 yılının 213 ve 276 günleri arasında gerçekleşen yaklaşık 63 günlük yoğun yağışın (toplam 552 mm) ardından meydana gelmiştir. Tam bu anda Ardeşen genelinde 4 heyelan vakası kayıtlara geçmiştir ve buna karşılık herhangi bir bina heyelan olayından etkilenmemiştir (**Tablo 5**).

**Tablo 4.** 2001 yılında Ardeşen’de meydana gelen heyelanların taş ocağı patlatmalarına uzaklıkları

<b>Köyler</b>	<b>Heyelan sayısı</b>	<b>Etkilenen bina sayısı</b>	<b>Patlamaya uzaklıklar (km)</b>
Yurtsever	1		8.5
Duygulu	1		3.4
Ortaalan	1	13	7.7
Kurtuluş	1	14	2.9
Gündoğan	1		6.4
Güney	1		7.6
Eskiarmutluk	1		11.1
Yukarı durak	1	4	7.8
Akdere	1	14	1.6
Kirazlık	1		5.5
Yeniyol	1		12.2
Armağan	1	5	3,8
Akkaya	1	1	0.9
Yamaçdere	1	4	3.9
Doğanay	1	5	4.0
Yeşiltepe	1	1	3,6
Küçükköy	1	11	7,6
Seslikaya	1	1	1,3
Yeniyol	1		12.3
<b>Toplam</b>	<b>19</b>	<b>73</b>	

2005 yılı içerisinde 39 adet deprem tespit edilmiştir. Depremlerin Ardeşen ilçesine uzaklıkları 5 tanesi hariç 100 km’den daha uzaktır. İlçeye yakın olan 5 depremin uzaklıkları 22, 27, 32, 78, 81 ve 98 km’dir. Depremlerin magnitüdüleri ise sırasıyla 2.9 ile 3.3 arasında değişmektedir ve az da olsa 30 km uzaklığa kadar zemini titreştirme etkisi gösterebilmektedir. İlçe yakınında gerçekleşen depremler 1, 2 ve 12. aylarda meydana gelmiştir. 2005 yılı içerisinde 28 adet patlatma kayıtlara geçmiştir. Patlatmalar şekilden de görüldüğü gibi tüm yıla yayılmıştır. Patlatmalardan sadece 1 tanesi heyelan oluş aralığının son günü olan 276. güne denk gelmiştir. Heyelan oluşumunda patlatma etkisini daha iyi kavrayabilmek için yardımcı veriler Tablo 5’ de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Şekil 6’dan heyelan oluş anında hiçbir deprem verisinin olmadığı ve sadece bir patlatma verisinin bulunduğu net bir biçimde gözükmektedir. Tablo 5 göz önüne alındığında, Şekil 5’ e bezer yakın patlatma uzaklıkları söz konusu olmasına rağmen patlatma maksimum sayısı 60 civarlarında kalmıştır.



Şekil 6. Ardeşen’de 2005 yılı için patlatma, deprem, heyelan ve yağış grafiği

Tablo 5. 2005 yılında Ardeşen’de meydana gelen heyelanların taş ocağı patlatmalarına uzaklığı

Köyler	Heyelan sayısı	Etkilenen bina sayısı	Patlamaya uzaklıklar (km)
Eskiarmutluk	1	-	11.2
Manganez	1	-	4.1
Sinan	1	-	5.7
Aşağıdurak	1	-	5.3
<b>Toplam</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	

## 5. 2. Çayeli İlçesi Veri Analizi

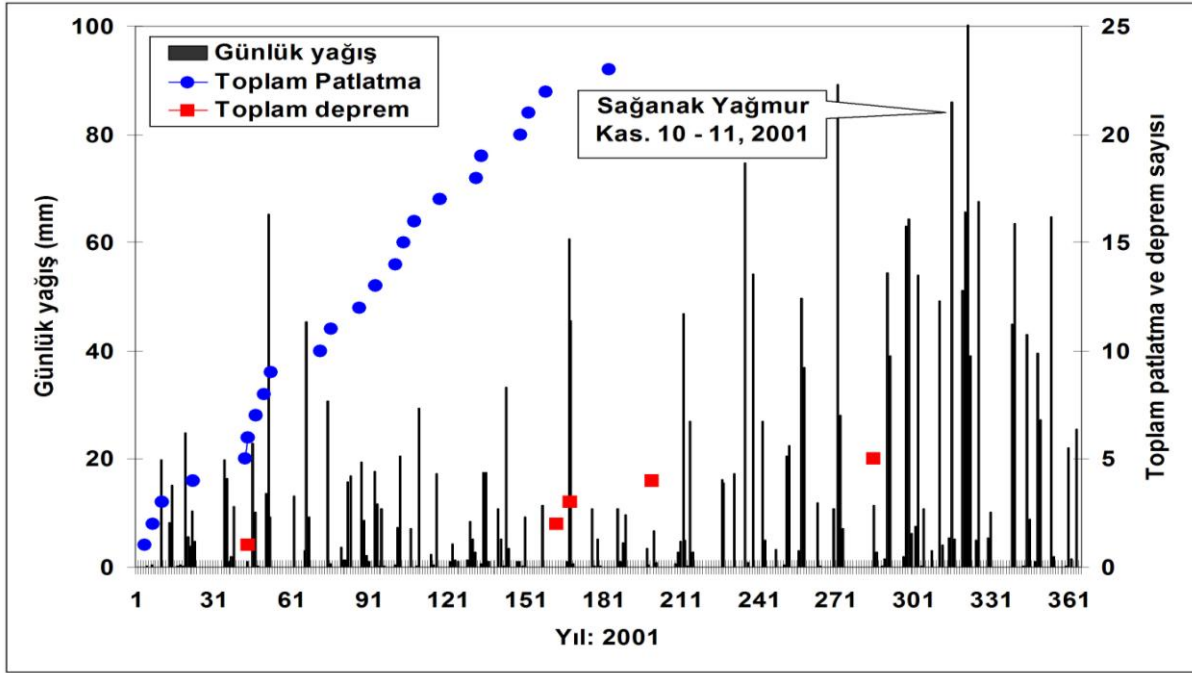
Çayeli ilçesinde deprem, patlatma, heyelan ve yağış ilişkilerinin analiz edilebilmesi için eşzamanlı veriler 2001, 2002 ve 2005 yılları için mevcuttur. Bu nedenle sadece bu yıllara ait analizler yapılmıştır. Çayeli ilçesi sınırlarında toplam 13 adet taşocağı tesisi faaliyet göstermektedir (Şekil 3). Rize ve civarında en çok patlatma yapılan taşocağı tesisleri bakımından Çayeli ilçesi 2’nci sıradadır ve bunlardan 4 tanesinde aktif patlatma yapılmaktadır. Çayeli ilçesine ait patlatma faaliyetleri aylara göre 2001, 2002 ve 2005 yılları için Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Çayeli taş ocağı patlatma kayıtları

