

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TRABZON VE CİVARINDAKİ DEPREM VE
PATLATMA VERİLERİNİN BİRBİRİNDEN AYIRT
EDİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeofizik Müh. Ömer Faruk KARTAL

Enstitü Anabilim Dalı : JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Gündüz HORASAN

Mayıs 2010

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TRABZON VE CİVARINDAKİ DEPREM VE PATLATMA
VERİLERİNİN BİRBİRİNDEN AYIRT EDİLMESİ

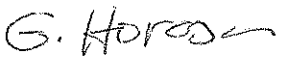
YÜKSEK LİSANS TEZİ


Jeofizik Müh. Ömer Faruk KARTAL

Enstitü Anabilim Dalı : JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Gündüz HORASAN

Bu tez 27/05/2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.


Prof. Dr.
Gündüz HORASAN
Jüri Başkanı


Prof. Dr.
Levent GÜLEN
Üye


Yrd. Doç. Dr.
H. Serdar KÜYÜK
Üye

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince bilgi ve tecrübesiyle her zaman bana yardımcı ve destek olan danışmanım Sayın Prof. Dr. Gündüz HORASAN'a teşekkür ederim.

Tez çalışmamda kullandığım veri arşivinin oluşması Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE)- Ulusal Deprem İzleme Merkezi (UDİM) tarafından sağlanmıştır. Bu konuda bana yardımcı olan başta Yüksek Mühendis Pınar DENİZ'e ve Yavuz GÜNEŞ'e teşekkür ederim.

Tez çalışmamda fikir ve yardımları nedeniyle Sayın Yrd. Doç. Dr. Bayram TOPAL'a teşekkür ederim.

Tez çalışmam sırasında bana yardımcı olan arkadaşlarım Jeofizik Yük. Müh. Aylin TAN'a ve Jeofizik Yük. Müh. Argun AYANOĞLU'na teşekkür ederim.

Bu çalışmayı bitirmem konusunda motive eden ve her zaman desteklerini gördüğüm, dostlarıma ve aileme teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|------|
| TEŞEKKÜR..... | ii |
| İÇİNDEKİLER | iii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ..... | v |
| ŞEKİLLER LİSTESİ | vi |
| TABLolar LİSTESİ..... | viii |
| ÖZET..... | x |
| SUMMARY..... | xi |
| BÖLÜM 1. | |
| GİRİŞ..... | 1 |
| BÖLÜM 2. | |
| DEPREM VE YAPAY PATLATMALARIN AYIRT EDİLMESİ..... | 4 |
| 2.1. Kullanılan Veriler ve Yöntemler..... | 4 |
| 2.1.1 Veriler..... | 4 |
| 2.1.2. Yöntemler..... | 6 |
| 2.1.2.1. Maksimum S/P dalgası genlik oranlarının hesabı..... | 6 |
| 2.1.2.2. Sismogramda tanımlanan iki zaman penceresinin güçlerinin oranı (complexity) ile spektrumlarının alçak ve yüksek frekanslı pencerelerinin spektral oranlarının (SR) hesabı..... | 10 |
| 2.1.2.3. Düşey bileşen hız sismogramı ve spektrumunu kullanarak deprem ve patlatmaların ayırımı..... | 14 |
| BÖLÜM 3. | |
| SONUÇLAR..... | 18 |

| | |
|----------------|----|
| KAYNAKLAR..... | 29 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 31 |

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

| | |
|-------|---|
| C | : Complexity |
| ESPY | : Giresun deprem istasyonu |
| GMT | : Greenwich Mean Time |
| GMT | : Generic Mapping Tools |
| KTUT | : Trabzon deprem istasyonu |
| KAF | : Kuzey Anadolu Fayı |
| KRDAE | : Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü |
| LDF | : Linear Discriminant Function |
| Md | : Magnitüd (Süreye bağlı büyüklük) |
| PZAR | : Rize deprem istasyonu |
| P | : Primer (birincil) dalga |
| PITSA | : Programmable Interactive Toolbox for Seismological Analysis |
| S | : Sekonder (ikincil) dalga |
| SPSS | : Statistical Package for the Social Sciences |
| SR | : Spektral Ratio (spektrum oranı) |
| UDİM | : Ulusal Deprem İzleme Merkezi |

ŞEKİLLER LİSTESİ

| | | |
|------------|--|----|
| Şekil 1.1. | Karadeniz bölgesi doğu-batı uzanımlı görüntüsü..... | 1 |
| Şekil 1.2. | Karadeniz sahil yolu yapımında kullanılan patlatma çalışması görüntüsü..... | 2 |
| Şekil 1.3. | Rize Pazar ilçesine yakın bir taş ocağı görüntüsü..... | 3 |
| Şekil 1.4. | Karadeniz sahil yolu görüntüsü..... | 3 |
| Şekil 2.1. | KTUT, ESPY, PZAR istasyonları ve Ağustos 2006-Aralık 2007 tarihleri arasında bölgede meydana gelmiş sismik aktiviteler..... | 5 |
| Şekil 2.2. | Çalışma alanında 39.8-41.8°K/38.2-41.0°D, Ağustos 2006 – Aralık 2007 tarihleri arasındaki sismik aktivitenin (oluş sayıları) saat (GMT) bazındaki dağılımı..... | 5 |
| Şekil 2.3. | KTUT istasyonundaki sismik veriler kullanılarak düşey bileşen hız sismogramının maksimum S dalgası genliğinin maksimum P dalgası genliğine oranının, maksimum S dalgası genliğinin logaritmasına karşılık LDF kullanılarak elde edilen çizimi..... | 7 |
| Şekil 2.4. | ESPY istasyonundaki sismik veriler kullanılarak düşey bileşen hız sismogramının maksimum S dalgası genliğinin maksimum P dalgası genliğine oranının, maksimum S dalgası genliğinin logaritmasına karşılık LDF kullanılarak elde edilen çizimi..... | 8 |
| Şekil 2.5. | ESPY istasyonundaki sismik veriler kullanılarak düşey bileşen hız sismogramının maksimum S dalgası genliğinin maksimum P dalgası genliğine oranının, maksimum S dalgası genliğinin logaritmasına karşılık LDF kullanılarak elde edilen çizimi..... | 9 |
| Şekil 2.6. | KTUT istasyonundaki sismik veriler kullanılarak düşey bileşen hız sismogramının güçlerinin oranı complexity (C) nin spektral orana karşılık LDF kullanılarak elde edilen çizimi..... | 11 |

| | | |
|-------------|--|----|
| Şekil 2.7. | ESPY istasyonundaki sismik veriler kullanılarak düşey bileşen hız sismogramının güçlerinin oranı complexity (C) nin spektral orana karşılık LDF kullanılarak elde edilen çizimi..... | 12 |
| Şekil 2.8. | PZAR istasyonundaki sismik veriler kullanılarak düşey bileşen hız sismogramının güçlerinin oranı complexity (C) nin spektral orana karşılık LDF kullanılarak elde edilen çizimi..... | 13 |
| Şekil 2.9. | KTUT istasyonunda kayıt edilen 2006 09 20 09:25:48 Md=2.6 (patlatma) ve 2007 04 14 23:08:46 Md= 2.9 (deprem) verilerinin sismogramı ve spektrumu..... | 15 |
| Şekil 2.10. | ESPY istasyonunda kayıt edilen 2007 12 16 11:11:01 Md=2.8 (patlatma) ve 2007 05 15 17:23:07 Md= 3.0 (deprem) verilerinin sismogramı ve spektrumu..... | 16 |
| Şekil 2.11. | PZAR istasyonunda kayıt edilen 2007 12 03 10:18:52 Md=2.7 (patlatma) ve 2007 10 28 12:47:23 Md= 2.9 (deprem) verilerinin sismogramı ve spektrumu..... | 17 |
| Şekil 3.1. | Çalışma alanında Ağustos 2006-Aralık 2007 tarihleri arasında seçilen sismik olayların gün içinde saatlere (GMT) göre dağılımı | 21 |
| Şekil 3.2. | Çalışmanın sonucunda patlatmaların çıkarıldıktan sonraki durumu..... | 21 |
| Şekil 3.3. | Çalışma bölgesinde incelenen ve sınıflaması yapılan sismik olaylar ve deprem istasyonları..... | 22 |

TABLULAR LİSTESİ

| | | |
|------------|--|----|
| Tablo 2.1. | Şekil 2.3’de verilen olayların sayısal ve yüzdeler olarak sınıflandırılması..... | 7 |
| Tablo 2.2. | Şekil 2.4’de verilen olayların sayısal ve yüzdeler olarak sınıflandırılması..... | 8 |
| Tablo 2.3. | Şekil 2.5’de verilen olayların sayısal ve yüzdeler olarak sınıflandırılması..... | 9 |
| Tablo 2.4. | Şekil 2.6’da verilen olayların sayısal ve yüzdeler olarak sınıflandırılması..... | 11 |
| Tablo 2.5. | Şekil 2.7’de verilen olayların sayısal ve yüzdeler olarak sınıflandırılması..... | 12 |
| Tablo 2.6. | Şekil 2.8’de verilen olayların sayısal ve yüzdeler olarak sınıflandırılması..... | 13 |
| Tablo 3.1. | KTUT istasyonuna ait 39.8-41.8°K enlemleri ile 38.2-41.0°D boylamları için hesaplanan parametreler, deprem ve patlatma sınıflandırması. Kompleksite (Complexity): Düşey bileşen hız sismogramının iki zaman penceresindeki (P dalgası varış zamanı-2 sn; 2-10) güçlerinin oranı, SR: Düşey bileşen hız sismogramının düşük (1-7 Hz) ve yüksek frekanslı (7-14 Hz) kısımlarının spektral oranı, S/P: Düşey bileşen hız sismogramında S/P dalgası genlik oranı, LogS: Maksimum S dalgası genliğinin logaritması..... | 23 |

- Tablo 3.2. ESPY istasyonuna ait 39.8-41.8°K enlemleri ile 38.2-41.0°D boylamları için hesaplanan parametreler, deprem ve patlatma sınıflandırması. Kompleksite (Complexity): Düşey bileşen hız sismogramının iki zaman penceresindeki (P dalgası varış zamanı-2 sn; 2-10) güçlerinin oranı, SR: Düşey bileşen hız sismogramının düşük (1-7 Hz) ve yüksek frekanslı (7-14 Hz) kısımlarının spektral oranı, S/P: Düşey bileşen hız sismogramında S/P dalgası genlik oranı, LogS: Maksimum S dalgası genliğinin logaritması..... 26
- Tablo 3.3. PZAR istasyonuna ait 39.8-41.8°K enlemleri ile 38.2-41.0°D boylamları için hesaplanan parametreler, deprem ve patlatma sınıflandırması. Kompleksite (Complexity): Düşey bileşen hız sismogramının iki zaman penceresindeki (P dalgası varış zamanı-2 sn; 2-10) güçlerinin oranı, SR: Düşey bileşen hız sismogramının düşük (1-7 Hz) ve yüksek frekanslı (7-14 Hz) kısımlarının spektral oranı, S/P: Düşey bileşen hız sismogramında S/P dalgası genlik oranı, LogS: Maksimum S dalgası genliğinin logaritması..... 28

ÖZET

Anahtar kelimeler: Trabzon bölgesi, Deprem, Taş ocağı patlatması, Doğrusal ayırt etme fonksiyonu

Bir bölgeye yerleştirilmiş olan sismik kayıtçılar ile o bölgenin sismik etkinliği hakkında bilgi edinebiliriz. Ancak bu kayıtçılar bölgede meydana gelmiş deprem aktivitelerini kaydettiği gibi taş ocağı patlatmalarını da kaydetmektedir. Gerçek sismik etkinliği belirleyebilmek için patlatma verilerini deprem verilerinden ayırmak gereklidir.

Bu çalışmanın amacı Trabzon bölgesi ve civarındaki sismik aktiviteler ile yapay kaynaklı patlatmaların birbirinden ayırt edilmesidir. Çalışmada Trabzon bölgesi ve civarındaki sismik aktiviteler incelenmiştir. 2006-2007 yıllarına ait deprem kataloğunda Trabzon (KTUT), Espiye (ESPY), Pazar (PZAR) geniş bantlı istasyonlarında kaydedilen süreye bağlı büyüklüğü $M_d \leq 3.5$ olan 65 sismik olayın 3 istasyona ait toplam 125 sayısal düşey hız sismogramı kullanılmıştır.

Düşey bileşen hız sismogramlarının maksimum S dalgası ile maksimum P dalgası genliklerinin oranı (S/P), güçlerinin oranı (Complexity, C) ve spektrumlarının spektral oranları (SR) hesaplanmıştır. Doğrusal ayırt etme fonksiyonu (linear discriminant function, LDF) kullanılarak deprem ve patlatma olayları ayırt edilmiştir.

