

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

**TÜRKİYE’NİN FARKLI BÖLGELERİNDE DEPREM  
VE PATLATMA VERİLERİNİN AYIRT EDİLMESİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Aylin TAN**

**Enstitü Anabilim Dalı : JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Gündüz HORASAN**

**Eylül 2021**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRKİYE’NİN FARKLI BÖLGELERİNDE DEPREM  
VE PATLATMA VERİLERİNİN AYIRT EDİLMESİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Aylin TAN**

**Enstitü Anabilim Dalı : JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ**

**Bu tez 13/ 09 /2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.**

**Jüri Başkanı**

**Üye**

**Üye**

**Üye**

**Üye**

## **BEYAN**

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Aylin TAN

13.09.2021

## TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, araştırmanın tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, beni teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren ve mesleki idolüm değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Gündüz HORASAN'a (Sakarya Üniversitesi) teşekkürlerimi sunarım.

Doktora tezimin tez izleme komitesinde yer alarak, tezimin şekillenmesinde büyük emeği olan değerli hocalarım sayın Prof. Dr. Murat UTKUCU'ya (Sakarya Üniversitesi) kıymetli önerileri ve katkıları için; sayın Dr. Doğan KALAFAT'a (Boğaziçi Üniversitesi) çalışma bölgelerine ait olan veri kataloglarını elde etmeme izin vererek, her türlü akademik bilgiyle desteği sağladığı ve mesleki deneyimlerini paylaştığı için çok teşekkür ederim. Ayrıca değerli zamanını bana ayırarak, sismik olayları ayırt etme konusunda kıymetli hocam sayın Dr. Kıvanç KEKOVALI'ya (Boğaziçi Üniversitesi) ve Yapay Sinir Ağları Yaklaşımı konusunda bilgilerini benimle paylaşan sayın Dr. Öğr. Üyesi Ali GÜLBAĞ'a (Sakarya Üniversitesi) ve sayın Dr. Öğr. Üyesi Eray YILDIRIM'a (Bursa Teknik Üniversitesi) minnetimi sunarım. Ayrıca akademik deneyimleri konusunda benden yardımlarını esirgemeyerek, her zaman yanımda olan kıymetli arkadaşım sayın Jeofizik Yüksek Mühendisi Ömer Faruk KARTAL'a (Arifiye Belediyesi) müteşekkirim.

Hayatımdaki şükür sebebim olan sevgili ablam Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Nur TAN'a (Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi) tüm desteği için teşekkürlerimi sunarım. Şu an hayatta olamasalar bile, aklın ve bilimin ışığında akademik kariyerimde yükselmem için beni hep destekleyen ilk öğretmenlerim rahmetli babam Kemal TAN'a ve rahmetli annem Selminaz TAN'a tüm minnetimle şükranlarımı sunarım.

*Başarılı bir sismolog olmaya karar verdiğim o gece, yaşadığım İzmit Depremi'nde (Gölcük (Kocaeli), 17.08.1999, 03:02:00, Ms=7.4), hayatını kaybeden o güzel insanların anısına...*

*Saygıyla,*

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR .....	i
İÇİNDEKİLER .....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ .....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	x
TABLolar LİSTESİ .....	xviii
ÖZET .....	xxx
SUMMARY .....	xxxı
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ .....	1
BÖLÜM 2.	
KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	3
BÖLÜM 3.	
MATERYAL VE YÖNTEM .....	9
3.1. Çalışma Alanı .....	9
3.2. Yöntemler .....	10
3.2.1. Sismogramda tanımlanan iki zaman penceresinin güçlerinin oranının (C) hesaplanması.....	11
3.2.2. Genlik oranının hesaplanması (S/P maksimum genlik oranı, ratio).....	12
3.2.3. Toplam sinyal süresinin tanımlanması (Duration).....	12
3.2.4. Doğrusal ayırt etme fonksiyonu (DAF) yöntemi.....	12

3.2.5. Yapay sinir ağı yaklaşımı.....	13
3.2.5.1. YSA'nın sınıflandırılması.....	14
3.2.5.2. Öğrenme algoritması.....	14
3.2.5.3. Ağ topolojisinin oluşturulması .....	15
3.2.5.4. Toplam fonksiyonu.....	16
3.2.5.5. Aktivasyon (Transfer) fonksiyonu.....	17
3.2.5.6. Nöron sayısının (Ns) seçimi.....	19
3.2.5.7. YSA ağ topolojisi için veri setlerinin hazırlanması..	19
3.2.5.8. Tüm veri setine uygulanan normalizasyon işlemi....	20
3.2.5.9. Eğitim ve test verisi setinin oluşturulması.....	21
3.2.5.10. Çalışmada kullanılacak olan veri setlerine yapılan ön işlemler.....	21
3.2.5.11. Belirlenen nöron sayısı (Ns).....	23
3.2.5.12. Kullanılan toplam fonksiyonu.....	23
3.2.5.13. Kullanılan aktivasyon (transfer) fonksiyonu.....	24
3.2.5.14. Doğruluk yüzdesinin (DY) hesaplanması.....	24
3.3. Parametrelerin Belirlenmesi Ve Verilerin İşlenmesi.....	24
3.3.1. Çalışma bölgelerine ait veri setlerinin YSA yaklaşımı için hazırlanması.....	25
3.3.2. Nöron sayısı (Ns)'na karşılık gelen determinasyon katsayısı ( $R^2$ ) değerleri.....	25
3.4. Çalışma Bölgeleri: Edirne, Manisa, Ankara.....	30
3.4.1. Çalışma alanını oluşturan bölgelerin jeolojisi.....	31
3.4.1.1. Edirne ilinin genel jeolojisi.....	31
3.4.1.2. Manisa ilinin genel jeolojisi.....	31
3.4.1.3. Ankara ilinin genel jeolojisi.....	32
3.4.2. Çalışma alanına ait olan veriler.....	33
3.4.2.1. Sismik olayları kaydeden sismometrelerin teknik özellikleri.....	33
3.4.2.2. ERIK deprem istasyonunun donanımı.....	35
3.4.3. Sismik olayların doğru tanımlanmasının önemi.....	39

3.4.4. Maden ocakları ve taşocakları.....	39
3.4.5. Çalışma alanındaki patlatma ocakları.....	40
3.4.5.1. Edirne'deki patlatma ocakları.....	40
3.4.5.2. Manisa'daki patlatma ocakları.....	41
3.4.5.3. Ankara'daki patlatma ocakları.....	41
3.4.6. Patlatmalar ile magnitüd ilişkisi.....	41
3.4.7. Çalışma alanındaki sismik istasyonlar ile istasyonlara en yakın olan patlatma ocakları.....	42
3.4.8. Çalışma alanındaki patlatma ocaklarına ait bilgiler.....	42
3.5. Çalışma Bölgesindeki Verilerin Özellikleri .....	43
3.5.1. Edirne verisinin özellikleri.....	43
3.5.2. Manisa verisinin özellikleri.....	44
3.5.3. Ankara verisinin özellikleri.....	45
3.6. Çalışma Alanlarına Ait Veri Setlerinin YSA Yaklaşımı İçin Hazırlanması.....	46
3.6.1. Edirne bölgesine ait veri setinin YSA yaklaşımı için hazırlanması.....	47
3.6.2. Manisa bölgesine ait veri setinin YSA yaklaşımı için hazırlanması.....	48
3.6.3. Ankara bölgesine ait veri setinin YSA yaklaşımı için hazırlanması.....	48
3.7. YSA yaklaşımı için hazırlanan veri setlerine k-katlamalı çapraz doğrulama tekniğinin amacı.....	48

## BÖLÜM 4.

ARAŞTIRMA BULGULARI .....	52
4.1. DAF Yöntemi ve YSA Yaklaşımı Uygulanmadan Önce Elde Edilen Bulgular.....	52
4.1.1. Çalışma alanına ait histogramlar.....	53



4.1.2. Çalışma alanı için örnek olarak seçilen sismogramlar ve spektrumlar.....	55
4.1.3. Çalışma alanında aktif olan patlatma ocaklarıyla eşleşen patlatmalar.....	59
4.1.4. Çalışma alanındaki deprem sayısını gösteren histogramlar...	62
4.2. DAF Yönteminin ve YSA Yaklaşımının Bulguları.....	64
4.2.1. DAF yönteminin bulguları.....	64
4.2.2. YSA yaklaşımının bulguları.....	74
4.2.3. YSA yaklaşımının ve k-katlamalı çapraz doğrulama tekniğinin bulgularının karşılaştırılması.....	87
4.2.4. DAF yönteminin ve YSA yaklaşımının bulgularının karşılaştırılması.....	93
4.2.5. Çalışma alanında ayırt edilen depremler ve patlatmalar.....	96
BÖLÜM 5.	
TARTIŞMA VE SONUÇ .....	99
KAYNAKLAR .....	112
EKLER .....	119
ÖZGEÇMİŞ .....	161

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

a	: $F_{DAF}$ fonksiyonundaki katsayı ya da sabit sayı
A*	: Maksimum-minimum normalize edilmiş veri
AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
AKHS	: AFAD Manisa Akhisar sismik istasyonu
AYT	: Mısır Ulusal Sismoloji Ağı seçilmiş birinci sismik istasyonu
$b_m$	: $F_{DAF}$ fonksiyonundaki regresyon katsayısı
BAYT	: KTÜ ve KRDAE Aydıntepe sismik istasyonu
BCA	: KTÜ ve KRDAE Borçka sismik istasyonu
BÜ	: Boğaziçi Üniversitesi
BLN	: AFAD Manisa Saruhanlı sismik istasyonu
BDTİM	: Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi
C	: Complexity (Karmaşıklık)
$c$	: Normalizasyon işlemi için tanımlanan birinci sınır değeri
$d$	: Normalizasyon işlemi için tanımlanan ikinci sınır değeri
$[c, d]$	: Normalizasyon işlemi için tanımlanan sınır değerleri aralığı
CAM	: AFAD Manisa Merkez sismik istasyonu
D	: Doğu
DAF	: Doğrusal Ayırt Etme Fonksiyonu
DY	: Doğruluk yüzdesi (%)
ENEZ	: KRDAE Edirne Enez sismik istasyonu
ERIK	: KRDAE Edirne Erikli sismik istasyonu
ESPY	: KTÜ ve KRDAE Giresun Espiye sismik istasyonu
E_TÜM	: Edirne çalışma bölgesi için hazırlanan tüm veri
EV	: Eğitim verisi
f	: Frekans [Hz]

$F_{DAF}$	: Fisher fonksiyonu
GELI	: KRDAE Çanakkale Gelibolu sismik istasyonu
GLL	: Mısır Ulusal Sismoloji Ağı seçilmiş üçüncü sismik istasyonu
GMT	: Greenwich Mean Time [sn]
GUMT	: KTÜ ve KRDAE Gümüşhane sismik istasyonu
K	: Kuzey
k	: Katlama sayısı
KRDAE	: Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü
KTT	: AFAD Manisa Salihli sismik istasyonu
KTUT	: KTÜ ve KRDAE Trabzon sismik istasyonu
KTÜ	: Karadeniz Teknik Üniversitesi
KULA	: KRDAE Manisa Kula sismik istasyonu
Lg	: Kıtasal yörüngeler boyunca büyük uzaklıklara gelen kabuksal dalga fazı
logS	: Maksimum S-dalgasının genliğinin logaritması
LOD	: KRDAE Ankara Lodumlu sismik istasyonu
LM	: Levenberg-Marquardt
M	: Sismik olayın büyüklüğü
MATLAB	: Matematiksel programlama dili yazılımı
Md	: Sismik olayın süreye bağlı büyüklüğü
ML	: Sismik olayın yerel deprem büyüklüğü
MYD	: Mısır Ulusal Sismoloji Ağı seçilmiş ikinci sismik istasyonu
n	: Sayı miktarı
Ns	: Nöron sayısı
ODTÜ	: Orta Doğu Teknik Üniversitesi
P	: Primer deprem dalgası
Pg	: Kabuğun granit tabakasındaki P-dalgası fazı
Pn	: Moho süreksizliği boyunca ilerleyen P-dalgası fazı
PZAR	: KTÜ ve KRDAE Rize Pazar sismik istasyonu
Ratio	: Maksimum S-dalgasının, maksimum P-dalgasına genlik oranı
Rg	: Rayleigh tipi kısa periyotlu kabuksal yüzey dalgası

$R^2$	: Determinasyon katsayısı
S	: Sekonder deprem dalgası
SF	: Sınıflandırma fonksiyonu
Sg	: Kabuğun granit tabakasındaki P-dalgası fazı
Sn	: Moho süreksizliği boyunca ilerleyen S-dalgası fazı
SPSS	: Sosyal Bilimler için istatistiksel program yazılımı
$\tanh(v)$	: Hiperbolik tanjant sigmoid aktivasyon fonksiyonu
$t_i$	: Veri kümesi üzerinden seçilen her bir test kümesi
$t_0$	: Sinyalin başlangıç zamanı [sn]
$t_1$	: Zaman penceresinin aralığı [sn]
$t_2$	: Zaman penceresinin aralığı [sn]
$[t_1.t_2]$	: C değeri için zaman ortamındaki pencere boyu [sn]
TV	: Test verisi
v	: İndüklenmiş yerel alan
VK	: Veri kümesi
$Y_{NET}$	: Toplam fonksiyonu
$Y_{OUT}$	: Çıkış vektörü
YSA	: Yapay sinir ağları
°	: Derece
X	: Giriş vektörü
$X_m$	: Ayırt etme parametreleri
$X_1$	: $X_m$ ayırt etme parametrelerinin normalize edilmiş değeri
W	: Ağırlık vektörü
$x_n$	: “n” sayıdaki giriş vektörü
$\Delta$	: Delta, değişim miktarı
$\Sigma$	: Toplam
$\epsilon$	: Eleman
$\varphi(v)$	: Aktivasyon (Transfer) fonksiyonu
%	: Yüzde

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Biyolojik sinir hücresinin yapısı (Yıldırım, 2013).....	13
Şekil 3.2. Bir nöronun YSA modelinin yapısı (Gülbağ, 2006).....	14
Şekil 3.3. Bir yapay sinir ağı topolojisindeki girişler, çıkışlar, ağırlıklar, toplam fonksiyonu, aktivasyon (Transfer) fonksiyonu (Gülbağ, 2006).....	17
Şekil 3.4. E_TÜM veri setine normalizasyon işlemi uygulamasından önceki ve sonraki durum.....	21
Şekil 3.5. Sismik olaylar için yapay sinir ağı yapısı (Ratio-C Parametre ikilisi) (Gülbağ (2006)'dan modifiye edilmiştir).....	22
Şekil 3.6. Sismik olaylar için yapay sinir ağı yapısı (Ratio-logS Parametre ikilisi) (Gülbağ'dan (2006) modifiye edilmiştir).....	22
Şekil 3.7. Sismik olaylar için yapay sinir ağı yapısı (Ratio-Duration Parametre ikilisi) (Gülbağ'dan (2006) modifiye edilmiştir).....	23
Şekil 3.8. ERIK deprem istasyonunun uydudan görüntüsü (www.koeri.boun.edu.tr).....	35
Şekil 3.9. ERIK deprem istasyonunun kurulmaya başlanması (www.koeri.boun.edu.tr).....	36
Şekil 3.10. ERIK istasyonunun inşaat aşamaları, sırasıyla a, b, c, d (www.koeri.boun.edu.tr).....	36
Şekil 3.11. Sismometrenin istasyona yerleştirilmesi (www.koeri.boun.edu.tr).....	36
Şekil 3.12. Sismometreye ait olan a) Akü grubu, b) Şarj ünitesi ve c) Veri iletişim modülünün yerleştirilmesi (www.koeri.boun.edu.tr).....	37
Şekil 3.13. Sismometreye ait olan a) Uydu anteninin, b) GPS anteninin montajı (www.koeri.boun.edu.tr).....	37

Şekil 3.14. ERIK istasyonundaki ekipmanın çalıştırıldığı ilk anlar (www.koeri.boun.edu.tr).....	38
Şekil 3.15. ERIK deprem istasyonuna ait a) Sol yandan, b) Sağ yandan genel görünüm (www.koeri.boun.edu.tr).....	38
Şekil 3.16. Edirne çalışma bölgesindeki (40.00-41.00°K ve 25.00-27.00°D) ERIK, ENEZ ve GELI istasyonlarında kaydedilen sismik olayların gösterimi (GMT çizim programı yardımıyla çizdirilmiştir). Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasında çalışma alanında meydana gelen, $M \leq 3.5$ olan sismik olayların ve ENEZ, ERIK ve GELI istasyonlarının lokasyonları (www.koeri.boun.edu.tr)'den ve faylar ise Şaroğlu ve arkadaşları (1992), Emre ve arkadaşlarından (2013) alınmıştır.....	44
Şekil 3.17. Manisa çalışma bölgesindeki (38.00-39.30°K ve 28.00-29.30°D) KULA istasyonunda kaydedilen sismik olayların gösterimi (GMT çizim programı yardımıyla çizdirilmiştir). Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasında çalışma alanında meydana gelen, $M \leq 3.5$ olan sismik olayların ve KULA istasyonunun lokasyonları (www.koeri.boun.edu.tr)'den ve faylar ise Şaroğlu ve arkadaşları (1992), Emre ve arkadaşlarından (2013) alınmıştır.....	45
Şekil 3.18. Ankara çalışma bölgesindeki (39.70-40.70°K ve 32.50-34.00°D) LOD istasyonunda kaydedilen sismik olayların gösterimi (GMT çizim programı yardımıyla çizdirilmiştir). Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasında çalışma alanında meydana gelen, $M \leq 3.5$ olan sismik olayların ve LOD istasyonunun lokasyonları (www.koeri.boun.edu.tr)'den ve faylar ise Şaroğlu ve arkadaşları (1992), Emre ve arkadaşlarından (2013) alınmıştır .....	46
Şekil 4.1. Edirne bölgesinde (40.00-41.00°K ve 25.00-27.00°D) Mayıs 2009- Şubat 2014 tarihleri arasındaki sismik aktivite sayısının (oluş sayıları) saat (GMT) bazındaki dağılımı .....	53

Şekil 4.2. Manisa bölgesinde (38.00-39.30°K ve 28.00-29.30°D), Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasındaki sismik aktivite sayısının (oluş sayıları) saat (GMT) bazındaki dağılımı .....	54
Şekil 4.3. Ankara bölgesinde (39.70-40.70°K ve 32.50-34.00°D), Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasındaki sismik aktivite sayısının (oluş sayıları) saat (GMT) bazındaki dağılımı .....	54
Şekil 4.4. ERIK istasyonunda kaydedilen düşey bileşen hız sismogramı; (a) Deprem, (b) Patlatma .....	55
Şekil 4.5. KULA istasyonunda kaydedilen düşey bileşen hız sismogramı; (a) Deprem, (b) Patlatma .....	56
Şekil 4.6. LOD istasyonunda kaydedilen düşey bileşen hız sismogramı; (a) Deprem, (b) Patlatma .....	56
Şekil 4.7. ERIK istasyonunda kaydedilen sinyale ait genlik spektrumu; (a) Deprem, (b) Patlatma .....	57
Şekil 4.8. KULA istasyonunda kaydedilen sinyale ait genlik spektrumu; (a) Deprem, (b) Patlatma .....	58
Şekil 4.9. LOD istasyonunda kaydedilen sinyale ait genlik spektrumu; (a) Deprem, (b) Patlatma .....	59
Şekil 4.10. Çalışma bölgesi Edirne'deki (40.00-41.00°K ve 25.00-27.00°D) patlatmaların, taş ve maden ocakları dağılımına göre karşılaştırılması. a) MTA taş ve maden ocaklarının konumu (Kırmızı çember ve yeşil dikdörtgen içerisinde gösterilen alanlar) (Google haritaları ile çizdirilmiştir). b) ERIK, ENEZ ve GELI istasyonlarının ve patlatmaların konumu (GMT çizim programı yardımıyla çizdirilmiştir). Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasında çalışma alanında meydana gelen, $M \leq 3.5$ olan patlatmaların ve ENEZ, ERIK ve GELI istasyonlarının lokasyonları ( <a href="http://www.koeri.boun.edu.tr">www.koeri.boun.edu.tr</a> )'den ve faylar da Şaroğlu ve arkadaşları (1992), Emre ve arkadaşlarından (2013) alınmıştır .....	60

- Şekil 4.11. Çalışma bölgesi Manisa'daki (38.00-39.30°K ve 28.00-29.30°D) patlatmaların, taş ve maden ocakları dağılımına göre karşılaştırılması.  
a) MTA taş ve maden ocaklarının konumu (Kırmızı çember ve yeşil dikdörtgen içerisinde gösterilen alanlar) (Google haritaları ile çizdirilmiştir). b) KULA istasyonunun ve patlatmaların konumu (GMT çizim programı yardımıyla çizdirilmiştir). Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasında çalışma alanında meydana gelen,  $M \leq 3.5$  olan patlatmaların ve KULA istasyonunun lokasyonu (www.koeri.boun.edu.tr)'den ve faylar da Şaroğlu ve arkadaşları (1992), Emre ve arkadaşlarından (2013)'den alınmıştır..... 61
- Şekil 4.12. Çalışma bölgesi Ankara'daki (39.70-40.70°K ve 32.50-34.00°D) patlatmaların, taş ve maden ocakları dağılımına göre karşılaştırılması.  
a) MTA taş ve maden ocaklarının konumu (Kırmızı çember ve yeşil dikdörtgen içerisinde gösterilen alanlar) (Google haritaları ile çizdirilmiştir). b) LOD istasyonunun ve patlatmaların konumu (GMT çizim programı yardımıyla çizdirilmiştir). Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasında çalışma alanında meydana gelen,  $M \leq 3.5$  olan patlatmaların ve LOD istasyonunun lokasyonu (www.koeri.boun.edu.tr)'den ve faylar da Şaroğlu ve arkadaşları (1992), Emre ve arkadaşlarından (2013) alınmıştır..... 62
- Şekil 4.13. Edirne bölgesinde (40.00-41.00°K ve 25.00-27.00°D) Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasında, bu çalışmanın sonucunda, patlatma olarak belirlenen olaylar ortadan kaldırıldıktan sonra belirlenen deprem sayısının, saat (GMT) bazındaki dağılımı ..... 63
- Şekil 4.14. Manisa bölgesinde (38.00-39.30°K ve 28.00-29.30°D), Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasında, bu çalışmanın sonucunda, patlatma olarak belirlenen olaylar ortadan kaldırıldıktan sonra belirlenen deprem sayısının, saat (GMT) bazındaki dağılımı ..... 63



- Şekil 4.15. Ankara bölgesinde (39.70-40.70°K ve 32.50-34.00°D), Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasında, bu çalışmanın sonucunda, patlatma olarak belirlenen olaylar ortadan kaldırıldıktan sonra belirlenen deprem sayısının, saat (GMT) bazındaki dağılımı ..... 64
- Şekil 4.16. ERIK veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları doğru bir şekilde üç parametre ikilisi için sırasıyla %97, %97 ve %97 olarak sınıflandırılmıştır..... 68
- Şekil 4.17. ENEZ veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları doğru bir şekilde üç parametre ikilisi için sırasıyla %95, %98 ve %98 olarak sınıflandırılmıştır..... 69
- Şekil 4.18. GELI veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları doğru bir şekilde üç parametre ikilisi için sırasıyla %92, %90 ve %96 olarak sınıflandırılmıştır..... 70
- Şekil 4.19. E\_TÜM veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları doğru bir şekilde üç parametre ikilisi için sırasıyla %95, %94 ve %97 olarak sınıflandırılmıştır..... 71
- Şekil 4.20. KULA veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları doğru bir şekilde üç parametre ikilisi için sırasıyla %94, %94 ve %90 olarak sınıflandırılmıştır..... 72

- Şekil 4.21. LOD veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları doğru bir şekilde üç parametre ikilisi için sırasıyla %94, %92 ve %94 olarak sınıflandırılmıştır..... 73
- Şekil 4.22. ERIK veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre YSA Yaklaşımı kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları doğru bir şekilde üç parametre ikilisi için sırasıyla nöron sayıları 5, 5 ve 10; Doğruluk Yüzdeleri ise %97, %97 ve %97 olarak sınıflandırılmıştır..... 81
- Şekil 4.23. ENEZ veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre YSA Yaklaşımı kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları doğru bir şekilde üç parametre ikilisi için sırasıyla nöron sayıları 5, 5 ve 15; Doğruluk Yüzdeleri ise %85, %77 ve %77 olarak sınıflandırılmıştır..... 82
- Şekil 4.24. GELI veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre YSA Yaklaşımı kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları doğru bir şekilde üç parametre ikilisi için sırasıyla nöron sayıları 5, 5 ve 5; Doğruluk Yüzdeleri ise %96, %96 ve %100 olarak sınıflandırılmıştır..... 83
- Şekil 4.25. E\_TÜM veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre YSA Yaklaşımı kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları doğru bir şekilde üç parametre ikilisi için sırasıyla nöron sayıları 5, 10 ve 5; Doğruluk Yüzdeleri ise %99, %100 ve %99 olarak sınıflandırılmıştır..... 84

- Şekil 4.26. KULA veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre YSA Yaklaşımı kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları doğru bir şekilde üç parametre ikilisi için sırasıyla nöron sayıları 10, 5 ve 5; Doğruluk Yüzdeleri ise %100, %100 ve %100 olarak sınıflandırılmıştır..... 85
- Şekil 4.27. LOD veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre YSA Yaklaşımı kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları doğru bir şekilde üç parametre ikilisi için sırasıyla nöron sayıları 5, 5 ve 5; Doğruluk Yüzdeleri ise %100, %100 ve %100 olarak sınıflandırılmıştır..... 86
- Şekil 4.28. Çalışma bölgesi Edirne'deki (40.00-41.00°K ve 25.00-27.00°D) ERIK, ENEZ ve GELI istasyonlarında kaydedilen depremlerin ve patlatmaların gösterimi (GMT çizim programı yardımıyla çizdirilmiştir). Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasında çalışma alanında meydana gelen,  $M \leq 3.5$  olan sismik olayların ve ENEZ, ERIK ve GELI istasyonlarının lokasyonları (www.koeri.boun.edu.tr)'den, faylar ise Şaroğlu ve arkadaşları (1992), Emre ve arkadaşlarından (2013) alınmıştır ..... 96
- Şekil 4.29. Çalışma bölgesi Manisa'daki (38.00-39.30°K ve 28.00-29.30°D) KULA istasyonlarında kaydedilen depremlerin ve patlatmaların gösterimi (GMT çizim programı yardımıyla çizdirilmiştir). Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasında çalışma alanında meydana gelen,  $M \leq 3.5$  olan sismik olayların ve KULA istasyonunun lokasyonları (www.koeri.boun.edu.tr)'den, faylar ise Şaroğlu ve arkadaşları (1992), Emre ve arkadaşlarından (2013) alınmıştır ..... 97

Şekil 4.30. Çalışma bölgesi Ankara'daki (39.70-40.70°K ve 32.50-34.00°D) LOD istasyonlarında kaydedilen depremlerin ve patlatmaların gösterimi (GMT çizim programı yardımıyla çizdirilmiştir). Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasında çalışma alanında meydana gelen,  $M \leq 3.5$  olan sismik olayların ve LOD istasyonunun lokasyonları ([www.koeri.boun.edu.tr](http://www.koeri.boun.edu.tr))'den, faylar ise Şaroğlu ve arkadaşları (1992), Emre ve arkadaşlarından (2013) alınmıştır ..... 98

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1. ERIK veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre YSA Yaklaşımıyla saptanan $N_s$ 'e göre saptanan $R^2$ değerlerinin değişimi.....	26
Tablo 3.2. ENEZ veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre YSA Yaklaşımıyla saptanan $N_s$ 'e göre saptanan $R^2$ değerlerinin değişimi .....	26
Tablo 3.3. GELI veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre YSA Yaklaşımıyla saptanan $N_s$ 'e göre saptanan $R^2$ değerlerinin değişimi .....	26
Tablo 3.4. E_TÜM veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre YSA Yaklaşımıyla saptanan $N_s$ 'e göre saptanan $R^2$ değerlerinin değişimi .....	26
Tablo 3.5. KULA veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre YSA Yaklaşımıyla saptanan $N_s$ 'e göre saptanan $R^2$ değerlerinin değişimi .....	27

Tablo 3.6. LOD veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre YSA Yaklaşımıyla saptanan $N_s$ 'e göre saptanan $R^2$ değerlerinin değişimi .....	27
Tablo 3.7. ERIK veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilileri için YSA Yaklaşımıyla saptanan DY sonuçlarına göre $N_s$ değerleri.....	27
Tablo 3.8. ENEZ veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilileri için YSA Yaklaşımıyla saptanan DY sonuçlarına göre $N_s$ değerleri .....	28
Tablo 3.9. GELI veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilileri için YSA Yaklaşımıyla saptanan DY sonuçlarına göre $N_s$ değerleri .....	28
Tablo 3.10. E_TÜM veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilileri için YSA Yaklaşımıyla saptanan DY sonuçlarına göre $N_s$ değerleri.....	28
Tablo 3.11. KULA veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilileri için YSA Yaklaşımıyla saptanan DY sonuçlarına göre $N_s$ değerleri .....	28
Tablo 3.12. LOD veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilileri için YSA Yaklaşımıyla saptanan DY sonuçlarına göre $N_s$ değerleri.....	29
Tablo 3.13. ERIK veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilileri için YSA Yaklaşımıyla saptanan DY sonuçlarına göre seçilen $N_s$ değerleri	29
Tablo 3.14. ENEZ veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilileri için YSA Yaklaşımıyla saptanan DY sonuçlarına göre seçilen $N_s$ değerleri	29

Tablo 3.15. GELI veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilileri için YSA Yaklaşımıyla saptanan DY sonuçlarına göre seçilen Ns değerleri	29
Tablo 3.16. E_TÜM veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilileri için YSA Yaklaşımıyla saptanan DY sonuçlarına göre seçilen Ns değerleri	30
Tablo 3.17. KULA veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilileri için YSA Yaklaşımıyla saptanan DY sonuçlarına göre seçilen Ns değerleri	30
Tablo 3.18. LOD veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilileri için YSA Yaklaşımıyla saptanan DY sonuçlarına göre seçilen Ns değerleri	30
Tablo. 3.19. ENEZ, ERIK, GELI, KULA ve LOD kodlu deprem istasyonlarının özellikleri (www.koeri.boun.edu.tr).....	34
Tablo. 3.20. Çalışma alanındaki Edirne, Manisa ve Ankara bölgelerindeki sismik istasyonlar ile patlatma ocaklarının birbirlerine olan uzaklıkları [km] (www.koeri.boun.edu.tr) .....	42
Tablo. 3.21. Edirne, Manisa ve Ankara bölgelerindeki patlatma ocaklarının lokasyonlarının koordinat değerleri ve buldukları yerler (www.koeri.boun.edu.tr).....	43
Tablo 3.22. ERIK istasyonuna ait 40.00-41.00°K enlemleri ile 25.30-26.80°D boylamları için hesaplanan parametrelerin tümü, deprem ve patlatma sınıflandırması. Genlik Oranı: Maksimum S-dalgası genliğinin maksimum P-dalgasının genliğine oranı, Karmaşıklık (Complexity - Kompleksiti): Düşey bileşen hız sismogramının iki zaman penceresindeki (P dalgası varış zamanı-1; 1-8 [sn]) güçlerinin oranı, logS: Maksimum S-dalgası genliğinin logaritmik değeri, Süre: Dalga şeklinin toplam sinyal süresi, Tip: Olay türü.....	121

- Tablo 3.23. ENEZ istasyonuna ait 40.00-41.00°K enlemleri ile 25.30-26.80°D boylamları için hesaplanan parametrelerin tümü, deprem ve patlatma sınıflandırması. Genlik Oranı: Maksimum S-dalgası genliğinin maksimum P-dalgasının genliğine oranı, Karmaşıklık (Complexity - Kompleksiti): Düşey bileşen hız sismogramının iki zaman penceresindeki (P dalgası varış zamanı-1; 1-8 [sn]) güçlerinin oranı, logS: Maksimum S-dalgası genliğinin logaritmik değeri, Süre: Dalga şeklinin toplam sinyal süresi, Tip: Olay türü..... 131
- Tablo 3.24. GELI istasyonuna ait 40.00-41.00°K enlemleri ile 25.30-26.80°D boylamları için hesaplanan parametrelerin tümü, deprem ve patlatma sınıflandırması. Genlik Oranı: Maksimum S-dalgası genliğinin maksimum P-dalgasının genliğine oranı, Karmaşıklık (Complexity - Kompleksiti): Düşey bileşen hız sismogramının iki zaman penceresindeki (P dalgası varış zamanı-1; 1-8 [sn]) güçlerinin oranı, logS: Maksimum S-dalgası genliğinin logaritmik değeri, Süre: Dalga şeklinin toplam sinyal süresi, Tip: Olay türü..... 136
- Tablo 3.25. KULA istasyonuna ait 38.00-39.30°K enlemleri ile 28.00-29.30°D boylamları için hesaplanan parametrelerin tümü, deprem ve patlatma sınıflandırması. Genlik Oranı: Maksimum S-dalgası genliğinin maksimum P-dalgasının genliğine oranı, Karmaşıklık (Complexity - Kompleksiti): Düşey bileşen hız sismogramının iki zaman penceresindeki (P dalgası varış zamanı-1; 1-8 [sn]) güçlerinin oranı, logS: Maksimum S-dalgası genliğinin logaritmik değeri, Süre: Dalga şeklinin toplam sinyal süresi, Tip: Olay türü..... 143



Tablo 3.26. LOD istasyonuna ait 39.70-40.70°K enlemleri ile 32.50-34.00°D boylamları için hesaplanan parametrelerin tümü, deprem ve patlatma sınıflandırması. Genlik Oranı: Maksimum S-dalgası genliğinin maksimum P-dalgasının genliğine oranı, Karmaşıklık (Complexity - Kompleksiti): Düşey bileşen hız sismogramının iki zaman penceresindeki (P dalgası varış zamanı-1; 1-8 [sn]) güçlerinin oranı, logS: Maksimum S-dalgası genliğinin logaritmik değeri, Süre: Dalga şeklinin toplam sinyal süresi, Tip: Olay türü.....	150
Tablo 4.1. ERIK veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları üç parametre ikilisi için sırasıyla %97, %97 ve %97 doğrulukla sınıflandırılmıştır.....	65
Tablo 4.2. ENEZ veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları üç parametre ikilisi için sırasıyla %95, %98 ve %98 doğrulukla sınıflandırılmıştır.....	65
Tablo 4.3. GELI veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları üç parametre ikilisi için sırasıyla %92, %90 ve %96 doğrulukla sınıflandırılmıştır.....	66
Tablo 4.4. E_TÜM veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları üç parametre ikilisi için sırasıyla %95, %94 ve %97 doğrulukla sınıflandırılmıştır.....	66

Tablo 4.5. KULA veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları üç parametre ikilisi için sırasıyla %94, %94 ve %90 doğrulukla sınıflandırılmıştır.....	67
Tablo 4.6. LOD veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları üç parametre ikilisi için sırasıyla %94, %92 ve %94 doğrulukla sınıflandırılmıştır.....	67
Tablo 4.7. ERIK veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre YSA Yaklaşımı kullanılarak saptanan tüm veri seti sayısı, eğitim veri seti sayısı, test veri seti sayısı, hatalı test veri seti sayısı ve tüm veri seti için doğruluk yüzdesi değeri.....	74
Tablo 4.8. ENEZ veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre YSA Yaklaşımı kullanılarak saptanan tüm veri seti sayısı, eğitim veri seti sayısı, test veri seti sayısı, hatalı test veri seti sayısı ve tüm veri seti için doğruluk yüzdesi değeri.....	74
Tablo 4.9. GELI veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre YSA Yaklaşımı kullanılarak saptanan tüm veri seti sayısı, eğitim veri seti sayısı, test veri seti sayısı, hatalı test veri seti sayısı ve tüm veri seti için doğruluk yüzdesi değeri.....	75
Tablo 4.10. E_TÜM veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre YSA Yaklaşımı kullanılarak saptanan tüm veri seti sayısı, eğitim veri seti sayısı, test veri seti sayısı, hatalı test veri seti sayısı ve tüm veri seti için doğruluk yüzdesi değeri.....	75

Tablo 4.11. KULA veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre YSA Yaklaşımı kullanılarak saptanan tüm veri seti sayısı, eğitim veri seti sayısı, test veri seti sayısı, hatalı test veri seti sayısı ve tüm veri seti için doğruluk yüzdesi değeri.....	75
Tablo 4.12. LOD veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre YSA Yaklaşımı kullanılarak saptanan tüm veri seti sayısı, eğitim veri seti sayısı, test veri seti sayısı, hatalı test veri seti sayısı ve tüm veri seti için doğruluk yüzdesi değeri.....	76
Tablo 4.13. YSA yaklaşımı kullanılarak ERIK istasyonuna ait tüm veri seti için eğitim ve test veri setindeki veri sayısı ile hatalı olarak tanımlanan depremlerin ve patlatmaların sayısının ve doğruluk yüzdesinin değişimi.....	76
Tablo 4.14. YSA yaklaşımı kullanılarak ENEZ istasyonuna ait tüm veri seti için eğitim ve test veri setindeki veri sayısı ile hatalı olarak tanımlanan depremlerin ve patlatmaların sayısının ve doğruluk yüzdesinin değişimi.....	76
Tablo 4.15. YSA yaklaşımı kullanılarak GELI istasyonuna ait tüm veri seti için eğitim ve test veri setindeki veri sayısı ile hatalı olarak tanımlanan depremlerin ve patlatmaların sayısının ve doğruluk yüzdesinin değişimi.....	77
Tablo 4.16. YSA yaklaşımı kullanılarak E_TÜM istasyonuna ait tüm veri seti için eğitim ve test veri setindeki veri sayısı ile hatalı olarak tanımlanan depremlerin ve patlatmaların sayısının ve doğruluk yüzdesinin değişimi .....	77
Tablo 4.17. YSA yaklaşımı kullanılarak KULA istasyonuna ait tüm veri seti için eğitim ve test veri setindeki veri sayısı ile hatalı olarak tanımlanan depremlerin ve patlatmaların sayısının ve doğruluk yüzdesinin değişimi.....	77

- Tablo 4.18. YSA yaklaşımı kullanılarak LOD istasyonuna ait tüm veri seti için eğitim ve test veri setindeki veri sayısı ile hatalı olarak tanımlanan depremlerin ve patlatmaların sayısının ve doğruluk yüzdesinin değişimi ..... 78
- Tablo 4.19. ERIK bölgesi için YSA Yaklaşımı için modellenen EV ve TV sayısı. Burada \* Eğitim veri setindeki veri sayısının dağılımını, \*\* ise test veri setindeki veri sayısının dağılımını göstermektedir. YSA Yaklaşımı kullanılarak, ERIK İstasyonuna ait veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 1: Genlik Oranı-logS ve 1: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisi değerleri görülmektedir. Edirne bölgesinde grupların sınıflandırılmasından elde edilen doğruluk yüzdeleri sırasıyla %97, %97 ve %97'dir..... 78
- Tablo 4.20. ENEZ bölgesi için YSA Yaklaşımı için modellenen EV ve TV sayısı. Burada \* Eğitim veri setindeki veri sayısının dağılımını, \*\* ise test veri setindeki veri sayısının dağılımını göstermektedir. YSA Yaklaşımı kullanılarak, ERIK İstasyonuna ait veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 1: Genlik Oranı-logS ve 1: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisi değerleri görülmektedir. Edirne bölgesinde grupların sınıflandırılmasından elde edilen doğruluk yüzdeleri sırasıyla %85, %77 ve %77'dir..... 78
- Tablo 4.21. GELİ bölgesi için YSA Yaklaşımı için modellenen EV ve TV sayısı. Burada \* Eğitim veri setindeki veri sayısının dağılımını, \*\* ise test veri setindeki veri sayısının dağılımını göstermektedir. YSA Yaklaşımı kullanılarak, ERIK İstasyonuna ait veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 1: Genlik Oranı-logS ve 1: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisi değerleri görülmektedir. Edirne bölgesinde grupların sınıflandırılmasından elde edilen doğruluk yüzdeleri sırasıyla %96, %96 ve %100'dür..... 79

- Tablo 4.22. E\_TÜM bölgesi için YSA Yaklaşımı için modellenen EV ve TV sayısı. Burada \* Eğitim veri setindeki veri sayısının dağılımını, \*\* ise test veri setindeki veri sayısının dağılımını göstermektedir. YSA Yaklaşımı kullanılarak, ERIK İstasyonuna ait veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 1: Genlik Oranı-logS ve 1: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisi değerleri görülmektedir. Edirne bölgesinde grupların sınıflandırılmasından elde edilen doğruluk yüzdeleri sırasıyla %99, %100 ve %99'dur..... 79
- Tablo 4.23. KULA bölgesi için YSA Yaklaşımı için modellenen EV ve TV sayısı. Burada \* Eğitim veri setindeki veri sayısının dağılımını, \*\* ise test veri setindeki veri sayısının dağılımını göstermektedir. YSA Yaklaşımı kullanılarak, ERIK İstasyonuna ait veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 1: Genlik Oranı-logS ve 1: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisi değerleri görülmektedir. Edirne bölgesinde grupların sınıflandırılmasından elde edilen doğruluk yüzdeleri sırasıyla %100, %100 ve %100'dür..... 79
- Tablo 4.24. LOD bölgesi için YSA Yaklaşımı için modellenen EV ve TV sayısı. Burada \* Eğitim veri setindeki veri sayısının dağılımını, \*\* ise test veri setindeki veri sayısının dağılımını göstermektedir. YSA Yaklaşımı kullanılarak, ERIK İstasyonuna ait veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 1: Genlik Oranı-logS ve 1: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisi değerleri görülmektedir. Edirne bölgesinde grupların sınıflandırılmasından elde edilen doğruluk yüzdeleri sırasıyla %100, %100 ve %100'dür..... 80
- Tablo 4.25. ERIK veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle elde edilen doğruluk yüzdeleri değerlerinin, Ns'e göre değişimi..... 87

Tablo 4.26. ERIK veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle elde edilen maksimum doğruluk yüzdeleri değerlerinin, Ns'e göre değişimi.....	88
Tablo 4.27. ERIK veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilileri için k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle ve YSA yaklaşımıyla elde edilen maksimum doğruluk yüzdeleri değerlerinin Ns'e göre değişimi...	88
Tablo 4.28. ENEZ veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle elde edilen doğruluk yüzdeleri değerlerinin, Ns'e göre değişimi.....	88
Tablo 4.29. ENEZ veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle elde edilen maksimum doğruluk yüzdeleri değerlerinin, Ns'e göre değişimi.....	89
Tablo 4.30. ENEZ veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilileri için k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle ve YSA yaklaşımıyla elde edilen maksimum doğruluk yüzdeleri değerlerinin Ns'e göre değişimi...	89
Tablo 4.31. GELI veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle elde edilen doğruluk yüzdeleri değerlerinin, Ns'e göre değişimi.....	89
Tablo 4.32. GELI veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle elde edilen maksimum doğruluk yüzdeleri değerlerinin, Ns'e göre değişimi.....	90

Tablo 4.33. GELI veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilileri için k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle ve YSA yaklaşımıyla elde edilen maksimum doğruluk yüzdeleri değerlerinin $N_s$ 'e göre değişimi...	90
Tablo 4.34. KULA veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle elde edilen doğruluk yüzdeleri değerlerinin, $N_s$ 'e göre değişimi.....	90
Tablo 4.35. KULA veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle elde edilen maksimum doğruluk yüzdeleri değerlerinin, $N_s$ 'e göre değişimi.....	91
Tablo 4.36. KULA veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilileri için k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle ve YSA yaklaşımıyla elde edilen maksimum doğruluk yüzdeleri değerlerinin $N_s$ 'e göre değişimi...	91
Tablo 4.37. LOD veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle elde edilen doğruluk yüzdeleri değerlerinin, $N_s$ 'e göre değişimi.....	92
Tablo 4.38. LOD veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle elde edilen maksimum doğruluk yüzdeleri değerlerinin, $N_s$ 'e göre değişimi.....	92
Tablo 4.39. LOD veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilileri için k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle ve YSA yaklaşımıyla elde edilen maksimum doğruluk yüzdeleri değerlerinin $N_s$ 'e göre değişimi...	92

Tablo 4.40. ERIK veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi ve YSA Yaklaşımı ile saptanan Doğruluk Yüzdesi sonuçlarının karşılaştırılması.....	93
Tablo 4.41. ENEZ veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi ve YSA Yaklaşımı ile saptanan Doğruluk Yüzdesi sonuçlarının karşılaştırılması.....	93
Tablo 4.42. GELI veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi ve YSA Yaklaşımı ile saptanan Doğruluk Yüzdesi sonuçlarının karşılaştırılması .....	94
Tablo 4.43. E_TÜM veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi ve YSA Yaklaşımı ile saptanan Doğruluk Yüzdesi sonuçlarının karşılaştırılması .....	94
Tablo 4.44. KULA veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi ve YSA Yaklaşımı ile saptanan Doğruluk Yüzdesi sonuçlarının karşılaştırılması .....	95
Tablo 4.45. LOD veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi ve YSA Yaklaşımı ile saptanan Doğruluk Yüzdesi sonuçlarının karşılaştırılması .....	95



## ÖZET

Anahtar kelimeler: Edirne, Manisa, Ankara, deprem, patlatma, doğrusal ayırt etme fonksiyonu, yapay sinir ağları

Bu çalışmada, Erikli ve Enez (Edirne, Türkiye), Gelibolu (Çanakkale, Türkiye), Kula (Manisa, Türkiye), Lodumlu (Ankara, Türkiye) ilçelerindeki ve dolayındaki sismik aktiviteler incelenmiştir. Böylelikle doğal ve yapay kaynaklı sismik olaylar tanımlanmıştır. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme Merkezi'nin (BÜ-KRDAE-BDTİM) kurduğu geniş bantlı Enez (ENEZ), Erikli (ERİK), Gelibolu (GELI), Kula (KULA) ve Lodumlu (LOD) istasyonlarında 2009-2014 yılları arasında kaydedilen sismik aktivite kataloglarından,  $M_d \leq 3.5$  olan, sırasıyla 150 (Edirne-Çanakkale), 77 (Manisa) ve 156 (Ankara) adet sismik olayın sayısal düşey bileşen hız sismogramları ele alınmıştır.

Düşey bileşen hız sismogramlarının maksimum P dalgasının maksimum S dalgasına olan genlik oranı (Ratio-Oran), her bir sismik olay için düşey bileşen hız sismogramlarının iki zaman penceresindeki güçlerinin oranları (Complexity-C-Karmaşıklık), sinyalin toplam süresi (Duration-Süre) hesaplanmıştır. Bu parametreler arasındaki ilişki göz önüne alınarak, Doğrusal Ayırt Etme Fonksiyonu (DAF) Yöntemi ile Yapay Sinir Ağları (YSA) Yaklaşımlarından biri olan Geri Yayılmalı-İleri Beslemeli Öğrenme Algoritması ile depremler ve patlatmalar birbirinden ayrılmıştır. İncelenen sırasıyla Edirne-Çanakkale için toplam 150 sismik olayın 69'u (%46) patlatma, 81'i (%54) ise deprem olarak; Manisa için toplam 77 sismik olayın 39'u (%51) patlatma, 38'i (%49) ise deprem olarak ve Ankara için toplam 156 sismik olayın 63'ü (%41) patlatma, 92'si (%59) ise deprem olarak tanımlanmıştır.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, DAF Yönteminin YSA Yaklaşımı kadar başarılı olduğu sonucuna varılmıştır.

# DISCRIMINATION OF EARTHQUAKE AND QUARRY BLAST DATA IN DIFFERENT REGIONS OF TURKEY

## SUMMARY

Keywords: Edirne, Manisa, Ankara, earthquake, quarry blast, linear discriminate function, artificial neural networks

In this study, seismic events in Erikli and Enez districts (Edirne, Türkiye), Gelibolu district (Çanakkale, Türkiye), Kula district (Manisa, Türkiye), Lodumlu district (Ankara, Türkiye) and their vicinities are investigated. Thus natural and artificial seismic events are examined. 150 (Edirne), 77 (Manisa) and 156 (Ankara) digital vertical component velocity seismograms of seismic events with  $M_d \leq 3.5$  duration magnitude from seismic activity catalogs between 2009 to 2014 recorded by Enez (ENEZ), Erikli (ERIK), Gelibolu (GELI), Kula (KULA) and Lodumlu (LOD) operated by Bogazici University, Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute Regional Earthquake-Tsunami Monitoring Center (BU-KOERI-RETMC) were used in this study, respectively.

The maximum S-wave and maximum P-wave amplitude ratio (Ratio) of vertical component velocity seismograms, power ratio (Complexity-C) and total signal duration of the waveform (Duration) are calculated. The earthquakes and the quarry blasts are discriminated by using the linear discriminate function (LDF) method and Back Propagation-Feed Forward Neural Networks (BPNNs) Learning Algorithm that is one of the artificial neural networks (ANNs) approaches by taken correlation between these parameters into consideration. For Edirne 69 (46%) of studied total 150 seismic events are determined as quarry blasts and 81 (54%) of them as earthquakes, for Manisa 39 (51%) of studied total 77 seismic events are determined as quarry blasts and 38 (49%) of them as earthquakes, for Ankara 63 (41%) of studied total 156 seismic events are determined as quarry blasts and 92 (59%) of them are determined as earthquakes, respectively.

According to the results attained from this research, it is deduced that LDF method is as successful as ANNs approach.

## BÖLÜM 1. GİRİŞ

Sismik kayıtçılar bir çalışma bölgesindeki sismik olayları kayıt altına alırken, doğal kaynaklı olan depremler ile patlatma ocağı gibi yapay kaynaklı olan sismik aktiviteleri birlikte kaydetmektedir. Sözü geçen sismik aktivitelerin depremsellik dizinlerinde bir arada olması, çalışma bölgelerinde yapılacak olan olası teknik araştırmalarda yanlış tanımlamalara yol açabilmektedir. Bahsi geçen hataların nedeni ise hazırlanan depremsellik kataloglarında, her iki veri grubunun da yer almasıdır. Bu kataloglarda sismik olayların tanımlanmasında yapılabilecek olan olası hata, bilimsel çalışmalarda da problemlere yol açabilecektir. Araştırma alanlarındaki asıl sismisitenin tanımlanması konusunda, doğal ve yapay kaynaklı sismik olayların kataloglarda ayrılması büyük önem arz etmektedir. Böyle ayrılma işleminin gerçekleştirilmesi için patlatmanın meydana getirildiği bölgenin koordinat, mesafe ile meydana geliş zamanı değiştirgenlerini ele almak kâfi gelmeyebilmektedir. Bu nedenle sismik aktiviteyi gösteren sismogramın ve spektrumun da ele alınması çok önemlidir (Horasan ve ark., 2006).

Bir sismik olay kataloğu iki ayrı gruptan oluşmaktadır. Doğal kaynaklı sismik olaylar “deprem” ve yapay kaynaklı sismik olaylar ise “patlatma” olarak isimlendirilebilmektedir. Günümüze dek doğal kaynaklı ve yapay kaynaklı sismik olayların kataloglarda ayrılması amacıyla değişik metotlar yardımıyla, hem dünyada hem de ülkemizde birçok teknik çalışma gerçekleştirilmiştir. Depremlerle patlatmaları birbirinden ayırt etmek için ise sismik olayın türüne göre, birbirinden farklı dalga şekline sahip olan sismogram üzerinde, göz yardımı ile belirlenen bazı parametreler kullanılmaktadır. Doğrusal Ayırt Etme Fonksiyonu (DAF) yöntemiyle sismik olaylar ayrılmalıdır (Baumgardt ve Young, 1990; Wüster, 1993; Korrat ve ark., 2008; Horasan ve ark., 2006; Horasan ve ark., 2009; Deniz, 2010; Kalafat, 2010; Kartal, 2010; Kekovalı ve ark., 2010; Öğütçü ve ark., 2010; Küyük ve ark.,

2011b; Kekovalı ve ark., 2012a; Kekovalı ve ark., 2012b; Küyük ve ark., 2014; Ataeva ve ark., 2017; Yavuz ve ark., 2018; Badawy ve ark., 2019; Ceydilek ve Horasan, 2019; Naserieh ve ark., 2019; Tan ve ark., 2021a; Tan ve ark., 2021b).

Bu yöntemin yanı sıra yirminci yüzyılın sonlarına doğru, yapay sinir ağı yaklaşımına ait çeşitli algoritmalar da kullanılarak, yerbilimleri alanında depremler ve patlatmalar birbirinden ayırt edilmeye başlanmıştır (Dowla ve ark., 1990; Gitterman ve ark., 1998; Küyük ve ark., 2009; Küyük ve ark., 2010; Küyük ve ark., 2011a; Yıldırım ve ark., 2011; Küyük ve ark., 2012; Tan ve ark., 2021a; Tan ve ark., 2021b).

Bu çalışmada 2009-2014 yılları arasında Edirne (Türkiye), Manisa (Türkiye), Ankara (Türkiye) ve çevresindeki  $M_d \leq 3.5$  olan sismik aktiviteler incelenmiştir. Araştırma bölgesinde kayıt edilen patlatmaların çoğunluğu, metalik madenlerle endüstriyel hammaddelerin çıkarılması amacıyla, söz konusu alanda çalıştırılan patlatma ocakları nedeniyle meydana gelmektedir. Yapılan tez çalışmasının ana hedefi Mayıs 2009 ve Şubat 2014 arasındaki zaman diliminde, her üç ilde ya da çevresinde bulunan sismik istasyonlarda kaydedilen, sayısal düşey bileşen hız sismogramları kullanılarak, çalışma bölgesinde yapılan patlatmaların, bölgedeki depremlerden ayırt edilmesidir. Doğrusal Ayırt Etme Fonksiyonu (DAF) Yöntemi ve Yapay Sinir Ağları (YSA) Yaklaşımı kullanılarak elde edilen doğruluk yüzdeleri birbiriyle karşılaştırılacaktır. Böylelikle elde edilen sonuçların ışığında, bu tez çalışması ile DAF Yöntemi ile YSA Yaklaşımının başarısı ilk kez birlikte tartışılacaktır. Böylelikle çalışma alanındaki sismisiteyi kapsayan dizinin oluşturulmasına katkıda bulunmuş olacak ve depremsellik çalışmalarında da doğru bilgi kullanılacaktır. Böylece fay aktivitesinin saptanmasında, depremsellik tehlike araştırmalarında ayrıca çalışma alanındaki sismisiteyi kapsayan araştırmalarda yanlışlık yüzdesi büyük miktarda azalacaktır. Böylece sismolojik araştırma kurumlarında doğal kaynaklı sismik olay dizinlerinin meydana getirilmesinde sağlıklı data sağlanacaktır.

## BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Sismik kayıtçılar bölgedeki deprem aktiviteleriyle ve taşocağı patlatmalarını kaydettiği için, gerçek sismik etkinliği belirlemek zordur. Bu nedenle deprem ve patlatma verileri birbirinden ayrılmalıdır. Bu doktora çalışmasında temel amaç da Türkiye'nin farklı bölgelerindeki deprem ve patlatma verilerini ayırt etmektir. Bu bölgeler ise Edirne, Manisa ve Ankara bölgelerinden oluşmaktadır. Böylece sismolojik araştırma kurumlarında deprem dizinlerinin meydana getirilmesinde temiz data tanımlanmış olacak ve deprensellik çalışmalarında da doğru bilgi kullanılabilir.

