T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BATI ANADOLU'DA GENİŞ-BANT DEPREM KAYITLARI İLE SPEKTRAL KAYNAK PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SAMET ASLAN

Tez Danışmanı
Doç. Dr. ALPER DEMİRCİ

ÇANAKKALE – 2021

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BATI ANADOLU'DA GENİŞ-BANT DEPREM KAYITLARI İLE SPEKTRAL KAYNAK PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SAMET ASLAN

Tez Danışmanı
Doç. Dr. ALPER DEMİRCİ

ÇANAKKALE – 2021

ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Samet ASLAN
25/08/2021

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalışmam boyunca değerli bilgilerini paylaşan, yardımlarından mahrum bırakmayan, gelecekte mesleki hayatımda örettiklerinden faydalanabileceğim, güler yüzlü ve samimiyetini esirgemeyen saygı değer danışman hocam Doç. Dr. Alper DEMİRCİ'ye, çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen hayatımın her evresinde bana destek olan eşim Aleyna SIRTLI ASLAN'a ve kıymetli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Samet ASLAN

Çanakkale, Ağustos 2021

ÖZET

BATI ANADOLU'DA GENİŞ-BANT DEPREM KAYITLARI İLE SPEKTRAL KAYNAK PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

Samet ASLAN
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Doç. Dr. Alper DEMİRCİ
25/08/2021, 44

Sismik Moment, köşe frekansı, gerilme düşümü ve kaynak yarıçapı gibi spektral deprem kaynak parametreleri, depremin kaynak özelliklerini açıklamak açısından önemli parametrelerdir. Bu çalışmada, Batı Anadolu'da meydana gelmiş 370 yerel depreme ait ($3.2 \leq M \leq 6.7$) kaynak parametreleri hesaplanmıştır. 2002-2019 yılları arasında, Marmara Bölgesi, Ege Bölgesi ve Fethiye Fay Zonu civarında gerçekleşen depremlere ait genişbant deprem istasyonlarına ait veri-tabanı BOUN-KRDAE (Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü) sismik istasyon ağından oluşturulmuştur. SH dalgalarının yer değiştirme ve ivme spektrumları Brune kaynak modeli kullanılarak analiz edilmiştir. Toplamda 370 deprem için 10413 dalga formu incelenmiş ve her depreme ait parametreler manuel olarak hesaplanmıştır. Gözlemsel spektrumlar, bölge için daha önce ortaya atılmış, Qs kalite faktörü kullanılarak sönüm etkisinden arındırılmıştır. Depremlere ait elde edilen sismik moment değerleri 8.37×10^{13} ve 1.64×10^{19} Nm arasında değişirken köşe frekansı değerleri 0.13 Hz ile 9.34 Hz arasında arasında değerler almaktadır. Dairesel kırılma alanlarına ait kaynak yarıçapları 0.11 km ile 11.75 km arasında değişirken, kaynaklardaki gerilme düşümlerinin ise 0.002 Mpa ile 29.5 Mpa arasında değiştiği görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, bu üç spektral parametrenin ayrı ayrı Sismik Moment ile ilişkileri, Marmara bölgesi depremleri için $Mo=10^{16}fc^{-1.93}$, $\log(Mo)=1.67\log(R)+10.67$ ve $\log(Mo)=0.66 \log(sd)+15.81$ olarak, Fethiye ve civarındaki depremler için $Mo=1.34.10^{16}fc^{-2.88}$, $\log(Mo)=2.63.\log(R)+7.61$ ve $\log(Mo)=1.3.\log(sd)+16.47$ olarak ve Ege bölgesi depremleri için ise $Mo=2.12.10^{16}fc^{-2.42}$, $\log(Mo)=2.79.\log(R)+7.04$ ve $\log(Mo)=0.93x\log(sd)+16.85$ olarak hesaplanmıştır. Sonuç

olarak, yerel ölçekte üç farklı bölge için hesaplanan kaynak parametreleri arasında, ilgili bölgeleri temsil etmesi ve yapılacak diğer sismolojik çalışmalara girdi olması açısından büyük önem arz eden bu ampirik ilişki fonksiyonları tektonik açıdan oldukça aktif bölgelerde elde edilen sonuçlarla karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Batı Anadolu, Deprem, Sismik Moment, Gerilme Düşümü, Köşe Frekansı

ABSTRACT

DETERMINATION OF SPECTRAL SOURCE PARAMETERS USING BROADBAND SEISMIC RECORDINGS IN WESTERN ANATOLIA

Samet ASLAN
Çanakkale Onsekiz Mart University
School of Graduate Studies
Master of Science Thesis in Geophysical Engineering
Advisor: Doç. Dr. Alper Demirci
25/08/2021, 44

Spectral earthquake source parameters such as seismic moment, corner frequency, stress drop and source radius are important parameters to explain the source properties of an earthquake. The database of broadband earthquake stations belonging to earthquakes that occurred in the Marmara Region, Aegean Region and around the Fethiye Fault Zone between 2002-2019 was created from the seismic station network of BOUN-KOERI (Bogazici University Kandilli Observatory Earthquake Research Institute). The displacement and acceleration spectrums of the SH waves were analyzed using the Brune source model. In total, 10413 waveforms were examined for 370 earthquakes. While the seismic moment values obtained for the earthquakes vary between 8.37×1013 and 1.64×1019 Nm, the corner frequency values take values between 0.13 Hz and 9.34 Hz. However, it is seen that the source radius of the circular faulting areas vary between 0.11 km and 11.75 km, while the stress drops in these sources vary between 0.002 Mpa and 29.5 Mpa. According to the results, the ampirical relations of these three spectral parameters with the seismic moment were calculated separately as Mo=1016fc-1.93, log(Mo)=1.67log(R)+10.67 and log(Mo)=0.66log(sd)+ 15.81 for Marmara region earthquakes, Mo=1.34.1016fc-2.88, log(Mo)=2.63.log(R)+7.61 and log(Mo)=1.3.log(sd)+16.47 for earthquakes in and around Fethiye and Mo=2.12.1016fc-2.42, log(Mo)=2.79.log(R)+7.04 and log(Mo)=0.93.log(sd)+16.85 for earthquakes in the Aegean region. As a result, these empirical relationship functions, which are of great importance in terms of representing the relevant regions and being an input to other seismological studies, among these source parameters calculated for three different regions at local scale, were interpreted in comparison with the results.

Keywords: Western Anatolia, Earthquake, Seismic Moment, Stres Drop, Corner Frequency

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

JÜRİ ONAY SAYFASI iv
ETİK BEYAN vivi
TEŞEKKÜR viii
ÖZET iv
ABSTRACT vi
İÇİNDEKİLER viii
SİMGELER VE KISALTMALAR xi
TABLOLAR DİZİNİ xii
ŞEKİLLER DİZİNİ xiii

BİRİNCİ BÖLÜM
GİRİŞ 1

1.1. Bölgenin Tektonik Yapısı 2
1.1.1. Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) 3
1.1.2. Ganos Fayı 3
1.1.3. Biga Yarımadası 3
1.1.4. Ege Graben Sistemi 4
1.2. Batı Anadolu'daki Tarihsel Büyük Depremler 4
1.2.1. 10 Eylül Depremi 4
1.2.2. 23 Şubat 1653 İzmir Depremi 4
1.2.3. 17 Ağustos 1668 Anadolu Depremi 4
1.2.4. 10 Temmuz 1688 İzmir Depremi 5
1.2.5. 3 Nisan Sakız Adası Depremi 5
1.2.6. 10 Temmuz 1894 İstanbul Depremi 5
1.3. Batı Anadolu'daki 6'dan Büyük Aletsel Dönemdeki Depremler 5
1.3.1. 23 Temmuz 1949 Depremi 5
1.3.2. 18 Mart 1953 Depremi 6
1.3.3. 16 Temmuz 1955 Söke Balat Depremi 6
1.3.4. 20 Şubat 1956 Eskişehir Depremi 6
1.3.5. 25 Nisan 1957 Fethiye-Rodos Depremi 6

1.3.6. 26 Mayıs 1957 Abant Depremi 6
1.3.7. 17 Ağustos 1999 Gölcük Depremi.....7
1.3.8. Diğer Büyük Depremler 7

İKİNCİ BÖLÜM
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 9

2.1. Önceki Çalışmalar.....9

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM 11
METERYAL YÖNTEM

3.1. Deprem Kaynak Parametreleri 11
3.1.1. Kinematik (Statik) Deprem Kaynak Parametreleri.....11
3.1.2. Dinamik Deprem Kaynak Parametreleri 11
3.2 . Deprem Kaynak Modelleri 12
3.2.1. Haskell Kaynak Modeli.....12
3.2.2. Aki Kaynak Modeli.....16
3.2.3. Brune Kaynak Modeli 17
3.3. Deprem Kaynak Parametrelerinin Hesaplanması.....18
3.3.1. Sismik Moment.....20
3.3.2. Gerilme Düşümü.....21
3.3.3. Sismik Dalga Enerjisi.....21

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
ARAŞTIRMA BULGULARI 23

4.1 . Deprem Verilerinin Elde Edilmesi ve Veri İşlem Adımları.....23
4.1.1. Deprem Kaynak Parametresi Veri İşlem Aşamaları.....25

BEŞİNCİ BÖLÜM
SONUÇ VE ÖNERİLER 27

KAYNAKÇA 39
EKLER I
EK 1 Marmara Bölgesi için SH fazı kullanılarak elde edilen spektral kaynak parametreleri I
EK 2 Ege Bölgesi için SH fazı kullanılarak elde edilen spektral kaynak parametreleri.....V
EK 3 Fethiye Bölgesi için SH fazı kullanılarak elde edilen spektral kaynak parametreleriIX
ÖZGEÇMİŞ..... XI

SİMGELER VE KISALTMALAR

KAFZ	Kuzey Anadolu Fay Zonu
DAFZ	Doğu Anadolu Fay Zonu
KD	Kuzey Doğu
GB	Güney Batı
DB	Doğu Batı
Ms	Yüzey Dalgası Büyüklüğü
M	Büyüklük
Mw	Moment Büyüklüğü
r	Kaynak yarıçapı
M_0	Sismik moment
Δ_σ	Gerilme düşümü
Ω_0	Sabit düşük frekans seviyesi
f_0	Köşe frekansı
KRDAE	Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü
SAC	Seismic Analtsis Code
FFT	Hızlı Fourier Dönüşümü
P	Primary
S	Secondary
SH	Secondary Horizontal
SV	Secondary Vertical

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	Literatürde farklı bölgeler için ilgili bağıntılar (M_0-f_0)	30
Tablo 2	Literatürde farklı bölgeler için ilgili bağıntılar (M_0-r)	33
Tablo 3	Literatürde farklı bölgeler için ilgili bağıntılar (M_0- Δ_σ)	36

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Türkiye ve yakın çevresinin plaka tektoniği	2
Şekil 2	Batı Anadolu'da 2000-2010 yılları arasında meydana gelmiş M>4 depremler ve aletsel dönemde M>6 meydana gelmiş depremlere ait odak mekanizmaları (Demirci, 2015)	8
Şekil 3	Bir P(x,y) noktasındaki istasyon ile yayılan kaynak arasındaki geometri (Kasahara, 1981)	13
Şekil 4	Brune (1970) kaynak modelinin uzak alan spektrumu (Brune, 1970)	15
Şekil 5	Haskell (1964) kaynak modelinden hesaplanan uzak alan yer değiştirme spektrumu (Savage,1972)	16
Şekil 6	Aki (1967) kaynak spektrumu ω2 ve ω3 modelleri (Aki, 1967)	19
Şekil 7	Yayınım etkileri giderilmiş P ve S dalgalarının, Brune(1970) kaynak modeline göre hesaplanmış kurumsal spektrumları (Hanks ve Wyss, 1972)	19
Şekil 8	Ege Bölgesi kullanılan depremlerin lokasyon haritası	24
Şekil 9	Kaynak parametrelerinin hesaplanması için kullanılan veri işlem aşamaları	25
Şekil 10	Deprem verisinden S dalgasının okunması	26
Şekil 11	Fc, Fmax seçimi ve eğri çakıştırma	27
Şekil 12	Spektral kaynak analizinde kullanılan ve 21.04.2017 depremi için bu istasyonlarda gözlemlenen SH dalga fazı spektrumu	27
Şekil 13	Marmara Bölgesi sismik moment ve köşe frekansı arasındaki ilişki grafiği	31
Şekil 14	Fethiye Bölgesi sismik moment ve köşe frekansı arasındaki ilişki grafiği	31
Şekil 15	Ege Bölgesi sismik moment ve köşe frekansı arasındaki ilişki grafiği	32
Şekil 16	Marmara Bölgesi sismik moment ve kaynak yarıçapı arasındaki ilişki grafiği	34
Şekil 17	Fethiye Bölgesi sismik moment ve kaynak yarıçapı arasındaki ilişki grafiği	34
Şekil 18	Ege Bölgesi sismik moment ve kaynak yarıçapı arasındaki ilişki grafiği	35
Şekil 19	Marmara Bölgesi sismik moment ve gerilme düşümü arasındaki ilişki grafiği	37
Şekil 20	Fethiye Bölgesi sismik moment ve gerilme düşümü arasındaki ilişki grafiği	37
Şekil 21	Ege Bölgesi sismik moment ve gerilme düşümü arasındaki ilişki grafiği	38

BİRİNCİ BÖLÜM
GİRİŞ

Batı Anadolu Türkiye'nin, dünyadaki sismik aktivite açısından en aktif fay sistemlerinin yer aldığı bölgelerinden biridir. Deprem nedeniyle yaşanan can kayıpları, ekonomik kayıplar bölgesel deprem risklerinin belirlenmesi ve kayıpların en aza indirilmesi her geçen gün artarak devam etmektedir.

Deprem kaynağından yayılan sismik dalgalar, dalganın seyahat ettiği ortama ait deprem parametrelerinin belirlenmesi Kaynağın ve sismik dalganın ilerlediği ortamın özelliklerinin belirlenesi sismolojinin önemli konularından biridir. Teknolojinin gelişmesiyle beraber P ve S dalgaları kullanılarak hesaplanan deprem kaynak parametrelerinin (sismik moment, stres düşümü, kaynak yarıçapı gibi) hem kendi aralarında hem de birbirleriyle olan ilişkisinden kaynağın fiziksel özelliklerini ortaya koymaktadır. Bu temel bağıntıların nitelikleri ilk olarak Brune (1970) tarafından ortaya çıkarılmış ve kaynak parametrelerini hesaplamak için bir model ileri sürmüştür. Bu modele göre S dalgası yer değiştirme spektrumlarından, spektral kaynak parametrelerinin hesaplanabileceğini göstermektedir (Brune, 1970). Diğer araştırmacılar depremlerin karakteristik yapılarına göre kendi kaynak modellerini geliştirmişlerdir (Haskell, 1964; Aki, 1967; Brune, 1970). Ancak Brune (1970)'un dairesel kaynak modeli, deprem kaynak parametreleri hesaplanmasında kullanılan en etkili yöntemdir (Hanks ve Wyss, 1972). Sonraki çalışmalarda genellikle Brune (1970) dairesel kaynak modeli tercih edilmiştir. Deprem kaynak parametrelerinin doğruluğu, bölgedeki depremlerin etkilerinin daha iyi belirlenmesini sağlamaktadır. Kaynaktan çıkıp kayıt istasyonlarına gelen sismik dalganın yer içindeki etkinin daha iyi ortaya çıkarılabilmesi için kaynak etkisinin giderilmesi gerekmektedir (Brune, 1970).

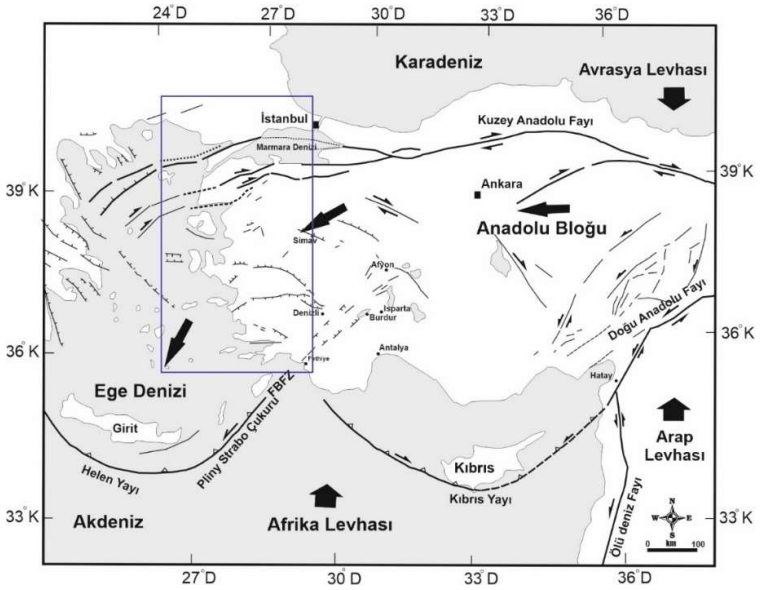
Sismik tehlike çalışmaları geçmişte magnitüdü büyük depremlerle yapılsa da bu depremlerin azlığı ve analog depremlerin sayısallaştırma sonucu oluşabilecek sorunlar yüzünden küçük ve orta depremler kullanılmaktadır. Küçük ve orta ölçekli depremlerin kullanılmasının nedeni ise veri havuzunun daha büyük magnitütlü depremlere göre daha çok olması böylelikle spektral kaynak parametrelerinin hesaplanmasındaki doğruluk oranını artırmaktadır (Hanks ve Kanamori, 1979).

Bölgesel olarak yapılan deprem risk analizi, deprem sonrasında önüne geçilemeyecek kayıpları en aza indirgemek için bir temel oluşturmaktadır. Dolayısıyla bu tez çalışmasında belirlenen ana hedef spektral kaynak parametrelerinin hesaplanması ve bölgedeki sismik etkilerin daha iyi anlaşılmasını sağlamaktır. Özellikle bölgesel bazda hesaplanan ampirik ilişki fonksiyonları ileride yapılacak olan deprem risk analizleri ve deprem parametrelerinin daha güvenilir şekilde belirlenmesi açısından alt zemin oluşturacaktır.

1.1. Bölgenin Tektonik Yapısı

Batı Anadolu Bölgesi karmaşık bir tektonizmaya sahip olduğu için bu bölgede birçok araştırma yapılmıştır. Bu araştırmalar sonucunda tektonik gelişme süreci hakkında farklı fikirler ve teoriler ortaya atılmıştır. En yaygın görüş ise bu bölgede önce sıkışma rejimi sonra ise tektoniğe bağlı genişleme rejimi göstermiştir (Sengör, 1979).

Arap Levhasının, Avrasya Levhasına göre kuzeye doğru hareketi sonucunda Bitlis-Zagros Bindirme Kuşağı boyunca Doğu Anadolu'da ortaya çıkan sıkışma sonucunda Anadolu Levhası, Kuzey Anadolu (KAFZ) ve Doğu Anadolu (DAFZ) Fay Zonları boyunca Avrasya Levhasına göre batıya doğru hareket etmektedir. Ayrıca Afrika Levhası, Girit ve Kıbrıs yayları boyunca Anadolu plakasının altına dalmaktadır. (Şekil 1) (Toksöz ve ark.)