Bu çalışmanın sonucunda incelenen 65 sismik olayın 43 adedinin (%66) patlatma, 22 adedinin (%34) deprem olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda bulunan değerler sadece depremlerin olduğu sismik katalogların hazırlanmasına ve bölgenin deprem aktivitesinin doğru olarak belirlenmesine yardımcı olacaktır.

DISCRIMINATION OF QUARRY BLASTS AND EARTHQUAKES IN TRABZON AND ITS VICINITY

SUMMARY

Key Words: Trabzon Region, Earthquake, Quarry Blast, Linear Discriminant Function

We can learn the seismic activity of a region by installing seismic recorders. But these recorders do not only record earthquakes but also record quarry blasts. We have to discriminate earthquakes and quarry blasts for the identification of real seismicity.

The objective of this study is to discriminate the natural and artificial seismic activities in Trabzon Region and its vicinity. In the study, the seismic activities in Trabzon Region and its vicinity were investigated. Total of 125 digital vertical velocity seismograms of 65 seismic events with $M_d \leq 3.5$ duration magnitude from earthquake catalog between 2006 to 2007 recorded by Trabzon (KTUT), Espiye (ESPY), Pazar (PZAR) broadband stations were used.

The maximum S-wave and maximum P-wave amplitude ratio (S/P) of vertical velocity seismograms and power ratio (complexity, C) and spectral ratio (SR) were calculated. The earthquakes and the quarry blasts are discriminated by using the linear discriminant function.

At the end of this study 43 out of 65 events (66%) are determined as quarry blasts and 22 (34%) are as earthquakes. Using the results of this study seismic catalogues containing only earthquakes can be prepared and seismic activity of the region can be determined correctly.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Çalışma alanımız olan Trabzon ili ve civarı Karadeniz bölgesinde yer almaktadır. Bölge Türkiye'nin kuzeyinde yer alarak ismini kuzeyindeki Karadenizden alır. Doğu-Batı istikametinde en uzun olan bölgemizdir. Bölge doğuda Gürcistan sınırından başlayarak, batıda Sakarya ovası ile Bilecik'in doğusuna kadar uzanır (Şekil 1.1). Türkiye yüzölçümünün %18'ine sahip olan bu bölge, yüzölçümü bakımından üçüncü sıradadır. Bu bölgede Taşkömürü, Bakır, Linyit, Manganez gibi yer altı zenginlikleri bulunmaktadır.



Şekil 1.1. Karadeniz bölgesi doğu-batı uzanımlı görüntüsü (www.resimle.net)

Trabzon bölgesinin jeomorfolojik özelliklerine bakacak olursak, Orta-Üst Eosen ve Üst Kretase katılışım kayaçlarından oluşan yüksek kıyı alanları ile kuvaterner çökelimleri olan akarsu ağızlarındaki flüviyal depolar ve denizel taraçalar, dar ve çok fazla yaygın olmayan plaj alanları, vadi içlerine doğru akarsu taraçaları, Trabzon kıyı alanlarının genel morfolojik birimleri olarak dikkat çeker. Kısa mesafelerde deniz seviyesinden 3000 m lere ulaşan, eğim dereceleri yüksek, dik yamaç profilleri ve bu yamaçları güneyden kuzeye yaran enerjisi yüksek akarsuların oluşturduğu "V" şekilli genç vadiler bölgeyi karakterize eden en önemli özellikler olarak özetlenebilir (Turoğlu, 2005).

Çalışma alanımızda kaydedilen yapay kaynaklı patlatmaların bir çoğu Karadeniz Sahil Yolu yapımında işletilen taş ocaklarından kaynaklanmaktadır. Karadeniz sahilinde inşa edilen Karadeniz Sahil Yolu 1983 yılında çalışmalarına başlanan gerek ekonomik ve gerekse siyasal sebeplerden dolayı 2007 yılında tamamlanabilen bir proje olup yaklaşık 815 km uzunluğundadır. Proje kapsamında bölgede 200 civarında taş ocağı işletilmiştir. Bunların yaklaşık 50 tanesi Trabzon civarında yer almaktadır (Kaya ve diğ., 2003).

Bu çalışmada Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsünün (KRDAE, UDİM) KTUT, ESPY, PZAR istasyonlarında Ağustos 2006-Aralık 2007 tarihleri arasında kaydedilen sayısal düşey bileşen hız sismogramları kullanılarak Trabzon bölgesi ve civarında yapılan patlatmaların bölgedeki depremlerden ayırt edilmesine çalışılmıştır.



Şekil 1.2. Karadeniz sahil yolu yapımında kullanılan patlatma çalışması görüntüsü (www.kenthaber.com)



Şekil 1.3. Rize Pazar ilçesine yakın bir taş ocağı görüntüsü (www.yapi.com.tr)



Şekil 1.4. Karadeniz sahil yolu görüntüsü (www.gerzhaber.net)

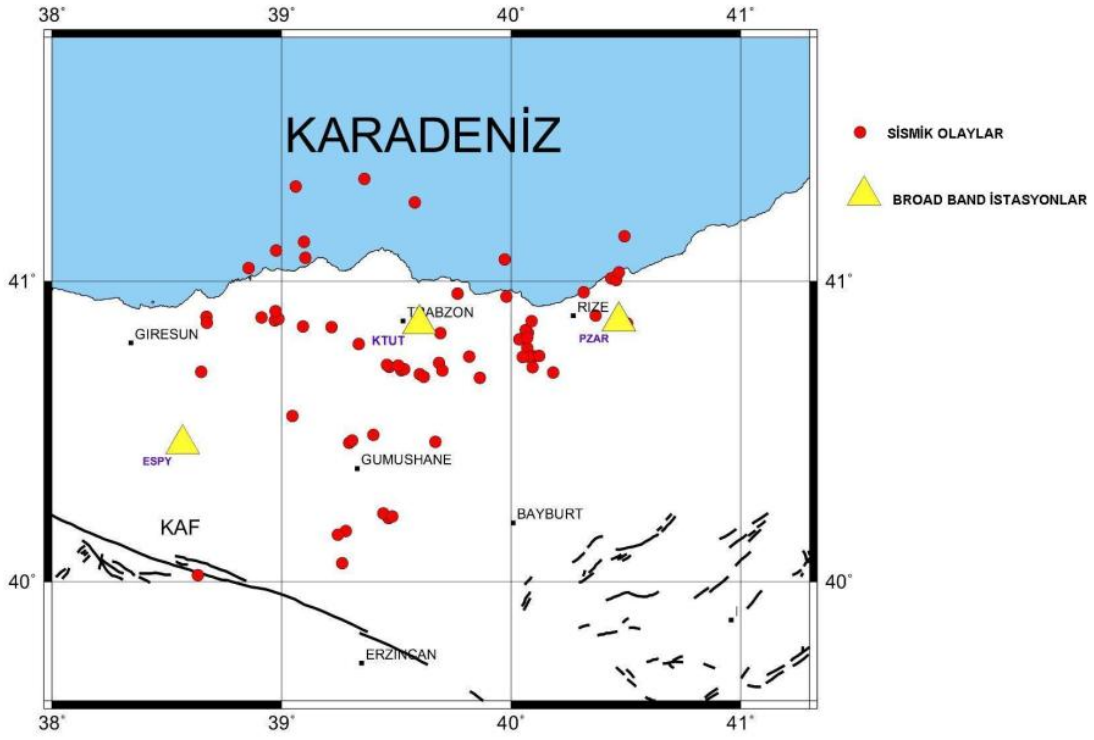
BÖLÜM 2. DEPREM VE YAPAY PATLATMALARIN AYIRT EDİLMESİ

2.1. Kullanılan Veriler ve Yöntemler

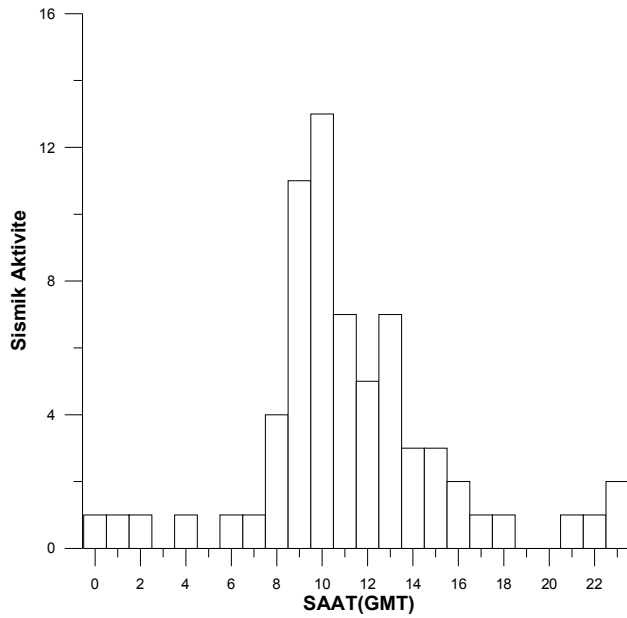
2.1.1. Veriler

Bu çalışmada 39.8-41.8°K enlemleri ile 38.2-41.0°D boylamları arasında kalan bölgede, Ağustos 2006 - Aralık 2007 tarihleri arasında KTUT, ESPY, PZAR istasyonlarının kaydettiği büyüklüğü $M_d \leq 3.5$ olan 65 sismik olay için 3 istasyona ait toplam 125 sayısal düşey bileşen hız sismogramları kullanılmıştır (KRDAE, UDİM). KTUT 17.08.2006, ESPY 02.03.2007, PZAR 01.03.2007 tarihlerinde kurulmuştur. Şekil 2.1'de bölgedeki Ağustos 2006- Aralık 2007 tarihleri arasındaki sismik aktivitelerin dağılımı ve istasyonların yerleri gösterilmektedir. Haritaların çiziminde haritalama programı, GMT kullanılmıştır (Wessel ve Smith, 1995). Çalışma yılları arasındaki sismik aktivitenin saat (GMT) bazında dağılımının toplu grafiği, sismik aktivitenin gündüz çalışma saatleri sırasında en yüksek değerlere ulaştığını göstermektedir. Bu durum, bu yoğunluğun yapay patlatmalardan kaynaklandığını güçlendirmektedir (Şekil 2.2).

Deprem kataloglarından deprem ve patlatma ayrımını sadece patlatma yapılan yerleri ve istasyonlara olan uzaklıklarını kullanarak ve oluş zamanlarına bakarak yapmak mümkün değildir. Bu ayrımı yapmak için farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerde genellikle maksimum dalga genlikleri oranlanmaktadır. Örneğin Wüster (1993)'de deprem ve patlatma ayrımında L_g/P_g ve L_g/R_g oranını Vogland (Almanya/Çekoslovakya) bölgesi için kullanmıştır. Norveç'in batısı için de P_n/S_n ve P_n/L_g oranı Baumgard ve Young (1990) tarafından kullanılmıştır. Gitterman ve Shapira (1993)'de sismik enerjiye ait spektrumun alçak ve yüksek frekanslarını oranlayarak (1-3 Hz/6-8 Hz) deprem ve patlatma ayrımı yapmıştır.



Şekil 2.1. KTUT, ESPY, PZAR istasyonları ve Ağustos 2006- Aralık 2007 tarihleri arasında bölgede meydana gelmiş sismik aktiviteler (KRDAE, UDİM).



Şekil 2.2. Çalışma alanında, 39.8-41.8°K/38.2-41.0°D, Ağustos 2006- Aralık 2007 tarihleri arasındaki sismik aktivitenin (oluş sayıları) saat (GMT) bazındaki dağılımı

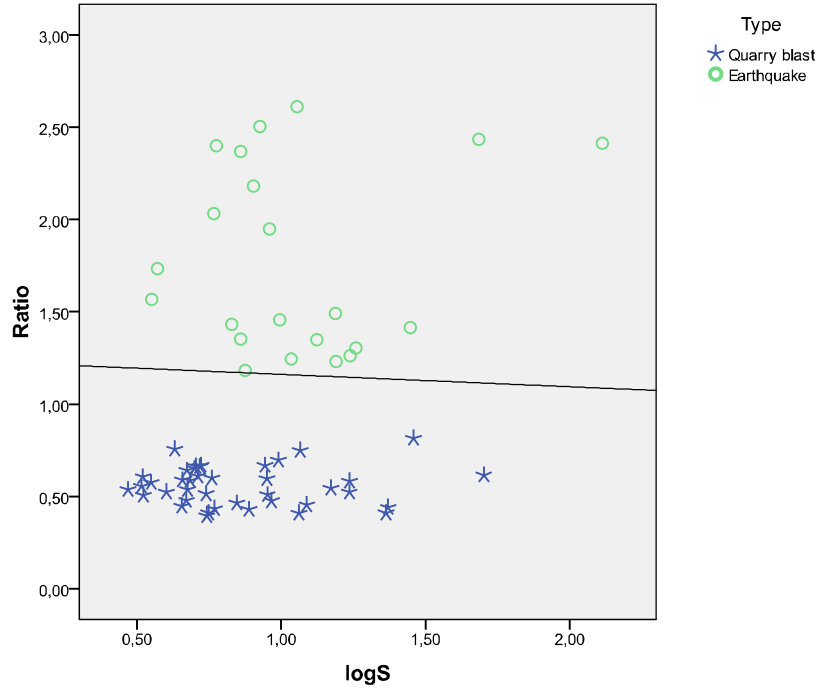
2.1.2. Yöntemler

2.1.2.1. Maksimum S/P dalgası genlik oranlarının hesabı

Her sismik olay için düşey bileşen hız sismogramlarından maksimum P dalgası ve maksimum S dalgası genlik değerleri okunarak oranlanır. Maksimum S/P dalgası genlik oran değerlerinin, maksimum S dalgalarının logaritmalarına ($\log S$) karşılık çiziminden doğrusal ayırt etme fonksiyonu (linear discriminant function-LDF) geçirilerek deprem ve patlatma olayları birbirinden ayırt edilir.