Bugüne dek sismik kataloglarda doğal kaynaklı ile bir arada bulunan yapay kaynaklı sarsıntuların ayrılmasında için farklı ayırlama yöntemleri kullanılmıştır. Pn/Sn ve Pn/Lg oranı metoduyla Norveç'in batısındaki sismik olayların birbirinden ayırt edilmesi çalışılmıştır (Baumgardt ve Young, 1990). Lg/Pg ve Lg/Rg oranı metotlarıyla Vogland'da (Almanya ve Çekoslovakya) depremlerle patlatmalar ayrılmalıdır (Wüster, 1993). Kim ve arkadaşları (1998) Kore Körfezi'nde  $M \leq 4.0$  büyüklüğüne sahip olan sismik olaylara ait sismogramları ve spektrumları kullanarak Pg/Lg spektral oranını incelemişler ve patlatmaları ve depremleri birbirinden ayırt etmişlerdir. Korrat ve arkadaşlarının (2008) spektral sismogramlara göre nükleer patlatma ile iki depremi ayırt etmeye çalışmışlardır. Dahy ve Hassib (2010) Mısır'ın güneyinde yaptıkları çalışmada, sismik olayların en yüksek Sekonder dalga amplitüdünün, en yüksek Primer amplitüdüne oranının logaritmik değerine karşılık, magnitüdlerini inceleyerek, sismik olayları ayırlamışlardır. Kalafat (2010) Türkiye'de ve yakın çevresinde Declustering-Dequarry Ayırıştırma metotlarıyla sismik olayları ayırlamıştır.

Telesca ve arkadaşları (2011) Vertes Tepeleri'nde (Macaristan) oluşan depremlerin ve taşocağı patlatmalarının ayırımı için Fisher-Shannon Ayırım Yöntemini kullanmışlardır. Lyubushin ve arkadaşları (2013) Yukarı Mısır'da konuşlanan Aswan Barajı'ndaki sismik olayların ayırılması için Çoklu Kırık parametrelerini, Tekillik spektrumunu ve Bayesian Ayırımı kullanmışlardır. Kahbasi ve Moradi (2016) Tahran'da (İran) depremlerin ve patlatmaların birbirinden ayırımı için Çapraz Korelasyon Tekniğine yeni bir bakış açısı önermişlerdir. Ataeva ve arkadaşları (2017) İsrail'deki depremler ve patlatmalar için P-dalgasının ve S-dalgasının köşe frekanslarının oranları ile Köşe Frekansı Ayırt Etme Yöntemini kullanmışlardır. Naserieh ve arkadaşları (2019) zamana karşılık çizdirilen sismik olay sayısının histogramını kullanarak, İran'daki depremleri ve maden ocağı patlatmalarını ayırt etmeye çalışmışlardır.

Bunun yanı sıra DAF yöntemi de depremleri ve patlatmaları ayırmak amacıyla kullanılan başlıca yöntemlerdendir. Horasan ve arkadaşları (2006; 2009) Doğrusal Ayırt Etme Fonksiyonu (DAF) Metodu'yla İstanbul'da (Türkiye) sismik aktiviteleri ayırmışlardır. Deniz (2010) Bursa'daki (Türkiye), Ögütçü ve arkadaşları Konya'daki (2010) (Türkiye) ve Kartal (2010) Trabzon'daki (Türkiye) ve Kekovalı ve arkadaşları (2010; 2012a; 2012b) ise Türkiye'nin farklı çalışma bölgelerinde DAF ile deprem ve patlatma ayırımı analizi yapmışlardır. Küyük ve arkadaşları (2011a, 2011b) İstanbul'da (Türkiye) DAF, Kuadratik Ayırt Etme Fonksiyonu, Diakuadratik Ayırt Etme Fonksiyonu ve Mahalabonis Ayırt Etme Fonksiyonu Metotları'yla depremlerin ve patlatmaların birbirinden ayırt edilmesi konusunda araştırmalar yapmışlardır. Yılmaz ve arkadaşları (2013) Doğu Karadeniz Bölgesi'nde (Türkiye) DAF ve Kısa Zamanlı Fourier Transformu Yöntemleri yardımıyla sismik katalogların analizini yapmışlardır. Doğrusal, Kuadratik, Şekilsel-Doğrusal ve Şekilsel-Kuadratik ayırt etme fonksiyonlarını kullanarak, İstanbul'un çevresindeki sismik olayları birbirinden ayırmışlardır (Küyük ve ark., 2014). Sakarya'da (Türkiye) DAF Yöntemi'yle sismik olayları ayırmışlardır (Budakoğlu ve Horasan, 2018).

Yavuz ve arkadaşları (2018) Armutlu Körfezi'ndeki (Yalova-Türkiye) depremleri ve patlatmaları DAF ile Kuadratik Ayırt Etme Fonksiyonu Yöntemleri'ni kullanarak sınıflandırmışlardır. Badawy ve arkadaşları (2019) DAF Yöntemi kullanarak, Mısır'daki sismik olayların ayırımını araştırmışlardır. Ayrıca Manisa ilindeki ve dolayındaki (Türkiye) depremleri ve patlatmaları ayırmak için DAF Yöntemi'ni kullanmışlardır (Ceydilek ve Horasan, 2019).

Günümüzde farklı amaçlara yönelik olarak kullanılan bu istatistiksel ayırt etme fonksiyonu yöntemlerinin yanı sıra, YSA Yaklaşımı alanında geliştirilen çeşitli algoritmalar yardımıyla, pozitif bilimlerin farklı alanlarındaki araştırmalar 2000li yılların başından itibaren hız kazanmaya başlamıştır. YSA Yaklaşımı da farklı algoritmalar yardımıyla, kullanım amacına yönelik olarak kullanılmaktadır. Çetin ve arkadaşları (2006) İleri Beslemeli YSA'larda Geri Yayılım Algoritmasının Sezgisel Yaklaşımını çalışmışlardır. Gentili ve Bragato (2006) Kuzeydoğu İtalya'da uygulamak için Çok Katmanlı Algılayıcılar Algoritması kullanarak, YSA'larına dayanan otomatik bir lokasyon sistemi geliştirmişlerdir. Gentili ve Michelini (2006) İtalya'da YSA modellerinin doğruluklarını karşılaştırmak için Çok Katmanlı Algılayıcılar algoritması kullanmışlardır. Gülbağ (2006) çalışmasında Zaman Gecikmeli YSA, İleri Beslemeli YSA, Işınsal Temelli YSA, Geri Yayılım YSA, Sezgisel YSA, Olasılıksal YSA gibi farklı tipte YSA ile uyarlamalı sinirsel bulanık çıkarım sistemlerini kullanmıştır. Üstün (2009a, 2009b, 2009c) yaptığı araştırmalarda Genetik Algoritma kullanarak, elektrik-elektronik mühendisliği alanında, doğrusal olmayan modeller üreterek, İleri Beslemeli bir YSA'da etkinlik fonksiyonlarını belirlemeye çalışmıştır. Üstün ve Yıldız (2009) da Geriye Doğru Yayılımlı Öğrenme Algoritması kullanarak yapay zekâ parametrelerini, Genetik Algoritma Yaklaşımı'yla tanımlamışlardır. Alvarez ve arkadaşları (2012) Kaliforniya (Amerika Birleşik Devletleri)'da Destek Vektör Regresyonu, Çok Katmanlı Algılayıcılar ve Genetik Algoritmalar ile çalışmışlardır. Çayakan (2012) ise YSA Yaklaşımı yardımıyla akışkan kumların tetiklenerek sıvılaşma olasılığı analizi için çalışmalar yapmıştır. Yıldırım (2013) çalışmasında sismik kalite faktörü parametresinin kestirimi için farklı YSA'lar oluşturmak için farklı öğrenme algoritmalarını uygulamıştır.

Asim ve arkadaşları (2017) Kuzey Pakistan Bölgesi için İleri Beslemeli Sinir Ağı, Rastgele Ağaç Toplulukları, Çok Katmanlı Algılayıcılar, Radyal Temel Fonksiyon ve Destek Vektör Makine Öğrenmesi Algoritmaları hakkında çalışmışlardır.

Uygulamalı jeofizik ve sismolojinin farklı konularında da YSA Yaklaşımı ile önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Zonno ve arkadaşları (2003) Toskana'da (İtalya) ve Barselona'da (İspanya) bütünsel bir sismik risk yönetimi oluşturmak için, Yapay Zekâ Tekniği hazırlamışlardır. Ramdani ve arkadaşları (2015) Şili'deki güncel sismisitenin kümelenmesi için k-Ortalama Algoritmasını kullanmışlardır. Samui ve Kim (2014) En Küçük Kareler Destek ve Alakalı Vektör Makine Öğrenmesi Algoritmalarının etkinliğinin karşılaştırılması için, tetiklenmiş depremlerin büyüklüklerinin tahmini için araştırma yapmışlardır. Wiszniowski ve arkadaşları (2014) Polonya'daki küçük magnitüdü doğal sismik olayların tanımlanmasında, Gerçek Zamanlı Tekrarlayan Yapay Sinir Ağı Algoritmasını kullanmışlardır. Amerika Birleşik Devletleri'nde zaman, frekans ve spektogram ortamlarında kayıt altına alınmış sismik izleri gösteren olayların focus merkezlerinin sismik parametrelerle ilişkisini inceleme amacıyla makine öğrenme metodundan yararlanmışlardır (Mousavi ve ark., 2016). Wiszniowski (2016) Polonya'da sismik yer değiştirme için Genel Regresyon Ağları Yaklaşımını kullanmıştır. Kaftan ve arkadaşları (2017) Çok Katmanlı Algılayıcılar, Radyal Temel Fonksiyonu ve Uyarlamalı Sinirsel Bulanık Çıkarsama Sistemleri Metotları yardımıyla Anadolu'nun batısının ay peryodu boyunca deprem oluşum frekanslarını incelemişlerdir. Khan ve Mitnik (2018) Pakistan'daki Hindu Kush Bölgesi'nin sismik verisi için Doğrusal Otoregresif, Otoregresif Şartlı Süreç, Kendi Kendine Heyecanlanan Otoregresif, Korumalı Otoregresif, Lojistik Yumuşak Taşıma Otoregresif, Eklemeli Otoregresif, Vektör Otoregresif, Korumalı Vektör Otoregresif Yöntemlerinin önkestirim doğruluğunu çalışmışlardır. Nguyen ve arkadaşları (2019) Vietnam'daki tetiklenmiş patlatma kaynaklı zemin titreşimi yaklaşımı için ileri hesaplama modelleri olarak geliştirilen YSA, k-En Yakın Komşuluk, Destek Vektör Makine Öğrenmesi ile Sınıflandırma ve Regresyon Ağacı Yöntemlerini içeren dört adet yapay zekâ modeli keşfetmişlerdir.



Ayrıca YSA Yaklaşımı yardımıyla yerbilimleri alanında, zaman zaman sismik yöntemleri kullanarak, zaman zaman ise sismik kataloglar yardımıyla sismik olayların ayrımlanması amacıyla araştırmalar yapılmıştır. Dowla ve arkadaşları (1990) Amerika Birleşik Devletleri'nde oluşan doğal sarsıntılarla, yerin altında meydana getirilen nükleer sarsıntıların birbirinden ayırt edilmesini YSA Yaklaşımı yardımıyla araştırmışlardır.

Güneydoğu Sicilya'daki (İtalya) sismik olayların ayırt edilmesi için danışmanın kullanıldığı gruplandırma ile ilişkili direkt bir metot uygulanmıştır (Ursino ve ark., 2001). İtalya'da Çok Katmanlı Algılayıcılar Algoritması'yla bir yapay sinir ağı mimarîsi oluşturularak, gruplandırma yöntemi uygulanmıştır (Del Pezzo ve ark., 2003). İstanbul'da (Türkiye) Tepki Yüzeyi, Çok Değişkenli Regresyon ve Öğrenmeli Vektör Nicemleme Metotları'yla sismik olaylar ayrımlanmıştır (Küyük ve ark., 2009). Yine Küyük ve arkadaşları (2010; 2011b) İstanbul'da Kendi Kendine Öğrenme Nitelik Haritaları'yla doğal ve yapay kaynaklı olayları ayrımlamıştır. Yıldırım ve arkadaşları (2011) İleri Beslemeli YSA, Uyarlamalı Sinirsel Bulanık Çıkarım Sistemleri ve Olasılıksal YSA Algoritmaları'yla, sismik olayları birbirinden ayırt etmişlerdir. Faharani ve arkadaşları (2012) Tahran'daki (İran) zayıf depremlerin ve taşocağı patlatmalarının ayırt edilmesi için, İşlem Karakteristik Eğrisi İstatistiksel Analiz Yöntemini ve Uyarlamalı Sinirsel Bulanık Çıkarım Sistemleri Algoritmalarını kullanmışlardır. Kekovalı ve arkadaşları (2012a-b) ise Tunçbilek'teki sismik olayları (Kütahya-Türkiye) data madenciliğiyle sismik olarak birbirinden ayırt etmişlerdir. Gauribidanur Yolu'nda (Hindistan) kayıt altına alınan lokal depremlerle patlama sinyalleri birbirinden ayıran kayıtlar yardımıyla, Çok Katmanlı Algılayıcılar YSA Yaklaşımı kullanılmıştır (Kundu ve ark., 2012). İsviçre Alp'leri'nde (İsviçre) sismik aktiviteler deprem, patlatma ve kaya düşmesi şeklinde ayrı ayrı gruplara ayrılarak, YSA Yaklaşımı yardımıyla birbirinden ayırt edilmiştir (Hammer ve ark., 2013). Batı Anadolu'da (Türkiye) bulunan Aydın ilinin Germencik ilçesindeki sismik veriler Çok Katmanlı Algılayıcılar Algoritması yardımıyla ayrımlanmıştır (Çaylak ve Kaftan, 2014). Finlandiya'daki sismik olaylar Destek Vektör Makine Öğrenmesi Metodu'yla ayrımlanmıştır (Kortström ve ark., 2016).

Ayrıca Yaghmaci-Sabegh (2017) deprem kataloglarının sınıflandırılması için K-Ortalama ve Kendi Kendine Öğrenme Nitelik Haritaları Yöntemi Algoritmalarını kullanmışlardır. Mignan (2019) sismik sınıflandırma için danışmanlı öğrenmedeki Naive Bayes Modeli, En Yakın Komşuluklar, Destek Vektör Makine Öğrenmesi ve Rastgele Ağaç Toplulukları Yöntemlerini kullanmıştır. Saad ve arkadaşları (2019) sismik olayları ayırmak için Destek Vektör Makine Öğrenmesi algoritmasını kullanmışlardır.

Bunun yanı sıra, sismik olayların ayrılmasında, DAF Yöntemi'nin ve YSA Yaklaşımının birlikte kullanılarak yapıldığı araştırmalar, 1990lı yılların sonundan itibaren yapılmaya başlanmıştır. DAF Yöntemi ve YSA Yaklaşımı kullanılarak, Ortadoğu'daki sismik aktiviteler ayrılmalıdır (Gitterman ve ark., 1998). İstanbul'da (Türkiye) k-Ortalama, Gaussian Karışım Modeli, DAF ile Kuadratik Ayırt Etme Fonksiyonu Metotları'yla YSA Yaklaşımı kullanılarak, depremlerle patlatmalar başarıyla ayrılmalıdır (Küyük ve ark., 2012). Sırasıyla Edirne ve Manisa çalışma alanlarında DAF Yöntemi ile YSA Yaklaşımı kullanılarak, depremlerle patlatmalar ayrılmalıdır (Tan ve ark., 2021a-b).

Yapılan bu tez çalışmasında ise Türkiye'de mevcut durumda olan lisansüstü tez çalışmaları içerisinde, çalışma alanını oluşturan farklı çalışma bölgelerinde, DAF Yöntemi ile YSA Yaklaşımı ilk kez birlikte kullanılarak, yerbilimleri alanına bilimsel bir yenilik getirilmeye çalışılmıştır.

## **BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM**

### **3.1. Çalışma Alanı**

Çalışmanın bu bölümünde, çalışma alanını temsil edecek olan veri setlerine ait olan parametreler tanıtıldıktan sonra, yöntemler hakkında bilgi verilmiştir. Ardından ayrıntılı olarak, çalışma alanı hakkında bilgi verilmektedir.

Bu çalışmada depremleri ve patlatmaları ayırt etmek amacıyla, çalışma alanını oluşturan üç çalışma bölgesine karar verilmiştir. Bu bölgeler sırasıyla Edirne, Manisa ve Ankara çalışma bölgesidir. Bu bölgelerde meydana gelen sismik olaylar Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi'ne (BÜ-KRDAE-BDTİM/İstanbul) ait kataloglardan elde edilmiştir. Bu kataloglardan Edirne, Manisa ve Ankara çalışma bölgelerinde meydana gelen sırasıyla 459, 228 ve 801 adet sismik olay seçilmiştir. Bu sismik olayların istasyon bazında veri kalitesi incelendiğinde bir kısmının iyi olmadığı görülmüştür. Dolayısı ile çalışmada kullanılacak veri sayısı azalmıştır. Edirne, Manisa ve Ankara bölgelerinde kullanılacak olan olay sayısı sırasıyla 150, 77 ve 156 olarak belirlenmiştir.

Kataloglardaki sismik olayların deprem veya patlatma olarak ayırt edilebilmesi için farklı yöntemler kullanılacaktır. Kataloglardan elde edilen sismik olay sayılarının gün bazında saate karşılık çizdirilmesinden histogramlar elde edilmektedir. Bu histogramları çizdirmekteki amaç olayların çoğunlukla gündüz saatinde mi yoksa gece saatinde mi meydana geldiği konusunda bilgi sahibi olmaktır. Bilindiği gibi patlatmaların büyük çoğunluğu gündüz saatlerinde yapılmaktadır.

Her bir çalışma bölgesi için, sismik olayların düşey bileşen hız sismogramları ile genlik spektrumları incelenecektir. Çalışma materyali olarak kullanılan bu sismogramlar ve spektrumlardan elde edilecek olan parametreler ışığında, Doğrusal Ayırt Etme Fonksiyonu (DAF) Yöntemi ile Yapay Sinir Ağı (YSA) Yaklaşımı kullanılarak sismik olayın tipi istatistiki olarak belirlenecektir.

Çalışmada kullanılacak olan veri setlerini hazırlanmadan önce, tüm verilere normalizasyon işlemi uygulanacaktır.

Temel amaç deprem ve patlatma verilerini birbirinden ayırt etmek olduğu için DAF yöntemi ve YSA yaklaşımı, detaylı şekilde bu bölümde ele alınacaktır. Ayrıca YSA Yaklaşımı sonuçlarının doğruluğunu kanıtlayabilmek için, yapay sinir ağı modelini temsil eden nöron sayısı saptandıktan sonra, k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniği hakkında bilgi verilmektedir.

Bu bölümde bulgulara ulaşma aşamaları tanıtılırken, öncelikle yöntem ve yaklaşım hakkında detaylı bilgiler verilecektir. Hemen ardından ise çalışma alanını oluşturan üç çalışma bölgesi detaylı olarak tanıtılacaktır.

### **3.2. Yöntemler**

Yukarıda sözü edilen histogramlar ile depremleri ve patlatmaları birbirinden ayırt etme şekli tek başına yeterli gelmemektedir. Bu nedenle sismik olayları birbirinden ayırmak için, öncelikle düşey bileşen hız sismogramları ve genlik spektrumları kullanılacaktır. Daha sonra DAF Yönteminde ve YSA Yaklaşımında kullanılacak olan parametre ikilileri oluşturulacaktır.

Bu çalışmada kullanılacak olan parametreler Genlik Oranı (Ratio), Karmaşıklık (C), logS ve Süre'dir (Duration). Düşey bileşen hız sismogramlarının en büyük Sekonder dalgası amplitüdünün en büyük Primer dalgası amplitüdüne oranı "Oran" olarak tanımlanmaktadır.

DüŖey bileŖen hız sismogramının iki zaman penceresindeki (P dalgası varıŖ zamanı- $t_0$ ;  $t_1-t_2$  [sn]) güçlerinin oranı ‘‘KarmaŖıklık’’ (Complexity-C) olarak adlandırılmaktadır. LogS ise maksimum S-dalgası genliğinin logaritmik değeridir. Sismik dalga formunun total sinyal süresi [sn] cinsinden ‘‘Süre’’ (Duration) olarak tanımlanmaktadır. Bahsedilen deđiŖtirgenler (Parametreler) hakkında ayrıntılı bilgiler aŖađıdaki paragrafta verilecektir.

### 3.2.1. KarmaŖıklığın hesaplanması

Arai ve Yosida’ya göre (2004) her bir sismik olay için düŖey bileŖen hız sismogramlarının iki zaman penceresindeki güçlerinin oranları yani karmaŖıklık (Complexity-C) aŖađıdaki (Denklem 3.1) yardımıyla saptanmaktadır

$$C = \int_{t_1}^{t_2} S^2(t)dt / \int_{t_0}^{t_1} S^2(t)dt \quad (3.1)$$

Burada  $t_0-t_1$ ,  $t_1-t_2$  sismogram üzerinde iki zaman penceresinin uzunluđunu belirtmektedir.

Bu alıŖmada ENEZ’deki olaylar için ( $t_0-t_1$ ) 1 [sn], ( $t_1-t_2$ ) 7 [sn] olarak seilmiŖtir. ERIK’teki olaylar için birinci ve ikinci pencere uzunlukları ise 1 [sn] ve 8 [sn], GELI’deki olaylar içinde sırasıyla 1 [sn] ve 9 [sn] alınmıŖtır. KULA’daki olaylar için pencere uzunlukları 1 [sn] ve 12 [sn], LOD’un kaydettiği olaylar için ise 1 [sn] ve 13 [sn] alınmıŖtır.

İnteraktif Sismoloji Analiz Paketi olan PITSA programıyla, ASCII formatındaki sayısal sinyaller hem zaman ortamında hem de frekans ortamında izdirilmiŖtir (Scherbaum ve Johnson 1992). Ardından zaman ortamındaki sinyalde farklı pencere uzunlukları için karmaŖıklık değerleri hesaplanmıŖtır.alıŖmada kullanılan sayısal verinin örnekleme aralığı 50 [sn] olarak alınmıŖtır.

### 3.2.2. Genlik oranının hesaplanması (S/P maksimum genlik oranı, ratio)

Düşey bileşen hız sismogramlarından Primer dalgaya ve Sekonder dalgaya ait olan maksimum genliklerin değerleri belirlenmekte ve her bir sismik olay için “Genlik Oranı” (S/P maksimum genlik oranı-Ratio) hesaplanmaktadır.

### 3.2.3. Toplam sinyal süresinin tanımlanması (Duration)

“Süre” (Duration) değiştirgeni sismik izin toplam süresinin saniye ([sn]) cinsinden saptanmaktadır.

### 3.2.4. Doğrusal ayırt etme fonksiyonu (DAF) yöntemi

Bu yöntem birbiriyle aynı olmayan data gruplarını ayırlama analizinde tercih edilmektedir. Genelde Doğrusal Ayırt Etme Fonksiyonu ( $F_{DAF}$ ) ya da literatürdeki diğer adıyla “Fisher Fonksiyonu” sadeleştirilmiş olarak (Denklem 3.2)’deki gibi gösterilmektedir:

$$F_{DAF} = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_mX_m \quad (3.2)$$

Burada a, sabit sayı;  $b_1 \dots , b_m$  ise regresyon katsayıları,  $X_1$  ise  $X_m$  ayırlama değiştirgenlerinin standartize yani normalize edilmiş değeri şeklinde belirtilmektedir (Fisher, 1936). Bu fonksiyondaki regresyon katsayıları kullanılarak, veri gruplarını birbirinden ayıran doğrusal fonksiyon çizdirilerek, ayırt etme işlemi gerçekleştirilmektedir.

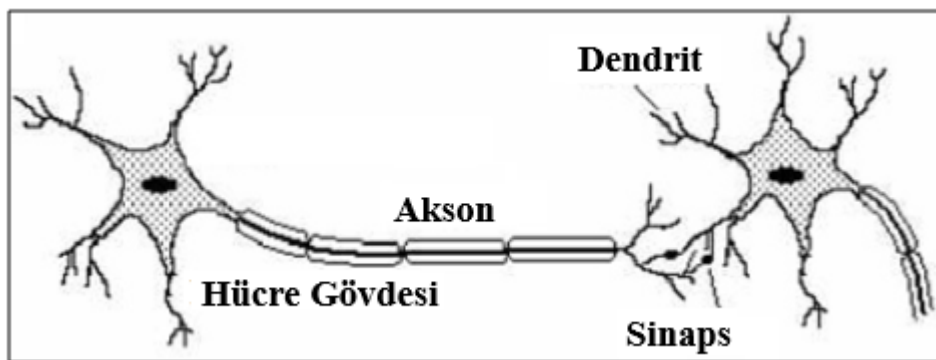
Çalışmada DAF yöntemi her bir bölgede ayrı ayrı hesaplanan Genlik Oranı-Karmaşıklık; Genlik Oranı-log S; Genlik Oranı-Süre değiştirgen çiftlerine uygulanmıştır. Doğrusal ayırt etme fonksiyonunun çizimi için Sosyal Bilimlere ait İstatistiksel Paket Programı’ndan (SPSS, 2005) yararlanılmıştır.

### 3.2.5. Yapay sinir ağı (YSA) yaklaşımı

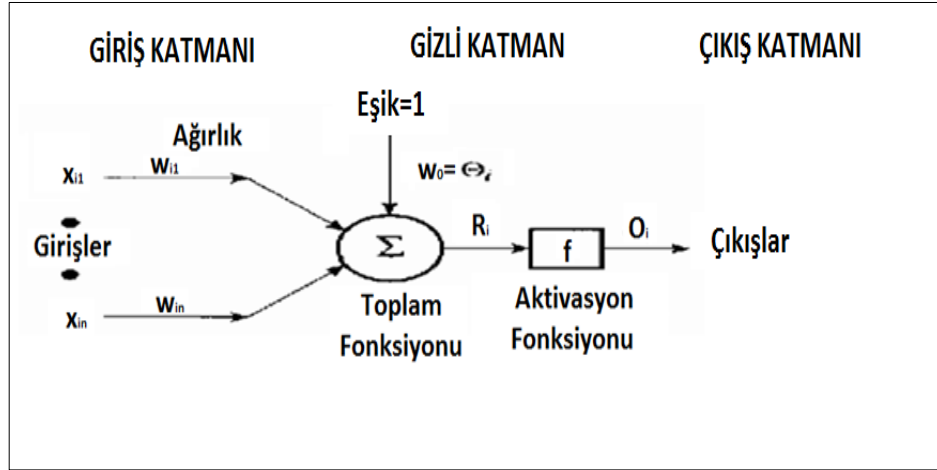
Düşey bileşen hız sismogramlarından elde edilen parametreler kullanılarak, sismik olayların ilk tanımı yapıldıktan sonra, sismik olaylar YSA Yaklaşımıyla yüksek doğrulukla birbirinden ayırt edilebilmektedir.

Çetin ve arkadaşlarına (2006) göre YSA; yapay zekânın bir aracı olup; bilgiyi alma, algılayabilme, düşünebilme gibi insan zekâsına ait olan yetilerle kaplı işlemcilerdir. Aynı zamanda beynin fizyolojisinden yararlanılarak oluşturulan bilgi işleme modelleridir.

Gülbağ'a (2006) göre de insan beyni "Nöron" denilen sinir hücreleri ve onların birbiriyle olan bağlantılarından meydana gelen kompleks bir sistemdir. İnsan beyinde hemen hemen 100 milyar nöron ve her nöronun başına düşen bağlantı sayısının da ortalama birkaç bin olduğu farz edilirse, bu yapı karışık bir ağ yapısına benzetilebilmektedir (Şekil 3.1.). Nöronlar bu bağlantılar yardımıyla, iletişim kurabilmektedir. YSA öğrenme algoritmaları, insan sinir sistemi topolojisinden yani mimârisinden esinlenilerek elde edilmiştir (Şekil 3.2.). Biyolojik sinir ağı, beynimizde bulunan milyonlarca sinir hücresinden meydana gelmektedir. Bir sinir hücresi; sinapslar, soma (hücre gövdesi), akson ve dendritlerden oluşmaktadır.



Şekil 3.1. Biyolojik Sinir Hücresinin Yapısı (Yıldırım, 2013)



Şekil 3.2. Bir nöronun YSA modelinin yapısı (Gülbağ, 2006)

### 3.2.5.1. YSA'nın sınıflandırılması

Yapay Sinir Ağları yapısının ve öğrenme algoritmasının türüne göre sınıflandırılmaktadır. Yapısına göre ileri beslemeli ve geri beslemeli ağlar; öğrenme algoritmasına göre ise danışmanlı, danışmansız ve takviyeli öğrenme olarak sınıflandırılmaktadır.

Hagan'a (1995) göre ileri beslemeli ağlarda bilgi akışı giriş katmanından başlayarak, çıkış katmanına doğru gerçekleşmektedir. Bilgi işleme tek yönlü olup, çıkış değerleri, istenen çıkış değerleri ile karşılaştırılarak, hata miktarına göre ağ ağırlıkları güncellenmektedir. Yıldırım'a (2013) göre ise problemin belirlenmesinin ardından, bu ağ yapısının eğitilmesinin kararının aşamasında, öğrenmenin tipine göre yalnızca girişle yapılan "danışmansız öğrenme" ve giriş-çıkış çiftleriyle yapılan "danışmanlı öğrenme" dikkate alınmaktadır.

### 3.2.5.2. Öğrenme algoritması

YSA'yı eğitecek olan öğrenme algoritmasının seçimi çok önemli olup, problemin tipine göre farklılık göstermektedir. Başlıca tercih edilen öğrenme algoritmaları ise Uyarlamalı Sinirsel Bulanık Çıkarsama Sistemleri, Öğrenmeli Vektör Nicemleme, İleri Beslemeli YSA, Olasılıksal YSA, Geri Yayılımlı-İleri Beslemeli YSA olarak



isimlendirilmektedir (Çetin ve ark., 2006; Gülbağ, 2006; Küyük ve ark., 2009; Üstün ve Yıldız, 2009; Yıldırım ve ark., 2011; Çayakan, 2012; Yıldırım, 2013).

Gülbağ (2006) yaptığı çalışmada Uyarlamalı Sinirsel Bulanık Çıkarım Sistemleri, Genel Ağ Topolojisi, Sezgisel ve İleri Seviyeli Algoritmalar, Radyal Temelli Yapay Sinir Ağı, Zaman Gecikmeli YSA ve Sensör Cevaplarının Eğitim Bilgisinin Kullanıldığı YSA Uygulaması öğrenme algoritmaları ile yapay sinir ağı modelleri oluşturmuştur.

Bu çalışmada kullanılacak olan öğrenme algoritması Geri Yayımlı-İleri Beslemeli YSA olarak seçilmiştir. Çünkü oluşturulacak olan YSA modelinde, probleme uygun ve güvenilir olması ve yaygın olarak kullanılmasıdır. Bu öğrenme algoritması, hataları geriye doğru yani çıkıştan girişe doğru azaltmaya çalıştığı için, böyle isimlendirilmiştir (Çetin ve ark., 2006). Bu ağ yapısı basit olmasına ve oldukça yüksek doğrulukta sonuç vermesine rağmen, yavaş öğrenen bir algoritmadır (Çayakan, 2012). Yıldırım (2013) da yaptığı çalışmada, istenen çıkış ile gerçek değer arasındaki hata miktarına göre; ağırlıkları kullanarak, en uygun çıkış değerlerini elde etmek için, bu algoritmayı tercih etmiştir.

Bu aşamadan ardından YSA'nın ağ yapısı oluşturulmaya başlanmaktadır.

### **3.2.5.3. Ağ yapısının oluşturulması**

Gülbağ (2006) genel ifadeyle ağ yapısının elemanlarını; giriş, çıkış, ağırlık, toplam fonksiyonu, aktivasyon (Transfer) fonksiyonu şeklinde tanımlamıştır. Problemin tipine göre öğrenme algoritmasının saptanmasının ardından; giriş katmanı, gizli katman ve çıkış katmanı olarak yapay bir ağ meydana getirilmektedir. Girişler dış ortamlardan hücreye giren bilgiler olup, bağlantılar üzerindeki ağırlıklar yardımıyla hücreye girmektedir (Rumelhart ve ark., 1986).

Ağırlıklar ( $w$ ), sorumlu olduğu girişin, hücrenin üzerindeki etkisini belirlemektedir (Gülbağ, 2006).

Yapay sinir ağının topolojisini yani mimarisini oluşturan diğer elemanlardan olan toplam fonksiyonu, aktivasyon (transfer) fonksiyonu aşağıdaki alt başlıklarda görülmektedir. Daha sonra nöron sayısının seçimi çok önemli olduğu için, detaylı olarak anlatılacaktır.

#### 3.2.5.4. Toplam fonksiyonu

Bu fonksiyon, herhangi bir hücreye gelmiş olan net bilgiyi hesaplayan sade bir fonksiyondur. Her bir nöron girişi ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ), toplama işlemine girmeden önce, ağırlıklar ( $w_1, w_2, \dots, w_n$ ) ile çarpılmaktadır (Şekil 3.3.). Girişler  $X$  vektörü, ağırlıklar ise  $W$  vektörü ve toplam fonksiyonu ise ( $Y_{NET}$ ) ile gösterilirse (Denklem 3.3)

$$Y_{NET} = W.X \quad (3.3)$$

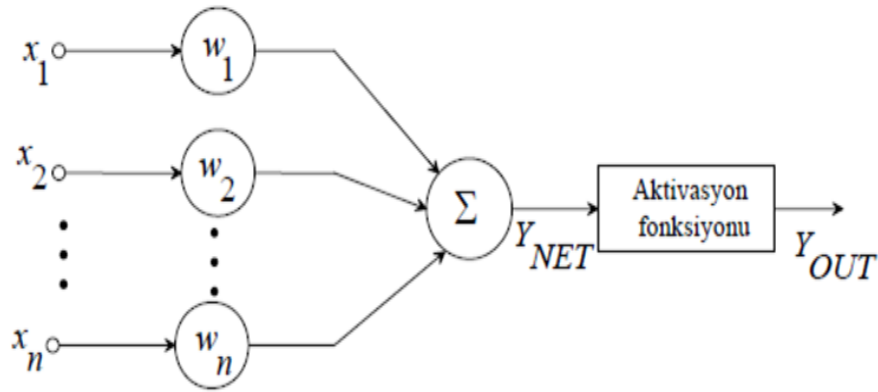
şeklinde ifade edilebilmektedir (Gülbağ, 2006).

En yaygın olarak kullanılan toplam fonksiyonu ise Levenberg-Marquardt (LM) toplam fonksiyonudur (Hagan ve Menhaj, 1994; Kermani ve ark. 2005). Bu algoritma, MATLAB programlama dilinde etkin bir uygulamadır (Charrier ve ark., 2007; MATLAB, 2009). Bu programlama dilinde ağ, “trainlm” fonksiyonu ile yapay sinir ağının her üyesini eğitebilmektedir (MATLAB, 2009). Literatürde LM öğrenme algoritması etkin bir uygulamaya sahiptir (Levenberg 1944; Marquardt 1963). Gülbağ ve Temurtaş (2007) standart geri yayılım bağıntıları ve LM algoritmaları hakkında detaylı bilgi vermişlerdir. Çalışmalarında, ezberlemeyi takip eden süreçte geliştirilmiş öğrenmeye karşılık gelen kavramlar yardımıyla, bu yöntemin davranışlarını ve LM yönteminin kullanılma nedenlerini açıklamaktadırlar. Veri sayısı yetersiz olduğunda, ezberleyerek öğrenme meydana gelmektedir ve bu durumda geliştirilme zorlaşabilmektedir.

Fakat Gülbağ ve Temurtaş (2007)'a göre problem şu şekilde çözülebilmektedir: Aynı zamanda eğitim veri setiyle öğrenme devam ederken, tanımlı hata seviyesi başarılarına kadar, eş zamanlı olarak test veri seti kullanılarak, veri test edilmektedir. Test veri setinin hatası, kabul edilebilir bir seviyeye yaklaşıncaya kadar, ağı kaydetmektedir. Kipli ve arkadaşları da (2012) çalışmalarında Levenberg-Marquardt öğrenme algoritmasını kullanmışlardır.

### 3.2.5.5. Aktivasyon (Transfer) fonksiyonu

Aktivasyon (Transfer) Fonksiyonu da toplam fonksiyonunda meydana gelen net girişi her prosesten geçirip, hücrenin gövdesinin çıkışını saptayan bir fonksiyondur (Şekil 3.3.). Ayrıca, yapay sinir ağına bir eşik değeri uygulanarak, aktivasyon fonksiyonu artırılabilir. En çok kullanılan aktivasyon fonksiyonları ise lineer aktivasyon fonksiyonu, sigmoid aktivasyon fonksiyonu ve tan-sigmoid aktivasyon fonksiyonlarıdır (Gülbağ, 2006).



Şekil 3.3. Bir yapay sinir ağı topolojisindeki giriş, çıkış, ağırlık, toplam fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu (Gülbağ, 2006)

Ayrıca seçilen aktivasyon fonksiyonu  $\varphi(v)$  ile gösterilerek, indüklenmiş yerel  $v$  alanına göre, nöron çıkışını tanımlamaktadır.

Burada saptanan yapay sinir ağının topolojisi için, “hiperbolik tanjant sigmoid aktivasyon fonksiyonu”ndan veya “tanjant sigmoid aktivasyon fonksiyonu”ndan yararlanılmıştır. Aslında sözü geçen transfer fonksiyonunun, -1 ve +1 arasındaki integral aralığında, sürekli bir fonksiyon olduğu kabul edilmektedir. Böylelikle transfer fonksiyonu (Denklem 3.4)’teki haliyle tetiklenmiş lokal alanın, negatif fonksiyonunu göstermektedir.

$$\varphi(v) = \begin{cases} 1 & \text{eğer } v > 0 \\ 0 & \text{eğer } v = 0 \\ -1 & \text{eğer } v < 0 \end{cases} \quad (3.4)$$

Buradaki denklem, birleşik halde, “signum fonksiyonu” şeklinde gösterilmektedir. Sigmoid fonksiyonunun sözü edilen hali için, hiperbolik tanjant sigmoid fonksiyonu ise (Denklem 3.5)’te

$$\varphi(v) = \tanh(v) \quad (3.5)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Hiperbolik tanjant sigmoid aktivasyon fonksiyonu (Denklem 3.4)’te gösterildiği şekilde pozitif ve negatif değerler almaktadır (Haykin, 2009). Bu yüzden, ilk başta gösterilen hiperbolik tanjant fonksiyonu, çıkış katmanı haricinde, tüm çıkış katmanlarına girişi sağlayan değerler için kullanılmaktadır. Hiperbolik tanjant sigmoid aktivasyon fonksiyonu (Denklem 3.6) kullanılarak tanımlanabilmektedir.

$$\varphi(v) = \frac{2}{1+e^{(-2v)}} - 1 \quad (3.6)$$

Burada  $\varphi(v)$ , “Hiperbolik tanjant sigmoid aktivasyon fonksiyonu” olarak tanımlanmaktadır. Denklemde değişim aralığı  $[-1, 1]$ ’dir. Bu denklem, toplam giriş ve nöron sayısına göre farklılık göstermektedir (Gradshteyn ve Ryzhik, 2007).

### 3.2.5.6. Nöron sayısının (Ns) seçimi

Ns'nin seçimi, birden fazla data grubunu ayırt etmede saptayıcı etkenlerden olması nedeniyle YSA'da oldukça önem arz etmektedir. Gizli katmanda gereğinden az nöron kullanılırsa, giriş verilerine göre daha az duyarlı çıkış saptanmasına sebebiyet vermektedir. Benzer olarak gereğinden çok fazla nöron tercih edildiğinde de, aynı ağın içinde yeni tür data grubunun çalışılmasında, birtakım sorunlar meydana gelmektedir (Çetin ve ark., 2006). YSA'nın yapısı meydana getirilirken, Ns'e deneme-yanılma yöntemiyle karar verilmektedir (Yıldırım, 2013). Uygun modelin belirlenmesi aşamasında, belli aralıkta, belli bir artışla Ns, algoritmaya tanıtılarak denenmektedir. Hemen sonra ise en yüksek doğruluk yüzdesine sahip olan, en düşük nöron sayılı YSA modeli saptanmaktadır (Gülbağ, 2006). Bazı bilim insanları birbirinden ayrı aralıkta değişen değerlerde, Ns saptamışlardır. Gülbağ (2006) ise 0 ile 100 arasında 10'ar 10'ar artan değerlerde Ns ile YSA modelleri kurgulamaktadır. Küçük ve arkadaşları (2009)'da yaptıkları çalışmada, 1'den 20'ye kadar 1'er 1'er artan aralıklı Nsli modelleri karşılaştırmaktadır. Ardından da en az hatayı veren yani en iyi sonuca sahip olan, 5 nöron sayılı YSA modelini oluşturmaktadır. Yıldırım (2013) ise 0 ile 22 arasında, 2'şer 2'şer değişen değerlerde değişen Ns ile YSA mimarisi oluşturmaktadır.

### 3.2.5.7. YSA mimârisi için veri setlerinin hazırlanması

Ns'in saptanmasının ardından, girişe ve çıkışa ait data (veri) setleri oluşturulmaya çalışılmaktadır. Gülbağ (2006) %84 eğitim verisi (EV), %16 test verisi (TV) şeklinde YSA data setini oluşturmaktadır. Yıldırım ve arkadaşları (2011) yaptıkları çalışmada veri setinin %25'ini eğitim, %75'ini ise test verisi olarak, probleme uygun olarak düzenlemiştir. Ayrıca Yıldırım (2013) yaptığı çalışmada, veri setinin içinden rastgele veriler seçerek, veri setinin %80'ini eğitim verisi ve %20'sini de test verisi şeklinde belirlemiştir.

### 3.2.5.8. Tüm veri setine uygulanan normalizasyon işlemi

Yukarıda bahsedilen Ratio, C, logS ve duration parametreleri hesaplandıktan sonra, LDF Yöntemi ve YSA Yaklaşımı için veri seti düzenlenmeden önce, tüm veri setine “Normalizasyon İşlemi” uygulanmaktadır.

Bunun nedeni ise DAF Yönteminde normalizasyon işlemi uygulanmış verilerle, YSA Yaklaşımında da aynı işlemin uygulandığı verilerin vereceği sonuçların, sağlıklı bir şekilde yorumlanmasını sağlamaktır.

YSA Yaklaşımı uygulanmadan önce, veri seti eğitim verisi (EV) ve test verisi (TV) olarak ikiye ayrılmaktadır. Hemen ardından oluşturulan bu iki veri setine de, bu işlem uygulanmaktadır. Ayrıca DAF Yönteminde veri setinin tümü kullanılacağı için, aynı anda, bu yöntem için de ön hazırlık yapılmış olmaktadır.

[-1,+1] aralığında, klasik normalizasyon prosesi yapılmaktadır. Böylece değişirgenlerin birbiriyle korele olma kolaylığı sağlanmaktadır.

Patro ve Sahu’ya (2015) göre normalizasyon işlemi (Denklem 3.7)’de

$$A^* = \left( \frac{A - A' \text{nin minimum değeri}}{A' \text{nin maksimum değeri} - A' \text{nin minimum değeri}} \right) * (d - c) + c \quad (3.7)$$

olarak gösterilmektedir (Patro ve Sahu, 2015). Burada  $A^*$ , En yüksek-en düşük aralığında normalize edilmiş data;  $[c, d]$  ise çalışma öncesinde belirlenen sınır;  $A$ , orijinal data dizisi olup,  $[-1, +1]$  aralığı için ise  $c$  değeri -1 ve  $d$  değeri ise +1 olarak ifade edilmektedir.

Örnek olarak Edirne Tüm Veri (E\_TÜM) veri setine normalizasyon işlemi uygulanmasından önceki ve sonraki durum Şekil 3.4.’te verilmektedir.

Normalizasyon işlemi uygulanmadan önce				Normalizasyon işlemi uygulandıktan sonra									
1	ratio (S/P)	log (S)	duration	C--g	ratio (S/P)	log (S)	duration	f	C--g				
2	0.0784	0.7885	29	9.040	-1	-0.18678	-0.51282	-0.16667	-0.61945				
3	0.1012	1.0984	17	16.420	-0.99206	0.001157	-0.82051	-0.16667	-0.30461				
4	1.2642	1.2343	72	17.240	-0.58722	0.083539	0.589744	-0.16667	-0.26962				
5	0.1769	1.2833	55	5.450	-0.96573	0.113239	0.153846	-0.43333	-0.77261				
6	0.1739	1.3113	38	0.940	-0.96676	0.130232	-0.28205	-0.16667	-0.96502				
7	0.0962	1.0615	70	22.300	-0.99383	-0.02127	0.538462	-0.1	-0.05375				
8	1.2264	1.2212	88	7.180	-0.60036	0.075559	1	0.366667	-0.69881				
9	0.1182	1.1242	22	10.500	-0.98616	0.016803	-0.69231	-0.1	-0.55717				
10	0.0865	1.1406	20	10.600	-0.99718	0.026741	-0.74359	-0.16667	-0.5529				
11	0.1127	1.1486	24	6.300	-0.98807	0.031572	-0.64103	-0.1	-0.73635				
12	0.0930	1.2144	22	9.800	-0.99492	0.071477	-0.69231	-0.16667	-0.58703				
13	0.1467	0.7147	34	1.600	-0.97622	-0.23152	-0.38462	-0.16667	-0.93686				
14	0.1310	1.2212	22	7.800	-0.98168	0.075559	-0.69231	-0.16667	-0.67235				
15	1.1667	1.4575	71	3.800	-0.62116	0.218829	0.564103	-0.5	-0.843				
16	1.3836	2.3527	80	9.070	-0.54562	0.76162	0.794877	-0.23232	-0.61817				

Şekil 3.4. E\_TÜM data setine normalizasyon işlemi uygulamasından önceki ve sonraki durum

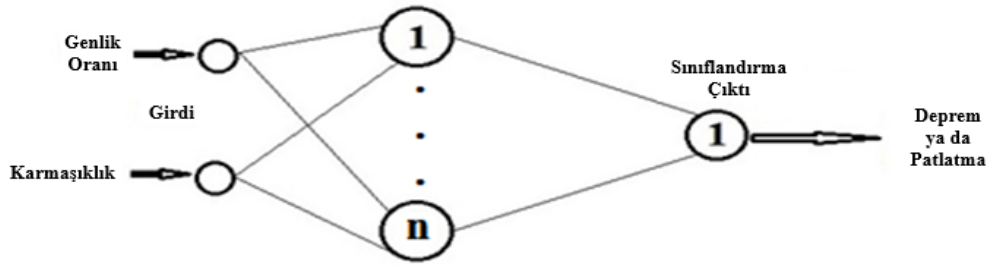
### 3.2.5.9. Eğitim ve test verisi setinin oluşturulması

Normalizasyon prosesinden sonra, data setinin içerisinde, verilerin %70-80'i rastgele seçilerek Eğitim Verisi (EV) oluşturulmaktadır. Aynı veri setinin içinden, verilerin %30-20'si de rastgele seçilerek, Test Verisi (TV) oluşturulmaktadır. Çünkü EV, YSA'da yararlanılan öğrenme algoritmasıyla eğitilmektedir ve determinasyon katsayısı değeri 1'e yaklaştığında, eğitim tamamlanmaktadır. TV ile YSA prosesine "Tasarlanan yapay sinir ağı, eğitim verisiyle öğrenme algoritmasını öğrenmiştir, bu nedenle test verisi ile bilgisini test edebilir" kuralını sağlamak için devam edilmektedir. Daha sonra saptanan sonuçlar, test çıktılarıyla karşılaştırılarak, doğruluk yüzdesi hesap edilmektedir.

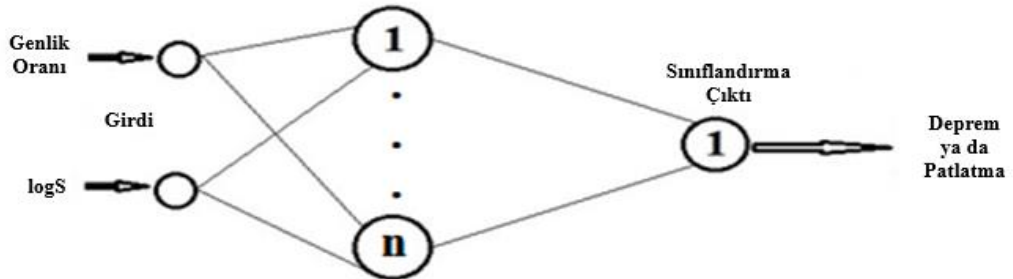
### 3.2.5.10. Çalışmada kullanılacak olan veri setlerine yapılan ön işlemler

Çalışma bölgelerine YSA Yaklaşımı uygulanmaya başlarken yapılan ön-işlemler özetle şu şekildedir: Öncelikle problemin türüne göre oluşturulacak olan yapay sinir ağının yapısına ve uygulanacak olan öğrenme algoritmasına göre türü belirlenmiştir.

Burada YSA, yapısına göre ileri beslemeli YSA'yı ve öğrenme algoritmasına göre ise danışmanlı öğrenmeyi göstermektedir. Probleme göre belirlenen YSA modelinde, oluşturulan ağız mimarisine uygulanan Geri Yayılımlı-İleri Beslemeli YSA Öğrenme Algoritması'nda, YSA'ya, hem giriş değerleri hem de bu girişe karşılık üretmesi gereken çıkış değerleri verildiği için, öğrenme algoritmasına göre danışmanlı öğrenme uygulanmıştır. Ayrıca test edilecek olan değiştirgen ikilisi sisteme giriş değiştirgeni olarak, tanı da çıkış değiştirgeni şeklinde ele alınmıştır. Bu parametre ikilileri de sırasıyla en yüksek Sekonder dalganın amplitüdünün en yüksek Primer dalgaya amplitüdünün oranı (Genlik Oranı) ile güç oranı (Karmaşıklık) (Şekil 3.5.), en yüksek Sekonder dalganın en yüksek Primer dalgaya genliğinin oranı (Genlik Oranı) ile en yüksek Sekonder dalgasının genliğinin logaritması ( $\log S$ ) (Şekil 3.6.) ve en yüksek Sekonder dalganın amplitüdünün en yüksek Primer dalgasının amplitüdüne oranı (Genlik Oranı) ile dalga formunun total sinyal süresi (Süre) (Şekil 3.7.) şeklinde belirlenmektedir.

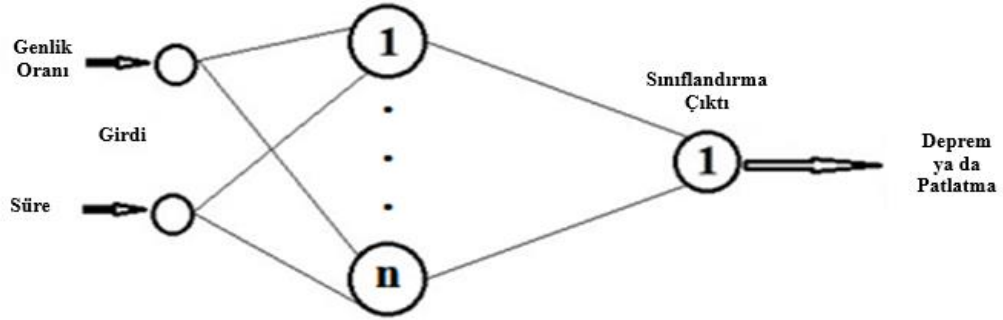


Şekil 3.5. Sismik aktiviteler için YSA yapısı (Genlik Oranı-Karmaşıklık Parametre ikilisi) (Gülbağ (2006)'dan modifiye edilmiştir)



Şekil 3.6. Sismik aktiviteler için YSA yapısı (Genlik Oranı-logS Parametre ikilisi) (Gülbağ (2006)'dan modifiye edilmiştir)





Şekil 3.7. Sismik aktiviteler için YSA yapısı (Genlik Oranı-Süre Parametre ikilisi) (Gülbağ (2006)'dan modifiye edilmiştir)

### 3.2.5.11. Belirlenen nöron sayısı (Ns)

Her parametre ikilisi için farklı değer alınmıştır. Genlik Oranı-Karmaşıklık, Genlik Oranı-logS ve Genlik Oranı-Süre parametre ikilisi kullanılarak oluşturulan YSA modellerinde, nöron sayısı deneme-yanılma yoluyla 5, 10, 15, 20, 25 olarak seçilmiştir. Ardından her bir istasyon verisi için doğruluk yüzdesi hesaplanmıştır. Doğruluk yüzdesi en yüksek olan, en düşük nöron sayısına sahip olan yapay sinir ağı modelinin kullanılmasına karar verilmiştir. Bunun nedeni ise düşük nöron sayısına sahip olan ağ yapısının, daha az ezberlemesidir. Böylelikle oluşturulan bu ağ yapısı, daha az karmaşık durumda olacaktır. Ayrıca bu konuda, ilk ulaşılan maksimum doğruluk değerine ve düşük olan nöron sayısına göre karar verilmiştir.

Nöron sayısı belirlendikten sonra ise, seçilecek olan toplam fonksiyonu ve aktivasyon fonksiyonları yardımıyla, YSA oluşturulurken, iterasyon takip edilmiştir. Determinasyon katsayısı 1'e yaklaşıncaya kadar eğitime devam edilerek, uygun değer yakalandığında ise ağ, test edilmiştir.

### 3.2.5.12. Kullanılan toplam fonksiyonu

Bu çalışmada Levenberg-Marquardt (LM) toplam fonksiyonu kullanılmıştır.

### 3.2.5.13. Kullanılan aktivasyon (transfer) fonksiyonu

Ayrıca bu çalışmada Tanjant-Sigmoid aktivasyon fonksiyonu da kullanılmıştır.

### 3.2.5.14. Doğruluk yüzdesinin (DY) hesaplanması

Tüm bu belirlemelerin ardından oluşturulan ağ modeline, YSA Yaklaşımı uygulandıktan sonra, elde edilen sonuçlar yani yeni çıkışlar, test verileriyle yani gerçek çıkışlarla karşılaştırılarak, test edilmektedir. Ardından aşağıda verilen (Denklem 3.8) kullanılarak, YSA Yaklaşımının verdiği doğruluk yüzdesi hesaplanmıştır.

$$\text{Doğruluk Yüzdesi (DY)} = \frac{\text{Tüm veri sayısı} - \text{Hatalı veri sayısı}}{\text{Tüm veri sayısı}} * 100 \quad (3.8)$$

Böylece YSA Yaklaşımının başarısı, diğer yöntem olan DAF yönteminin başarısıyla karşılaştırılmaya hazır hale getirilmiştir. YSA ile elde edilen doğruluk yüzdesi sonuçları, önceden elde edilen DAF doğruluk yüzdesi sonuçlarıyla tabloda ve grafik üzerinde karşılaştırılacaktır. Böylelikle bu yaklaşımın başarısı hakkında yorum yapılacaktır.

## 3.3. Parametrelerin Belirlenmesi Ve Verilerin İşlenmesi

Daha önce kısaca bahsedildiği gibi, her çalışma bölgesi için, her sismik olaya ait sismogram, spektruma dönüştürülerek, görüntüleri elde edilmiştir. Bu görüntülerin üzerindeki maksimum P-dalgası genliği, maksimum S-dalgası genliği, duration değerleri tek tek okunmuştur. Ayrıca sayın Prof. Dr. Gündüz HORASAN'ın önceden yazmış olduğu bilgisayar kodu kullanılarak, C değeri hesaplanmıştır. Elde edilen bu değerler bir tablo üzerine işlenmiştir. Hesaplanan Ratio ve logS değerleri ile birlikte parametreler saptanmıştır. Parametre ikilileri seçilerek, veri setleri düzenlenmeye başlanmıştır. Veri setlerine normalizasyon işlemi uygulanarak, tüm veri setleri, her çalışma bölgesi için YSA Yaklaşımını uygulamaya hazır duruma getirilmiştir. Çalışma bölgelerine ait detaylı bilgiler, ayrı bir başlık altında verilmektedir.