Şekil 1. Türkiye ve yakın çevresinin plaka tektoniği

1.1.1. Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ)

Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAF), Türkiye'nin büyük öneme sahip aktif fay zonlarının arasında yer almaktadır. KAFZ Türkiye'nin doğusundan Karlıova'dan başlayıp, batıda Ege'nin doğu Saroz Körfezi'ne kadar, Karadeniz'e paralel bir yay şeklinde uzanan yaklaşık uzunluğu 1200 km olan bir fay zonudur (Öztürk, 2017). Aktif doğrultu atımlı faylardan birisi olan KAFZ, Marmara Denizinde iki kola ayrılır. Kuzey kolu Marmara Denizi'nden geçmektedir. 17 Ağustos 1999 depremi KAFZ' nun kuzey kolunda meydana gelmiştir. Güney kolu ise Marmara Denizi'nden Ege Denizi'ne doğru uzanmaktadır (Kartal, vd., 2015).

1.1.2. Ganos Fayı

Kuzey Anadolu Fay Zonunun batısında yer alan, KAFZ' nun devamı niteliğinde olan Ganos Fayı genellikle doğrultu atımlardan oluşur. Marmara Denizi'nin batısında başlayıp, Saroz körfezine kadar uzanır (Aksoy, vd., 2005). Ganos Fayı sağ yönlü doğrultu atımlı ve fay doğrultusu, KD-GB dır. Az miktarda düşey atımda içermektedir (Kesgin ve Varol, 2003). 9 Ağustos 1912 depremi, Mürefte Şarköy Depremi olarak anılsada, Ganos Fayı'nın kırılması ile gerçekleşmiştir. Büyük bir yıkıma yol açarak 2800'den fazla can kaybına neden olmuştur. Yüzey dalgasının Avrupa istasyonlarındaki ölçümler sonucunda Ms=7.3 olarak belirtilmiştir (Yaltırak, vd., 2002).

1.1.3. Biga Yarımadası

Sismik aktivite yönünden hareketli olan Biga Yarımadası, Ege Denizi, Marmara Denizi, Edremit Körfezi ve Havran- Manyas hattı arasında kalan bölgedir. Marmara Denizinde iki kola ayrılan KAFZ' nun güney kolu, Biga Yarımadası'nı şekillendiren tektonik bölgeyi karakterize etmektedir (Koçyiğit, 2009). 1953 yılında Yenice-Gönen depremi, Gönen ile Yenice ilçesinin güney batısı arasında kalan fayın kırılmasıyla, magnitüdü 7.2 büyüklüğünde deprem oluşmuştur (Esin ve Ceryan, 2015).

1.1.4. Ege Graben Sistemi

Ege Graben Sistemi oldukça karmaşık bir tektonik yapıya sahiptir. Genellikle D-B uzanımlı normal faylardan oluşmaktadır (Mert, vd.,). Bölgede KKD-GGB yönlü genişleme rejimi ile D-B uzanımlı normal fayların sınırladığı graben sistemleri oluşmuştur. Bu grabenler ise güneyden kuzeye Büyük Menderes, Gökova Körfezi, Gediz-Küçük Menderes grabenleri, Bakırçay- Simav grabeni ve Edremit Körfezi şeklinde sıralanabilir (Arpat ve Bingöl, 1969).

1.2. Batı Anadolu'daki Tarihsel Büyük Depremler

1.2.1. 10 Eylül Depremi

10 Eylül 1509 İstanbul depremi Ms >7 dir. Merkez üssü Adalar olan bu depremin, İstanbul ve çevresini büyük ölçüde etkilemiş ve yaklaşık 6 bin kişi ölmüştür. Halk arasında Küçük Kıyamet olarak adlandırılan bu deprem sonucunda Fatih Cami ve Galata Kulesi hasar almıştır. Yaklaşık 1000 ev yıkıldığı, çoğu yapıda ise hasara neden olmuştur. İstanbul ve Pera çevresinde depremin neden olduğu yüzey kırıkları depremin izlerini göstermektedir (Taymaz, 1999).

1.2.2. 23 Şubat 1653 İzmir Depremi

23 Şubat 1653 yılında oluşan Doğu İzmir depremi büyüklüğü 7.5 üzerinde olduğu söylenmektedir. Nazilli, Denizli, Sultanhisar ve Tire de etkili olan bu depremin yaklaşık 2-3 bin arasında ölüme neden olmuştur (Yoldaş ve Doğan 2013; Sezer, 2004).

1.2.3. 17 Ağustos 1668 Anadolu Depremi

17 Ağustos 1668 Anadolu depremi, Kuzey Anadolu Fayı üzerinde gerçekleşen ve büyüklüğü yaklaşık 7.8 olduğu bilinmektedir. Ankara, Amasya, Tokat, Kastamonu, Bolu ve yakın

çevrelerinde can ve mal kaybına yol açmıştır. Türkiye'nin en büyük depremi olarak bilinmektedir (Koçyiğit, 2009).

1.2.4. 10 Temmuz 1688 İzmir Depremi

10 Temmuz 1688 İzmir depremi tahmini Ms ≥ 7 büyüklüğündedir. Bölgede birçok yapıca hasara neden olduğu ve yaklaşık 20.000'in üzerinde can kaybına yol açmıştır (Tinal, 2009).

1.2.5. 3 Nisan Sakız Adası Depremi

3 Nisan 1881 Sakız Adası depremi büyüklüğü yaklaşık 7'nin üzerindedir. Sakız Adası tarihinde yaşanan en büyük depremlerden olmuştur ve büyük bir yıkıma yol açmıştır. Osmanlı devletinin raporlarına göre binlerce kişi hayatını kaybetmiş ve yapılarda ağır hasarlara neden olmuştur (Satılmış, 2014).

1.2.6. 10 Temmuz 1894 İstanbul Depremi

Depremin tahmini büyüklüğü 7'nin üzerindedir. Merkez üssü Marmara Denizi, Çınarcık havzası veya İzmit Körfezi olabileceği öne sürülmüştür. Yaklaşım 1400 kişinin hayatını yitirmesine ve birçok evin yıkılmasına neden olmuştur (Özata ve Limoncu, 2014).

1.3. Batı Anadolu'daki 6'dan Büyük Aletsel Dönemdeki Depremler

1.3.1. 23 Temmuz 1949 Depremi

23 Temmuz 1949 depremi büyüklüğü Ms=6.6, Sakız adasının kuzeyinde, Çeşme ve Karaburun' da etkili olmuş ve birçok yıkıma sebebiyet vermiştir. Depremin sebep olduğu yıkımlar sonucunda çıkan yangınlar bölgeye verdiği hasarı daha da arttırmıştır (Sezer, 2004).

1.3.2. 18 Mart 1953 Depremi

18 Mart 1953 depremi dış merkezi Yenice'nin doğusunda, büyüklüğü Ms=7.2 dir. Yenice ile Gönen arasında yaklaşık 50 km uzunluğunda bir yüzey kırığına sebep olmuştur. Sağ yanal doğrultu atımlı bir faydır. Yenice ve Gönen'de 192 kişinin yaşamını yitirmesine, yaklaşık 420 binanın ağır hasar görmesine neden olmuştur (Alpar, 2001).

1.3.3. 16 Temmuz 1955 Söke Balat Depremi

16 Temmuz 1955 Söke Balat depremi, büyüklüğü Ms=6.8 olan bu deprem, Söke'nin güney batısında olmuştur. Sisam adası ve Balat'ta birçok yapıda hasara neden olmuş ve İzmir, Manisa, Uşak, Aydın, Muğla'da hissedilmiştir. Bölgede 300'den fazla yapının yıkılmasına sebebiyet vermiştir (Dündar, 2010).

1.3.4. 20 Şubat 1956 Eskişehir Depremi

20 Şubat 1956 Eskişehir depremi, Eskişehir fay zonu üzerinde meydana gelmiş büyüklüğü M=6.4 olarak hesaplanmıştır. Çukurhisar ve Satılmış köylerinde büyük yıkımlara yol açmıştır (Altunel ve Barka, 1998).

1.3.5. 25 Nisan 1957 Fethiye-Rodos Depremi

25 Nisan 1957 Fethiye-Rodos depremi, yüzey dalgası magnitüdü Ms=7.1 olan depremde yaklaşık 70 kişi yaşamını yitirmiş, birçok yapı hasar görmüştür (Demirtaş, 2019).

1.3.6. 26 Mayıs 1957 Abant Depremi

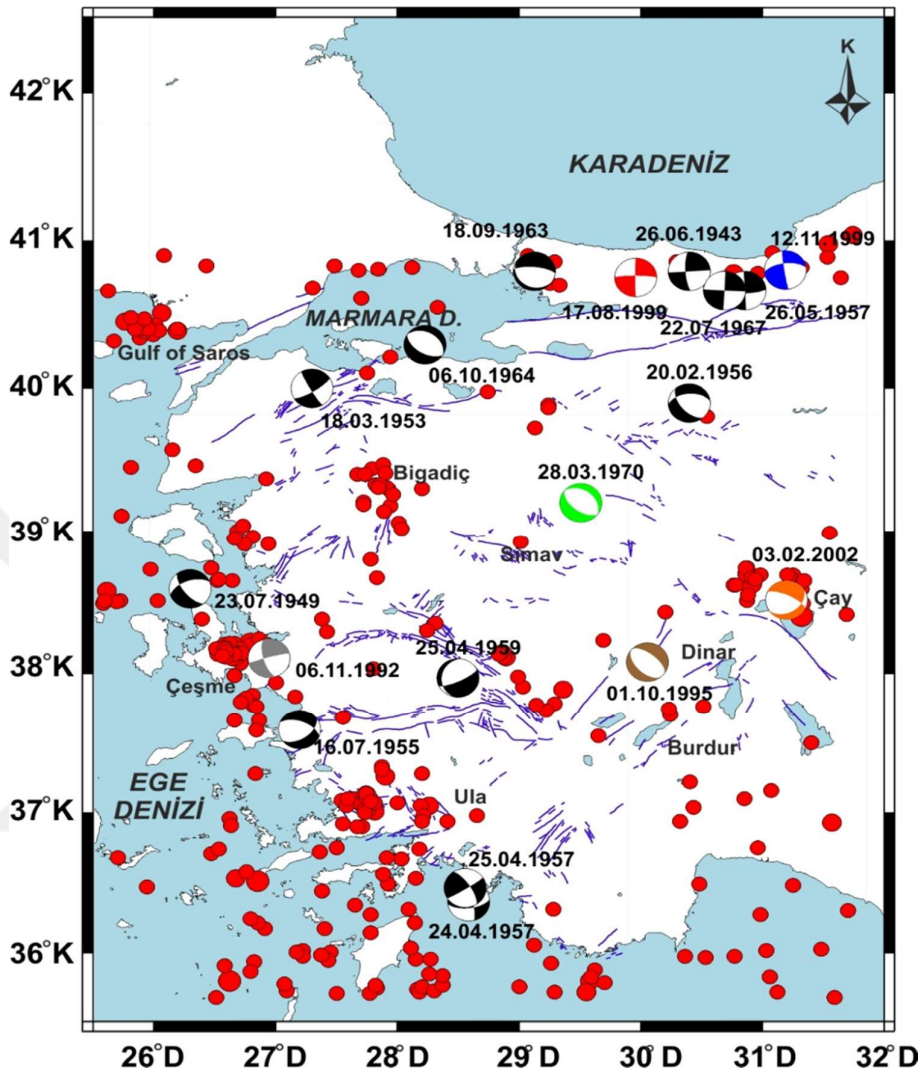
26 Mayıs 1957 Abant depremi, büyüklüğü Ms=7.1 olan bu deprem KAFZ'nun Mudurnu vadisinde meydana gelmiştir. Abant Gölü ile Mudurnu nehri arasında yaklaşık 40 km'lik alanda büyük yıkımlara, binaların çökmesine, heyelanlara neden olmuştur. Fay türü ise sağ yanal doğrultu atımlıdır (Ketin, 1969).

1.3.7. 17 Ağustos 1999 Gölcük Depremi

17 Ağustos 1999 Gölcük depremi, merkez üssü Gölcük olan Mw=7.6 büyüklüğündeki bu deprem yaklaşık 18.000 kişinin ölümüne, 24.000 kişinin ise yaralanmasına ve birçok yapının ağır hasarına neden olmuştur. Ankara, Marmara ve İzmir'e kadar hissedilmiştir (Südaş, 2004).

1.3.8. Diğer Büyük Depremler

Batı Anadolu Bölgesinde aletsel dönemde oluşan diğer büyük depremler ise ; 25 Nisan 1959 Köyceğiz Depremi (Ms=5.7), 18 Eylül 1963 Yalova- Çınarcık (Ms=6,3), 6 Ekim 1964 Karacabey-Bursa (Ms=7), 22 Temmuz 1967 Adapazarı- Mudurnusuyu Vadisi depremi (Ms=6.8), 28 Mart 1970 Gediz depremi (Ms=7.2), 6 Kasım 1992 İzmir depremi (Ms=6), 1 Ekim 1995 Dinar depremi (Ms=6.2), 12 Kasım 1999 Düzce depremi (Mw=7.1), 3 Şubat 2002 Sultandağı ve Çay(Afyon) depremi (Mw=6.5) şeklinde sıralanabilir (Bikçe, 2015). Aletsel dönemde M>6 büyük depremlerin odak mekanizma çözümleri (Şekil 2)'de verilmiştir.



Şekil 2. Batı Anadolu'da 2000-2010 yılları arasında meydana gelmiş M>4 depremler ve aletsel dönemde M>6 meydana gelmiş depremlere ait odak mekanizmaları (Demirci, 2015).

İKİNCİ BÖLÜM
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Önceki Çalışmalar

Brune (1970, 1971) yaptığı çalışmalarda S dalgası bileşenlerini kullanarak kaynak parametrelerini hesaplamaya yarayan bir bağıntı ortaya koymuştur. Ayrıca P ve S dalgaları spektrumlarından yola çıkarak fayın yırtılma hızını ve fay boyunu hesaplanabileceğini ortaya çıkarmıştır.

Sharrma ve Wason (1994), Garhwal Himalaya ve çevresindeki 18 sığ odaklı deprem için Brune kaynak modelini esas alarak spektral kaynak parametrelerini hesaplamıştır.

Demirci ve Bekler (2017), Akhisar Manisa çevresinde 2011-2017 yılları arasında geniş bant deprem istasyonlarına ait verileri kullanarak, ivme ve yer değiştirme spektrumları Brune kaynak modeline göre analiz etmiştir. Hesaplanan kaynak parametresi arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmış ve karşılaştırmıştır.

Gök ve diğ. (2013), İzmir ve çevresinin 2008 Ağustos tarihinden sonra oluşan depremleri kullanarak Brune (1970, 1971) dairesel kaynak modeline göre, spektral kaynak parametrelerini hesaplamış, ivme ve yer değiştirme spektrumları için elde edilen sonuçları karşılaştırmıştır. En küçük kareler yöntemini kullanarak deprem kaynak parametrelerinin hem kendi arasında hem de diğer parametreler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmıştır.

Pabuçcu (2008), Marmara bölgesinin 2006-2007 tarihleri arasında geniş bant sismografa ait kayıtlardan 41 deprem seçerek spektral ortamda kaynak parametrelerini Brune Kaynak Modeline göre hesaplamış, P ve S dalgalarından hesaplanan kaynak parametrelerini karşılaştırmış ve aralarında bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur.

Aydın ve diğ. (2012), Kuzey Anadolu Fay Zonunun İstanbul ve çevresindeki moment büyüklüğü ($3.1 \leq M \leq 5.2$) arasındaki depremlerin geniş bant istasyon kayıtları ile Hythings (2004) tarafından geliştirilen S fazının kullanan yöntem ile deprem kaynak parametrelerini hesaplamış ve (Brune, 1970) doğrusal olmayan en küçük kareler yöntemini kullanarak teorik spektrum belirleyerek, çözüm parametreleri elde etmiştir.

Şahin ve diğ. (2007), Kuzey Anadolu Fay Zonunun Doğu Marmara tarafında yer alan bölümünde, moment büyüklüğü 3.7 ve 5.2 arasındaki 16 depreme ait ivme ve yer değiştirme

spektrumlarına ait kaynak parametrelerini hesaplamış ve elde ettiği kaynak boyutu değerlerinin uyumlu olduğunu ifade etmiştir.

Kaypak (1995), 13 Mart 1995 Erzincan depremini Brune (1970, 1971) dairesel kaynak modeline göre kaynak parametrelerini hesaplamıştır. Spektral analizler sonucunda yer değiştirme spektrumlarını ortaya çıkarmış ve kaynak parametreleri arasındaki bağlantıyı irdelemiştir.

Biçmen (1992), Marmara Bölgesi ve çevvresindeki depremleri Brune kaynak modelini kullanarak spektral analiz yöntemiyle deprem kaynak parametrelerini hesaplamış ve kaynak parametreleri (gerilme düşümü, kaynak yarıçapı ve sismik moment) arasındaki ilişki olabileceğini söylemiştir.

Yalçınkaya ve Alptekin (2003), 1 Ekim 1995 tarihinde Afyon-Dinar'da meydana gelen depremin moment büyüklüğü 2.5 - 4.1 arasındaki 53 artçı şoku kullanarak, Brune (1970) dairesel kaynak modeline göre S dalgası yer değiştirme spektrumlarını analiz ederek deprem kaynak parametrelerini hesaplamış ve bir birleriyle karşılaştırarak arasındaki ilişkiyi incelemiştir.

Archuleta ve diğ. (1982), 25 Mayıs 1980 tarihinde A.B.D. California Eyaleti'nde gerçekleşen deprem ve artçışokları arasından seçilen, moment büyüklüğü 3.9 – 5.1 arasında olan 150 depremin odak mekanizma çözümlerini yapmıştır. Brune (1970) kaynak modeline göre S dalgası spektral analizini kullanarak 67 deprem için deprem kaynak parametrelerini hesaplamıştır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Deprem Kaynak Parametreleri

Deprem kaynak parametreleri, bir depremin kaynağının kinematik ve dinamik karakterlerini ortaya çıkarmak amacıyla önemi büyüktür. Bu parametreler sismik tehlike analizleri için uygulanabilir ölçeklendirme ilişkilerinin hesaplanmasında etkin olarak kullanılmaktadır. Deprem kaynak parametreleri kinematik parametreler ve dinamik parametreler olarak iki tipte sınıflandırılabilir (Duda, 1978).

3.1.1. Kinematik (Statik) Deprem Kaynak Parametreleri

Duda (1978), depremin özelliklerini ortaya çıkarmaya yarayan, deprem kaynak parametrelerini şöyle tanımlamıştır:

Fay uzunluğu: Deprem anında oluşan kırılmanın yataydaki en büyük devamlılığı olarak tanımlanmaktadır.

Fay genişliği: Deprem anında oluşan kırılmanın eğimi dikkate alınarak o yöndeki uzanım miktarı olarak tanımlanmaktadır.

Fay düzlemi alanı: Kırılma uzunluğu ve genişliğinin çarpımı sonunu düzlemsel fay alanı tanımlanmaktadır.

Faylanmanın doğrultusu: Kırılmanın yataydaki uzanımının, kuzey ile yaptığı açı olarak tanımlanmaktadır.

3.1.2. Dinamik Deprem Kaynak Parametreleri

Depremin enerjisi: Deprem anında açığa çıkan tüm enerjilere dönüşebilen potansiyel enerjidir.