KTUT, ESPY, PZAR istasyonlarındaki sismik veriler kullanılarak düşey bileşen hız sismogramlarının maksimum S dalgası genliğinin maksimum P dalgası genliğine oranının, maksimum S dalgası genliğinin logaritmasına karşılık çizimi sırasıyla Şekil 2.3, 2.4, 2.5'de ve olayların sınıflandırılması ise sırasıyla Tablo 2.1, 2.2, 2.3'de verilmiştir. Şekil 2.3, 2.4 ve 2.5'deki doğrusal çizgi, doğrusal ayırt etme fonksiyonunu (linear discriminant function-LDF) belirtir. Bu yöntemle göre deprem ve patlatmaların ayrımı minimum % 97.5'lük doğrulukla yapılmıştır (Wüster, 1993; Horasan ve diğ., 2009).

KTUT

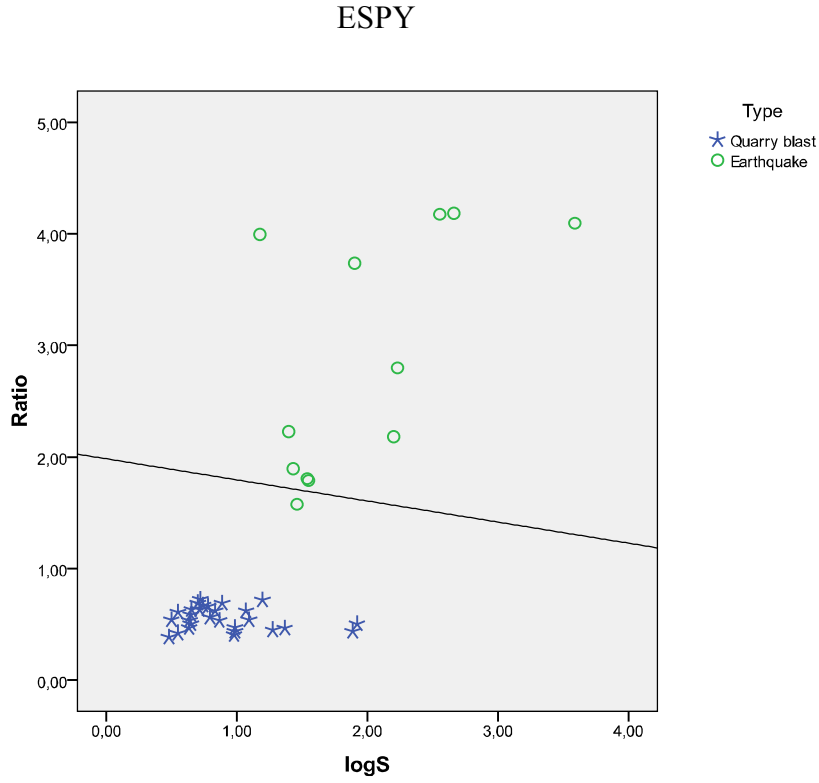


Şekil 2.3. KTUT istasyonundaki sismik veriler kullanılarak düşey bileşen hız sismogramlarının maksimum S dalgası genliğinin maksimum P dalgası genliğine oranının, maksimum S dalgası genliğinin logaritmasına karşılık doğrusal ayırt etme fonksiyonu (linear discriminant function-LDF) kullanılarak elde edilen çizimi

Tablo 2.1. Şekil 2.3’de verilen olayların sayısal ve yüzdeler olarak sınıflandırılması

| Tip | | Kestirilebilir Tür | | Toplam |
|--------------|----------|--------------------|--------|--------|
| | | Patlatma | Deprem | |
| Orjinal sayı | Patlatma | 40 | 0 | 40 |
| | Deprem | 0 | 22 | 22 |
| % | Patlatma | 100,0 | 0 | 100,0 |
| | Deprem | 0 | 100,0 | 100,0 |

% 100'lük doğrulukla orijinal gruplar sınıflandırıldı

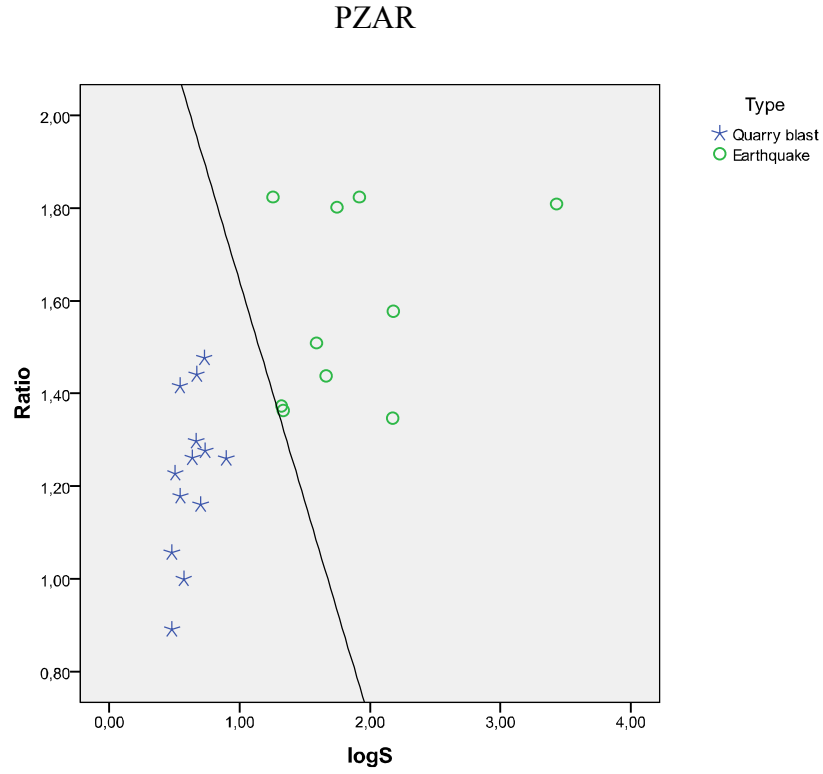


Şekil 2.4. ESPY istasyonundaki sismik veriler kullanılarak düşey bileşen hız sismogramlarının maksimum S dalgası genliğinin maksimum P dalgası genliğine oranının, maksimum S dalgası genliğinin logaritmasına karşılık doğrusal ayırt etme fonksiyonu (linear discriminant function-LDF) kullanılarak elde edilen çizimi

Tablo 2.2. Şekil 2.4’de verilen olayların sayısal ve yüzdeler olarak sınıflandırılması

| Tip | | Kestirilebilir Tür | | Toplam |
|--------------|----------|--------------------|--------|--------|
| | | Patlatma | Deprem | |
| Orjinal sayı | Patlatma | 28 | 0 | 28 |
| | Deprem | 1 | 11 | 12 |
| % | Patlatma | 100,0 | 0 | 100,0 |
| | Deprem | 8,3 | 91,7 | 100,0 |

% 97.5’lik doğrulukla orijinal gruplar sınıflandırıldı



Şekil 2.5. PZAR istasyonundaki sismik veriler kullanılarak düşey bileşen hız sismogramlarının maksimum S dalgası genliğinin maksimum P dalgası genliğine oranının, maksimum S dalgası genliğinin logaritmasına karşılık doğrusal ayırt etme fonksiyonu (linear discriminant function-LDF) kullanılarak elde edilen çizimi

Tablo 2.3. Şekil 2.5’de verilen olayların sayısal ve yüzdeler olarak sınıflandırılması

| Tip | | Kestirilebilir Tür | | Toplam |
|--------------|----------|--------------------|--------|--------|
| | | Patlatma | Deprem | |
| Orjinal sayı | Patlatma | 13 | 0 | 13 |
| | Deprem | 0 | 10 | 10 |
| % | Patlatma | 100,0 | 0 | 100,0 |
| | Deprem | 0 | 100,0 | 100,0 |

% 100'lük doğrulukla orjinal gruplar sınıflandırıldı

2.1.2.2. Sismogramda tanımlanan iki zaman penceresinin güçlerinin oranı (complexity) ile spektrumlarının alçak ve yüksek frekanslı pencerelerinin spektral oranlarının (SR) hesabı

Her bir sismik olay için düşey bileşen hız sismogramlarının iki zaman penceresindeki güçlerinin oranları, complexity (C) hesaplanır.

$$C = \frac{\int_{t_1}^{t_2} S^2(t) dt}{\int_{t_0}^{t_1} S^2(t) dt} \quad (2.1)$$

t_0 sinyalin başlangıç zamanını belirtir (P dalgası varış zamanı). Bu çalışmada t_1 ve t_2 sırasıyla 2 ve 10 sn alınmıştır.

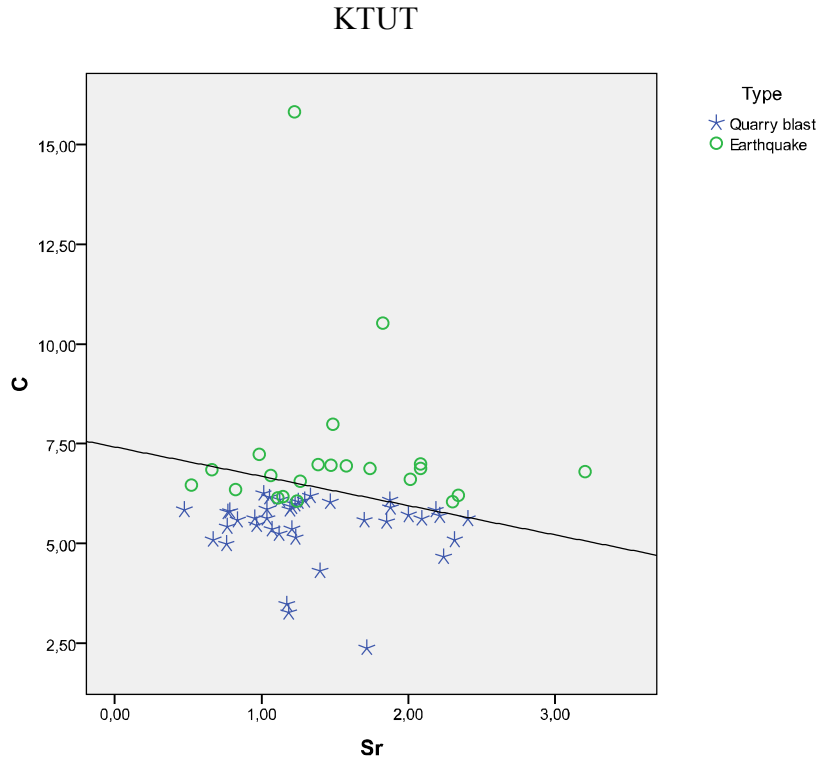
Düşey bileşen hız sismogramlarının spektrumlarının alçak ve yüksek frekanslı kısımları oranlanarak spectral oran (SR) parametresi bulunur.

$$SR = \frac{\int_{h_1}^{h_2} a(f) df}{\int_{I_1}^{I_2} a(f) df} \quad (2.2)$$

Burada h_1 ve h_2 yüksek frekans, I_1 ve I_2 alçak frekans aralık değerlerini belirtir. Bu çalışmada alçak frekans aralığı için 1-7 Hz, yüksek frekans aralığı için 7-14 Hz kullanılmıştır. Kullanılan sayısal verilerin örnekleme aralığı 50 olduğu için spektrumların oranlanmasında maksimum frekans değeri olarak 25 Hz alınmıştır. Zaman ve frekans ortamında sismik olayların genlik spektrumlarının hesaplanmasında Interaktif Sismoloji Analiz Paketi, PITSA kullanılmıştır (Scherbaum ve Johnson, 1992).

Sismogramların iki farklı penceredeki güçlerinin oranları (complexity)'nın sismogramların spektrumlarının düşük (1-7 Hz) ve yüksek frekanslı (7-14 Hz) pencerelerindeki spektral oranlarına (SR) karşılık çiziminden doğrusal ayırt etme fonksiyon (linear discriminant function-LDF) geçirilerek deprem ve patlatma olayları birbirinden ayırt edilir (Kim ve diğ., 1994; Gitterman ve diğ., 1998; Horasan ve diğ., 2009). Deprem ve yapay kaynaklı patlatmaların ayrımı ve doğrusal ayırt etme fonksiyonun çiziminde İstatistik Analiz Paketi, SPSS-17 kullanılmıştır (SPSS V.17.0, 2005).