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
2001	4	5	3	5	3	2	1						23
2002			1	1	2	1	2	2					9
2005	1	5	9	9	10	11	7	2	7	12	10	15	98
<b>Toplam patlatma sayısı</b>													<b>130</b>

Çayeli’de 2001 yılı için patlatma, deprem, heyelan ve yağış grafiği Şekil 7’de verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi heyelan olayı 2001 yılının 314 ve 315 günlerde gerçekleşen 2 günlük sağanak yağışın

ardından meydana gelmiştir. Tam bu anda Çayeli genelinde 13 heyelan vakası kayıtlara geçmiştir ve 18 bina için nakil kararı alınmıştır (Tablo 7).



Şekil 7. Çayeli 2001 yılı için patlatma, deprem, heyelan ve yağış grafiği

Tablo 7. 2001 yılında Çayeli’de meydana gelen heyelanlar ve taş ocağı patlatmalarına uzaklıkları

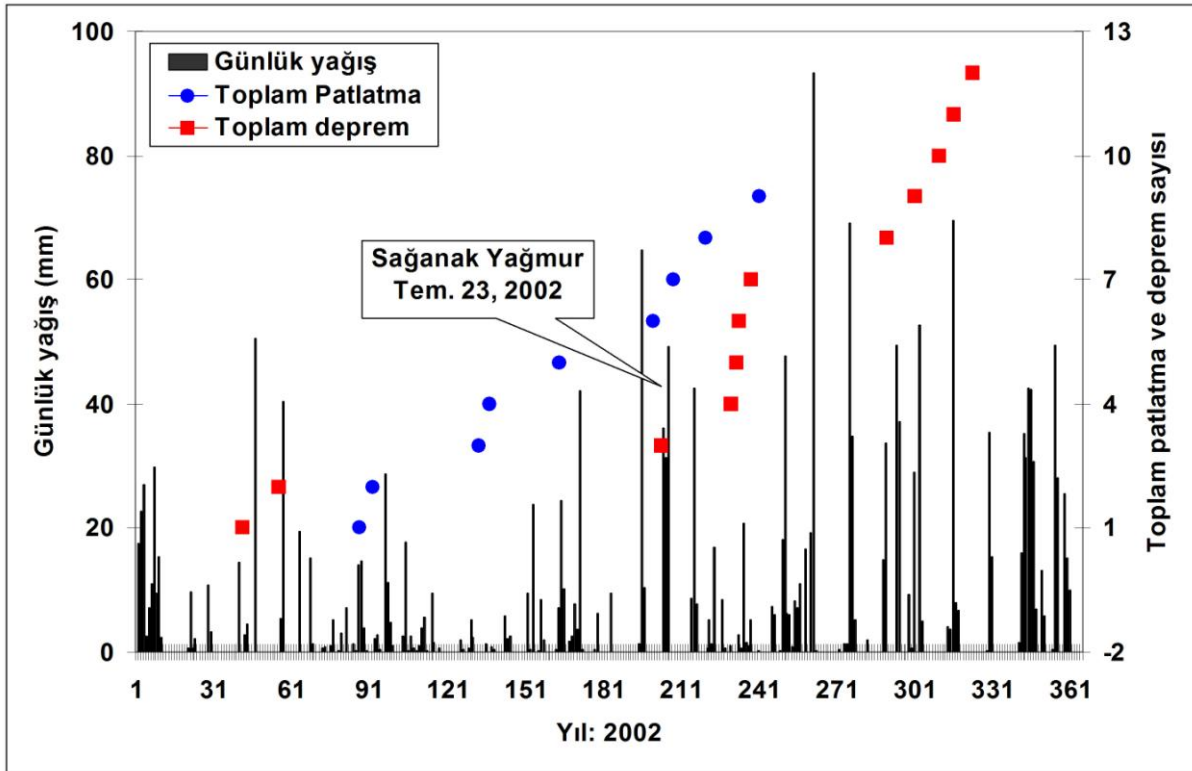
Köyler	Heyelan sayısı	Etkilenen bina sayısı	Patlamaya uzaklıklar (km)			
			Ç1	Ç2	Ç3	Ç4
Musadağı	1		4.3	6.4	8.4	10.5
İncesirt	1		0.3	2.9	5.6	8.1
Çınartepe	1	1	7.7	8.1	9.9	12.0
Karaağaç	1	12	5.6	5.4	5.8	6.8
Maltepe	1	1	0.6	3.1	5.6	8.3
Demirhisar	1	1	7.0	8.9	10.5	12.5
Ormancık	1	2	14.3	11.8	9.1	6.6
Haremtepe	1	1	2.4	3.5	5.4	7.6
Yenitepe	1		2.5	4.2	6.1	8.3
Yanıkdag	1		2.0	4.5	7.1	9.8
Yeşiltepe	1		10.6	8.0	5.2	2.7
Yenitepe	1		2.4	4.1	6.2	8.3
Yenihisar	1		5.6	7.4	9.1	11.0
<b>Toplam</b>	<b>13</b>	<b>18</b>				

Ç: patlatma yapılan taşocakları

2001 yılı içerisinde 5 adet deprem tespit edilmiştir. Depremlerin Çayeli ilçesine uzaklıkları ortalama 120 ile 190 km arasında, büyüklükleri ise 3 ile 3.6 arasında değişmektedir. 2001 yılı içerisinde ise 23 adet patlatma kayıtlara geçmiştir. Patlatmalar Şekil 7’ den de görüldüğü gibi 7. aya kadar artışla devam etmiştir. Çayeli ilçesinde patlatma yapılan taşocağı tesislerinin fazla sayıda olmasından dolayı yapısal hasar etkisinde de önemli artışlar söz konusudur (Tablo 7).