Sismik enerji: Deprem sırasında depremin merkezinden sismik dalgalar şeklinde yayılan enerjidir.

Sismik yeterlilik: Sismik enerji ve deprem enerjisinin oranıyla ifade edilir ve daima 1'den daha küçük değerler almaktadır.

Faylanma süresi: Kırılma düzleminde faylanma oluşumu için geçen süre olarak ifade edilmektedir.

Yükselme zamanı: Kırılma düzleminde noktasal olarak faylanma oluşumu için geçen süre olarak tanımlanmaktadır.

Yırtılma hızı: Kırılma düzleminde doğrultusu belirli olan yırtılmanın yayılma hızı ile tanımlanmaktadır.

Gerilme düşümü: Deprem oluşmadan önceki gerilme ile deprem oluştuktan sonrasındaki gerilme arasındaki farktır.

Etkin gerilme: Fay düzlemi üzerindeki bir noktada faylanmadan hemen önceki gerilme ile bu harekete karşı gelen sürtünme gerilmesi arasındaki farktır.

Sismik moment: Faylanma hareketiyle aynı değerlikte bir nokta kaynağın momentidir.

3.2 . Deprem Kaynak Modelleri

Deprem kaynağını modellemeye yönelik çalışmalar günümüze kadar artarak devem etmiş ve birçok çalışma yapılmıştır. Deprem kaynağını modellemeye yönelik çalışmalar kaynağın karakterine göre Haskell (1964), Aki(1967) ve Brune(1970) tarafından farklı şekillerde yapılmıştır. En çok tercih edilen model ise Brune (1970)'ün dairesel Kaynak modelidir.

3.2.1. Haskell Kaynak Modeli

Haskell (1964), L (boy) x W (en) boyutlarında bir kırılma düzlemi üzerinde U_0 kadar bir yer değiştirmenin Vr hızı ile ilerlediği sonlu kırılma kaynak modelini ortaya atmıştır (Şekil 3). Öne sürdüğü modelde, yer değiştirmenin kaynak - zaman fonksiyonu;

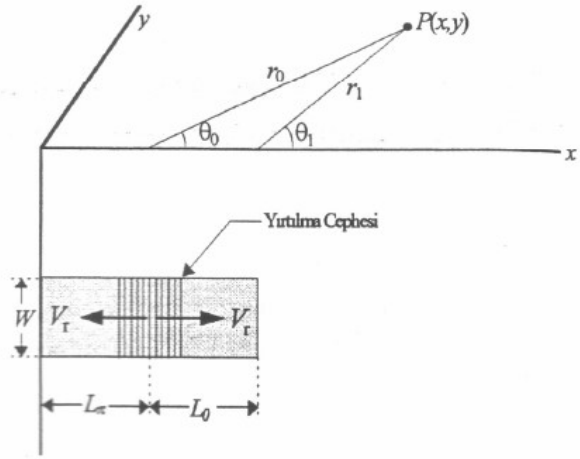
$$u(\tau) = 0\,, \qquad \tau < 0$$

$$u(\tau) = [1 - e^{(-\sqrt{\tau})}\,, \qquad \tau > 0 \tag{3.1}$$

şeklinde ve iki yönlü faylanma mekanizmasına sahip olan ve deprem kaynağından r kadar uzaktaki bir noktada oluşan yer değiştirmenin frekans spektrumu, Vr hızı sabiti, yer değiştirme W üzerinde anlık olmak şartıyla,

$$|H_c| = \frac{R_c\,(\theta,\emptyset,r).\mu.A.U_0}{4.\pi.c^3.\rho.h.r} \cdot \frac{F(\omega,\tau_0,\tau_\pi)}{(1+\omega^2\tau^2)^{1/2}} \tag{3.2}$$

bağıntısı verilir. Kaynak ve istasyon P(x,y) arasındaki geometrik şekil (Şekil 3) gösterilmektedir (Kasahara, 1981).



Şekil 3. Kaynak-istasyon P(x,y) arasındaki geometrik ilişki (Kasahara, 1981).

$R_c\,(\theta,\emptyset,r)$: c hızındaki P,S fazlarına ait yayınım katsayısı

μ : rijidite modülü (dyne/cm2)

$A = W(L_0 + L_\pi)$: Kırılma alanı

ω : Açısal frekans

U_0 : Kırılma (fay) üzerindeki maksimum yer değiştirme değeri

τ : U_0 değerine ulaşmak için geçen süre miktarı

c : Sismik hız (P veya S)

τ_0 ve τ_π : Birbirine ters yönde ilerleyen L_0 ve L_1 boyundaki faylanma için geçen süre'dir (s).

Ayrıca;

$$\tau_0 = \frac{L_0}{c}\left(\frac{c}{V_r} - cos\theta\right)$$

$$\tau_\pi = \frac{L_\pi}{c}\left(\frac{c}{V_r} + cos\theta\right) \tag{3.3}$$

Şeklinde tanımlanmıştır. V_r, Faylanma hızı, θ açısı sismik ışın ile fay düzlemi arasında kalan açıdır. $F(\omega, \tau_0, \tau_\pi)$ fonksiyonu Savage (1972)'e göre,

$$F(\omega, \tau_0, \tau_\pi) = \left\{[L_0 f(\tau_0)]^2 + [L_\pi f(\tau_\pi)]^2 + 2\pi L_0 L_\pi f(\tau_0) f(\tau_\pi) cos\left[\frac{\omega(\tau_0 - \tau_\pi)}{2}\right]\right\}^{\frac{1}{2}}$$

$$/(L_0 + L_\pi) \tag{3.4}$$

Bağıntısı verilir ve burada;

$$f(\tau_i) = \frac{sin(\omega\tau_i/2)}{\omega\tau_i/2} \qquad i = 0, \pi \tag{3.5}$$

Olarak verilmiştir.$|H_c(\omega)|$ ile verilen kaynak spektrumunun ${\omega_1}^c, \omega_2, \omega_3$ frekansları ile verilen ve $L = L_0 + L_\pi$ olmak üzere;

$${\omega_1}^c = \frac{2c}{L} \cdot \frac{\left[c^2/{V_r}^2 + co\ \ ^2\theta\right]^{1/2}}{c^2/{V_r}^2 - cos^2\theta} \tag{3.6}$$

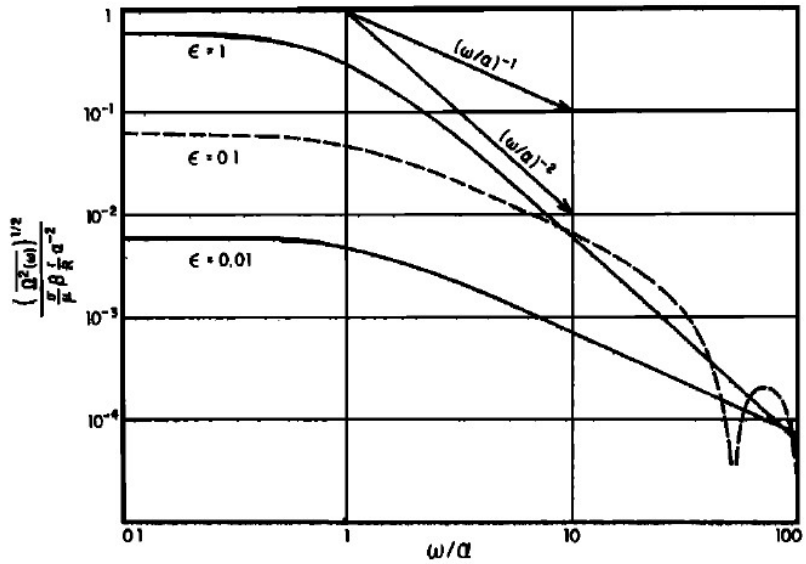
$$\omega_2 = \frac{4.6V_r}{W} \tag{3.7}$$

$\omega_3 = (\omega_1 . \omega_2)^{1/2}$ 'dir. (3.8)

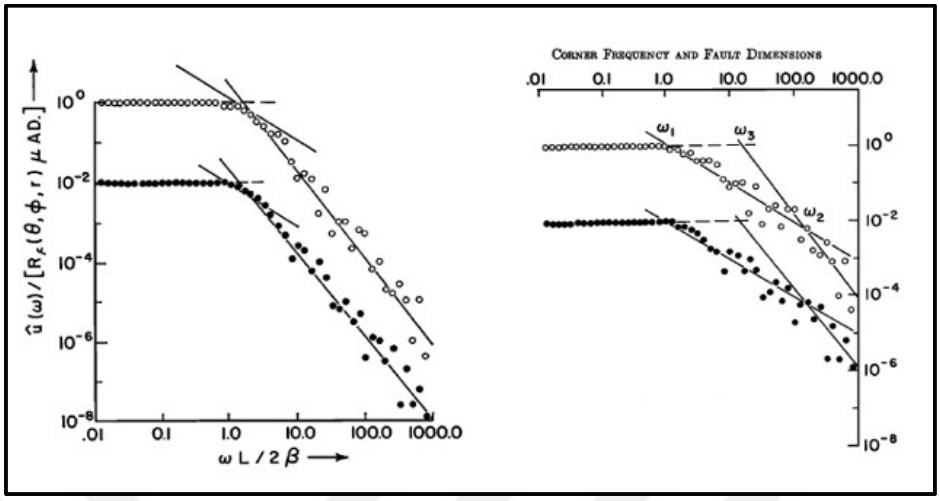
üç köşe frekansı ile karakterize edildiği görülmektedir.

Frekansın 0 ile $\omega_1{}^c$ arasında olan bölümü düz, $\omega_1{}^c$ ile ω_2 arasındaki bölüm -1, ω_2'den yüksek frekanslı bölümü ise -2 eğimlidir (Şekil 4).

$\omega_1{}^c$ frekansı, $\theta = 90^o$'de en küçük, $\theta = 180^o$'de en büyük değerini alır. ω_2 frekansı, fayın genişliği W taradından



Şekil 4. Brune (1970) kaynak modelinin uzak alan spektrumu (Brune, 1970).



Şekil 5. Haskell (1964) kaynak modelinden hesaplanan uzak alan yer değiştirme spektrumu (Savage,1972).

denetlemektedir. Haskell (1964) kaynak modelinde fayın eni W küçüldükçe, ω_2 frekansı büyüyecektir. Fayın eni boyuna eşit olduğunda $\omega_1 \cong \omega_2 \cong \omega_3$ olur. $W \ll L$ olduğunda ise $\omega_1 \ll \omega_2$ olacaktır. Bu durumda iki köşe frekansı belirlenecektir (Şekil 5).

3.2.2. Aki Kaynak Modeli

Aki (1967), Haskell (1964)'in deprem kaynak modelini temel alarak kaynağın frekans spektrumları üzerinde çalışmalar yapmıştır. $|A(\omega)|$ olarak adlandırdığı genlik spektrumunu kırılma üzerindeki yer değiştirme fonksiyonunu ilişkisi şeklinde açıklamıştır.

Aki (1967)'e göre, sönümsüz ortamda kaynak fonksiyonunun uzak alandaki yer değiştirme spektrumu ω^{-2} modeli için;

$$|A(\omega)| = \frac{R_c(\theta,\emptyset,r)}{4\pi.c^3.\rho.r} \cdot \left[1 + \left(\frac{\omega}{\omega_1}\right)^2\right]^{-1/2} \cdot \left[1 + \left(\frac{\omega}{\omega_2}\right)^2\right]^{-1/2} \tag{3.9}$$

ω^{-3} modeli için ;

$$|A(\omega)| = \frac{R_c(\theta,\emptyset,r)}{4\pi.c^3.\rho.r} \cdot \left[1 + \left(\frac{\omega}{\omega_1}\right)^2\right]^{-1/2} \cdot \left[1 + \left(\frac{\omega}{\omega_2}\right)^2\right]^{-1} \tag{3.10}$$

şeklinde yazılabilir. Burada ω_1 ve ω_2 köşe frekanslarını ifade etmektedir. Haskell (1964) modelindeki köşe frekansları değerlerine tekabül etmektedir.

3.2.3. Brune Kaynak Modeli

Brune (1970) dairesel kaynak modeli, en çok tercih edilen modellerdendir. Noktasal bir kaynakta dairesel yayılımın temel alınarak ortaya atılmış bir modeldir. Brune' un dairesel kaynak- zaman fonksiyonu;

$$u(t) = (\sigma/\mu)\beta\tau(1 - e^{-1/\tau}) \tag{3.11}$$

şeklinde verilmektedir. Burada;

σ : Etkin gerilme (bar)
μ : Katılık sabiti
β : S dalga hızı (cm/s)
τ : Zaman sabiti (s)

Buradan kaynaktaki yerdeğiştirme spektrumu;

$$\Omega(\omega) = (\sigma\beta/\mu)/\left[\omega(\omega^2 + \tau^{-2})^{1/2}\right] \tag{3.12}$$

şeklinde verilebilir. Karakök ortalama (RMS) alınarak, uzak alan yer değiştirme spektrumu S dalgası için,

$$< \Omega(\omega) >=< R_{\theta\emptyset} > (\sigma\beta/\mu)(r/R)F(\varepsilon)/(\omega^2 + \alpha^2)^{1/2} \tag{3.13}$$

Bağıntısı şeklinde verilmektedir. Burada;

$< R_{\theta\emptyset} >$: Yayınım örtüsünün karakök ortalaması
r : Dairesel yerdeğiştirme yüzeyinin yarıçapı (cm)
R : Kaynak- alıcı arası uzaklık (cm)
ε : Gerilme düşümü kesri
α : P dalga hızı (cm/s)

ω : Açısal frekans (rad/sn)

$\alpha = 2.34\beta/r$ (Brune, 1971) ve

$$F(\varepsilon) = \{(2 - 2\varepsilon)[1 - cos(1.21\varepsilon\omega/\alpha)] + \varepsilon^2\}^{1/2} \tag{3.14}$$

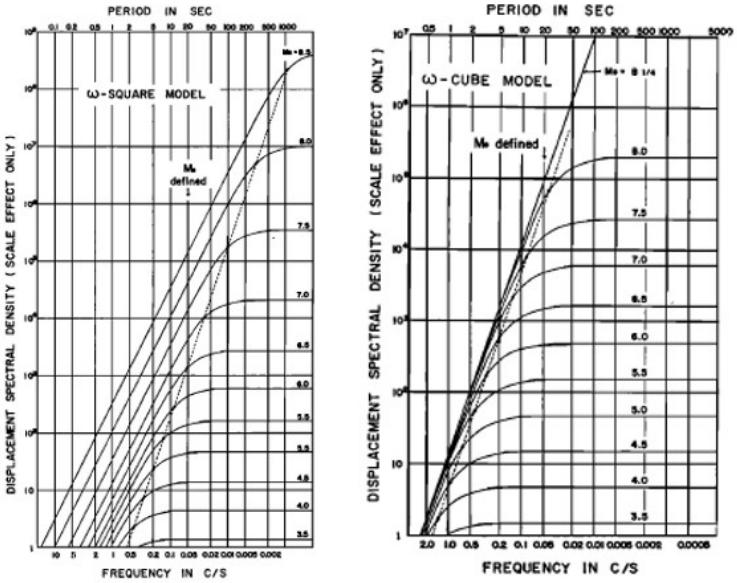
şeklinde verilmektedir.

3.3. Deprem Kaynak Parametrelerinin Hesaplanması

Brune (1970, 1971) modelinde uzak alan spektral parametreleri ve kaynak yarıçapı (r), sismik moment (M_0), gerilme düşümü ($\Delta\sigma$) arasında belirgin ilişkiler olduğunu belirtmektedir. Brune (1970), dairesel kaynak modelinde, deprem kaynak parametreleri arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarırken S dalgalarını kullanmış, sonrasında ise P dalgası için model Hanks ve Wyss (1970) tarafından geliştirilmiştir. Şekil 6'da Aki 1967'nin kaynak spektrumu ω^2 ve ω^3 modelleri verilmiştir.

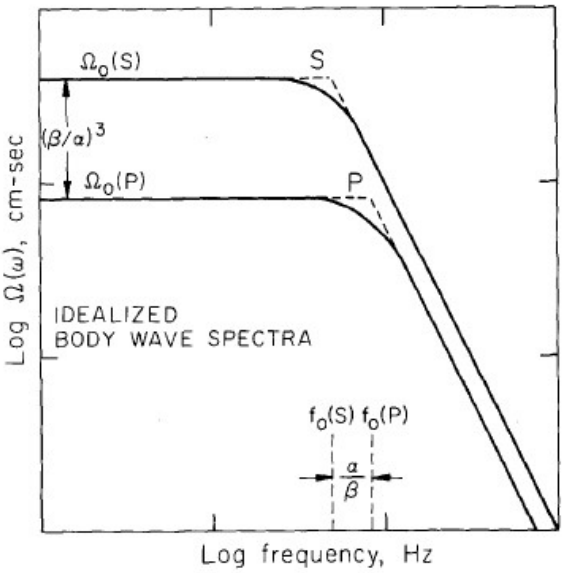
Deprem kaynak parametrelerini hesaplamak için gerek duyulan P ve S cisim dalgaları yer değiştirme spektrumlarından okunan köşe frekansı değeri (f_0)'ve sabit düşük frekans seviyesi (Ω_0) 'dir. Sabit düşük frekans seviyesi (Ω_0), köşe frekansı (f_0) ve sismik moment (M_0) de dairesel yayılan kaynağın yarıçapı ile alakalıdır. Bununla birlikte yerdeğiştirme spektrumlarından elde edilen spektral parametre yüksek frekanslara ilerledikçe ($f > f_0$) genliklerdeki azalımla doğrudan ilişkili spektal eğim (γ) meydana gelmektedir (Hanks ve Thatcher, 1972).

Yüksek frekanslarda gözlenen bu eğim ile nispeten düşük frekanslarda başlayan düşük frekans seviyesi (Ω_0) 'ni ayıran iki farklı eğime sahip doğru, spektrum üzerine uygun şekilde yerleştirilmektedir. Bu iki doğrunun kesiştiği noktanın yatay eksendeki izdüşümü köşe frekansı değerini ifade etmektedir (Şekil 7).



Şekil 6. Aki (1967) kaynak spektrumu ω^2 ve ω^3 modelleri (Aki, 1967).

Yüksek frekans seviyesi ve düşük frekanslardaki spektral eğimi karakterize edebilecek iki doğru, düzgün bir şekilde spektrum üzerine yerleştirilmelidir. Bu doğruların kesişim noktasının yatay eksen üzerindeki izdüşümü, köşe frekansını vermektedir (Şekil 7).



Şekil 7. Yayınım etkileri giderilmiş P ve S dalgalarının, Brune(1970) kaynak modeline göre hesaplanmış kurumsal spektrumları (Hanks ve Wyss, 1972).

3.3.1. Sismik Moment

Faylanma mekanizmasına göre kaynağı etkileyen eşdeğer kuvvet çiftinin fiziksel momenti, sismik moment olarak adlandırılır. Aki (1966), sismik momenti bağıntısı;

$$M_0 = \mu . U . S \tag{3.15}$$

Burada;

μ : Katılık sabiti (dyn/cm^2)

U : Fay düzlemi üzerindeki ortalama yerdeğiştirme (cm)

S : Faylanma yüzeyinin alanı (cm^2)

Buna göre faylanma düzlemi boyu (L) ve faylanma düzlemi genişliği (W)'nin çarpımı ile faylanma yüzey alanı elde edilmektedir.