KTUT, ESPY, PZAR istasyonlarındaki sismik veriler kullanılarak düşey bileşen hız sismogramlarının güçlerinin oranı complexity (C)'nin spektral orana (SR) karşılık çizimi sırasıyla Şekil 2.6, 2.7, 2.8'de ve olayların sınıflandırılması ise sırasıyla Tablo 2.4, 2.5, 2.6'da verilmektedir. Şekil 2.6, 2.7 ve 2.8'deki doğrusal çizgi, doğrusal ayırt etme fonksiyonunu (linear discriminant function-LDF) belirtir. Bu yöntemle göre deprem ve patlatmaların ayırımı minimumun % 82,5'lük doğrulukla yapılmıştır.



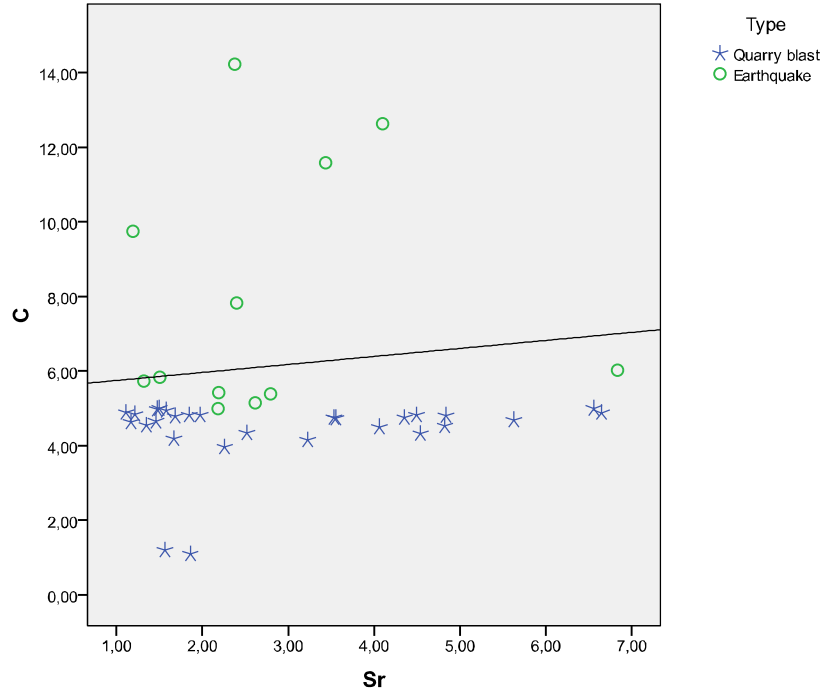
Şekil 2.6. KTUT istasyonundaki sismik veriler kullanılarak düşey bileşen hız sismogramının güçlerinin oranı complexity (C) nin spektral oran (SR) ye karşılık doğrusal ayırt etme fonksiyonu (linear discriminant function-LDF) kullanılarak elde edilen çizimi

Tablo 2.4. Şekil 2.6'da verilen olayların sayısal ve yüzdeler olarak sınıflandırılması

| Tip | | Kestirilebilir Tür | | Toplam |
|--------------|----------|--------------------|--------|--------|
| | | Patlatma | Deprem | |
| Orjinal sayı | Patlatma | 38 | 2 | 40 |
| | Deprem | 6 | 16 | 22 |
| % | Patlatma | 95,0 | 5,0 | 100,0 |
| | Deprem | 27,3 | 72,7 | 100,0 |

% 87,1'lik doğrulukla orijinal gruplar sınıflandırıldı

ESPY



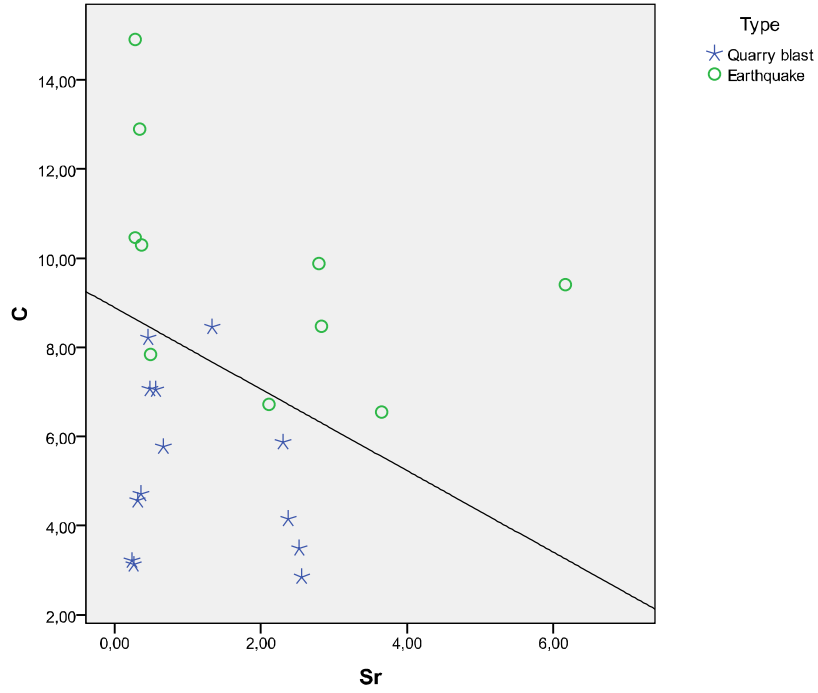
Şekil 2.7. ESPY istasyonundaki sismik veriler kullanılarak düşey bileşen hız sismogramının güçlerinin oranı complexity (C) nin spektral oran (SR) ye karşılık doğrusal ayırt etme fonksiyonu (linear discriminant function-LDF) kullanılarak elde edilen çizimi

Tablo 2.5. Şekil 2.7’da verilen olayların sayısal ve yüzdeler olarak sınıflandırılması

| Tip | | Kestirilebilir Tür | | Toplam |
|--------------|----------|--------------------|--------|--------|
| | | Patlatma | Deprem | |
| Orjinal sayı | Patlatma | 28 | 0 | 28 |
| | Deprem | 7 | 5 | 12 |
| % | Patlatma | 100,0 | 0 | 100,0 |
| | Deprem | 58,3 | 41,7 | 100,0 |

% 82,5’luk doğrulukla orjinal gruplar sınıflandırıldı

PZAR



Şekil 2.8. PZAR istasyonundaki sismik veriler kullanılarak düşey bileşen hız sismogramının güçlerinin oranı complexity (C) nin spektral oran (SR) ye karşılık doğrusal ayırt etme fonksiyonu (linear discriminant function-LDF) kullanılarak elde edilen çizimi

Tablo 2.6. Şekil 2.8’de verilen olayların sayısal ve yüzdelik olarak sınıflandırılması

| Tip | | Kestirilebilir Tür | | Toplam |
|--------------|----------|--------------------|--------|--------|
| | | Patlatma | Deprem | |
| Orjinal sayı | Patlatma | 12 | 1 | 13 |
| | Deprem | 2 | 8 | 10 |
| % | Patlatma | 92,3 | 7,7 | 100,0 |
| | Deprem | 20,0 | 80,0 | 100,0 |

% 87,0’lık doğrulukla orijinal gruplar sınıflandırıldı

2.1.2.3. Düşey bileşen hız sismogramı ve spektrumunu kullanarak deprem ve patlatmaların ayrımı

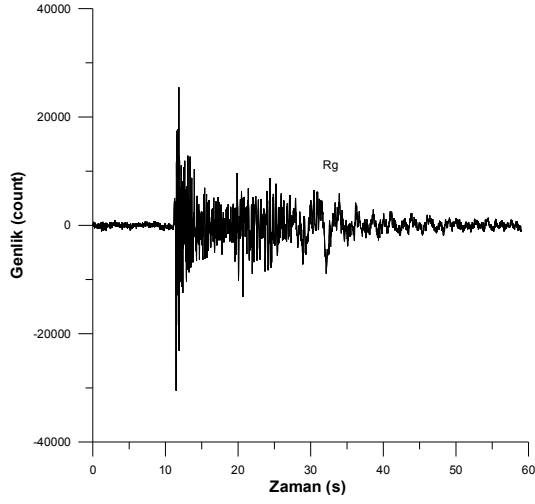
Düşey bileşen hız sismogramı ve spektrumu patlatma ve deprem verisini birbirinden ayırt etmede önemli bir kriterdir. Her bir sismik olay için düşey bileşen hız sismogramının spektrumuna bakılarak deprem ve patlatma ayrımı yapılmıştır. KTUT, ESPY ve PZAR istasyonları için deprem ve patlatmalara ait sismogramlar ve spektrumları sırasıyla Şekil 2.9, 2.10, 2.11’de görülmektedir. Şekillerden de görüldüğü gibi deprem ve patlatma verisinin sismogramları ve spektrumları birbirinden farklıdır.

Bu çalışmada kullanılan patlatma sismogramında maksimum P dalgası genliği maksimum S dalgası genliğinden daha büyüktür, ayrıca patlatmaya ait sismogramda Rg fazı görülmektedir. Depreme ait simogramda ise maksimum P dalgası genliği maksimum S dalgası genliğinden daha küçüktür ve Rg fazı yoktur.

Patlatmalarda oluşan yer titreşimleri, daha az enerjili olmaları ve daha kısa uzaklıklara yayılmaları nedeni ile depremlerde oluşan yer titreşimlerine göre daha düşük genliklere ve daha yüksek baskın frekanslara sahiptirler. Deprem dalgalarının ve patlatmaların yayılım hızları dalganın ilerlediği ortamın elastik özelliklerine bağlı olarak değişmektedir (Horasan ve diğ., 2006).

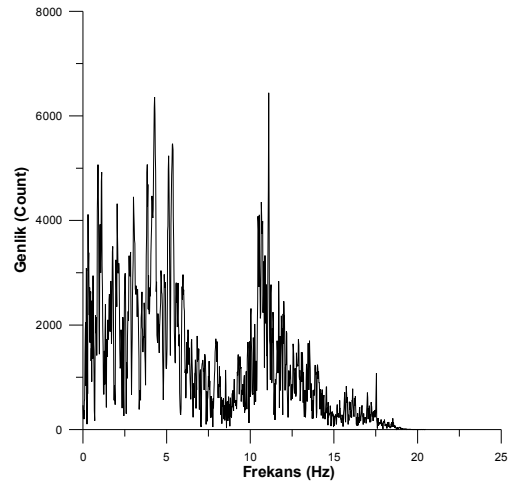
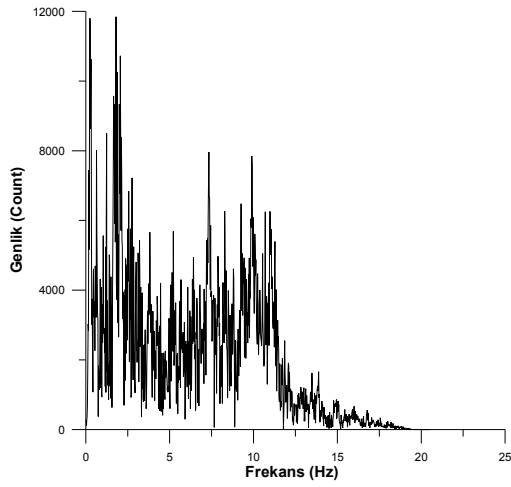
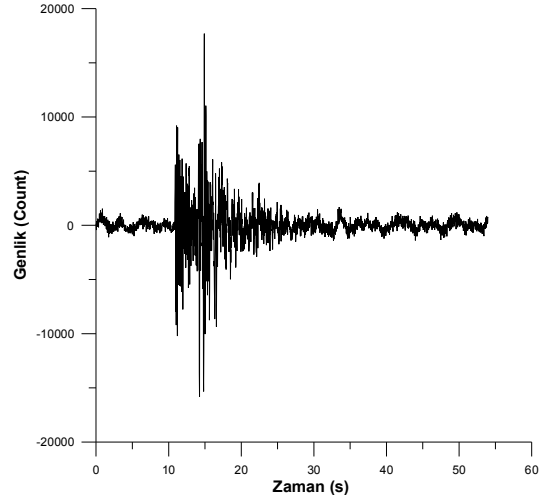
Patlatma