Şekil 7'den heyelan oluş anında ve hemen öncesinde hiçbir deprem ve patlatma verisinin bulunmaması ilgili tarihlerdeki Çayeli ilçesi heyelanlarına patlatma ve özellikle depremin direk bir etkisinin olmadığı söylenebilir. Ancak taşocağı tesislerinin fazla sayıda olması, tesislerin birbirlerine ve heyelan olan yerlere çok yakın konumda bulunması; ilçe ve köylerdeki zeminlerin titreşimlere karşı dayanım güçlerini aşmasına neden olacaktır. Tablo 7'de görüldüğü gibi 2001 yılında 13 heyelan meydana gelmiş ve bazı köylerde (örneğin; Karaağaç, İncesirt, Maltepe, Haremtepe) uzaklığın katkısı ile yapısal hasarlara neden olmuştur.

Çayeli 2002 yılı için taşocağı patlatma, deprem, heyelan ve yağış grafiği Şekil 8'de verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi heyelan olayı 2002 yılının 204. gününde gerçekleşen bir günlük yoğun yağışın ardından meydana gelmiştir. Tam bu anda Çayeli genelinde 11 heyelan vakası kayıtlara geçmiştir ve 32 bina için nakil kararı alınmıştır (Tablo 8).



Şekil 8. Çayeli 2002 yılı için patlatma, deprem, heyelan ve yağış grafiği

2002 yılı içerisinde 12 adet deprem tespit edilmiştir. Depremlerin Çayeli ilçesine uzaklıkları 1 tanesi hariç 100 km daha uzaktadır. İlçeye yakın olan 1 depremin uzaklığı 54 km'dir. Depremin büyüklüğü ise 3.1'dir. Bu deprem heyelan oluşmadan 1 gün önce meydana gelmiştir. 2002 yılı içerisinde 9 adet patlatma kayıtlara geçmiştir. Patlatmalar şekilden de görüldüğü gibi 3 ile 8. ay arasında seyrek bir biçimde yapılmıştır. Patlatmalardan sadece 1 tanesi heyelan oluşundan 4 gün öncesine denk gelmiştir. 2002 yılında meydana gelen 11 heyelan sonucunda köylerde 32 bina hasar görmüştür ve patlatma yapılan tesislerin köylere yakın mesafede olması dikkat çekmektedir (Tablo 8). Şekil 8'den heyelan oluş anından bir gün önce sadece bir deprem verisinin ve 4 gün önce ise bir patlatma verisinin bulunduğu net bir biçimde gözükmektedir. 2002 heyelanının oluşumunda ve özellikle çok köyde yapı hasarlarına neden olmasında patlatma ve çok azda olsa depremin direk bir etkisinin olabileceği söylenebilir.

Çayeli 2005 yılı için taşocağı patlatma, deprem, heyelan ve yağış grafiği Şekil 9'da verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi heyelan olayı 2005 yılının 213. ve 276. günleri arasında gerçekleşen yaklaşık 63 günlük

yoğun yağışın (toplam 552 mm) ardından meydana gelmiştir. Tam bu anda Çayeli genelinde 5 heyelan vakası kayıtlara geçmiştir ve sadece bir bina heyelan olayından etkilenmiştir.

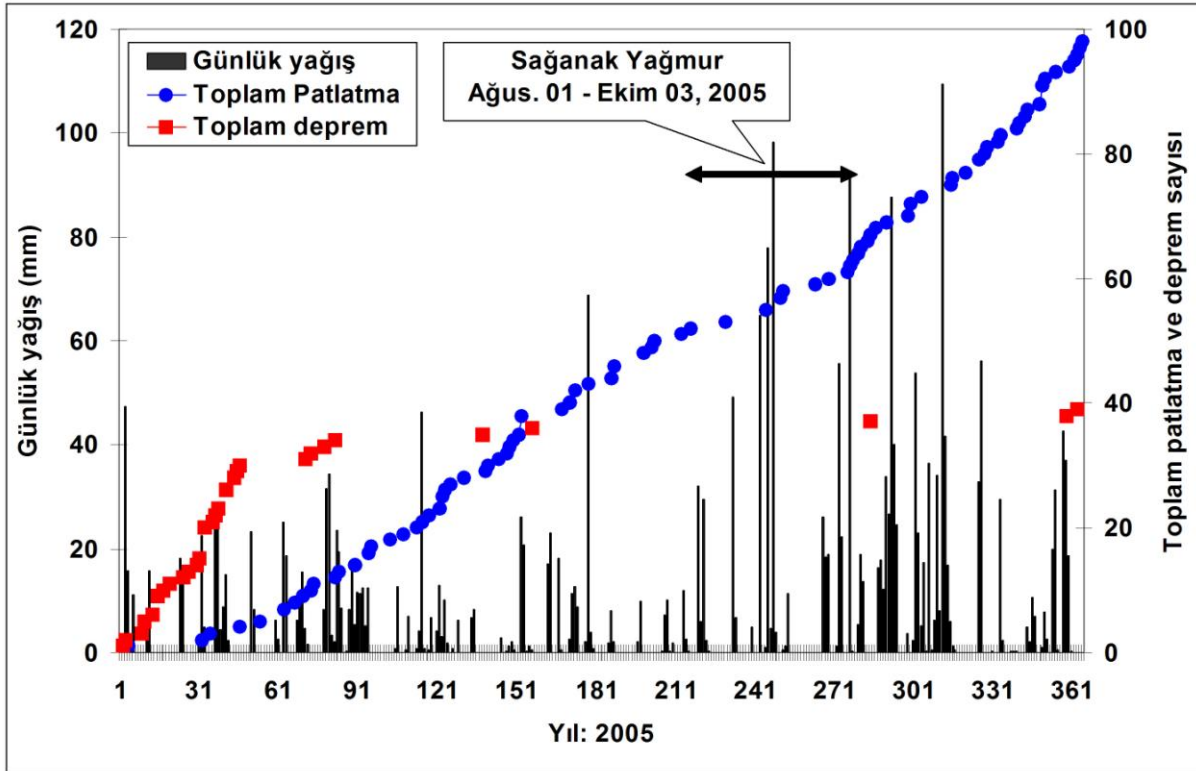
2005 yılı içerisinde ise 39 adet deprem tespit edilmiştir. Depremlerin Çayeli ilçesine uzaklıkları 6 tanesi hariç 100 km'den daha fazladır. İlçeye yakın olan 6 depremin uzaklıkları biri Çayeli merkezde olmak üzere diğerleri 13, 14, 57, 74 ve 65 km' dir. Depremlerin magnitüdüleri ise sırasıyla 2.9 ila 3.3 arasında değişmektedir. Yakında gerçekleşen depremler 1 ve 2. aylarda meydana gelmiştir. 2005 yılı içerisinde 98 adet patlatma kayıtlara geçmiştir. Patlatmalar şekilden de görüldüğü gibi tüm yıla yayılmıştır. Patlatmalardan 11 tanesi heyelan oluş aralığına denk gelmiştir. Heyelan oluşumunda patlatma etkisini daha iyi kavrayabilmek için yardımcı veriler Tablo 9'da ayrıntılı olarak verilmiştir.