Keilis ve Borok (1960) spektral parametrelerden faydalanarak sismik moment için önerdikleri bağıntı;

$$M_0(S) = [4\pi\rho R\beta^3\Omega_0(S)]/[k_s R_{\theta\emptyset}(S)] \tag{3.16}$$

şeklindedir. Burada;

$M_0(S)$: Sismik moment (dyne.cm)

ρ : Ortamın yoğunluğu (gr/cm^3)

β : S dalga hızı (cm/s)

R : Hiposantr uzaklığı (cm)

$\Omega_0(S)$: S dalga spektrumunun düşük frekans seviyesi (cm.s)

$R_{\theta\emptyset}(S)$: S dalgası yayılım örtüsü

K : Serbest yüzey düzeltmesi

Kaynak Yarıçapı

Brune (1970) dairesel kaynak modelinde, kaynağın dairesel bir fay düzlemi biçiminde olduğu düşünülen, kaynağın yarıçapı r'dir. Brune (1971) dairesel kaynak modelini yeniden düzenlemesiyle kaynak yarıçapı (r), (Hank ve Wyss, 1972) şu şekilde verilmiştir;

$$r = \frac{2.34\beta}{2\pi f_0(S)} \tag{3.17}$$

Burada;

r : Kaynak alanının yarıçapı (cm)

f_0 : S dalga spektrumundan okunan köşe frekansı (Hertz)

β : S dalga hızı (cm/sn)

3.3.2. Gerilme Düşümü

Aktif fay bölgesinde ilk baştaki gerilme (σ_0) ile deprem sonrasında arta kalan gerilme (σ_1) arasındaki fark gerilme düşümüne eşittir.

$$\Delta_\sigma = \sigma_0 - \sigma_1 \tag{3.18}$$

Şeklinde verilmektedir. Gerilme düşümü kaynak yarıçapı ve sismik moment cinsinden şu şekilde yazılabilir (Brune, 1970);

$$\Delta_\sigma = \frac{7M_0}{16r^3} \tag{3.19}$$

Burada;

Δ_σ : Gerilme düşümü

M_0 : Sismik moment

R : Kaynak alanının yarıçapı

3.3.3. Sismik Dalga Enerjisi

Kaynak alanında, sismik dalgalar halinde yayılan enerjidir. S dalgasının toplam enerjisi E_s, gerilme düşümü ve kaynak boyutunun fonksiyonu aşağıdaki şeklinde;

$$E_s = \frac{0.454(\Delta\sigma)^2\, r^3}{\mu} \tag{3.20}$$

verilebilir (Hanks, 1972). Burada;

E_s : S dalgası sismik enerjisi (dyn.cm)

$\Delta\sigma$: Gerilme düşümü (bar)

r : Dairesel kaynak alanının yarıçapı (cm)

μ : Katılık sabiti ($\mathrm{dyne.cm^2}$)

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 . Deprem Verilerinin Elde Edilmesi ve Veri İşlem Adımları

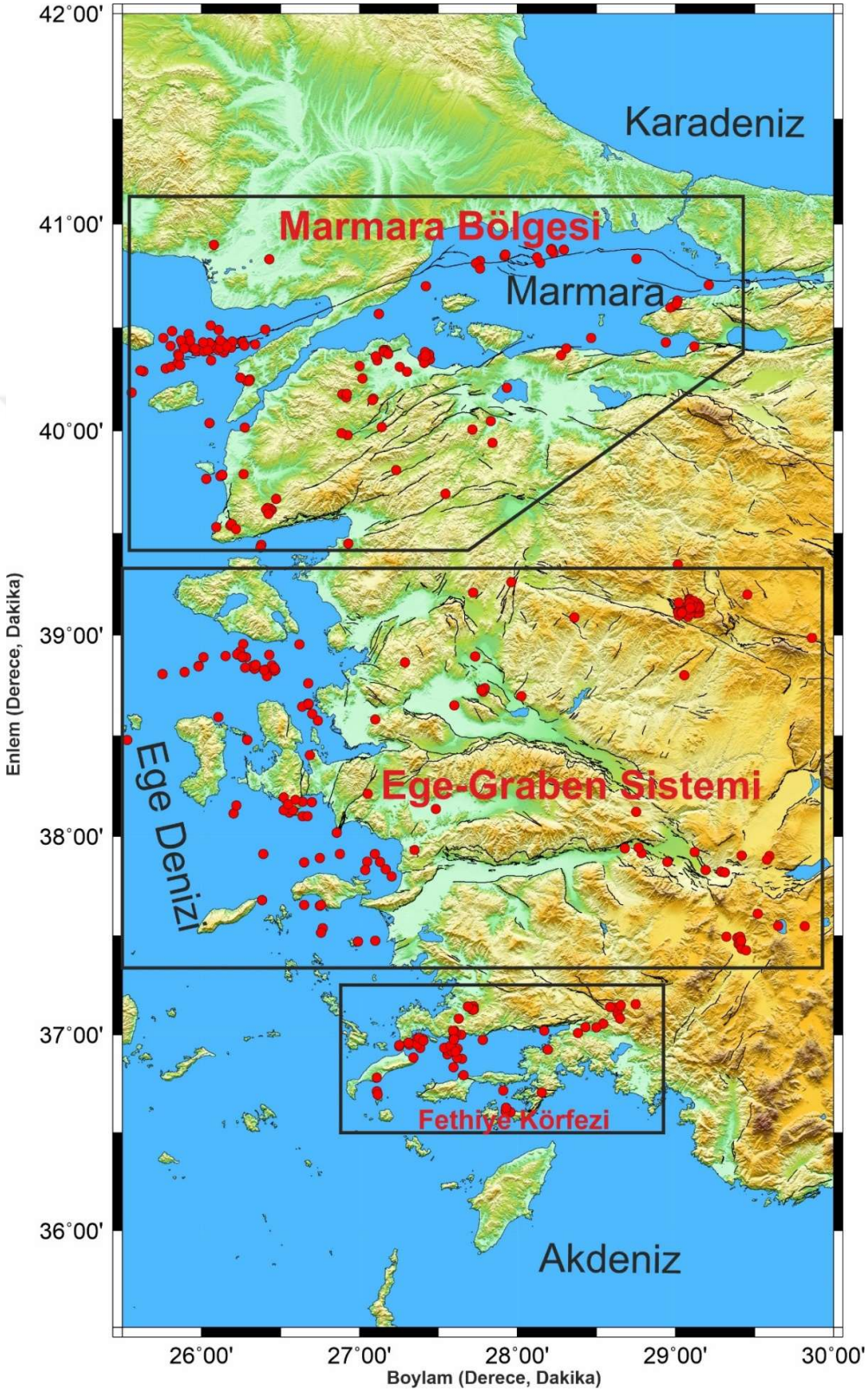
Çalışma alanında 01.01.2002 yılından sonra meydana gelen depremler, Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE), Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi deprem verileri kullanarak spektral kaynak parametreleri hesaplanmıştır. Çalışma alanı 36.5- 41.2 kuzey enlemleri ile 25.5-30 doğu boylamları arasındadır. Bu alan Batı Anadolu, Marmara Bölgesi, Ege Graben Sistemi, Fethiye Körfezi olmak üzere üç bölgeye ayrılarak incelenmiştir.

Marmara bölgesi için 05.2002 yılından günümüze kadar oluşmuş $3.2 \geq Mw \leq 6.7$ magnitüdlü 161 deprem için deprem kaynak parametreleri incelenmiştir.

Ege bölgesi için 05.2002 yılından günümüze kadar oluşmuş $3.9 \geq Mw \leq 6.2$ magnitüdlü 151 deprem için deprem kaynak parametreleri incelenmiştir.

Fethiye körfezi için 05.2002 yılından günümüze kadar oluşmuş $3.2 \geq Mw \leq 6.6$ magnitüdlü 58 deprem için deprem kaynak parametreleri incelenmiştir.

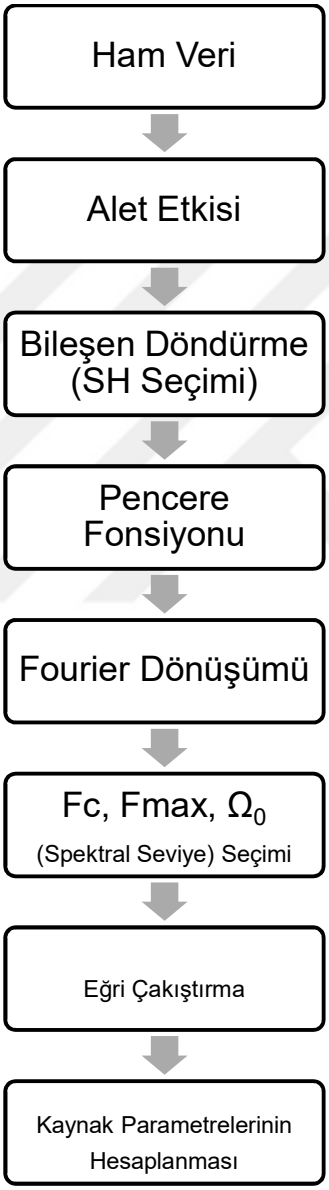
Çalışma alanında toplam 370 deprem için deprem kaynak parametreleri hesaplanmıştır (Şekil 8).



Şekil 8. Ege Bölgesi kullanılan depremlerin lokasyon haritası.

4.1.1. Deprem Kaynak Parametresi Veri İşlem Aşamaları

KRDAE, Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi verileri 'SAC' formatında aşağıdaki veri işlem aşamaları izlenerek MATLAB programında spektral kaynak parametreleri hesaplamıştır (Şekil 9).



Şekil 9. Kaynak parametrelerinin hesaplanması için kullanılan veri işlem aşamaları

Kaynakta Ao genliğine sahip bir düzlem dalga kayıt istasyonuna gelene kadar geçtiği ortamın özelliğine ve zamana bağlı olarak enerjisinin bir miktarını kaybeder ve genliği azalır.

Enerji kaybı, elastik sönüm, ortamın elastik olmamasından dolayı, geometrik yayılma, yayılma mesafesi arttıkça dalga cephesindeki genişlemeden dolayı ve arayüzlerdeki kayıplar (yansıma, kırılma, saçılma, dağılma vb.) nedeniyle oluşur.

Çalışma alanını da içerisine alan bölge için daha önceden Kurtulmuş ve Akyol (2013) tarafından hesaplanmış frekans bağımlı kalite sönüm kalite faktörü (Qsh)

- Uzak istasyonlar (120-200 km) için $Qsh=113.45f^{0,47}$ eşitliği,
- Yakın istasyonlar (10-70 km) için ise $Qsh=60.97f^{1,42}$ eşitliği ,

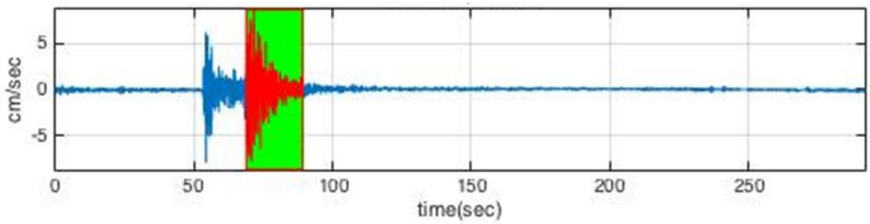
kullanılmıştır.

SAC formatındaki ham veriden Matlab programı ile alet etkisi giderildikten sonra, üç bileşen halinde kaydedilen deprem verileri, KG ve DB bileşenleri azimut geliş açısı kullanılarak SH ve SV bileşenlerine dönüştürülmektedir;

$$U_{SV} = -\cos(Azi).NS - \sin(Azi).EW$$

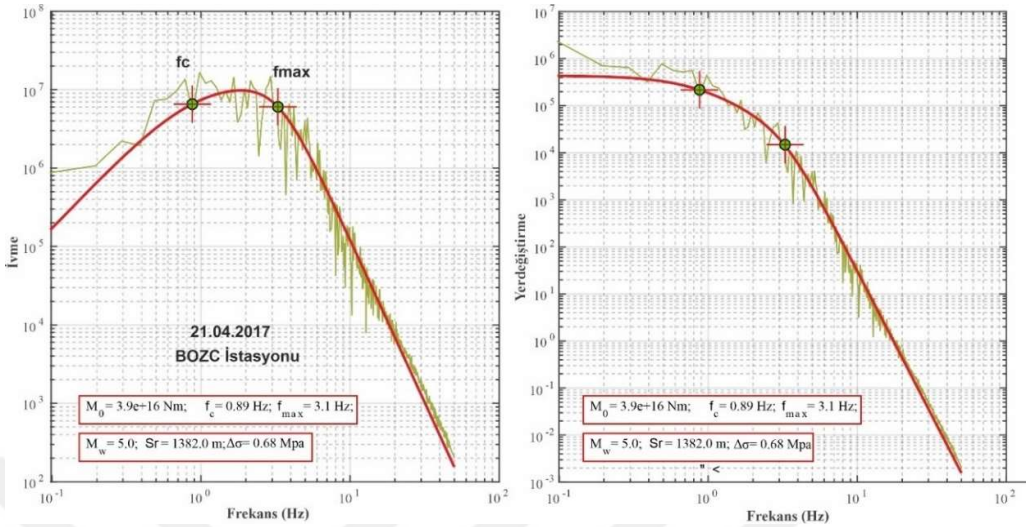
$$U_{SH} = \sin(Azi).NS - \cos(Azi).EW$$

Burada azi, azimut, NS ve EW sırayla KG ve DB bileşenler, U_{SV} radyal, U_{SH} ise transvers bileşenlerdir. S dalgası varışından önce başlayıp, deprem büyüklüğüne bağlı olarak S dalgası bitiminden sonra son bulan bir pencereleme uygulanmıştır (Şekil 10.). Yerdeğiştirme sinyalini yakalayabilmek için zaman penceresi yeteri kadar uzun olmalı ve diğer P ve yüzey dalgaları fazlarıyla karışmış olmamalıdır.



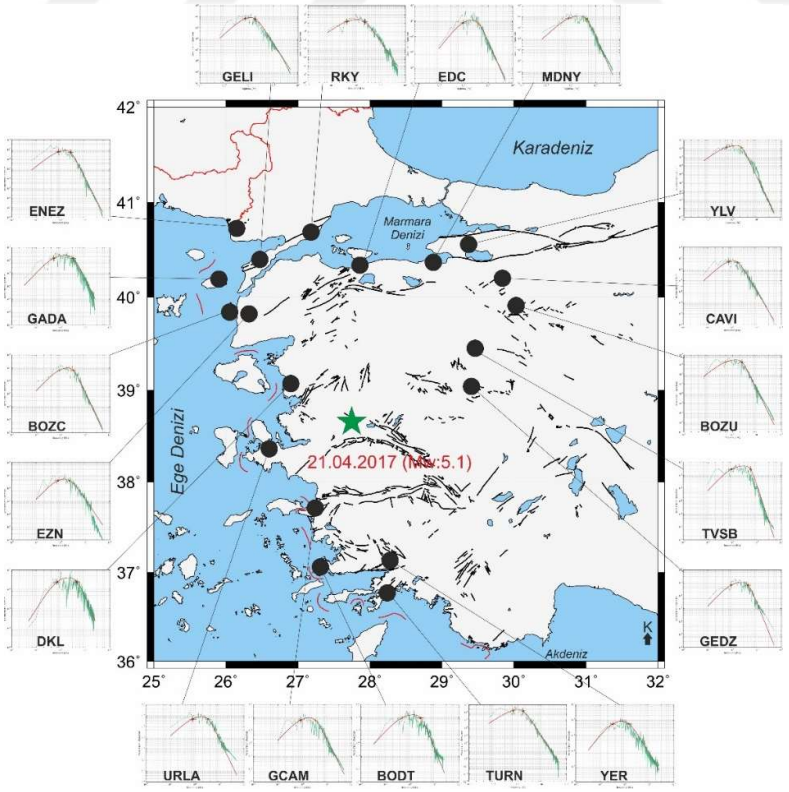
Şekil 10. Deprem verisinden S dalgasının okunması

Bu pencereleme işlemi yapıldıktan sonra verinin FFT (Hızlı Fourier Dönüşümü)'si alınır. Grafik üzerinde Fc, Fmax, Ω_0 (Spektral seviye) seçimi yapılır ve görsel olarak spektrum üzerine eğri yerleştirilir (Şekil 11).



Şekil 11. Fc, Fmax seçimi ve eğri çakıştırma

FFT ve eğri çakıştırma işleminden sonra deprem kaynak parametreleri MATLAB programında hesaplanır. Her deprem için dairesel olacak şekilde istasyonlar seçilmiştir (Şekil 12). Bu istasyonlarda kaydedilen her veri için bu işlem tekrarlanmış ve sonuçların ortalaması alınmıştır.



Şekil 12. Spektral kaynak analizinde kullanılan ve 21.04.2017 depremi için bu istasyonlarda gözlemlenen SH dalga fazı spektrumu

BEŞİNCİ BÖLÜM
SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında, spektral kaynak parametreleri parametreleri (köşe frekansı, sismik moment, kaynak yarıçapı, gerilme düşümü), hız kayıtları kullanılarak hesaplanan yerdeğiştirme ve ivme spektral eğrileri üzerinden manuel olarak işaretlenen köşe frekansı ve düşük frekans seviyesi değerleri kullanılarak kaynağın karakteristik özelliklerini yansıtan Brune kaynak modeli esasına dayalı olarak hesaplanmıştır. Elde edilen spektral parametreler ve sismik moment ile aralarındaki ilişkiler incelenmiştir. Özellikle bölgesel bazda hesaplanan ampirik ilişki fonksiyonları ileride yapılacak olan deprem risk analizleri ve deprem parametrelerinin daha güvenilir şekilde belirlenmesi açısından büyük öneme sahiptir. Çalışma kapsamında bu amaçla Marmara yakınlarında 3,2 ile 6,7 büyüklüğünde, Ege yakınlarında 3,9 ile 6,2 büyüklüğünde, Fethiye yakınlarında 3,2 ile 6,6 büyüklüğünde meydana gelen spektral kaynak parametreleri SH fazı için hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçların fay zonlarının homojen olmaması ve hesaplamalarda kullanılan 1 boyutlu kabuk modeli nedeniyle belirli miktarda hata payı içermektedir. Hataları en aza indirmek amacıyla, her deprem için birden fazla istasyon kullanılarak elde edilen sonuçların her parametre için ortalaması alınmıştır.