### 3.3.1. Çalışma bölgelerine ait veri setlerinin YSA yaklaşımı için hazırlanması

Edirne, Manisa ve Ankara çalışma bölgesindeki sismik istasyonlara ait olan veri setleri kullanılarak; Genlik Oranı-Karmaşıklık, Genlik Oranı-logS ve Genlik Oranı-Süre parametre ikilisi için DAF Yöntemi uygulanmadan önce, YSA Yaklaşımı için ön hazırlıklar yapılmıştır. Bu amaca yönelik olarak da her bölgeyi ayrı ayrı temsil edecek olan yapay sinir ağı modelleri için 0 ile 25 arasında 5'er 5'er artan değerlerde (5, 10, 15, 20 ve 25) olan nöron sayıları (Ns) için YSA Yaklaşımı uygulanmıştır. Uygun Ns'i bulmak için de eğitim işlemi sırasında, 1'e en yakın olan determinasyon katsayısı ( $R^2$ ) değeri yakalandığı anda iterasyon durdurularak, test işlemine başlanmıştır. Bu işlemin sonucunda elde edilen hata değerleri de tablo üzerinde kaydedilmiştir. Doğruluk yüzdesi değerleri hesaplanarak, YSA Yaklaşımı gerçekleştirilmiştir. Böylelikle her çalışma bölgesini temsil edecek olan en yüksek doğruluk yüzdesi değerine karşılık gelen, en küçük Ns değeri saptanmıştır. Çünkü bu değerden itibaren ağ topolojisi karmaşılaşmaya ve algoritma da ezberlemeye başlayacaktır.

### 3.3.2. Nöron sayısı (Ns)'na karşılık gelen determinasyon katsayısı ( $R^2$ ) değerleri

Birinci parametre ikilisi Genlik Oranı-Karmaşıklık, ikinci parametre ikilisi Genlik Oranı-logS ve üçüncü parametre ikilisi de Genlik Oranı-Süre olarak belirlenmiştir. Bu nedenle Edirne, Manisa ve Ankara çalışma bölgesindeki sismik istasyonlara (sırasıyla ERIK, ENEZ, GELI, KULA ve LOD) ait olan veri setleri kullanılmıştır. Probleme çözmeye uygun olarak, yapay sinir ağı mimarisini temsil edecek olan nöron sayısı (Ns) belirlenmiştir. Bu değerler aşağıdaki tablolarda ayrı ayrı verilmektedir. Öncelikle nöron sayısına karar verilmek zorunda olduğundan, deneme-yanılma yoluyla aşağıdaki tablolar oluşturulmuştur. Bu nedenle öncelikle nöron sayısı değerlerine karşılık gelen determinasyon katsayısı ( $R^2$ ) değerlerinin değişimi aşağıda görülmektedir (Tablo 3.1., Tablo 3.2., Tablo 3.3., Tablo 3.4., Tablo 3.5., Tablo 3.6.).

Tablo 3.1. ERIK veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikililerine göre YSA Yaklaşımıyla saptanan Ns'e göre R<sup>2</sup> değerlerinin değişimi

Parametre	(Ns:5)	(Ns:10)	(Ns:15)	(Ns:20)	(Ns:25)
ikilisi	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>
1	0.96	0.94	0.97	0.98	1
2	0.90	0.10	1	0.90	0.94
3	0.95	1	1	1	1

Tablo 3.2. ENEZ veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikililerine göre YSA Yaklaşımıyla saptanan Ns'e göre R<sup>2</sup> değerlerinin değişimi

Parametre	(Ns:5)	(Ns:10)	(Ns:15)	(Ns:20)	(Ns:25)
ikilisi	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>
1	1	1	0.93	0.99	1
2	1	1	1	1	1
3	1	0.96	1	0.94	0.95

Tablo 3.3. GELI veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikililerine göre YSA Yaklaşımıyla saptanan Ns'e göre R<sup>2</sup> değerlerinin değişimi

Parametre	(Ns:5)	(Ns:10)	(Ns:15)	(Ns:20)	(Ns:25)
ikilisi	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>
1	0.95	0.99	1	0.96	1
2	1	1	0.96	0.92	1
3	1	1	0.92	0.98	1

Tablo 3.4. E\_TÜM veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikililerine göre YSA Yaklaşımıyla saptanan Ns'e göre R<sup>2</sup> değerlerinin değişimi

Parametre	(Ns:5)	(Ns:10)	(Ns:15)	(Ns:20)	(Ns:25)
ikilisi	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>
1	0.97	0.99	0.98	0.97	0.97
2	0.98	0.97	0.97	0.97	0.98
3	0.97	0.97	0.97	0.98	0.99

Tablo 3.5. KULA veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikililerine göre YSA Yaklaşımıyla saptanan Ns'e göre R<sup>2</sup> değerlerinin değişimi

Parametre ikilisi	(Ns:5)	(Ns:10)	(Ns:15)	(Ns:20)	(Ns:25)
1	0.96	1	1	0.96	1
2	1	1	1	0.93	0.93
3	1	1	1	1	1

Tablo 3.6. LOD veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikililerine göre YSA Yaklaşımıyla saptanan Ns'e göre R<sup>2</sup> değerlerinin değişimi

Parametre ikilisi	(Ns:5)	(Ns:10)	(Ns:15)	(Ns:20)	(Ns:25)
1	0.98	0.97	0.98	0.80	1
2	1	0.98	1	1	1
3	0.98	1	0.97	1	0.97

ERIK, ENEZ, GELI, E\_TÜM, KULA ve LOD veri setleri için nöron sayılarına karşılık gelen determinasyon katsayısı (R<sup>2</sup>) değerlerinin 1'e yakın olduğu görülmektedir. Bu durum, Geri Yayılımlı-İleri Beslemeli YSA Öğrenme Algoritmasının, bu ağın topolojisi üzerinde, bu değiştirgenler için başarılı olduğu demektir. İşlemdeki ikinci basamak ise YSA Yaklaşımı için araştırılan nöron sayılarına (Ns) karşılık saptanan doğruluk yüzdesi değerleri aşağıdaki tablolarda, her sismik istasyon için ayrı ayrı görülmektedir. (Tablo 3.7., Tablo 3.8., Tablo 3.9., Tablo 3.10., Tablo 3.11., Tablo 3.12.).

Tablo 3.7. ERIK veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilileri için YSA Yaklaşımıyla saptanan DY sonuçlarına göre Ns değerleri

Parametre ikilisi	Ns:5 için doğruluk yüzdesi (%)	Ns:10 için doğruluk yüzdesi (%)	Ns:15 için doğruluk yüzdesi (%)	Ns:20 için doğruluk yüzdesi (%)	Ns:25 için doğruluk yüzdesi (%)
1	97	97	80	91	91
2	97	63	91	97	97
3	63	97	91	97	97

Tablo 3.8. ENEZ veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilileri için YSA Yaklaşımıyla saptanan DY sonuçlarına göre Ns değerleri

Parametre	Ns:5 için	Ns:10 için	Ns:15 için	Ns:20 için	Ns:25 için
ikilisi	doğruluk	doğruluk	doğruluk	doğruluk	doğruluk
	yüzdesi	yüzdesi	yüzdesi	yüzdesi	yüzdesi
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1	85	62	62	54	85
2	77	69	38	69	46
3	69	69	77	62	69

Tablo 3.9. GELI veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilileri için YSA Yaklaşımıyla saptanan DY sonuçlarına göre Ns değerleri

Parametre	Ns:5 için	Ns:10 için	Ns:15 için	Ns:20 için	Ns:25 için
ikilisi	doğruluk	doğruluk	doğruluk	doğruluk	doğruluk
	yüzdesi	yüzdesi	yüzdesi	yüzdesi	yüzdesi
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1	96	96	96	96	96
2	96	96	87	91	96
3	100	96	87	96	100

Tablo 3.10. E TÜM veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilileri için YSA Yaklaşımıyla saptanan DY sonuçlarına göre Ns değerleri

Parametre	Ns:5 için	Ns:10 için	Ns:15 için	Ns:20 için	Ns:25 için
ikilisi	doğruluk	doğruluk	doğruluk	doğruluk	doğruluk
	yüzdesi	yüzdesi	yüzdesi	yüzdesi	yüzdesi
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1	99	99	99	99	99
2	99	100	99	97	99
3	99	93	99	99	97

Tablo 3.11. KULA veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilileri için YSA Yaklaşımıyla saptanan DY sonuçlarına göre Ns değerleri

Parametre	Ns:5 için	Ns:10 için	Ns:15 için	Ns:20 için	Ns:25 için
ikilisi	doğruluk	doğruluk	doğruluk	doğruluk	doğruluk
	yüzdesi	yüzdesi	yüzdesi	yüzdesi	yüzdesi
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1	88	100	100	88	100
2	100	100	100	96	96
3	100	100	100	100	100

Tablo 3.12. LOD veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilileri için YSA Yaklaşımıyla saptanan DY sonuçlarına göre Ns değerleri

Parametre ikilisi	Ns:5 için doğruluk yüzdesi (%)	Ns:10 için doğruluk yüzdesi (%)	Ns:15 için doğruluk yüzdesi (%)	Ns:20 için doğruluk yüzdesi (%)	Ns:25 için doğruluk yüzdesi (%)
1	100	100	100	91	98
2	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100

ERIK, ENEZ, GELI, E\_TÜM, KULA ve LOD veri setleri için en yüksek doğruluk yüzdesi değerlerine karşılık gelen minimum nöron sayısı değerleri sırasıyla aşağıdaki tablolarda verilmektedir (Tablo 3.13., Tablo 3.14., Tablo 3.15., Tablo 3.16., Tablo 3.17., Tablo 3.18.).

Tablo 3.13. ERIK veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilileri için YSA Yaklaşımıyla saptanan DY sonuçlarına göre seçilen Ns değerleri

Parametre ikilisi	Seçilen nöron sayısı (Ns)	Doğruluk yüzdesi (YSA) (%)
1	5	97
2	5	97
3	10	97

Tablo 3.14. ENEZ veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilileri için YSA Yaklaşımıyla saptanan DY sonuçlarına göre seçilen Ns değerleri

Parametre ikilisi	Seçilen nöron sayısı (Ns)	Doğruluk yüzdesi (YSA) (%)
1	5	85
2	5	77
3	15	77

Tablo 3.15. GELI veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilileri için YSA Yaklaşımıyla saptanan DY sonuçlarına göre seçilen Ns değerleri

Parametre ikilisi	Seçilen nöron sayısı (Ns)	Doğruluk yüzdesi (YSA) (%)
1	5	96
2	5	96
3	5	100

Tablo 3.16. E\_TÜM veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilileri için YSA Yaklaşımıyla saptanan DY sonuçlarına göre seçilen Ns değerleri

Parametre ikilisi	Seçilen nöron sayısı (Ns)	Doğruluk yüzdesi (YSA) (%)
1	5	99
2	10	100
3	5	99

Tablo 3.17. KULA veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilileri için YSA Yaklaşımıyla saptanan DY sonuçlarına göre seçilen Ns değerleri

Parametre ikilisi	Seçilen nöron sayısı (Ns)	Doğruluk yüzdesi (YSA) (%)
1	10	100
2	5	100
3	5	100

Tablo 3.18. LOD veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilileri için YSA Yaklaşımıyla saptanan DY sonuçlarına göre seçilen Ns değerleri

Parametre ikilisi	Seçilen nöron sayısı (Ns)	Doğruluk yüzdesi (YSA) (%)
1	5	100
2	5	100
3	5	100

Böylelikle her çalışma bölgesi için üç ayrı yani Genlik Oranı-Karmaşıklık, Genlik Oranı-logS ve Genlik Oranı-Süre değiştiren ikilisi kullanılarak, farklı farklı nöron sayısı saptanarak, yapay sinir ağı mimarisine karar verilmiş olmaktadır. Daha sonra yardımıyla her çalışma bölgesi için ayrı ayrı hazırlanan veri setinin içinden rastgele data seçilerek, YSA Yaklaşımında kullanılacak olan verilerin %70'i EV ve %30'u ise TV şeklinde iki kısma bölünmüştür.

### 3.4. Çalışma Bölgeleri: Edirne, Manisa, Ankara

Bu bölümün başında da belirtildiği gibi KRDAE-BTDİM'den alınan sismik kataloglar, sismik olayları ayırmak amacıyla Edirne, Manisa ve Ankara olarak üç adet çalışma bölgesinde incelenmiştir. Çalışma alanı olarak bu bölgelerin seçilmesinin ana nedeni ise daha önce bu bölgede kaydedilen sismik olayların deprem ve patlatma ayrımlanmasının yapılmamış olmasıdır.



Çalışma alanlarında bulunan deprem istasyonlarına ait bilgiler değinilmeden önce, çalışma alanının jeolojisi hakkındaki bilgiler aşağıda verilmektedir ([www.koeri.boun.edu.tr](http://www.koeri.boun.edu.tr)).

### **3.4.1. Çalışma alanını oluşturan bölgelerin jeolojisi**

Veri setleri hazırlanmaya başlanmadan önce, çalışma bölgelerine ait jeolojik bilgiler aşağıdaki şekilde verilebilmektedir:

#### **3.4.1.1. Edirne ilinin genel jeolojisi**

Meriç Havzası'ndaki metamorfik kütleler Istranca masifi ile temsil edilmekte olup, gnays, mikaşist ve kuvarsit kütleleri hakimiyetindedir. Buaradaki volkanik kütleler ise bazalt, andezit, andezik tuf, volkanik breş, vitrofir (Kayaçtaki iri kristal olan fenokristal yapı) hakimiyetindedir.

Keşan çevresindeki Lalapaşa, Pınarhisar, Vize ve Saray ilçelerinde temsil edilen tortul kütleler ise kalker (Kireçtaşı) ve kumtaşıdır (Gre).

Ergene vadisi ile Meriç arasında kalan sahada tortul kütleler de kireçtaşı, marn, kum ve çakıl ile temsil edilmektedir.

Özele indirgenerek yani Edirne ili ele alınarak incelendiğinde ise toprak çeşitlerinin Edirne bölgesi içindeki dağılımı hakkında çalışma bölgesinin zemininin alüvyal olduğu ([www.edirne.web.tr](http://www.edirne.web.tr)).

#### **3.4.1.2. Manisa ilinin genel jeolojisi**

Menderes Masifi'ni temsil eden Paleozoyik birimler temelde en yaşlı olan metamorfik ve granitik kayalardan oluşmaktadır. Üzerinde de mermer Permo-Triyas yaşlı Mesozoyik birimlerle temsil edilmektedir. Ayrıca onun üzerinde de Üst Kretase yaşlı Ofiyolitli melanjdan oluşmaktadır.

Bölgedeki Senozoyik birimler ise Miyosen ve Pliyosen yaşlı formasyonlardan ve volkanitlerden ve Kuvaterner yaşlı formasyondan ve Kula volkanitleriyle bazaltik lavlardan oluşmaktadır.

Kula bazaltik lavlarında yapılan araştırmalar, bunların çalışma alanında daha yaşlı olan diğer tüm volkanitlerden farklı kökünde olduklarını göstermektedir.

İkinci çalışma bölgesi olan Manisa'yı temsil eden zeminin alüvyal olduğu ortaya çıkmaktadır (Tuncay ve ark., 1983).

### **3.4.1.3. Ankara ilinin genel jeolojisi**

Üçüncü çalışma bölgesi olan Ankara'yı temsil eden en yaşlı Paleozoyik birimler Permo-Karbonifer ile Triyas yaşlı olup, Paleotetis evrimi çok önemlidir.

Mesozoyik birimler ise Triyas yaşlıdır. Bu devre ait en yaşlı çökelleri Ankara grubu\Volkanitler, tortul kayalar, bloklar ile karmaşık bir yapı temsil etmektedir.

Üst Kretase yaşlı faylar boyunca volkanitler, yastık lav ve dayklar çökellerden oluşmaktadır.

Senozoyik birimler incelendiğinde ise Paleosen yaşlı sığ deniz çökelleri, resifal kireçtaşları, fliş çökeliminden oluşmaktadır. Üst Miyosen yaşlı çökeltme, alüvyon yelpazeleri, ırmak ve göller, volkanizma hakimiyetindedir.

Pliyosen yaşlı volkanizma durmuş ve alüvyon yelpazesi ile ırmak çökelleri ile bölge şekillenmiştir.

Üçüncü çalışma bölgesi olan Ankara bölgesi bugünkü yapısal biçimini, Üst Miyosen yaşlı bindirmeler sonucu kazanmıştır ([www.ankara.bel.tr](http://www.ankara.bel.tr)).

### 3.4.2. Çalışma alanına ait olan veriler

DAF yöntemi ve YSA yaklaşımı uygulanmaya başlanmadan önce, çalışma bölgelerine ait veri setleri hazırlanmıştır. Veri setlerini oluşturan ve her bölge için ayrı ayrı ele alınan verilerin kaydedildiği sismometrelere ait teknik bilgiler aşağıda sırasıyla açıklanmaktadır.

#### 3.4.2.1. Sismik olayları kaydeden sismometrelerin teknik özellikleri

Bu çalışmada, Erikli ve Enez (Edirne, Türkiye), Gelibolu (Çanakkale, Türkiye), Kula (Manisa, Türkiye), Lodumlu (Ankara, Türkiye) ilçelerindeki ve dolayındaki sismik olaylar incelenmiştir.

Daha sonra depremler ve patlatmalar saptanmıştır. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme Merkezi (KRDAE-BDTİM) ile kurulan geniş bantlı Enez (ENEZ), Erikli (ERIK), Gelibolu (GELI), Kula (KULA) ve Lodumlu (LOD) istasyonlarına ait 2009-2014 yılları arasında kaydedilen sismik aktivite kataloglarından, büyüklüğü  $M_d \leq 3.5$  olan, sırasıyla toplam 150 (Edirne), 77 (Manisa) ve 156 (Ankara) tane sismik olayın sayısal düşey bileşen hız sismogramları araştırılmıştır ([www.koeri.boun.edu.tr](http://www.koeri.boun.edu.tr)).

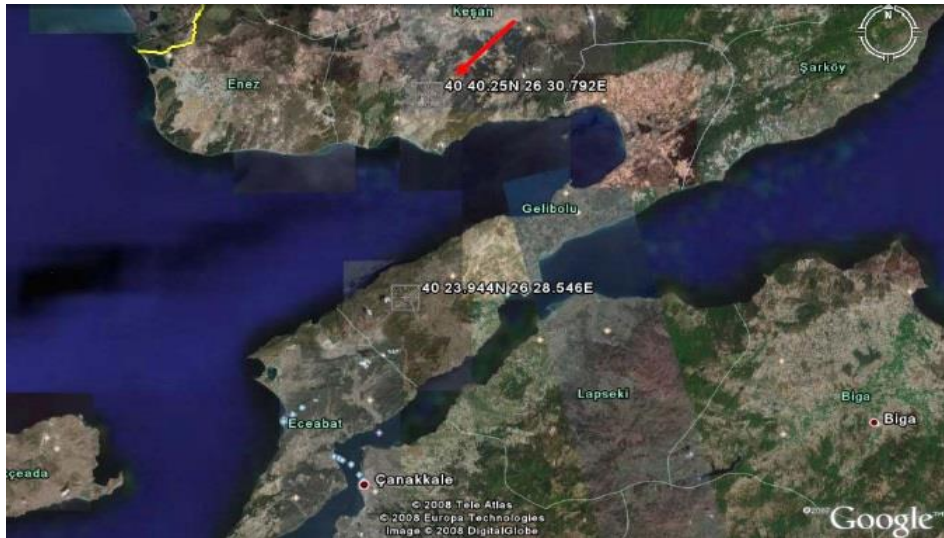
Bu çalışmada her çalışma bölgesi için ayrı ayrı analiz edilen, sismik istasyonlarda sorunsuz bir şekilde kaydedilmiş olan sismik kataloglar, Ekler bölümünde Tablo 3.22., Tablo 3.23., Tablo 3.24. Tablo 3.25., Tablo 3.26.'da verilmektedir. ENEZ, ERIK, GELI, KULA ve LOD kodlu deprem istasyonların özellikleri Tablo 3.19.'da görülmektedir.

Tablo. 3.19. ENEZ, ERIK, GELI, KULA ve LOD kodlu deprem istasyonlarının özellikleri (www.koeri.boun.edu.tr)

Kod	Yer	Enlem	Boylam	Yükseklik (m)	Sensör modeli	Periyot	Sayısallaştırıcı	Seri no (Sensör/Sayısallaştırıcı)	Açılış tarihi	Kapanış	Türü
ENEZ	Enez EDİRNE	40.74	26.15	100	3T	120	CMG-DM24	T3W94/A594	21/06/2006	Açık	Hızölçer
ERIK	Erikli EDİRNE	40.67	26.51	38	3ESP	30	CMG-DM24	T35502/CB02	02/07/2008	Açık	Hızölçer
GELI	Gelibolu ÇANAKKALE	40.40	26.47	126	3ESP	30	CMG-DM24	T35498/C801	05/07/2008	Açık	Hızölçer
KULA	Kula MANİSA	38.51	28.66	915	3T	120	CMG-DM24	T3U96/A639	20/02/2007	Açık	Hızölçer
LOD	Lodumlu ANKARA	39.89	32.76	902	3T	120	CMG-DM24	T3Z33/A648	02/02/2007	Açık	Hızölçer

### 3.4.2.2. ERIK deprem istasyonunun donanımı

Çalışmada bahsedilen bir deprem istasyonunun kurulumunun nasıl olduğuna ve donanımının hangi cihazlardan oluştuğuna dair bilgiler, ERIK deprem istasyonunun kurulum aşamaları tanıtılarak verilecektir. ERIK deprem istasyonu KRDAE-UDİM “Marmara Bölgesi Karasal Sismik İstasyonlar ve Deniz Tabanı” projesi ile Erikli (Beyköy) KEŞAN’da bu istasyon kurulmuştur. İstasyon kurulma aşaması 2 aşamada oluşmuştur. Birinci aşamada 24–26 Nisan 2008 tarihlerinde yer tespit çalışması yapılmış ve deprem istasyonunun beton tabliyesi inşaatına başlanmıştır. İkinci etapta ise 2 Temmuz 2008 tarihinde sismik cihazlar ve uydu sistemleri montajı yapılarak tasarım hayata geçirilmiştir. İstasyona ait bilgiler verilecek olursa; istasyonun yeri Edirne ili Keşan ilçesi Erikli Mahallesi Beyköy yerleşiminde olup, istasyonun uluslararası kodu ERIK olarak gösterilmektedir. İstasyonun bulunduğu lokasyona ait olan koordinatlar ise  $40,00-40,25^{\circ}$  K Enlemleri ile  $26.00-30.79^{\circ}$  D Boylamları konumunda ve 41 m yükseklikte bulunmaktadır (KRDAE-BDTİM , 2008) (Şekil 3.8., Tablo 3.19.).



Şekil 3.8. ERIK deprem istasyonunun uydudan görüntüsü (www.koeri.boun.edu.tr)

ERIK deprem istasyonunun zemini kireçtaşıdır. İstasyonun kurulmaya başlandığı zamanlarda yapılan altyapı çalışmaları Şekil 3.9.’da ve Şekil 3.10.’da görülmektedir.



Şekil 3.9. ERIK deprem istasyonunun kurulmaya başlanması (www.koeri.boun.edu.tr)



a



b



c



d

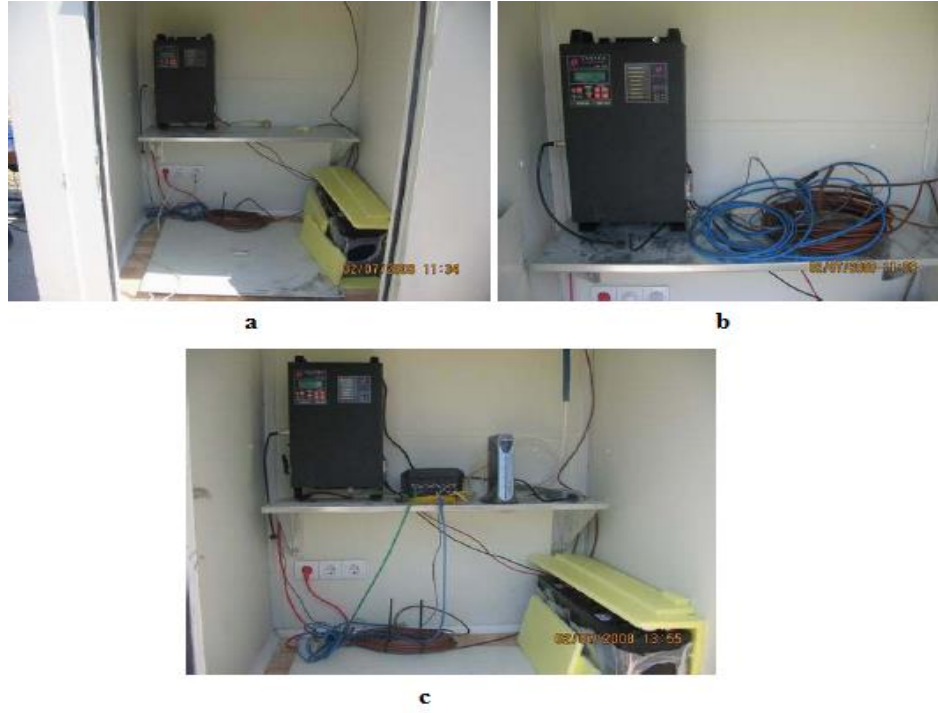
Şekil 3.10. ERIK deprem istasyonunun inşaat aşamaları, sırasıyla a, b, c, d (www.koeri.boun.edu.tr)

Sismometrenin yerleştirilmesi ve izolasyon işlemi, Şekil 3.11.'de görülmektedir.

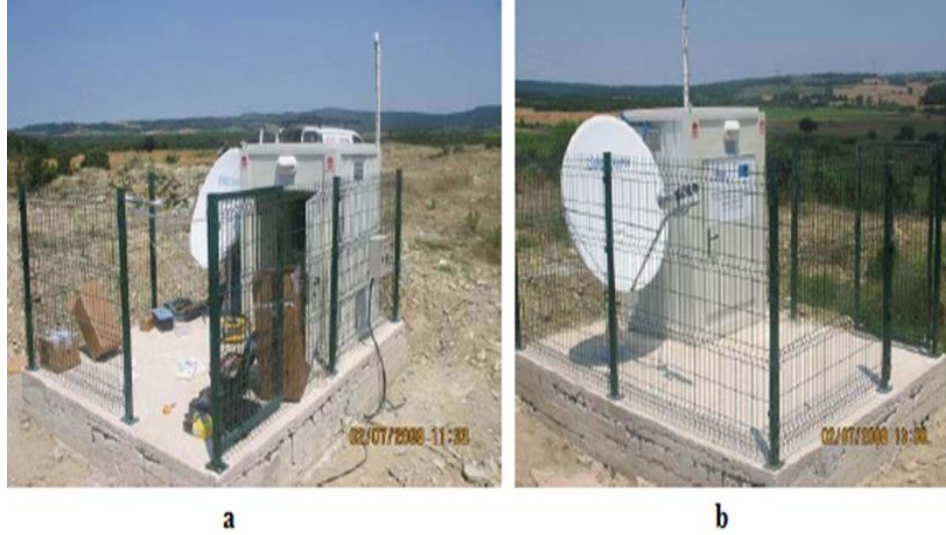


Şekil 3.11. Sismometrenin istasyona yerleştirilmesi (www.koeri.boun.edu.tr)

Sismometreye ait olan akü grubu ve şarj ünitesi ile veri iletişim modülünün ve çanak antenin montaj işlemleri Şekil 3.12.'de ve uydu anteni ile GPS anteni montajının yapımı da Şekil 3.13.'te görülmektedir.



Şekil 3.12. Sismometreye ait olan a) Akü grubu, b) Şarj ünitesi ve c) Veri iletişim modülünün yerleştirilmesi (www.koeri.boun.edu.tr)



Şekil 3.13. Sismometreye ait olan a) Uydu antenin, b) GPS antenin montajı (www.koeri.boun.edu.tr)

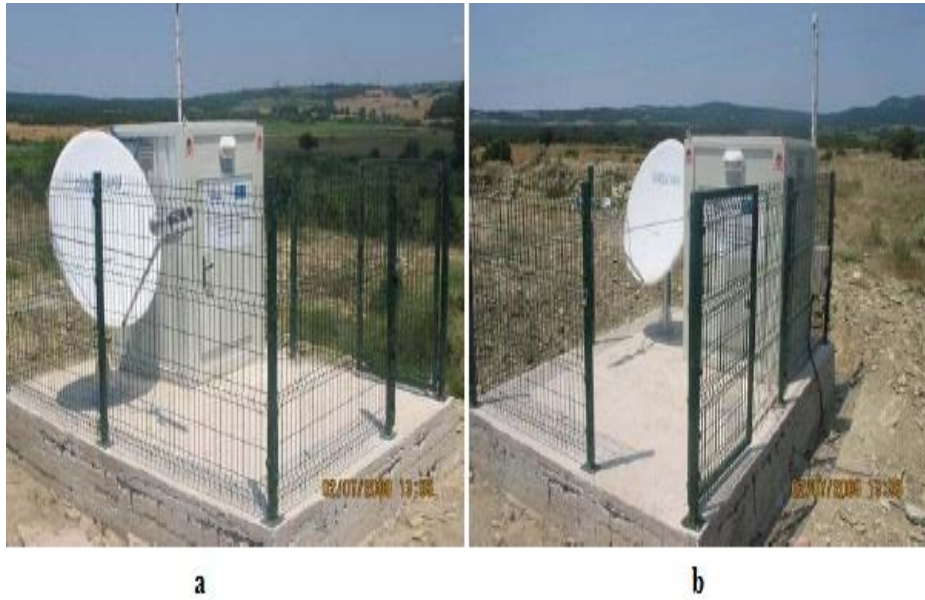


2 Temmuz 2008 tarihinde ERIK deprem istasyonunun çalıştırıldığı ve sinyalin KRDAE-BDTİM'e gönderildiği anlara ait fotoğraflar, Şekil 3.14.'te görülmektedir.



Şekil 3.14. ERIK deprem istasyonundaki ekipmanın çalıştırıldığı ilk anlar (www.koeri.boun.edu.tr)

ERIK deprem istasyonunun yapımının tamamlanmış hali ise Şekil 3.15.'te görülmektedir.



Şekil 3.15. ERIK deprem istasyonuna ait a) Sol yandan, b) Sağ yandan genel görünüm (www.koeri.boun.edu.tr)



Özetlenecek olursa, ERIK deprem istasyonunun tüm ekipmanı, 1 adet uydu modem (HUGHES HN7000S), 1 adet şarj ünitesi (SP 400109), 1 adet çanak anten (DirecWAY), 1 adet CMG 3ESPD sismometre 30 [sn] (S/No: T35502/C802), 2 adet 125 AmpH 12 V akü ve 1 adet CMG-DCM (Data iletişim modülü-S/No: 952) cihazlarından oluşmaktadır (Tablo, 3.19.) (KRDAE-BDTİM, 2008).

### **3.4.3. Sismik olayların doğru tanımlanmasının önemi**

Yerkürenin herhangi bir yerinde meydana gelen yer sarsıntısı bilgilerinin, sismik kayıtçılara gelerek kaydedildiği ve sismoloji merkezlerinde o sarsıntı türünün ne olduğunun tanımlandığı ilk yerler, sismoloji merkezleridir. Kaydedilen bu sismik olayların sismologlar tarafından sağlıklı bir şekilde tanımlanması, yerbilimleri açısından büyük önem taşımaktadır. Çünkü doğru yapılan sismik olay tanımlamasının ışığında, yerleşim alanları hakkında sağlıklı tektonik aktivite bilgilerine ulaşabilmek mümkün olabilmektedir. Bir sismik olayın deprem ya da patlatma olduğuna karar verilirken birçok faktör bir arada değerlendirilmektedir. Sismogramdaki ve spektrumdaki bilgiler yorumlanırken, maden ocaklarının ve taşocaklarının, meydana gelen yer sarsıntısının olduğu lokasyona ve sismik kayıt istasyonuna olan uzaklığı ile oluş zamanı ve sismik büyüklüğü kavramları da göz önüne alınmaktadır. Bu nedenle öncelikle yapay kaynaklı malzeme kullanılarak meydana gelen yer sarsıntıları olarak tanımlanabilen patlatmaların oluşum yerleri hakkında doğru bilgi verilmesi gerekmektedir. Tanımları birbirinden farklı olan fakat birbiri yerine kullanılan maden ocakları ile taşocakları hakkında aşağıdaki bilgiler verilebilmektedir.

### **3.4.4. Maden ocakları ve taşocakları**

Genellikle maden ocağı ve taşocağı kelimeleri birbirinin yerine kullanılsa da her iki kelimenin tanımı birbirinden farklıdır.

Madencilik faaliyetleri, yer kabuğundaki jeolojik hammaddelerin, ekonomik olarak değer elde edilmesi amacıyla buldukları yerlerden, verimli ve güvenli bir şekilde çıkarılmasını kapsayan işlemlerdir (Anonim, 2018).

Bu işlemlerle elde edilen mineraller, temel bileşenleri ve kullanım alanlarına göre metalik cevherler, metalik olmayan cevherler ve enerji hammaddeleri olmak üzere üçe ayrılmaktadır.

Metalik cevherler yeraltından çıkarıldıktan sonra metalurjik uygulamalar gibi zenginleştirme işlemlerine tâbi tutulan cevher yapısını kapsamaktadır. Baz metaller (bakır, kurşun, çinko, kalay gibi), ferrometaller (demir, krom, manganez, molibden, tungsten gibi), değerli metaller (altın, gümüş, platin gibi) ve radyoaktif metaller (uranyum, toryum, radyum gibi) metalik cevherler sınıfına girmektedir.

Metalik olmayan cevherler bor, kalker, kil, mermer, granit gibi yeraltından çıkarıldıktan sonra doğrudan kullanılabilen veya boyutlandırma gibi hazırlama işlemlerine tabi tutulan doğal taş ve endüstriyel hammaddeleri kapsamaktadır.

Enerji hammaddeleri ise petrol, kömür gibi enerji üretiminde kullanılan yeraltı zenginlikleridir (Anonim, 2008).

#### **3.4.5. Çalışma alanındaki patlatma ocakları**

Çalışma alanlarını oluşturan Edirne'deki, Manisa'daki ve Ankara'daki maden ve taşocaklarından elde edilen endüstriyel hammaddeler ve metalik madenler incelendiğinde, çeşitliliğin oldukça fazla olduğu görülmektedir.

##### **3.4.5.1. Edirne'deki patlatma ocakları**

Edirne'deki patlatmaların yapıldığı taşocaklarından elde edilen endüstriyel hammaddeler bentonit, doğal taş (Andezit, bazalt, vb.), kil, perlit ve kuvars kumu olup, bu tür işletmeler yeni kurulan işletmelerdir ([www.mta.gov.tr](http://www.mta.gov.tr)).

### 3.4.5.2. Manisa'daki patlatma ocakları

Manisa'daki patlatmaların yapıldığı maden ve taşocaklarından elde edilen endüstriyel hammaddeler çimento hammaddeleri, feldispat, kum ve çakıl, mermer ve kuvars olup, metalik madenler ise bakır-kurşun-çinko, civa, mangan ve antimuandır. Bu tür işletmeler eski ve yeni kurulan işletmelerdir ([www.mta.gov.tr](http://www.mta.gov.tr)).

### 3.4.5.3. Ankara'daki patlatma ocakları

Ankara'daki patlatmaların yapıldığı maden ve taşocaklarından elde edilen endüstriyel hammaddeler diyatomit, mermer, jips, kum-çakıl ve kireçtaşı olup, metalik madenler ise bakır-kurşun-çinko ve demirdir. Bu tür işletmeler yeni kurulan işletmelerdir ([www.mta.gov.tr](http://www.mta.gov.tr)).

### 3.4.6. Patlatmalar ile magnitüd ilişkisi

Bilimsel literatür incelendiğinde, Kim ve arkadaşları (1998) yaptıkları çalışmada 24 Nisan 1996 ile 27 Nisan 1996 tarihleri arasında geçici sismik istasyonlarda üç adet patlatma kaydetmişlerdir. Bu patlatmalarda kullandıkları dinamitlerin özellikleri ise şu şekildedir: 25 Nisan 1996'da gözlemledikleri ilk patlatmadaki dinamit çubukları 7,5 cm (düşeyde 57 cm ve yatayda 23 cm) çapında, 25 m derinliğinde ve 7500 kg'lık toplam verime sahip olan 80 adet sondaj kuyusuna yüklenmişti. 26 Nisan 1996'da gerçekleştirilen ikinci ve üçüncü patlatmalarda ise 8 cm çapındaki ve 8 m derinliğindeki yatay kuyularda sırasıyla 2790 kg'lık ve 2629 kg'lık toplam verime sahip olan dinamitler kullanılmıştır. Çalışma alanındaki sismometrede birinci patlatmada  $M=3.0$ , ikinci ve üçüncü patlatmada  $M=2.7$  büyüklüğünde sarsıntılar kaydedilmiştir. Böylelikle patlayıcıların büyüklüğü ile meydana gelen sismik olayın büyüklüğü arasında doğru bir ilişkinin olduğu söylenebilmektedir.

### 3.4.7. Çalışma alanındaki sismik istasyonlar ile istasyonlara en yakın olan patlatma ocakları

Patlatma ocağının sismik istasyonlara olan uzaklığı kilometre cinsinden Tablo 3.20.'de görülmektedir.

Tablo 3.20. Çalışma alanındaki Edirne, Manisa ve Ankara bölgelerindeki sismik istasyonlar ile patlatma ocaklarının birbirlerine olan uzaklıkları [km] (www.koeri.boun.edu.tr)

Bölge/Yer/Sismik istasyon kodu
Edirne/Keşan-Mecidiye/ENEZ-ERIK-GELI
ENEZ-Patlatma ocağı: 35 km
ERIK-Patlatma ocağı: 7.5 km
GELI-Patlatma ocağı: 23 km
Manisa/Kula/KULA
KULA-Patlatma ocağı: 24 km
Ankara/Elmadağ/LOD
LOD-Patlatma ocağı: 23 km

### 3.4.8. Çalışma alanındaki patlatma ocaklarına ait bilgiler

Çalışma alanı kapsamındaki Edirne, Manisa ve Ankara bölgelerindeki patlatma ocaklarının lokasyonlarının koordinat değerleri ile buldukları yer Tablo 3.21.'de görülmektedir (www.koeri.boun.edu.tr).

Tablo 3.21. Edirne, Manisa ve Ankara bölgelerindeki patlatma ocaklarının lokasyonlarının koordinat değerleri ve buldukları yerler (www.koeri.boun.edu.tr)

Bölge	Enlem (°)	Boylam (°)	Patlatma ocağının bulunduğu yer
Edirne	40.6040	26.5354	Mecidiye-Keşan-EDİRNE
Manisa	39.1085	27.5702	Eynez-Soma-MANİSA
Manisa	38.5811	28.6366	İncesu-Ahmetli-Kula-MANİSA
Manisa	38.6688	28.5670	Börtlüce-Kula-MANİSA
Manisa	38.8416	27.8888	Harmandalı-Akhisar-MANİSA
Manisa	38.8722	27.8346	Moralılar-Akhisar-MANİSA
Ankara	39.8879	33.0575	Kutludüğün-Mamak-ANKARA
Ankara	39.8679	33.0177	Kıbrıs-Mamak-ANKARA
Ankara	39.8263	32.9625	Yakupabdal-Çankaya-ANKARA
Ankara	40.0057	33.1863	Hasanoğlan-Elmadağ-ANKARA
Ankara	39.9402	33.1810	Elmadağ-ANKARA
Ankara	39.9759	33.5005	Keçili-Kalecik-ANKARA
Ankara	39.6207	32.6478	Topaklı-Gölbaşı-ANKARA
Ankara	39.5207	32.8157	Kırıklı-Gölbaşı-ANKARA
Ankara	40.1666	33.0953	Kalaba-Akyurt-ANKARA
Ankara	39.5769	32.8434	Karagedik-Gölbaşı-ANKARA

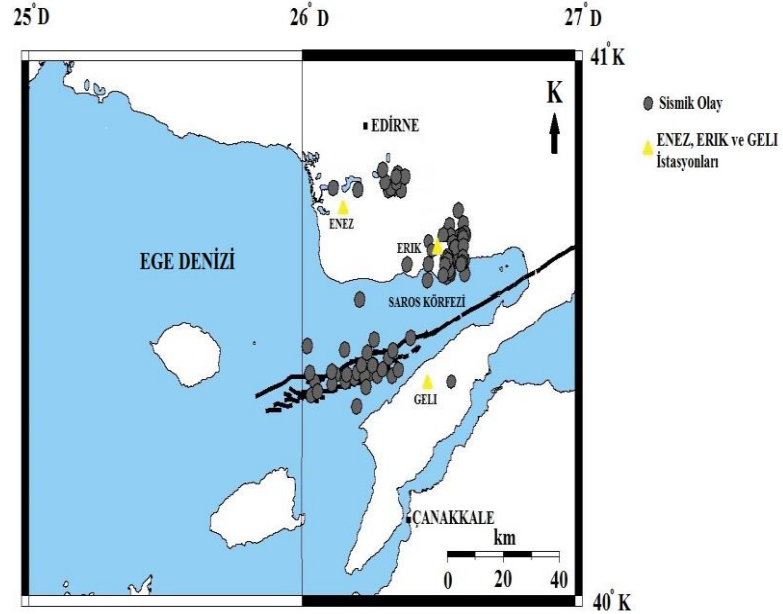
### 3.5. Çalışma Bölgesindeki Verilerin Özellikleri

Çalışma alanını oluşturan üç çalışma bölgesi olan Edirne, Manisa ve Ankara için veri setlerine ait bilgiler aşağıda verilmektedir. Bu çalışmadaki tüm haritaların hazırlanmasında (Wessel ve Smith, 1995) GMT programı kullanılmıştır.

#### 3.5.1. Edirne verisinin özellikleri

Bu çalışmada 40.00-41.00°K enlemi ile 25.00-27.00°D boylamı koordinatları arasındaki alanda, Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasında, ENEZ, ERIK ve GELI istasyonlarının kaydettiği, büyüklüğü  $M \leq 3.5$  olan 150 tane sismik olayın sayısal düşey bileşen hız sismogramı araştırılmıştır. Data KRDAE, BDTİM'den alınmıştır (www.koeri.boun.edu.tr). ENEZ, ERIK ve GELI istasyonları geniş bantlı olup, sırasıyla 21 Haziran 2006, 2 Temmuz 2008 ve 5 Temmuz 2008 tarihlerinde kurulmuştur. Sayısal veri saniyede 50 örnek olacak şekilde kaydedilmiştir.

Edirne çalışma bölgesine ait olan sismik katalogtan sağlıklı olarak okunan 150 adet sismik aktivitenin dağılımı ve sismik istasyonların lokasyonları Şekil 3.16.'da görülmektedir.

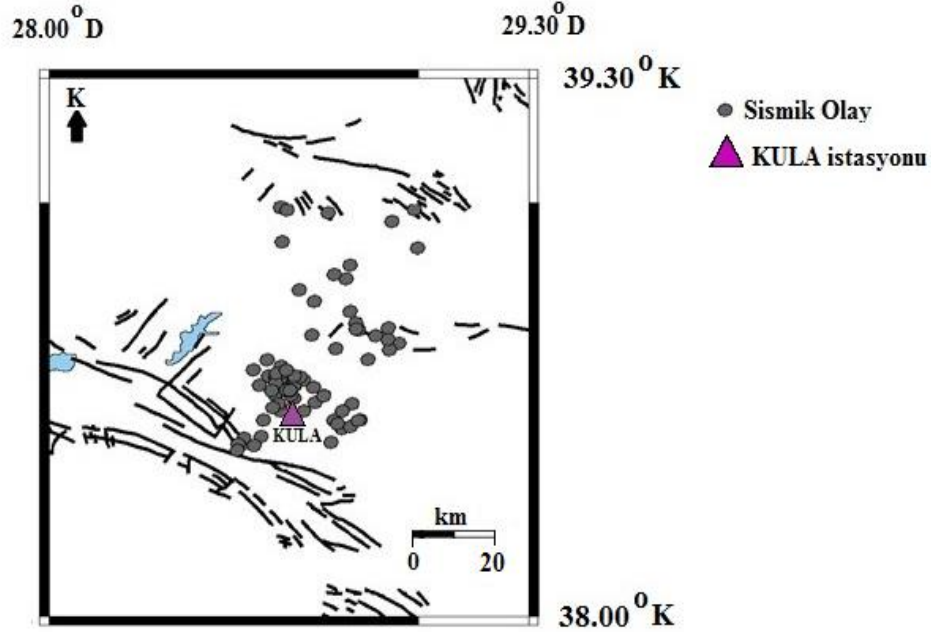


Şekil 3.16. Edirne çalışma bölgesindeki (40.00-41.00°K ve 25.00-27.00°D) ERIK, ENEZ ve GELI istasyonlarında kaydedilen sismik olayların gösterimi (GMT çizim programı yardımıyla çizdirilmiştir). Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasında çalışma alanında meydana gelen,  $M \leq 3.5$  olan sismik olayların ve ENEZ, ERIK ve GELI istasyonlarının lokasyonları ([www.koeri.boun.edu.tr](http://www.koeri.boun.edu.tr))'den ve faylar ise Şaroğlu ve arkadaşları (1992), Emre ve arkadaşlarından (2013) alınmıştır.

### 3.5.2. Manisa verisinin özellikleri

Bu çalışmada 38.00-39.30°K enlemi ile 28.00-29.30°D boylamı koordinatları arasındaki alanda, Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasında, KULA istasyonunun kaydettiği, büyüklüğü  $M \leq 3.5$  olan 77 tane sismik olayın sayısal düşey bileşen hız sismogramı araştırılmıştır. Data KRDAE, BDTİM'den alınmıştır ([www.koeri.boun.edu.tr](http://www.koeri.boun.edu.tr)). KULA istasyonu geniş bantlı olup, 21 Şubat 2007 tarihinde kurulmuştur. Sayısal veri saniyede 50 örnek olacak şekilde kaydedilmiştir.

Manisa çalışma bölgesine ait olan sismik katalogtan sağlıklı olarak okunan toplam 77 adet sismik aktivitenin dağılımı ve sismik istasyonların lokasyonları Şekil 3.17.'de görülmektedir.

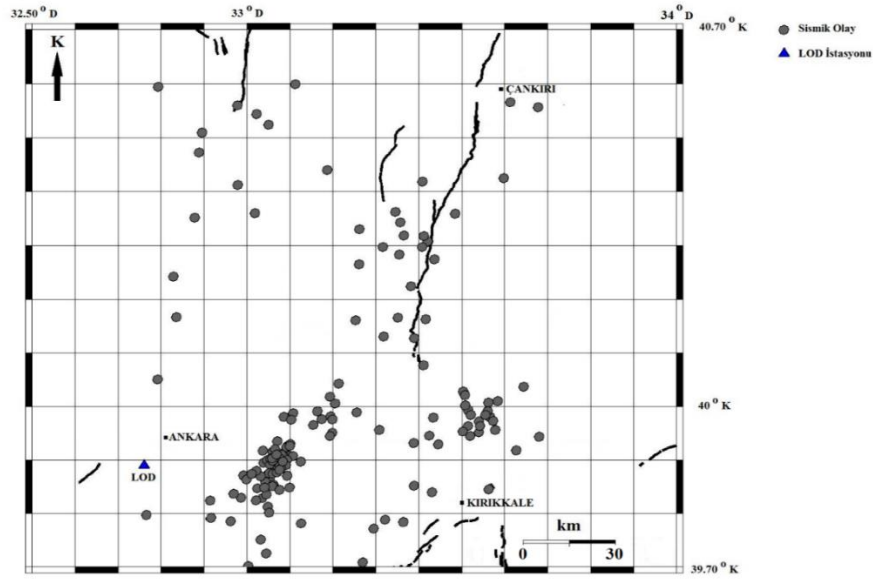


Şekil 3.17. Manisa çalışma bölgesindeki (38.00-39.30°K ve 28.00-29.30°D) KULA istasyonunda kaydedilen sismik olayların gösterimi (GMT çizim programı yardımıyla çizdirilmiştir). Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasında çalışma alanında meydana gelen,  $M \leq 3.5$  olan sismik olayların ve KULA istasyonunun lokasyonları ([www.koeri.boun.edu.tr](http://www.koeri.boun.edu.tr))'den ve faylar ise Şaroğlu ve arkadaşları (1992), Emre ve arkadaşlarından (2013) alınmıştır

### 3.5.3. Ankara verisinin özellikleri

Bu çalışmada 39.70-40.70°K enlemleri ile 32.50-34.00°D boylamı koordinatları arasındaki alanda, Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasında, LOD istasyonunun kaydettiği, büyüklüğü  $M \leq 3.5$  olan 156 tane sismik olayın sayısal düşey bileşen hız sismogramı ele alınmıştır. Data KRDAE, BDTİM'den alınmıştır ([www.koeri.boun.edu.tr](http://www.koeri.boun.edu.tr)). LOD istasyonu geniş bantlı olup, 2 Şubat 2007 tarihinde kurulmuştur. Sayısal veri saniyede 50 örnek olacak şekilde kaydedilmiştir.

Ankara çalışma bölgesine ait olan sismik katalogtan sağlıklı olarak okunan toplam 156 adet sismik aktivitenin dağılımı ve sismik istasyonların lokasyonları Şekil 3.18.'de görülmektedir.



Şekil 3.18. Ankara çalışma bölgesindeki (39.70-40.70°K ve 32.50-34.00°D) LOD istasyonunda kaydedilen sismik olayların gösterimi (GMT çizim programı yardımıyla çizdirilmiştir). Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasında çalışma alanında meydana gelen,  $M \leq 3.5$  olan sismik olayların ve LOD istasyonunun lokasyonları ([www.koeri.boun.edu.tr](http://www.koeri.boun.edu.tr))'den ve faylar ise Şaroğlu ve arkadaşları (1992), Emre ve arkadaşlarından (2013) alınmıştır

### 3.6. Çalışma Alanlarına Ait Veri Setlerinin YSA Yaklaşımı için Hazırlanması

Her çalışma bölgesine ait veriler kullanılarak, YSA Yaklaşımı için ayrı ayrı veri setleri düzenlenmiştir. Bu çalışmada, Erikli ve Enez (Edirne, Türkiye), Gelibolu (Çanakkale, Türkiye), Kula (Manisa, Türkiye), Lodumlu (Ankara, Türkiye) ilçeleri ve çevresindeki sismik olaylar incelenmiştir. Daha sonra depremler ve patlatmalar saptanmıştır. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme Merkezi'nin (KRDAE-BDTİM) kurduğu geniş bantlı Enez (ENEZ), Erikli (ERIK), Gelibolu (GELI), Kula (KULA) ve Lodumlu (LOD) istasyonlarına ait 2009-2014 yılları arasında kaydedilen sismik aktivite kataloglarından, büyüklüğü  $M_d \leq 3.5$  olan, sırasıyla toplam 150 (Edirne), 77 (Manisa) ve 156 (Ankara) adet sismik aktivitenin sayısal düşey bileşen hız sismogramları depremleri ve patlatmaları ayırmak için incelenmiştir ([www.koeri.boun.edu.tr](http://www.koeri.boun.edu.tr)).



DAF yönteminde her bölgedeki veri setinin tamamı yani %100'ü kullanılırken, YSA Yaklaşımında ise Data setinin tamamının içinden rastgele % 70'i alınarak oluşturulan EV ile % 30'u seçilerek oluşturulan TV kullanılmaktadır.

### 3.6.1. Edirne bölgesine ait veri setinin YSA yaklaşımı için hazırlanması

Edirne bölgesine ait olan toplam 150 adet sismik olaya ait sismogramın ve spektrumun görüntülerine bakılarak inceleme yapılmıştır. Bu çalışma bölgesine ait olan sismik olaylar üç ayrı istasyonda (ENEZ, ERIK ve GELI) kaydedilmiştir. Bu üç veri setine ilave olarak ENEZ, ERIK ve GELI' nin kaydettiği olayların toplamı E\_TÜM veri seti olarak oluşturulmuştur. Ardından YSA Yaklaşımı, bu dört veri setine uygulanmıştır.

E\_TÜM veri setindeki tüm veri sayısı 235 olarak belirlenmiştir. YSA yaklaşımı uygulanmaya başlanmadan önce, yöntemin gerektirdiği şekilde, veri setinin %70'i rastgele seçilerek eğitim verisi (EV) ve yine tüm veri seti içinden verinin %30'u rastgele seçilerek test verisi (TV) oluşturulmaktadır. Bu oranın hangi kurala göre belirlendiğine ve veri setinin ikiye ayrılmasının nedenlerine ise YSA yaklaşımı konusunda değinilecektir. Edirne için tüm veriye ait (E\_TÜM) veri setinin düzenlenmesi ise aşağıda görülmektedir.

E\_TÜM için Edirne için Tüm Veri: 235 ve EV: 165 TV: 70

ERIK (115)+ENEZ (42)+GELI (78) =235 (Tüm Veri)

235 datanın %70'i: 165 (EV)

235 datanın %30'u: 70 (TV)

165 EV:                      70 TV:

ERIK: 81                      ERIK: 34

ENEZ: 29                      ENEZ: 13

GELI: 55                      GELI: 23

### **3.6.2. Manisa bölgesine ait veri setinin YSA yaklaşımı için hazırlanması**

Manisa bölgesine ait olan toplam 77 adet sismik olaya ait sismogramın ve spektrumun görüntülerine bakılarak inceleme yapılmıştır. Bu çalışma bölgesine ait olan sismik olaylar ise tek istasyonda (KULA) kaydedildiği için, tek veri seti oluşturulmuştur.

KULA için Tüm Veri: 77 ve EV: 53 TV: 24

### **3.6.3. Ankara bölgesine ait veri setinin YSA yaklaşımı için hazırlanması**

Ankara bölgesine ait olan toplam 156 adet sismik olaya ait sismogramın ve spektrumun görüntülerine bakılarak inceleme yapılmıştır. Bu çalışma bölgesine ait olan sismik olaylar ise tek istasyonda (LOD) kaydedildiği için, tek veri seti oluşturulmuştur.

LOD için Tüm Veri: 156 ve EV: 109 TV: 47

Ayrıca tüm veri setleri için k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniği uygulanmıştır (James ve ark. 2017). k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniği aşağıda anlatıldığı şekilde uygulanmaktadır.

### **3.7. YSA yaklaşımı için hazırlanan veri setlerine k-katlamalı çapraz doğrulama tekniğinin amacı**

Literatürde k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniği olarak bahsedilen bu yöntem; veri madenciliğinde, kullanılan metodun başarısını sınamak amacıyla, data setlerinin eğitim ve test setleri olarak ayrılmak için kullanılmaktadır. Yapılan çalışmada YSA yaklaşımı için hazırlanan veri setinin %70'lik kısmını eğitim seti, %30'luk kısmını da test seti için ayırmak ve eğitim setiyle sistemin eğitilmesinden sonra test setiyle başarısını sınamak için yararlanılabilecek yöntemlerdendir. Bu eğitim ve test setlerinin nasıl katlanarak değiştirildiği hakkında şu açıklamalar yapılabilmektedir.

k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğinde öncelikle bir k değeri seçilmektedir. Bu çalışmada örnek olarak verilecek olan ENEZ veri setinde 42 adet veri kullanıldığı için, k değeri 3 olarak seçilmiştir.  $k=3$  için veri kümesi öncelikle 3 eşit parçaya bölünmektedir. Veri setinde 42 veri bulunmaktadır. Bu veri seti eşit olarak 3'er parçalık bölümlere parçalanmaktadır. Veri kümesi, verilen k değeri kadar parçaya ayrıldıktan sonra, k-Katlamalı Çapraz Doğrulama sistemi işlemeye başlamaktadır. Parçalardan biri test için seçilip, kalan ikisi ise eğitim için kullanılacaktır. Bu yöntemde hangi parçadan başlandığının bir önemi yoktur. Örneğin ilk parça test için seçilip, kalan parçalar da eğitim için kullanılmaya karar verilmiştir.