2006 09 20 09:25:48 GMT Md=2.6
Lokasyon 41.176 N, 39.080 E



Deprem

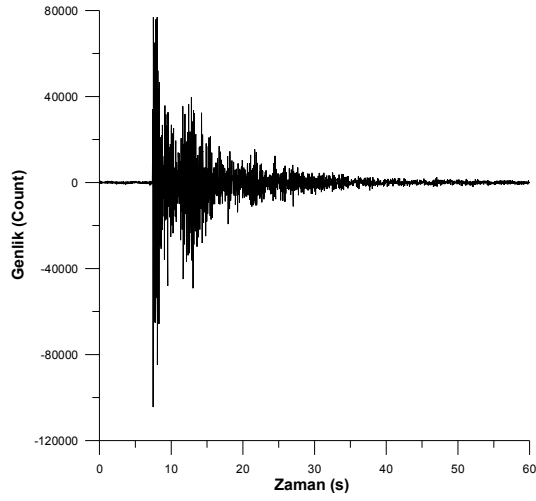
2007 04 14 23:08:46 GMT Md= 2.9
Lokasyon 41.016 N, 38.744 E



Şekil 2.9. KTUT istasyonunda kayıt edilen 2006 09 20 09:25:48 Md=2.6 (patlatma) ve 2007 04 14 23:08:46 Md= 2.9 (deprem) verilerinin sismogramı ve spektrumu

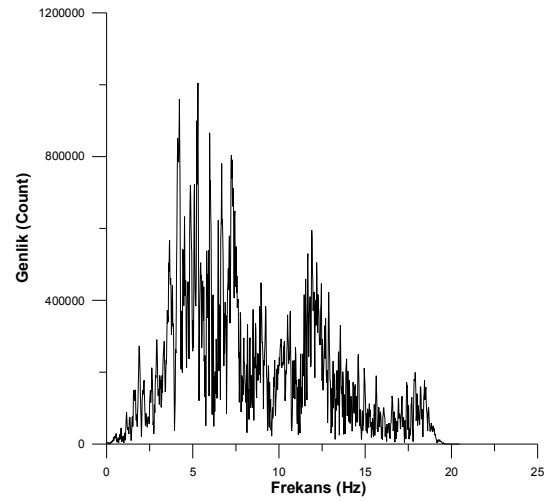
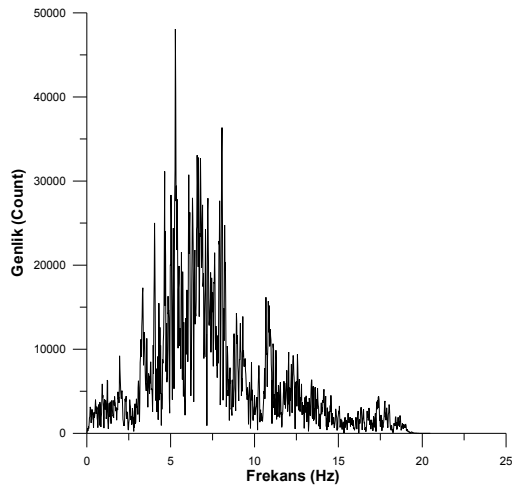
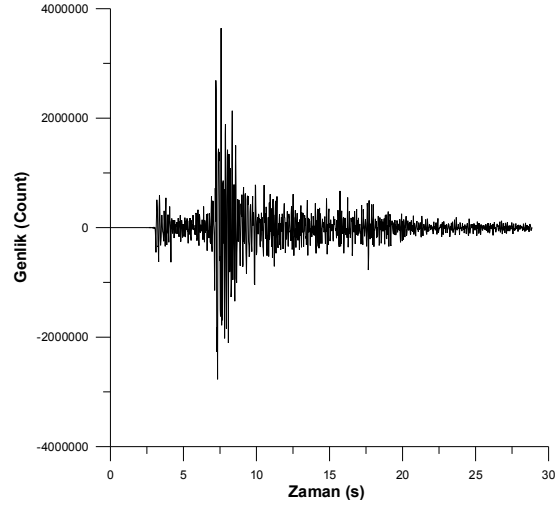
Patlatma

2007 12 16 11:11:01 GMT Md=2.8
Lokasyon 41.036 N, 39.077 E



Deprem

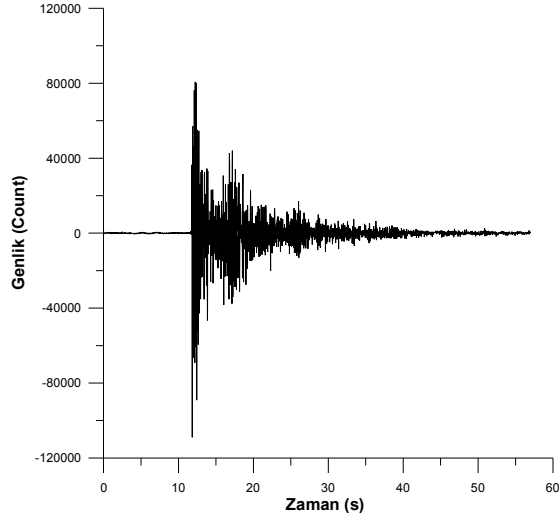
2007 05 15 17:23:07 GMT Md= 3.0
Lokasyon 41.194 N, 38.947 E



Şekil 2.10. ESPY istasyonunda kayıt edilen 2007 12 16 11:11:01 Md=2.8 (patlatma) ve 2007 05 15 17:23:07 Md= 3.0 (deprem) verilerinin sismogramı ve spektrumu

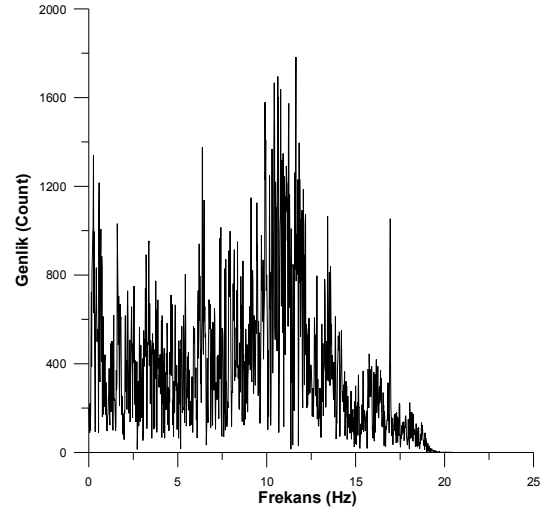
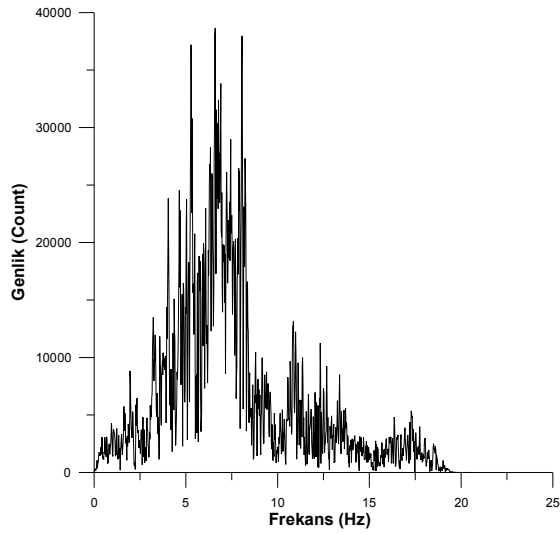
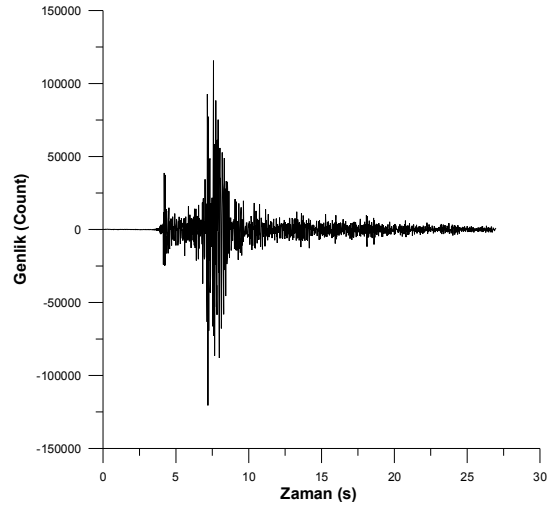
Patlatma

2007 12 03 10:18:52 GMT Md=2.7
Lokasyon 40.216 N, 39.376 E



Deprem

2007 10 28 12:47:23 GMT Md= 2.9
Lokasyon 41.489 N, 39.174 E



Şekil 2.11. PZAR istasyonunda kayıt edilen 2007 12 03 10:18:52 Md=2.7 (patlatma) ve 2007 10 28 12:47:23 Md= 2.9 (deprem) verilerinin sismogramı ve spektrumu

BÖLÜM 3. SONUÇLAR

Bu çalışmada 39.8-41.8°K enlemleri ile 38.2-41.0°D boylamları arasında kalan bölge için KRDAE, UDİM'in Ağustos 2006 - Aralık 2007 tarihleri arasında KTUT, ESPY ve PZAR istasyonlarının kaydettiği büyüklüğü $M_d \leq 3.5$ olan 65 sismik olay için 3 istasyona ait toplam 125 sayısal hız sismogramları kullanılmıştır. Patlatma verilerini deprem verilerinden ayırt etmek için Trabzon bölgesi ve civarındaki sismik aktiviteler incelenmiştir.

Trabzon bölgesindeki sismik aktivite maksimum genliklerinin oranı (S/P), sinyalin iki zaman penceresindeki güçlerinin oranı (Complexity,C) ile spektrumlarının düşük ve yüksek frekanslı pencerelerinin spektral oranları (SR) hesaplanarak, doğrusal ayırt etme fonksiyonu (linear discriminant function-LDF) kullanılarak ayırt edilmiştir. Ayrıca düşey bileşen hız sismogramları ve spektrumları da patlatma ve deprem verisinin ayrımında kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan sismik olayların lokasyon bilgileri ve bu çalışmadan elde edilen parametreler her istasyon için (Tablo 3.1, 3.2, 3.3) 'de verilmiştir.

Birinci yöntemde her bir sismik olay için düşey bileşen hız sismogramından maksimum S dalgası genliklerinin maksimum P dalgası genliklerine oranı ve maksimum S dalgası genliklerinin logaritması hesaplanmış ve doğrusal ayırt etme fonksiyonu (linear discriminant function-LDF) kullanılarak deprem ve patlatmalar birbirinden ayırt edilmiştir. Bu ayrıma göre KTUT, ESPY, PZAR istasyonlarının kaydettiği sismik olaylar sırasıyla % 100, % 97.5 ve % 100 doğrulukla belirlenmiştir. Bu yöntemdeki ayrıma göre şekillerden ve hesaplanan parametrelerin değerlerine göre maksimum S/P oranı depremlerde patlatmalara göre daha büyük değerlere ulaşmaktadır.

İkinci yöntemde sinyalin iki zaman penceresindeki güçlerinin oranı (Complexity,C) ile spektrumlarının düşük ve yüksek frekanslı pencerelerinin spektral oranları (SR) hesaplanmış ve doğrusal ayırt etme fonksiyonu (linear discriminant function-LDF) kullanılarak deprem ve patlatmalar birbirinden ayırt edilmiştir. Burada iki zaman penceresi olarak; t_1 : 2 sn; t_2 : 10 sn, frekans olarak düşük frekans için (1–7 Hz) ve yüksek frekans için (7–14 Hz) kullanılmıştır. Bu ayrıma göre KTUT, ESPY, PZAR istasyonlarının kaydettiği sismik olaylar sırasıyla % 87.1, % 82.5, % 87.0 doğrulukla belirlenmiştir. Bu yöntemdeki ayrıma göre şekillerden ve hesaplanan parametrelerin değerlerine göre Complexity değişkeni depremlerde patlatmalara göre daha büyük değerlere ulaşmaktadır.

Üçüncü yöntemde düşey bileşen hız sismogramları ve spektrumları kullanılarak deprem ve patlatma ayrımı yapılmıştır. Patlatma sismogramında maksimum P dalgası genliği maksimum S dalgası genliğinden daha büyüktür ve Rg fazı görülmektedir. Depreme ait sismogramda ise maksimum P dalgası genliği maksimum S dalgası genliğinden daha küçüktür ve Rg fazı görülmemektedir.