Marmara bölgesinde çalışmaya dahil edilen depremler için;

- Sismik moment değeri; 0,0179 -35,77 ($x10^{16}$ Nm) arasındadır
- Köşe frekans değerleri; 0,13 -9,34 Hz arasındadır
- Stres düşümü değerleri; 0,0014 -29,49 Mpa arasındadır
- Kaynak yarıçap değerleri; 110 -11752 m arasındadır

Ege bölgesinde çalışmaya dahil edilen depremler için;

- Sismik moment değeri; 0,091 -98,32 ($x10^{16}$ Nm) arasındadır
- Köşe frekans değerleri; 0,22 -5,31 Hz arasındadır
- Stres düşümü değerleri; 0,0045 -5,12 Mpa arasındadır
- Kaynak yarıçap değerleri; 523 -7561 m arasındadır

Fethiye bölgesinde çalışmaya dahil edilen depremler için;

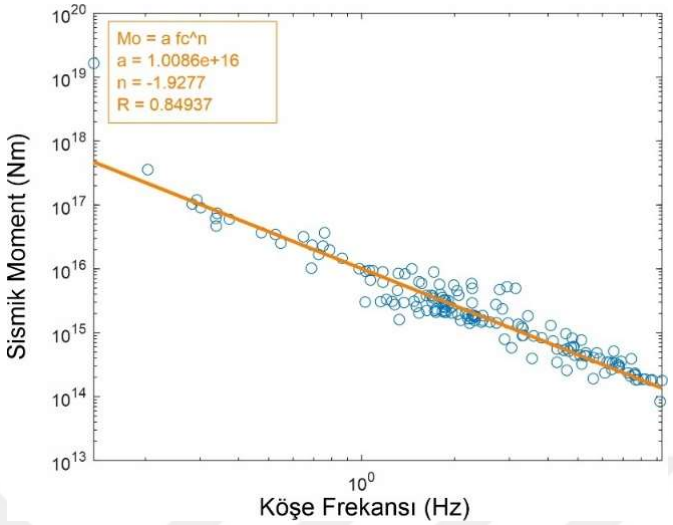
- Sismik moment değeri; 0,0107 -10,08 ($x10^{16}$ Nm) arasındadır
- Köşe frekans değerleri; 0,12 -6,23 Hz arasındadır
- Stres düşümü değerleri; 0,0116 -5,23 Mpa arasındadır
- Kaynak yarıçap değerleri; 423 -2793 m arasındadır

Teoride köşe frekansı (fc) ve Sismik moment (Mo) arasında ters bir ilişki olduğu bilinmektedir. Daha açık bir ifade ile büyük magnitüdlü depremler düşük köşe frekansı değerine sahipken, frekans değeri arttıkça magnitüd değerinin düştüğü gözlenmektedir. Genellikle, literatürde bulunun dünyanın farklı bölgelerinde gerçekleştirilen çalışmalarda köşe frekansı ve sismik momentin arasında $M_0 \propto f_C^{-3}$ şeklinde ifade edilen bir genel bir kullanım ve kabul bulunmaktadır. Yapılan sismik simülasyon, deprem riski ve hatta bazı sismik tomografi çalışmalarında dahi iki parametre arasında bu kabule dayalı hesaplamalar yapılmaktadır. Fakat bu parametrenin, bölgesel ölçekte gerek tektonik rejim ve faylanma karakterlerinin etkisi gerekse de bölgesel jeolojik koşulların farklılığı ile değişim gösterdiği açıktır. Dolayısıyla bu ilişkinin her tektonik bölge için kendi içerisinde daha net bir şekilde ortaya konulması ileri sismolojik çalışmalara da önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada elde edilen köşe frekansı spektral parametresinin sismik moment ile olan ilişkisi, Marmara bölgesi depremleri için $Mo.fc^{-1.93} = 10^{16}$ N-m/sn (Şekil 13), Fethiye ve civarındaki depremler için $Mo.fc^{-2.88} = 1.34.10^{16}$ N-m/sn (Şekil 14), ve Ege bölgesi depremleri için ise $Mo.fc^{2.42} = 2.12.10^{16}$ N-m/sn (Şekil 15), olarak hesaplanmıştır. Üç bölge için de gerçekleştirilen regresyon analizlerinde, veri dağılımının ilgili eğrilerle yüksek oranda temsil edildiği görülmektedir. İlgili veri grubu ile çakıştırılan regresyon eğrilerinin çakışma ölçütü (R^2) değerleri sırasıyla 0.85, 0.83 ve 0.76 değerleri sunmaktadır. Ege ve Fethiye depremleri ile hesaplanan ilişki fonksiyonları teorik kabul olan $M_0 \propto f_C^{-3}$ ilişkisine daha yakın bir ilişkide iken Marmara depremleri ile hesaplanan ilişki fonksiyonunun nispeten daha farklı olduğu görülmektedir. Bu farklılığın, Marmara depremlerinin üç bölge içerisinde FethiyeBölgesi ve Ege Bölgesi depremlerinden farklı olarak, doğrultu atımlı karakterdeki faylanmaların sonucunda gerçekleşmiş olduklarından ortaya çıktığı düşünülmektedir.

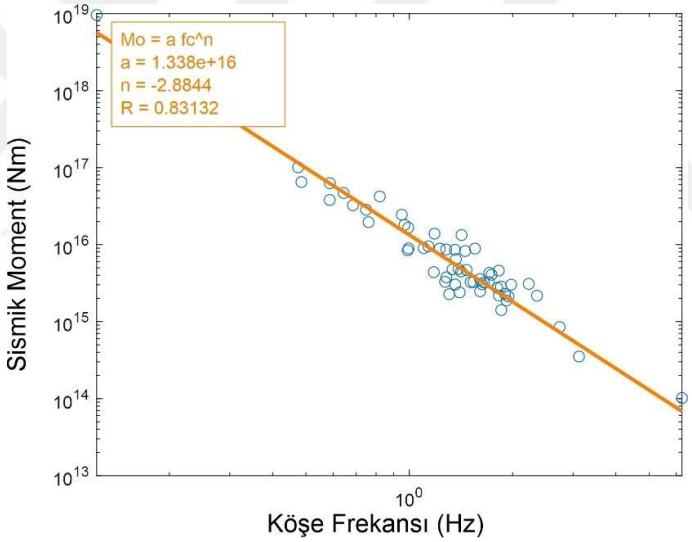
Ayrıca litratürdeki diğer çalışmalar ile kıyaslandığında, özellikle Ege ve Fethiye bölgesinde elde edilen ilişki fonksiyonlarının diğer çalışmlarla uyumlu olduğu görülmektedir (Tablo 1).

Tablo 1
Literatürde farklı bölgeler için ilgili bağıntılar (Sismik moment- köşe frekansı)

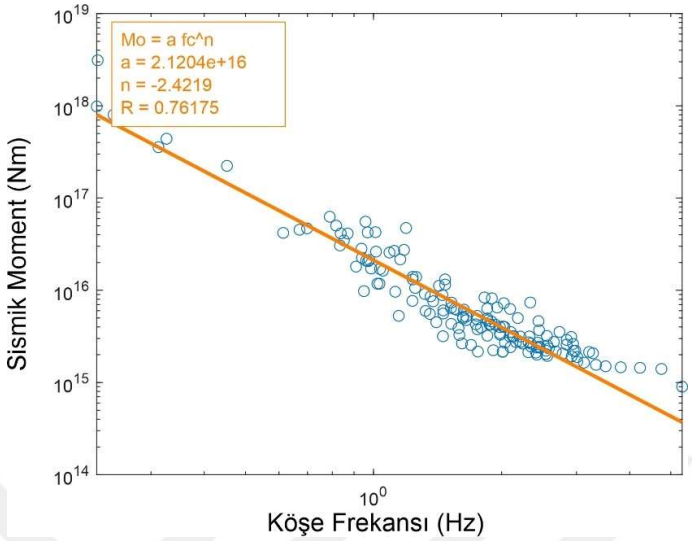
Ref.	Çalışılan Bölge	Ölçekleme İşlevi
Watanabe vd. (1996)	Kanto Havzası (Japonya)	**$Mo.fc^{3}$= (2,5-3,0).10^{16} N-**
Dutta ve ark. (2003)	Güney-Orta Alaska	**$Mo.fc^{3}$= 2,09.10^{16} N-m/sn**
Kumar ve ark. (2008)	Himalaya Bölgesi (Hindistan)	**$Mo.fc^{3}$ = 1,7 .10^{16} N-m/sn**
Kumar (2011)	Garhwal Himalaya (Hindistan)	**$Mo.fc^{3}$= 3,10^{16} N-m/sn**
Borkar veark. (2013)	Kumaun Himalaya (Hindistan)	**$Mo.fc^{2.7}$= 5.10^{16} N-m/sn**
Yoo ve diğerleri. (2011)	Kore Yarımadası	**$Mo.fc^{3.54}$= 10^{16} N-m/sn**
Demirci ve Bekler (2017)	Akhisar Bölgesi (Batı Türkiye)	**$Mo.fc^{3.46}$= 3 .10^{15} N-m/sn (SH) Fazı)**
Demirci ve Bekler (2017)	Akhisar Bölgesi (Batı Türkiye)	**$Mo.fc^{2.7}$= 10^{16} N-m/sn (P Fazı)**
Mevcut Çalışma	Marmara Bölgesi (Batı Türkiye)	**$Mo.fc^{1.9}$= 10^{16} N-m/sn**
Mevcut Çalışma	Ege Bölgesi (Batı Türkiye)	**$Mo.fc^{2.42}$= 2,12 .10^{16} N-m/sn**
Mevcut Çalışma	Fethiye Bölgesi (Batı Türkiye)	**$Mo.fc^{2.88}$= 1,33 .10^{16} N-m/sn**



Şekil 13. Marmara Bölgesi sismik moment ve köşe frekansı arasındaki ilişki grafiği



Şekil 14. Fethiye Bölgesi sismik moment ve köşe frekansı arasındaki ilişki grafiği



Şekil 15. Ege Bölgesi sismik moment ve köşe frekansı arasındaki ilişki grafiği

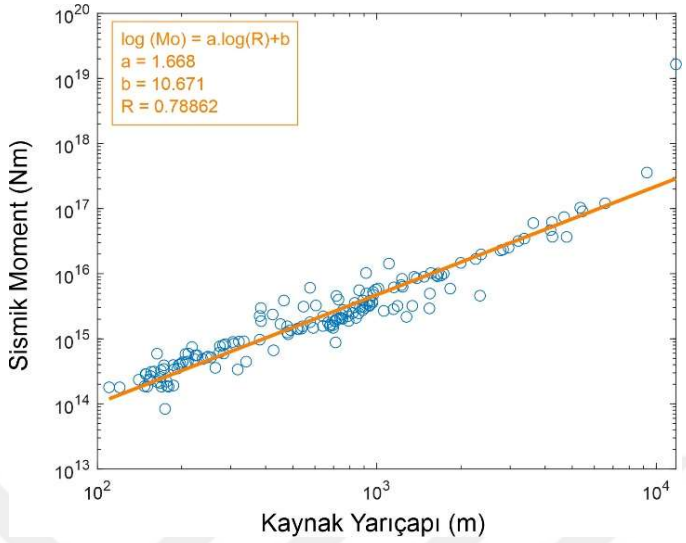
Diğer bir spektral parametre olan kaynak yarıçapı (R) için literatürdeki çalışmalar dikkate alınarak köşe frekansından farklı olarak logaritmik ölçekte bir ilişki fonksiyonu ortaya çıkarılmıştır. Bilindiği üzere Brune (1970) modeli dairesel bir kaynak modeli temeline dayanmaktadır. Dolayısıyla burada kaynak yani faylanma boyutları uzunluk veya genişlik parametreleri yerine doğrudan yarıçap değeri ile ifade edilmektedir. Teorik olarak büyük boyutlu kaynakların büyük magnitüdlü depremler üretmesi beklenmektedir. Dolayısıyla Sismik moment ve kaynak yarıçapı arasında logaritmik olarak doğrusal bir ilişki olduğu söylenebilir. Tabiki de depremin büyüklüğünü veya sismik moment parametresini sadece faylanma boyutlarının büyüklüğü ile doğrudan ifade etmek yanlış sonuçları ortaya çıkarabilir. Faylanma karakteri, depremin süresi ve ortamın jeolojik özellikleri gibi birçok parametre kaynak yarıçapı hesabına etki etmektedir. Kimi zaman küçük yarıçaplı kaynakların yüksek sismik momentli depremler ürettiği gözlenmektedir. Bu farklılıklar çalışmada, çok sayıda depremin birlikte kullanılması ile giderilmeye çalışılmış ve iki parametre arasında ampirik bağıntılılar elde edilmiştir. Hesaplanan kaynak yarıçapı parametresinin sismik moment ile olan ilişkisi, Marmara bölgesi depremleri için log(Mo)=1.67.log(R)+10.67 (Şekil 16), Fethiye ve civarındaki depremler için log(Mo)=2.63.log(R)+7.61 (Şekil 17) olarak ve Ege bölgesi depremleri için ise log(Mo)=2.79.log(R)+7.04 (Şekil 18) olarak hesaplanmıştır. Regresyon analiz sonucunda üç bölge için sırasıyla 0.80, 0.79 ve 0.81 gibi yüksek çakışma ölçütleri hesaplanmıştır. Üç bölge için de hesaplanan fonksiyonların literatürdeki diğer çalışmlar ile uyumlu olduğu

gözlenmektedir (Tablo 2). Elde edilen bu ampirik bağıntılar sayesinde bu bölgelerde gerçekleşmiş veya ileride gerçekleşecek birçok depreme ait kaynak büyüklüğü sadece deprem büyüklüğü kullanılarak kolaylıkla hesaplanabilecektir.

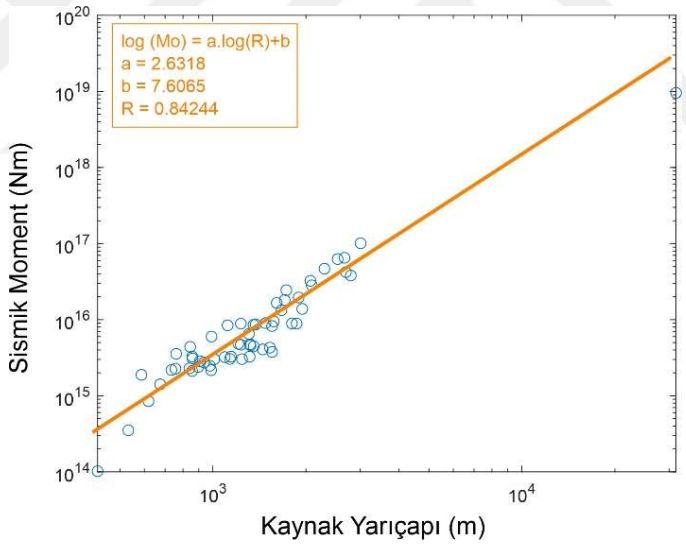
Tablo 2

Literatürde farklı bölgeler için ilgili bağıntılar (Sismik moment- kaynak yarıçapı)

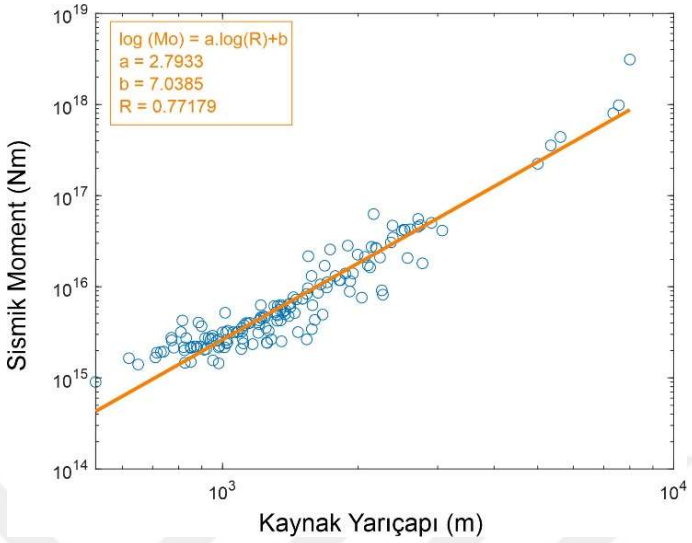
Ref.	**Çalışılan Bölge**	**Ölçekleme İşlevi**
Dobrynina (2009)	Baykal Rift (Kuzey Avrasya)	**$Log(Mo)\pm0,90= 8,85.log(r) + 15,16$**
Şule ve Weber (2013)	Orta Pannonian havzası (Macaristan)	**$Log(M_0)= 4,76.log (r) + 1,62\pm2,05$**
Sanoujam (2002)	Manipur (Hindistan)	**$Log(M_0)= 1.56.r + 13.68$**
Popescu ve ark. (2017)	Vrancea (Romanya)	**$Log(M_0) = 2,87\pm0,03.log(r) + 7,41\pm0,3$**
Stavroulopoulou ve ark. (2016)	Epirus(Kuzeybatı Yunanistan)	**$Log(M_0)= 3,38.log (r) + 4,79$**
Mohamed (2004)	Kalabsha (Mısır)	**$Log(M_0) = 0,7\pm0,04.log(r) + 11,06\pm0,5$**
Demirci ve Bekler (2017)	Akhisar Bölgesi	**$Log(M_0)= 3,36.log(r)+5,06$**
Mevcut Çalışma	Marmara Bölgesi	**$Log(M_0) = 1,66 .log(r) + 10,67$**
Mevcut Çalışma	Ege Bölgesi (Batı Türkiye)	**$Log(M_0)= 2,79 .log (r) + 7,03$**
Mevcut Çalışma	Fethiye Bölgesi (Batı Türkiye)	**$Log(M_0) = 1,3 .log(r) + 16,4$**



Şekil 16. Marmara Bölgesi sismik moment ve kaynak yarıçapı arasındaki ilişki grafiği



Şekil 17. Fethiye Bölgesi sismik moment ve kaynak yarıçapı arasındaki ilişki grafiği (SH Fazı)



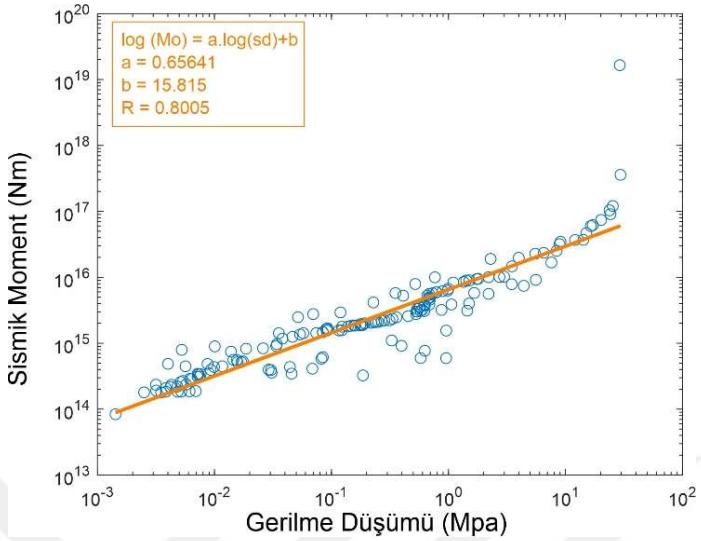
Şekil 18. Ege Bölgesi sismik moment ve kaynak yarıçapı arasındaki ilişki grafiği

Çalışma kapsamında sismik moment ile ilişkisi hesaplanan bir diğer parametre deprem öncesi ve sonrası oluşan gerilme farkının bir ölçüsü olan gerilme düşümü (sd) parametresidir. Gerilme düşümü de, kaynak yarıçapı ile benzer bir şekilde deprem büyüklüğü ile doğru ilişkili bir parametredir. Büyük depremler de büyük gerilme farkı oluşması beklenmektedir. Bu çalışmada da deprem büyüklüğü arttıkça kaynkata meydana gelen gerilme düşümünün arttığı gözlenmiştir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde iki parametre arasında logaritmik fonksiyonlarla ifade edilen ampirik bağıntılar kurulğu görülmektedir. Dolayısıyla farklı çalışmlarla ile kıyaslama yapabilmek adına bu çalışmada da üç bölge için logaritmik ilişki fonksiyonları elde edilmiştir. Gerilme düşümü (sd) spektral parametresinin sismik moment ile olan ilişkisi, Marmara bölgesi depremleri için log(Mo)=0.66.log(sd)+15.81 (Şekil 19) olarak, Fethiye ve civarındaki depremler için log(Mo)=1.3.log(sd)+16.47 (Şekil 20) olarak ve Ege bölgesi depremleri için ise log(Mo)=0.93.log(sd)+16.85 (Şekil 21) olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bu fonksiyonlarda çakışma ölçütü (R^2) değeri sırasıyla 0.80, 0.81 ve 0.79 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla ortaya çıkarılan ilişki fonksiyonlarının veri grubunu yüksek oranda temsil ettiği söylenebilmektedir. Farklı bölgelerde yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlarla kıyaslandığında elde edilen sonuçların genellikle diğer çalışmalarla uyumu olduğu ifade edilebilir (Tablo 3). Özellikle deprem simulasyonu çalışmalarında oldukça kullanılan gerilme düşümü parametresi bu bağıntılar yardımıyla doğrudan deprem büyüklüğü değeri kullanılarak hesaplanabilecektir.