Bu seçimin ardından, sistem çalıştırılmaktadır. Örneğin amaç sınıflandırma yapmak ise bir sınıflandırma algoritması çalıştırılarak, bir sonuç elde edilmektedir. Bu sonuç kısaca birinci sonuç anlamında S1 olsun. Ardından aynı işlem ikinci parça seçilerek tekrarlanmaktadır ve S3'e kadar işleme devam edilmektedir.

Yine sınıflandırıcı çalıştırılarak yeni bir sonuç elde edilmektedir. Bu sonucun değeri de S2 olsun. Ardından son çalıştırma için geriye kalan 1. ve 3. parça da test kümesi olarak ele alınmaktadır.

Son olarak bu seçimden elde edilen değer de S3 olsun. Bu şekilde S3 elde edilene kadar işleme devam edilmektedir.

Sonuç olarak 3 kere aynı yöntem, 3 farklı eğitim ve test kümelerinde çalıştırılmış olmaktadır. Sistemin genel başarısı ise, elde edilen 3 sonucun ortalaması olarak hesaplanmaktadır. Bu son adımda ortalama alındığı ve ortalama hesaplanırken kullanılan toplama işleminin yer değiştirme özelliği olduğu için, hangi parçadan başlandığının bir önemi yoktur.

Benzer şekilde diğerinkine göre toplam veri sayısı 115 olan ERIK veri seti için de k değeri 5 ve toplam veri sayısı 78 olan GELI veri seti için de k değeri 3 olarak seçilmiştir. Toplam veri sayısı 77 olan KULA veri seti için de k değeri 7 olarak alınmıştır. Toplam veri sayısı 156 olan LOD veri seti için ise k değeri 3 olarak alınmıştır. Böylece k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğine ait matematiksel işlem tamamlanmıştır.

Özetlenecek olursa k-Katlamalı Çapraz Doğrulama için k kez teknik çalıştırılmaktadır. Her adımda veri kümesinin 1/k kadar daha önce test için kullanılmayan parçası, test için kullanılırken, kalan kısmı ise eğitim için kullanılmaktadır. Böylelikle bu proses (Denklem 3.9)'da gösterilmektedir:

$$t_i \in VK \text{ olmak üzere, } Sonuç = \frac{\sum_{i=0}^k SF(t_i, VK - t_i)}{k} \quad (3.9)$$

Burada SF, test ve eğitim için sınıflandırma fonksiyonu; VK, veri kümesi; k, kullanılan katlama sayısı ve  $t_i$  ise veri kümesi üzerinden seçilen her bir test kümesi olarak gösterilmektedir. Sonuç, bütün sınıflandırma fonksiyonlarının, performanslarının toplamının k sayısına bölünerek, ortalamasının alınması ile elde edilmektedir ([www.bilgisayarkavramlari.sadievrenseker.com](http://www.bilgisayarkavramlari.sadievrenseker.com)).

Yukarıda bahsedildiği gibi k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle ve YSA Yaklaşımıyla elde edilen maksimum doğruluk yüzdesi değerlerinin birbirine oldukça yakın olması gerekmektedir. Bu yöntem doğruluğu da doğrulamak amacıyla istatistikte kullanılmaktadır. Maksimum değerlere karşılık gelen  $N_s$  değerlerinin her iki yöneme göre farklı çıkması önemli değildir. Önemli olan birbirine yakın ve yüksek doğruluk değerlerinin elde edilmesidir.

Bu bölümde YSA Yaklaşımında yapay sinir ağı modelini temsil eden nöron sayısının belirlenmesi için yapılan işlem aşamalarına değinilmiştir. YSA Yaklaşımında çok önemli bir parametre olan nöron sayısı için en önemli kıstas ise en az karmaşık yapay sinir ağını temsil etmesidir.

Bu nedenle en fazla doğruluk yüzdesine sahip olan, en düşük nörona sahip olan sinir ağı seçilmektedir. Bu nedenle bu işlem aşamaları detaylı olarak anlatılmıştır.

Bu bölümde bahsedilen DAF Yöntemi ve YSA Yaklaşımı, 4. Bölüm'de her üç çalışma bölgesinin veri setlerine uygulanacaktır. Bu bölümde oluşturulan veri setleri kullanılarak, yukarıda bahsedilen her parametre ikilisi için, 4. Bölümde DAF Yöntemi ile ve YSA Yaklaşımı uygulanacaktır. Elde edilecek değerler yardımıyla, tablolar ve grafikler düzenlenecektir. Sonuçlara göre karşılaştırılmalı olarak DAF Yönteminin ve YSA Yaklaşımının doğruluk yüzdesi değerleri da tablo halinde verilecektir.

## **BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI**

### **4.1. DAF Yöntemi ve YSA Yaklaşımı Uygulanmadan Önce Elde Edilen Bulgular**

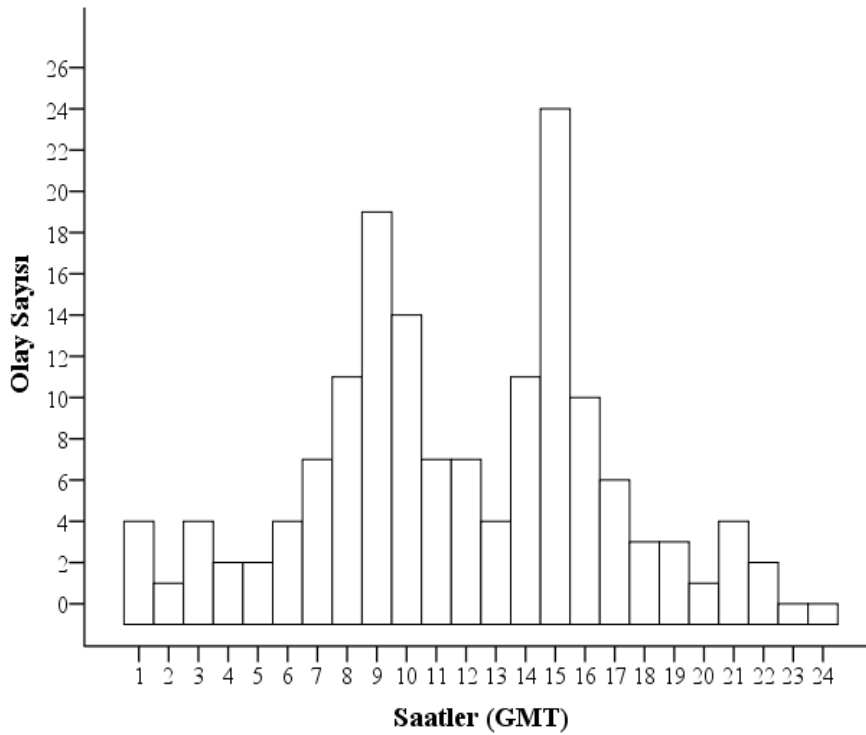
Bu bölümde öncelikle işlem aşamalarından biri olan, olay sayısına ve deprem sayısına karşılık gelen zaman parametresi kullanılarak, histogramlar çizdirilmektedir. Bunun gerekçesi sismik olayların hangi saat aralığında daha fazla bulunduğunu belirlemektir. Çünkü patlatma olayları genellikle gündüz saatlerinde öğlen ve akşam mesai bitiminde yapılmaktadır (Horasan ve ark. 2006). Patlatmalar ortadan kaldırıldıktan sonra, geriye kalan olaylar depremleri temsil eder, depremler günün her saatinde meydana gelirler. Histogram örneklerinden sonra, her üç çalışma bölgesinde meydana gelen deprem ve patlatma örneklerini gösteren, düşey bileşen hız sismogramları ve spektrumları incelenmektedir. Sismogram ve spektrumlardan Ratio, C, logS, duration (Toplam sinyal süresi) gibi parametreler saptanarak bir tabloya işlenmektedir. Daha sonra bu tabloya işlenen parametrelerin sayısal değerlerinin grafikleri çizdirilmektedir. Grafikteki parametre çiftlerinin dağılımı DAF Yöntemi ve YSA Yaklaşımı ile istatistiksel olarak incelenmektedir.

DAF Yöntemi ve YSA Yaklaşımı, her üç çalışma bölgesinin veri setlerine uygulanmaktadır. Oluşturulan veri setleri kullanılarak, Genlik Oranı-Karmaşıklık, Genlik Oranı-logS ve Genlik Oranı-Süre parametre ikilisi için ayrı ayrı sonuçlar elde edilmektedir. Bu sayısal değerler yardımıyla, tablolar ve grafikler düzenlenmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, DAF Yönteminin ve YSA Yaklaşımının DY değerleri, her parametre ikilisi için, tablo üzerinde gösterilmektedir.

Ayrıca YSA Yaklaşımının doğruluğunu göstermek amacıyla, her çalışma bölgesi için hazırlanan veri setlerine k-Kılamalı Çapraz Doğrulama Tekniği de uygulanmaktadır. Elde edilen sonuçlar ise tablolar halinde görülmektedir.

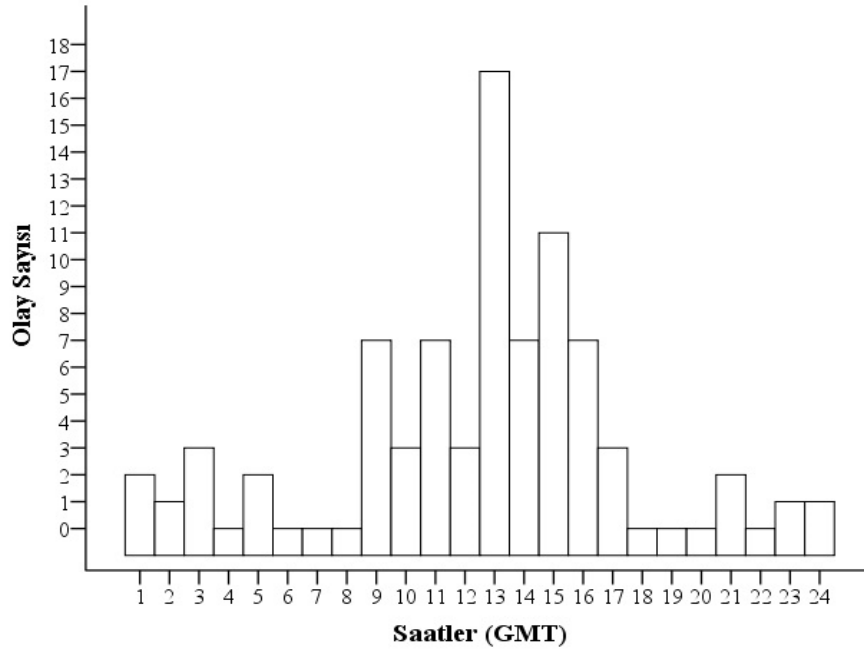
#### 4.1.1. Çalışma alanına ait histogramlar

Edirne, Manisa ve Ankara bölgelerinde bulunan ERIK, ENEZ, GELI, KULA ve LOD kodlu istasyonlarda kaydedilen sismik olaylar, KRDAE-BDTİM tarafından oluşturulan sismik kataloglarda toplanmaktadır. Bu bölgelerde meydana gelen sismik olay sayısının (deprem+patlatma) ve sadece deprem aktivite sayısının, oluş zamanına göre (GMT) dağılımı çizdirildiğinde, elde edilen histogramlar Şekil 4.1., Şekil 4.2. ve Şekil 4.3.'te görülmektedir.



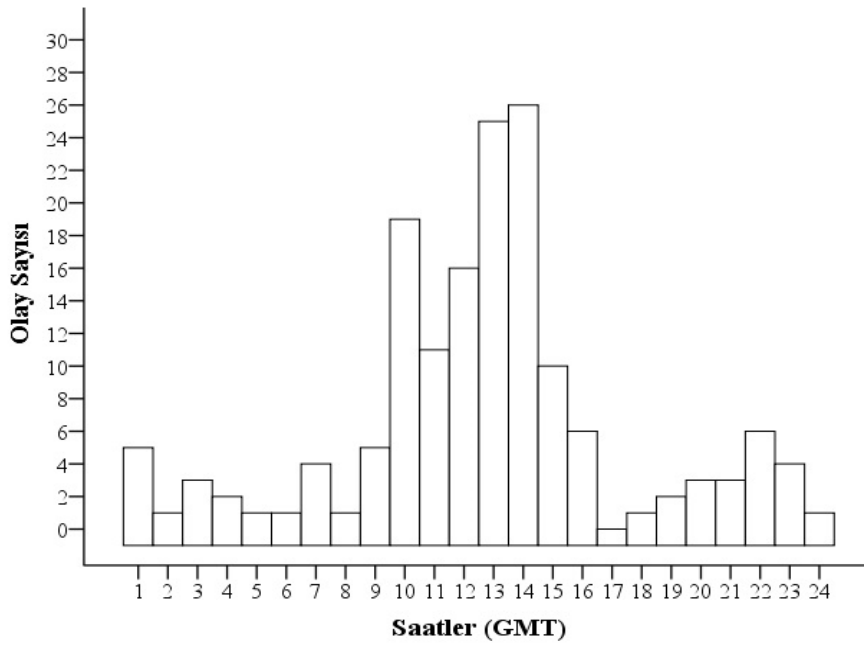
Şekil 4.1. Edirne bölgesinde (40.00-41.00°K ve 25.00-27.00°D) Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasındaki sismik aktivite sayısının (oluş sayıları) saat (GMT) bazındaki dağılımı

Edirne çalışma bölgesinde, Şekil 4.1.'de gün içerisinde saat 15.00'te en fazla aktivite gözlenmekte ve 09.00 ile 17.00 saatleri arasında ise olay sayısında büyük bir artış izlenmektedir.



Şekil 4.2. Manisa bölgesinde (38.00-39.30°K ve 28.00-29.30°D), Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasındaki sismik aktivite sayısının (oluş sayıları) saat (GMT) bazındaki dağılımı

Manisa çalışma bölgesinde, Şekil 4.2.'de gün içerisinde saat 13.00'te en büyük aktivite gözlenmekte ve 09.00 ile 16.00 saatleri arasında ise olay sayısında büyük bir artış izlenmektedir.



Şekil 4.3. Ankara bölgesinde (39.70-40.70°K ve 32.50-34.00°D), Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasındaki sismik aktivite sayısının (oluş sayıları) saat (GMT) bazındaki dağılımı

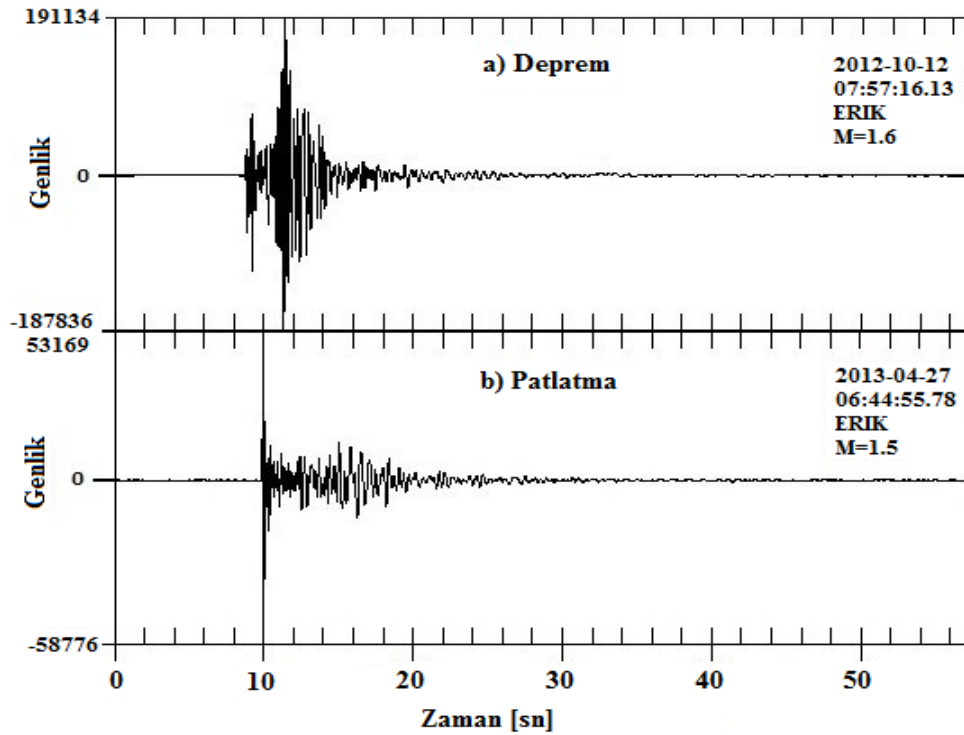


Ankara çalışma bölgesinde, Şekil 4.3.'te gün içerisinde saat 14.00'te en büyük aktivite gözlenmekte ve 9.00 ile 15.00 saatleri arasında ise olay sayısında büyük bir artış izlenmektedir.

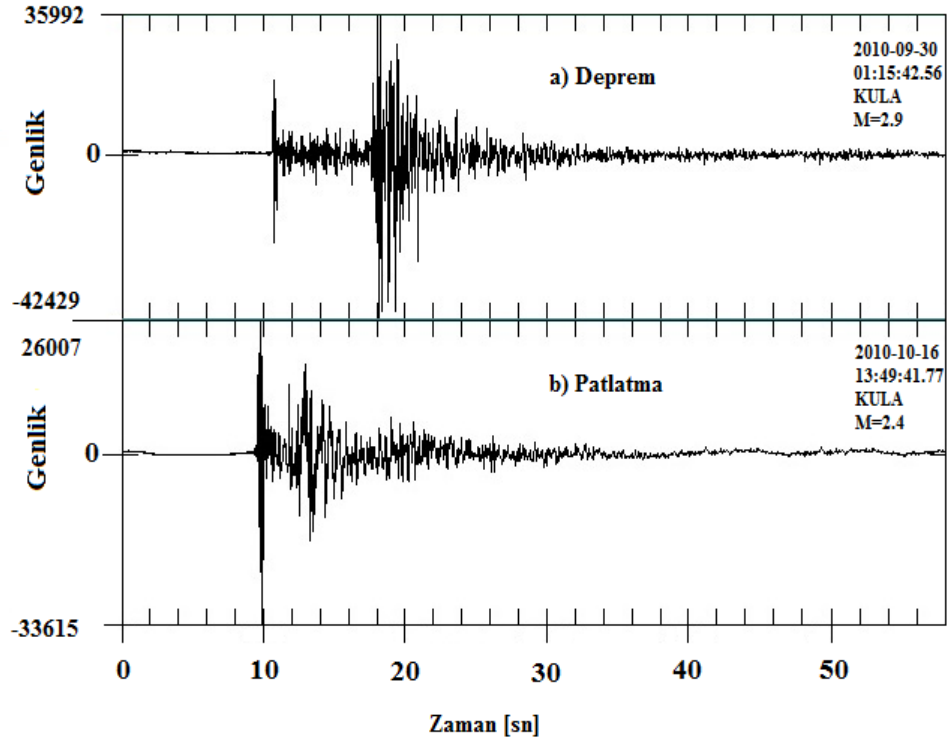
#### 4.1.2. Çalışma alanı için örnek olarak seçilen sismogramlar ve spektrumlar

Depremler ve patlatmalar ayrılanırken, sadece güne ve saate göre karşılaştırılmaları yeterli olmaayabilmektedir. Ayırt edilmeye çalışılan sismik olaylara ait olan düşey bileşen hız sismogramlarından ve spektrumlarından da yararlanılmaktadır.

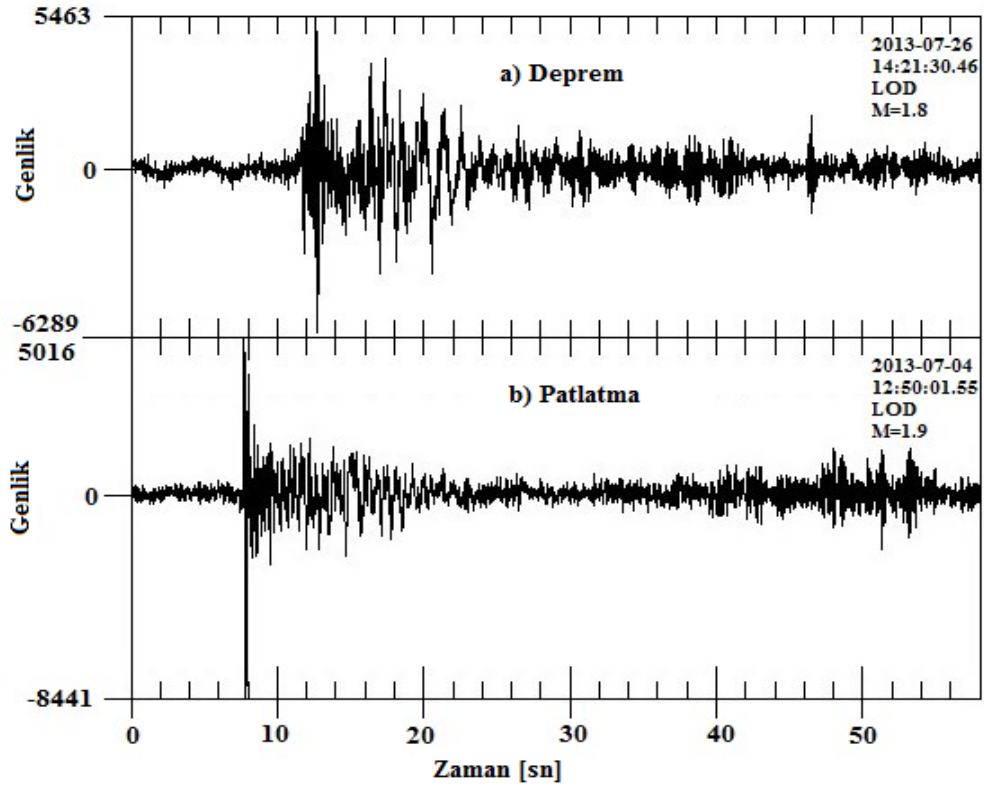
Aşağıda ERIK (Edirne), KULA (Manisa) ve LOD (Ankara) çalışma bölgelerine ait istasyonlarda kaydedilen depremlere ve patlatmalara ait sismogramların görüntüleri verilmektedir (Şekil 4.4., Şekil 4.5., Şekil 4.6.).



Şekil 4.4. ERIK istasyonunda kaydedilen düşey bileşen hız sismogramı; (a) Deprem, (b) Patlatma

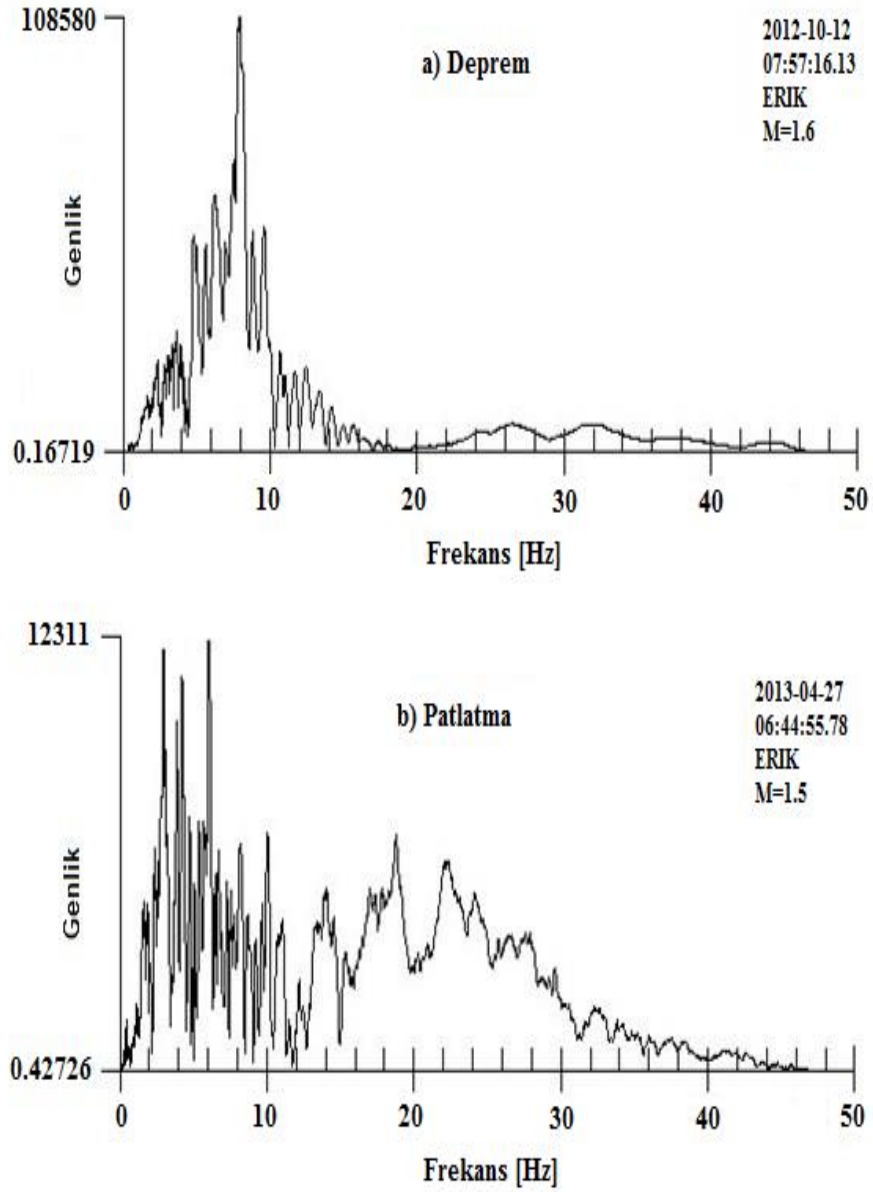


Şekil 4.5. KULA istasyonunda kaydedilen düşey bileşen hız sismogramı; (a) Deprem, (b) Patlatma

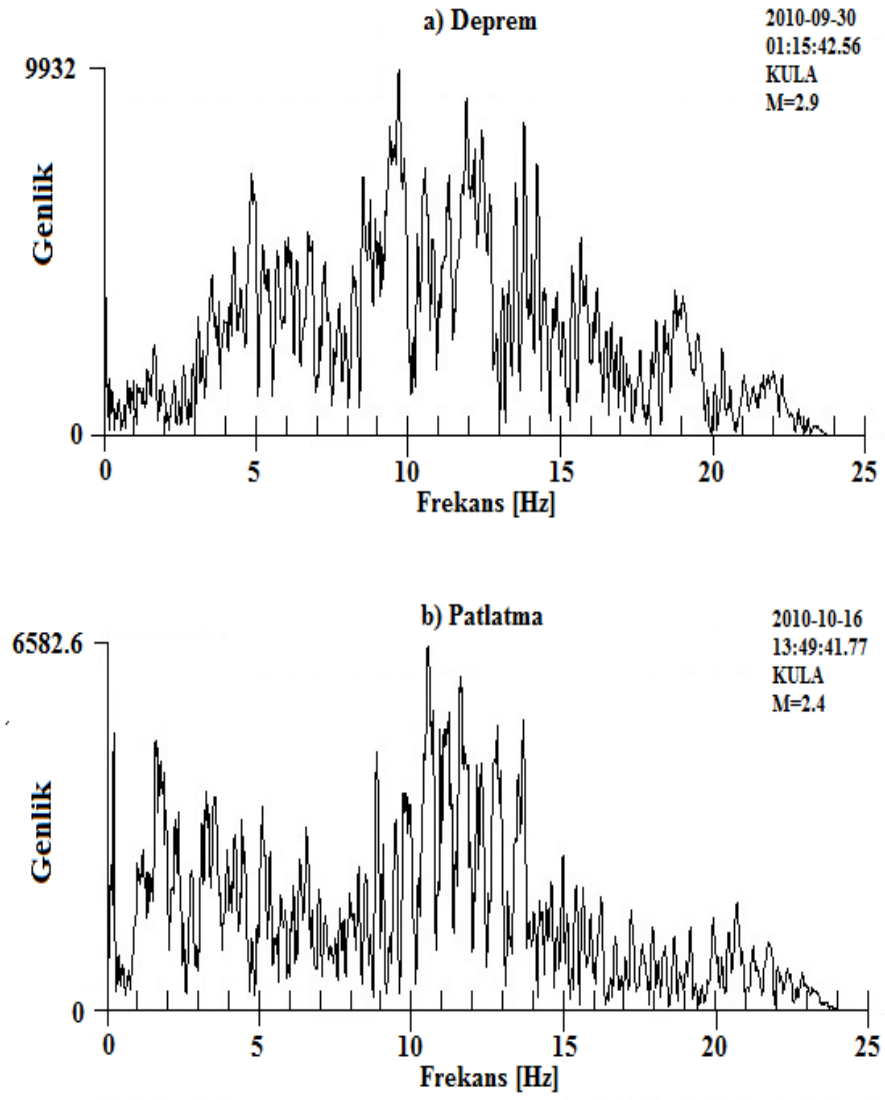


Şekil 4.6. LOD istasyonunda kaydedilen düşey bileşen hız sismogramı; (a) Deprem, (b) Patlatma

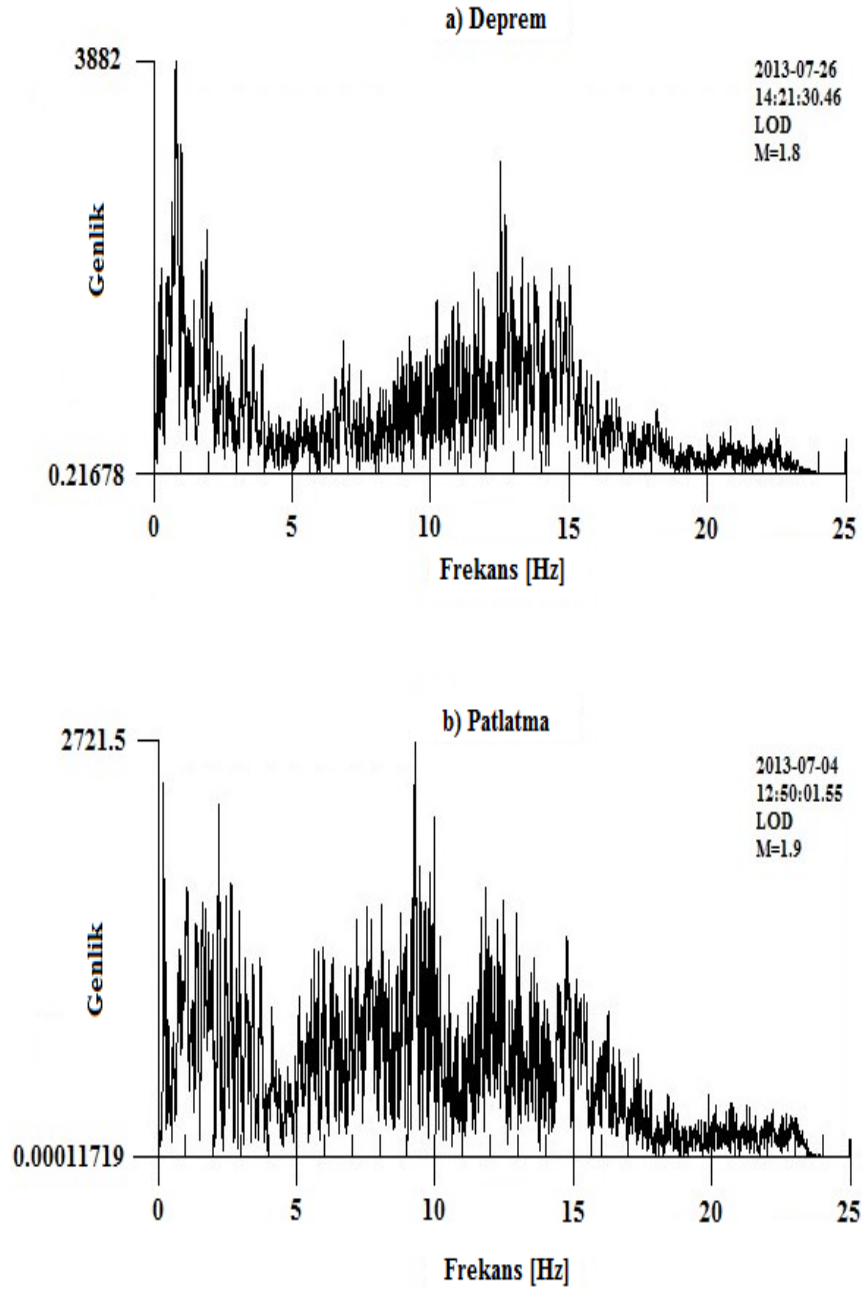
İstasyonlarda kaydedilen olayların dalga şekilleri PITSA programı ile görüntülenip, deprem ve patlatma olaylarının spektrumları elde edilmiştir (Scherbaum ve Johnson, 1992) (Şekil 4.7., Şekil 4.8., Şekil 4.9.).



Şekil 4.7. ERIK istasyonunda kaydedilen sinyale ait genlik spektrumu; (a) Deprem, (b) Patlatma



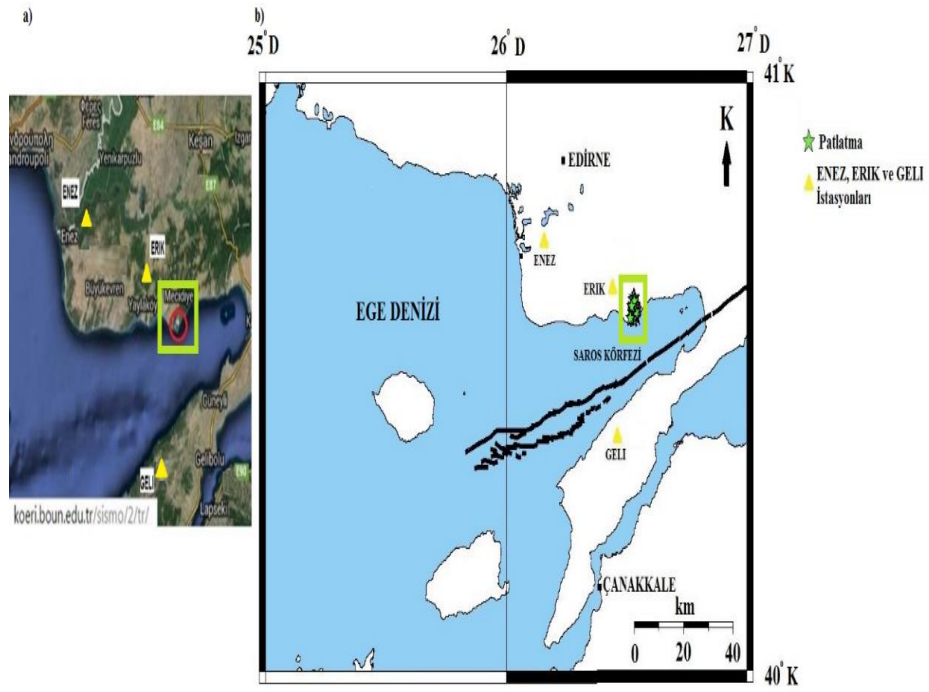
Şekil 4.8. KULA istasyonunda kaydedilen sinyale ait genlik spektrumu; (a) Deprem, (b) Patlatma



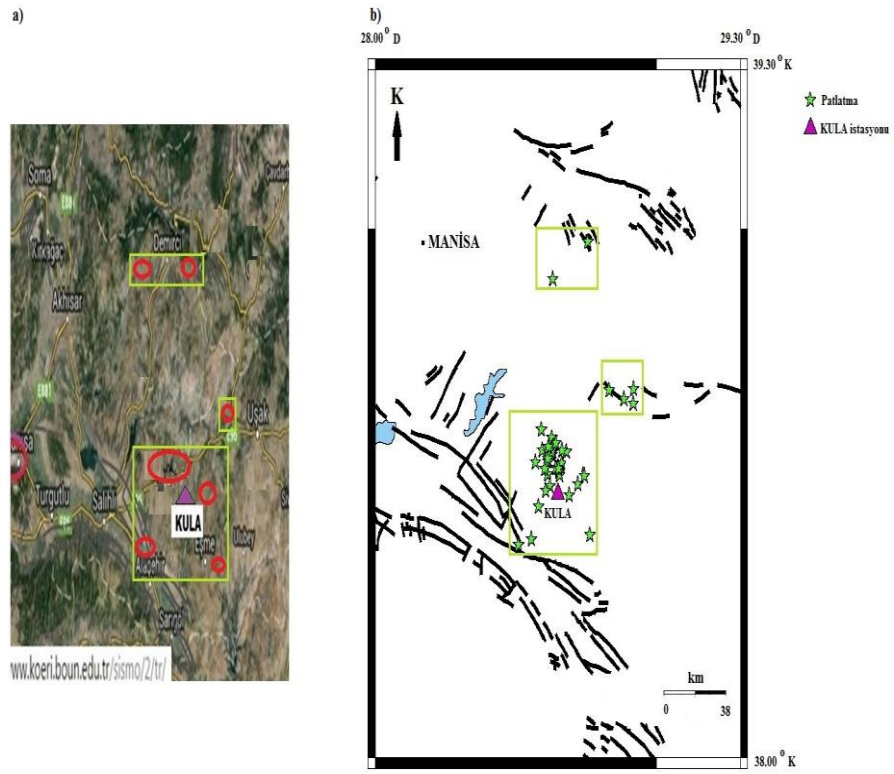
Şekil 4.9. LOD istasyonunda kaydedilen sinyale ait genlik spektrumu; (a) Deprem, (b) Patlatma

#### 4.1.3. Çalışma alanında aktif olan patlatma ocaklarıyla eşleşen patlatmalar

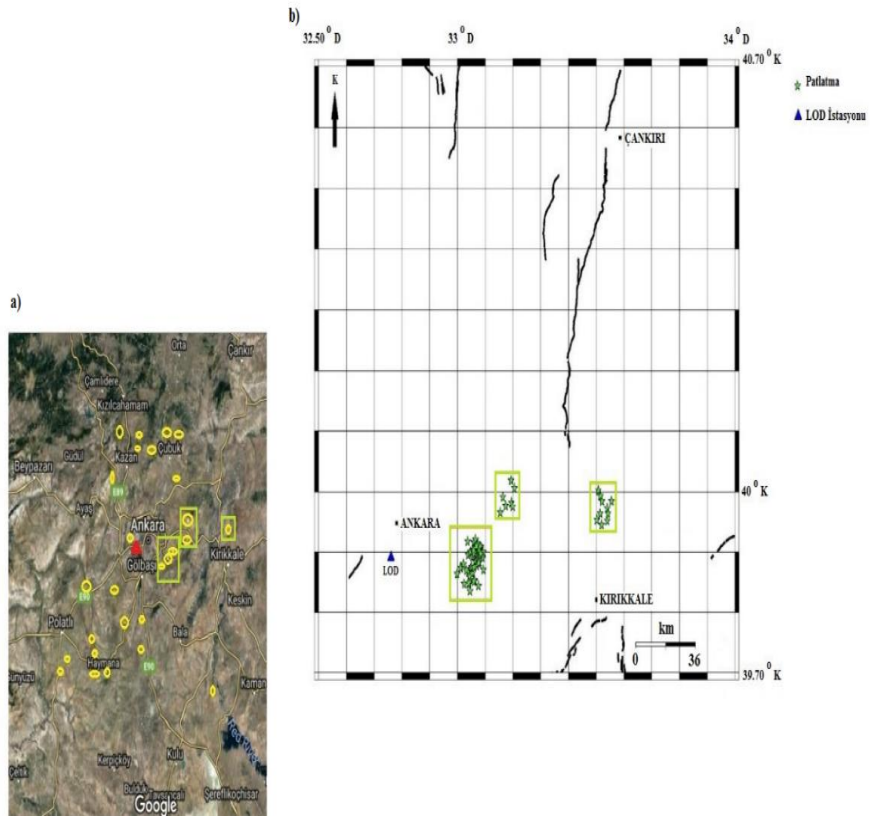
Edirne, Manisa ve Ankara çalışma bölgelerinde birbiriyle eşleşen patlatma ocakları ile patlatmalar Şekil 4.10., Şekil 4.11. ve Şekil 4.12.'de görülmektedir.



Şekil 4.10. Çalışma bölgesi Edirne'deki (40.00-41.00°K ve 25.00-27.00°D) patlatmaların, taş ve maden ocakları dağılımına göre karşılaştırılması. a) MTA taş ve maden ocaklarının konumu (Kırmızı çember ve yeşil dikdörtgen içerisinde gösterilen alanlar) (Google haritaları ile çizdirilmiştir). b) ERIK, ENEZ ve GELI istasyonlarının ve patlatmaların konumu (GMT çizim programı yardımıyla çizdirilmiştir). Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasında çalışma alanında meydana gelen,  $M \leq 3.5$  olan patlatmaların ve ENEZ, ERIK ve GELI istasyonlarının lokasyonları ([www.koeri.boun.edu.tr](http://www.koeri.boun.edu.tr))'den ve faylar da Şaroğlu ve arkadaşları (1992), Emre ve arkadaşlarından (2013) alınmıştır



Şekil 4.11. Çalışma bölgesi Manisa'daki (38.00-39.30°K ve 28.00-29.30°D) patlatmaların, taş ve maden ocakları dağılımına göre karşılaştırılması. a) MTA taş ve maden ocaklarının konumu (Kırmızı çember ve yeşil dikdörtgen içerisinde gösterilen alanlar) (Google haritaları ile çizdirilmiştir). b) KULA istasyonunun ve patlatmaların konumu (GMT çizim programı yardımıyla çizdirilmiştir). Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasında çalışma alanında meydana gelen,  $M \leq 3.5$  olan patlatmaların ve KULA istasyonunun lokasyonu (www.koeri.boun.edu.tr)'den ve faylar da Şaroğlu ve arkadaşları (1992), Emre ve arkadaşlarından (2013)'den alınmıştır

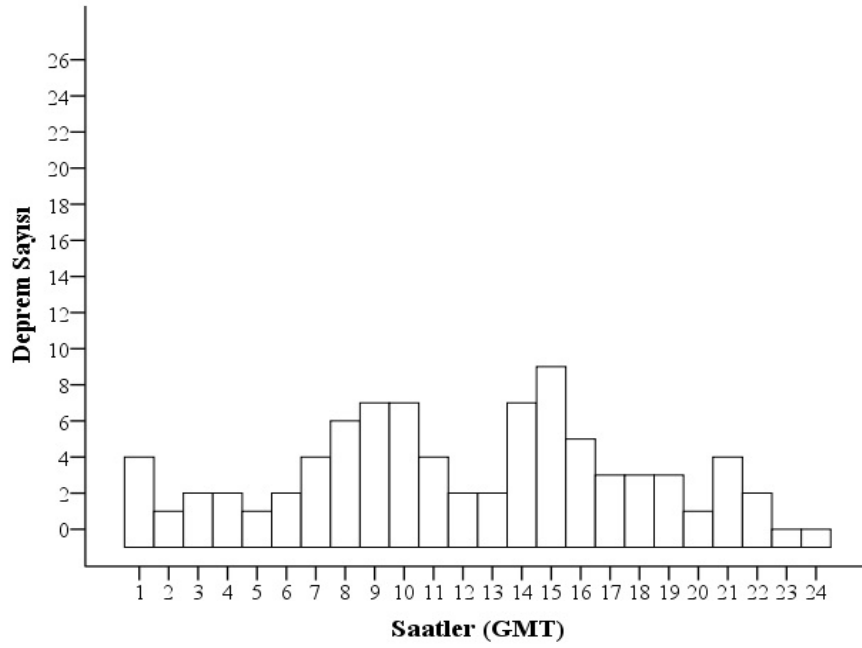


Şekil 4.12. Çalışma bölgesi Ankara'daki (39.70-40.70°K ve 32.50-34.00°D) patlatmaların, taş ve maden ocakları dağılımına göre karşılaştırılması. a) MTA taş ve maden ocaklarının konumu (Kırmızı çember ve yeşil dikdörtgen içerisinde gösterilen alanlar) (Google haritaları ile çizdirilmiştir). b) LOD istasyonunun ve patlatmaların konumu (GMT çizim programı yardımıyla çizdirilmiştir). Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasında çalışma alanında meydana gelen,  $M \leq 3.5$  olan patlatmaların ve LOD istasyonunun lokasyonu ([www.koeri.boun.edu.tr](http://www.koeri.boun.edu.tr))'den ve faylar da Şaroğlu ve arkadaşları (1992), Emre ve arkadaşlarından (2013) alınmıştır

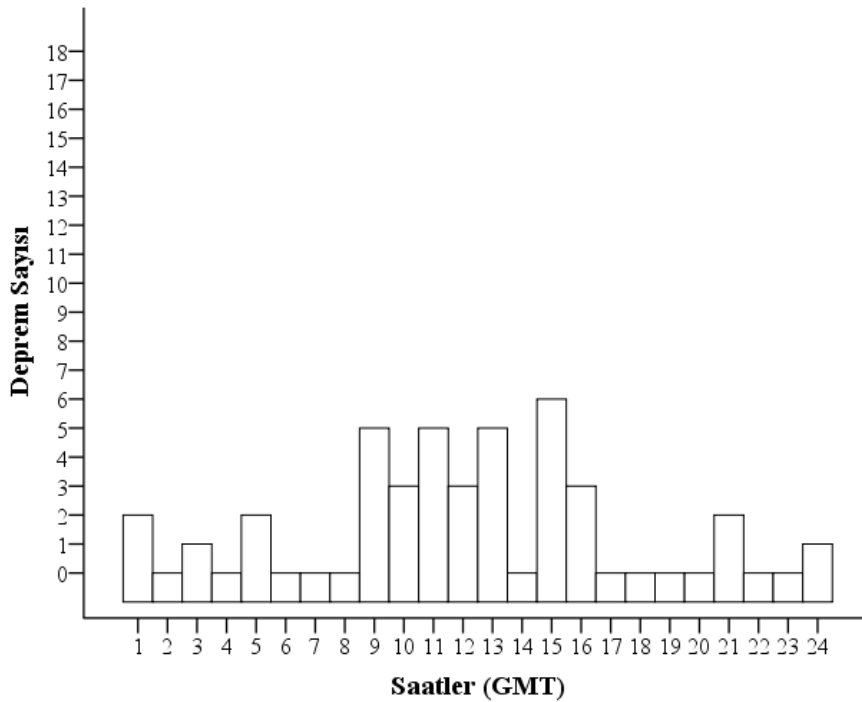
#### 4.1.4. Çalışma alanındaki deprem sayısını gösteren histogramlar

Edirne, Manisa ve Ankara çalışma bölgelerinde, kataloglardaki patlatmalar kaldırıldıktan sonra, deprem sayısına karşılık gelen zaman için çizdirilen histogramlar Şekil 4.13., Şekil 4.14. ve Şekil 4.15.'te görülmektedir.

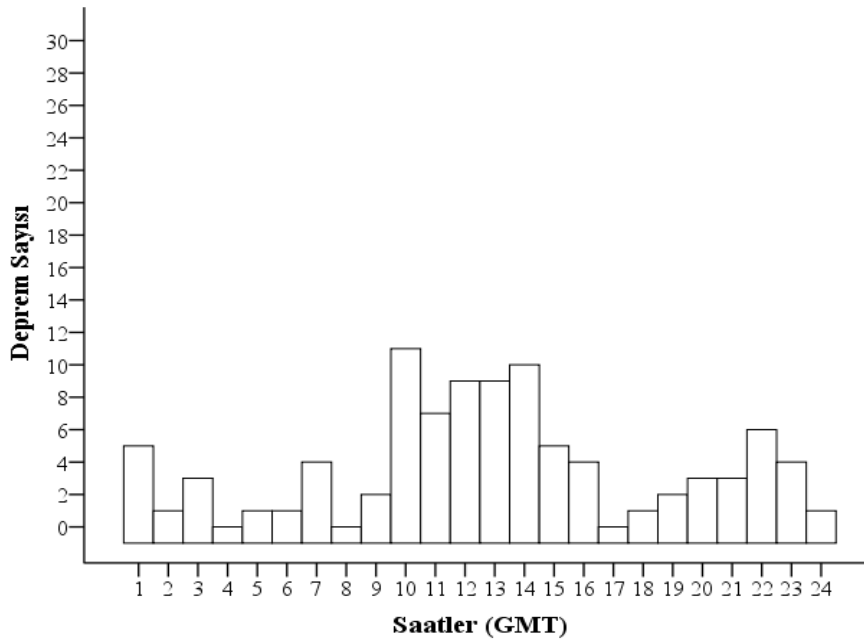




Şekil 4.13. Edirne bölgesinde (40.00-41.00°K ve 25.00-27.00°D) Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasında, bu çalışmanın sonucunda, patlatma olarak belirlenen olaylar ortadan kaldırıldıktan sonra belirlenen deprem sayısının, saat (GMT) bazındaki dağılımı



Şekil 4.14. Manisa bölgesinde (38.00-39.30°K ve 28.00-29.30°D), Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasında, bu çalışmanın sonucunda, patlatma olarak belirlenen olaylar ortadan kaldırıldıktan sonra belirlenen deprem sayısının, saat (GMT) bazındaki dağılımı



Şekil 4.15. Ankara bölgesinde (39.70-40.70°K ve 32.50-34.00°D), Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasında, bu çalışmanın sonucunda, patlatma olarak belirlenen olaylar ortadan kaldırıldıktan sonra belirlenen deprem sayısının, saat (GMT) bazındaki dağılımı

## 4.2. DAF Yönteminin ve YSA Yaklaşımının Bulguları

Kullanılan yöntemin ve yaklaşımın başarısının karşılaştırılması için her çalışma bölgesi için ayrı ayrı analizler yapılarak, aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

### 4.2.1. DAF yönteminin bulguları

Bölüm 3'te tanımlanan DAF Yöntemi, her çalışma bölgesi için ayrı ayrı hesaplanan Genlik Oranı-Karmaşıklık, Genlik Oranı-logS ve Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre SPSS istatistiksel analiz programı yardımıyla uygulanmıştır (SPSS, 2005). Çalışma bölgelerinde hesaplanan hatalı veri sayısı ve doğruluk yüzdesi değerlerine ait tablolar aşağıda gösterilmektedir (Tablo 4.1., Tablo 4.2., Tablo 4.3., Tablo 4.4., Tablo 4.5., Tablo 4.6.).