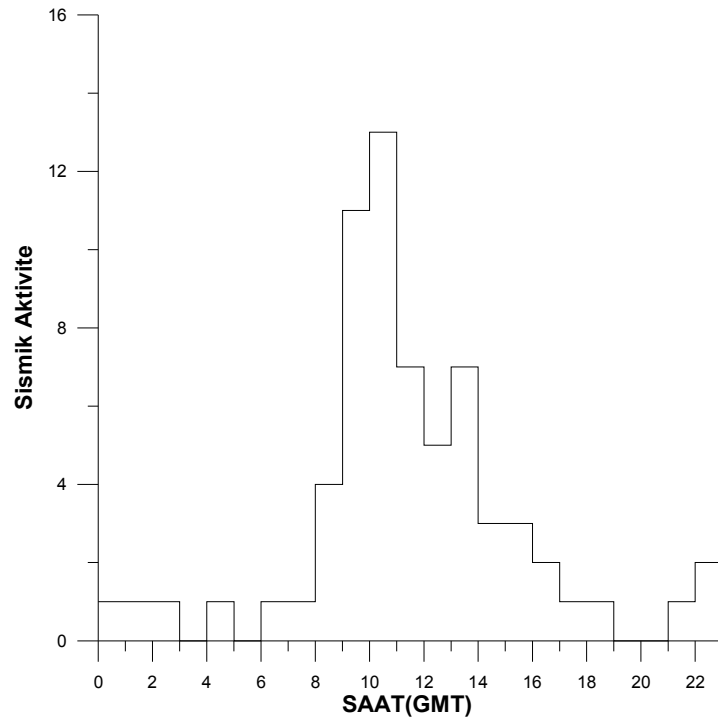
Çalışma bölgesi için seçilen sismik olayların gün içindeki saatlere (GMT) göre dağılımı Şekil 3.1’de verilmektedir. Ağustos 2006- Aralık 2007 tarihleri arasında büyüklüğü $M_d \leq 3.5$ olan sismik aktivitenin saat (GMT) bazında oluş sayılarına göre dağılımının toplu olarak grafiğine baktığımızda 09-11 (GMT) saat diliminde en yüksek değerlere ulaştığını görmekteyiz. Sismik etkinliğin çalışma saatleri olan 9-18 (GMT) arasında daha fazla olduğu görülmektedir, bu da patlatmaların gün içerisinde yapıldığını doğrulamaktadır.

Şekil 3.2’de çalışma sonucunda patlatma olarak belirlenen olayların çıkartıldıktan sonraki dağılımı görülmektedir. Bu dağılıma bakıldığında Şekil 3.1’deki gibi belirli saatlerde bir yığılma görülmemektedir ve rastgele bir dağılım söz konusudur.

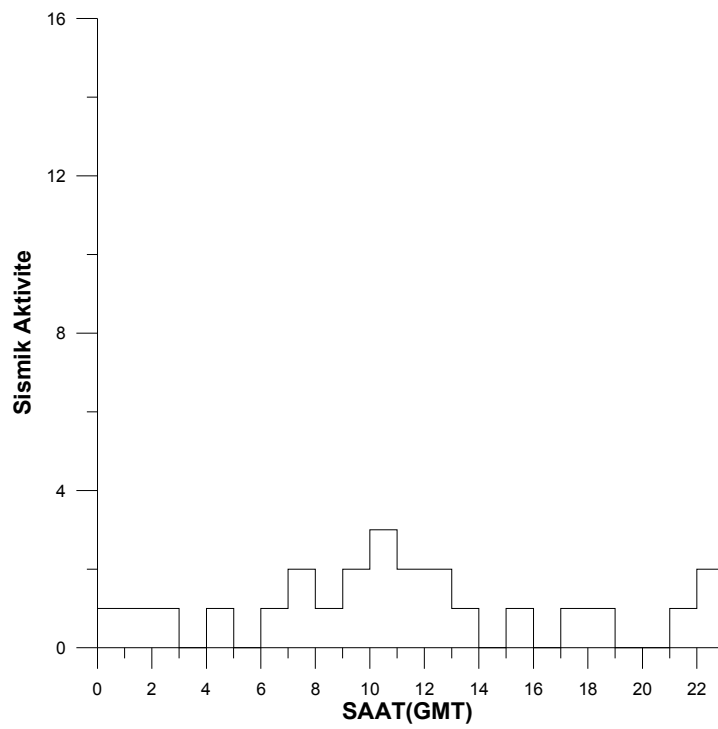
Şekil 3.3’de bu çalışmada kullanılan ve sınıflaması yapılan sismik olayların ve istasyonların yerleri gösterilmektedir.

Patlatma olarak karar verilen sismik olaylar deprem olarak belirlenen sismik olaylara nazaran belli bölgelerde yoğunlaşmıştır, bu da bize sahil yolu şeridi boyunca yapılan patlatma çalışmalarını göstermektedir. Depremlerde ise bu yoğunluk görülmemekte olup rastgele bir saçılım göstermektedir.

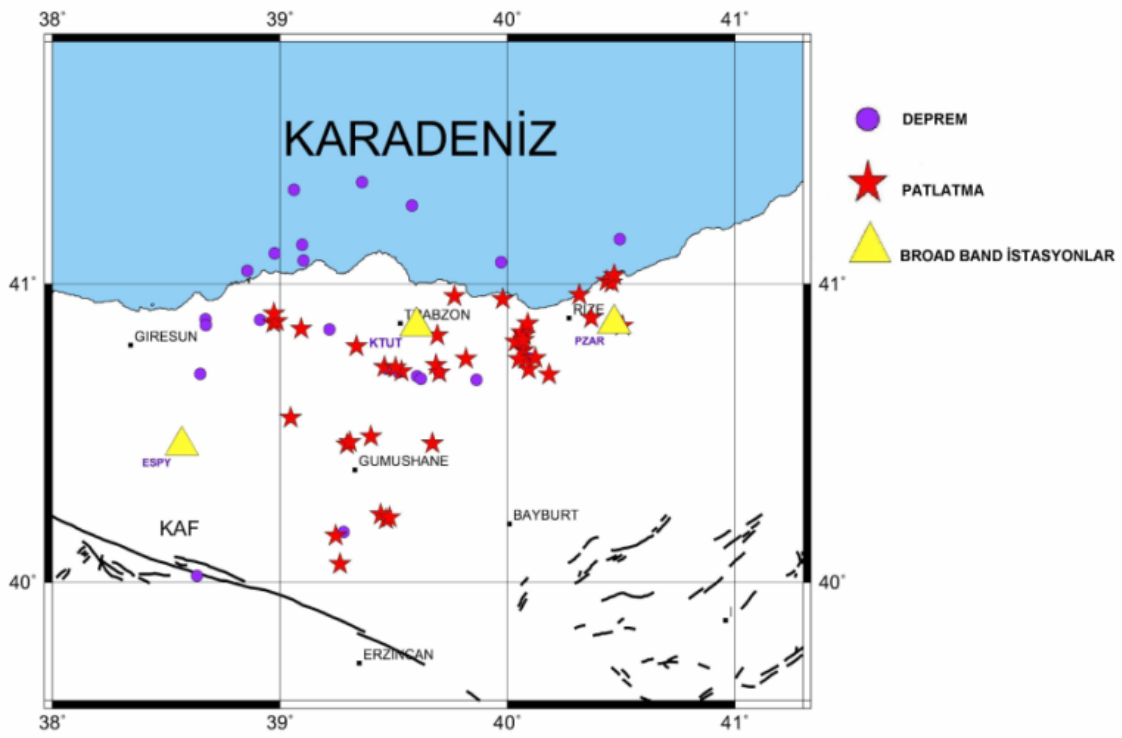
Bu çalışmanın sonucunda incelenen 65 sismik olayın 43 adedinin (%66) patlatma, 22 adedinin (%34) deprem olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmanın amacı Trabzon bölgesi ve civarındaki sismik aktiviteler ile yapay kaynaklı patlatmaların birbirinden ayırt edilmesidir. Bu çalışmanın sonucunda bulunan değerler sadece depremlerin olduğu sismik katalogların hazırlanmasına ve bölgenin deprem aktivitesinin doğru olarak belirlenmesine yardımcı olacaktır.



Şekil 3.1. Çalışma alanında Ağustos 2006-Aralık 2007 tarihleri arasında seçilen sismik olayların gün içinde saatlere (GMT) göre dağılımı



Şekil 3.2. Çalışmanın sonucunda patlatmaların çıkarıldıktan sonraki durumu



Şekil 3.3. Çalışma bölgesinde incelenen ve sınıflaması yapılan sismik olaylar ve deprem istasyonları

Tablo 3.1. KTUT istasyonuna ait 39.8-41.8°K enlemleri ile 38.2-41.0°D boylamları için hesaplanan parametrelerin tümü, deprem ve patlatma sınıflandırması. Kompleksite (Complexity): Düşey bileşen hız sismogramının iki zaman penceresindeki (P dalgası varış zamanı-2 sn; 2-10) güçlerinin oranı, SR: Düşey bileşen hız sismogramının düşük (1-7 Hz) ve yüksek frekanslı (7-14 Hz) kısımlarının spektral oranı, S/P: Düşey bileşen hız sismogramında S/P dalgası genlik oranı, LogS: Maksimum S dalgası genliğinin logaritması

| No | Tarih (gün:ay:yıl) | Saat (sa:dk:sn) | Enlem (K) | Boylam (D) | Derinlik (km) | Magnitüd (Md) | S/P | LogS | C | SR | Tanı |
|----|-----------------------|--------------------|--------------|---------------|------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|----------|
| 1 | 27.08.2006 | 14:01:05 | 40.98 | 39.20 | 24.4 | 3.1 | 0.749 | 1.066 | 6.155 | 1.053 | Patlatma |
| 2 | 11.09.2006 | 13:32:19 | 41.17 | 40.69 | 32.1 | 3.2 | 0.509 | 0.952 | 5.423 | 0.765 | Patlatma |
| 3 | 20.09.2006 | 09:25:48 | 41.25 | 39.08 | 11.1 | 2.6 | 0.410 | 1.364 | 3.479 | 1.171 | Patlatma |
| 4 | 20.11.2006 | 11:46:21 | 41.12 | 40.18 | 30.6 | 3.0 | 0.695 | 0.990 | 6.189 | 1.333 | Patlatma |
| 5 | 29.11.2006 | 08:24:48 | 40.27 | 39.62 | 2.6 | 3.0 | 0.523 | 1.236 | 4.665 | 2.242 | Patlatma |
| 6 | 09.12.2006 | 09:01:16 | 40.82 | 39.69 | 29.5 | 2.6 | 0.409 | 1.061 | 4.310 | 1.450 | Patlatma |
| 7 | 19.12.2006 | 10:56:38 | 41.02 | 40.61 | 27.5 | 2.9 | 0.441 | 1.371 | 3.272 | 1.185 | Patlatma |
| 8 | 20.12.2006 | 10:07:49 | 40.80 | 39.77 | 9.5 | 2.8 | 1.305 | 1.259 | 6.848 | 0.662 | Deprem |
| 9 | 04.01.2007 | 11:01:39 | 41.15 | 40.71 | 25.2 | 2.6 | 0.476 | 0.967 | 5.363 | 1.206 | Patlatma |
| 10 | 19.01.2007 | 11:03:43 | 40.95 | 40.29 | 5.3 | 2.9 | 0.667 | 0.944 | 6.091 | 1.126 | Patlatma |
| 11 | 23.01.2007 | 10:29:51 | 41.00 | 39.09 | 9 | 3.3 | 0.429 | 0.889 | 5.460 | 0.967 | Patlatma |
| 12 | 27.01.2007 | 00:56:13 | 40.97 | 39.34 | 4.3 | 3.3 | 2.181 | 0.905 | 6.206 | 2.341 | Deprem |
| 13 | 19.02.2007 | 10:03:59 | 40.79 | 39.79 | 13.2 | 2.8 | 1.491 | 1.188 | 6.180 | 1.144 | Deprem |
| 14 | 05.03.2007 | 10:59:07 | 40.96 | 40.28 | 5.3 | 2.8 | 0.667 | 0.723 | 6.085 | 1.876 | Patlatma |
| 15 | 14.03.2007 | 10:12:18 | 40.90 | 40.28 | 6.5 | 3.0 | 0.447 | 0.655 | 6.047 | 1.251 | Patlatma |
| 16 | 14.03.2007 | 15:15:53 | 40.82 | 39.68 | 19.4 | 2.5 | 1.183 | 0.876 | 7.227 | 0.986 | Deprem |
| 17 | 30.03.2007 | 13:10:42 | 40.99 | 40.77 | 8.9 | 2.8 | 0.650 | 0.700 | 5.860 | 1.036 | Patlatma |
| 18 | 11.04.2007 | 09:28:29 | 40.55 | 39.84 | 2.9 | 2.5 | 0.478 | 0.672 | 5.552 | 1.853 | Patlatma |
| 19 | 13.04.2007 | 13:05:41 | 40.11 | 39.39 | 5.4 | 2.9 | 0.514 | 0.740 | 5.621 | 2.091 | Patlatma |
| 20 | 14.04.2007 | 23:08:46 | 41.01 | 38.74 | 18 | 2.9 | 2.504 | 0.926 | 6.998 | 2.085 | Deprem |
| 21 | 16.04.2007 | 08:15:35 | 41.27 | 40.73 | 26.5 | 3.0 | 0.524 | 0.603 | 5.630 | 1.038 | Patlatma |
| 22 | 21.04.2007 | 09:12:53 | 40.81 | 40.41 | 11.2 | 2.8 | 0.505 | 0.522 | 5.587 | 0.838 | Patlatma |