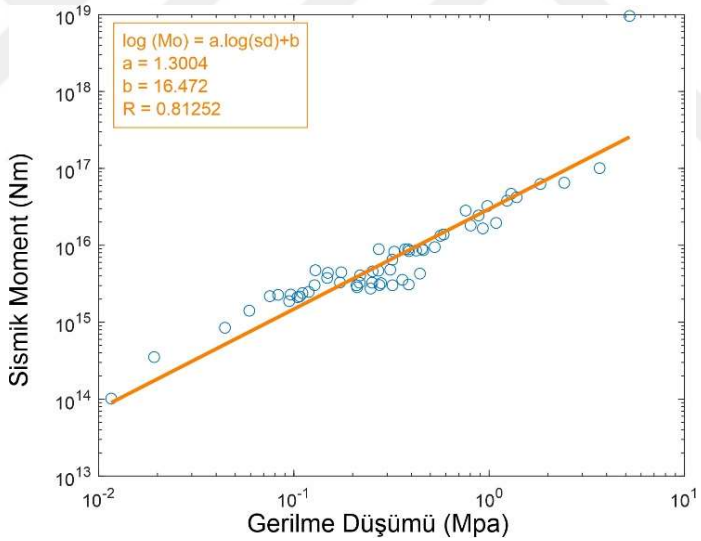
Tablo 3

Literatürde farklı bölgeler için ilgili bağıntılar (Sismik moment- Gerilme düşümü)

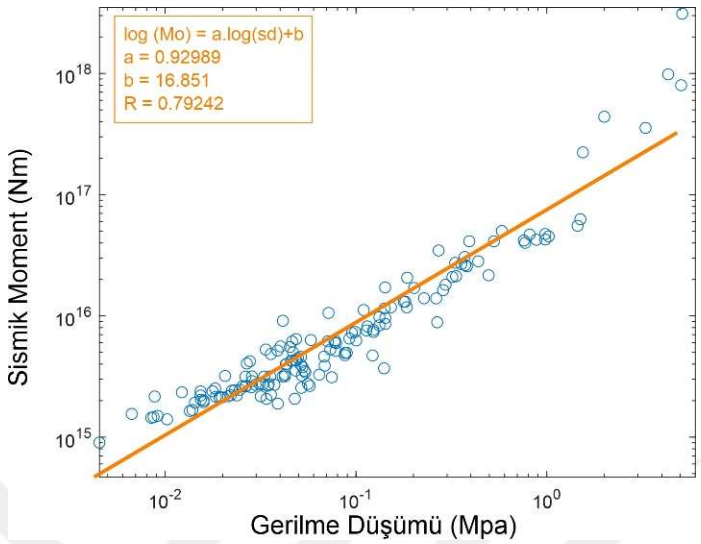
Ref.	**Çalışılan Bölge**	**Ölçekleme İşlevi**
Dobrynina (2009)	Baykal Rift (Kuzey Avrasya)	**$Log(M_o)\pm0,30= 1,26.log(\Delta\varphi) + 15,35$**
Garcia-Garcia vd.,(2002)	Güney İspanya	**$Log(M_0)=1.1\pm0.17.log(\Delta\varphi)+19.47\pm0.09$**
Radülyan ve Popa, (1996)	Vrancea (Romanya)	**$Log(M_0)= 3,7.log(\Delta\varphi) + 20,48$**
Stavroulopoulou vd,. (2016)	Epirus (Kuzeybatı Yunanistan)	**$Log(M_0)= 1,11.log (\Delta\varphi) + 11,7$**
Mohamed (2004)	Kalabsha (Mısır)	**$Log(M_0) = 0,44\pm0,19.log(\Delta\varphi) + 12,23\pm0,5$**
Demirci ve Bekler (2017)	Akhisar Bölgesi (Batı Türkiye)	**$Log(M_o)= 1,16.log(\Delta\varphi) + 16,22$**
Mevcut Çalışma	Marmara Bölgesi (Batı Türkiye)	**$Log(M_0)= 0,65 .log(\Delta\varphi) + 15,81$**
Mevcut Çalışma	Ege Bölgesi (Batı	**$Log(M_0)= 0,93 .log (\Delta\varphi) + 16,85$**
Mevcut Çalışma	Fethiye Bölgesi (Batı Türkiye)	**$Log(M_0) = 1,3 .log(\Delta\varphi) + 16,47$**



Şekil 19. Marmara Bölgesi sismik moment ve gerilme düşümü arasındaki ilişki grafiği



Şekil 20. Fethiye Bölgesi sismik moment ve gerilme düşümü arasındaki ilişki grafiği



Şekil 21. Ege Bölgesi sismik moment ve gerilme düşümü arasındaki ilişki grafiği

Sonuç olarak, özellikle, üç farklı bölgedeki küçük ve orta büyüklükteki deprem verileri kullanılarak gerçekleştirilen bu çalışma ile elde edilen ilişki fonksiyonları, bölge ve yakın civarında olması muhtemel büyük bir depremin etkilerinin hesaplanabilmesi açısından önemli bir kaynak niteliğindedir. Ayrıca, konusu geçen bölgelerde bu derece yoğun deprem verisi kullanan bir çalışmanın daha önce yapılmamış olması nedeniyle, bu ilişki fonksiyonları, yakın bölgeler için yapılacak deprem simulasyonu, deprem risk hesabı, gerilme hesapları vb… sismolojik çalışmalarda girdi olarak kullanılabilecek olması açısından da ayrı bir öneme sahip olmaktadır.

KAYNAKÇA

Aki, K. (1966). "Generation and Propagation of G Waves from the Niigata Earthquake of June 16, 1964.: Part 2. Estimation of earthquake moment, released energy, and stress-strain drop from the G wave spectrum". *Bulletin of the Earthquake Research Institute*, 44(1), 73-88.

Aksoy, M. E., Meghraoui, M., Akyüz, S., Ferry, M., Dikbaş, A., Uçarkuş, G. ve Şatır-Erdağ, D. (2005). "9 Ağustos 1912 Mürefte Depremi yüzey kırığının doğu kesiminin morfolojik özellikleri ve paleosismolojik analizi". *ATAG Aktif Tektonik Araştırma Grubu Toplantıları*, 9, 22-24.

Alpar, B., Yaltırak, C., Altınok, Y., Adatepe, F., ve Demirel, S. (2001). "Jeofizik Yöntemlerle Güney Marmara'daki Fay Sistemleri ve Balıkesir Yöresi". *Kuzeybatı Anadolu (Karesi) Bölgesi Depremleri Jeofizik Toplantısı, Balıkesir Valiliği ve TMMOB, Jeofizik Mühendisleri Odası*, 9 Şubat 2001, 14-19.

Altunel, E., ve Barka, A. (1998). "Eskişehir Fay Zonunun İnönü-Sultandere Arasında Neotektonik Aktivitesi". *Türkiye Jeoloji Bülteni,* 41 (2), 41-52.

Archuleta, R. J., Cranswick, E., Mueller, C., and Spudich, P. (1982). "Source Parameters Of The 1980 Mammoth Lakes, California, Earthquake Sequence". *Journal Of Geophysical Research*, 87(B6), 4595-4607.

Arpat, E., ve Bingöl, E. (1969). "Ege Bölgesi Graben Sisteminin Gelişimi Üzerine Düşünceler". *MTA Dergisi*, 73, 1-8.

Arslan, A., Mamurekli, D., Tekin, F., ve Hafızoğlu, E. (2016). "Manisa İli Soma İlçesi Organize Sanayi Bölgesinin İmar Planına Esas Saha Gözlemleri". *Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi*, 1(21), 5-11.

Mert, A., Pınar, A., Fahjan, Y. M., ve Hutchıngs, L. J. (2012). "Prens Adaları Fayındaki Depremlerin Kaynak Parametrelerinin Eşzamanlı ve Tekil Ters Çözüm Teknikleri ile Belirlenmesi". *İstanbul Yerbilimleri Dergisi*, 23(1), 53-63.

Barka, A. and Kadinsky-Cade, K. (1988). "Strike-Slip Fault Geometry İn Turkey And İts İnfluence On Earthquake Activity" Tectonics". *Tectonics*, 7(3), 663-684.

Biçmen, F. (1992). Marmara Bölgesindeki Yerel Depremlerin Kaynak Parametrelerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Bikçe, M. (2015). "Türkiye'de Hasara ve Can Kaybına Neden Olan Deprem Listesi". *Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı,* 14-16 Ekim 2015, İzmir 1900-2014.

Borkar, Y., Kumar, A., Gupta, S.C., and Kumar, A. (2013). "Source Parameters And Scaling Relation For Local Earthquakes İn The Garhwal And Kumaun Himalaya, India". *International Journal Of Advanced Seismology*, 1(1),1-15.

Brune, J. N. (1970). "Tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquakes". *Journal Of Geophysical Research*, 75(26), 4997-5009.

Brune, J. N. (1971). "Correction to tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquakes". *Journal Of Geophysical Research*, 76(20), 5002.

Demirci, A. (2013). Simav (Kütahya) Fayi'nin Sismisitesi Ve Sismotektonik Özellikleri. Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.

Demirci, A. ve Bekler T. (2017). "Akhisar (Manisa) Dolaylarında Gerçekleşen Yerel Depremlerin Spektral Kaynak Parametlerinin Hesaplanması". *4. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı,* 11-13 Ekim 2017 – Anadolu Üniversitesi – Eskişehir.

Demirtaş, R. ve Tekin, B. M. (2020). "20 Mart 2019 Ucarı-Yeniköy (Acıpayam, Denizli) Depremi, Mw 5.5 ve Yırtılma Mekanizması". *Türk Deprem Araştırma Dergisi*, 2 (1), 14-26.

Dobrynina, A. A. (2009). "Source parameters of the earthquakes of the Baikal rift system". *Izvestiya, Physics of the Solid Earth*, 45(12), 1093-1109.

Duda, S. J. (1978). "Physical significance of the earthquake magnitude—the present state of interpretation of the concept". *Tectonophysics*, 49(3-4), 119-130.

Dutta, U., Biswas N., Martirosyan, A., Papageorgiou, A. and Kinoshita, s. (2003). "Estimation of earthquake source parameters and site response in Anchorage, Alaska,

from the strong motion network data using generalized inversion method, Phys". *Earth Planet*,137, 13–29.

Dündar, G. (2010). Ege Bölgesinin Sismotektoniği. Doktora Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

García-García J. M., Romacho M. D. and Jiménez A., (2002). "The Corner Frequencies, Stress Drops And Apparent Stresses Of Microearthquakes İn The Betic Region (Southern Spain)". *Física de la Tierra*, 14. 161-182.

Gök, E., Polat, O., Mıhbüken, C., ve Özen, İ. (2013). "İzmirnet Yerel Deprem İstasyon Ağından Elde Edilen Kaynak Parametreleri". *2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı,* 25-27 Eylül 2013, Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay.

Esin, G., ve Ceryan, Ş. (2015). "Burhaniye (Balıkesir) Yerleşim Alanının Sıvılaşma Potansiyelinin Değerlendirilmesi". *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni*, 36(2), 81-96.

Hanks, T. C. and Kanamori, H. (1979). "A moment magnitude scale. Journal of Geophysical Research". *Solid Earth*, 84(B5), 2348-2350.

Hanks, T. C. and Wyss, M. (1972). "The use of body-wave spectra in the determination of seismic-source parameters". *Bulletin of the Seismological Society of America*, 62(2), 561-589.

Hanks, T.C. (1982). "fmax". *Bulletin of the Seismological Society of America*, 72,(6A), 1869-1879.

Haskell, N. A. (1964). "Total Energy and Energy Spectral Density of Elastic Wave Radiation From Propagating Faults". *Bulletin of the Seismological Society of America*, 54(6A), 1811-1841.

Kartal, R. F., Kadirioğlu, F. T., ve Zünbül, S. (2015). "Kuzey Anadolu Fay Zonunun Kinematiği". *19. Aktif Tektonik Araştırma Grubu Çalıştayı*, 7-8-9 Ekim 2015,

Sakarya Üniversitesi, Sakarya.

Kasahara, K. (1981). "Earthquake mechanics". *Cambridge university press*, London.

Kaypak, B. (1995). 13 Mart 1992 Erzincan Depremi Artsarsıntıları Kaynak Parametreleri. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Keilis-Borok, V. I. (1960). “Investigation of the mechanism of earthquakes”. *Sov. Res. Geophys*, 4, 29.

Kesgin, Y., and Varol, B. (2003). “Gökçeada ve Bozcaada'nın Tersiyer Jeolojisi”. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 126, 49-67.

Ketin, İ. (1969). “Kuzey Anadolu fayi hakkında”. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 72, 1-27.

Kılıç, N. C. A., ve Kalyoncuoğlu, Ü. Y. (2017). “Muğla İli ve Çevresi İçin Depremsellik ve Sismik Tehlike Analizi”. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5(3), 507-524.

Koçyiğit, A. (2009). “Ankara’nın Depremselliği ve 2005-2007 Afşar (Bala-Ankara) Depremlerinin Kaynağı”. *Harita Dergisi*, 1(12), 141.

Kumar, A. (2011). Study of Earthquake Source Parameters Using Micro-Earthquakes And Strong Motion Data. Ph.D. Thesis, Indian Institute of Technology, Roorkee.

Kumar, D., Sriram V., Sarkar I. and S. S. Teotia (2008). “An Estimate of a Scaling Law of Seismic Spectrum for Earthquakes in Himalaya”, *Indian Minerals* 62 (1-4), 83-92.

Kurtulmuş, T. Ö. and Akyol, N. (2015). “Separation of source, site and near-surface attenuation effects in western Turkey”. *Natural Hazards*, *77*(3), 1515-1532.

Mohamed, H. H. (2004). “Determination of basic physical source parameters and scaling relations for Kalabsha earthquakes, Aswan, Egypt”. *Acta Geodynamica et Geromaterialia*, 1(2), 201-213.

Özata, Ş., ve Limoncu, S. (2014). “16. ve 20. yy. Arası İstanbul ve Yakın Çevresinde Meydana Gelen Deprem Sonrası Barınma Uygulamalarının İncelenmesi”. *Megaron*, 9(3), 217-227,

Öztürk, S. (2017). “Kuzey Anadolu Fay Zonu ve civarındaki güncel deprem aktivitesinin bölgesel ve zamana bağlı analizleri”. *Yerbilimleri*, 38(2), 193-228.

Pabuçcu, Z. (2008). Marmara Bölgesi Genis Bant Mikro-deprem Kayıtlarından (türdep) Kaynak Parametrelerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Popescu, E., Placinta, A. O., Borleasnu, F. and Radulian, M. (2017). Repeated Earthquakes In The Vrancea Subcrustal Source And Source Scaling, Earth and Environmental Science Congress. March 03-05, Romania,

Radulian, M. and Popa, M. (1996). "Scaling of source parameters for Vrancea (Romania) intermediate depth earthquakes". *Tectonophysics,* 261 (1-3), 67-81.

Sanoujam M. (2002). Seismotectonic Studies in Manipur. Ph.D. Thesis, Manipur University, Manipur, India.

Satılmış, S. (2014). "19. Yüzyılda Bir Büyük Felâket: 3 Nisan 1881 Sakız ve Çeşme Depremi". *Tarih İncelemeleri Dergisi*, 29 (2), 605-624.

Savage, J. C. (1972). "Relation Of Corner Frequency To Fault Dimensions". *Journal Of Geophysical Research*, 77 (20), 3788-3795.

Sezer, L. İ. (2004). "İzmir sismotektonik yöresinin depremselliği". *Ege Coğrafya Dergisi*, 13 (1-2), 29-46.

Sharma, M. L. and Wason, H. R. (1994). "Occurrence Of Low Stress Drop Earthquakes In The Garhwal Himalaya Region". *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 85 (3-4), 265-272.

Stavroulopoulou O., Sokos E. and Tselentis G.A. (2016). "S-wave spectral analysis and estimation of spectral parameters in Northwestern Greece. *Bulletin of the Geological Society of Greece"*, 50 (3), 1232-1240.

Südaş, İ. (2004). "17 Ağustos 1999 Marmara depreminin nüfus ve yerleşme üzerindeki etkileri: Gölcük (Kocaeli) örneği". *Ege Coğrafya Dergisi*, 13(1-2), 71-91.

Süle, B. and Wéber, Z. (2013). "Earthquake source parameters and scaling relationships in Hungary (central Pannonian basin)". *Journal of Seismology*, 17 (2), 507-521.

Şahin, Ş., Kalyoncuoğlu, Ü. Y., Arı, B., Gürbüz, M. and Benito, B. (2007)." Bytnet Ağında Kaydedilen Depremlerin Kaynak Parametrelerinin Belirlenmesi", International Earthquake Symposium. October 22-26, Kocaeli. 121-125.

Sengör, A. M. C. (1979). "The North Anatolian transform fault: its age, offset and tectonic significance". *Journal of the Geological Society*. 136(3), 269-282.

Taymaz, T. (1999). “İstanbul Depremleri: Bugünkü Durum ve Geçmişteki İki Büyük Deprem”. *Cumhuriyet Gazetesi Bilim ve Teknik Dergisi*, 651, 8-11.

Tinal, M. (2009). “1928 Torbalı (İzmir) Depremi”. *International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkic*, 4(8), 2230-2243.

Watanabe, K., Sato, H., Kinoshita, S. and Ohtake, M., (1996). “Source Characteristics Of Small To Moderate Earthquakes In The Kanto Region, Japan: Application Of a New Definition Of The S-Wave Time Window Length”, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 86 (5), 1284–1291.

Yalcınkaya, E., and Alptekın, O. (2003). “Relationships Among Source Parameters Of Aftershocks Of The October 1, 1995 Dinar (Turkey) Earthquake”. *Journal of the Balkan Geophysical Society*. 6 (2), 53-65.

Yaltırak, C., ALPAR, Ş. ve Altınok, Y. (2002). “Mürefte-Şarköy Depremi: Ganos Fayı'nın 9 Ağustos 1912 depreminde atımı, kırık uzunluğu, büyüklüğü, karakteri ve aynı yörede olan tarihsel depremler”. Aktif Tektonik Araştırma Grubu Altıncı Toplantısı, 1-4 Kasım 2002, Ankara 90-93.