Tablo 4.1. ERIK veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları üç parametre ikilisi için sırasıyla %97, %97 ve %97 doğrulukla sınıflandırılmıştır

Parametre ikilisi	Tip	Tahmin edilen grup üyeliği		Total	
		Patlatma (P)	Deprem (D)		
1	Orijinal	P	85	0	85
	sayı	D	3	27	30
	%	P	100	0	100
		D	10	90	100
2	Orijinal	P	85	0	85
	sayı	D	4	26	30
	%	P	100	0	100
		D	13.3	86.7	100
3	Orijinal	P	84	1	85
	sayı	D	2	28	30
	%	P	98.8	1.2	100
		D	6.7	93.3	100

Tablo 4.2. ENEZ veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları üç parametre ikilisi için sırasıyla %95, %98 ve %98 doğrulukla sınıflandırılmıştır

Parametre ikilisi	Tip	Tahmin edilen grup üyeliği		Total	
		Patlatma (P)	Deprem (D)		
1	Orijinal	P	21	0	21
	sayı	D	2	19	21
	%	P	100	0	100
		D	9.5	90.5	100
2	Orijinal	P	21	0	21
	sayı	D	1	20	21
	%	P	100	0	100
		D	4.8	95.2	100
3	Orijinal	P	21	0	21
	sayı	D	1	20	21
	%	P	100	0	100
		D	4.8	95.2	100

Tablo 4.3. GELI veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları üç parametre ikilisi için sırasıyla %92, %90 ve %96 doğrulukla sınıflandırılmıştır

Parametre ikilisi	Tip	Tahmin edilen grup üyeliği		Total	
		Patlatma (P)	Deprem (D)		
1	Orijinal sayı	P	49	0	49
		D	6	23	29
	%	P	100	0	100
		D	20.7	79.3	100
2	Orijinal sayı	P	49	0	49
		D	8	21	29
	%	P	100	0	100
		D	27.6	72.4	100
3	Orijinal sayı	P	49	0	49
		D	3	26	29
	%	P	100	0	100
		D	10.3	89.7	100

Tablo 4.4. E\_TÜM veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları üç parametre ikilisi için sırasıyla %95, %94 ve %97 doğrulukla sınıflandırılmıştır

Parametre ikilisi	Tip	Tahmin edilen grup üyeliği		Total	
		Patlatma (P)	Deprem (D)		
1	Orijinal sayı	P	155	0	155
		D	11	69	80
	%	P	100	0	100
		D	13.8	86.3	100
2	Orijinal sayı	P	155	0	155
		D	14	66	80
	%	P	100	0	100
		D	17.5	82.5	100
3	Orijinal sayı	P	154	1	155
		D	5	75	80
	%	P	99.4	0.6	100
		D	6.3	93.8	100

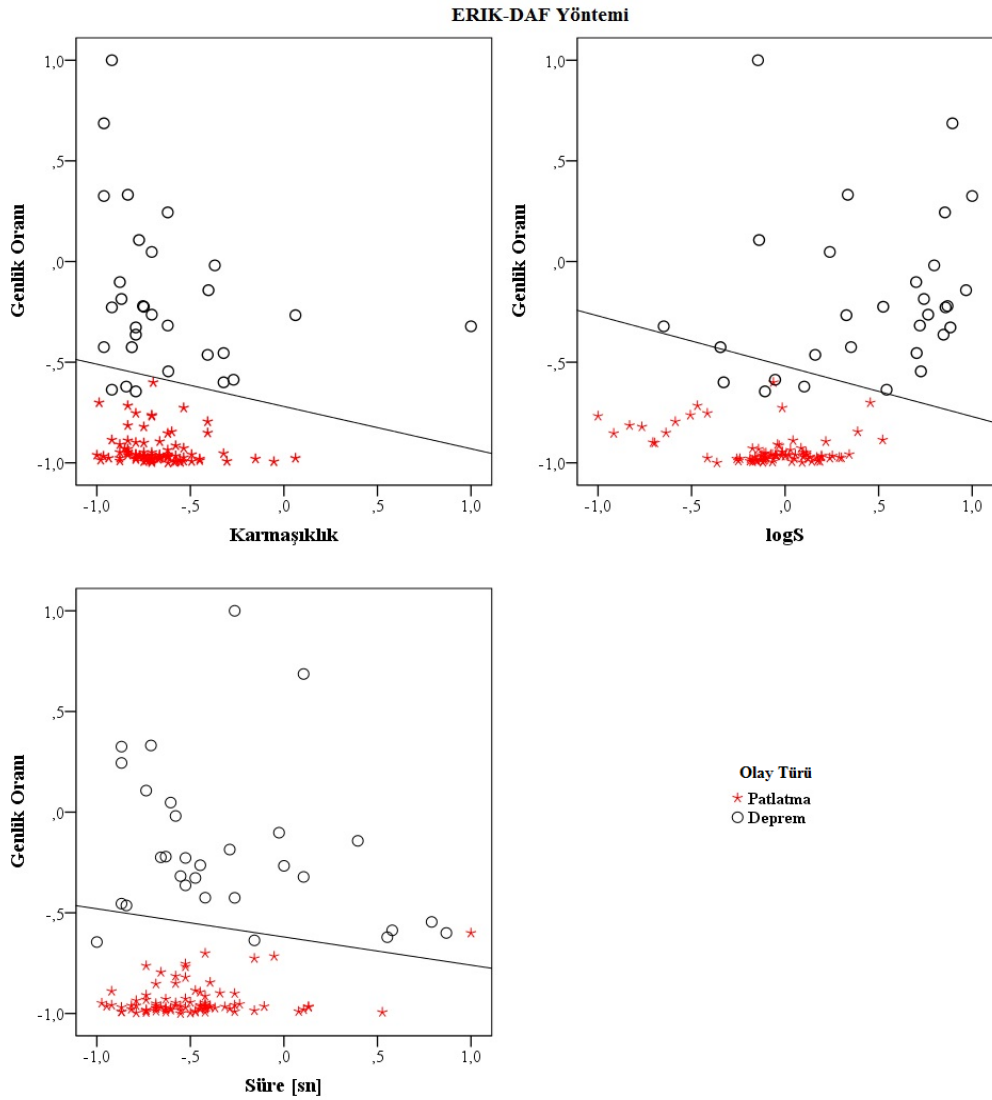
Tablo 4.5. KULA veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları üç parametre ikilisi için sırasıyla %94, %94 ve %90 doğrulukla sınıflandırılmıştır

Parametre ikilisi	Tip	Tahmin edilen grup üyeliği		Total	
		Patlatma (P)	Deprem (D)		
1	Orijinal	P	39	0	39
	sayı	D	5	33	38
	%	P	100	0	100
		D	13.2	86.8	100
2	Orijinal	P	39	0	39
	sayı	D	5	33	38
	%	P	100	0	100
		D	13.2	86.8	100
3	Orijinal	P	39	0	39
	sayı	D	8	30	38
	%	P	100	0	100
		D	21.1	78.9	100

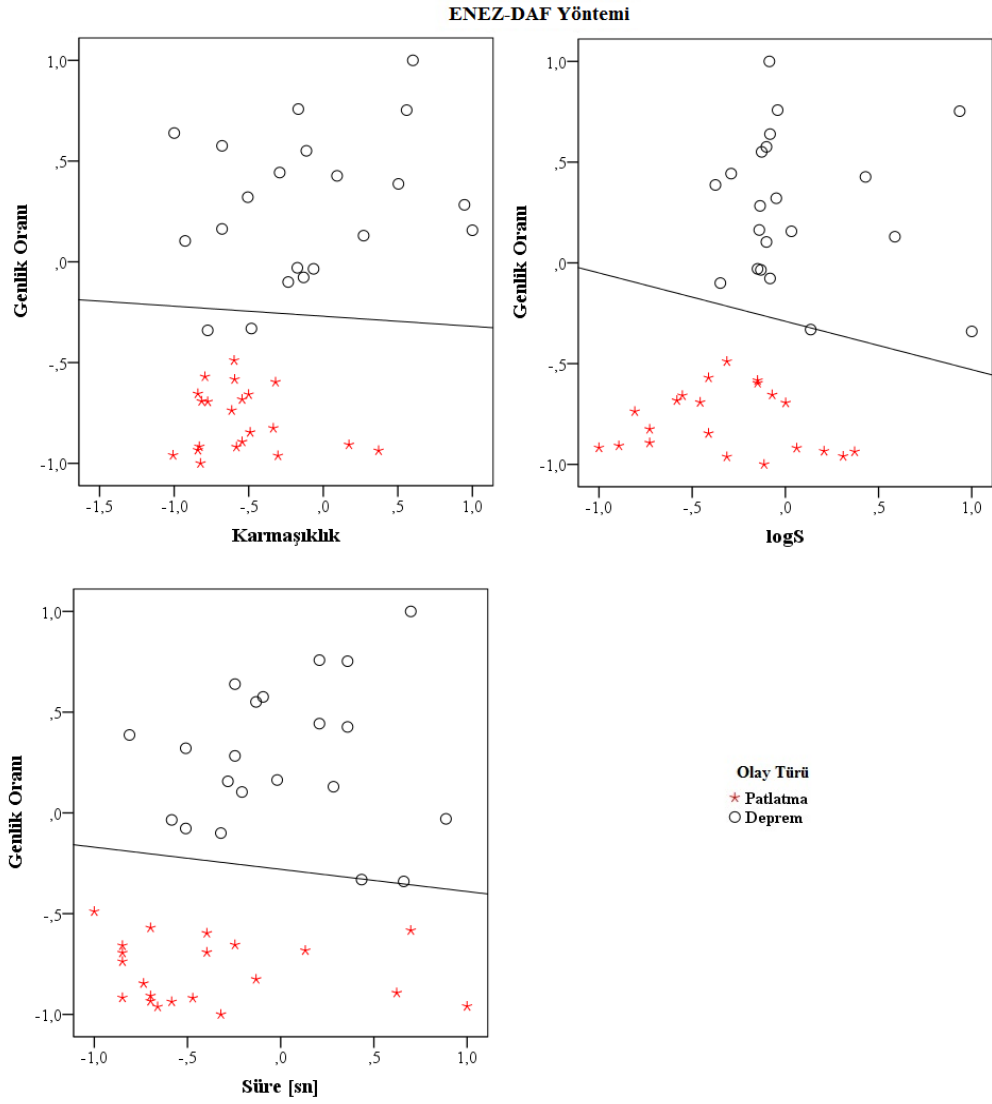
Tablo 4.6. LOD veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları üç parametre ikilisi için sırasıyla %94, %92 ve %94 doğrulukla sınıflandırılmıştır

Parametre ikilisi	Tip	Tahmin edilen grup üyeliği		Total	
		Patlatma (P)	Deprem (D)		
1	Orijinal	P	64	0	64
	sayı	D	9	83	92
	%	P	100	0	100
		D	9.8	90.2	100
2	Orijinal	P	64	0	64
	sayı	D	12	80	92
	%	P	100	0	100
		D	13	87	100
3	Orijinal	P	64	0	64
	sayı	D	10	82	92
	%	P	100	0	100
		D	10.9	89.1	100

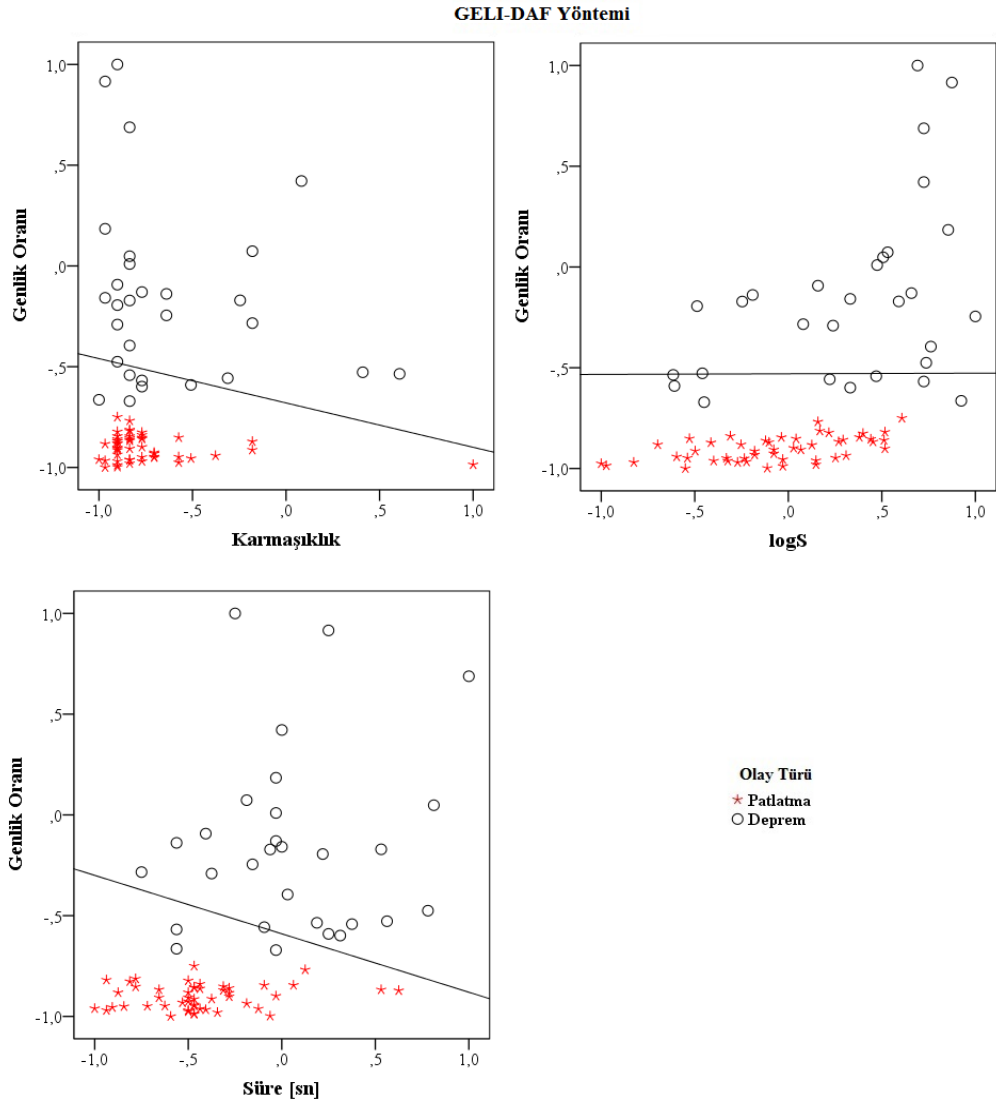
DAF Yöntemiyle elde edilen hata sayısı değerleri kullanılarak saptanan doğruluk yüzdesi değerleri, SPSS programı yardımıyla aşağıda görüleceği gibi fonksiyon olarak grafikler üzerinde çizdirilmiştir (SPSS, 2005). Hatalı tanımlanan sismik olaylar ise çizdirilen fonksiyon çizgisinin yani doğrusal doğrunun farklı bölgesinde gösterilmektedir. DAF Yöntemiyle elde edilen doğrusal ayırt etme fonksiyonuna ait grafikler Şekil 4.16., Şekil 4.17., Şekil 4.18., Şekil 4.19., Şekil 4.20., Şekil 4.21. 'de verilmektedir.



Şekil 4.16. ERIK veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları doğru bir şekilde üç parametre ikilisi için sırasıyla %97, %97 ve %97 olarak sınıflandırılmıştır

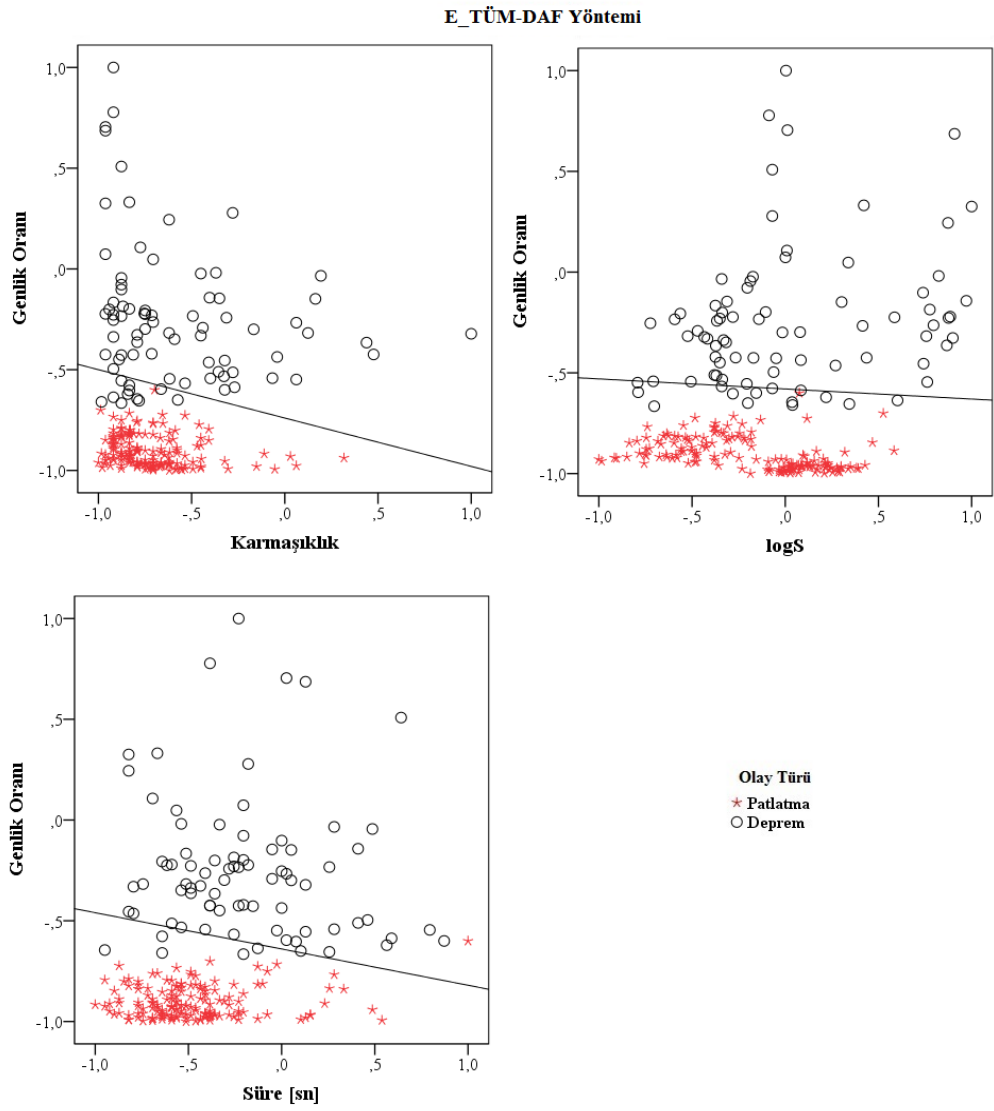


Şekil 4.17. ENEZ veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları doğru bir şekilde üç parametre ikilisi için sırasıyla %95, %98 ve %98 olarak sınıflandırılmıştır

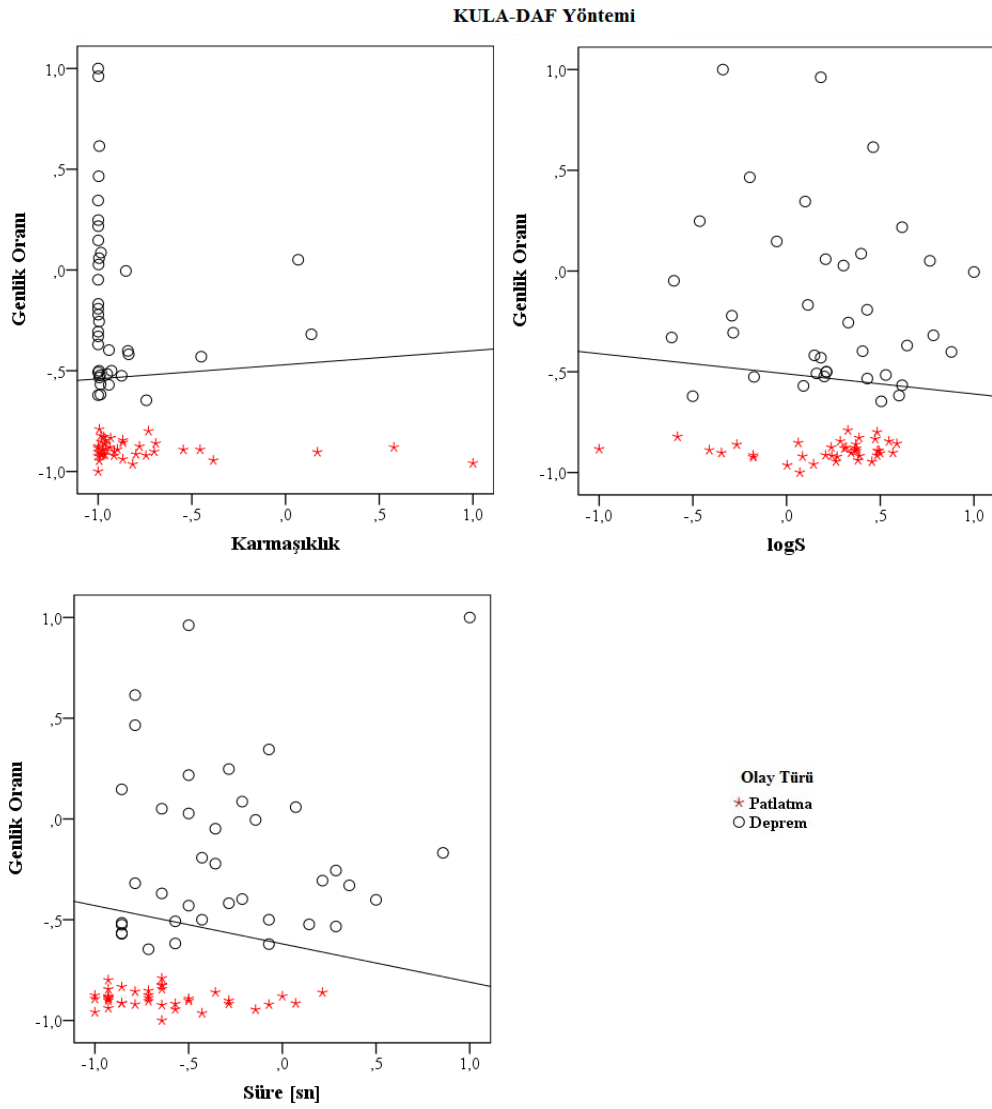


Şekil 4.18. GELI veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları doğru bir şekilde üç parametre ikilisi için sırasıyla %92, %90 ve %96 olarak sınıflandırılmıştır

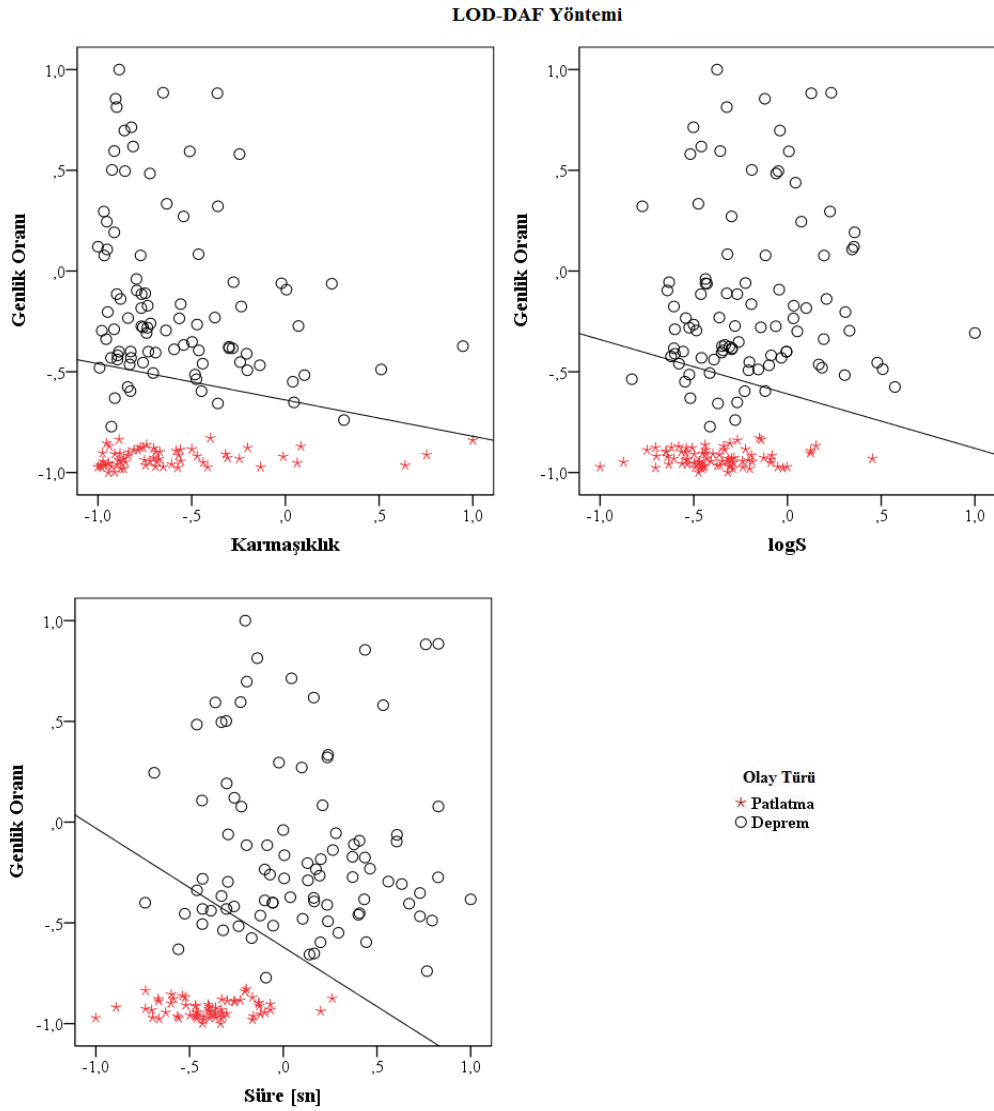




Şekil 4.19. E\_TÜM veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları doğru bir şekilde üç parametre ikilisi için sırasıyla %95, %94 ve %97 olarak sınıflandırılmıştır



Şekil 4.20. KULA veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları doğru bir şekilde üç parametre ikilisi için sırasıyla %94, %94 ve %90 olarak sınıflandırılmıştır



Şekil 4.21. LOD veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları doğru bir şekilde üç parametre ikilisi için sırasıyla %94, %92 ve %94 olarak sınıflandırılmıştır

#### 4.2.2. YSA yaklaşımının bulguları

Diğer yaklaşım olan YSA Yaklaşımı uygulanırken ise Edirne, Manisa ve Ankara çalışma bölgesi için ayrı ayrı, MATLAB (2009) programlama dili kullanılarak, nntool arayüzü ile elde edilen hatalı veri sayısı yardımıyla, Doğruluk Yüzdesi formülü ile saptanan DY sonuçları, her değiştirgen ikilisi için birlikte gösterilerek, sırasıyla tablolar halinde verilmiştir. YSA Yaklaşımına grafikler sırasıyla aşağıda gösterilmektedir (Tablo 4.7., Tablo 4.8., Tablo 4.9., Tablo 4.10., Tablo 4.11., Tablo 4.12., Tablo 4.13., Tablo 4.14., Tablo 4.15., Tablo 4.16., Tablo 4.17., Tablo 4.18., Tablo 4.19., Tablo 4.20., Tablo 4.21., Tablo 4.22., Tablo 4.23., Tablo 4.24.).

Tablo 4.7. ERIK veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikililerine göre YSA Yaklaşımı kullanılarak saptanan tüm veri seti sayısı, eğitim veri seti sayısı, test veri seti sayısı, hatalı test veri seti sayısı ve tüm veri seti için doğruluk yüzdesi değeri

Değiştirgen ikilisi	Tüm veri seti sayısı	Eğitim veri seti sayısı	Test veri seti sayısı	Hatalı test veri seti sayısı	Doğruluk yüzdesi (YSA Yaklaşımı) (%)
1	115	80	35	1	97
2	115	80	35	1	97
3	115	80	35	1	97

Tablo 4.8. ENEZ veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikililerine göre YSA Yaklaşımı kullanılarak saptanan tüm veri seti sayısı, eğitim veri seti sayısı, test veri seti sayısı, hatalı test veri seti sayısı ve tüm veri seti için doğruluk yüzdesi değeri

Değiştirgen ikilisi	Tüm veri seti sayısı	Eğitim veri seti sayısı	Test veri seti sayısı	Hatalı test veri seti sayısı	Doğruluk yüzdesi (YSA Yaklaşımı) (%)
1	42	29	13	2	85
2	42	29	13	3	77
3	42	29	13	3	77

Tablo 4.9. GELI veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikililerine göre YSA Yaklaşımı kullanılarak saptanan tüm veri seti sayısı, eğitim veri seti sayısı, test veri seti sayısı, hatalı test veri seti sayısı ve tüm veri seti için doğruluk yüzdesi değeri

Değiştirgen ikilisi	Tüm veri seti sayısı	Eğitim veri seti sayısı	Test veri seti sayısı	Hatalı test veri seti sayısı	Doğruluk yüzdesi (YSA Yaklaşımı) (%)
1	78	55	23	1	96
2	78	55	23	1	96
3	78	55	23	0	100

Tablo 4.10. E\_TÜM veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikililerine göre YSA Yaklaşımı kullanılarak saptanan tüm veri seti sayısı, eğitim veri seti sayısı, test veri seti sayısı, hatalı test veri seti sayısı ve tüm veri seti için doğruluk yüzdesi değeri

Değiştirgen ikilisi	Tüm veri seti sayısı	Eğitim veri seti sayısı	Test veri seti sayısı	Hatalı test veri seti sayısı	Doğruluk yüzdesi (YSA Yaklaşımı) (%)
1	235	165	70	1	99
2	235	165	70	0	100
3	235	165	70	1	99

Tablo 4.11. KULA veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikililerine göre YSA Yaklaşımı kullanılarak saptanan tüm veri seti sayısı, eğitim veri seti sayısı, test veri seti sayısı, hatalı test veri seti sayısı ve tüm veri seti için doğruluk yüzdesi değeri

Değiştirgen ikilisi	Tüm veri seti sayısı	Eğitim veri seti sayısı	Test veri seti sayısı	Hatalı test veri seti sayısı	Doğruluk yüzdesi (YSA Yaklaşımı) (%)
1	77	53	24	0	100
2	77	53	24	0	100
3	77	53	24	0	100

Tablo 4.12. LOD veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikililerine göre YSA Yaklaşımı kullanılarak saptanan tüm veri seti sayısı, eğitim veri seti sayısı, test veri seti sayısı, hatalı test veri seti sayısı ve tüm veri seti için doğruluk yüzdesi değeri

Değiştirgen ikilisi	Tüm veri seti sayısı	Eğitim veri seti sayısı	Test veri seti sayısı	Hatalı test veri seti sayısı	Doğruluk yüzdesi (YSA Yaklaşımı) (%)
1	156	109	47	0	100
2	156	109	47	0	100
3	156	109	47	0	100

Tablo 4.13. YSA yaklaşımı kullanılarak ERIK istasyonuna ait tüm veri seti için eğitim ve test veri setindeki veri sayısı ile hatalı olarak tanımlanan depremlerin ve patlatmaların sayısının ve doğruluk yüzdesinin değişimi

Değiştirgen ikilisi	Sismik istasyon kodu	Toplam veri sayısı	Eğitim	Test	Hatalı patlatma	Hatalı deprem	Doğruluk Yüzdesi (YSA) (%)
			setindeki veri sayısı	setindeki veri sayısı			
1	ERIK	115	80	35	0	1	97
2	ERIK	115	80	35	0	1	97
3	ERIK	115	80	35	0	1	97

Tablo 4.14. YSA yaklaşımı kullanılarak ENEZ istasyonuna ait tüm veri seti için eğitim ve test veri setindeki veri sayısı ile hatalı olarak tanımlanan depremlerin ve patlatmaların sayısının ve doğruluk yüzdesinin değişimi

Değiştirgen ikilisi	Sismik istasyon kodu	Toplam veri sayısı	Eğitim	Test	Hatalı patlatma	Hatalı deprem	Doğruluk Yüzdesi (YSA) (%)
			setindeki veri sayısı	setindeki veri sayısı			
1	ENEZ	42	29	13	2	0	85
2	ENEZ	42	29	13	3	0	77
3	ENEZ	42	29	13	3	0	77

Tablo 4.15. YSA yaklaşımı kullanılarak GELI istasyonuna ait tüm veri seti için eğitim ve test veri setindeki veri sayısı ile hatalı olarak tanımlanan depremlerin ve patlatmaların sayısının ve doğruluk yüzdesinin değişimi

Değiştirgen ikilisi	Sismik istasyon kodu	Toplam veri sayısı	Eğitim	Test	Hatalı patlatma	Hatalı deprem	Doğruluk Yüzdesi (YSA) (%)
			setindeki veri sayısı	setindeki veri sayısı			
1	GELI	78	55	23	1	0	96
2	GELI	78	55	23	1	0	96
3	GELI	78	55	23	0	0	100

Tablo 4.16. YSA yaklaşımı kullanılarak E\_TÜM istasyonuna ait tüm veri seti için eğitim ve test veri setindeki veri sayısı ile hatalı olarak tanımlanan depremlerin ve patlatmaların sayısının ve doğruluk yüzdesinin değişimi

Değiştirgen ikilisi	Sismik istasyon kodu	Toplam veri sayısı	Eğitim	Test	Hatalı patlatma	Hatalı deprem	Doğruluk Yüzdesi (YSA) (%)
			setindeki veri sayısı	setindeki veri sayısı			
1	E_TÜM	235	165	70	0	1	99
2	E_TÜM	235	165	70	0	0	100
3	E_TÜM	235	165	70	0	1	99

Tablo 4.17. YSA yaklaşımı kullanılarak KULA istasyonuna ait tüm veri seti için eğitim ve test veri setindeki veri sayısı ile hatalı olarak tanımlanan depremlerin ve patlatmaların sayısının ve doğruluk yüzdesinin değişimi

Değiştirgen ikilisi	Sismik istasyon kodu	Toplam veri sayısı	Eğitim	Test	Hatalı patlatma	Hatalı deprem	Doğruluk Yüzdesi (YSA) (%)
			setindeki veri sayısı	setindeki veri sayısı			
1	KULA	77	53	24	0	0	100
2	KULA	77	53	24	0	0	100
3	KULA	77	53	24	0	0	100

Tablo 4.18. YSA yaklaşımı kullanılarak LOD istasyonuna ait tüm veri seti için eğitim ve test veri setindeki veri sayısı ile hatalı olarak tanımlanan depremlerin ve patlatmaların sayısının ve doğruluk yüzdesinin değişimi

Değiştirgen ikilisi	Sismik istasyon kodu	Toplam veri sayısı	Eğitim	Test	Hatalı patlatma	Hatalı deprem	Doğruluk Yüzdesi (YSA) (%)
			setindeki veri sayısı	setindeki veri sayısı			
1	LOD	156	109	47	0	0	100
2	LOD	156	109	47	0	0	100
3	LOD	156	109	47	0	0	100

Tablo 4.19. ERIK bölgesi için YSA Yaklaşımına göre modellenen EV ve TV sayısı. Burada \* Eğitim veri setindeki veri sayısının dağılımını, \*\* ise test veri setindeki veri sayısının dağılımını göstermektedir. YSA Yaklaşımı kullanılarak, ERIK İstasyonuna ait veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisi değerleri görülmektedir. Edirne bölgesinde grupların sınıflandırılmasından elde edilen doğruluk yüzdeleri sırasıyla %97, %97 ve %97'dir

Değiştirgen ikilisi	Sismik istasyon kodu	Toplam veri sayısı	EV seti*			TV seti**		
			Eğitim setindeki veri sayısı	Deprem	Patlatma	Test setindeki veri sayısı	Deprem	Patlatma
1	ERIK	115	80	21	59	35	14	21
2	ERIK	115	80	21	59	35	12	23
3	ERIK	115	80	21	59	35	14	21

Tablo 4.20. ENEZ bölgesi için YSA Yaklaşımına göre modellenen EV ve TV sayısı. Burada \* Eğitim veri setindeki veri sayısının dağılımını, \*\* ise test veri setindeki veri sayısının dağılımını göstermektedir. YSA Yaklaşımı kullanılarak, ENEZ İstasyonuna ait veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisi değerleri görülmektedir. Edirne bölgesinde grupların sınıflandırılmasından elde edilen doğruluk yüzdeleri sırasıyla %85, %77 ve %77'dir

Değiştirgen ikilisi	Sismik istasyon kodu	Toplam veri sayısı	Eğitim veri seti*			Test veri seti**		
			Eğitim setindeki veri sayısı	Deprem	Patlatma	Test setindeki veri sayısı	Deprem	Patlatma
1	ENEZ	42	29	14	15	13	8	5
2	ENEZ	42	29	14	15	13	7	6
3	ENEZ	42	29	14	15	13	7	6



Tablo 4.21. GELİ bölgesi için YSA Yaklaşımına göre modellenen EV ve TV sayısı. Burada \* Eğitim veri setindeki veri sayısının dağılımını, \*\* ise test veri setindeki veri sayısının dağılımını göstermektedir. YSA Yaklaşımı kullanılarak, GELİ İstasyonuna ait veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisi değerleri görülmektedir. Edirne bölgesinde grupların sınıflandırılmasından elde edilen doğruluk yüzdeleri sırasıyla %96, %96 ve %100'dür

			Eğitim veri seti*			Test veri seti**		
Değiştirgen ikilisi	Sismik istasyon kodu	Toplam veri sayısı	Eğitim setindeki veri sayısı	Deprem	Patlatma	Test setindeki veri sayısı	Deprem	Patlatma
1	GELİ	78	55	17	38	23	8	15
2	GELİ	78	55	17	38	23	8	15
3	GELİ	78	55	17	38	23	9	14

Tablo 4.22. E\_TÜM bölgesi için YSA Yaklaşımına göre modellenen EV ve TV sayısı. Burada \* Eğitim veri setindeki veri sayısının dağılımını, \*\* ise test veri setindeki veri sayısının dağılımını göstermektedir. YSA Yaklaşımı kullanılarak, E\_TÜM İstasyonuna ait veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisi değerleri görülmektedir. Edirne bölgesinde grupların sınıflandırılmasından elde edilen doğruluk yüzdeleri sırasıyla %99, %100 ve %99'dür

			Eğitim veri seti*			Test veri seti**		
Değiştirgen ikilisi	Sismik istasyon kodu	Toplam veri sayısı	Eğitim setindeki veri sayısı	Deprem	Patlatma	Test setindeki veri sayısı	Deprem	Patlatma
1	E_TÜM	235	165	60	105	70	25	45
2	E_TÜM	235	165	60	105	70	24	46
3	E_TÜM	235	165	60	105	70	25	45

Tablo 4.23. KULA bölgesi için YSA Yaklaşımına göre modellenen EV ve TV sayısı. Burada \* Eğitim veri setindeki veri sayısının dağılımını, \*\* ise test veri setindeki veri sayısının dağılımını göstermektedir. YSA Yaklaşımı kullanılarak, KULA İstasyonuna ait veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisi değerleri görülmektedir. Edirne bölgesinde grupların sınıflandırılmasından elde edilen doğruluk yüzdeleri sırasıyla %100, %100 ve %100'dür

			Eğitim veri seti*			Test veri seti**		
Değiştirgen ikilisi	Sismik istasyon kodu	Toplam veri sayısı	Eğitim setindeki veri sayısı	Deprem	Patlatma	Test setindeki veri sayısı	Deprem	Patlatma
1	KULA	77	53	31	22	24	19	5

Tablo 4.23 (Devamı)

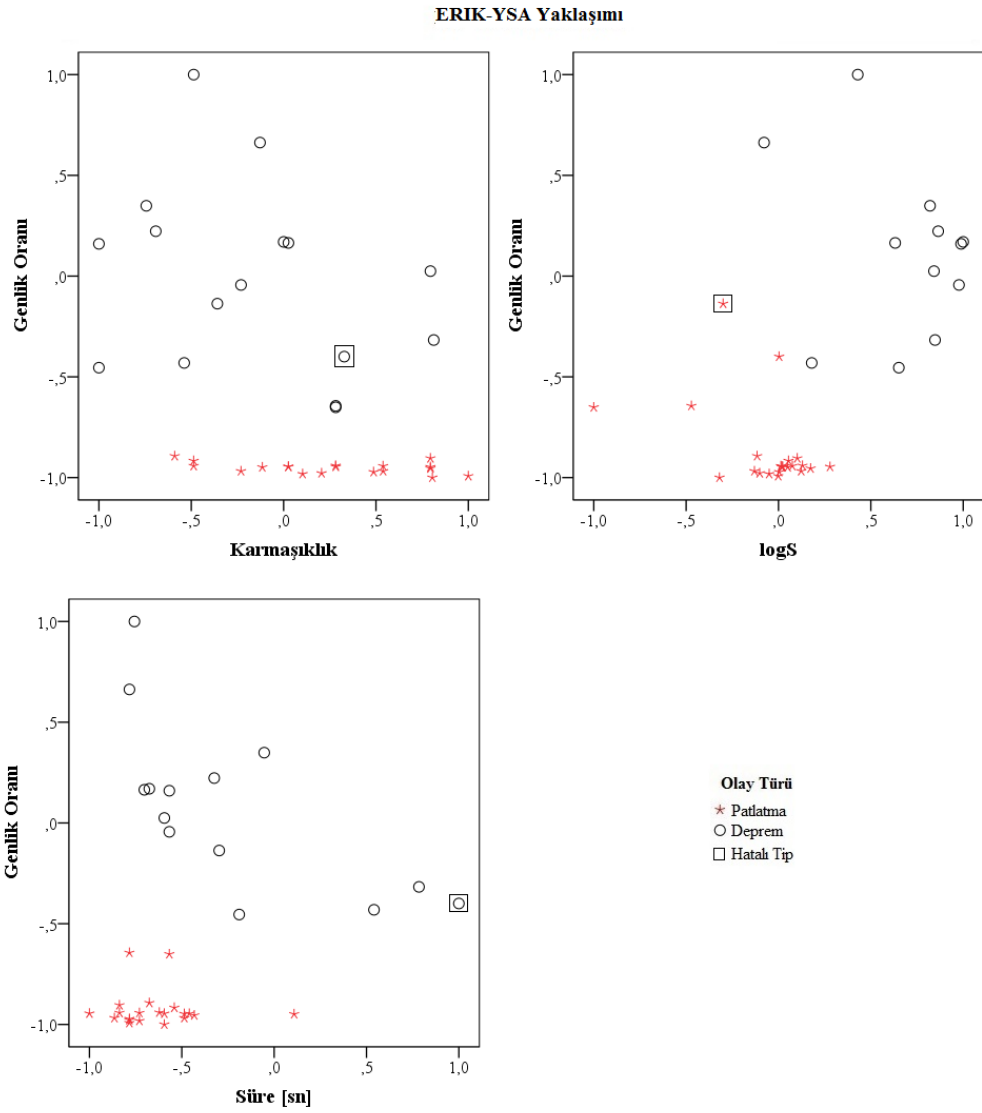
			Eğitim veri seti*			Test veri seti**		
--	--	--	-------------------	--	--	------------------	--	--

Değiştirgen ikilisi	Sismik istasyon kodu	Toplam veri sayısı	Eğitim setindeki veri sayısı	Deprem	Patlatma	Test setindeki veri sayısı	Deprem	Patlatma
2	KULA	77	53	31	22	24	19	5
3	KULA	77	53	31	22	24	19	5

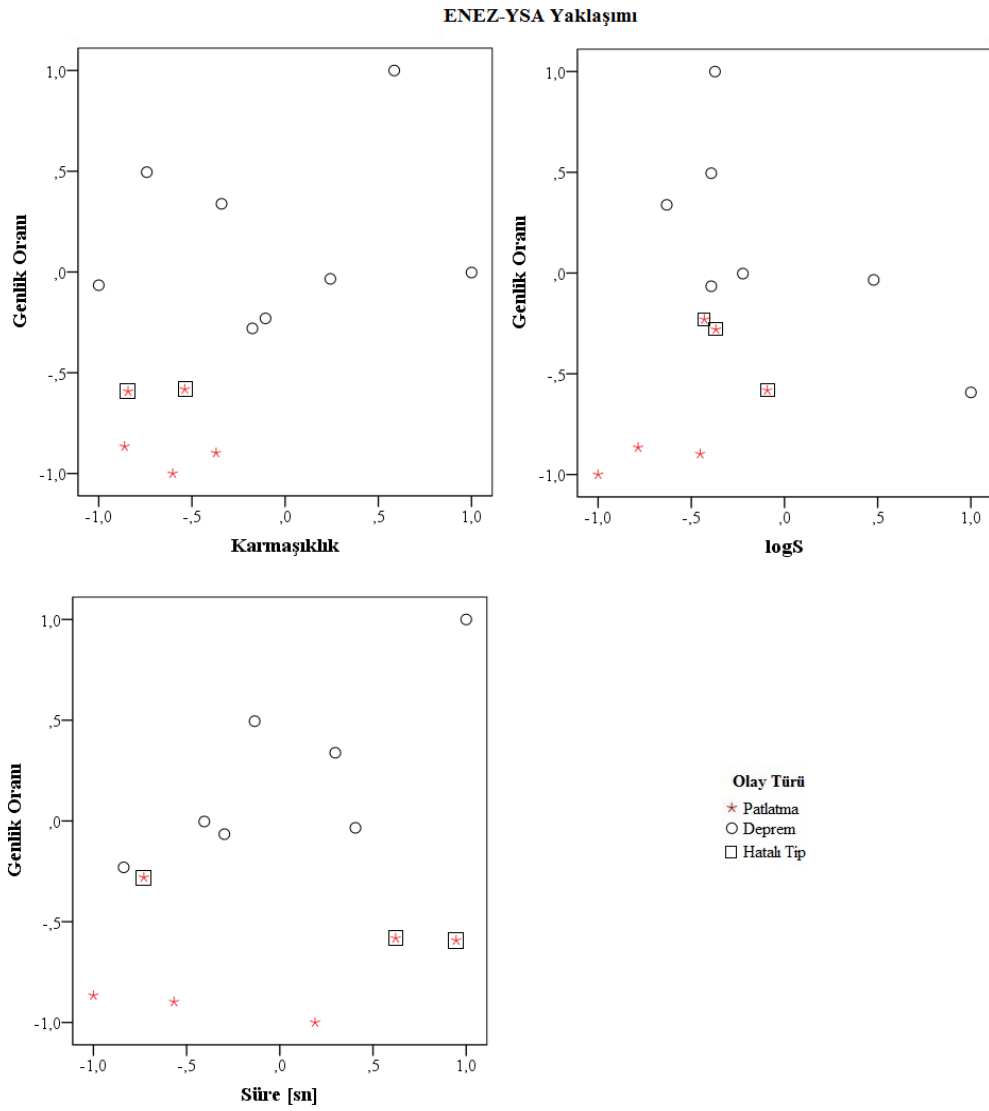
Tablo 4.24. LOD bölgesi için YSA Yaklaşımına göre modellenen EV ve TV sayısı. Burada \* Eğitim veri setindeki veri sayısının dağılımını, \*\* ise test veri setindeki veri sayısının dağılımını göstermektedir. YSA Yaklaşımı kullanılarak, LOD İstasyonuna ait veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisi değerleri görülmektedir. Edirne bölgesinde grupların sınıflandırılmasından elde edilen doğruluk yüzdeleri sırasıyla %100, %100 ve %100'dür

Değiştirgen ikilisi	Sismik istasyon kodu	Toplam veri sayısı	Eğitim veri seti*			Test veri seti**		
			Eğitim setindeki veri sayısı	Deprem	Patlatma	Test setindeki veri sayısı	Deprem	Patlatma
1	LOD	156	109	66	43	47	24	23
2	LOD	156	109	66	43	47	24	23
3	LOD	156	109	66	43	47	24	23

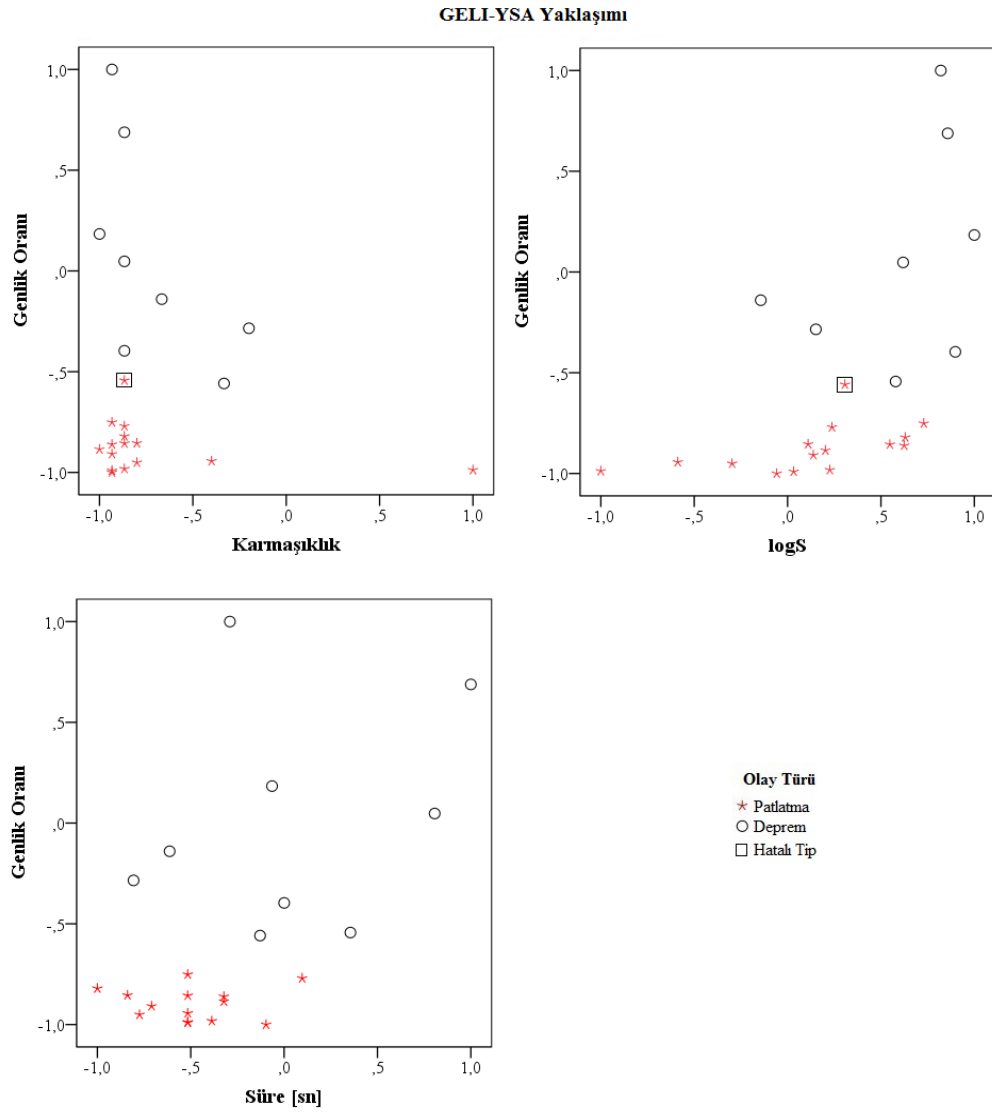
Yapay sinir ağı modellerine, Bölüm 3'te elde edilen maksimum doğruluk yüzdesini veren, minimum nöron sayısı ile karar verilmiştir. YSA Yaklaşımı uygulanarak, elde edilen hata sayısı değerlerinin bulunduğu tablolardaki, her parametre ikilisi için, SPSS programı yardımıyla, sırasıyla aşağıdaki grafikler çizdirilmiştir (SPSS, 2005). Hatalı tanımlanan sismik olaylar ise kare içerisinde gösterilmektedir (Şekil 4.22., Şekil 4.23., Şekil 4.24., Şekil 4.25., Şekil 4.26., Şekil 4.27.).



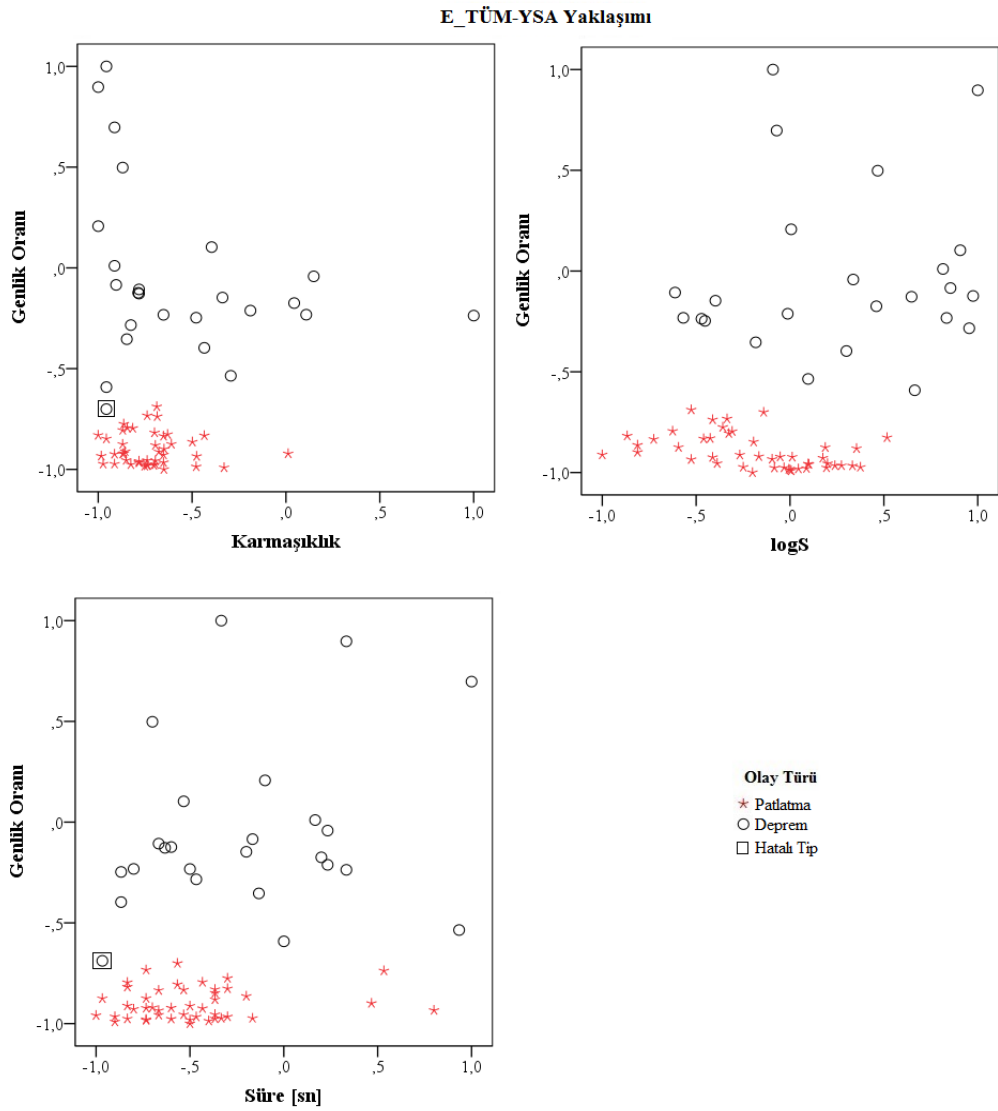
Şekil 4.22. ERIK veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre YSA Yaklaşımı kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları doğru bir şekilde üç parametre ikilisi için sırasıyla nöron sayıları 5, 5 ve 10; Doğruluk Yüzdeleri ise %97, %97 ve %97 olarak sınıflandırılmıştır



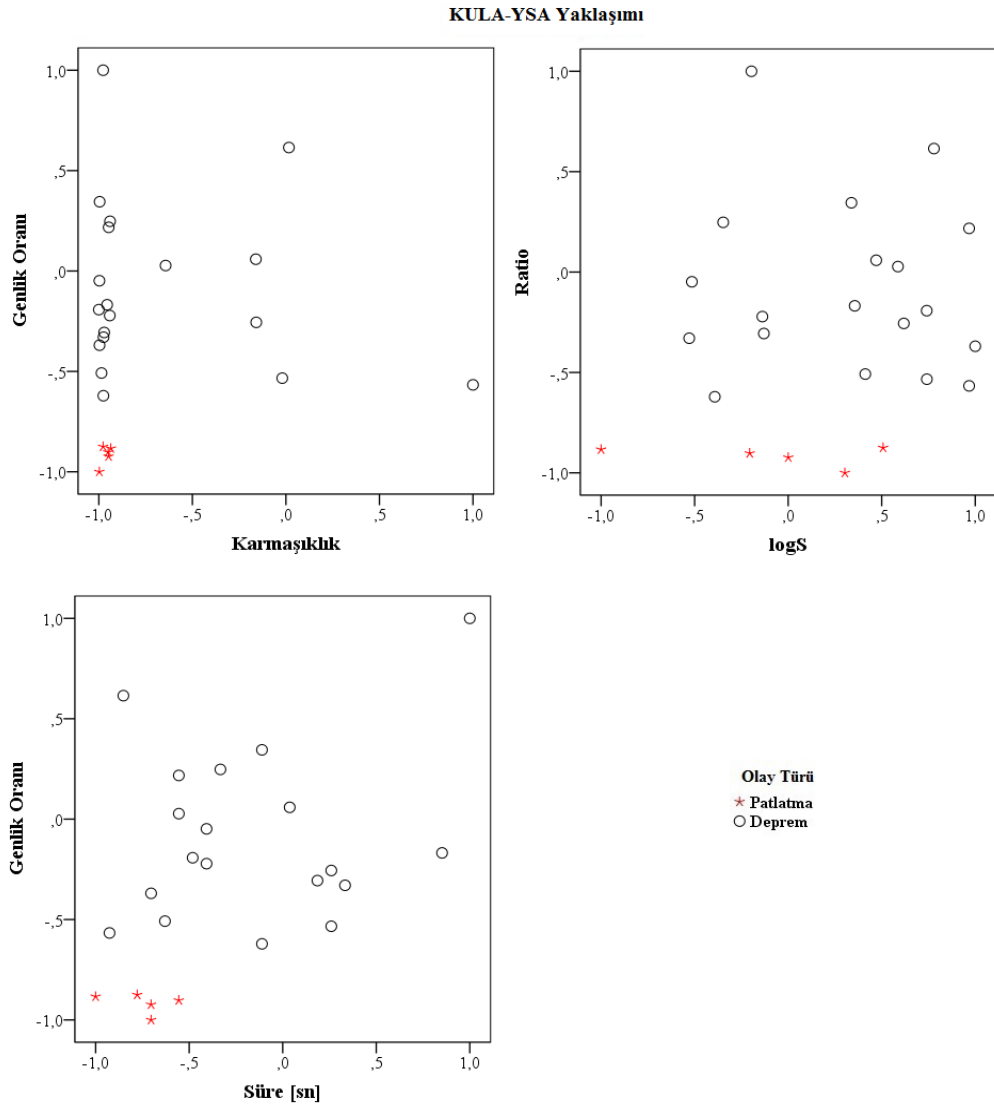
Şekil 4.23. ENEZ veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre YSA Yaklaşımı kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları doğru bir şekilde üç parametre ikilisi için sırasıyla nöron sayıları 5, 5 ve 15; Doğruluk Yüzdeleri ise %85, %77 ve %77 olarak sınıflandırılmıştır



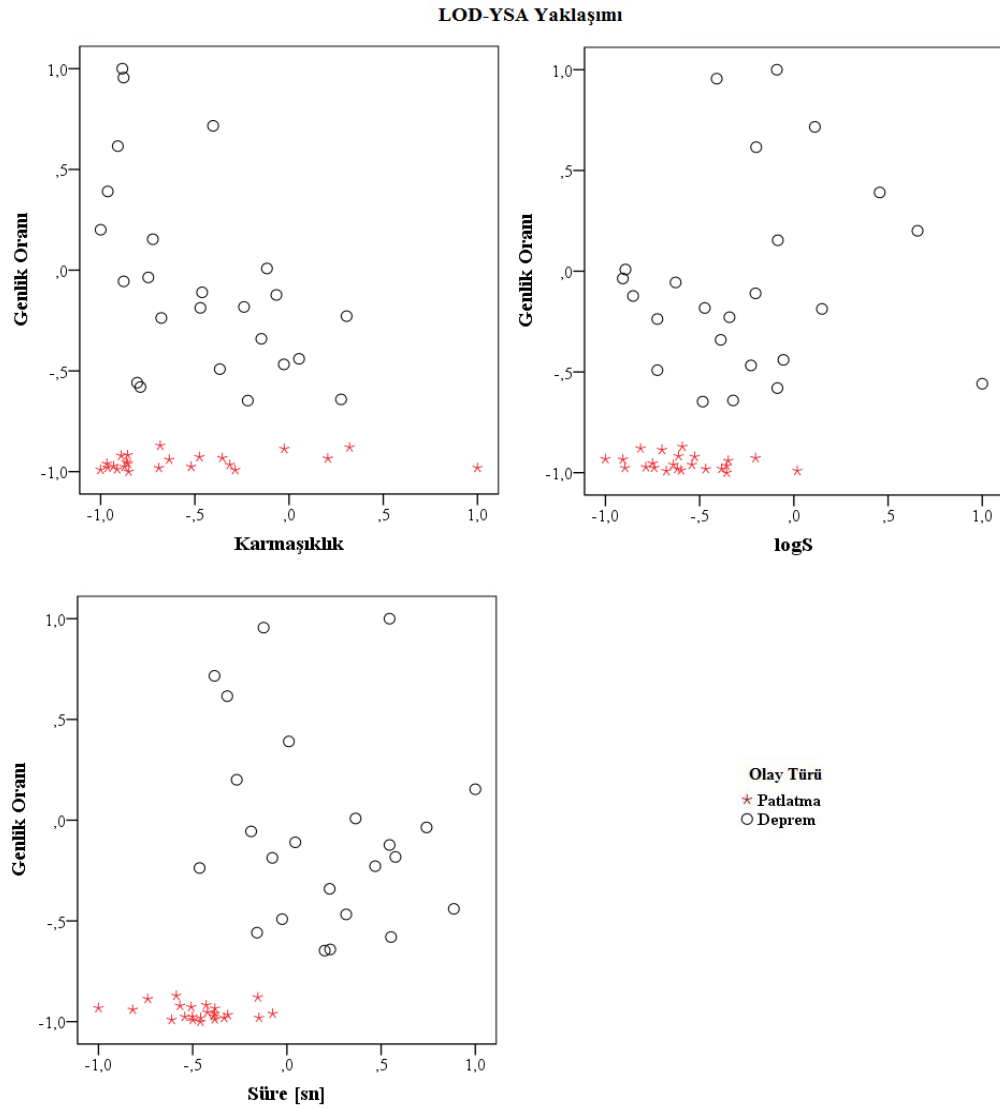
Şekil 4.24. GELI veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre YSA Yaklaşımı kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları doğru bir şekilde üç parametre ikilisi için sırasıyla nöron sayıları 5, 5 ve 5; Doğruluk Yüzdeleri ise %96, %96 ve %100 olarak sınıflandırılmıştır



Şekil 4.25. E\_TÜM veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre YSA Yaklaşımı kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları doğru bir şekilde üç parametre ikilisi için sırasıyla nöron sayıları 5, 10 ve 5; Doğruluk Yüzdeleri ise %99, %100 ve %99 olarak sınıflandırılmıştır



Şekil 4.26. KULA veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre YSA Yaklaşımı kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları doğru bir şekilde üç parametre ikilisi için sırasıyla nöron sayıları 10, 5 ve 5; Doğruluk Yüzdeleri ise %100, %100 ve %100 olarak sınıflandırılmıştır



Şekil 4.27. LOD veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre YSA Yaklaşımı kullanılarak yapılan ayırt etme analizinin sonuçları. Orijinal veri grupları doğru bir şekilde üç parametre ikilisi için sırasıyla nöron sayıları 5, 5 ve 5; Doğruluk Yüzdeleri ise %100, %100 ve %100 olarak sınıflandırılmıştır



### 4.2.3. YSA yaklaşımının ve k-katlamalı çapraz doğrulama tekniğinin bulgularının karşılaştırılması

Yukarıda gösterilen YSA Yaklaşımı ile elde edilen doğruluk yüzdesi değerlerinin k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle karşılaştırılarak, YSA yaklaşımının doğruluğuna olan güvenilirliğin artırılması amacıyla, çalışma alanına ait her bölgede bulunan sismik istasyonuna ait verilerin elde edilen doğruluk yüzdeleri değerleri MATLAB programlama dili yardımıyla sırasıyla tekrar elde edilmiştir MATLAB (2009) (Tablo 4.25., Tablo 4.26., Tablo 4.27., Tablo 4.28., Tablo 4.29., Tablo 4.30., Tablo 4.31., Tablo 4.32., Tablo 4.33., Tablo 4.34., Tablo 4.35., Tablo 4.36., Tablo 4.37., Tablo 4.38., Tablo 4.39.).