Tablo 3.1'in devamı

| No | Tarih (gün:ay:yıl) | Saat (sa:dk:sn) | Enlem (K) | Boylam (D) | Derinlik (km) | Magnitüd (Md) | S/P | LogS | C | SR | Tanı |
|----|-----------------------|--------------------|--------------|---------------|------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|----------|
| 23 | 02.05.2007 | 13:16:30 | 41.00 | 39.07 | 7.2 | 3.2 | 0.610 | 0.711 | 5.856 | 1.192 | Patlatma |
| 24 | 03.05.2007 | 14:02:09 | 40.86 | 40.29 | 24.9 | 2.3 | 0.641 | 0.674 | 5.631 | 0.952 | Patlatma |
| 25 | 04.05.2007 | 13:57:08 | 41.20 | 40.75 | 27.5 | 2.8 | 0.574 | 0.550 | 5.918 | 1.206 | Patlatma |
| 26 | 04.05.2007 | 13:47:19 | 40.55 | 39.43 | 5.7 | 2.7 | 1.432 | 0.829 | 6.135 | 1.110 | Deprem |
| 27 | 04.05.2007 | 21:49:07 | 40.06 | 38.70 | 9 | 3.2 | 1.734 | 0.571 | 7.990 | 1.488 | Deprem |
| 28 | 09.05.2007 | 02:43:29 | 41.28 | 39.21 | 5 | 3.1 | 2.031 | 0.767 | 6.043 | 2.300 | Deprem |
| 29 | 15.05.2007 | 17:23:07 | 41.19 | 38.94 | 10 | 3.5 | 2.412 | 2.114 | 15.81 | 1.226 | Deprem |
| 30 | 26.05.2007 | 09:58:47 | 40.93 | 40.25 | 2.8 | 2.7 | 0.410 | 0.748 | 5.715 | 2.003 | Patlatma |
| 31 | 28.05.2007 | 14:37:27 | 40.84 | 39.86 | 9.5 | 2.6 | 0.615 | 1.702 | 2.379 | 1.718 | Patlatma |
| 32 | 30.05.2007 | 01:12:19 | 41.43 | 39.74 | 9.6 | 2.5 | 2.611 | 1.055 | 6.801 | 3.206 | Deprem |
| 33 | 30.05.2007 | 09:19:45 | 41.51 | 39.50 | 5 | 2.6 | 0.663 | 0.705 | 5.844 | 0.475 | Patlatma |
| 34 | 30.05.2007 | 09:28:04 | 41.22 | 40.18 | 8.5 | 2.9 | 0.756 | 0.631 | 6.037 | 1.468 | Patlatma |
| 35 | 30.05.2007 | 15:00:18 | 41.18 | 40.56 | 14.6 | 2.8 | 0.555 | 0.515 | 5.975 | 1.228 | Patlatma |
| 36 | 04.06.2007 | 09:50:16 | 41.00 | 40.31 | 5.5 | 3.2 | 0.588 | 0.658 | 6.084 | 1.296 | Patlatma |
| 37 | 08.06.2007 | 12:16:06 | 40.82 | 39.88 | 31.6 | 2.5 | 1.231 | 1.190 | 6.708 | 1.064 | Deprem |
| 38 | 11.06.2007 | 11:13:26 | 40.29 | 39.59 | 8.4 | 2.9 | 0.455 | 1.089 | 5.151 | 1.231 | Patlatma |
| 39 | 22.06.2007 | 16:43:47 | 40.65 | 39.15 | 5.3 | 2.6 | 0.536 | 0.469 | 6.255 | 1.013 | Patlatma |
| 40 | 29.06.2007 | 10:11:30 | 40.86 | 40.26 | 6.6 | 2.6 | 0.434 | 0.769 | 5.619 | 2.405 | Patlatma |
| 41 | 13.07.2007 | 09:57:21 | 40.79 | 40.06 | 3.7 | 2.9 | 2.401 | 0.776 | 6.064 | 1.242 | Deprem |
| 12 | 17.07.2007 | 09:27:31 | 40.87 | 40.31 | 8.1 | 2.4 | 1.348 | 1.124 | 6.344 | 0.823 | Deprem |
| 43 | 20.07.2007 | 10:12:26 | 40.83 | 40.31 | 14.4 | 2.5 | 0.586 | 0.684 | 5.839 | 2.187 | Patlatma |
| 44 | 31.07.2007 | 12:13:12 | 41.14 | 39.95 | 20.4 | 2.7 | 0.538 | 0.676 | 5.807 | 0.785 | Patlatma |
| 45 | 06.08.2007 | 09:40:08 | 40.58 | 39.54 | 5 | 3.2 | 1.243 | 1.034 | 6.554 | 1.262 | Deprem |
| 46 | 10.08.2007 | 11:46:55 | 40.23 | 39.41 | 13.3 | 2.9 | 1.948 | 0.959 | 6.979 | 1.386 | Deprem |

Tablo 3.1'in devamı

| No | Tarih (gün:ay:yıl) | Saat (sa:dk:sn) | Enlem (K) | Boylam (D) | Derinlik (km) | Magnitüd (Md) | S/P | LogS | C | SR | Tanı |
|----|-----------------------|--------------------|--------------|---------------|------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|----------|
| 47 | 17.08.2007 | 15:33:00 | 40.56 | 39.44 | 8.9 | 2.9 | 1.457 | 0.994 | 6.966 | 1.474 | Deprem |
| 48 | 24.08.2007 | 10:16:34 | 40.87 | 40.00 | 7.8 | 3.0 | 0.605 | 0.521 | 5.907 | 1.880 | Patlatma |
| 49 | 13.09.2007 | 12:31:56 | 40.28 | 39.63 | 9.6 | 2.7 | 0.597 | 0.951 | 5.577 | 1.702 | Patlatma |
| 50 | 21.09.2007 | 10:13:40 | 40.94 | 40.28 | 8.1 | 3.0 | 0.463 | 0.846 | 5.089 | 2.317 | Patlatma |
| 51 | 29.09.2007 | 23:13:06 | 40.81 | 38.71 | 3.5 | 3.0 | 1.568 | 0.551 | 6.940 | 1.577 | Deprem |
| 52 | 27.10.2007 | 08:13:31 | 41.23 | 39.22 | 4 | 2.8 | 2.370 | 0.859 | 6.606 | 2.015 | Deprem |
| 53 | 28.10.2007 | 12:47:23 | 41.48 | 39.17 | 5.5 | 3.1 | 2.435 | 1.686 | 7.995 | 1.826 | Deprem |
| 54 | 29.10.2007 | 18:39:45 | 41.01 | 39.01 | 3.7 | 3.1 | 1.353 | 0.859 | 6.879 | 2.084 | Deprem |
| 55 | 05.11.2007 | 10:18:42 | 40.95 | 39.87 | 23 | 3.0 | 0.396 | 0.742 | 5.696 | 2.216 | Patlatma |
| 56 | 18.11.2007 | 07:29:39 | 40.84 | 39.61 | 9.3 | 2.7 | 0.545 | 1.173 | 5.091 | 0.671 | Patlatma |
| 57 | 21.11.2007 | 10:12:28 | 40.87 | 40.34 | 9.9 | 2.6 | 0.598 | 0.759 | 5.352 | 1.071 | Patlatma |
| 58 | 26.11.2007 | 13:42:14 | 40.83 | 39.66 | 15.3 | 2.7 | 0.583 | 1.237 | 5.237 | 1.119 | Patlatma |
| 59 | 02.12.2007 | 10:27:18 | 40.99 | 38.74 | 11.8 | 2.9 | 1.262 | 1.239 | 6.873 | 1.739 | Deprem |
| 60 | 05.12.2007 | 09:55:21 | 40.83 | 39.62 | 5 | 2.6 | 1.415 | 1.448 | 6.461 | 0.520 | Deprem |
| 61 | 12.12.2007 | 09:54:19 | 40.91 | 39.47 | 15.2 | 2.6 | 0.815 | 1.459 | 4.992 | 0.760 | Patlatma |
| 62 | 16.12.2007 | 11:11:01 | 41.03 | 39.07 | 9.7 | 3.0 | 0.662 | 0.718 | 5.786 | 0.769 | Patlatma |

Tablo 3.2. ESPY istasyonuna ait 39.8-41.8°K enlemleri ile 38.2-41.0°D boylamları için hesaplanan parametrelerin tümü, deprem ve patlatma sınıflandırması. Kompleksite (Complexity): Düşey bileşen hız sismogramının iki zaman penceresindeki (P dalgası varış zamanı-2 sn; 2-10) güçlerinin oranı, SR: Düşey bileşen hız sismogramının düşük (1-7 Hz) ve yüksek frekanslı (7-14 Hz) kısımlarının spektral oranı, S/P: Düşey bileşen hız sismogramında S/P dalgası genlik oranı, LogS: Maksimum S dalgası genliğinin logaritması

| No | Tarih (gün:ay:yıl) | Saat (sa:dk:sn) | Enlem (K) | Boylam (D) | Derinlik (km) | Magnitüd (Md) | S/P | LogS | C | SR | Tanı |
|----|-----------------------|--------------------|--------------|---------------|------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|----------|
| 1 | 05.03.2007 | 10:59:07 | 40.98 | 39.20 | 24.4 | 3.1 | 0.585 | 0.648 | 4.839 | 1.217 | Patlatma |
| 2 | 14.03.2007 | 10:12:18 | 40.02 | 39.32 | 20.1 | 2.9 | 0.659 | 0.780 | 4.803 | 4.836 | Patlatma |
| 3 | 14.03.2007 | 15:15:53 | 41.17 | 40.69 | 29.9 | 3.2 | 1.806 | 1.540 | 6.027 | 6.833 | Deprem |
| 4 | 16.03.2007 | 11:09:03 | 41.25 | 39.08 | 11.1 | 3.5 | 0.670 | 0.740 | 4.629 | 1.169 | Patlatma |
| 5 | 30.03.2007 | 13:10:42 | 41.12 | 40.18 | 30.6 | 3.0 | 0.691 | 0.888 | 4.745 | 3.535 | Patlatma |
| 6 | 13.04.2007 | 13:05:41 | 40.82 | 39.69 | 29.5 | 2.6 | 0.566 | 0.795 | 4.787 | 1.686 | Patlatma |
| 7 | 14.04.2007 | 23:08:46 | 40.75 | 39.54 | 13.7 | 2.7 | 4.174 | 2.555 | 14.22 | 2.378 | Deprem |
| 8 | 16.04.2007 | 08:15:35 | 40.80 | 39.77 | 9.5 | 2.8 | 0.631 | 0.714 | 4.687 | 5.629 | Patlatma |
| 9 | 02.05.2007 | 13:16:30 | 41.00 | 39.09 | 9 | 3.3 | 0.504 | 1.921 | 1.089 | 1.860 | Patlatma |
| 10 | 04.05.2007 | 13:47:19 | 40.92 | 40.29 | 7.3 | 2.8 | 0.540 | 1.093 | 4.527 | 4.825 | Patlatma |
| 11 | 04.05.2007 | 21:49:07 | 40.79 | 39.79 | 13.2 | 2.8 | 0.471 | 0.987 | 4.319 | 4.542 | Patlatma |
| 12 | 09.05.2007 | 02:43:29 | 40.96 | 40.28 | 5.3 | 2.8 | 1.789 | 1.550 | 5.142 | 2.615 | Deprem |
| 13 | 15.05.2007 | 17:23:07 | 40.82 | 39.68 | 19.4 | 3.0 | 4.094 | 3.590 | 9.743 | 1.190 | Deprem |
| 14 | 26.05.2007 | 09:58:47 | 40.99 | 40.77 | 8.9 | 2.8 | 0.537 | 0.639 | 4.998 | 1.501 | Patlatma |
| 15 | 28.05.2007 | 14:37:27 | 40.55 | 39.84 | 2.9 | 2.5 | 0.536 | 0.866 | 4.495 | 4.064 | Patlatma |
| 16 | 30.05.2007 | 01:12:19 | 40.11 | 39.39 | 5.4 | 2.9 | 3.992 | 1.177 | 4.991 | 2.185 | Deprem |
| 17 | 30.05.2007 | 09:19:45 | 41.01 | 38.74 | 18 | 2.9 | 0.436 | 0.987 | 4.145 | 3.226 | Patlatma |
| 18 | 04.06.2007 | 09:50:16 | 40.89 | 40.33 | 5.4 | 2.8 | 0.469 | 0.635 | 4.811 | 4.493 | Patlatma |
| 19 | 08.06.2007 | 12:16:06 | 40.86 | 40.29 | 24.9 | 2.3 | 1.893 | 1.433 | 5.728 | 1.316 | Deprem |
| 20 | 11.06.2007 | 11:13:26 | 41.20 | 40.75 | 27.5 | 2.8 | 0.467 | 1.367 | 4.184 | 1.667 | Patlatma |
| 21 | 22.06.2007 | 16:43:47 | 41.19 | 38.94 | 10 | 3.5 | 0.717 | 1.198 | 4.655 | 1.461 | Patlatma |
| 22 | 29.06.2007 | 10:11:30 | 41.00 | 39.07 | 11.8 | 2.8 | 0.386 | 0.482 | 4.944 | 1.582 | Patlatma |