Yoldaş, K. (2013). “Doğal Afetlerin Klasik Türk Şiirine Yansımasına Bir Örnek: Sâbir Pârsâ Divanı’nda Depremle İlgili Dört Tarih Manzumesi”. *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (10), 259-265.

Yolsal, S. (2009). Girit-Kıbrıs Yayları ve Ölü Deniz Fay Zonu Çevresinde Oluşan Depremlerin Kaynak Mekanizması Parametreleri, Kayma dağılımları ve Tarihsel Tsunami simülasyonları. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Yoo, S.H.,Rhie, J. R., Choi, H. and Mayeda K. (2011). “ Coda-Derived Source Parameters of Earthquakes and Their Scaling Relationships in the Korean Peninsula”. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 101 (5), 2388–2398.

EKLER

EK 1

Marmara Bölgesi için SH fazı kullanılarak elde edilen spektral kaynak parametreleri

No	Olus tarihi	Olus zamani	Enlem	Boylam	M0	MW	FC	FMAX	SD	R
1	27.09.2019	13:35:47.38	40,425	26,112	1,57E+15	4,085	4,460	7,782	0,723	640,972
2	29.12.2018	15:19:11.34	40,3967	26,0462	3,94E+14	3,687	5,866	8,545	0,009	186,774
3	13.04.2017	19:25:21.76	40,3982	26,0573	2,34E+14	3,529	8,633	10,905	0,004	154,116
4	2.02.2015	04:41:03.63	40,3413	26,0612	1,47E+15	4,049	2,441	8,226	0,046	591,880
5	6.12.2014	12:07:24.18	40,492	26,4052	2,37E+14	3,543	7,250	10,727	0,006	153,624
6	9.07.2014	23:45:01.98	40,4298	26,2558	3,86E+15	4,312	1,677	10,555	0,686	375,647
7	9.06.2014	15:03:27.02	40,4205	26,123	2,09E+14	3,506	7,391	9,479	0,004	167,886
8	1.06.2014	19:58:30.75	40,4083	26,1392	4,36E+14	3,710	5,264	11,712	0,040	201,744
9	28.05.2014	03:59:51.20	40,4218	26,1343	5,94E+15	4,457	1,564	9,433	0,785	1012,125
10	25.05.2014	11:47:55.47	40,4123	26,0925	6,29E+15	4,489	1,533	9,114	0,985	1235,964
11	25.05.2014	11:38:38.93	40,4208	26,1515	3,45E+16	4,979	0,526	7,953	9,067	3367,974
12	25.05.2014	05:44:22.38	40,4162	26,0683	7,45E+14	3,872	6,154	8,634	0,007	217,907
13	24.05.2014	23:00:35.81	40,4067	25,9313	3,1E+15	4,280	1,254	7,243	0,577	889,753
14	24.05.2014	16:09:48.75	40,393	26,1072	4,85E+14	3,743	5,753	7,702	0,009	222,598
15	24.05.2014	15:01:32.58	40,38	26,1428	8,37E+14	3,904	3,814	9,728	0,083	307,466
16	24.05.2014	14:49:14.92	40,3997	25,9523	8,97E+15	4,600	1,171	4,215	1,513	789,450
17	24.05.2014	11:28:41.66	40,4322	26,2612	2,2E+14	3,522	7,671	12,074	0,015	176,846
18	24.05.2014	11:18:44.80	40,405	26,1872	5,55E+14	3,779	3,281	9,005	0,016	182,360
19	24.05.2014	10:35:01.53	40,4278	26,1382	2,03E+15	4,159	1,957	11,909	0,822	754,116
20	24.05.2014	10:11:40.51	40,395	26,1485	3,2E+15	4,288	1,866	11,136	0,598	614,450
21	25.10.2013	12:01:31.47	40,4148	26,0648	4,1E+14	3,690	5,610	6,571	0,009	198,037
22	12.07.2013	00:36:57.47	40,386	25,9683	3,03E+15	4,275	2,026	8,761	0,532	870,147
23	26.03.2013	13:08:44.52	40,3873	26,0152	8,25E+14	3,878	4,134	6,861	0,052	286,356
24	11.01.2013	21:56:15.96	40,4243	25,9005	3,01E+15	4,252	1,692	7,186	0,541	908,486
25	25.07.2012	21:28:28.87	40,4325	26,1952	8,34E+15	4,562	1,380	6,536	1,099	1229,914
26	3.11.2010	02:51:26.90	40,42	26,34	1,04E+17	5,301	0,283	4,150	23,762	5343,789
27	9.03.2007	13:43:57.96	40,4137	26,272	8,38E+13	3,235	9,213	12,416	0,001	174,567
28	4.05.2006	22:28:05.06	40,4175	25,9097	2,67E+14	3,553	6,435	6,789	0,002	154,890
29	3.06.2005	01:51:57.30	40,404	26,1175	2,18E+14	3,517	7,609	8,228	0,004	123,586
30	9.04.2005	19:28:17.85	40,4842	25,8147	1,17E+15	4,006	2,316	8,274	0,138	315,560
31	27.03.2005	15:25:58.38	40,428	26,0512	4,36E+14	3,671	5,312	6,795	0,010	207,550
32	18.09.2004	21:40:02.80	40,4	25,96	1,84E+14	3,476	7,810	9,799	0,005	120,458
33	17.06.2004	12:48:49.10	40,49	26,11	1,84E+14	3,453	7,679	9,531	0,004	180,156
34	31.08.2003	07:50:56.10	40,47	25,92	2,09E+15	4,149	1,854	6,741	0,123	739,800
35	23.07.2003	19:37:05.80	40,41	26,16	1,88E+14	3,379	8,254	11,554	0,007	122,350
36	18.07.2003	12:52:11.70	40,44	26,12	1,8E+14	3,219	9,346	9,916	0,003	110,113
37	6.07.2003	22:42:08.40	40,44	25,93	1,84E+14	3,453	5,679	9,531	0,005	169,607
38	6.07.2003	22:05:49.10	40,39	26,04	2,09E+15	4,118	0,879	6,457	0,141	746,800
39	6.07.2003	20:48:52.90	40,43	26,01	1,87E+14	3,412	6,124	9,454	0,006	131,458
40	6.07.2003	20:10:14.20	40,51	26,06	1,8E+14	3,460	6,593	9,945	0,004	120,113

41	24.07.2020	20:41:24.80	40,2345	24,993	3,32E+15	4,276	1,204	4,105	0,540	941,866
42	27.07.2017	12:45:18.30	40,3028	25,2452	1,85E+15	4,090	4,210	4,827	0,160	710,994
43	2.12.2014	20:15:15.54	40,2617	25,1805	2,58E+15	4,208	1,841	2,928	0,453	510,470
44	27.11.2014	12:18:58.98	40,2208	25,2282	1,25E+15	4,026	3,288	8,471	0,046	290,340
45	4.09.2014	17:43:38.97	40,1525	24,8853	2,52E+16	4,894	0,548	3,116	8,400	2958,321
46	11.08.2014	22:23:31.55	40,3735	25,8525	1,56E+15	4,061	2,090	4,880	0,019	679,670
47	15.06.2014	19:46:53.89	40,26	25,1697	1,61E+15	4,094	2,385	3,931	0,093	694,372
48	30.05.2014	04:06:20.72	40,1858	25,5582	2,47E+15	4,222	3,861	5,731	0,359	860,794
49	26.05.2014	21:28:38.18	40,2598	25,193	2,22E+15	4,191	2,723	4,444	1,313	380,750
50	24.05.2014	16:34:51.03	40,2893	25,632	1,36E+15	4,041	3,206	6,046	0,154	491,305
51	24.05.2014	12:45:59.43	40,2448	25,1753	1,42E+15	4,052	4,235	5,271	0,058	316,478
52	24.05.2014	11:33:07.31	40,2942	25,615	1,01E+16	4,631	1,982	5,928	2,727	1657,251
53	24.05.2014	09:40:07.41	40,1997	25,1838	2,21E+15	4,197	1,855	10,351	0,984	642,320
54	24.05.2014	09:25:01.59	40,3043	25,458	1,65E+19	6,774	0,136	2,354	29,083	11752,050
55	30.07.2013	06:28:06.68	40,3027	25,7747	9,68E+14	3,949	3,798	6,614	0,034	381,015
56	30.07.2013	05:33:08.11	40,3102	25,8067	9,07E+16	5,258	0,302	4,490	24,248	5443,403
57	25.04.2012	10:07:00.28	40,1725	25,0058	1,55E+15	4,086	3,322	3,910	0,291	352,690
58	13.10.2011	14:44:41.20	40,21	25,25	5,72E+15	4,463	1,598	4,414	0,730	410,278
59	22.04.2011	07:50:40.91	40,0817	24,9418	3,75E+15	4,340	1,699	3,532	0,228	413,550
60	26.12.2010	05:08:19.25	40,3313	25,8513	3,83E+15	4,349	2,618	3,592	0,619	941,598
61	23.12.2010	01:40:15.21	40,1075	24,8515	1,88E+15	4,140	2,294	3,770	0,183	792,573
62	23.12.2010	01:35:48.64	40,146	24,8112	3,49E+15	4,319	1,702	4,107	0,564	918,140
63	29.10.2010	06:32:41.23	40,3212	25,865	1,47E+15	4,073	2,597	5,244	0,085	697,338
64	28.12.2008	22:58:58.26	40,411	25,8053	7,41E+16	5,202	0,341	3,707	20,142	4677,946
65	28.08.2007	12:44:49.30	40,3628	25,8592	8,5E+15	4,577	1,220	4,012	1,349	1389,400
66	4.03.2007	16:14:32.07	40,0077	25,2748	2,76E+15	4,228	1,280	3,424	0,528	890,723
67	21.02.2006	02:20:08.90	40,42	25,88	9,04E+14	3,926	3,305	2,592	0,034	225,789
68	15.11.2005	05:51:30.57	40,3248	25,1778	2,35E+15	4,206	2,739	3,587	0,332	417,456
69	16.03.2005	13:53:42.16	40,2163	25,1213	2,1E+15	4,173	1,738	2,383	0,350	560,470
70	13.08.2004	15:13:44.30	40,83	26,43	1,78E+15	4,133	3,317	5,172	0,028	668,250
71	27.06.2004	15:31:47.50	40,9	26,08	6,17E+15	4,489	2,573	2,857	0,891	1150,675
72	15.06.2004	12:02:36.40	40,45	25,76	3,7E+16	5,004	0,474	2,337	14,210	4249,267
73	11.07.2003	23:51:14.60	40,23	25,41	3,49E+14	3,663	6,200	3,994	0,009	136,856
74	10.07.2003	09:01:17.40	40,2	25,38	8,95E+14	3,935	2,596	6,094	0,020	305,500
75	10.07.2003	01:26:16.20	40,44	25,87	3,07E+15	4,293	1,151	6,122	0,621	835,400
76	9.07.2003	22:08:48.80	40,4	25,89	1,43E+15	4,069	2,728	3,278	0,027	536,833
77	24.09.2020	13:38:31.20	40,8132	28,144	4E+15	4,336	2,797	7,185	0,267	728,810
78	8.09.2020	21:57:23.45	40,7013	27,4195	1,02E+16	4,602	0,827	7,194	2,987	1560,632
79	11.01.2020	13:37:36.74	40,8613	28,2268	3,67E+16	4,910	0,470	8,243	12,069	4777,220
80	26.09.2019	11:26:36.18	40,8758	28,2943	6,69E+15	4,484	1,601	7,956	0,996	1223,004
81	26.09.2019	10:59:24.55	40,8802	28,216	3,58E+17	5,564	0,204	5,092	29,498	9254,848
82	24.09.2019	08:00:21.42	40,8745	28,212	1,47E+16	4,742	0,865	7,016	3,492	1996,620
83	25.05.2019	12:13:35.04	40,5673	27,1237	3,56E+15	4,189	1,539	8,410	0,572	489,560
84	4.03.2019	21:07:27.56	40,45	28,4655	2,77E+15	4,229	1,746	7,847	0,519	756,778
85	20.12.2018	06:34:24.40	40,5995	28,9773	9,41E+15	4,595	2,085	9,174	1,745	1698,204

86	30.11.2018	02:36:34.63	40,5985	28,9668	3,58E+15	4,302	1,824	7,974	0,594	398,458
87	25.06.2016	05:40:11.91	40,7068	29,2122	9,13E+15	4,552	1,031	8,548	1,813	615,348
88	16.11.2015	15:45:43.48	40,8315	28,7535	3,21E+15	4,260	2,861	6,878	0,644	813,420
89	28.10.2015	16:20:02.02	40,822	27,7642	5,57E+15	4,453	0,965	9,541	0,682	864,267
90	3.07.2014	05:04:46.10	40,2088	27,9333	9,48E+15	4,609	1,059	7,746	1,794	1631,794
91	27.11.2013	04:13:37.52	40,8455	27,9187	1,98E+16	4,726	0,788	8,282	3,986	2360,674
92	29.08.2013	06:20:34.87	40,3478	27,4458	2,48E+15	4,214	1,951	8,102	0,385	550,690
93	17.08.2013	18:16:31.03	40,4103	29,1193	3,2E+15	4,296	1,901	7,728	0,584	923,900
94	4.07.2012	08:45:28.69	39,9417	27,8422	5,26E+15	4,413	1,637	7,148	0,658	423,580
95	7.06.2012	20:54:25.83	40,854	27,9235	5,99E+16	5,139	0,373	4,312	16,438	3627,700
96	25.07.2011	17:57:20.81	40,8112	27,7382	6,18E+16	5,129	0,338	5,649	17,102	4232,020
97	30.03.2011	17:07:20.13	40,0483	27,831	4,96E+15	4,421	1,744	5,856	0,685	455,690
98	3.10.2010	17:49:03.05	40,8402	28,1248	4,74E+15	4,367	0,730	5,838	0,674	416,370
99	11.06.2010	10:56:44.40	40,43	28,94	2,97E+15	4,244	1,369	5,237	0,524	811,763
100	8.08.2009	13:52:38.60	40,33	27,41	4,55E+15	4,381	1,692	7,664	0,691	511,478
101	1.08.2009	16:42:39.05	40,3678	28,2772	2,17E+15	4,146	1,822	6,596	0,569	350,145
102	24.01.2009	15:58:38.96	40,7853	27,7643	2,85E+15	4,244	2,848	7,542	0,550	822,946
103	5.10.2008	06:04:04.73	40,6307	29,0133	2,01E+15	4,166	3,166	5,230	0,192	716,847
104	15.07.2008	09:19:49.14	40,3702	27,4412	1,89E+15	4,105	2,275	7,274	0,185	705,748
105	10.07.2008	07:49:53.92	40,0073	27,7137	2,35E+16	4,867	0,691	5,570	6,518	2828,592
106	12.03.2008	18:53:31.31	40,6162	29,0072	3,18E+16	4,902	0,520	4,200	8,892	3208,238
107	19.12.2006	19:15:37.00	40,4	28,31	1,65E+15	4,084	2,208	5,818	0,025	681,103
108	4.10.2019	15:54:30.61	40,3117	27,2547	4,68E+16	5,060	0,339	1,744	15,071	4179,425
109	23.08.2019	06:58:21.85	40,3415	27,1117	3,14E+14	3,615	4,734	11,518	0,007	132,478
110	31.07.2019	11:34:35.62	39,8097	27,2312	3,97E+14	3,687	5,735	11,092	0,005	195,402
111	17.06.2019	04:47:30.13	39,6678	26,4735	1,87E+15	4,133	2,308	9,671	0,176	718,350
112	25.05.2019	12:13:35.04	40,5673	27,1237	1,86E+15	4,104	2,460	9,812	0,156	717,574
113	13.03.2019	07:05:24.90	39,6155	26,4438	1,95E+15	4,143	1,047	12,018	0,177	752,462
114	2.03.2019	09:51:25.63	39,62	26,4337	2,86E+14	3,561	4,793	10,331	0,011	149,340
115	24.02.2019	01:22:24.57	40,38	27,1757	6,14E+14	3,811	4,853	7,943	0,084	273,490
116	24.02.2019	01:05:39.75	40,3932	27,1682	9,14E+14	3,922	3,332	7,636	0,397	333,919
117	20.02.2019	19:42:06.62	39,6255	26,4203	3,44E+14	3,646	7,318	9,585	0,002	141,259
118	20.02.2019	18:23:27.94	39,6173	26,4088	4,48E+14	3,730	4,878	11,360	0,012	210,789
119	20.02.2019	00:27:57.36	40,3923	27,1535	1,21E+17	5,340	0,293	8,763	25,359	6561,506
120	19.02.2019	21:33:54.96	40,3862	27,1572	2,58E+14	3,560	6,652	10,749	0,005	114,236
121	19.02.2019	19:48:42.72	40,3833	27,1537	1,8E+15	4,133	2,345	8,051	0,139	576,534
122	3.05.2018	02:04:33.41	39,9797	26,9243	1,56E+15	4,081	2,624	7,272	0,957	380,480
123	17.09.2017	07:38:33.89	39,4447	26,3792	4,96E+15	4,411	0,863	8,772	0,694	979,633
124	16.09.2017	08:12:41.00	39,431	26,375	3,39E+14	3,648	6,473	7,308	0,028	188,170
125	1.08.2017	19:33:55.44	39,5382	26,1843	2,68E+15	4,245	2,892	10,084	0,461	860,543
126	22.07.2017	22:12:32.21	40,0182	27,1407	3,58E+14	3,639	6,175	12,555	0,003	189,520
127	7.04.2017	02:22:20.59	39,5468	26,1907	3,25E+15	4,295	1,843	9,053	0,521	514,690
128	30.01.2017	06:56:16.70	39,596	26,4243	4,46E+14	3,723	6,080	9,590	0,002	190,446
129	20.01.2017	01:41:49.41	39,9893	26,8862	1,83E+15	4,106	2,384	14,043	0,147	640,183
130	23.12.2016	06:02:55.26	40,2542	27,0187	7,68E+14	3,871	4,267	13,347	0,628	274,227