**Tablo 8.** 2002 yılında Çayeli' de meydana gelen heyelanlar ve taş ocağı patlatmalarına uzaklıkları

Köyler	Heyelan sayısı	Etkilenen bina sayısı	Patlamaya uzaklıklar (km)			
			Patlatma Yapılan Tesisler			
			Ç1	Ç2	Ç3	Ç4
Karaağaç	1	-	5.7	5.5	5.8	6.9
Ortaköy	1	2	3.4	4.9	6.8	8.7
Latifli	1	2	0.6	3.1	5.8	8.4
Musadağı	1	8	4.3	6.4	8.3	10.5
Köprübaşı	1	1	3.2	2.5	4.6	6.9
Armutlu	1	4	6.4	7.4	8.5	10.2
Güzeltepe	1	1	1.9	3.0	4.9	7.1
Demirhisar	1	6	7.1	9.0	10.6	12.5
Beyazsu	1	2	2.1	4.3	6.6	8.8
Beşikçiler	1	4	4.5	5.9	7.4	9.4
Yenitepe	1	2	2.5	4.1	6.0	8.2
<b>Toplam</b>	<b>11</b>	<b>32</b>				

Ç: patlatma yapılan taşocakları

Şekil 9'dan heyelan oluş anında hiçbir deprem verisinin olmadığı gözükmektedir. Özellikle deprem dış uzaklığı 50 km' den küçük olan olaylar zeminde hareketliliğe neden olmuştur. Ancak heyelan oluşumunda doğrudan bir etki göstermemiştir. Toplam patlatma sayısının süreklilik göstererek yıl boyunca 100' e ulaşması ilçe bazında heyelanın tetiklenmesinde patlatmanın önemini vermektedir (mavi daireler). Patlatma yapılan tesislerin heyelan olan köylere uzaklıkları göz önüne alındığında (Tablo 9) doğrudan etkilerinin var olabileceği söylenebilir.



Şekil 9. Çayeli 2005 yılı için patlatma, deprem, heyelan ve yağış grafiği

Tablo 9. 2005 yılında Çayeli' de meydana gelen heyelanlar ve taş ocağı patlatmalarına uzaklıkları

Köyler	Heyelan sayısı	Etkilenen bina sayısı	Patlamaya uzaklıklar (km)			
			Patlatma Yapılan Tesisler			
			Ç1	Ç2	Ç3	Ç4
Çukurluhoca	1	-	12.6	10.4	8.0	5.9
Sefalı	1	-	5.1	6.2	8.5	10.9
Yeşiltepe	1	-	10.7	8.0	5.4	2.7
Kemer	1	-	7.7	8.2	10.3	9.7
Sırtköy	1	1	3.1	5.2	7.4	5.6
<b>Toplam</b>	<b>5</b>	<b>1</b>				

Ç: patlatma yapılan taşocakları

### 5. 3. Güneysu İlçesi Veri Analizi

Güneysu ilçesinde deprem, patlatma, heyelan ve yağış ilişkilerinin analiz edilebilmesi için eşzamanlı veriler sadece 2005 yılı için mevcuttur. Bu nedenle sadece bu yıla ait analizler yapılmıştır. Güneysu ilçesi sınırlarında toplam 8 adet taşocağı tesisi faaliyet göstermektedir. Bu tesislerden 7 tanesinin faaliyetlerinde patlatma yapılmaktadır. Patlatma faaliyetleri aylara göre 2005 yılı için Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Güneysu taş ocağı patlatma kayıtları

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
2005						1	2	1			1		5
<b>Toplam patlatma sayısı</b>													<b>5</b>

Güneysu 2005 yılı için patlatma, deprem, heyelan ve yağış grafiği Şekil 10'da verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi heyelan olayı 2005 yılının 213. ve 276. günleri arasında gerçekleşen yaklaşık 63 günlük yoğun yağışın (toplam 552 mm) ardından meydana gelmiştir. Tam bu anda Güneysu genelinde 2 heyelan vakası kayıtlara geçmiştir (Tablo 11).