Tablo 3.2'nin devamı

| No | Tarih (gün:ay:yıl) | Saat (sa:dk:sn) | Enlem (K) | Boylam (D) | Derinlik (km) | Magnitüd (Md) | S/P | LogS | C | SR | Tanı |
|----|-----------------------|--------------------|--------------|---------------|------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|----------|
| 23 | 20.07.2007 | 10:12:26 | 40.84 | 39.86 | 9.5 | 2.6 | 0.504 | 0.647 | 4.816 | 1.847 | Patlatma |
| 24 | 31.07.2007 | 12:13:12 | 41.51 | 39.50 | 5 | 2.6 | 0.422 | 0.550 | 4.816 | 1.977 | Patlatma |
| 25 | 06.08.2007 | 09:40:08 | 40.85 | 39.59 | 5.5 | 2.3 | 0.622 | 1.071 | 4.544 | 1.352 | Patlatma |
| 26 | 10.08.2007 | 11:46:55 | 40.33 | 39.48 | 28.6 | 2.4 | 2.227 | 1.399 | 5.836 | 1.503 | Deprem |
| 27 | 17.08.2007 | 15:33:00 | 40.52 | 39.65 | 16.4 | 2.7 | 0.451 | 1.277 | 3.959 | 2.261 | Patlatma |
| 28 | 24.08.2007 | 10:16:34 | 40.26 | 39.62 | 15.4 | 2.5 | 0.542 | 0.499 | 4.737 | 3.556 | Patlatma |
| 29 | 13.09.2007 | 12:31:56 | 40.88 | 40.27 | 5.3 | 3.0 | 0.406 | 0.979 | 4.337 | 2.520 | Patlatma |
| 30 | 21.09.2007 | 10:13:40 | 40.57 | 39.21 | 10 | 2.9 | 0.621 | 0.833 | 4.747 | 4.356 | Patlatma |
| 31 | 29.09.2007 | 23:13:06 | 40.65 | 39.15 | 5.3 | 2.6 | 2.798 | 2.231 | 9.850 | 3.436 | Deprem |
| 32 | 27.10.2007 | 08:13:31 | 40.75 | 39.54 | 8.2 | 2.9 | 1.576 | 1.463 | 5.386 | 2.795 | Deprem |
| 33 | 28.10.2007 | 12:47:23 | 40.87 | 40.31 | 8.1 | 2.4 | 2.181 | 2.203 | 9.956 | 4.102 | Deprem |
| 34 | 29.10.2007 | 18:39:45 | 40.83 | 40.31 | 14.4 | 2.5 | 3.735 | 1.905 | 7.822 | 2.397 | Deprem |
| 35 | 18.11.2007 | 07:29:39 | 40.58 | 39.54 | 5 | 3.2 | 0.608 | 0.549 | 4.997 | 6.559 | Patlatma |
| 36 | 26.11.2007 | 13:42:14 | 40.87 | 40.00 | 7.8 | 3.0 | 0.723 | 0.720 | 4.879 | 6.648 | Patlatma |
| 37 | 02.12.2007 | 10:27:18 | 40.94 | 40.28 | 8.1 | 3.0 | 4.181 | 2.662 | 5.419 | 2.189 | Deprem |
| 38 | 03.12.2007 | 10:18:52 | 40.21 | 39.37 | 7.4 | 2.7 | 0.631 | 0.654 | 4.884 | 1.113 | Patlatma |
| 39 | 12.12.2007 | 09:54:19 | 41.23 | 39.22 | 4 | 2.8 | 0.692 | 0.702 | 4.974 | 1.472 | Patlatma |
| 40 | 16.12.2007 | 11:11:01 | 41.01 | 39.01 | 3.7 | 2.8 | 0.436 | 1.888 | 1.194 | 1.564 | Patlatma |

Tablo 3.3. PZAR istasyonuna ait 39.8-41.8°K enlemleri ile 38.2-41.0°D boylamları için hesaplanan parametrelerin tümü, deprem ve patlatma sınıflandırması. Kompleksite (Complexity): Düşey bileşen hız sismogramının iki zaman penceresindeki (P dalgası varış zamanı-2 sn; 2-10) güçlerinin oranı, SR: Düşey bileşen hız sismogramının düşük (1-7 Hz) ve yüksek frekanslı (7-14 Hz) kısımlarının spektral oranı, S/P: Düşey bileşen hız sismogramında S/P dalgası genlik oranı, LogS: Maksimum S dalgası genliğinin logaritması

| No | Tarih (gün:ay:yıl) | Saat (sa:dk:sn) | Enlem (K) | Boylam (D) | Derinlik (km) | Magnitüd (Md) | S/P | LogS | C | SR | Tanı |
|----|-----------------------|--------------------|--------------|---------------|------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|----------|
| 1 | 05.03.2007 | 10:59:07 | 40.98 | 39.20 | 24.1 | 3.1 | 0.898 | 1.259 | 8.215 | 0.461 | Patlatma |
| 2 | 14.03.2007 | 10:12:18 | 40.02 | 39.32 | 20.1 | 2.9 | 0.639 | 1.261 | 3.488 | 2.526 | Patlatma |
| 3 | 16.03.2007 | 11:09:03 | 41.25 | 39.08 | 11.1 | 3.5 | 1.588 | 1.509 | 9.950 | 0.373 | Deprem |
| 4 | 30.03.2007 | 13:10:42 | 41.12 | 40.18 | 30.6 | 3.0 | 0.507 | 1.227 | 8.456 | 1.336 | Patlatma |
| 5 | 11.04.2007 | 09:28:29 | 41.08 | 39.22 | 29.9 | 2.9 | 0.480 | 1.056 | 4.712 | 0.360 | Patlatma |
| 6 | 16.04.2007 | 08:15:35 | 40.80 | 39.77 | 9.5 | 2.8 | 1.255 | 1.824 | 9.890 | 0.342 | Deprem |
| 7 | 21.04.2007 | 09:12:53 | 41.18 | 40.74 | 30.7 | 2.7 | 0.482 | 0.890 | 7.053 | 0.566 | Patlatma |
| 8 | 03.05.2007 | 14:02:09 | 41.08 | 40.68 | 5.3 | 2.7 | 0.571 | 0.999 | 7.059 | 0.484 | Patlatma |
| 9 | 04.05.2007 | 13:57:08 | 40.97 | 39.34 | 4.3 | 3.3 | 1.746 | 1.802 | 9.995 | 0.281 | Deprem |
| 10 | 15.05.2007 | 17:23:07 | 40.82 | 39.68 | 19.4 | 2.5 | 3.429 | 1.809 | 9.877 | 2.792 | Deprem |
| 11 | 30.05.2007 | 09:28:04 | 39.99 | 39.15 | 29.6 | 2.7 | 1.336 | 1.363 | 7.845 | 0.494 | Deprem |
| 12 | 30.05.2007 | 15:00:18 | 41.27 | 40.73 | 26.5 | 3.0 | 1.918 | 1.824 | 9.998 | 0.285 | Deprem |
| 13 | 04.06.2007 | 09:50:16 | 40.89 | 40.33 | 5.4 | 2.8 | 0.737 | 1.276 | 5.871 | 2.303 | Patlatma |
| 14 | 11.06.2007 | 11:13:26 | 41.20 | 40.75 | 27.5 | 2.8 | 0.701 | 1.160 | 5.768 | 0.667 | Patlatma |
| 15 | 29.06.2007 | 10:11:30 | 41.00 | 39.07 | 11.8 | 2.8 | 0.729 | 1.476 | 3.208 | 0.239 | Patlatma |
| 16 | 13.07.2007 | 09:57:21 | 40.93 | 40.25 | 2.8 | 2.7 | 2.177 | 1.578 | 9.410 | 6.164 | Deprem |
| 17 | 17.07.2007 | 09:27:31 | 40.82 | 39.68 | 10.2 | 2.2 | 1.322 | 1.373 | 6.723 | 2.112 | Deprem |
| 18 | 21.09.2007 | 10:13:40 | 40.57 | 39.21 | 10 | 2.9 | 0.670 | 1.441 | 3.126 | 0.260 | Patlatma |
| 19 | 28.10.2007 | 12:47:23 | 40.87 | 40.31 | 8.1 | 2.9 | 1.662 | 1.438 | 6.547 | 3.650 | Deprem |
| 20 | 05.11.2007 | 10:18:42 | 41.14 | 39.95 | 20.4 | 2.7 | 0.668 | 1.297 | 4.150 | 2.376 | Patlatma |
| 21 | 21.11.2007 | 10:12:28 | 40.23 | 39.41 | 13.3 | 2.9 | 0.542 | 1.416 | 2.847 | 2.560 | Patlatma |
| 22 | 03.12.2007 | 10:18:52 | 40.21 | 39.37 | 7.4 | 2.7 | 0.546 | 1.178 | 4.560 | 0.314 | Patlatma |
| 23 | 05.12.2007 | 09:55:21 | 40.81 | 38.71 | 3.5 | 3.0 | 2.174 | 1.347 | 8.477 | 2.828 | Deprem |

KAYNAKLAR

- [1] BAUMGARDT, D.R., YOUNG, G.B., Regional seismic waveform discriminants and case-based event identification using regional arrays. Bulletin Seismological Society of America Part B 80, 1874–1892, 1990.
- [2] GITTERMAN, Y., V. PINKY, and A. SHAPIRA, Spectral classification methods in monitoring small local events by the Israel seismic net-work, J. Seism. 2, 237-256, 1998.
- [3] GITTERMAN, Y. and SHAPIRA, A., Spectral discrimination of underwater explosions, *Isr. J. Earth Sci.*, 42, 37-44, 1993.
- [4] HORASAN, G., BOZTEPE-GÜNEY, A., KUSMEZER. A., MUSAOĞLU, N., Constamination of seismicity catalogs by quarry blast: An example from İstanbul and its vicinity, Northwestern Turkey. Journal of Asian Earth sciences 34: 90-99, doi:10.1016/j.jseas.2008.03.012, 2009.
- [5] HORASAN, G., BOZTEPE-GÜNEY, A., KÜSMEZER, A., BEKLER, F., ÖĞÜTÇÜ, Z., İstanbul ve civarındaki deprem ve patlatma verilerinin birbirinden ayırt edilmesi ve kataloglanması, Proje Sonuç Raporu, Projece No: 05T202 , Boğaziçi Üniversitesi Araştırma Fonu, s 79, 2006.
- [6] KAYA,R., KESİMAL, A., YILMAZ, E., ERÇIKDI, B., Karadeniz sahil yolu projesi kapsamında Trabzonda işletilen taş ocaklarında yapılan patlatmaların çevresel açıdan incelenmesi, 2003.
- [7] KIM, W. Y., D. W. SIPMSON, and P. G. RICHARDS, High-Frequency Spectra of Regional from Eartquakes and Chemical Explosions, Bull. Seism. Soc. Am. 84, 1365-1386, 1994.
- [8] SCHERBAUM, F. And JOHNSON, J., 1992, Programmable Interactive Toolbox for Seismological Analysis (PITSA). In: Lee, W.H.K. (eds), IASPEI Software Library, USA. V 5, 269 pp., 1992.
- [9] SPSS V.17.0 SPSS for Windows. SPSS Inc. (Statistical Package for the Social Sciences). 2005.
- [10] TAYLOR, S.R., DENNY, M.D., VERGINO, E.S., GLASER, R.E., 1989. Regional discrimination between NTS-explosions and eartquakes. Bulletin Seismological Society of America 79, 1142-1176.

- [11] TUROĞLU, H, Trabzon-Sarp arası Karadeniz akları doğal ortam özellikleri ve insan, Trabzon, 2005.
- [12] WESSEL, P., and SMITH, W.H.F., New version of the generic mapping tools (GMT) Version 3.0 released, Trans., AGU, EOS, 76, 329, 1995.
- [13] WÜSTER, J., Discrimination of chemical explosions and earthquakes in central Europe-a case study, Bull. Seismol. Soc. Am. 83, 1184-1212, 1993.
- [14] <http://www.resimle.net>, Mart, 2010.
- [15] [http:// www.kenthaber.com](http://www.kenthaber.com), Mart, 2010.
- [16] [http:// www.yapi.com.tr](http://www.yapi.com.tr), Mart, 2010.
- [19] [http:// www.gerzehaber.net](http://www.gerzehaber.net), Mart, 2010.

ÖZGEÇMİŞ

Ömer Faruk KARTAL, 11.10.1982 yılında Adapazarı'nda doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Adapazarı'nda tamamladı. 2002 yılında eğitimine başladığı Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği bölümünden 2006 yılında mezun oldu. Aynı yıl Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde yüksek lisans eğitimine başladı.