Tablo 4.25. ERIK veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle elde edilen doğruluk yüzdeleri değerlerinin, Ns'e göre değişimi

Değiştirgen ikilisi	S=((S1+S2+S3+S4+S5)/5) (%)					
	S	Ns=5	Ns=10	Ns=15	Ns=20	Ns=25
1						
	S1	96	96	96	96	91
	S2	87	96	96	96	91
	S3	100	96	96	96	96
	S4	96	91	96	100	100
	S5	100	100	96	100	100
2						
	S1	96	96	96	96	96
	S2	100	87	91	96	83
	S3	96	91	91	96	96
	S4	97	100	100	91	100
	S5	100	87	100	100	100
3						
	S1	96	87	96	96	96
	S2	100	96	91	91	96
	S3	100	100	100	100	96
	S4	100	100	96	100	100
	S5	100	100	96	100	100

Tablo 4.26. ERIK veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle elde edilen maksimum doğruluk yüzdeleri değerlerinin, Ns'e göre değişimi

Değiştirilen ikilisi	S (%)	S (%)	S (%)	S (%)	S (%)
	(Ns=5)	(Ns=10)	(Ns=15)	(Ns=20)	(Ns=25)
1	96	96	96	98	96
2	98	92	96	96	95
3	99	97	96	97	98

Tablo 4.27. ERIK veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle ve YSA yaklaşımıyla elde edilen maksimum doğruluk yüzdeleri değerlerinin Ns'e göre değişimi

Değiştirilen ikilisi	Maksimum değerler	Doğruluk yüzdesi
	k-Katlamalı Çapraz Doğrulama (S) (%)	YSA (%)
1	Ns=20 için S=98	Ns=5 için S=97
2	Ns=5 için S=98	Ns=5 için S=97
3	Ns=5 için S=99	Ns=10 için S=97

Tablo 4.28. ENEZ veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle elde edilen doğruluk yüzdeleri değerlerinin, Ns'e göre değişimi

Değiştirilen ikilisi	S=((S1+S2+S3)/3) (%)					
	S	Ns=5	Ns=10	Ns=15	Ns=20	Ns=25
1	S1	100	100	100	100	71
	S2	93	57	71	36	64
	S3	100	100	100	86	79
2	S1	100	100	100	100	100
	S2	86	86	86	86	93
	S3	100	100	100	100	100
3	S1	64	93	86	93	86
	S2	86	57	93	21	93
	S3	100	100	93	93	93

Tablo 4.29. ENEZ veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle elde edilen maksimum doğruluk yüzdeleri değerlerinin, Ns'e göre değişimi

Değiştiren ikilisi	S (%)	S (%)	S (%)	S (%)	S (%)
	(Ns=5)	(Ns=10)	(Ns=15)	(Ns=20)	(Ns=25)
1	98	86	90	74	71
2	95	95	95	95	98
3	83	83	91	69	91

Tablo 4.30. ENEZ veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle ve YSA yaklaşımıyla elde edilen maksimum doğruluk yüzdeleri değerlerinin Ns'e göre değişimi

Değiştiren ikilisi	Maksimum değerler	Doğruluk yüzdesi
	k-Katlamalı Çapraz Doğrulama (S) (%)	YSA (%)
1	Ns=5 için S=98	Ns=5 için S=85
2	Ns=25 için S=98	Ns=5 için S=77
3	Ns=15 için S=91	Ns=15 için S=77

Tablo 4.31. GELI veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle elde edilen doğruluk yüzdeleri değerlerinin, Ns'e göre değişimi

Değiştiren ikilisi	S=((S1+S2+S3)/3) (%)					
	S	Ns=5	Ns=10	Ns=15	Ns=20	Ns=25
1	S1	96	100	92	92	92
	S2	100	96	100	100	100
	S3	85	96	92	100	88
2	S1	81	85	77	81	92
	S2	100	100	100	96	100
	S3	88	92	100	100	88
3	S1	100	96	100	100	100
	S2	96	100	100	96	100
	S3	100	96	88	96	88

Tablo 4.32. GELİ veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle elde edilen maksimum doğruluk yüzdeleri değerlerinin, Ns'e göre değişimi

Değiştirilen ikilisi	S (%)	S (%)	S (%)	S (%)	S (%)
	(Ns=5)	(Ns=10)	(Ns=15)	(Ns=20)	(Ns=25)
1	94	97	95	97	93
2	90	92	92	92	93
3	99	97	96	97	96

Tablo 4.33. GELİ veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle ve YSA yaklaşımıyla elde edilen maksimum doğruluk yüzdeleri değerlerinin Ns'e değişimi

Değiştirilen ikilisi	Maksimum değerler	Doğruluk yüzdesi
	k-Katlamalı Çapraz Doğrulama (S) (%)	YSA (%)
1	Ns=10 için S=97	Ns=5 için S=96
2	Ns=25 için S=93	Ns=5 için S=96
3	Ns=5 için S=99	Ns=5 için S=100

Tablo 4.34. KULA veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle elde edilen doğruluk yüzdeleri değerlerinin, Ns'e göre değişimi

Değiştirilen ikilisi	S=((S1+S2+S3+S4+S5+S6+S7)/7)					
	S	Ns=5	Ns=10	Ns=15	Ns=20	Ns=25
1	S1	100	100	100	100	91
	S2	100	100	100	100	100
	S3	100	91	91	91	100
	S4	100	100	100	100	100
	S5	100	100	100	100	100
	S6	100	100	100	100	100
	S7	100	100	100	100	100
2	S1	100	100	100	100	100
	S2	100	100	100	100	100
	S3	91	91	91	100	91
	S4	100	100	100	100	100
	S5	100	100	100	100	100

Tablo 4.34. (Devamı)

Değiştirgen ikilisi	S=((S1+S2+S3+S4+S5+S6+S7)/7)					
	S	Ns=5	Ns=10	Ns=15	Ns=20	Ns=25
3	S6	100	100	100	100	100
	S7	100	100	82	100	100
	S1	100	100	100	100	100
	S2	100	100	100	100	100
	S3	100	100	100	100	100
	S4	100	100	100	100	100
	S5	100	100	100	73	91
S6	100	100	100	100	100	
S7	100	82	91	100	91	

Tablo 4.35. KULA veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle elde edilen maksimum doğruluk yüzdeleri değerlerinin, Ns'e göre değişimi

Değiştirgen ikilisi	S (%)				
	(Ns=5)	(Ns=10)	(Ns=15)	(Ns=20)	(Ns=25)
1	100	99	99	99	99
2	99	99	96	100	99
3	100	97	99	96	97

Tablo 4.36. KULA veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle ve YSA yaklaşımıyla elde edilen maksimum doğruluk yüzdeleri değerlerinin Ns'e göre değişimi

Değiştirgen ikilisi	Maksimum değerler	
	k-Katlamalı Çapraz Doğrulama (S)(%)	Doğrululuk yüzdesi YSA (%)
1	Ns=5 için S=100	Ns=10 için S=100
2	Ns=20 için S=100	Ns=5 için S=100
3	Ns=5 için S=100	Ns=5 için S=100

Tablo 4.37. LOD veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle elde edilen doğruluk yüzdeleri değerlerinin, N<sub>s</sub>'e göre değişimi

Değiştirgen ikilisi	S=((S1+S2+S3)/3) (%)					
	S	N <sub>s</sub> =5	N <sub>s</sub> =10	N <sub>s</sub> =15	N <sub>s</sub> =20	N <sub>s</sub> =25
1	S1	100	100	100	100	96
	S2	100	96	100	100	100
	S3	94	98	94	94	94
2	S1	100	100	100	100	94
	S2	100	98	98	98	100
	S3	96	96	96	96	92
3	S1	100	100	98	100	100
	S2	100	96	96	96	96
	S3	96	98	98	96	96

Tablo 4.38. LOD veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle elde edilen maksimum doğruluk yüzdeleri değerlerinin, N<sub>s</sub>'e değişimi

Değiştirgen ikilisi	S (%)	S (%)	S (%)	S (%)	S (%)
	(N <sub>s</sub> =5)	(N <sub>s</sub> =10)	(N <sub>s</sub> =15)	(N <sub>s</sub> =20)	(N <sub>s</sub> =25)
1	98	98	98	98	97
2	99	98	98	98	95
3	99	98	97	97	97

Tablo 4.39. LOD veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle ve YSA yaklaşımıyla elde edilen maksimum doğruluk yüzdeleri değerlerinin N<sub>s</sub>'e göre değişimi

Değiştirgen ikilisi	Maksimum değerler	Doğruluk yüzdesi
	k-Katlamalı Çapraz Doğrulama (S) (%)	YSA (%)
1	N <sub>s</sub> =5 için S=98	N <sub>s</sub> =5 için S=100
2	N <sub>s</sub> =5 için S=99	N <sub>s</sub> =5 için S=100
3	N <sub>s</sub> =5 için S=99	N <sub>s</sub> =5 için S=100

#### 4.2.4. DAF yönteminin ve YSA yaklaşımının bulgularının karşılaştırılması

DAF Yöntemi ve YSA Yaklaşımı ile elde edilen doğruluk yüzdesi sonuçları Edirne, Manisa ve Ankara çalışma bölgeleri için ayrı ayrı, her üç parametre ikilisine göre aşağıdaki tablolarda karşılaştırılmaktadır (Tablo 4.40., Tablo 4.41., Tablo 4.42., Tablo 4.43., Tablo 4.44., Tablo 4.45.).

Tablo 4.40. ERIK veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi ve YSA Yaklaşımı ile saptanan Doğruluk Yüzdesi sonuçlarının karşılaştırılması

Değiştirgen ikilisi	Yöntem / Yaklaşım	Doğruluk Yüzdesi (%)
1	DAF	97
	YSA	97
2	DAF	97
	YSA	97
3	DAF	97
	YSA	97

Tablo 4.41. ENEZ veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi ve YSA Yaklaşımı ile saptanan Doğruluk Yüzdesi sonuçlarının karşılaştırılması

Değiştirgen ikilisi	Yöntem / Yaklaşım	Doğruluk Yüzdesi (%)
1	DAF	95
	YSA	85
2	DAF	98
	YSA	77
3	DAF	98
	YSA	77

Tablo 4.42. GELİ veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi ve YSA Yaklaşımı ile saptanan Doğruluk Yüzdesi sonuçlarının karşılaştırılması

Değiştirgen ikilisi	Yöntem / Yaklaşım	Doğruluk Yüzdesi (%)
1	DAF	92
	YSA	96
2	DAF	90
	YSA	96
3	DAF	96
	YSA	100

Tablo 4.43. E\_TÜM veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi ve YSA Yaklaşımı ile saptanan Doğruluk Yüzdesi sonuçlarının karşılaştırılması

Değiştirgen ikilisi	Yöntem / Yaklaşım	Doğruluk Yüzdesi (%)
1	DAF	95
	YSA	99
2	DAF	94
	YSA	100
3	DAF	97
	YSA	99



Tablo 4.44. KULA veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi ve YSA Yaklaşımı ile saptanan Doğruluk Yüzdesi sonuçlarının karşılaştırılması

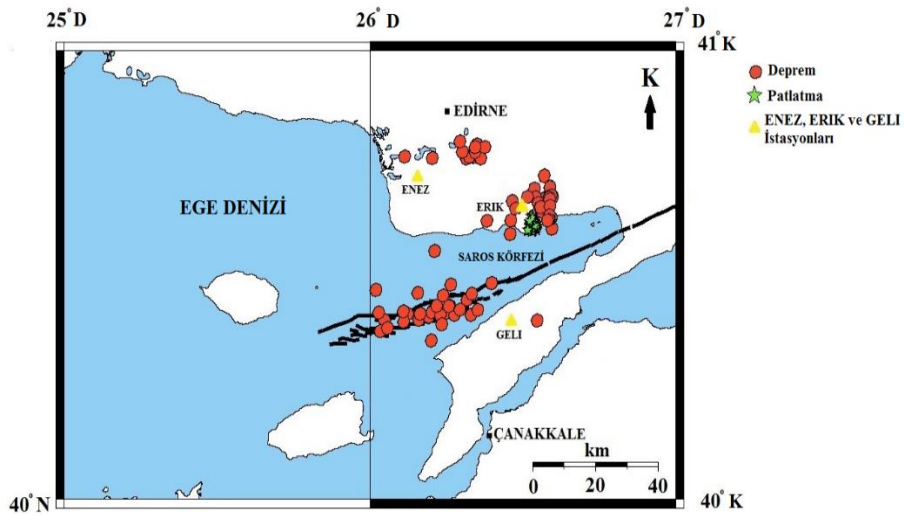
Değiştirgen ikilisi	Yöntem / Yaklaşım	Doğruluk Yüzdesi (%)
1	DAF	94
	YSA	100
2	DAF	94
	YSA	100
3	DAF	90
	YSA	100

Tablo 4.45. LOD veri seti için 1: Genlik Oranı-Karmaşıklık, 2: Genlik Oranı-logS ve 3: Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF Yöntemi ve YSA Yaklaşımı ile saptanan Doğruluk Yüzdesi sonuçlarının karşılaştırılması

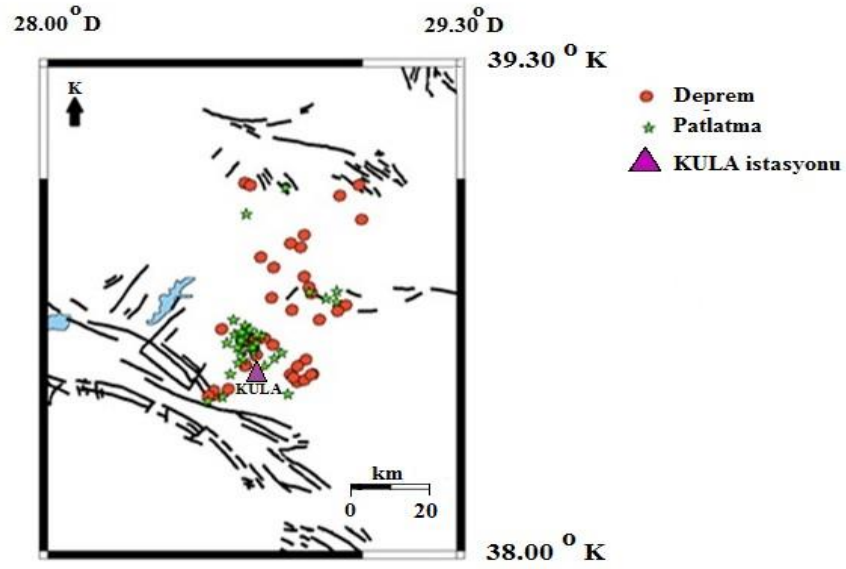
Değiştirgen ikilisi	Yöntem / Yaklaşım	Doğruluk Yüzdesi (%)
1	DAF	94
	YSA	100
2	DAF	92
	YSA	100
3	DAF	94
	YSA	100

#### 4.2.5. Çalışma alanında ayırt edilen depremler ve patlatmalar

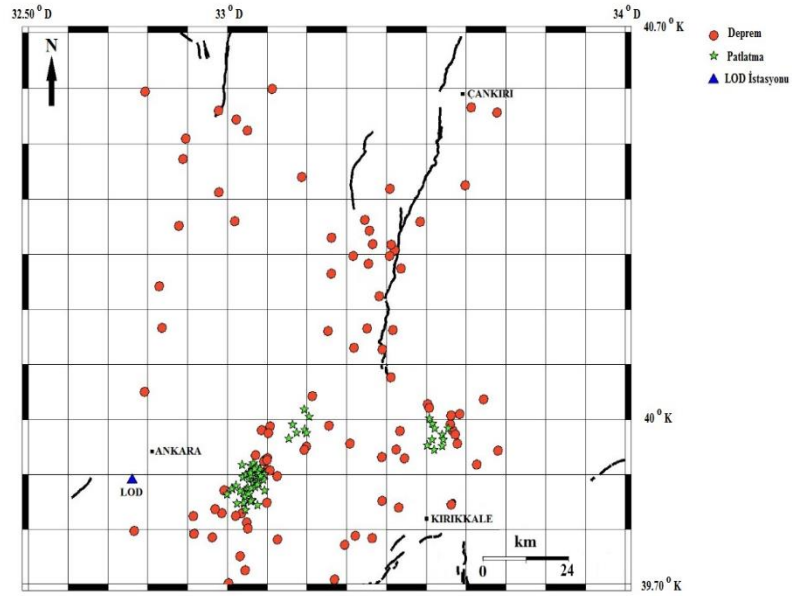
Edirne, Manisa ve Ankara çalışma bölgelerine ait sismik istasyonları, depremleri ve patlatmaları gösteren haritalar Şekil 4.28., Şekil 4.29. ve Şekil 4.30.'da görülmektedir. Her çalışma bölgesine ait depremlerin ve patlatmaların birlikte çizdirildiği haritalar aşağıda verilmektedir.



Şekil 4.28. Çalışma bölgesi Edirne'deki (40.00-41.00°K ve 25.00-27.00°D) ERIK, ENEZ ve GELI istasyonlarında kaydedilen depremlerin ve patlatmaların gösterimi (GMT çizim programı yardımıyla çizdirilmiştir). Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasında çalışma alanında meydana gelen,  $M \leq 3.5$  olan sismik olayların ve ENEZ, ERIK ve GELI istasyonlarının lokasyonları ([www.koeri.boun.edu.tr](http://www.koeri.boun.edu.tr))'den, faylar ise Şaroğlu ve arkadaşları (1992), Emre ve arkadaşlarından (2013) alınmıştır



Şekil 4.29. Çalışma bölgesi Manisa'daki (38.00-39.30°K ve 28.00-29.30°D) KULA istasyonlarında kaydedilen depremlerin ve patlatmaların gösterimi (GMT çizim programı yardımıyla çizdirilmiştir). Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasında çalışma alanında meydana gelen,  $M \leq 3.5$  olan sismik olayların ve KULA istasyonunun lokasyonları ([www.koeri.boun.edu.tr](http://www.koeri.boun.edu.tr))'den, faylar ise Şaroğlu ve arkadaşları (1992), Emre ve arkadaşlarından (2013) alınmıştır



Şekil 4.30. Çalışma bölgesi Ankara'daki (39.70-40.70°K ve 32.50-34.00°D) LOD istasyonlarında kaydedilen depremlerin ve patlatmaların gösterimi (GMT çizim programı yardımıyla çizdirilmiştir). Mayıs 2009-Şubat 2014 tarihleri arasında çalışma alanında meydana gelen,  $M \leq 3.5$  olan sismik olayların ve LOD istasyonunun lokasyonları ([www.koeri.boun.edu.tr](http://www.koeri.boun.edu.tr))'den, faylar ise Şaroğlu ve arkadaşları (1992), Emre ve arkadaşlarından (2013) alınmıştır

Bu bölümde, elde edilen sonuçlara göre, DAF Yönteminin ve YSA Yaklaşımının doğruluk yüzdesi değerleri Tablo 4.40., Tablo 4.41., Tablo 4.42., Tablo 4.43., Tablo 4.44. ve Tablo 4.45. üzerinde gösterilmektedir. Böylece bu yöntemin ve yaklaşımın başarısı, 5. Bölüm'de yapılacak olan karşılaştırmanın sonucuna göre ortaya çıkmış olacaktır. Sonuçlar birbiriyle karşılaştırıldıktan sonra yorumlanacaktır.

## **BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ**

Bu bölümde çalışma bölgelerindeki veri setlerine uygulanmış olan, DAF Yönteminin ve YSA Yaklaşımının başarısı hakkında, sonuçlar değerlendirilmektedir.

Çalışmadan elde edilmiş olan doğruluk yüzdesi sonuçlarına göre, DAF Yöntemi ve YSA Yaklaşımı, depremleri ve patlatmaları birbirinden ayırmada başarılı sonuçlar vermiştir. Elde edilen doğruluk yüzdesi değerlerine göre DAF Yönteminin ve YSA Yaklaşımının birbirine göre çok büyük bir üstünlüğü görülmemiştir.

Bu çalışmada çalışma alanını oluşturan bölgeleri Edirne (40.00-41.00°K enlemleri ile 25.00-27.00°D boylamları), Manisa (38.00-39.30°K enlemiyle 28.00-29.30°D boylamı) ve Ankara (39.70-40.70°K enlemleri ile 32.50-34.00°D boylamları) olacak şekilde üç kısma ayırabiliriz.Çalışmada Mayıs 2009-Haziran 2013 tarihleri arasında sırasıyla ERIK, ENEZ, GELI, KULA ve LOD sismik istasyonlarında kaydedilen, büyüklüğü  $ML \leq 3.5$  olan sismik olaylar incelenmiştir. Kullanılan veri setleri ERIK, ENEZ, GELI, E\_TÜM, KULA ve LOD olarak isimlendirilmiş olup, veri sayıları sırasıyla 115, 42, 78, 235, 77 ve 156 adettir. Edirne, Manisa ve Ankara çalışma bölgeleri için, KRDAE-BTDİM'den başlangıçta alınan sismik olaylara ait veri sayıları sırasıyla 459, 228 ve 801 olup, toplam olarak 1488 adettir, fakat uygulamada sismik izin iyi kaydedilmemesi vb. nedenlerden dolayı bu verilerin bir kısmı değerlendirmeye alınmamıştır. Böylelikle bu çalışmada, her çalışma bölgesine ait sismik kataloglardaki verilerin % 47'si, DAF Yöntemi ve YSA Yaklaşımı için kullanılmıştır.

Bu çalışma DAF Yönteminin ve YSA Yaklaşımının birlikte ilk kez uygulanarak, depremlerin ve patlatmaların başarılı bir şekilde birbirinden ayırt edildiği ilk tez çalışmasıdır.

KRDAE-UDİM'den alınan sismik kataloglara ait sismik olaylar birtakım hazırlık aşamalarından geçirildikten sonra, DAF Yöntemi ve YSA Yaklaşımı için kullanılacak olan veri setleri hazırlanmıştır. Bu veri setlerine klasik normalizasyon işlemi uygulanmıştır. Ardından yöntemde ve yaklaşımda kullanılacak olan parametrelere karar verilmiştir. Üç adet değiştirgen ikilisi (Genlik Oranı-Karmaşıklık, Genlik Oranı-logS ve Genlik Oranı-Süre) oluşturularak, veri setlerine önce DAF Yöntemi uygulanmıştır.

Ardından aynı veri seti YSA Yaklaşımı için, yöntemin kuralları doğrultusunda düzenlenmiştir. Daha sonra oluşturulacak olan yapay sinir ağı modelini temsil edecek olan nöron sayısı belirlenmeden önce, kullanılacak olan öğrenme algoritmasına karar verilmiştir. Yaygın kullanımı ve güvenilir olması nedeniyle İleri Beslemeli-Geri Yayılımlı Öğrenme Algoritması seçilerek, katman sayısı 2 olarak MATLAB yardımıyla YSA Yaklaşımı uygulanmıştır (MATLAB, 2009). Maksimum doğruluğu veren, minimum nöron sayısı seçilmiştir. Daha sonra her çalışma bölgesini, ayrı ayrı temsil eden parametre ikilileri için, doğruluk yüzdesi değerleri belirlenmiştir. Her çalışma bölgesi için k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniği uygulanarak elde edilen doğruluk yüzdesi değerleri, YSA Yaklaşımı sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Birbiriyle uyumlu olduğu görülen sonuçlar, YSA Yaklaşımının bir kez daha başarılı olduğunu göstermiştir.

DAF Yöntemiyle ve YSA Yaklaşımıyla elde edilen doğruluk yüzdesi sonuçları, birbirine göre yorumlanmıştır. Her ikisinin de çok başarılı olduğu ve birbirine göre üstünlüğünün olmadığı tespit edilmiştir. Her iki yöntem de depremleri ve patlatmaları birbirinden başarılı bir şekilde ayırmaktadır.

Bu tez çalışmasında kullanılan DAF Yöntemi ve YSA Yaklaşımı, yerbilimlerinde yapılan araştırmalarda 1990lı yıllarda kullanılmaya başlanmıştır (Baumgardt ve Young, 1990, Dowla ve ark., 1990). Ancak bu alanda yapılan çalışmalarda DAF Yöntemi diğer yaklaşıma göre daha fazla tercih edilmiştir (Baumgardt ve Young, 1990; Wüster, 1993; Horasan ve ark., 2006; Korrat et al., 2008; Horasan ve ark., 2009; Deniz, 2010; Kalafat, 2010; Kartal, 2010; Kekovalı ve ark., 2010; Kekovalı ve ark., 2012a; Kekovalı ve ark., 2012b; Ögütçü ve ark., 2010; Küyük ve ark., 2011b; Küyük ve ark., 2014; Ataeva ve ark., 2017; Yavuz ve ark., 2018; Badawy ve ark., 2019; Ceydilek ve Horasan, 2019; Naserieh ve ark., 2019; Yavuz, 2021). Bu alanda YSA Yaklaşımının kullanımının hız kazanması ise daha yavaş durumdadır (Dowla ve ark., 1990; Gitterman ve ark., 1998; Küyük ve ark., 2009; Küyük ve ark., 2010; Küyük ve ark., 2011a; Yıldırım ve ark., 2011; Küyük ve ark., 2012; Tan ve ark., 2021a; Tan ve ark., 2021b). Bunun nedeni ise yerbilimleri araştırmalarında, YSA Yaklaşımının daha az araştırmacı tarafından kullanılmasından kaynaklanabileceği söylenebilmektedir.

Depremler ve patlatmalar birbirinden ayırt edilirken, histogramlar yardımıyla sadece güne ve saate göre karşılaştırmak yeterli gelmemektedir. Bu yüzden düşey bileşen hız sismogramı ve spektrumu da kullanılmaktadır. Bunun nedeni ise patlatma ve deprem datasını ayırmada çok önemli farklılıklar göstermeleridir. Veriye DAF Yöntemi ve YSA Yaklaşımı uygulanmadan önce, sinyalin genliğine göre de depremler ve patlatmalar birbirinden ayırt edilmeye çalışılmıştır. Patlatma sismogramına bakıldığında, Primer dalga amplitüdünün depreminkinden daha baskın olduğu gözlenmektedir. Ayrıca sinyal üzerinde ilk hareketin yönünün yukarı doğru olduğu da görülmektedir (Şekil 4.4, Şekil 4.5., Şekil 4.6). Bu çalışmada kullanılan sismik olayların spektrumları diğer bir deyişle frekans içerikleri Şekil 4.7. ve Şekil 4.9'da görülmektedir. Sismogramların ve spektrumların görüntüleri incelendiğinde, depremlerinkine göre, patlatmaların genliklerinin daha düşük ve frekanslarının da daha yüksek ve baskın olduğu görülmektedir.

Ayrıca maden ve taşocaklarındaki patlatmalarda kullanılan patlayıcıların büyüklüğü ile meydana gelen sismik olayın büyüklüğü arasında doğru orantılı bir ilişki olduğu gözlemlenmektedir (Kim ve ark., 1998).

Fakat sadece sismogramları ve spektrumları incelemek, depremleri ve patlatmaları net bir şekilde birbirinden ayırt etmek için yeterli olmamaktadır. Bu nedenle bu çalışmada her bölge için, birbirinden farklı olan üç adet parametre ikilileri hesaplanmıştır. Ardından bu parametre ikilileri arasındaki dağılım incelenmiştir. Bu parametreler en büyük Sekonder dalganın amplitüdünün en büyük Primer dalganın amplitüdüne oranı (Genlik Oranı), sinyalin iki zaman penceresindeki güçlerinin oranı (Karmaşıklık), maksimum S dalgasının genliğinin logaritmik değeri (logS) ve total sinyal süresi (Süre) şeklinde saptanmıştır. İncelenen parametre ikilileri ise Genlik Oranı-Karmaşıklık, Genlik Oranı-logS ve Genlik Oranı-Süre'dir. Her çalışma bölgesinde kullanılan farklı istasyon verilerine göre, DAF Yöntemiyle elde edilen katsayıların ve doğruluk yüzdelerinin değerleri değişmektedir.

Tüm çalışma içerisinde en düşük veri sayısına (42 adet) sahip olan ENEZ sismik istasyonu için YSA Yaklaşımı ile elde edilen doğruluk yüzdesi değerleri Genlik Oranı-Karmaşıklık, Genlik Oranı-logS ve Genlik Oranı-Süre parametre ikilileri için sırasıyla %85, %77 ve %77 olup, düşük değerler elde edilmiştir. Bunun nedeni ise YSA Yaklaşımı için kullanılan tüm veri setinin % 30'unun içerisinde rastgele seçilen test verisi setindeki veri sayısının da düşük olmasıdır. Geri kalan diğer sismik istasyonlara ait olan test verisi setindeki veri sayısının yüksek olması nedeniyle, YSA Yaklaşımıyla elde edilen doğruluk yüzdesi değerleri ise %92 ile %100 arasında olup, oldukça yüksek değerlere sahiptir. YSA Yaklaşımıyla elde edilen en yüksek DY değerleri %100 olarak, Genlik Oranı-logS parametre ikilisine göre E\_TÜM veri seti, Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre GELI veri seti ve Genlik Oranı-Karmaşıklık, Genlik Oranı-logS ve Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre de KULA ve LOD veri setleri kullanılarak elde edilmiştir.



DAF Yöntemiyle elde edilen doğruluk yüzdesi değerlerinde, YSA 'daki gibi veri setindeki veri sayısının bir ilişkisinin olmadığı gözlenmiştir. Tüm çalışma bölgeleri için DAF Yöntemiyle elde edilen doğruluk yüzdesi değerleri ise %90 ile %98 arasında olup, tüm çalışma bölgelerine ait olan tüm veri setleri için de yüksek değerler olarak kabul edilmektedir. Bunun diğer bir nedeni ise, bu yöntemde veri setlerindeki verilerin tamamının kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca tüm çalışma bölgeleri için YSA Yaklaşımıyla elde edilen doğruluk yüzdesi değerleri ise %77 ile %100 arasında olup, tüm çalışma bölgelerine ait olan tüm veri setleri için de yüksek değerler olarak kabul edilmektedir.

Ayrıca tüm parametre ikilileri için DAF Yöntemi ile elde edilen doğruluk yüzdesi sonuçları kullanılarak çizdirilen grafiklerde, deprem ve patlatma bölgesini ikiye ayıran doğrusal çizgi, elde edilen doğrusal fonksiyonu göstermektedir. Bahsedilen bu grafiklerde depremleri ve patlatmaları birbirinden ayıran bu fonksiyon yorumlanacak olursa, hatalı verinin veya verilerin söz konusu olan doğrusal çizginin diğer tarafına geçtiği ya da tam olarak çizginin üzerinde kaldığı gözlemlenmektedir (Şekil 4.16., Şekil 4.17., Şekil 4.18., Şekil 4.19., Şekil 4.20., Şekil 4.21.).

Aynı zamanda YSA Yaklaşımıyla elde edilen doğruluk yüzdesi değerleri, k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle elde edilen doğruluk yüzdesi değerlerine yakın olup, başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Böylelikle YSA Yaklaşımında kullanılan tüm veri setlerindeki verilerin sağlıklı olduğu kanıtlanmış olmaktadır. k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniğiyle elde edilen maksimum doğruluk yüzdesi değerleri ile bu çalışmada kullanılan maksimum doğruluk yüzdesi değerleri birbirine oldukça yakındır (Tablo 4.28., Tablo 4.31., Tablo 4.34., Tablo 4.37., Tablo 4.40.). k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniği, bu çalışmada kullanılan YSA Yaklaşımının doğruluğunun da teyit edilmesi amacıyla kullanıldığı gibi, istatistikte kullanılmaktadır. Maksimum değerlere karşılık gelen  $N_s$  değerlerinin her iki yöntemde göre farklı çıkması önemli değildir. Önemli olan her iki yöntemden saptanan  $DY$  değerlerinin birbirine yakın ve yüksek olmasıdır.

Ayrıca dataya k-Katlamalı Çapraz Doğrulama Tekniği uygulanarak da makul sonuçlar elde edilmiştir (James ve ark., 2017). Böylece YSA Yaklaşımı bir kez daha doğrulanmıştır.

Ayrıca nöron sayısı YSA Yaklaşımı için çok önemli bir değer olup, yapay sinir ağının topolojisinin oluşturulmasında büyük önem taşımaktadır. YSA Yaklaşımında nöron sayısının doğru bir şekilde tespit edilmesi, oluşturulacak yapay sinir ağı modeli için önemli olan ilk aşamayı oluşturmaktadır. Bu nedenle yaklaşımda kullanılacak olan nöron sayıları arasındaki artış miktarına ve nöron sayılarının kaç tane olacağına, uygulama öncesinde çok iyi karar verilmelidir.

YSA Yaklaşımı uygulanırken, eğitim sırasında determinasyon katsayısı değerleri öğrenme süreci hakkında kolayca karar vermemizi sağlayan bir parametredir. Determinasyon katsayısı değeri 1'e yaklaşıncaya durdurulan iterasyon ile eğitim işlemi bitirilerek, test işlemine başlanmaktadır. Aslında determinasyon katsayısı, YSA Yaklaşımı için bir durdurma kriteri gibidir. Tüm işlemlerin tanımlanmasının ardından, ağ modelini temsil edecek olan, tek bir nöron sayısına karar verilecektir. Bunun için de yaklaşımdan elde edilen hata sayısına bağlı olarak, doğruluk yüzdesi değerleri tespit edilmektedir. Elde edilen nöron sayısını, determinasyon katsayısını, hata sayısını ve doğruluk yüzdesini gösteren tabloların yardımıyla, minimum nöron sayısına karşılık gelen maksimum doğruluk yüzdesi değeri seçilerek, başarılı bir şekilde yapay sinir ağı modeline karar verilmektedir. Bu nedenle tabloların hazırlanması aşamasında, büyük bir dikkat ve hassasiyet gerekmektedir. Ayrıca doğruluk yüzdesi en yüksek olan en düşük nöron sayısına sahip olan YSA modeli kullanılarak yapay sinir ağı eğitilmektedir. Bunun nedeni ise düşük nöron sayısına sahip olan ağ yapısının daha az ezberlemesi ve daha az karmaşık durumda olmasıdır. Ayrıca ilk ulaşılan maksimum doğruluk değerine göre nöron sayısına karar verilmiş olmaktadır. Bu durum ise YSA Yaklaşımına göre, her çalışma bölgesi için, ayrı ayrı belirlenen her üç parametre ikilisi kullanılarak saptanmaya çalışılan determinasyon katsayısının 1'e yakın olduğu, en az karmaşık ağ yapısını ifade eden, nöron sayısının en az ve doğruluk yüzdesinin en yüksek olduğu durumu ifade etmektedir.

Bununla birlikte, farklı parametreler için DAF Yöntemi ve YSA Yaklaşımıyla ile saptanan DY değerleri karşılaştırıldığında, YSA Yaklaşımının, DAF Yöntemi kadar yüksek doğruluk değerine sahip olduğu görülmektedir. YSA Yaklaşımı uygulamasından önceki ön-çalışma sırasında,  $N_s$ 'e doğru karar verilmesi, büyük önem taşımaktadır. Çünkü bu karar, yaklaşımın doğruluk yüzdesi değerini önemli ölçüde etkileyecektir (Tablo 4.40., Tablo 4.41., Tablo 4.42., Tablo 4.43., Tablo 4.44., Tablo 4.45.).

Ayrıca tüm parametre ikilileri için YSA Yaklaşımı ile elde edilen doğruluk yüzdesi sonuçları kullanılarak çizdirilen ve hatalı veriye sahip olan grafiklerde dikkat çekici bir durum söz konusudur. Bahsedilen bu grafiklerdeki hatalı değerlerin, depremlerin ve patlatmaların birbirinden ayrıldığı geçiş bölgesinde olduğu gözlemlenebilmektedir (Şekil 4.22., Şekil 4.23., Şekil 4.24., Şekil 4.25., Şekil 4.26., Şekil 4.27.).

Ayrıca yurtiçindeki ve yurtdışındaki literatüre bakıldığında, farklı çalışma alanlarında DAF Yönteminin ve YSA Yaklaşımının patlatmaları ve depremleri birbirinden ayırt etmek için oldukça fazla tercih edildiği gözlenmektedir. Ceydilek ve Horasan (2019) Manisa'daki (Türkiye) sismik olayları ayırmada, DAF yöntemini kullanmışlardır. Bu çalışmada AKHS, BLN, CAM ve KTT istasyonlarının kayıt ettiği sismik olay kayıtları incelenmiştir. Genlik Oranı-logS değiştirgen ikilisini kullanarak, DY'yi sırasıyla %94.4, %95.8, %90.0, %93.2 ve Genlik Oranı-Süre değiştirgen ikilisine göre de DY değerlerini sırasıyla %91.2, %89.6, %91.4, %88.6 şeklinde bulmuşlardır. Bu tez çalışmasında ise DAF yöntemiyle, KULA istasyonunda kaydedilen sismik olayların ayırımı Genlik Oranı-Karmaşıklık, Genlik Oranı-logS ve Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre sırası ile %94, %94 ve %90 doğrulukla saptanmıştır. Burada saptanan bu sonuçların, Manisa bölgesinde Ceydilek ve Horasan'ın (2019) elde ettiği değerlerle uyumlu olduğu gözlenmektedir.

Bu tez çalışmasında, Edirne çalışma bölgesi için, DAF yöntemiyle, ERIK, ENEZ, GELI ve E\_TÜM veri setlerine ait olan veriler kullanılmıştır. Genlik Oranı-Karmaşıklık parametre ikilisi kullanılarak saptanan DY değerleri sırasıyla %97, %95, %92, %95 olarak bulunmuştur. Genlik Oranı-logS parametre ikilisi kullanılarak saptanan DY sonuçları ise sırasıyla %97, %98, %90, %95 ve Genlik Oranı-Süre parametre ikilisi kullanılarak saptanan DY değerleri de sırasıyla %97, %98, %96, %97 olarak saptanmıştır. Ayrıca bu tez çalışmasında, Ankara çalışma bölgesi için, LOD istasyonunda kaydedilen sismik olaylar kullanılarak, Genlik Oranı-Karmaşıklık, Genlik Oranı-logS ve Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre DAF yöntemi ile saptanan DY değerleri ise sırasıyla %94, %92 ve %94' olarak hesaplanmıştır. Bu bölge için elde edilen sonuçlar, bölgedeki diğer çalışmaların sonuçlarıyla karşılaştırıldığında başarılı bulunmuştur.

DAF yöntemi dünyada da yerbilimleri alanında patlatmaları depremlerden ayırt etmede kullanılan en popüler ve başarılı bir yöntemdir (Tan ve ark., 2021b). Horasan ve arkadaşları (2009) DAF Yöntemi'nde Genlik Oranı-logS parametre ikilisi kullanarak, İstanbul'daki (Türkiye) Gaziosmanpaşa, Çatalca, Gebze-Hereke, ve İstanbul-Ömerli çalışma alanlarında, DY sonuçlarını sırasıyla %98,6, %93,8, %97,7 ve %95,8 şeklinde saptamışlardır. Kartal (2010) ise Trabzon'da (Türkiye) yaptığı araştırmada, DAF Yöntemi kullanarak, Genlik Oranı-logS parametre ikilisi için, DY değerlerini sırasıyla KTUT, ESPY, PZAR istasyonlarının verileri için sırasıyla %100, %97,5 ve %100 doğrulukla saptamıştır. Kekovalı ve arkadaşları (2012) da Kütahya (Türkiye) çalışma alanında, DAF Yöntemi kullanarak, Genlik Oranı-logS parametre ikilisi için, depremleri ve patlatmaları %84 doğruluk yüzdesi değeriyle ayırt etmiştir. Yılmaz ve arkadaşları (2013) da DAF yöntemini kullanarak, Karadeniz Bölgesi'nde (Türkiye) yaptıkları çalışmada DY sonuçlarını, KTUT, ESPY, BAYT, PZAR, GUMT ve BCA istasyonlarının kayıtlarını analiz etmişlerdir. Genlik Oranı-logS parametre ikilisi için DY değerlerini sırasıyla %96,3, %89,3, %100, %100, %96,5 ve %100 olarak saptamış olup, inceledikleri sismik olayların % 68'ini patlatma ve geri kalan % 32'sini ise deprem olarak tanılamışlardır.

Küyük ve arkadaşları (2014) İstanbul (Türkiye) çalışma alanı için DAF Yöntemi uygulayarak Genlik Oranı-Karmaşıklık parametre ikilisine göre saptadığı DY değeri % 96,6 ile depremleri ve patlatmaları ayırmışlardır. Budakoğlu ve Horasan (2018) ise DAF Yöntemi ile Sakarya (Türkiye) bölgesi için yaptıkları araştırmada, Genlik Oranı-logS parametre ikilisi için, doğruluk yüzdesi değerini %91 olarak elde etmişlerdir. Yavuz ve arkadaşları (2018) ise Armutlu Körfezi'nde (Yalova-Türkiye) DAF Yöntemini kullanarak yaptıkları, deprem ve patlatma ayırımı çalışmasında, Genlik Oranı-logS parametre ikilisine göre DY değerini %88,5 olarak saptamışlardır. Badawy ve arkadaşları (2019) ise Mısır'da AYT, MYD ve GLL istasyonları için, Genlik Oranı-logS değerlerine DAF metodu ile, DY sonuçlarını sırasıyla %91,7, %83,7 ve %83,2 şeklinde saptamışlardır. Saptanan bu değerler metodun başarılı sonuçlar verdiğini göstermektedir. Ayrıca Yavuz'un (2021) yaptığı çalışmada ise Ankara'da Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) istasyonunda kaydedilen sismik olaylardan Ratio-logS ve Spektral Ratio-C parametre ikililerini belirleyerek, DAF Yöntemiyle başarı oranını sırasıyla %93 ve %91 olarak hesaplamıştır.

Bu tez çalışmada elde edilen Ratio-logS parametre ikilisi için, DAF Yöntemiyle Edirne, Manisa ve Ankara çalışma bölgeleri için elde edilen doğruluk yüzdesi sonuçları ise sırasıyla ERIK, ENEZ, GELI, E\_TÜM, KULA ve LOD veri setleri kullanılarak elde edilmiştir. Elde edilen %97, %98, %90, %95, %94 ve %92 doğruluk yüzdesi değerleri de, yukarıda karşılaştırılan çalışmalardaki gibi yüksek olup, başarılıdır.

Her çalışma bölgesi için DAF Yöntemiyle elde edilen sonuçların farklı olması, kullanılan parametre ikililerini oluşturan parametrelerin türü, kullanılan veri sayısı, çalışma alanının jeolojik özellikleri ve yerel zemin etkileri nedeniyle, farklılık gösterebilmektedir.

Örneğin Yavuz ve arkadaşları (2018), Kocaeli Üniversitesi Yer ve Uzay Bilimleri Araştırma Merkezi'ne (Türkiye) ve Yerbilimleri için Alman Araştırma Merkezi'ne (Almanya) ait olan sismik kataloglardaki,  $M_d=3.0$  büyüklüğündeki 2014 yılının ilk 7 ayında kaydedilen sismik olayları incelemiştir. Budakoğlu ve Horasan (2018) ise araştırmalarında KRDAE-BTDİM'e ait olan sismik kataloglarda yer alan düşük magnitüdü, 2012 ve 2014 yılları arasında kaydedilen sismik olayları incelemiştir. Ceydilek ve Horasan (2019) çalışmalarında  $M \leq 3.2$  büyüklüğündeki, 2007 ve 2014 yılları arasında kaydedilen ve T. C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'na (AFAD) ait sismik olay kataloglarını oluşturan, sismik olayları incelemiştir. Bu tez çalışmasında ise KRDAE-BTDİM'e ait olan sismik kataloglarda yer alan  $ML \leq 3.5$  büyüklüğündeki Mayıs, 2009 ve Haziran, 2013 yılları arasında kaydedilen sismik olaylar incelenmiştir. Bahsedilen bu çalışmalardan DAF Yöntemi uygulanarak elde edilen doğruluk yüzdesi sonuçlarının %90'a eşit veya %90'ın üzerinde olması, bu yöntemin yaygın olarak kullanıldığını ve başarılı olduğunu bir kez daha kanıtlamaktadır.

Literatürdeki YSA Yaklaşımı çalışmaları, yerbilimlerinin farklı alanlarında uygulanmıştır. Yurtiçindeki ve yurtdışındaki literatür araştırıldığında; YSA Yaklaşımının, depremleri ve patlatmaları ayırt etme işlemine uygulanarak, yerbilimlerinde kullanımının arttığı görülmüştür. Deprem ve patlatmaların birbirinden ayırt edilmesi çalışmaları, depremlerin ve patlatmaların doğru bir şekilde ayırt edilmesine, yalnızca depremlerin bulunduğu sismik katalogların hazırlanmasına ve dolayısıyla çalışma alanındaki fay aktivitesinin ve sismik risk çalışmalarının daha doğru belirlenmesine önemli katkıda bulunacaktır. Alvarez ve arkadaşları (2012) Kaliforniya'da (Amerika Birleşik Devletleri) yapay sinir ağı yaklaşımlarından olan Destek Vektör Regresyonu Yaklaşımını ile Çoklu Katmanlı Algılayıcılar Yaklaşımını ve Yapay Zekâ Yöntemlerinden olan Genetik Algoritma Yaklaşımını kullanarak yaptıkları sismolojik araştırmada, en iyi doğruluk yüzdesi değerinin Çoklu Katmanlı Algılayıcılar Yaklaşımını ile %82,94 elde etmişlerdir.

Ayrıca Faharani ve arkadaşları (2012) Tahran'da (İran) düşük magnitüdü sismik olayları, Yapay Zekâ Yöntemlerinden olan Uyarlamalı Sinirsel Bulanık Çıkarım Sistemleri ile İstatistiksel Yöntemlerden olan İşlem Karakteristik Eğrisi Yöntemini kullanarak, sırasıyla % 93 ve % 96,96 doğruluk yüzdesi ile ayırt etmiştir. Aynı zamanda Yıldırım ve arkadaşları (2011) İstanbul ve çevresinde kaydedilen sismik olaylara ait olan veri setini kullanarak, İleri Beslemeli-Geri Yayılımlı Öğrenme Algoritması, Olasılıksal YSA Yaklaşımı ve Uyarlamalı Sinirsel Bulanık Çıkarım Sistemleri Yaklaşımı yardımıyla sırasıyla %99, %97 ve %96 doğruluk yüzdesi elde etmişlerdir. Tan ve arkadaşları (2021a, 2021b) sırasıyla Manisa'da (Türkiye) ve Edirne'de (Türkiye) yaptıkları çalışmalarda, DAF Yöntemini ve YSA Yaklaşımını kullanmışlardır. Doğruluk yüzdelerini Genlik Oranı-Karmaşıklık parametre ikilisi için sırasıyla %94 ve %100 (Manisa için), %95 ve %99 (Edirne için) olarak saptamışlardır. Ayrıca Ratio-logS parametre ikilisi için sırasıyla %93,5 ve %100 (Manisa için), %94 (Edirne için) ve Genlik Oranı-Süre değiştirgen ikilisine göre sırasıyla %89,6 ve %100 (Manisa için), %97 (Edirne için) olarak, doğruluk yüzdesi değerlerini elde etmişlerdir. Bu tez çalışmasında, Edirne çalışma bölgesi için YSA Yaklaşımıyla, ERIK, ENEZ, GELI ve E\_TÜM veri setleriyle, Ratio-C parametre ikilisi için doğruluk yüzdeleri sırasıyla %97, %85, %96, %99'dur. Ratio-logS ikilisi kullanıldığında ise, elde edilen doğruluk yüzdeleri sırasıyla %97, %77, %96, %100'dür. Ayrıca Genlik Oranı-Süre parametre ikilisi kullanılarak, saptanan DY değerleri de sırasıyla %97, %77, %100, %99'dur. Manisa ve Ankara çalışma bölgesinde YSA Yaklaşımıyla KULA ve LOD istasyonlarında kaydedilen sismik olayların ayırımı Genlik Oranı-Karmaşıklık, Genlik Oranı-logS ve Genlik Oranı-Süre parametre ikilisine göre sırasıyla %100, %100 ve %100 doğrulukla elde edilmiştir. Bu tez çalışmasında YSA yaklaşımı ile saptanan doğruluk değerlerinin %77 ile %100 arasında değiştiği görülmektedir (Tablo 4.40., Tablo 4.41., Tablo 4.42., Tablo 4.43., Tablo 4.44., Tablo 4.45.).

Elde edilen doğruluk değerlerine göre bu çalışmada kullanılan DAF yönteminin YSA yaklaşımı kadar başarılı olduğu söylenebilir.

YSA Yaklaşımında kullanılan İleri Beslemeli-Geri Yayılımlı Öğrenme Algoritması, incelenen bilimsel literatürde görüldüğü gibi, hesaplamalı bilimlerde genellikle yaygın olarak kullanılmaktadır. YSA Yaklaşımında kullanıldığı görülen diğer öğrenme algoritmaları, yerbilimleri alanında yapılacak olan, bundan sonraki araştırmalarda da uygulanarak, YSA öğrenme algoritmalarının başarısı hakkında bilgi sahibi olunabilecektir. Böylelikle bahsedilen bu öğrenme algoritmasının güvenilirliği ve pratikliği de teyit edilmiş olacaktır (Çetin ve ark., 2006).

Bu çalışmada Edirne-Çanakkale (Türkiye) bölgesindeki toplam 150 sismik olayın 69'u (%46) patlatma, 81'i (%54) deprem ; Manisa bölgesi için toplam 77 sismik olayın 39'u (%51) patlatma, 38'i (%49) ise deprem ve Ankara için toplam 156 sismik olayın 63'ü (%41) patlatma, 92'si (%59) ise deprem olarak tanımlanmıştır. Elde edilen bu değerler, yukarıda bahsedilen histogramların, sismogramların, spektrumların ve uygulanan DAF Yöntemi ve YSA Yaklaşımıyla elde edilen doğruluk yüzdelerinin birarada ve sırasıyla değerlendirilerek, sağlıklı bir şekilde deprem ve patlatma tanısı ile tanılanarak, elde edilmiştir.

Tez konusuyla ilgili literatür çalışması yaparken, araştırmacıların büyük çoğunluğunun Genlik Oranı (Ratio), Karmaşıklık (C) ve logS parametreleriyle oluşturdukları veri setlerinden elde ettikleri grafiklerde, “Sr’ye karşılık C” ya da “Ratio’ya karşılık logS” kavramlarını sıklıkla kullandıkları farkedilmiştir (Horasan ve ark., 2009; Kartal, 2010; Yıldırım ve ark., 2011; Kekovalı ve ark., 2012; Yılmaz ve ark., 2013; Küyük ve ark., 2014; Budakoğlu ve Horasan, 2018; Yavuz ve ark., 2018; Badawy ve ark. 2019; Ceydilek ve Horasan, 2019). Tan ve arkadaşlarının (2021a, 2021b) yaptıkları araştırmalarda kullandıkları ve bu tez çalışmasında da kullanılan “Ratio-Duration parametre ikilisi” daha önce yapılan bilimsel çalışmalarda pek kullanılmamıştır. Sismik olayların kayıt süresi (Süre-duration) deprem ve patlatma olayı için farklı olup, önem arz etmektedir.



Bu tez çalışmasında DAF Yöntemi ve YSA Yaklaşımı ile elde edilen doğruluk değerleri ışığında, depremler ve patlatmalar yüksek doğrulukla ve güvenilir olarak ayırt edilmiştir. Dolayısı ile bu tez çalışması yer bilimleri konusunda daha sonra yapılacak olan sismisite dağılımı, aktif fay belirleme ve sismik risk çalışmaları için güvenilir bir veri kaynağını sağlamış olacaktır.

Bu tez çalışmasının Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Yönetmeliği'nde belirtilen doktora tezlerinin kabul şartlarından biri olan Bilimsel Atıf İndeksi'ne dahil olan uluslararası bilimsel özgün araştırma makalesine sahip olma şartı yerine getirilmiştir. Sözü geçen makale *Acta Geophysica* dergisinde yayımlanmak üzere, 20 Kasım 2020 tarihinde kabul edilmiş olup, 3 Ocak 2021'de yayımlanmıştır (Tan ve ark., 2021b). Diğer bir çalışma ise Tan ve arkadaşları (2021a) tarafından yapılarak; 20 Aralık 2019 tarihinde kabul edilmiş olup, 24 Haziran 2020'de *Bulletin of the Mineral Research and Exploration (Maden Tetkik ve Arama Dergisi)* dergisinde yayımlanmıştır.