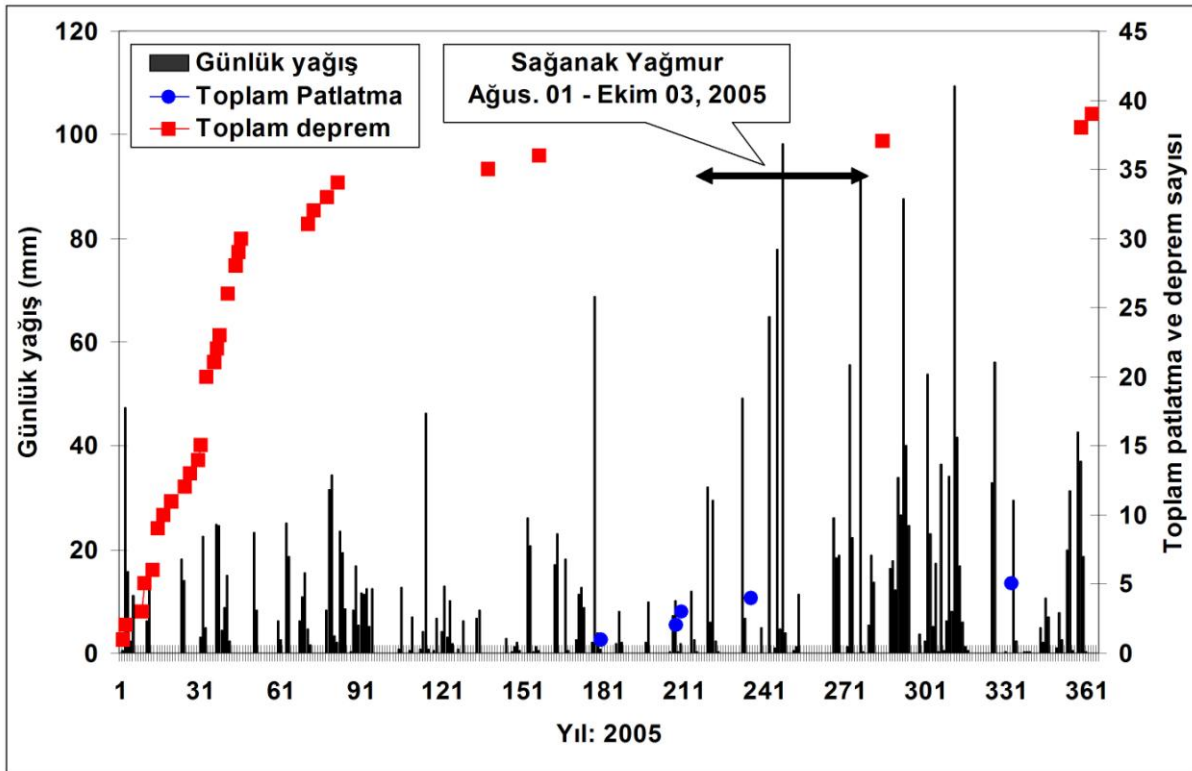
2005 yılı içerisinde 39 deprem tespit edilmiştir. Depremlerin Güneysu ilçesine uzaklıkları 6 tanesi hariç 100 km'den daha fazladır. İlçeye yakın olan 6 depremin uzaklıkları 20, 26, 28, 50, 52 ve 60 km'dir. Depremlerin büyüklükleri ise sırasıyla 2.9 ila 3.3 arasında değişmektedir. Yakında gerçekleşen depremler 1 ve 2. aylarda meydana gelmiştir. 2005 yılı içerisinde 5 adet patlatma kayıtlara geçmiştir. Patlatmalar şekilden de görüldüğü gibi 6, 7, 8 ve 11. ay olmak üzere çok seyrek yapılmıştır. Patlatmalardan 1 tanesi heyelan oluş aralığına denk gelmiştir.

Şekil 10'dan heyelan oluş anında hiçbir deprem verisinin olmadığı ve sadece bir patlatma verisinin bulunduğu net bir biçimde gözükmemektedir. Yukarıda deprem için yapılan irdelemeler göze alınarak, heyelan oluşum aralığında özellikle depremin direk bir etkisinin olmadığı söylenebilir. Patlatmaların heyelan olan köylere uzaklıkları göz önüne alındığında ise tetikleyici bir rol oynayabileceği patlatma yakınlarında meydana gelen çatlaklardan çıkarılabilir.

**Tablo 11.** 2005 yılında Güneysu' da meydana gelen heyelanlar ve taş ocağı patlatmalarına uzaklıkları

Köyler	Heyelan sayısı	Etkilenen bina sayısı	Patlamaya uzaklıklar (km)						
			Patlatma Yapılan Tesisler						
			G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
Yüksekköy	1	-	6.1	5.9	6.8	1.7	3.3	2.0	7.2
Yeşilköy	1	-	3.6	3.5	4.8	0.7	1.8	3.7	6.8
<b>Toplam</b>	<b>2</b>	<b>0</b>							

Ç: patlatma yapılan taşocakları



**Şekil 10.** Güneysu 2005 yılı için patlatma, deprem, heyelan ve yağış grafiği



#### 5. 4. Hemşin İlçesi Veri Analizi

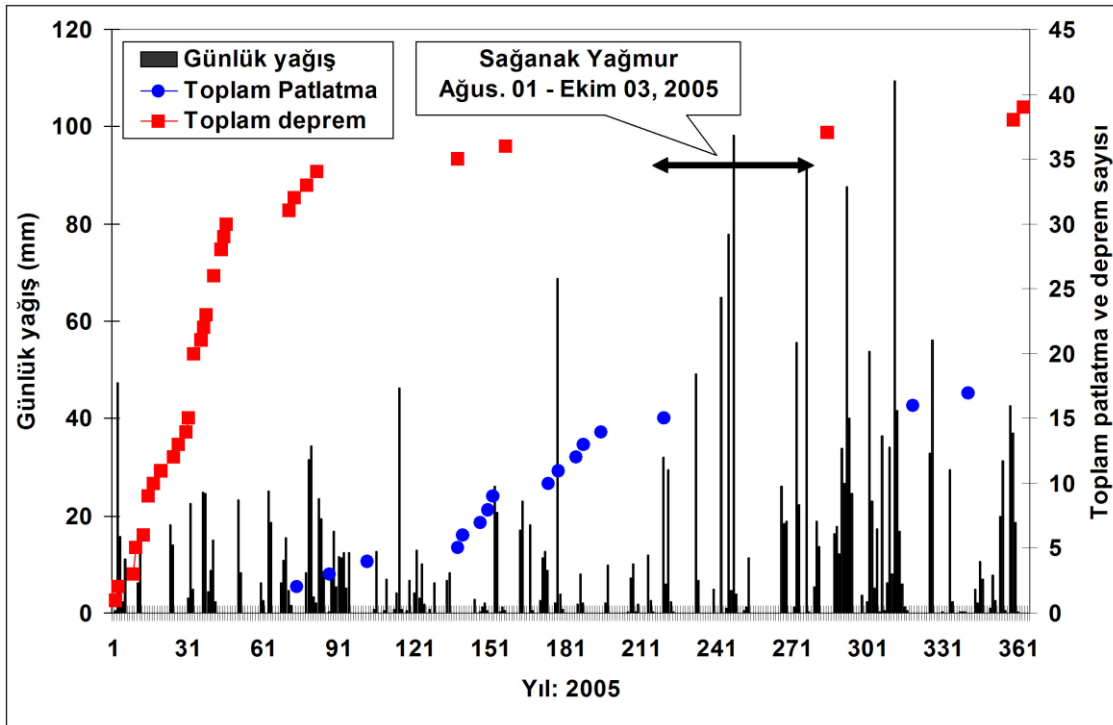
Hemşin ilçesinde deprem, patlatma, heyelan ve yağış ilişkilerinin analiz edilebilmesi için eşzamanlı veriler sadece 2005 yılı için mevcuttur. Bu nedenle sadece bu yıla ait analizler yapılmıştır. Hemşin ilçesi sınırlarında toplam 3 adet tesis faaliyet göstermektedir. Bu tesislerden 1 tanesinin faaliyetlerinde patlatma yapılmaktadır. Patlatma faaliyetleri aylara göre 2005 yılı için Tablo 12’de verilmiştir.

**Tablo 12.** Hemşin taş ocağı patlatma kayıtları

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
2005			3	1	4	3	3	1			1	1	17
<b>Toplam patlatma sayısı</b>													<b>17</b>

Hemşin 2005 yılı için patlatma, deprem, heyelan ve yağış grafiği Şekil 11’de verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi heyelan olayı 2005 yılının 213. ve 276. günleri arasında gerçekleşen yaklaşık 63 günlük yoğun yağışın (toplam 552 mm) ardından meydana gelmiştir. Tam bu anda Güneysu genelinde 7 heyelan vakası kayıtlara geçmiştir ve 10 bina için nakil kararı alınmıştır (Tablo 13).

2005 yılı içerisinde 39 adet deprem tespit edilmiştir. Depremlerin Hemşin ilçesine uzaklıkları 6 tanesi hariç 100 km’den daha fazladır. İlçeye yakın olan 6 depremin uzaklıkları 16, 26, 30, 61, 72 ve 86 km’ dir. Depremlerin büyüklükleri ise sırasıyla 2.9 ile 3.3 arasında değişmektedir. Yakında gerçekleşen depremler 1 ve 2. aylarda meydana gelmiştir. 2005 yılı içerisinde 17 adet patlatma kayıtlara geçmiştir. Patlatmalardan 1 tanesi (220. gün) heyelan oluş aralığına denk gelmiştir.



**Şekil 11.** Hemşin 2005 yılı için patlatma, deprem, heyelan ve yağış grafiği

**Tablo 13.** 2005 yılında Hemşin’ de meydana gelen heyelanlar ve taş ocağı patlatmalarına uzaklıkları

Köyler	Heyelan sayısı	Etkilenen bina sayısı	Patlamaya uzaklıklar (km)
Bilenköy	1	1	3.1
Kantarlı	1	-	6.5
Levent	1	-	7.3
Hilal	1	-	4.9
Nurluca	1	1	2.3
Akyamaç	1	1	1.8
İlçe Merkezi	1	7	4.6
<b>Toplam</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	

Şekil 11’den heyelan oluş anında hiçbir deprem verisinin olmadığı ve sadece bir patlatma verisinin bulunduğu net bir biçimde görülmektedir. 30 km’den daha fazla dış merkez uzaklığında olan depremlerin ilçede zeminel bir hareketliliğe neden olduğu kaçınılmazdır. Ancak oluşan 7 heyelanda depremin doğrudan bir etkisinden bahsetmek zordur. Patlatmaların heyelan olan köylere uzaklıkları göz önüne alındığında özellikle 3 km’ den düşük uzaklıklarda doğrudan etkilerinin var olabileceği söylenebilir (Tablo 13).