## KAYNAKLAR

- Alvarez, D. A. Hurtado, J. E., Bedoya-Ruíz, D. A. 2012. Prediction of modified Mercalli intensity from PGA, PGV, moment magnitude, and epicentral distance using several nonlinear statistical algorithms. *Journal of Seismology*, 16: 489–511.
- Anonim. Sanayiden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Belirlenmesi ve Azaltılmasına Yönelik Uygulamanın Kolaylaştırılmasının Sağlanması, Projeye Ait Madencilik faaliyetleri Sektörel Uygulama Kılavuzu Taslağı Raporu, Proje No: -, T.C. Kalkınma Bakanlığı Araştırma Fonu, s 15, 2018.
- Arai, N. Yosida, Y. 2004. Discrimination by Short-Period Seismograms. *International Institute of Seismology and Earthquake Engineering Global Course*, Tsukuba, 1-10.
- Asim, K. M. Awais, M., Martinez-Alvarez, F., Iqbal, T. 2017. Seismic activity prediction using computational intelligence techniques in northern Pakistan. *Acta Geophysica*, 65: 919–930.
- Ataeva, G. Gitterman, Y., Shapira, A. 2017. The ratio between corner frequencies of source spectra of P- and S-waves—a new discriminant between earthquakes and quarry blasts. *Journal of Seismology*, 21: 209–220.
- Badawy, A. Gamal, M., Farid, W., Soliman, M. S. 2019. Decontamination of earthquake catalog from quarry blast events in northern Egypt. *Journal of Seismology*, 23: 1357–1372.
- Baumgardt, D. R. Young, G. B. 1990. Regional seismic waveform discriminants and case-based event identification using regional arrays. *Bulletin Seismological Society of America*, 80 (Part B): 1874–1892.
- Budakoğlu, E. Horasan, G. 2018. Classification of seismic events using linear discriminant function (LDF) in the Sakarya region. Turkey. *Acta Geophysica*, 66: 895-906.
- Ceydilek, N. Horasan, G., 2019. Manisa ve çevresinde deprem ve patlatma verilerinin ayırt edilmesi, *Türk Deprem Araştırma Dergisi*, 1(1): 26-47.
- Charrier, C. Lebru, G., Lezoray, O. 2007. Selection of Features by a Machine Learning Expert to Design a Color Image Quality Metrics. 3rd Int. Workshop on Video Processing and Quality Metrics for Consumer Electronics (VPQM), Arizona, 1-6.

- Çayakan, Ç. 2012. Estimation of partial saturation to be induced in liquefiable sands for mitigation using artificial neural network approach. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Çaylak, Ç. Kaftan, İ. 2014. Determination of near-surface structures from multi-channel surface wave data using multi-layer perceptron neural network (MLPNN) Algorithm. *Acta Geophysica*, 62(6): 1310-1327.
- Çetin, M. Uğur, A. ve Bayzan, Ş. 2006. İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağlarında Backpropagation (Geriye Yayılım) Algoritmasının Sezgisel Yaklaşımı. 4. IV. Bilgelik ve Akademik Bilişim Sempozyumu, Denizli, 25-29.
- Dahy, S. A. Hassib, G. H. 2010. Spectral discrimination between quarry blasts and microearthquakes in Southern Egypt. *Research Journal of Earth Sciences*, 2(1): 01-07.
- Del Pezzo, E. D. Esposito, A., Giudicepietro, F., Marinaro, M., Martini, M., Scarpetta, S. 2003. Discrimination of earthquakes and underwater explosions using neural networks. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 93(1): 215–223.
- Deniz, P. 2010. Deprem ve patlatma verilerinin birbirinden ayırt edilmesi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Dowla, F. Taylor, S. R., Anderson, R. W. 1990. Seismic discrimination with artificial neural networks: Preliminary results with regional spectral data. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 80(5): 1346-1373.
- Emre, Ö., Duman, T.Y., Özalp, S., Elmacı, H., Olgun Ş., Şaroğlu F. Açıklamalı Türkiye Diri Fay Haritası. Ölçek 1:1.250.000, VI+89s.+bir pafta, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Özel Yayın Serisi-30, Ankara, 2013.
- Farahani, J. V. Zare, M., Lucas, C. 2012. Adaptive neuro-fuzzy inference systems for semi-automatic discrimination between seismic events: a study in Tehran region. *Journal of Seismology*, 16: 291–303.
- Fisher, R. A. 1936. The use of multiple measurements in taxonomic problems. *Annals of Human Genetics*, 7 (2): 179-188.
- Gentili, S. Bragato, P. 2006. A neural-tree-based system for automatic location of earthquakes in Northeastern Italy. *Journal of Seismology*, 10: 73–89.
- Gentili, S. Michelini, A. 2006. Automatic picking of P and S phases using a neural tree. *Journal of Seismology*, 10: 39–63.
- Gitterman, Y. Pinsky, V., Shapira, A. 1998. Spectral classification methods in monitoring small local events by the Israel seismic network. *Journal of Seismology*, 2: 237-26.
- Gradshteyn, I.S. Ryzhik, I.M. 2007. Table of Integrals, Series, and Products, Seventh Edition. Academic Press, 28-35.

- Gülbağ, A. 2006. Yapay sinir ağı ve bulanık mantık tabanlı algoritmalar ile uçucu organik bileşiklerin miktarsal tayini. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Doktora Tezi.
- Gülbağ, A. Temurtaş, F. 2007. A study on transient and steady state sensor data for identification of individual gas concentrations in their gas mixtures. *Sens. Actuators B. Chem.*, 121(2): 590–599.
- Hagan, M. T. Menhaj, M. 1994. Training feed-forward networks with the Marquardt algorithm. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 5(6): 989-99.
- Haykin, S. 2009. *Neural Networks and Learning Machines*, Third Edition. Pearson Prentice Hall Press, 1-938.
- Hammer, C. Ohrnberger, M., Fah, D. 2013. Classifying seismic waveforms from scratch: a case study in the alpine environment. *Geophys. J. Int. Seismology*, 192: 425-439.
- Horasan, G., Boztepe-Güney, A., Küsmezer, A., Bekler, F., Ögütçü, Z., İstanbul ve civarındaki deprem ve patlatma verilerinin birbirinden ayırt edilmesi ve kataloglanması, Proje Sonuç Raporu, Proje No: 05T202, Boğaziçi Üniversitesi Araştırma Fonu, s 45, 2006.
- Horasan, G. Boztepe-Güney, A., Küsmezer, A., Bekler, F., Ögütçü, Z., Musaoğlu, N. 2009. Contamination of seismicity catalogs by quarry blasts: An example from İstanbul and its vicinity, northwestern Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences*, 34: 90–99.
- James, G. Witten, D., Hastie, T. and Tibshirani, R. 2017. *An Introduction to Statistical Learning with Application in R*, 7. Baskı. Springer Press, 1-801.
- Kaftan, İ. Salk, M., Senol, Y. 2017. Processing of earthquake catalog data of Western Turkey with artificial neural networks and adaptive neuro-fuzzy inference system. *Arabian Geophysical Geosciences*, 10: 243-251.
- Kahbasi, A. Moradi, A. 2016. Earthquake-explosion discrimination using waveform cross-correlation technique for mines in southeast of Tehran. *Journal of Seismology*, 20: 569–578.
- Kalafat, D. 2010. Türkiye’de Depremlerin Magnitüd-Frekans Uzaysal Dağılımı ve Deprem Kataloğundan Taş Ocağı - Maden Ocağı Patlatmalarının Ayıklanması. 14. Aktif Tektonik Araştırma Grubu Çalıştayı, Adıyaman, 1-27.
- Kartal, Ö. F. 2010. Trabzon ve civarındaki deprem ve patlatma verilerinin birbirinden ayırt edilmesi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Kekovalı, K. Kalafat, D., Deniz, P., Kara, M., Yılmazer, M., Küsmezer, A., Altuncu, S., Çomoğlu, M., Kılıç, K. 2010. Detection of Potential Mining and Quarry Areas in Turkey Using Seismic Catalog. 19. Türkiye Uluslararası Jeofizik Kongresi ve Sergisi, Ankara, 1-2.

- Kekovalı, K. Kalafat, D., Deniz, P., Kara, M., Köseoğlu, A., Yılmaz, M., Poyraz, S., Çomoğlu M. 2012a. Patlatma Deprem Ayrımına Yönelik Zaman-Frekans Ortamı Analizleri; Tunçbilek-Kütahya Sahası Veri Madenciliği Uygulaması. 16. Aktif Tektonik Araştırma Grubu Çalıştayı, İstanbul, 29-30.
- Kekovalı, K. Kalafat, D., Deniz, P. 2012b. Spectral discrimination between mining blasts and natural earthquakes: Application to the vicinity of Tunçbilek mining area, Western Turkey. *Int. J. Physical Sci.*, 7(35): 5339-5352.
- Kermani, B. G. Schiffman, S. S., Nagle, H. G. 2005. Performance of the Levenberg–Marquardt neural network training method in electronic nose applications. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 110(1): 13-22.
- Khan, M. Y. Mitnik, S. 2018. Nonlinear time series modeling and forecasting the seismic data of the Hindu Kush region. *Journal of Seismology*, 22: 353–376.
- Kim, S. G. Park, Y. C., Kim, W. Y. 1998. Discrimination of small earthquakes and artificial explosions in the Korean Peninsula using Pg/Lg ratios. *Geophysical Journal International*, 134: 267–276.
- Kipli, K. Muhammad, M. H., Masra, S. M. W., Zamhari, N., Lias, K., Mat, D. A. A. 2012. Performance of Levenberg-Marquardt Backpropagation for Full Reference Hybrid Image Quality Metrics. *International MultiConference of Engineers and the Computer Scientists, Hong Kong, Volume 1*.
- Kortström, J. Uski, M., Tiira, T. 2016. Automatic classification of seismic events within a regional seismograph network. *Computers and Geosciences*, 87: 22-30.
- Korrat, I. M. Gharib, A. A., Abou-Elenean, K. A., Hussein, H. M., El-Gabry, M. N. 2008. Spectral characteristics of natural and artificial seismic events in the Lop Nor test site, China. *Acta Geophysica*, 56(2): 344-356.
- Kundu, A., Bhadauria, Y. S., Roy, F., Discrimination between earthquakes and chemical explosions using artificial neural networks, BHABHA Atomic Research Centre Technical Report, Number of Project: BARC/2012/E/004, Scientific Information Resource Division Research Fund, 2012.
- Küyük, H. S. Yıldırım, E., Horasan, G., Doğan, E. 2009. Deprem ve Taş Ocağı Patlatma Verilerinin Tepki Yüzeyi, Çok Değişkenli Regresyon ve Öğrenmeli Vektör Nicemleme Yöntemleri ile İncelenmesi. *Uluslararası Sakarya Deprem Sempozyumu, Kocaeli*, 1-10.
- Küyük, H.S. Yıldırım, E. Doğan, E., Horasan, G. 2010. Self Organizing Map Approach for Discrimination of Seismic Event and Quarry Blasts in the Vicinity of Istanbul. *14th European Conference on earthquake engineering, Ohrid*.
- Küyük, H. S. Yıldırım, E. Doğan, E., Horasan, G. 2011a. An unsupervised learning algorithm: application to the discrimination of seismic events and quarry blasts in the vicinity of Istanbul. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 11: 93-100.

- Küyük, H.S. Yıldırım, E. Doğan, E., Horasan, G. 2011b. Clustering Seismic Activities Using Nonlinear Discriminant Analysis. Sixth International Conference of Seismology and Earthquake Engineering, Tehran.
- Küyük, H. S. Yıldırım, E. Doğan, E., Horasan, G. 2012. Application of k-means and Gaussian mixture model for classification of seismic activities in Istanbul. *Nonlinear Processes in Geophysics*, 19: 411-419.
- Küyük, S. Yıldırım, E., Doğan, E., Horasan, G. 2014. Clustering Seismic Activities Using Linear and Nonlinear Discriminant Analysis. *Journal of Earth Science*, 25(1): 140–145.
- Levenberg, K. 1944. A method for the solution of certain non-linear problems in least squares. *Quart. Appl. Math.*, 2: 164-168.
- Lyubushin, A. A Kalab, Z., Lednicka, M., Haggag, H. M. 2013. Discrimination of earthquakes and explosions using multi-fractal singularity spectrums properties. *Journal of Seismology*, 17: 975–983.
- Marquardt, D. W. 1963. An Algorithm for Least-Squares Estimation of Nonlinear Parameters. *Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics*, 11(2): 431-441.
- MATLAB Release 2009. The neural network toolbox. The MathWorks, Inc, Natick, Massachusetts, United States, Software.
- Mignan, A. 2019. A preliminary text classification of the precursory accelerating seismicity corpus: inference on some theoretical trends in earthquake predictability research from 1988 to 2018. *Journal of Seismology*, 23: 771–785.
- Mousavi, S. M. Horton, S. P., Langston, C. A., Samei, B. 2016. Seismic features and automatic discrimination of deep and shallow induced-microearthquakes using neural network and logistic regression. *Geophys. J. Int.*, 207: 29–46.
- Naserieh, S., Karkooti, E., Dezvareh, M., Rahmati, M. 2019. Analysis of artifacts and systematic errors of the Iranian Seismological Center's earthquake catalog. *Journal of Seismology*, 23: 665–682.
- Nguyen, H. Bui X. N., Moayedi, H. 2019. A comparison of advanced computational models and experimental techniques in predicting blast-induced ground vibration in open-pit coal mine. *Acta Geophysica*, 67: 1025–1037.
- Ögütçü, Z. Horasan, G., Kalafat, D. 2010. Investigation of microseismic activity sources in Konya and its vicinity, central Turkey. *Natural Hazards*, 58 (1): 497-509.
- Patro, K. S. G. Sahu, K. K. 2015. Normalization: A Preprocessing Stage, arXiv: 1503.06462, 1-4.
- Ramdani, F. Kettani, O., Tadili, B., 2015. Evidence for subduction beneath Gibraltar Arc and Andean regions from k-means earthquake centroids. *Journal of Seismology*, 19: 41-53.

- Rumelhart, D. E. Hinton, G.E., Williams, R.J. 1986. Learning internal representations by error propagation. *İçinde: PDP models and general issues in cognitive science.* First Edition, MIT Press, Massachusetts, 110-146.
- Saad, O. M. Shalaby, A., Sayed, M. S. 2019. Automatic discrimination of earthquakes and quarry blasts using wavelet filter bank and support vector machine. *Journal of Seismology*, 23: 357–371.
- Samui, P. Kim. D. 2014. Applicability of Artificial Intelligence to Reservoir Induced Earthquakes. *Acta Geophysica*, 62(3): 608-619.
- Scherbaum, F. Johnson, J. 1992. *İçinde: Programmable Interactive Toolbox for Seismological Analysis (PITSA).* vol. 5, IASPEI Software Library, 1-269.
- SPSS V.17.0, 2005. SPSS for windows. SPSS Inc., Statistical Package for the Social Sciences Software.
- Şaroğlu, F. Emre, Ö., Kuşçu, İ. Türkiye Diri Fay Haritası. Ölçek 1:2.000.000, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, 1992.
- Tan, A. Horasan, G., Kalafat, D., Gülbağ, A. 2021a. Discrimination of earthquakes and quarries in Kula District (Manisa, Turkey) and its vicinity by using linear discriminate function method and artificial neural networks. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 164: 75-92.
- Tan, A. Horasan, G., Kalafat, D., Gülbağ, A. 2021b. Discrimination of earthquakes and quarries in the Edirne District and its vicinity by using linear discriminate function method and artificial neural networks. *Acta Geophysica*, 69: 17-27.
- Telesca, L. Lovallo, M., Kiszely, M. M., Toth, L. 2011. Discriminating Quarry Blasts from Earthquakes in Vértes Hills (Hungary) by Using the Fisher–Shannon Method. *Acta Geophysica*, 59(5): 858-871.
- Tuncay, E. Türkecan, A., Dinçel, A., Erdoğan, G. 1983. Kula-Selendi (Manisa) dolaylarının jeolojisi. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 5: 1-28.
- Ursino, A. Langer, H., Scarfi, L., Grazia, G.D., Gresta, S. 2001. Discrimination of quarry blasts from tectonic earthquakes in the Iblean platform (Southeastern Sicily). *Annali di Geofisica*, 44(4): 703-722.
- Üstün, O. 2009a. Genetik algoritma kullanılarak ileri beslemeli bir sinir ağında etkinlik fonksiyonlarının belirlenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15 (3): 395-403.
- Üstün, O. 2009b. Measurement and real-time modeling of inductance and flux linkage in switched reluctance motors. *IEEE Transactions on Magnetics*, 45(12): 5376-5382.
- Üstün, O. 2009c. A nonlinear full model of switched reluctance motor with artificial neural network. *Energy Conversion and Management*, 50: 2413–2421.

- Üstün, O. Yıldız, İ. 2009. Geri-yayımlı öğrenme algoritmasındaki öğrenme parametrelerinin genetik algoritma ile belirlenmesi. *SDU International Technologic Science*, 1(2): 61-73.
- Yaghmaci-Sabegh, S. 2017. A novel approach for classification of earthquake ground-motion records. *Journal of Seismology*, 21: 885–907.
- Yavuz, E. 2021. AFAD zayıf yer hareketi istasyonları bazlı doğal ve yapay kaynaklı sarsıntı ayrımının yapılması ve kaynak türünü belirleyen yazılım algoritmasının tasarlanması, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Doktora Tezi.
- Yavuz, E. Sertçelik, F., Livaoglu, H., Woith, H. Lühr, B. G. 2018. Discrimination of quarry blasts from tectonic events in the Armutlu Peninsula, Turkey. *J. of Seismology*, 23(1): 59-76.
- Yıldırım, E. Gülbağ A., Horasan G., Doğan E. 2011. Discrimination of quarry blasts and earthquakes in the vicinity of Istanbul using soft computing techniques. *Computers and Geosciences*, 37: 1209-1217.
- Yıldırım, E. 2013. Sismik dalgaların sönüm karakterinden zemin özelliklerinin belirlenerek sınıflandırılması. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Doktora Tezi.
- Yılmaz, Ş. Bayrak, Y., Çınar, H. 2013. Discrimination of earthquakes and quarry blasts in the eastern Black Sea region of Turkey. *Journal of Seismology*, 17 (2): 721-734.
- Wessel, P. Smith, W. H. F. 1995. New version of the generic mapping tools (GMT) Version 3.0 released. *Trans., AGU, EOS*, 76: 329.
- Wiszniewski, J. Plesiewicz, B. M., Trojanowski, J. 2014. Application of Real Time Recurrent Neural Network for Detection of Small Natural Earthquakes in Poland. *Actaphysica*, 62 (3): 469-485.
- Wiszniewski, J. 2016. Applying the General Regression Neural Network to Ground Motion Prediction Equations of Induced Events in the Legnica-Glogow Copper District in Poland. *Acta Geophysica*, 64(6): 2430-2448.
- Wüster, J. 1993. Discrimination of chemical explosions and earthquakes in central Europe-a case study. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 83: 1184-1212.
- Zonno, G. Garcia-Fernandez, M., Jimenez, M. J., Menoni, S., Meroni, F., Petrini, V. 2003. The SERGISAI procedure for seismic risk assessment. *Journal of Seismology*, 7: 259–277.
- [www.ankara.bel.tr.](http://www.ankara.bel.tr.), Erişim Tarihi: 29.07.2021.
- [www.bilgisayarkavramlari.sadievrenseker.com.](http://www.bilgisayarkavramlari.sadievrenseker.com.), Erişim Tarihi: 28.07.2021.
- [www.edirne.web.tr.](http://www.edirne.web.tr.), Erişim Tarihi: 29.07.2021.
- [www.koeri.boun.edu.tr.](http://www.koeri.boun.edu.tr.), Erişim Tarihi: 30.07.2021.
- [www.mta.gov.tr.](http://www.mta.gov.tr.), Erişim Tarihi: 30.07.2021.



## **EKLER**

**EK: 1. ERIK istasyonuna ait veriler için hesaplanan parametrelerin tümü (Tablo 3.22.)**

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
1	2013.06.17	03:15:34.38	40.6117	26.5125	006,3	1.5	0,0784	0,7885	9,040	29	Patlatma
2	2013.05.17	10:32:15.52	40.6125	26.5170	005,7	1.6	0,1012	1,0984	16,420	17	Patlatma
3	2013.05.14	21:47:38.60	40.4138	26.3303	003,8	2.5	1,2642	1,2343	17,240	72	Deprem
4	2013.05.10	11:29:57.69	40.6120	26.5238	006,1	1.7	0,1769	1,2833	5,450	55	Patlatma
5	2013.04.27	06:44:55.78	40.6153	26.5240	006,2	1.5	0,1739	1,3113	0,940	38	Patlatma
6	2013.04.22	06:10:20.40	40.6242	26.5430	010,1	1.6	0,0962	1,0615	22,300	70	Patlatma
7	2013.04.20	19:47:25.31	40.4178	26.2482	009,5	2.8	1,2264	1,2212	7,180	88	Patlatma
8	2013.04.13	12:24:45.50	40.5955	26.4868	002,4	1.3	0,1182	1,1242	10,500	22	Patlatma
9	2013.04.09	03:59:01.34	40.6113	26.5415	005,4	2.0	0,0865	1,1406	10,600	20	Patlatma
10	2013.03.28	09:12:12.98	40.6190	26.5527	008,3	1.7	0,1127	1,1486	6,300	24	Patlatma
11	2013.03.23	16:33:24.17	40.6113	26.5225	006,8	1.9	0,0930	1,2144	9,800	22	Patlatma
12	2013.03.18	16:47:27.54	40.6278	26.5488	009,7	1.5	0,1467	0,7147	1,600	34	Patlatma
13	2013.03.08	14:32:58.96	40.6167	26.5542	008,2	1.5	0,1310	1,2212	7,800	22	Patlatma

EK:1. Tablo 3.22. ERIK istasyonuna ait 40.00-41.00°K enlemleri ile 25.30-26.80°D boylamları için hesaplanan parametrelerin tümü, deprem ve patlatma sınıflandırması. Genlik Oranı: Maksimum S-dalgası genliğinin maksimum P-dalgasının genliğine oranı, Karmaşıklık (Complexity - Kompleksiti): Düşey bileşen hız sismogramının iki zaman penceresindeki (P dalgası varış zamanı-1; 1-8 [sn]) güçlerinin oranı, logS: Maksimum S-dalgası genliğinin logaritmik değeri, Süre: Dalga şeklinin toplam sinyal süresi, Tip: Olay türü

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
14	2013.03.02	13:31:07.30	40.4022	26.1593	004,7	2.9	1,1667	1,4575	3,800	71	Deprem
15	2013.02.26	08:35:25.96	40.6440	26.5238	005,3	2.0	1,3836	2,3527	9,070	80	Deprem
16	2013.02.06	10:51:13.87	40.6548	26.5652	015,3	1.2	3,2581	1,1115	5,400	22	Deprem
17	2013.01.22	15:55:07.64	40.6238	26.5617	009,4	1.5	0,2830	1,0615	3,600	26	Patlatma
18	2012.12.31	15:40:28.22	40.6375	26.5725	014,4	1.8	0,1184	1,0615	0,600	44	Patlatma
19	2012.12.27	10:02:11.10	40.6682	26.4657	013,8	1.8	2,5417	2,6987	14,100	65	Deprem
20	2012.11.23	14:54:14.09	40.6772	26.5777	013,1	1.8	3,9032	1,7921	4,000	23	Deprem
21	2012.11.12	09:36:34.20	40.6992	26.5885	010,6	2.1	4,9231	2,5946	1,000	54	Deprem
22	2012.10.12	15:56:20.38	40.6157	26.5512	007,1	1.6	0,1199	1,0803	6,700	22	Patlatma
23	2012.10.12	07:57:16.13	40.6750	26.5705	003,8	1.6	2,8958	2,4543	14,900	28	Deprem
24	2012.09.14	18:53:12.55	40.3562	26.1995	007,2	2.1	1,7288	0,8148	4,500	40	Deprem
25	2012.09.14	09:00:16.31	40.6087	26.5518	003,6	2.0	1,1215	2,0895	2,000	44	Deprem
26	2012.09.12	09:16:13.51	40.6500	26.5332	004,7	1.5	0,5217	1,8676	9,500	35	Patlatma
27	2012.09.05	10:38:34.17	40.6807	26.5938	006,7	2.0	2,3158	2,5568	5,900	26	Deprem

EK:1. Tablo 3.22. (Devamı)

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
28	2012.08.29	09:14:10.94	40.6627	26.5705	004,9	1.7	2,4167	2,3758	3,200	39	Deprem
29	2012.08.23	10:18:50.23	40.6957	26.5380	007,0	1.4	2,1852	1,7812	25,000	50	Deprem
30	2012.08.17	10:34:11.20	40.6725	26.5670	004,4	1.8	2,0377	2,3448	9,000	29	Deprem
31	2012.08.07	09:29:48.17	40.6765	26.5417	007,2	1.6	2,6579	2,3157	3,000	49	Deprem
32	2012.08.07	09:23:28.62	40.6062	26.5355	005,1	1.4	0,1121	1,0895	13,000	32	Patlatma
33	2012.07.28	09:29:24.67	40.5990	26.5495	003,4	1.4	0,1882	1,2343	8,000	24	Patlatma
34	2012.07.20	09:25:45.44	40.5938	26.4582	002,5	1.5	0,1920	1,3905	7,000	28	Patlatma
35	2012.07.16	15:54:38.58	40.6162	26.5285	007,5	1.3	0,1827	1,2407	6,000	14	Patlatma
36	2012.07.13	07:41:33.45	40.6645	26.5507	007,2	2.3	1,9070	2,5262	5,000	30	Deprem
37	2012.07.09	09:16:25.16	40.6135	26.5663	010,8	2.1	0,1816	1,2471	7,000	29	Patlatma
38	2012.07.05	20:06:11.20	40.3843	26.0560	016,4	2.3	1,2273	0,8396	16,000	83	Deprem
39	2012.07.02	15:44:57.55	40.6117	26.4945	007,9	2.0	0,1893	1,3167	4,000	20	Patlatma
40	2012.06.28	08:37:34.55	40.6650	26.5613	007,4	2.2	2,2973	2,5418	2,000	30	Deprem
41	2012.06.25	12:19:35.80	40.6165	26.5413	008,4	1.8	0,8636	1,2891	11,000	44	Patlatma

EK:1. Tablo 3.22. (Devamı)

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
42	2012.06.19	08:58:30.20	40.6767	26.5858	003,3	2.2	3,6522	2,5366	9,000	17	Deprem
43	2012.06.12	08:54:25.95	40.6677	26.5825	007,7	1.9	3,8857	2,7459	1,000	17	Deprem
44	2012.06.04	08:54:48.25	40.6445	26.5747	004,7	1.9	2,1930	2,4082	7,000	33	Deprem
45	2012.05.31	12:33:36.48	40.6057	26.5947	003,7	1.5	1,0980	1,1564	5,000	12	Deprem
46	2012.05.21	07:10:41.01	40.6277	26.5665	009,5	1.5	0,1667	1,1564	5,000	55	Patlatma
47	2012.05.15	09:48:37.63	40.6172	26.5388	002,5	2.4	2,0109	2,5785	5,000	32	Deprem
48	2012.05.14	14:18:21.72	40.6170	26.5567	006,2	2.1	0,2292	1,4496	3,000	34	Patlatma
49	2012.05.08	07:59:13.44	40.6540	26.5562	007,4	2.0	1,6452	2,3199	16,000	17	Deprem
50	2012.04.26	08:50:01.44	40.6130	26.5400	009,3	1.6	0,2115	1,1486	16,000	41	Patlatma
51	2012.04.16	08:23:20.61	40.6108	26.5380	007,2	1.9	0,1893	1,1325	0,120	19	Patlatma
52	2012.04.03	19:28:57.00	40.4138	26.2755	006,4	2.5	5,8235	1,1028	2,000	40	Deprem
53	2012.03.19	11:39:56.71	40.6193	26.4948	003,5	2.1	0,4058	2,0595	2,000	32	Patlatma
54	2011.12.24	14:39:26.74	40.6322	26.5658	011,5	1.5	0,2192	1,1641	4,000	24	Patlatma

EK:1. Tablo 3.22. (Devamı)

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
55	2011.12.09	16:27:59.81	40.6120	26.5228	005,7	2.6	0,1783	1,6731	10,000	46	Patlatma
56	2011.11.28	11:24:37.11	40.6780	26.5148	006,1	2.1	0,9375	1,9645	0,400	34	Patlatma
57	2011.11.27	12:19:28.53	40.5828	26.5402	006,8	2.2	0,1566	1,7263	9,000	36	Patlatma
58	2011.11.16	10:38:07.88	40.6232	26.5755	009,3	2.6	0,0988	1,5154	12,000	26	Patlatma
59	2011.10.30	15:09:06.70	40.6080	26.5403	011,4	2.1	0,1987	1,8027	9,000	40	Patlatma
60	2011.10.21	15:58:37.15	40.6075	26.5398	006,0	2.9	0,1500	1,7427	7,000	24	Patlatma
61	2011.10.13	08:42:45.17	40.7240	26.5698	014,0	2.2	3,0877	1,6538	7,000	27	Deprem
62	2011.10.03	10:26:16.47	40.6313	26.5290	007,6	2.2	0,0970	1,3625	6,000	34	Patlatma
63	2011.09.16	15:09:23.19	40.5745	26.5413	006,6	2.6	0,1810	1,5901	6,000	34	Patlatma
64	2011.09.09	10:35:07.41	40.5838	26.4823	003,6	2.3	0,1867	1,4575	8,000	34	Patlatma
65	2011.08.25	15:59:44.65	40.6552	26.5578	009,1	2.4	0,2266	1,4727	7,000	13	Patlatma
66	2011.08.19	15:48:30.45	40.6305	26.5933	008,4	2.6	0,1973	1,4727	5,000	15	Patlatma
67	2011.08.13	11:02:49.94	40.5835	26.4955	005,0	2.1	0,1349	0,9397	20,000	26	Patlatma
68	2011.08.06	15:48:08.34	40.6072	26.5545	010,0	2.4	0,1034	1,0417	11,000	17	Patlatma
69	2011.07.29	09:31:33.29	40.6220	26.5483	009,3	1.8	0,1532	1,1641	11,000	27	Patlatma

EK:1. Tablo 3.22. (Devamı)

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
70	2011.07.23	09:15:47.49	40.6380	26.5297	011,2	2.1	0,1987	1,2006	5,000	34	Patlatma
71	2011.07.18	16:23:46.52	40.6725	26.5877	012,8	2.6	0,2289	1,2891	6,000	28	Patlatma
72	2011.07.15	13:24:54.87	40.7645	26.3383	005,2	2.1	0,5930	0,2127	6,000	30	Patlatma
73	2011.07.04	17:00:04.15	40.4332	26.2568	016,3	2.6	2,0270	0,3802	47,000	54	Deprem
74	2011.07.01	10:07:47.52	40.6235	26.5308	008,4	1.7	0,2747	1,1072	4,000	22	Patlatma
75	2011.06.28	15:44:55.29	40.6168	26.5420	007,7	2.0	0,1638	1,5901	6,000	30	Patlatma
76	2011.06.10	09:44:34.08	40.6207	26.5423	007,8	2.7	0,1467	1,6538	3,000	39	Patlatma
77	2011.06.05	10:47:21.99	40.6187	26.5482	009,1	2.6	0,1666	1,5017	6,000	17	Patlatma
78	2011.05.24	14:34:41.13	40.6110	26.5565	007,2	2.5	0,1277	1,5666	5,000	27	Patlatma
79	2011.04.27	15:47:08.89	40.6083	26.5397	004,7	2.3	0,0995	1,5785	10,000	32	Patlatma
80	2011.03.29	16:19:26.78	40.6263	26.5328	008,8	2.5	0,1069	1,5605	3,000	53	Patlatma
81	2011.03.12	10:57:18.50	40.7768	26.3492	005,4	2.3	0,6667	0,4689	14,000	25	Patlatma
82	2011.02.21	10:18:30.55	40.6225	26.5440	011,8	2.3	0,1632	1,0803	8,000	26	Patlatma
83	2011.02.17	05:13:43.78	40.6140	26.5665	006,0	2.7	0,1341	1,4874	13,000	54	Patlatma
84	2011.02.05	16:53:08.89	40.6342	26.5137	005,4	2.6	0,0844	1,4417	7,000	31	Patlatma

EK:1. Tablo 3.22. (Devamı)



Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
85	2010.12.06	14:19:00.62	40.7615	26.3150	012,2	2.6	0,7864	0,7147	5,000	30	Patlatma
86	2010.12.03	07:38:15.37	40.4470	26.3173	016,7	2.7	1,7297	1,8165	1,000	34	Deprem
87	2010.11.30	14:05:45.36	40.7655	26.1123	012,3	2.6	0,3636	0,3113	6,000	40	Patlatma
88	2010.11.08	15:49:51.63	40.6127	26.5440	006,0	2.4	0,1563	1,5544	8,000	24	Patlatma
89	2010.11.08	15:19:27.88	40.7628	26.2030	022,3	2.3	0,3690	0,2975	5,000	37	Patlatma
90	2010.10.30	07:53:37.76	40.6267	26.5588	009,6	2.2	0,2880	1,4335	11,000	30	Patlatma
91	2010.10.06	13:15:04.57	40.6252	26.5728	013,9	2.1	0,1454	1,1641	25,000	34	Patlatma
92	2010.10.04	14:50:04.41	40.7675	26.3277	002,6	2.2	0,7595	0,5843	7,000	22	Patlatma
93	2010.09.27	14:15:28.65	40.7648	26.3247	013,0	2.5	0,5065	0,3972	14,000	28	Patlatma
94	2010.09.24	16:28:26.66	40.6265	26.5865	008,9	2.4	2,3061	2,0634	6	25	Deprem
95	2010.08.24	17:03:19.03	40.6240	26.5403	008,0	2.7	0,1399	1,3814	8,000	33	Patlatma
96	2010.08.11	09:44:34.32	40.6205	26.5528	010,4	2.0	0,2619	1,3527	9,000	20	Patlatma
97	2010.07.24	07:39:33.06	40.6125	26.5435	006,1	2.6	0,1657	1,4496	9,000	35	Patlatma
98	2010.06.02	09:47:21.43	40.6573	26.5893	010,1	2.2	0,1396	1,0417	5,000	19	Patlatma
99	2010.05.21	15:51:29.45	40.6205	26.5718	013,1	2.3	0,1975	1,2144	12,000	33	Patlatma

EK:1. Tablo 3.22. (Devamı)

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
100	2010.05.10	17:26:00.03	40.6208	26.5808	009,6	2.4	0,3243	1,2656	10,000	34	Patlatma
101	2010.04.14	15:10:59.63	40.6123	26.5370	005,4	2.3	0,1789	1,2407	9,000	33	Patlatma
102	2010.04.12	14:24:37.90	40.7618	26.3622	004,2	2.2	0,7460	-0,1238	7,000	30	Patlatma
103	2010.04.10	08:53:53.49	40.6258	26.5260	009,1	2.3	0,2375	1,2891	4,000	31	Patlatma
104	2010.03.31	15:53:09.99	40.6367	26.5870	016,0	2.0	0,1711	1,1242	9,000	25	Patlatma
105	2010.03.26	12:28:08.20	40.6258	26.5238	013,7	2.1	0,3398	1,2533	3,000	22	Patlatma
106	2009.12.29	13:30:49.06	40.6310	26.5418	010,8	2.4	0,1870	1,3427	8,000	35	Patlatma
107	2009.11.09	15:35:00.71	40.7760	26.3437	012,5	2.0	0,6119	0,1179	4,000	28	Patlatma
108	2009.06.16	11:37:48.60	40.6263	26.5843	009,9	2.2	0,1054	0,9523	7,000	40	Patlatma
109	2009.06.01	16:02:14.14	40.7868	26.3432	012,3	2.3	0,8947	0,6387	4,000	48	Patlatma
110	2009.05.26	11:30:16.92	40.6240	26.5802	010,9	2.0	0,1374	0,9645	7,000	26	Patlatma
111	2009.05.14	06:22:05.66	40.7995	26.2937	024,2	2.3	0,5000	-0,0035	9,000	24	Patlatma
112	2009.05.13	17:52:19.41	40.6228	26.3823	005,0	2.6	1,6190	1,5418	14,000	18	Deprem
113	2009.05.11	15:55:03.71	40.6220	26.5013	007,4	2.7	0,3966	1,3720	4,000	15	Patlatma
114	2009.05.06	15:54:35.47	40.5928	26.5148	002,3	2.7	0,3832	1,6231	8,000	33	Patlatma

EK:1. Tablo 3.22. (Devamı)

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
115	2009.05.06	15:49:31.64	40.6520	26.4762	015,5	2.5	0,1250	1,1564	7,000	29	Patlatma

EK:1. Tablo 3.22. (Devamı)

**EK: 2. ENEZ istasyonuna ait veriler için hesaplanan parametrelerin tümü (Tablo 3.23.)**

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
1	2013.05.17	10:32:15.52	40.6125	26.5170	005,7	1.6	0,5429	-0,2161	7,900	19	Patlatma
2	2013.05.14	21:47:38.60	40.4138	26.3303	003,8	2.5	0,2473	0,9461	1,370	68	Patlatma
3	2013.04.11	08:49:13.38	40.4017	26.0468	005,0	1.5	2,0381	0,2335	26,480	20	Deprem
4	2013.03.10	01:30:51.43	40.3770	26.0335	008,3	2.2	2,0909	1,0710	19,640	51	Deprem
5	2013.01.01	17:13:30.04	40.4747	26.3757	012,1	1.8	0,1938	0,5051	4,427	33	Patlatma
6	2012.12.27	10:02:11.10	40.6682	26.4657	013,8	1.8	0,8732	0,2975	8,173	15	Patlatma
7	2012.11.12	09:36:34.20	40.6992	26.5885	010,6	2.1	0,4259	-0,1331	12,536	38	Patlatma
8	2012.10.15	01:46:04.42	40.4188	26.0275	005,4	2.7	2,5246	1,5958	27,400	51	Deprem
9	2012.10.12	15:56:20.38	40.6157	26.5512	007,1	1.6	0,6529	0,5505	4,135	35	Patlatma
10	2012.10.12	07:57:16.13	40.6750	26.5705	003,8	1.6	2,2558	0,4919	16,225	38	Deprem
11	2012.10.08	09:11:05.05	40.6777	26.5978	014,4	1.8	2,3736	0,5386	1,492	35	Deprem
12	2012.09.19	09:03:34.77	40.6790	26.5478	006,6	1.8	0,6156	0,0187	9,059	45	Patlatma

EK:2. Tablo 3.23. ENEZ istasyonuna ait 40.00-41.00°K enlemleri ile 25.30-26.80°D boylamları için hesaplanan parametrelerin tümü, deprem ve patlatma sınıflandırması. Genlik Oranı: Maksimum S-dalgası genliğinin maksimum P-dalgasının genliğine oranı, Karmaşıklık (Complexity - Kompleksiti): Düşey bileşen hız sismogramının iki zaman penceresindeki (P dalgası varış zamanı-1; 1-7 [sn]) güçlerinin oranı, logS: Maksimum S-dalgası genliğinin logaritmik değeri, Süre: Dalga şeklinin toplam sinyal süresi, Tip: Olay türü

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
13	2012.09.14	18:53:12.55	40.3562	26.1995	007,2	2.1	1,6962	1,2343	22,598	49	Deprem
14	2012.09.05	10:38:34.17	40.6807	26.5938	006,7	2.0	1,7317	0,6574	34,723	34	Deprem
15	2012.08.29	09:14:10.94	40.6627	26.5705	004,9	1.7	2,2889	0,5180	6,831	39	Deprem
16	2012.08.23	19:24:28.88	40.4090	26.1920	008,2	2.0	1,0833	0,7652	10,101	53	Deprem
17	2012.08.23	01:31:48.67	40.4152	26.1228	013,5	1.7	2,8533	0,5345	28,088	60	Deprem
18	2012.08.17	10:34:11.20	40.6725	26.5670	004,4	1.8	1,4769	0,4874	17,026	26	Deprem
19	2012.08.07	09:29:48.17	40.6765	26.5417	007,2	1.6	2,1129	0,3214	13,252	47	Deprem
20	2012.08.07	09:23:28.62	40.6062	26.5355	005,1	1.4	1,3902	0,2610	14,194	33	Deprem
21	2012.08.01	09:20:02.89	40.6085	26.5002	005,0	2.1	1,7407	0,4783	6,822	41	Deprem
22	2012.07.20	09:25:45.44	40.5938	26.4582	002,5	1.5	1,9000	0,4829	33,839	35	Deprem
23	2012.07.13	07:41:33.45	40.6645	26.5507	007,2	2.3	2,5319	0,5807	15,324	47	Deprem
24	2012.06.19	08:58:30.20	40.6767	26.5858	003,3	2.2	1,9500	0,5733	9,691	28	Deprem
25	2012.06.12	08:54:25.95	40.6677	26.5825	007,7	1.9	1,4839	0,4689	15,219	65	Deprem
26	2012.06.04	08:54:48.25	40.6445	26.5747	004,7	1.9	1,6613	0,5180	2,708	36	Deprem

EK:2. Tablo 3.23. (Devamı)

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
27	2012.05.25	08:33:37.01	40.6493	26.5670	004,9	1.8	1,4211	0,5386	15,906	28	Deprem
28	2012.04.03	19:28:57.00	40.4138	26.2755	006,4	2.5	1,0714	1,6635	5,232	59	Deprem
29	2011.10.30	15:09:06.70	40.6080	26.5403	011,4	2.1	0,7302	0,4689	12,785	31	Patlatma
30	2011.08.25	15:59:44.65	40.6552	26.5578	009,1	2.4	0,7656	0,1953	4,922	23	Patlatma
31	2011.08.19	15:48:30.45	40.6305	26.5933	008,4	2.6	0,6481	0,0492	9,787	19	Patlatma
32	2011.07.18	16:23:46.52	40.6725	26.5877	012,8	2.6	0,3163	-0,3045	20,968	23	Patlatma
33	2011.06.10	09:44:34.08	40.6207	26.5423	007,8	2.7	0,7480	0,4689	8,228	60	Patlatma
34	2011.06.05	10:47:21.99	40.6187	26.5482	009,1	2.6	0,3358	-0,1331	9,067	58	Patlatma
35	2011.05.24	14:34:41.13	40.6110	26.5565	007,2	2.5	0,3984	0,1953	9,964	22	Patlatma
36	2010.10.04	14:50:04.41	40.7675	26.3277	002,6	2.2	0,2778	1,0103	24,270	26	Patlatma
37	2010.04.12	14:24:37.90	40.7618	26.3622	004,2	2.2	0,6035	0,1486	4,552	31	Patlatma
38	2009.11.09	15:35:00.71	40.7760	26.3437	012,5	2.0	0,2441	0,2975	13,059	24	Patlatma
39	2009.08.01	14:57:13.15	40.7863	26.3750	005,0	2.4	0,2813	0,8396	4,133	23	Patlatma
	2009.06.01	16:02:14.14	40.7868	26.3432	012,3	2.3	0,3016	0,6870	8,433	29	Patlatma

EK:2. Tablo 3.23. (Devamı)

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
41	2009.05.26	11:30:16.92	40.6240	26.5802	010,9	2.0	0,3038	-0,4157	4,300	19	Patlatma
42	2009.05.14	06:22:05.66	40.7995	26.2937	024,2	2.3	0,6000	0,6257	5,231	19	Patlatma

EK:2. Tablo 3.23. (Devamı)



**EK: 3. GELI istasyonuna ait veriler için hesaplanan parametrelerin tümü (Tablo 3.24.)**

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
1	2012.11.12	09:36:34.20	40.6992	26.5885	010,6	2.1	2,2222	-0,0969	2,000	49	Deprem
2	2012.10.12	07:57:16.13	40.6750	26.5705	003,8	1.6	1,0385	-0,0635	3,000	41	Deprem
3	2012.10.08	09:11:05.05	40.6777	26.5978	014,4	1.8	2,2778	0,1179	3,000	40	Deprem
4	2012.09.30	22:00:01.58	40.4327	26.2610	015,4	2.0	4,9756	1,1158	1,000	50	Deprem
5	2012.08.29	09:14:10.94	40.6627	26.5705	004,9	1.7	1,3947	-0,0716	22,000	60	Deprem
6	2012.08.23	19:24:28.88	40.4090	26.1920	008,2	2.0	2,7273	0,7604	3,000	41	Deprem
7	2012.08.23	01:31:48.67	40.4152	26.1228	013,5	1.7	2,3103	0,6323	1,000	42	Deprem
8	2012.08.17	10:34:11.20	40.6725	26.5670	004,4	1.8	0,5897	-0,1331	7,000	32	Patlatma
9	2012.08.07	09:29:48.17	40.6765	26.5417	007,2	1.6	1,2381	-0,2048	8,000	50	Deprem
10	2012.08.07	09:23:28.62	40.6062	26.5355	005,1	1.4	0,4737	0,3625	4,000	41	Patlatma
11	2012.07.25	21:44:55.68	40.4223	26.2030	012,4	1.6	1,3750	-0,2104	25,000	48	Deprem
12	2012.07.13	07:41:33.45	40.6645	26.5507	007,2	2.3	0,5406	-0,0306	13,000	62	Patlatma
13	2012.07.09	09:16:25.16	40.6135	26.5663	010,8	2.1	0,5446	0,2455	2,000	32	Patlatma

EK:3. Tablo 3.24. GELI istasyonuna ait 40.00-41.00°K enlemleri ile 25.30-26.80°D boylamları için hesaplanan parametrelerin tümü, deprem ve patlatma sınıflandırması. Ratio: Maksimum S-dalgası genliğinin maksimum P-dalgasının genliğine oranı, C (Complexity - Kompleksite): Düşey bileşen hız sismogramının iki zaman penceresindeki (P dalgası varış zamanı-1; 1-9 [sn]) güçlerinin oranı, logS: Maksimum S-dalgası genliğinin logaritmik değeri, Duration: Dalga şeklinin toplam sinyal süresi, Tanı: Olay türü

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
14	2012.07.05	20:06:11.20	40.3843	26.0560	016,4	2.3	2,8235	0,7885	3,000	68	Deprem
15	2012.06.19	08:58:30.20	40.6767	26.5858	003,3	2.2	0,3670	-0,1938	10,000	27	Patlatma
16	2012.05.08	04:23:17.17	40.4627	26.1563	012,2	2.2	1,7234	1,0157	3,000	43	Deprem
17	2012.04.05	18:11:19.04	40.4195	26.2017	006,8	2.1	0,5116	0,4496	1,000	33	Patlatma
18	2012.03.18	15:55:38.48	40.4813	26.2635	016,6	1.6	4,4118	0,9823	3,000	74	Deprem
19	2012.03.14	12:52:22.34	40.6428	26.5633	014,9	2.0	2,3590	0,1679	6,000	24	Deprem
20	2012.01.19	18:53:15.24	40.4160	26.1633	006,3	2.5	5,1852	0,9523	2,000	34	Deprem
21	2012.01.16	17:48:54.46	40.3985	26.1095	007,6	2.5	3,1613	1,0984	1,000	41	Deprem
22	2011.11.16	10:38:07.88	40.6232	26.5755	009,3	2.6	0,8429	0,8781	2,000	27	Patlatma
23	2011.10.30	15:09:06.70	40.6080	26.5403	011,4	2.1	0,2706	0,4689	3,000	31	Patlatma
24	2011.10.21	15:58:37.15	40.6075	26.5398	006,0	2.9	0,4667	0,7974	2,000	33	Patlatma
25	2011.10.03	10:26:16.47	40.6313	26.5290	007,6	2.2	0,5741	0,5986	4,000	27	Patlatma
26	2011.09.16	15:09:23.19	40.5745	26.5413	006,6	2.6	0,6066	0,6754	2,000	44	Patlatma
27	2011.09.09	10:35:07.41	40.5838	26.4823	003,6	2.3	0,6625	0,5305	2,000	26	Patlatma
28	2011.08.25	15:59:44.65	40.6552	26.5578	009,1	2.4	0,2977	0,0962	2,000	12	Patlatma

EK:3. Tablo 3.24. (Devamı)

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
29	2011.08.19	15:48:30.45	40.6305	26.5933	008,4	2.6	0,3443	0,1284	5,000	15	Patlatma
30	2011.07.29	09:31:33.29	40.6220	26.5483	009,3	1.8	0,3917	0,1772	5,000	25	Patlatma
31	2011.07.23	09:15:47.49	40.6380	26.5297	011,2	2.1	0,6058	0,3045	3,000	39	Patlatma
32	2011.07.18	16:23:46.52	40.6725	26.5877	012,8	2.6	0,2222	-0,1524	1,000	23	Patlatma
33	2011.07.15	13:24:54.87	40.7645	26.3383	005,2	2.1	0,2823	-0,5528	7,000	26	Patlatma
34	2011.07.01	10:07:47.52	40.6235	26.5308	008,4	1.7	0,5159	0,1126	2,000	26	Patlatma
35	2011.06.28	15:44:55.29	40.6168	26.5420	007,7	2.0	0,5514	0,5770	3,000	21	Patlatma
36	2011.06.21	01:04:21.85	40.4125	26.2300	008,1	2.6	1,3588	0,7556	3,000	54	Deprem
37	2011.06.10	09:44:34.08	40.6207	26.5423	007,8	2.7	0,2500	0,3113	2,000	27	Patlatma
38	2011.06.05	10:47:21.99	40.6187	26.5482	009,1	2.6	0,4535	0,3972	2,000	21	Patlatma
39	2011.05.24	14:34:41.13	40.6110	26.5565	007,2	2.5	0,2269	0,2375	2,000	40	Patlatma
40	2011.05.07	12:17:20.45	40.6003	26.5282	009,1	2.7	0,5513	0,7407	2,000	59	Patlatma
41	2011.04.10	04:30:17.66	40.4213	26.1083	018,2	2.7	2,8857	0,8105	13,000	36	Deprem
42	2011.04.03	21:26:06.06	40.4687	26.0193	002,8	2.8	1,5248	0,9937	2,000	67	Deprem

EK:3. Tablo 3.24. (Devamı)

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
43	2011.03.29	16:19:26.78	40.6263	26.5328	008,8	2.5	0,5706	0,7930	2,000	33	Patlatma
44	2011.03.12	10:57:18.50	40.7768	26.3492	005,4	2.3	0,2569	-0,5287	31,000	27	Patlatma
45	2011.02.17	05:13:43.78	40.6140	26.5665	006,0	2.7	0,5833	0,7305	3,000	27	Patlatma
46	2011.02.05	16:53:08.89	40.6342	26.5137	005,4	2.6	0,6712	0,7974	3,000	12	Patlatma
47	2011.01.18	10:29:20.17	40.6243	26.4605	009,8	2.3	2,4737	0,4783	2,000	29	Deprem
48	2010.12.25	03:17:04.95	40.4340	26.2173	007,7	2.7	2,0952	1,2278	6,000	37	Deprem
49	2010.12.06	14:19:00.62	40.7615	26.3150	012,2	2.6	0,4056	0,2686	5,000	26	Patlatma
50	2010.11.30	14:05:45.36	40.7655	26.1123	012,3	2.6	0,4375	-0,1057	13,000	30	Patlatma
51	2010.11.18	22:04:36.95	40.3925	26.2345	009,6	2.5	1,9821	0,5505	2,000	30	Deprem
52	2010.11.08	15:49:51.63	40.6127	26.5440	006,0	2.4	0,6525	0,6927	4,000	16	Patlatma
53	2010.11.08	15:19:27.88	40.7628	26.2030	022,3	2.3	0,3516	-0,1427	7,000	22	Patlatma
54	2010.11.08	06:12:16.41	40.4012	26.5465	022,4	2.2	1,2931	0,9823	4,000	24	Deprem
55	2010.11.05	11:34:45.05	40.4245	26.3522	019,5	2.7	1,0561	1,1603	0,500	24	Deprem

EK:3. Tablo 3.24. (Devamı)

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
56	2010.11.03	21:10:56.18	40.4563	26.2382	016,3	2.5	1,2182	0,6323	4,000	52	Deprem
57	2010.11.03	16:45:08.36	40.4603	26.3323	009,6	2.1	2,0000	0,4082	13,000	18	Deprem
58	2010.11.03	05:21:51.73	40.4250	26.2933	025,5	2.6	1,3210	0,5345	11,000	39	Deprem
59	2010.10.06	13:15:04.57	40.6252	26.5728	013,9	2.1	0,7966	0,4783	3,000	46	Patlatma
60	2010.10.04	14:50:04.41	40.7675	26.3277	002,6	2.2	0,3485	0,0430	4,000	19	Patlatma
61	2010.09.27	14:15:28.65	40.7648	26.3247	013,0	2.5	0,3158	-0,0177	3,000	38	Patlatma
62	2010.09.24	16:28:26.66	40.6265	26.5865	008,9	2.4	2,2800	0,8631	12,000	59	Deprem
63	2010.08.11	09:44:34.32	40.6205	26.5528	010,4	2.0	0,6857	0,4874	3,000	17	Patlatma
64	2010.07.24	07:39:33.06	40.6125	26.5435	006,1	2.6	0,3810	0,6124	2,000	36	Patlatma
65	2010.06.03	15:45:01.72	40.7922	26.3485	003,5	2.4	0,3194	0,4689	0,500	10	Patlatma
66	2010.05.21	15:51:29.45	40.6205	26.5718	013,1	2.3	0,5873	0,3744	4,000	17	Patlatma
67	2010.05.17	02:09:00.12	40.4840	26.3970	012,3	2.3	3,7500	0,9823	17,000	42	Deprem
68	2010.05.10	17:26:00.03	40.6208	26.5808	009,6	2.4	0,5638	0,2294	3,000	28	Patlatma
69	2010.03.31	15:53:09.99	40.6367	26.5870	016,0	2.0	0,4352	0,1772	2,000	27	Patlatma
70	2010.03.19	03:29:10.61	40.5560	26.2113	012,5	2.3	2,3818	0,9235	4,000	41	Deprem

EK:3. Tablo 3.24. (Devamı)

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
71	2009.12.29	13:30:49.06	40.6310	26.5418	010,8	2.4	0,3519	0,5621	5,000	27	Patlatma
72	2009.11.09	15:35:00.71	40.7760	26.3437	012,5	2.0	0,2976	-0,3979	4,000	26	Patlatma
73	2009.08.01	14:57:13.15	40.7863	26.3750	005,0	2.4	0,3333	0,3113	8,000	13	Patlatma
74	2009.07.25	16:45:23.80	40.7767	26.3018	017,2	2.6	0,3153	0,0492	3,000	28	Patlatma
75	2009.06.16	11:37:48.60	40.6263	26.5843	009,9	2.2	0,3050	0,1386	1,000	29	Patlatma
76	2009.06.01	16:02:14.14	40.7868	26.3432	012,3	2.3	0,6207	0,0615	4,000	28	Patlatma
77	2009.05.26	11:30:16.92	40.6240	26.5802	010,9	2.0	0,4531	0,2686	3,000	26	Patlatma
78	2009.05.14	06:22:05.66	40.7995	26.2937	024,2	2.3	0,5159	-0,2840	2,000	14	Patlatma

EK:3. Tablo 3.24. (Devamı)

**EK: 4. KULA istasyonuna ait veriler için hesaplanan parametrelerin tümü (Tablo 3.25.)**



Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
1	2013.06.06	16:06:44.41	38.4210	28.5283	006,3	2.1	1,382	0,988	6404,314	21	Deprem
2	2013.06.03	15:14:22.67	38.4330	28.5270	005,4	2.2	1,582	1,133	7990,285	27	Deprem
3	2013.05.11	14:07:34.35	38.5440	28.6530	011,8	1.8	0,596	1,221	4590,654	24	Patlatma
4	2013.04.22	14:06:27.63	38.5598	28.6623	005,8	2.0	0,628	1,442	7547,798	21	Patlatma
5	2012.10.28	13:10:14.81	38.9898	28.6262	011,7	2.3	2,531	1,016	31,51	45	Deprem
6	2012.09.13	15:54:37.91	38.5985	28.5520	009,6	2.2	2,100	1,810	128206,9	22	Deprem
7	2012.08.16	15:58:51.33	38.4043	28.5085	005,0	2.1	0,470	0,392	4515,954	23	Deprem
8	2012.08.09	12:22:25.75	38.8185	28.8037	015,2	1.5	3,722	0,331	42,16	29	Deprem
9	2012.08.01	13:14:26.25	38.6230	28.5903	002,3	2.4	0,561	1,579	14839,17	22	Patlatma
10	2012.07.29	10:21:19.87	38.7635	28.7183	005,1	1.5	3,433	0,819	91,93	21	Deprem
11	2012.07.25	16:41:09.84	38.5515	28.6490	007,8	1.9	0,426	1,473	131815,7	23	Patlatma
12	2012.07.08	13:45:30.67	38.5813	28.6792	004,7	2.3	0,432	1,554	9696,3	29	Patlatma
13	2012.05.14	11:03:45.79	38.5815	28.6313	005,8	2.4	0,460	1,465	2683,175	26	Patlatma