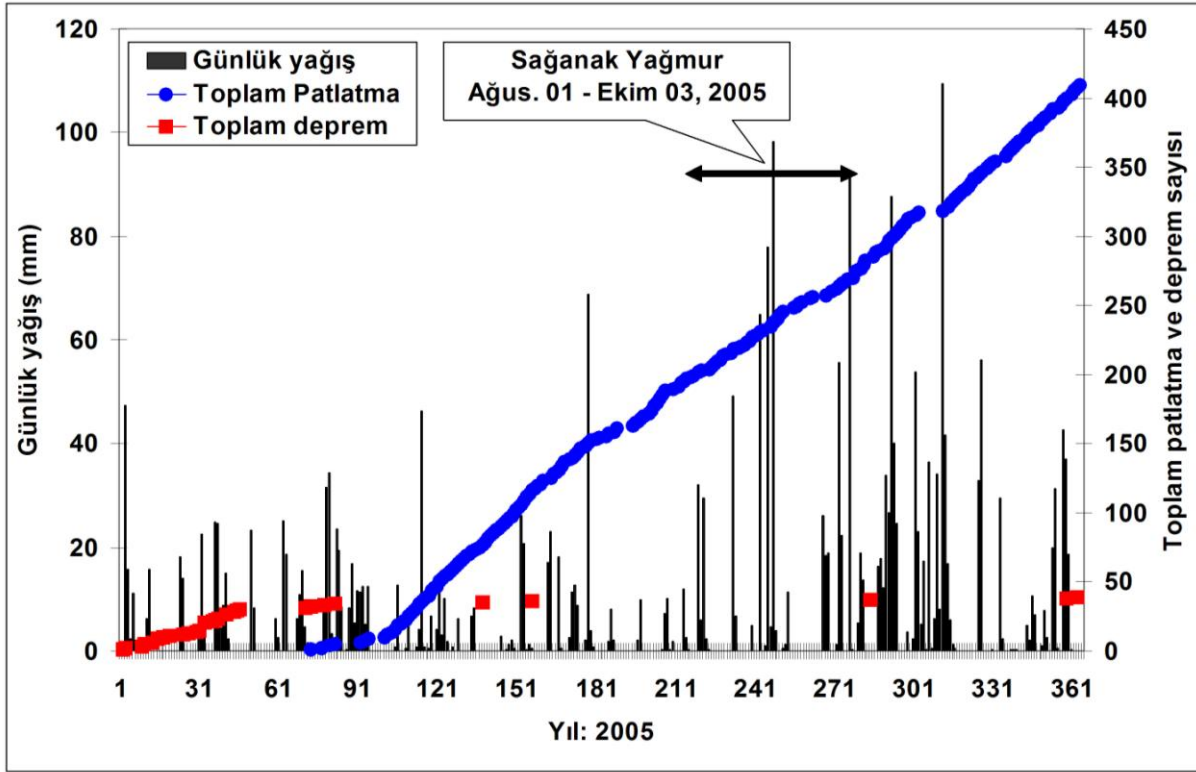
### 5. 5. Pazar İlçesi Veri Analizi

Pazar ilçesinde deprem, patlatma, heyelan ve yağış ilişkilerinin analiz edilebilmesi için eşzamanlı veriler sadece 2005 yılı için mevcuttur. Bu nedenle sadece bu yıla ait analizler yapılmıştır. Pazar ilçesi sınırlarında toplam 3 adet taşocağı tesisi faaliyet göstermektedir. Bu tesislerden 1 tanesinin faaliyetlerinde patlatma yapılmaktadır. Patlatma faaliyetleri aylara göre 2005 yılı için Tablo 14’de verilmiştir.

**Tablo 14.** Pazar taş ocağı patlatma kayıtları

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
<b>2005</b>			5	45	56	53	39	40	32	52	37	56	<b>415</b>
<b>Toplam patlatma sayısı</b>													<b>415</b>

Pazar 2005 yılı için patlatma, deprem, heyelan ve yağış grafiği Şekil 12’de verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi heyelan olayı 2005 yılının 213. ve 276. günleri arasında gerçekleşen yaklaşık 63 günlük yoğun yağışın (toplam 552 mm) ardından meydana gelmiştir. Tam bu anda Pazar genelinde 6 heyelan vakası kayıtlara geçmiştir (Tablo 15).



Şekil 12. Pazar 2005 yılı için patlatma, deprem, heyelan ve yağış grafiği

2005 yılı içerisinde 39 deprem tespit edilmiştir. Depremlerin Pazar ilçesine uzaklıkları 6 tanesi hariç 100 km'den daha uzaktadır. İlçeye yakın olan 6 depremin uzaklıkları 10, 15, 20, 68, 74 ve 86 km'dir. Depremlerin magnitüdüleri ise sırasıyla 2.9 ila 3.3 arasında değişmektedir. Yakında gerçekleşen depremler 1 ve 2. aylarda meydana gelmiştir. 2005 yılı içerisinde 409 adet patlatma kayıtlara geçmiştir. Patlatmalar Pazar tünelinin yapımı sırasında gerçekleştirilmişlerdir. Patlatmalar şekilden de görüldüğü gibi 3. aydan başlayarak tüm yıl boyunca yapılmıştır. Patlatmalardan 78 tanesi heyelan oluş aralığına denk gelmiştir.

Tablo 15. 2005 yılında Çayeli'nde meydana gelen heyelanlar ve taş ocağı patlatmalarına uzaklıkları

Köyler	Heyelan sayısı	Etkilenen bina sayısı	Patlamaya uzaklıklar (km)	
			Patlatma Yapılan Tesisler	
			Ç3	Ç4
Uğrak	1	-	4.2	12.8
Suçatı	1	-	9.2	0.9
Aktaş	1	-	3.3	5.4
Ortayol	1	-	11.1	2.4
Kesikköprü	1	-	5.5	3.9
Başköy	1	-	10.4	2.0
<b>Toplam</b>	<b>6</b>	<b>0</b>		

Ç: patlatma yapılan taşocakları

Şekil 11'den heyelan oluş anında hiçbir deprem verisinin olmadığı ve sadece oldukça fazla patlatma verisinin bulunduğu net bir biçimde gözükmektedir. Yoğun bir şekilde yapılan patlatmaların heyelan olan köylere uzaklıkları göz önüne alındığında doğrudan etkilerinin var olabileceği söylenebilir. Bununla birlikte yakın dış merkez uzaklıklarına sahip depremlerin (<20 km) ve yıl boyu gerçekleşen patlatmaların ürettiği titreşimlerin heyelan olan köylerde zemin yapısını etkilemiş olabileceği sunucuna varılmıştır.

## 6. SONUÇLAR

Taşocağı patlatmaları deprem sinyalleri gibi deprem istasyonlarında ya da kuvvetli yer hareketi ağlarında kaydedilebilirler. Araştırma bölgesinde söz konusu ağ sisteminin olmaması geçmişe yönelik olarak kuvvetli yer hareketi kayıtlarının incelenmesini olanaksız kılmıştır. Bu sebepten patlatmaların yarattığı maksimum pik ivmesi, büyüklük, zemin hakim titreşim periyodu ve zemin sınıfı özellikleri gibi parametreler değerlendirilememiştir. Bu çalışmada heyelanların tetiklenmesinde taşocağı patlatmaları ve depremlerin uzaklık ve oluş zamanları bakımından etkinliği ayrıntılı araştırılmıştır.

Bu çalışmada heyelanların sadece yağışa bağlı olarak gelişmediği göz önüne alınarak heyelana neden olan dinamik etkenlerden deprem ve patlatma faaliyetlerinin heyelanların oluşumundaki etkileri araştırılmıştır. Çalışmalar; heyelan, yağış, deprem ve patlatma verilerinin bir arada bulunduğu 2001, 2002 ve 2005 yılları için yapılmıştır. Veri setinde heyelan zamanlarına ait bilgilerin kesin olmamasından dolayı mevcut heyelan kayıtlarının sadece %49'u kullanılabilmiştir. Çalışmada heyelan-deprem ve heyelan-patlatma ilişkileri mevcut bilgiler ışığında Rize iline ait beş ilçede incelenmiştir.

İlçelerin tamamında yapılan ilişkilendirmeler neticesinde depremlerin büyüklüklerinin düşük olması ve merkezlerinin çok uzaklarda olması nedeniyle, heyelanların oluşumunda depremlerin çok fazla etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Fakat deprem kataloglarından bölgenin depremselliği açısından aktivitenin fazla olduğu ve deprem odak derinliklerinin sığ olduğu (0-30 km) tespit edilmiştir. Buda Doğu Anadolu bölgesi civarında olan depremlerin etrafta güçlü hissedilebilmeleri ve uzak bölgelere kadar uzanabilmeleri anlamına gelmektedir. Böylece 38°-42° D ve 38°-42° K boylamları arasında meydana gelen bir depremin Doğu Karadeniz Bölgesi içerisindeki bir kısım olayları (heyelan, afet vb.) tetikleme imkânının söz konusu olabileceği anlamına gelmektedir.