EK:4. Tablo 3.25. KULA istasyonuna ait 38.00-39.30°K enlemleri ile 28.00-29.30°D boylamları için hesaplanan parametrelerin tümü, deprem ve patlatma sınıflandırması. Genlik Oranı: Maksimum S-dalgası genliğinin maksimum P-dalgasının genliğine oranı, Karmaşıklık (Complexity - Kompleksiti): Düşey bileşen hız sismogramının iki zaman penceresindeki (P dalgası varış zamanı-1; 1-12 [sn]) güçlerinin oranı, logS: Maksimum S-dalgası genliğinin logaritmik değeri, Süre: Dalga şeklinin toplam sinyal süresi, Tip: Olay türü

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
14	2012.04.21	13:38:54.92	38.5840	28.5938	004,9	2.4	0,595	1,529	14880,56	20	Patlatma
15	2012.04.05	13:44:22.49	38.5757	28.6272	007,9	2.7	0,465	1,311	11597,22	20	Patlatma
16	2012.03.24	14:23:21.75	38.5795	28.6275	008,5	2.0	0,326	1,333	14813,96	20	Patlatma
17	2011.10.03	09:03:44.10	38.5200	28.7200	0007	2.3	0,725	1,454	30270,19	20	Deprem
18	2011.09.06	09:10:38.70	38.6495	28.7760	007,8	2.6	3,259	1,353	1670,976	30	Deprem
19	2011.08.25	11:47:35.44	38.5845	28.6637	002,9	2.2	0,507	1,259	24897,12	19	Patlatma
20	2011.08.18	09:31:09.58	38.5738	28.6892	015,1	2.6	3,636	1,612	37,35	26	Deprem
21	2011.08.12	13:13:21.22	38.4778	28.7712	005,0	2.3	1,391	1,612	1394,018	21	Deprem
22	2011.08.07	09:27:34.39	38.8290	28.7715	005,4	2.6	4,773	1,429	708,217	22	Deprem
23	2011.08.02	13:47:07.20	38.4157	28.5550	016,7	2.5	0,430	0,469	35,28	26	Deprem
24	2011.07.15	17:01:32.72	38.5383	28.6122	004,2	2.7	0,254	0,885	20793,5	27	Patlatma
25	2011.07.04	16:35:27.74	38.5298	28.6623	006,2	2.4	1,875	1,362	6523,512	30	Deprem
26	2011.06.20	13:52:09.50	38.8507	28.8145	020,7	2.2	5,875	0,478	16,53	47	Deprem
27	2011.06.19	13:40:20.05	38.5377	28.6555	008,6	2.4	0,379	0,982	28755,01	22	Deprem
28	2011.05.30	11:20:24.44	38.5622	28.6177	009,3	2.4	1,163	1,480	28976,4	23	Patlatma

EK:4. Tablo 3.25. (Devamı)

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
29	2011.05.27	05:33:59.30	38.8927	28.9980	005,0	2.2	1,235	0,287	17,5	32	Deprem
30	2011.05.26	15:14:49.22	38.5475	28.6523	009,9	2.5	0,432	1,289	33714,7	20	Patlatma
31	2011.05.20	13:58:39.37	38.9905	28.6268	005,0	2.7	2,378	0,535	41,35	28	Deprem
32	2011.05.19	21:45:47.86	38.9563	28.9285	005,0	2.6	2,875	0,168	2,72	28	Deprem
33	2011.05.15	16:24:16.55	38.5810	28.6130	005,7	2.6	0,268	1,052	225382,5	19	Patlatma
34	2011.05.06	15:01:52.47	38.4990	28.6273	005,0	2.3	1,955	1,644	3	24	Deprem
35	2011.04.08	11:59:27.58	38.4195	28.5105	007,3	2.1	1,510	0,675	14082,1	21	Deprem
36	2011.04.07	15:40:04.67	38.6072	28.6270	004,6	2.6	0,509	1,164	16,38	23	Patlatma
37	2011.04.02	12:28:11.36	38.4568	28.7932	003,9	2.6	3,182	1,128	585,2	34	Deprem
38	2011.03.31	15:58:46.95	38.4380	28.5735	014,7	2.5	1,537	1,509	5353,7	21	Deprem
39	2011.03.30	11:50:36.33	38.6243	28.8633	008,6	2.4	3,158	1,788	120302,3	24	Deprem
40	2011.03.22	09:40:10.67	38.6825	28.7118	021,9	2.1	4,344	0,648	327,7	22	Deprem
41	2011.03.18	13:10:26.65	38.5162	28.8208	007,6	2.3	1,582	1,133	554,5	32	Deprem
42	2011.03.13	14:57:07.04	38.5625	28.6140	003,3	2.3	0,459	1,457	51244,3	19	Patlatma

EK:4. Tablo 3.25. (Devamı)

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
43	2011.02.22	10:16:47.45	38.5565	28.7158	016,6	2.5	3,091	1,241	249,1	26	Deprem
44	2011.01.31	10:11:03.75	38.4615	28.8157	008,4	2.5	4,000	0,999	3,59	32	Deprem
45	2011.01.28	11:42:53.71	38.4777	28.8422	005,5	2.6	2,281	1,272	586,7	37	Deprem
46	2011.01.25	15:07:55.51	38.5702	28.6568	009,2	2.0	1,486	1,392	683,7	37	Patlatma
47	2011.01.22	09:44:45.48	38.4687	28.7810	005,0	2.5	1,244	1,593	1400,1	25	Deprem
48	2011.01.21	03:45:15.19	38.9835	28.6440	010,3	2.6	2,137	0,543	20,3	36	Deprem
49	2011.01.19	12:14:27.11	38.4988	28.7940	005,4	2.5	3,000	2,067	16684,4	31	Deprem
50	2011.01.09	05:27:31.13	38.6632	28.9477	007,2	2.6	1,559	1,071	10,7	25	Deprem
51	2011.01.08	11:55:59.20	38.4768	28.8365	011,5	2.4	1,816	1,057	18339,4	29	Deprem
52	2011.01.07	13:18:52.67	38.5503	28.6417	010,1	2.6	0,495	1,322	177851,4	33	Patlatma
53	2010.12.18	09:56:03.15	38.5497	28.6522	013,2	2.6	0,751	1,269	727,2	24	Patlatma
54	2010.11.21	15:14:28.55	38.5673	28.6132	005,0	2.3	0,645	1,340	3475,1	24	Patlatma
55	2010.11.10	13:15:43.78	38.5162	28.6212	008,4	2.3	0,395	1,454	22714,6	34	Deprem

EK:4. Tablo 3.25. (Devamı)

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
56	2010.11.09	16:49:49.94	38.7398	28.8152	005,8	2.6	5,765	1,098	165,7	26	Deprem
57	2010.11.03	14:24:05.68	38.5483	28.6017	004,7	2.4	0,551	1,319	34645,9	28	Patlatma
58	2010.10.27	15:25:54.38	38.4988	28.6893	009,2	2.5	0,387	1,343	1891,5	25	Deprem
59	2010.10.16	13:49:41.77	38.5922	28.6318	005,0	2.4	0,151	0,965	2,29	24	Patlatma
60	2010.09.30	21:32:02.52	38.6472	28.9220	006,6	2.7	1,782	1,098	62003,83	26	Deprem
61	2010.09.30	01:15:42.56	38.6950	28.8387	005,0	2.9	1,864	1,924	17896,8	40	Deprem
62	2010.09.26	16:06:05.63	38.5077	28.6055	004,9	2.4	0,387	1,168	4124,4	29	Deprem
63	2010.08.10	13:43:09.04	38.5898	28.6153	002,9	2.1	0,308	1,194	69256,3	25	Patlatma
64	2010.07.23	00:47:05.72	38.7108	28.8305	015,1	2.7	2,462	1,391	0,652	27	Deprem
65	2010.07.01	13:14:30.35	38.5613	28.5695	004,6	2.6	0,461	1,322	61294,7	20	Deprem
66	2010.04.30	17:09:15.06	38.4240	28.7637	006,7	2.5	0,398	1,128	2128,2	21	Deprem
67	2010.03.30	03:31:06.21	38.6722	28.9175	005,4	2.7	0,548	0,566	4399,6	36	Deprem
68	2010.03.21	13:53:44.59	38.5983	28.6417	005,0	2.6	0,496	1,247	7214,3	20	Patlatma
69	2010.02.24	02:48:24.34	38.7003	28.9192	005,8	2.4	0,660	0,191	1676,8	24	Deprem
70	2010.01.18	15:11:08.36	38.4773	28.5805	006,1	2.3	0,573	0,955	1843,6	23	Deprem

EK:4. Tablo 3.25. (Devamı)

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
71	2010.01.17	17:32:58.72	38.9770	28.7555	016,0	2.1	0,484	-0,305	45,4	20	Deprem
72	2010.01.02	15:08:41.64	38.7913	28.6775	005,4	2.3	1,515	1,120	1085	35	Deprem
73	2009.09.11	14:01:10.67	38.6975	28.8312	004,9	2.9	0,377	1,201	9552,4	32	Deprem
74	2009.09.07	23:16:07.41	38.6812	28.8843	004,1	2.7	0,305	1,421	633,9	31	Deprem
75	2009.08.15	03:53:06.85	38.9067	28.6310	019,1	2.8	0,370	0,670	36,7	24	Deprem
76	2009.07.16	01:41:04.15	38.9848	28.9892	005,5	2.7	2,070	0,154	18,1	38	Deprem
77	2009.05.12	16:07:00.27	38.5357	28.7437	006,3	2.8	0,397	0,670	2867,6	21	Deprem

EK:4. Tablo 3.25. (Devamı)

**EK: 5. LOD istasyonuna ait veriler için hesaplanan parametrelerin tümü (Tablo 3.26.)**

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
1	2013.12.19	07:55:41.04	39.7022	33.0022	014,0	1.0	6,4347826	0,6754117	21,01	24,26	Deprem
2	2013.12.17	11:18:54.04	39.8535	33.0615	008,2	1.6	0,2792553	0,2253093	2,45	21,09	Patlatma
3	2013.12.15	08:50:34.34	39.9658	33.1540	017,5	1.8	0,25	-0,5114493	2,56	5,1	Patlatma
4	2013.12.06	14:19:03.80	39.9133	33.0728	009,2	1.7	0,7857143	0,5007852	6,26	13,06	Patlatma
5	2013.12.02	11:52:32.73	39.9805	33.5653	009,7	2.3	2,6981132	0,359456	21,51	57,09	Deprem
6	2013.11.22	14:29:12.89	40.0058	33.2050	004,0	1.2	0,3417722	-0,3645163	7,58	25,31	Patlatma
7	2013.11.19	12:05:24.58	40.0103	33.5830	005,0	2.3	2,5333333	0,2610248	22,92	40,13	Deprem
8	2013.11.18	13:45:06.68	39.7922	32.9162	015,3	1.9	6,047619	0,6089537	7,5	25,26	Deprem
9	2013.08.26	14:30:13.93	39.7843	33.3637	005,0	2.0	3,06	0,0877814	12,81	33,02	Deprem
10	2013.08.26	13:10:31.42	39.7858	32.9617	010,1	1.7	2,6162791	0,2552725	78,12	36,3	Deprem
11	2013.08.23	10:46:50.28	39.8298	32.9858	003,0	1.8	3,2843137	1,0301948	3,88	39,05	Deprem
12	2013.08.17	02:41:06.70	40.1608	33.2523	005,4	2.0	3,006135	0,5932861	10,93	60	Deprem
13	2013.08.12	09:39:11.00	40.2975	33.3158	004,8	2.1	2,1926606	0,8835479	2,18	38,27	Deprem

EK:5. Tablo 3.26. LOD istasyonuna ait 39.70-40.70°K enlemleri ile 32.50-34.00°D boylamları için hesaplanan parametrelerin tümü, deprem ve patlatma sınıflandırması. Genlik Oranı: Maksimum S-dalgası genliğinin maksimum P-dalgasının genliğine oranı, Karmaşıklık (Complexity - Kompleksiti): Düşey bileşen hız sismogramının iki zaman penceresindeki (P dalgası varış zamanı-1; 1-13 [sn]) güçlerinin oranı, logS: Maksimum S-dalgası genliğinin logaritmik değeri, Süre: Dalga şeklinin toplam sinyal süresi, Tip: Olay türü



Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
14	2013.08.02	15:11:33.42	39.8525	33.3882	005,0	1.6	2,9787234	0,049218	12,19	22,22	Deprem
15	2013.07.29	15:37:01.26	39.8727	33.0473	002,5	1.6	0,2336957	-0,1624116	18,53	15,22	Patlatma
16	2013.07.26	14:21:30.46	39.8132	33.0478	005,1	1.8	2,9180328	1,0566	2,66	26,29	Deprem
17	2013.07.15	23:30:58.33	40.4185	33.4082	001,2	1.8	3,8703704	-0,0777937	30,18	43,62	Deprem
18	2013.07.04	13:29:57.94	40.1627	33.4155	010,0	2.1	3,1764706	0,2375437	26,28	49,08	Deprem
19	2013.07.04	12:50:01.55	39.8952	33.0383	007,8	1.9	0,1448931	0,2904798	5,31	22,23	Patlatma
20	2011.12.30	15:09:07.24	39.9272	33.0950	005,3	2.6	4,3928571	0,8960851	3,17	28,45	Deprem
21	2011.12.26	12:50:17.90	39.8243	32.9140	005,0	2.6	6	0,5950551	12,71	21,3	Deprem
22	2011.12.24	01:26:45.36	39.8018	33.0513	008,5	2.6	2,5087719	0,660486	6,25	33,49	Deprem
23	2011.12.21	14:55:09.44	39.9247	33.0913	008,3	2.0	5,0571429	0,7531232	3,7	14,45	Deprem
24	2011.12.19	13:50:30.09	39.8480	33.0418	005,4	2.4	0,7118644	0,3044905	3,65	17,19	Patlatma
25	2011.12.16	15:18:33.68	39.9088	33.0835	007,0	2.0	0,6571429	0,2648178	4,21	19,45	Patlatma
26	2011.12.12	14:27:08.36	39.9102	33.0807	008,3	2.6	0,4054054	0,1583625	14,61	14,06	Patlatma
27	2011.12.11	07:31:38.85	40.0432	33.2132	005,0	2.7	5,254902	0,9332848	3,07	34,46	Deprem
28	2011.12.04	19:19:57.11	40.3598	33.0183	005,3	2.6	3,6373626	0,121888	5,78	29,28	Deprem

EK:5. Tablo 3.26. (Devamı)

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
29	2011.11.04	15:00:31.62	39.8373	32.9688	011,4	2.6	1,8148148	1,3414741	8,07	30,09	Deprem
30	2011.10.19	22:41:32.23	39.7090	33.2692	007,8	2.9	2,9848485	0,4985862	11,25	35,31	Deprem
31	2011.09.30	13:39:51.61	39.9810	33.0853	009,9	2.5	2,752809	0,8943161	3,57	21,31	Deprem
32	2011.09.22	00:24:02.92	40.2832	33.3540	007,6	2.7	8,0384615	0,2232363	6,3	29,06	Deprem
33	2011.09.21	12:20:36.25	40.5565	33.6775	006,8	2.8	2,5087719	0,660486	12,38	13,01	Deprem
34	2011.09.12	16:08:12.03	39.7517	33.0318	013,6	2.8	4,5121951	1,0733517	3,75	22,12	Deprem
35	2011.09.09	15:04:03.70	39.8975	33.1248	013,6	2.6	4,8481013	1,0883488	5,26	26,08	Deprem
36	2011.08.23	05:02:25.06	40.3588	33.4842	011,6	2.5	2,1590909	0,4828736	61,04	59,04	Deprem
37	2011.08.20	12:04:34.03	39.9185	33.6267	005,0	2.5	3,1666667	0,0269416	8,13	40,4	Deprem
38	2011.08.19	13:50:09.22	39.8940	33.0715	005,8	2.6	0,2148338	0,4294293	7,21	30,24	Patlatma
39	2011.08.08	13:18:01.30	39.8717	32.9917	005,0	2.3	3,3628319	0,7839036	10,9	41,2	Deprem
40	2011.08.08	13:14:12.13	40.0370	33.6435	007,9	2.7	2,5098039	0,0103	8,7	33,46	Deprem
41	2011.07.28	11:25:15.10	40.5095	32.8952	006,0	2.5	5,16	0,3147097	19,74	38,13	Deprem
42	2011.07.22	10:23:09.08	39.8845	33.0638	008,2	2.8	0,4966887	0,0791812	28,54	21,14	Patlatma

EK:5. Tablo 3.26. (Devamı)

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
43	2011.07.20	14:09:25.21	39.8720	33.0475	007,9	2.6	0,250996	0,3044905	15,46	23,34	Patlatma
44	2011.07.17	20:43:09.62	39.7973	32.7652	006,1	2.6	2,2931034	1,2310616	11,27	19,36	Deprem
45	2011.07.15	13:00:26.89	39.8668	33.0397	009,6	2.3	0,3134328	0,0034605	4,07	24,17	Patlatma
46	2011.07.10	21:50:32.24	39.9880	33.1070	020,3	2.7	3,16	0,7038071	18,85	32,2	Deprem
47	2011.07.06	03:24:23.75	40.4727	32.8878	005,4	2.9	2,0588235	0,049218	22,15	33,54	Deprem
48	2011.06.24	10:02:03.61	33.0587	010.2	2,5	2.5	0,6821705	0,1486027	12,01	19,02	Patlatma
49	2011.06.01	19:29:59.16	40.5240	33.0498	008,2	2.8	3,0111111	0,3360593	43,75	46,3	Deprem
50	2011.06.01	13:44:03.28	39.9032	33.0757	008,1	2.5	0,4777778	0,4396484	18,68	21,06	Patlatma
51	2011.05.09	14:27:40.86	39.8640	33.0522	007,1	2.8	0,5012723	0,1975562	5,36	19,53	Patlatma
52	2011.05.09	14:24:05.37	39.8593	33.0427	006,9	2.9	0,4294872	0,3312248	13,53	13,05	Patlatma
53	2011.04.29	14:47:48.72	39.9207	33.0648	005,3	2.5	0,6521739	-0,0177288	44,25	30,21	Patlatma
54	2011.04.29	14:18:13.54	39.8742	33.0117	002,6	2.2	0,6239316	0,0674428	33,13	15,11	Patlatma
55	2011.04.29	14:00:16.19	39.8758	33.0513	007,4	2.5	0,4513274	-0,0883098	40,55	24,31	Patlatma

EK:5. Tablo 3.26. (Devamı)

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
56	2011.04.15	13:58:52.26	39.8355	33.0447	008,7	2.2	0,3568282	0,112605	6,48	24,28	Patlatma
57	2011.04.15	13:58:19.08	39.8748	33.0597	007,7	2.2	0,300578	-0,0798767	5,93	20,19	Patlatma
58	2011.04.06	13:28:21.07	39.8477	33.0237	002,3	2.8	0,5120482	0,1335389	6,46	23,12	Patlatma
59	2011.03.30	13:19:39.47	39.9567	33.3075	011,1	2.4	3,44	0,4396484	19,14	35,34	Deprem
60	2011.03.30	11:49:59.33	39.8402	33.4302	011,9	2.1	2,6041667	0,30103	29,23	40,05	Deprem
61	2011.03.28	10:18:47.80	39.9440	33.6797	007,5	2.5	2,1428571	0,4216039	33,06	42,32	Deprem
62	2011.03.18	12:05:32.91	39.8643	32.9982	013,9	2.5	0,3022222	0,0366289	17,27	21,24	Patlatma
63	2011.03.14	13:32:27.78	39.8702	33.0312	011,0	2.6	0,2809278	0,2415465	11,79	25,59	Patlatma
64	2011.03.14	11:38:49.20	40.0283	33.5027	012,1	2.8	3,3939394	-0,047692	31,79	48,27	Deprem
65	2011.03.07	11:17:48.02	39.8867	33.0712	011,3	2.6	0,3568773	0,1863912	2,92	32,24	Patlatma
66	2011.02.23	13:07:02.22	39.9177	33.0365	008,4	2.5	0,2566372	0,1436392	4,67	24,3	Patlatma
67	2011.02.21	14:24:48.28	39.9003	33.0923	007,6	2.4	0,2818792	0,1283993	66,04	22,36	Patlatma
68	2011.02.19	18:56:26.32	40.3068	33.4213	005,0	2.9	2,2424242	0,550473	35,66	57,09	Deprem
69	2011.02.19	12:53:26.28	40.3077	33.4202	006,7	2.9	4,3958333	0,5284024	10,76	60,04	Deprem
70	2011.02.14	10:46:26.04	39.8802	33.0215	011,4	2.5	0,2844244	0,3044905	3,05	30,36	Patlatma

EK:5. Tablo 3.26. (Devamı)

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
71	2011.02.12	22:46:12.30	40.5940	32.7930	010,2	2.8	3,7090909	-0,0883098	9,98	53,35	Deprem
72	2011.02.09	13:46:54.06	39.9725	33.5395	008,6	2.9	0,6315789	-0,0634863	10,69	43,02	Patlatma
73	2011.02.09	10:43:52.50	39.9300	33.1000	0007	2.2	2,4888889	0,253338	13,88	55,35	Deprem
74	2011.02.08	23:06:55.24	39.9512	33.1980	013,1	2.6	5,4067797	0,1058507	16,23	42,35	Deprem
75	2011.02.08	06:18:49.40	40.3303	33.2615	013,7	2.7	6,4411765	0,2435341	5,25	28,31	Deprem
76	2011.02.08	01:57:55.11	40.5992	33.1120	009,1	2.8	5,3584906	-0,2456517	26,91	42,25	Deprem
77	2011.02.07	14:04:50.02	39.9795	33.4335	007,9	2.9	3,7246377	0,6140531	41,23	47,38	Deprem
78	2011.02.02	15:33:51.14	39.9018	33.0583	005,0	2.7	0,4072848	0,2940251	7,25	33,12	Patlatma
79	2011.01.28	23:23:59.49	40.2653	33.2605	008,3	2.7	7,4642857	0,5242663	5,55	48,28	Deprem
80	2011.01.20	07:36:07.33	39.7885	33.3210	008,6	2.2	6,0701754	0,4421661	4,79	26,01	Deprem
81	2011.01.19	21:30:49.57	39.7723	33.2943	006,5	2.6	7,3030303	0,285107	5,76	31	Deprem
82	2011.01.19	12:45:32.51	39.9003	33.0467	002,7	2.4	0,814346	0,4896773	25,35	29,24	Patlatma
83	2011.01.19	03:50:46.09	40.4122	32.9783	007,5	2.7	6,5294118	0,1245042	9,2	40,05	Deprem
84	2011.01.18	12:33:13.69	40.0217	33.5073	008,3	2.9	3,8404255	0,1595672	50,71	53,41	Deprem
85	2011.01.18	01:01:45.55	40.3175	33.4113	003,4	2.9	4,4181818	0,2886963	22,86	41,47	Deprem

EK:5. Tablo 3.26. (Devamı)

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
86	2011.01.17	22:02:44.62	40.3187	33.3648	005,0	2.8	6,3820225	0,0553783	31,42	51,2	Deprem
87	2011.01.17	21:57:35.20	40.2972	33.4073	005,4	2.8	2,4673913	-0,0419142	32,92	42,21	Deprem
88	2011.01.17	11:01:47.36	40.3432	33.3565	003,0	2.7	7,5833333	0,9413126	15,47	60,05	Deprem
89	2011.01.17	10:58:58.52	40.3625	33.3455	008,3	2.8	7,5740741	0,8158433	26,81	58,03	Deprem
90	2011.01.09	22:16:08.50	39.9758	33.1025	009,1	2.5	2,2735849	-0,015923	23,74	47,21	Deprem
91	2011.01.06	22:21:14.35	39.8457	33.5625	010,2	2.8	2,9480519	-0,0419142	5,22	39,12	Deprem
92	2010.12.31	13:11:11.02	39.9933	33.5148	005,3	2.5	0,5801527	-0,2160964	9,4	27,3	Patlatma
93	2010.12.27	13:14:58.11	39.8542	33.0598	008,3	2.8	0,1388889	0,10721	4,02	25,09	Patlatma
94	2010.12.24	16:01:48.07	39.8923	33.0532	007,1	2.5	0,4864865	0,2375437	70,53	31,33	Patlatma
95	2010.12.24	14:21:24.55	39.8898	33.0762	005,6	2.8	0,3278689	0,10721	43,48	23,55	Patlatma
96	2010.12.20	15:40:32.45	39.8907	33.0898	005,3	2.8	0,5858586	0,268578	19,06	26,2	Patlatma
97	2010.12.20	10:58:02.37	39.9048	33.0617	009,2	2.5	0,2459547	0,3859636	35,84	25,22	Patlatma
98	2010.12.15	16:37:22.49	39.9820	33.1940	005,3	2.7	0,6277372	-0,1624116	11,23	17,59	Patlatma
99	2010.12.07	14:09:21.67	39.9457	33.4237	028,5	2.8	2,3529412	0,20412	5,92	23,56	Deprem
100	2010.12.06	15:14:09.60	39.8773	33.0695	005,0	2.9	0,3813953	0,4189638	11,57	41,16	Patlatma

EK:5. Tablo 3.26. (Devamı)

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
101	2010.11.26	12:22:21.38	39.9322	33.3877	005,0	2.6	2,0888889	0,1772478	13,38	22,18	Deprem
102	2010.11.20	20:50:42.14	40.5438	33.0222	005,0	2.7	1,9677419	-0,3115802	22,42	25,52	Deprem
103	2010.11.18	16:27:47.90	40.0770	33.4107	005,5	2.6	6,9069767	0,0748164	8,83	36,48	Deprem
104	2010.11.13	16:02:32.19	40.4252	33.5972	016,0	2.6	2,5747126	-0,047692	29,98	48,15	Deprem
105	2010.11.12	10:08:27.39	40.5658	33.6128	005,0	2.7	2,3857143	0,1258065	8,74	22,22	Deprem
106	2010.11.08	13:18:25.57	39.8512	33.0580	007,9	2.8	0,3267974	0,0791812	4,06	31,48	Patlatma
107	2010.11.05	20:24:54.36	39.9895	33.2553	010,0	2.8	6,8421053	0,6190933	7,39	29,3	Deprem
108	2010.11.01	12:46:14.98	40.2243	33.3812	018,0	2.8	3,8478261	0,1510633	40,19	26,32	Deprem
109	2010.10.28	13:59:29.58	39.9843	33.5202	005,0	2.7	0,5384615	0,0269416	8,27	17,14	Patlatma
110	2010.10.27	14:04:05.58	39.9033	33.0545	007,7	2.6	0,4300626	0,5179872	28,92	23,19	Patlatma
111	2010.10.04	09:41:14.89	39.8488	33.0407	006,6	2.5	0,3367347	0,3246939	23,85	26,08	Patlatma
112	2010.10.01	12:43:31.56	39.8990	33.0595	010,7	2.5	0,2135922	0,3246939	6,62	22,32	Patlatma
113	2010.09.17	14:27:52.17	39.9298	33.4450	008,6	2.7	1,7355372	0,5263393	8,63	48,48	Deprem
114	2010.09.06	12:26:36.34	39.9763	33.1988	013,0	2.5	0,3828571	0,0301948	6,25	23,29	Patlatma
115	2010.09.01	09:43:11.22	39.8840	33.0785	010,8	2.7	0,3598726	0,2571984	19,12	21,41	Patlatma

EK:5. Tablo 3.26. (Devamı)

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
116	2010.08.25	09:58:17.32	39.8292	33.0355	006,2	2.6	2,4361702	0,5639555	5,97	27,26	Deprem
117	2010.08.23	14:21:51.59	39.8250	33.0205	010,0	2.7	3,4086022	0,7051792	12,24	46,28	Deprem
118	2010.07.26	15:32:13.85	39.9915	33.5600	005,2	2.8	2,9245283	0,0934217	16,07	52,01	Deprem
119	2010.07.25	10:00:59.22	40.2742	33.4362	002,0	2.7	3,6515152	0,285107	11,74	46,5	Deprem
120	2010.07.15	14:51:28.66	39.9523	33.5395	005,0	2.8	0,5434783	-0,09691	13,94	31,2	Patlatma
121	2010.07.05	10:02:18.33	39.8488	33.0990	007,4	2.3	2,3873874	0,6273659	4,59	26,05	Deprem
122	2010.06.26	10:54:56.85	39.9842	33.5545	005,0	2.8	0,6146789	0,0301948	13,49	25,29	Patlatma
123	2010.06.21	16:30:30.03	40.0080	33.5615	009,3	2.7	1,919708	0,0220157	42,57	44,02	Deprem
124	2010.06.15	01:41:24.47	40.1667	32.8355	008,5	2.6	4,5662651	1,0837892	1,86	27,31	Deprem
125	2010.06.10	10:02:37.34	39.8745	33.0108	007,7	2.6	0,2480315	0,6055205	1,86	18,39	Patlatma
126	2010.06.07	10:54:30.33	40.1278	33.3890	012,5	2.6	1,5135135	0,350248	42,81	40,13	Deprem
127	2010.06.04	10:00:28.14	39.9353	33.0700	009,8	2.6	1,4929577	0,2294258	26,92	39,38	Deprem
128	2010.06.03	12:51:08.50	39.9453	33.5190	020,3	2.6	0,4603175	-0,1573908	22,58	8,35	Patlatma
129	2010.05.24	14:20:16.71	40.0185	33.1925	010,1	2.5	0,244373	0,0849336	24,77	21,28	Patlatma
130	2010.05.18	14:12:20.07	39.9638	33.5143	010,0	2.8	0,4117647	-0,047692	31,41	25,22	Patlatma

EK:5. Tablo 3.26. (Devamı)



Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
131	2010.04.28	14:49:30.77	39.9085	33.0997	005,0	2.5	3,5416667	0,9116902	6,56	43,12	Deprem
132	2010.04.18	13:15:32.91	40.5598	32.9775	004,7	2.9	3,0408163	0,0762763	22,57	41,01	Deprem
133	2010.04.12	13:45:25.88	39.8972	33.0830	006,8	2.3	0,3536585	0,4446692	14,23	21,26	Patlatma
134	2010.04.05	13:20:15.78	39.8820	33.0755	005,7	2.5	0,4734694	0,569608	8,16	23,29	Patlatma
135	2010.03.22	14:01:32.76	39.9733	33.5727	006,6	2.8	2,3034483	0,4268365	31,56	47,4	Deprem
136	2010.03.20	23:58:05.40	40.1307	33.3178	005,0	2.7	2,6404494	0,2741578	19,77	25,25	Deprem
137	2010.02.25	22:00:01.66	39.9452	33.1925	005,6	2.9	2,2574257	0,8630848	8,48	31,49	Deprem
138	2010.02.19	04:06:06.30	39.9913	33.1638	008,7	2.7	0,5962264	0,4027771	21,47	28,25	Patlatma
139	2010.02.19	04:04:57.92	39.9765	33.1737	006,5	2.8	0,5206186	0,8105013	2,81	33,08	Patlatma
140	2010.02.14	14:17:53.26	39.9077	33.1062	005,5	2.9	2,0493827	1,0262881	45	28	Deprem
141	2010.02.10	10:23:15.00	39.9267	33.0995	011,3	2.2	1,7333333	0,3972446	23,49	41,13	Deprem
142	2010.02.07	03:48:16.26	40.3518	32.8777	005,5	2.6	3,9333333	0,1510633	9,9	35,16	Deprem
143	2010.01.25	14:05:34.01	39.9038	33.0580	002,2	2.5	0,5654596	0,812646	18,17	27,36	Patlatma
144	2010.01.15	12:55:03.10	39.7253	33.0443	005,8	2.5	3,6363636	0,350248	10,96	32,58	Deprem

EK:5. Tablo 3.26. (Devamı)

Katalog Sıra No	Olay Tarihi (gün.ay.yıl)	Olay Zamanı [sa:dk:sn]	Enlem [°K]	Boylam [°D]	Derinlik [km]	Magnitüd (Md)	Genlik Oranı	Karmaşıklık	logS	Süre [sn]	Olay Türü (Tip)
145	2010.01.04	11:55:42.21	40.4400	33.1867	008,5	2.8	1,5955056	0,0553783	5,38	18,34	Deprem
146	2009.12.13	10:45:03.44	40.0510	32.7917	002,9	2.9	2,8736842	1,8444026	12	54,18	Deprem
147	2009.12.12	07:36:39.57	40.2425	32.8283	012,7	2.5	2,5742574	0,3180633	29,25	65,23	Deprem
148	2009.09.01	11:01:39.79	39.9538	33.5022	005,0	2.6	0,5458515	0	14,76	31,24	Patlatma
149	2009.08.12	13:23:32.42	40.1658	33.3512	007,5	2.7	1,167382	0,3376589	53,24	58,23	Deprem
150	2009.08.05	09:42:34.83	39.9640	33.5420	004,3	2.7	0,771978	0,3517963	80,18	29	Patlatma
151	2009.06.19	10:50:52.64	39.8445	33.0753	002,7	2.6	0,2560241	0,1335389	13,87	14,19	Patlatma
152	2009.06.19	10:11:52.58	39.9108	33.0682	002,9	2.3	0,3558824	0,2869054	12,77	16,31	Patlatma
153	2009.06.08	01:20:35.38	39.7820	33.1252	019,1	2.8	1,0384615	0,1795518	4,64	32,38	Deprem
154	2009.05.12	11:29:53.76	40.0027	33.5078	007,8	2.9	0,5803279	0,1510633	10,17	15,2	Patlatma
155	2009.05.04	12:20:25.01	39.8708	33.0933	009,9	2.5	0,2818792	0,1283993	3,04	18,19	Patlatma
156	2009.05.01	11:18:40.65	39.9567	33.5778	007,5	2.5	2,5544554	0,3147097	17,76	32,19	Deprem

EK:5. Tablo 3.26. (Devamı)

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı** : Aylin Tan

### ÖĞRENİM DURUMU

<b>Derece</b>	<b>Eğitim Birimi</b>	<b>Mezuniyet Yılı</b>
Doktora	Sakarya Üniversitesi (SAÜ) / Fen Bilimleri Enstitüsü (FBE) / Jeofizik Mühendisliği (Müh.)	2021
Yüksek Lisans	SAÜ / FBE / Jeofizik Müh.	2008
Lisans	SAÜ / Mühendislik Fakültesi (Müh. Fakü.) / Jeofizik Mühendisliği (Müh.) Bölümü (Böl.)	2005
Lise	Ankara Ömer SEYFETTİN Süper Lisesi/ Fen-Matematik Alanı	2000

### İŞ DENEYİMİ

<b>Yıl</b>	<b>Yer</b>	<b>Görev</b>
02.2010/02.2013	İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ)	Araştırma Görevlisi
10.2009/10.2010	İTÜ	Lisansüstü Öğrenci Konseyi Başkan Yardımcılığı
09.2004/06.2005	SAÜ Müh. Fakü. Jeofizik Müh. Böl.	Akademik Komitede Sınıf Temsilciliği
07.2004/08.2004	Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü	Kurum Stajında Lisans Öğrencisi

**İŞ DENEYİMİ (Devamı)**

Yıl	Yer	Görev
06.2003/07.2003	Sakarya Bayındırlık ve İskân İl Müdürlüğü ve SAÜ Müh. Fakü. Jeofizik Müh. Böl.	Arazi Stajında Lisans Öğrencisi

**YABANCI DİL**

İngilizce / ÜDS: 71,25 puan (2009, Mart) / C1-İleri Seviye /

Almanca / 1996-2000 ve 2005 / Orta Öğretim Milli Eğitim Bakanlığı ve Sakarya Üniversitesi Ders Müfredatı / B1-Orta Seviye /

Japonca / 2008 / Sakarya Üniversitesi Sürekli Eğitim Merkezi Kursu / N4-Başlangıç Seviyesi /

**ESERLER (makale, bildiri, proje vb.)****Akademik Ödüller ve Onur Belgeleri**

1. 10.2011 International Continental Drilling Project ICDP Training Course Katılım Belgesi, Windischeschenbach, Germany (Türkiye'yi Temsilen Katılımcı).
2. 11.2010 Türkiye 19. Uluslararası Jeofizik Kongre ve Sergisi Katılım Belgesi, Ankara, Türkiye (İngilizce Sözlü Sunum).
3. 11.2010 Adıyaman Üniversitesi Aktif Tektonik Araştırma Grubu 14. Çalıştayı Katılım Belgesi, Adıyaman, Türkiye (Türkçe Sözlü Sunum).
4. 01.2010 Doktora Seminerleri Katılım Sertifikası, İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Fen Bilimleri Enstitüsü (FBE), İstanbul, Türkiye.
5. 01-02.10.2009 Teşekkür Belgesi Sakarya Uluslararası Deprem Sempozyumu, Kocaeli, Türkiye (İngilizce Sözlü Sunum).
6. 11.05.2007/12.05.2007 TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası Kocaeli Şube Başkanlığı Meslek içi Eğitim Belgesi. "Jeofizikte sondaj teknikleri". (Kursu Veren: Jeoloji Mühendisi Adil ÖZDEMİR).

7. 05.05.2007 TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası Kocaeli Şube Başkanlığı Meslek içi Eğitim Belgesi. “Jeofizikte zemin araştırma”. (Kursu Veren: Jeofizik Mühendisi Adnan GÜL).
8. 28.04.2007 TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası Kocaeli Şube Başkanlığı Meslek içi Eğitim Belgesi. “Petrol araştırmalarında sismik yorumlamaya giriş”. (Kursu Veren: Jeofizik Mühendisi Atila SEFÜNÇ).
9. 25.03.2007 TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası Kocaeli Şube Başkanlığı Meslek içi Eğitim Belgesi. “Jeofizik ekipmanlarının ve yazılımlarının seçimi ve kullanılışı”. (Kursu Veren: Jeofizik Mühendisi Aydanur DEMİRKOL AÇIKGÖZ).
10. 17.03.2007 TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası Kocaeli Şube Başkanlığı Meslek içi Eğitim Belgesi. “Microtremörler ve analiz yöntemleri”. (Kursu Veren: Arş. Gör. Savaş KARABULUT).
11. 16.12.2006 TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası Kocaeli Şube Başkanlığı Meslek içi Eğitim Belgesi. “Zeminlerin korozyon etkisinin rezistivite etkisiyle araştırılması ve dolgu malzemesi numunesinin rezistivite ölçümü”. (Kursu Veren: Jeofizik Müh. Ali Rıza TAMER).
12. 06.2005 SAÜ Akademik Yüksek Onur Belgesi Jeofizik Müh. Böl. Birinciliği Ödülü
13. 2004/2005 SAÜ Eğitim-Öğrenim Yılı Bahar Yarı Yılı Onur Belgesi
14. 2004/2005 SAÜ Eğitim-Öğrenim Yılı Güz Yarı Yılı Onur Belgesi
15. 2003/2004 SAÜ Eğitim-Öğrenim Yılı Bahar Yarı Yılı Onur Belgesi
16. 2003/2004 SAÜ Eğitim-Öğrenim Yılı Güz Yarı Yılı Onur Belgesi
17. 09.1993/06.1996 Adapazarı Ozanlar Lisesi – Okul Birinciliği Ödülü

### **Aktiviteler**

1. 01-02.2012 SAÜ Jeofizik Müh. Böl. Tektonik Modelleme Kursları-Kurs No:4, “Depremsellik ve Bir Çalışma Örneği: Doğu Anadolu Fay Zonu”, M 301, Mühendislik Fakültesi, Esentepe Kampüsü, Sakarya, seminerde konuşmacı.

2. 06.02.2012 SAÜ Jeofizik Müh. Böl. Semineri “Doğu Anadolu Fay Zonu’ nun dinamiği ve kinematiği” Bölüm Toplantı Salonu, Esentepe Kampüsü, Sakarya, seminerde konuşmacı.
3. 30.06.2011 İTÜ Maden Fakü. 2010-2011 Eğitim Öğretim Yılı “58. Yıl Mezunlarımız” kitabı, Yayın ve Yürütme Kurulu Üyeliği.
4. 10.2009 İTÜ FBE Öğrenci Konseyi Başkan Yardımcılığı.
5. 10.2008 (DAYK) Doğal Afetler Yerbilimleri Kulübü I. Yaşgünü Özel Kurultayı Düzenleme ve Yürütme Kurulu Üyeliği.
6. 01-05/2008 (DAYK) Doğal Afetler Yerbilimleri Kulübü Reklam-Organizasyon Çalışma Grubu Başkanlığı.
7. 30.05.2008 SAÜ FBE Jeofizik Müh Fen Bilimleri Enstitüsü Jeofizik Mühendisliği E.A.B.D., Yüksek Lisans Tezi, ”Kuadratik yoğunluk fonksiyonu kullanılarak Erzincan-Çayırılı Baseni’ nin gravite yorumu”, (Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mahir IŞIK), seminerde konuşmacı.
8. 03.2008 (DAYK) Doğal Afetler Yerbilimleri Kulübü I. Ulusal Doğal Afetler ve Yerbilimleri Sempozyumu Düzenleme ve Yürütme Kurulu Üyeliği.
9. 03.2006 SAÜ’yu temsilen “Siyaset Meydanı” Programı’nda konuşmacı.
10. 06.2005/09.2004 SAÜ Müh. Fakü. Jeofizik Müh. Böl., Sınıf Temsilciliği.
11. 05.2005/12.2004 SAÜ Müh. Fakü. Jeofizik Müh. Böl. Bitirme Tezi, “Manisa-Demirci Fayı gravite anomalisinin Yatay Türev Tekniği ile yorumu” (Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mahir IŞIK), Bitirme Tezi, seminerde konuşmacı.
12. 04.2005 SAÜ Müh. Fakü. İşletme Yönetimi Ders Sunumu “Liderlik Yönetimi”, seminerde konuşmacı.
13. 12/2004 Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü Proje II Dersi, “İki boyutlu düşey fayın gravite yorumu” (Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mahir IŞIK), Proje II, seminerde konuşmacı.
14. 12.2004 Adapazarı Ali Dilmen İlköğretim Okulu “Deprem olduğunda kendimizi nasıl koruyabiliriz?”, seminerde konuşmacı.

15. 05.2003 SAÜ Müh. Fakü. Jeofizik Müh. Böl. Proje I Dersi, “Manyetik datalar İle 1999 Gölçük Depremi’ne tahmini bir yaklaşım” (Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Can KARAVUL), Proje I, seminerde konuşmacı.
16. 12.2002 SAÜ Müh. Fakü. Dersi, “ Michael DELL’ in Satış Stratejisi ve Küreselleşme”, seminerde konuşmacı.

### **Ulusal ve Uluslararası Makaleler**

1. TAN, A.N. and TAN, A., 20xx. First Application of Two Distinguishment Techniques: Linear Discriminate Function Method and Artificial Neural Networks Approach for Ovary Types of Some Plant Parasitic Nematodes (Yayımlanmamış).
2. TAN, A.N. and TAN, A., 20xx. Classification of ovary types for some plant parasitic nematodes: Using Linear Discriminate Function Method and Artificial Neural Networks Approach (Yayımlanmamış).
3. TAN, A., HORASAN, G. and KALAFAT, D., 20xx. Identification of seismic events in Ankara District (Turkey) and its vicinity by using linear discriminate function method and artificial neural networks (Yayımlanmamış).
4. TAN, A., HORASAN, G., KALAFAT, D. and GÜLBAĞ, A., 2021. Discrimination of earthquakes and quarries in the Edirne district (Turkey) and its vicinity by using a linear discriminate function method and artificial networks. *Acta Geophysica*, Vol. 69, pp 17-27 (SCI).
5. TAN, A., HORASAN, G., KALAFAT, D. and GÜLBAĞ, A., 2020. Kula (Manisa, Türkiye) ve çevresindeki depremlerin ve patlatmaların doğrusal ayırt etme fonksiyonu yöntemi ve yapay sinir ağları ile ayırt edilmesi. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, Vol. 164, pp 77-94 (ESCI).
6. TAN, A., IŞIK, M. and ŞENEL, H., 2021. Gravity interpretation of the Erzincan-Çayırılı Basin its connection with the North Anatolian Fault Zone using quadratic density function. *Russian Journal of Earth Sciences (RJES)*, Vol. 21, ES1002, doi:10.2205/2020ES000722 (ESCI).

7. TAN, A. and EYİDOĞAN, H., 2019. The Kinematics of the East Anatolian Fault Zone, Eastern Turkey and seismotectonic implications. International Journal of Engineering & Applied Sciences (IJEAS) Vol.11, Issue 4, 494-506 (ESCI).
8. TAN, A., 2009. "Diyarbakır ilinin doğal afet yönünden incelenmesi". Sakarya Üniversitesi Doğal Afetler ve Yerbilimleri Kulübü (DAYK) Dergisi Sayı 4, sy. 144-150 (Yurtiçi Hakemli).
9. TAN, A., 2008. "Kayaçlar için bazı pratik indeks deneyler". Sakarya Üniversitesi Doğal Afetler ve Yerbilimleri Kulübü (DAYK) Dergisi Sayı 3, sy. 7-10 (Yurtiçi Hakemli).
10. TAN, A., 2008. "Kuadratik yoğunluk fonksiyonu kullanılarak Erzincan-Çayırılı Baseni' nin gravite yorumu", Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
11. TAN, A., 2008. "İki boyutlu düşey fayın gravite yaklaşımı". Sakarya Üniversitesi Doğal Afetler ve Yerbilimleri Kulübü (DAYK) Dergisi Sayı 3, sy. 25-29 (Yurtiçi Hakemli).
12. TAN, A., 2008. "Kasırğa". Sakarya Üniversitesi Doğal Afetler ve Yerbilimleri Kulübü (DAYK) Dergisi Sayı 3, sy. 48-50 (Yurtiçi Hakemli).
13. DOĞRULUK, K. ve TAN, A., 2008. "Küresel ısınmanın tanımı ve alınacak önlemler", Doğal Afetler ve Yerbilimleri Kulübü Dergisi (DAYK), Sayı 2, sy. 48-51 (Yurtiçi Hakemli).
14. KARAVUL, C., YILDIRIM, E., DERE, A., TAN, A., 2006. "Zemin dinamikleri hakkında bir uygulama: Adapazarı" (Yayımlanmamış).
15. TAN, A., IŞIK, M. 2005. "Manisa-Demirci Fayı gravite anomalisinin Yatay Türev Tekniği İle yorumu", Kocaeli Üniversitesi Yerbilimleri Dergisi, Sayı 5, No 1, Ocak (Yurtiçi Hakemli).
16. IŞIK, M., TAN, A., CENGİZ, M. 2004. "İki boyutlu düşey fayın gravite yorumu" (Proje II), Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü (Yayımlanmamış).
17. KARAVUL, C., DERE, A., TAN, A. 2004. "Yer manyetik alanı ve mıknatıslanma türleri " Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü (Yayımlanmamış).



18. TAN, A., 2004. Araştırma metotları ve uygulamalar, Ankara, M.T.A. (Yayımlanmamış).

### **Ulusal ve Uluslararası Bildiriler**

1. TAN, A., EYİDOĞAN, H., GEÇGEL, V., TAN, O., PABUÇCU, Z. ve YÖRÜK, A., 2011. Doğu Anadolu Fay Zonu'nun gerilme tensörü analizi ile güncel sismotektoniği, Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı ve Polat GÜLKAN Çalıştayı, Tam metinli bildiri, ODTÜ Kongre ve Kültür Merkezi, Ankara, Türkiye, 10-14 Ekim (Sözlü Sunum).
2. TAN, A., EYİDOĞAN, H., GEÇGEL, V., TAN, O., PABUÇCU, Z., and YÖRÜK, A., 2011. Recent seismotectonic implications of the East Anatolian Fault Zone, Eastern Turkey, Turkey. 6th Congress and Technical Exhibition of Balkan Geophysical Society, BGS 2011, Proceedings Book of Extended Abstracts, Budapest, Hungary, 3rd-6th Ekim (Sözlü Sunum).
3. TAN, A., EYİDOĞAN, H., GEÇGEL, V., TAN, O., PABUÇCU, Z. ve YÖRÜK, A., 2010. Doğu Anadolu Fayı'nın gerilme tensörü analizi ve sismotektonik özellikleri. Türkiye 19. Uluslararası Jeofizik Kongre ve Sergisi, Sheraton Hotel ve Kongre Merkezi, Tam metinli bildiri, Ankara, Türkiye, Kasım 23-26 (Sözlü Sunum).
4. TAN, A., EYİDOĞAN, H., TAN, O., PABUÇCU, Z., YÖRÜK, A., and GEÇGEL, V., 2010. The new fault mechanism solutions of East Anatolian Fault Zone, Eastern Turkey and seismo-tectonic implications, ESC 2010, Proceedings Book of Extended Abstracts, Montpellier, France, September 6-10.
5. TAN, A., EYİDOĞAN, H., GEÇGEL, V., TAN, O., PABUÇCU, Z. ve YÖRÜK, A., 2010. Doğu Anadolu Fayı'nın gerilme tensörü analizi ve sismotektonik özellikleri, Türkiye 19. Uluslararası Jeofizik Kongre ve Sergisi, Sheraton Hotel ve Kongre Merkezi, Tam metinli bildiri, Ankara, Türkiye, Kasım 23-26 (Sözlü Sunum).

6. TAN, A., EYİDOĞAN, H., GEÇGEL, V., TAN, O., PABUÇCU, Z. ve YÖRÜK, A., 2010. Doğu Anadolu Fayı'nın güncel depremselliği ve sismotektonik özellikleri, 14. Aktif Tektonik Araştırma Grubu (ATAG) Çalıştayı, 3-6 Kasım, Adıyaman, Türkiye (Sözlü Sunum).
7. TAN, A., EYİDOĞAN, H., TAN, O., PABUÇCU, Z., YORUK, A., and GECGEL, V., 2010. The new fault mechanism solutions of East Anatolian Fault Zone, Eastern Turkey and Seismo-Tectonic implications, ESC 2010, 6-10 September, Montpellier, France.
8. TAN, A. ve KOPUZ, L., 2009. "Risk analizi ve mikrobölgeleme". Sakarya Uluslararası Deprem Sempozyumu, 1-2 Ekim, sy. 115, (İngilizce Sözlü Sunum).
9. TAN, A., 2008. "Sakarya ilinin ve ilçelerinin doğal afet yönünden incelenmesi". Sakarya Üniversitesi Doğal Afetler ve Yerbilimleri Kulübü (DAYK) I. Yaşgünü Özel Kurultayı DAYK Dergisi Sayı 3, sy. 92-100, (Geniştirilmiş Bildiri Özleri Kitabı), (Türkçe Sözlü Sunum).
10. KIYAK, A. ve TAN, A., 2008. "Wenner ve Schlumberger dizilimlerinin bilgilerinin karşılaştırılması". Sakarya Üniversitesi Doğal Afetler ve Yerbilimleri Kulübü (DAYK) I. Ulusal Doğal Afetler ve Yerbilimleri Sempozyumu, 19-22 Mart, sy. 235-237, (Geniştirilmiş Bildiri Özleri Kitabı), (Türkçe Sözlü Sunum).
11. AKÇALI, E., TAN, A. ve BAYAT, C., 2008. "Bir doğal afet türü: Baraj yıkılmaları". Sakarya Üniversitesi Doğal Afetler ve Yerbilimleri Kulübü (DAYK) I. Ulusal Doğal Afetler ve Yerbilimleri Sempozyumu, 19-22 Mart, sy. 254-260, (Geniştirilmiş Bildiri Özleri Kitabı), (Türkçe Sözlü Sunum).
12. BAYAT, C. ve TAN, A., 2008. "Deprem gibi afet durumlarında karşılaşılan çevre sorunları ve çözüm yolları". Sakarya Üniversitesi Doğal Afetler ve Yerbilimleri Kulübü (DAYK) I. Ulusal Doğal Afetler ve Yerbilimleri Sempozyumu, 19-22 Mart, sy. 276-281, (Geniştirilmiş Bildiri Özleri Kitabı), (Türkçe Sözlü Sunum).
13. AKÇALI, E. ve TAN, A., 2008. "Düzce-Kaynaşlı ilçesinin doğal afet yönünden incelemesi". Sakarya Üniversitesi Doğal Afetler ve Yerbilimleri Kulübü (DAYK) I. Ulusal Doğal Afetler ve Yerbilimleri Sempozyumu, 19-22 Mart, sy. 282-289, (Geniştirilmiş Bildiri Özleri Kitabı), (Türkçe Sözlü Sunum).

14. TAN, A. ve BAYAT, C., 2008. “Karstik problemler ve jeofizik”. Sakarya Üniversitesi Doğal Afetler ve Yerbilimleri Kulübü (DAYK) I. Ulusal Doğal Afetler ve Yerbilimleri Sempozyumu, 19-22 Mart, sy. 298-301 (Geniştirilmiş Bildiri Özetleri Kitabı), (Türkçe Sözlü Sunum).
15. TAN, A. ve IŞIK, M., 2008. “Kvadratik yoğunluk fonksiyonu ile sedimanter basenlerin gravite yorumu”. Sakarya Üniversitesi Doğal Afetler ve Yerbilimleri Kulübü (DAYK) I. Ulusal Doğal Afetler ve Yerbilimleri Sempozyumu, 19-22 Mart, sy. 312-316, (Geniştirilmiş Bildiri Özetleri Kitabı), (Türkçe Sözlü Sunum).

### **Akademik ve Eğitim Kursları**

1. 30.10.2019, “Bir bilimsel makale nasıl yazılır?” konulu Springer Çalıştayı. Konuşmacı: Şahin GÜRAY. Yer: Sakarya Üniversitesi Kongre Merkezi/Sakarya. Düzenleyen: Springer Author Academy.
2. 15.10.2019, “Uluslararası akademik dergilerde yayın yapmak: Adım adım bir rehber” konulu Wiley Çalıştayı. Konuşmacı: Duygu PAÇALI. Yer: Sakarya Üniversitesi Kongre Merkezi/Sakarya. Düzenleyen: Wiley Author Academy.
3. 26.09.2019, “Bilimsel makale nasıl yazılır?” konulu Charlesworth Çalıştayı. Konuşmacı: Dr. Gareth DYKE. Yer: Sakarya Üniversitesi Kongre Merkezi/Sakarya. Düzenleyen: Charlesworth Author Services.
4. 11.02.2012, Sakarya Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü Tektonik Modelleme Kursları- Kurs No:4, “Depremsellik ve Bir Çalışma Örneği: Doğu Anadolu Fay Zonu”, M 301, Mühendislik Fakültesi, Esentepe Kampüsü, Sakarya, Türkiye (Türkçe Sözlü Sunum).
5. 06.02.2012, Sakarya Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü Semineri “Doğu Anadolu Fay Zonu’ nun Dinamiği ve Kinematiği” Bölüm Toplantı Salonu, Esentepe Kampüsü, Sakarya, Sakarya, Türkiye (Türkçe Sözlü Sunum).
6. 09.10.2011-15.10.2011, The ICDP 2011 Training Course on Continental Scientific Drilling, Windischeschenbach, Almanya, (Türkiye’yi Temsilen Katılımcı).
7. 07/2011, İTÜ Rektörlüğü tarafından görevlendirilerek, Doğru Tercih Eğitimi Uzmanlığı Sertifika Kursu, İstanbul, Türkiye (Uzman).