Rize bölgesi gibi yoğun yağış alan bir bölgede heyelanlar genelde yağışların ardından meydana gelmektedir. Bu nedenle, genellikle mevcut kayıtlarda heyelan oluşumları sadece yağışa bağlanmaktadır. Halbuki yağışın dışında zemin özelliklerini zamanla etkileyerek heyelan oluşumunu tetikleyebilecek diğer faktörlerin araştırılması gerekmektedir. Bu çalışmada, heyelan oluşumunda patlatma ve depremlerin etkisi mevcut kayıtlara dayanılarak araştırılmıştır. Bu kayıtlardan elde edilen sonuçlara göre patlatmaların heyelan oluşumu üzerinde etkisinin olabileceği görülmüştür. Bu nedenle, patlatmaların heyelan oluşumundaki etkisi bölgenin jeolojik yapısı da göz önüne alınarak daha detaylı çalışmalarla birlikte araştırılması önemlidir. Mevcut heyelan kayıtları depremlerle karşılaştırıldığında ise depremlerin uzakta olması ve heyelan oluş anında olmamasından dolayı etkileri görülememiştir. Eğer bir bölge; günlük yağış miktarı 80 mm' nin üzerinde, patlatma tesislerinin sayısı fazla ve uzaklığı <10 km mesafede ve fay kırığına yada deprem oluş ( $M > 3.5$ ) noktasına <50 km uzaklıkta ise büyük heyelan oluşumu etkisindedir.

Heyelanlara etki eden faktörlerin daha iyi analiz edilebilmesi ve araştırılabilmesi için öncelikle heyelan yeri ve oluş zamanı başta olmak üzere konumla ilgili detaylı bilgiler kayıt altına alınması gerekmektedir. Aksi takdirde heyelanların yağış ve zemin özellikleri dışında kalan diğer faktörlerle (Deprem, dinamit patlatma, trafik titreşimleri, şimşek vb. ) olan ilişkilerinin tespit edilmesi oldukça zor olmaktadır. Bu nedenle ülkemizde heyelan envanterine ait bir konumsal veri tabanı oluşturulması gerekmektedir.

**KAYNAKLAR**

1. Van Asch Th.W.J., Buma J., Van Beek L.P.H., 1999, A view on some hydrological triggering systems in landslides, *Geomorphology* 30, 25–32
2. Ashok K.C., Timothy D.S., 2006, Permanent seismic deformation analysis of a landslide, *Landslides* 3: 2–12
3. Vlcko J., 2004, Extremely slow slope movements influencing the stability of Spis Castle, UNESCO site, *Landslides* 1:67–71
4. Kramer S.L., 1996, *Geotechnical Earthquake Engineering*, University of Washington, Prentice-Hall International Series.
5. Kayabalı K., 2003, *Geoteknik Deprem Mühendisliği*, Gazi Kitabevi, Ankara.
6. Wilson R.C. and Keefer D.K., 1985, Predicting area limits of earthquake-induced landsliding. In: J.I. Ziony, Editor, *Evaluating Earthquake Hazards in the Los Angeles Region-An Earthscience Perspective*, U.S. Geological Survey Professional Paper 1360, 316–345.
7. Keefer D.K., 1984, Landslides caused by earthquakes, *Geological Society of America Bulletin* 95, 406-421.
8. Rodriguez C., Bommer J., Chandler R., 1999, Earthquake-induced landslides: 1980-1997. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 18, 325-346.
9. McKenzie, D., 1972, Active tectonics of Mediterranean region. *Geophys. J. R. Astro. Soc.*, 30, 109-185.
10. Dewey, J.F., 1976, Seismicity of Northern Anatolia. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 66, 843-868.
11. Şengör, A.M.C., Görür, N. and Şaroğlu, F., 1985, Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study, in: Biddle, K.T. and Blick, N. (Eds.), *Strike-slip faulting and basin formation. Soc. Econ. Paleontol. Mineral. Special Publication*, 37, 227-264.
12. Şaroğlu, F., Emre, Ö. and Kuşçu, İ., 1992, *Türkiye Diri Fay Haritası*, MTA, Ankara.
13. Ketin İ., 1986, Anadolunun tektonik birlikleri, *MTA Dergisi*, 66, 23-34.
14. Yılmaz A.O., Demir C., Kaya R., Tatarhan A., 2002, Doğu Karadeniz Bölgesinde bulunan taşocaklarının incelenmesi, VI. Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu, 10-11, Konya.
15. Yılmaz A.O., Çavuşoğlu İ., 2003, Doğu Karadeniz Bölgesinde Agregat işletmeciliğinin sorunları ve öneriler, *Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar I. Kongresi*, İÜ, İstanbul.
16. Yılmaz A.O., Alp İ., Çavuşoğlu İ., 2005, Doğu Karadeniz Bölgesinde Taşocaklarından Kaynaklanan Çevresel Sorunlar. *Madencilik ve Çevre Sempozyumu*, 5-6 Mayıs 2005, 141-148, Ankara.

17. Erçıkdı B., Kesimal A., Yılmaz E., 2004, Araklı-Taşönü kalker ocağında patlatma kaynaklı yer sarsıntılarının değerlendirilmesi. KAYAMEK2004, VII. Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu, 11 s. , Sivas, Türkiye
18. Kesimal A., Erçıkdı B., Cihangir F., 2006, Environmental impacts of blast-induced acceleration on slope instability at a limestone quarry. Environ Geol. Doi: 10.1007/s00254-007-0825-4.
19. Yılmaz A.O., Tatarhan A., Çavuşoğlu İ., 2004, Doğu Karadeniz bölgesinde faaliyet gösteren taşocakları için uygun üretim yönteminin geliştirilmesi, KAYAMEK 2004, VII. Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu, 2004, 9 s, Sivas, Türkiye
20. Bath M., 1978, Introduction to Seismology, Halstead pres.