131	5.11.2015	12:29:36.51	40,3543	27,3995	3,37E+14	3,629	8,610	11,989	0,007	123,568
132	26.10.2015	20:07:59.75	39,7903	26,2667	5,95E+14	3,810	5,746	8,774	0,578	163,214
133	12.10.2015	08:12:59.69	39,3682	26,9378	1E+16	4,617	0,969	9,516	2,199	1733,133
134	24.07.2015	06:54:10.07	40,2513	26,3053	2,87E+14	3,586	6,771	8,178	0,025	148,746
135	24.07.2015	02:39:42.40	40,2435	26,2873	8,94E+15	4,588	1,141	8,626	1,418	1359,487
136	24.07.2015	01:26:00.68	40,2427	26,3025	2,28E+16	4,867	0,750	10,034	5,512	2771,740
137	16.12.2014	09:03:56.13	40,1568	27,0867	5,9E+15	4,473	0,851	9,946	0,791	1066,220
138	16.12.2014	09:02:13.53	40,1498	27,0835	5,15E+14	3,755	7,427	12,798	0,016	245,465
139	1.09.2014	14:36:29.93	40,016	26,2745	3,87E+15	4,351	1,713	11,605	0,581	556,470
140	27.07.2014	14:09:33.30	40,1787	26,8918	2,35E+14	3,538	7,620	13,072	0,005	140,600
141	16.07.2014	11:59:28.68	40,258	26,2477	5,61E+14	3,791	4,613	10,334	0,005	227,067
142	13.01.2014	10:51:26.52	39,7833	26,1328	2,24E+15	4,178	1,816	9,332	0,327	838,540
143	11.01.2014	19:57:59.31	39,7862	26,129	2,58E+15	4,235	2,875	7,130	0,410	742,810
144	7.01.2014	19:41:21.54	39,7792	26,1185	5,17E+14	3,727	4,673	9,881	0,017	255,197
145	6.01.2014	08:23:38.61	39,7853	26,1312	1,68E+15	4,100	2,273	8,083	0,692	604,398
146	29.08.2013	06:20:34.87	40,3478	27,4458	7,94E+14	3,885	5,186	9,869	0,059	281,333
147	27.04.2013	14:04:19.00	40,039	26,0505	2,04E+15	4,163	1,983	8,927	0,919	423,158
148	4.05.2012	05:38:13.81	40,3147	27,0005	4,86E+14	3,717	5,302	7,407	0,015	155,690
149	25.02.2011	09:20:09.50	40,3622	27,102	2,93E+15	4,263	1,633	8,467	0,538	793,337
150	12.08.2010	02:23:04.23	39,6943	27,5447	5,93E+14	3,803	4,827	8,974	0,076	211,374
151	13.03.2010	01:19:21.45	40,3723	27,1803	1,68E+16	4,769	1,726	7,011	3,756	892,140
152	8.08.2009	13:52:38.60	40,33	27,41	3,92E+14	3,691	5,961	10,763	0,045	172,934
153	11.09.2008	23:12:42.74	39,7658	26,0303	4,59E+15	4,406	0,851	6,981	0,169	937,891
154	15.07.2008	09:19:49.14	40,3702	27,4412	2,36E+15	4,077	1,702	9,640	0,352	789,744
155	3.06.2008	06:59:22.05	40,1632	26,9182	1,42E+15	4,050	2,970	10,825	0,065	518,225
156	1.06.2008	03:35:23.80	40,18	26,92	5,32E+14	3,766	4,496	11,759	0,016	249,013
157	12.04.2008	03:25:20.44	40,3818	27,4163	3,12E+15	4,282	2,477	4,532	0,587	937,426
158	9.12.2007	03:20:09.77	40,3633	27,4172	1,91E+14	3,474	9,802	11,483	0,013	187,136
159	13.03.2007	04:47:19.35	39,5213	26,2187	3,11E+14	3,616	5,787	9,897	0,007	155,837
160	21.08.2006	14:27:15.30	39,4497	26,9297	5,82E+14	3,805	3,745	9,274	0,038	206,420
161	9.12.2005	21:07:17.05	40,2873	27,3002	3,46E+14	3,616	6,181	9,351	0,008	163,510

EK 2

Ege Bölgesi için SH fazı kullanılarak elde edilen spektral kaynak parametreleri

No	Olus tarihi	Olus zamani	Enlem	Boylam	M0	MW	FC	FMAX	SD	R
1	16.07.2020	18:09:25.98	38,4037	26,685	4,62543E+15	4,3930	2,0136	5,0301	0,1068	1215,8420
2	22.01.2020	14:46:30.88	38,8637	27,289	2,21615E+15	4,1821	2,5432	7,5350	0,0220	1300,5230
3	4.01.2020	22:11:28.45	37,9112	26,3903	2,6376E+15	4,2382	2,2455	7,1537	0,0264	940,5600
4	30.08.2019	17:21:04.84	37,5372	26,7665	3,15896E+15	4,2876	2,3246	5,0693	0,0633	1532,7400
5	30.08.2019	15:38:13.78	37,5158	26,7573	8,58555E+15	4,5750	1,3625	3,6905	0,1424	1325,0000
6	8.08.2019	08:39:07.64	38,0182	26,8568	3,46399E+16	4,9452	0,8522	4,7152	0,2709	2385,2960
7	25.01.2019	20:20:33.90	38,5823	27,1012	4,74603E+15	4,3865	1,6522	7,1986	0,1209	1402,2500
8	6.09.2018	23:53:33.63	38,9013	26,4308	3,99257E+15	4,3334	2,6198	6,6914	0,0629	1128,4570
9	26.07.2018	08:17:50.28	37,6552	26,6512	7,36441E+15	4,5317	1,8525	4,5307	0,0989	1250,7200
10	27.06.2018	01:00:48.47	38,8283	26,4058	1,94054E+15	4,1363	2,5615	6,0459	0,0159	740,5000
11	25.12.2017	05:13:50.00	38,575	26,7358	1,80614E+16	4,7858	0,9099	4,9373	0,2946	2201,8210
12	22.09.2017	04:20:21.27	38,9563	26,2655	3,1693E+15	4,3004	1,8125	7,0651	0,0355	1018,2400
13	5.08.2017	03:20:51.50	38,953	26,6202	4,94623E+15	4,4051	1,8512	4,9428	0,1309	1667,2000
14	26.06.2017	05:54:53.16	38,8233	26,46	2,20688E+15	4,1745	2,9812	7,7158	0,0237	864,3600
15	22.06.2017	02:48:52.40	38,8265	26,4687	4,68973E+16	5,0178	0,6981	4,4405	0,8123	2381,5767
16	17.06.2017	19:50:04.47	38,8508	26,4465	2,2337E+17	5,5176	0,4526	4,1703	1,5455	5000,0000
17	17.06.2017	19:33:32.46	38,837	26,4623	4,2581E+15	4,3734	1,8855	7,4379	0,0456	1109,3200
18	17.06.2017	03:40:36.85	38,9183	26,2433	1,63174E+16	4,7588	1,3052	6,9433	0,2863	2124,3800
19	16.06.2017	13:25:49.60	38,7977	26,4152	4,26627E+15	4,3717	1,8732	5,5120	0,0846	1345,2814
20	15.06.2017	10:37:03.50	38,9048	26,2273	2,7019E+15	4,2262	2,4318	7,3844	0,0298	1107,7533
21	14.06.2017	04:35:54.16	38,8483	26,3423	2,12743E+15	4,2243	2,3124	6,3367	0,0420	850,0000
22	12.06.2017	18:25:41.52	38,8965	26,1522	2,44193E+15	4,2053	2,3478	7,8491	0,0231	1533,7580
23	12.06.2017	16:30:14.91	38,8327	26,336	2,11134E+15	4,1645	2,4110	5,9450	0,0193	1285,7500
24	12.06.2017	14:19:46.88	38,8498	26,3388	4,58847E+15	4,3662	1,6893	4,4765	0,0515	1242,3450
25	12.06.2017	12:28:37.53	38,8468	26,3252	3,11353E+18	6,2349	0,2247	2,9348	5,1235	8000,0000
26	12.05.2017	05:55:43.33	37,8718	27,0505	2,41648E+15	4,1863	2,0987	4,4203	0,0224	815,4560
27	8.05.2017	08:47:17.89	37,8713	27,131	2,89808E+15	4,2510	2,8457	4,7246	0,0285	950,1800
28	17.10.2016	01:30:30.13	37,9103	26,8778	1,31105E+16	4,6781	1,7473	5,4749	0,1282	1575,3717
29	5.06.2016	20:26:19.16	38,6103	26,7007	3,16871E+15	4,2767	2,5089	6,9242	0,0285	1057,2800
30	10.09.2015	08:12:45.67	38,8395	26,2778	2,67427E+16	4,8822	1,1186	5,9239	0,3562	2186,7260
31	10.01.2015	04:32:08.34	38,2128	27,051	3,15507E+15	4,2731	2,2135	5,1502	0,0263	1000,0000
32	29.12.2014	08:06:22.86	38,8912	26,2825	5,28091E+15	4,3916	2,1975	5,6432	0,0473	1315,2942
33	6.12.2014	06:20:53.82	38,8912	26,2602	4,24332E+16	5,0146	0,9690	7,5549	0,8815	2528,9640
34	6.12.2014	01:45:06.58	38,8917	26,2603	6,26651E+16	5,1591	0,7893	4,4342	1,4986	2163,0513
35	4.12.2014	21:16:29.04	38,5947	26,1067	5,14386E+15	4,4265	1,6235	5,1675	0,0783	1052,5200
36	1.04.2013	16:54:55.86	38,8458	25,9818	2,75051E+15	4,2359	2,2155	5,7522	0,0560	931,3450
37	3.05.2012	01:57:48.27	38,6565	26,6765	2,64256E+15	4,2429	2,2456	6,1135	0,0157	1536,6450
38	2.05.2012	06:40:01.45	38,6592	26,673	6,05477E+15	4,4792	1,4588	6,0184	0,0772	1352,5057
39	2.05.2012	00:02:41.63	38,6465	26,6377	4,22448E+15	4,3643	1,9365	6,2098	0,0746	1321,9922
40	1.05.2012	14:48:28.56	38,6603	26,6788	4,53218E+16	5,0466	0,6700	4,0857	1,0231	2711,1680
41	20.02.2012	06:34:27.07	38,1355	27,485	5,96641E+15	4,4672	1,5325	3,9269	0,0786	1413,7530

42	27.12.2011	07:51:47.46	37,91	27,0975	1,92349E+15	4,1485	2,9235	3,8374	0,0143	730,2500
43	27.12.2011	05:59:18.45	37,8313	27,036	3,53569E+15	4,3015	2,2548	4,6842	0,0483	1247,5600
44	5.12.2011	08:17:27.27	38,8522	26,344	5,54086E+16	5,0679	0,9580	5,0042	1,4492	2715,0000
45	6.02.2011	02:09:00.59	37,7982	27,2052	2,17045E+15	4,1778	2,6835	4,9644	0,0182	850,4500
46	11.12.2010	23:02:18.20	38,48	25,53	3,93794E+15	4,3581	2,2790	4,1234	0,0514	1138,2500
47	11.11.2010	20:08:00.93	37,9308	27,3488	2,12626E+16	4,8517	0,9780	3,1336	0,2333	2069,0429
48	26.03.2010	19:25:36.09	38,1148	26,2047	2,0345E+15	4,1629	2,5421	4,2031	0,0515	910,2000
49	26.03.2010	18:35:52.98	38,1535	26,2207	1,17841E+16	4,6678	1,0213	2,3887	0,2815	1815,6180
50	23.12.2009	04:44:41.05	37,6793	26,3835	2,4556E+15	4,2112	2,4547	3,9228	0,0246	1024,6400
51	12.09.2009	00:50:38.90	37,47	26,99	9,01556E+14	3,9143	5,3155	4,3898	0,0045	523,1500
52	30.08.2009	00:42:24.70	38,48	26,29	1,67506E+15	4,1034	3,0125	7,0118	0,0139	710,2000
53	20.06.2009	08:28:18.60	37,65	26,75	3,05842E+16	4,9485	0,8342	2,1143	0,3711	2361,4730
54	31.07.2008	03:04:14.57	38,844	25,9823	2,16348E+15	4,1887	2,1346	3,6542	0,0123	812,4600
55	31.07.2008	02:54:50.20	38,8173	25,8943	2,73621E+15	4,2513	1,6163	4,7133	0,0349	811,9630
56	11.04.2008	08:01:35.79	37,6558	26,7568	5,59376E+15	4,4592	1,4587	2,9184	0,0475	1342,6520
57	1.03.2008	07:01:08.60	37,89	26,75	3,52635E+15	4,3214	2,1022	6,6746	0,0536	1102,7810
58	12.01.2008	15:06:43.95	38,8902	26,0143	2,09233E+16	4,8401	0,8696	2,4530	0,3198	2234,7520
59	9.11.2007	07:07:36.61	38,8078	25,7543	7,59322E+15	4,5415	1,1294	2,7446	0,1135	1615,5630
60	9.09.2007	05:14:56.86	38,8277	26,3972	3,21868E+15	4,2856	1,8522	3,2659	0,0752	1105,1640
61	12.07.2006	14:40:55.91	38,7612	26,6772	2,70255E+15	4,2462	2,0364	2,2983	0,0137	950,0000
62	12.06.2006	08:07:04.58	38,1715	26,6412	2,00278E+15	4,1547	2,4216	4,8107	0,0352	658,4500
63	13.04.2006	16:18:33.88	38,1932	26,5217	1,49827E+15	4,0783	3,5125	4,6192	0,0091	850,2500
64	9.03.2006	03:18:20.72	37,868	26,6502	2,06511E+16	4,8150	0,9714	2,4925	0,3259	2148,5600
65	16.11.2005	05:41:14.61	38,1178	26,5558	2,0634E+15	4,4155	2,7841	2,6157	0,0797	920,0000
66	31.10.2005	05:26:38.00	38,13	26,58	4,8453E+15	4,4143	1,3375	3,0095	0,0712	1023,4000
67	29.10.2005	14:48:41.40	38,1	26,64	9,83273E+17	5,8881	0,2237	1,9098	4,3247	7561,3833
68	21.10.2005	11:47:36.00	38,13	26,52	2,38574E+15	4,1617	2,4570	3,2410	0,0223	1368,1250
69	20.10.2005	21:44:02.20	38,1	26,67	8,35168E+15	4,5511	1,0346	2,8652	0,1326	1537,8520
70	20.10.2005	21:40:01.41	38,1812	26,594	4,26818E+15	4,3793	1,5742	2,3864	0,0487	1205,4180
71	19.10.2005	22:38:57.16	37,8353	27,1658	2,1699E+15	4,1754	2,0136	3,1110	0,0218	820,0000
72	19.10.2005	10:11:30.90	38,17	26,7	3,77885E+15	4,3405	1,7546	3,0347	0,0525	1116,2380
73	18.10.2005	16:00:47.10	38,16	26,55	1,46283E+15	4,0647	3,8125	3,6991	0,0087	825,1100
74	8.08.2019	11:25:29.18	37,9012	29,595	3,55558E+17	5,6467	0,3124	3,7357	3,2910	5342,1800
75	8.08.2019	11:19:35.88	37,8818	29,5797	1,4435E+15	4,0565	4,2316	3,1002	0,0085	980,4000
76	4.04.2019	15:01:17.79	37,495	29,3223	3,2896E+15	4,2976	2,4985	4,9616	0,0424	1027,4580
77	1.04.2019	01:49:28.51	37,4882	29,3922	6,26586E+15	4,4915	1,8655	3,6147	0,0776	1582,9571
78	27.03.2019	11:27:01.90	37,4597	29,3977	3,42523E+15	4,3136	2,1983	2,4088	0,0542	1045,7810
79	22.03.2019	15:32:46.72	37,4958	29,4098	2,61868E+15	4,2340	2,9458	3,9010	0,0264	1021,7500
80	20.03.2019	12:45:42.51	37,4573	29,4078	2,14339E+15	4,1796	2,1712	5,4304	0,0519	650,8520
81	20.03.2019	06:51:57.93	37,4348	29,42	2,5786E+15	4,2330	2,8437	4,1631	0,0283	923,4860
82	20.03.2019	06:38:19.04	37,4742	29,4165	1,71787E+16	4,7882	0,9875	2,7127	0,1422	2100,4860
83	20.03.2019	06:34:25.69	37,4267	29,4468	4,3932E+17	5,7146	0,3263	2,4189	2,0000	5615,4820
84	23.07.2018	02:40:22.82	37,5482	29,8168	1,30844E+16	4,7012	1,7138	3,4337	0,0779	1778,8571
85	26.04.2018	11:37:40.95	37,8232	29,2907	3,17184E+15	4,2922	1,4135	2,1406	0,0742	1045,4600
86	21.04.2017	13:09:20.59	38,8003	29,0565	2,82361E+16	4,9287	0,9374	1,8132	0,4370	2211,4580

87	28.09.2016	09:10:06.60	37,9205	29,121	2,38796E+15	4,2059	2,4216	2,4959	0,0213	1112,4000
88	18.11.2015	14:55:39.40	37,8175	29,3127	3,11566E+15	4,2883	2,9166	3,2662	0,0242	1412,5500
89	13.10.2015	23:18:10.48	39,1407	29,0298	3,27613E+15	4,3019	1,9846	6,3465	0,0642	1265,8357
90	8.07.2015	22:14:01.00	37,6112	29,5205	2,63717E+15	4,2436	2,3457	4,0843	0,0425	980,4800
91	28.11.2014	02:30:06.80	39,3465	29,0165	9,63611E+15	4,6101	1,2917	5,7494	0,1424	1546,3250
92	15.07.2014	12:25:52.46	39,1767	29,0877	2,238E+15	4,1919	2,4513	3,3451	0,0246	715,4500
93	7.08.2013	05:20:31.81	39,2002	29,4538	6,16664E+15	4,4863	1,6322	4,4354	0,0712	1325,4580
94	29.05.2013	14:43:31.64	39,1433	29,1003	4,00686E+15	4,3558	2,0318	6,6608	0,0431	1150,2890
95	19.06.2012	01:46:13.35	39,1432	29,152	2,24932E+16	4,8616	0,9396	4,7567	0,2737	1994,5420
96	13.06.2012	06:40:31.72	39,11	29,1543	3,88805E+15	4,3472	1,5843	4,1412	0,0685	1205,5123
97	9.05.2012	17:49:31.65	39,1563	29,1435	5,5404E+15	4,4399	1,3568	5,0808	0,0744	1378,2025
98	4.05.2012	02:00:35.71	39,108	29,1292	5,18136E+15	4,4268	1,6523	4,9945	0,0373	1415,4860
99	3.05.2012	21:45:17.35	39,1472	29,084	1,15225E+16	4,6656	1,4744	5,8737	0,1411	1918,6500
100	3.05.2012	17:10:10.01	39,1653	29,0925	4,7147E+15	4,4127	1,8521	4,1000	0,1107	988,0000
101	3.05.2012	16:16:04.28	39,1237	29,0737	4,964E+15	4,4233	1,6246	4,8096	0,0589	1100,6900
102	3.05.2012	15:25:27.38	39,0903	29,0798	2,20422E+15	4,1811	2,9549	7,4675	0,0223	1193,6320
103	3.05.2012	15:20:26.07	39,1758	29,0927	4,73322E+16	5,0768	1,1928	5,5422	0,8125	2743,5610
104	26.04.2012	22:05:34.37	39,135	29,0698	2,74074E+16	4,9117	0,7946	4,9394	0,3312	2139,9020
105	23.04.2012	16:14:37.16	39,1092	29,1397	2,55157E+15	4,2266	2,2346	4,8842	0,0244	972,1800
106	20.04.2012	16:39:16.09	39,1668	29,0878	2,65432E+15	4,2417	2,0133	4,3295	0,0346	1282,7617
107	19.04.2012	19:52:41.55	39,1293	29,1467	8,18712E+15	4,5660	2,0325	6,5098	0,1146	2107,4400
108	17.04.2012	20:45:17.41	39,135	29,0965	3,6911E+15	4,3329	1,8591	7,4644	0,0515	1103,4724
109	16.04.2012	10:11:09.81	39,1375	29,1507	1,17848E+16	4,6737	1,0329	5,6647	0,1846	1824,5680
110	16.04.2012	10:10:46.60	39,1375	29,1312	1,39494E+16	4,7165	1,5259	6,7138	0,1924	1871,3200
111	4.04.2012	00:33:00.64	37,9025	29,4183	1,4021E+15	4,0484	4,7513	2,5669	0,0102	650,0000
112	29.03.2012	10:13:32.43	38,5842	30,0045	2,15247E+15	4,1761	2,0125	3,7602	0,0184	980,2700
113	25.08.2011	04:19:23.50	39,1672	29,1152	3,17316E+15	4,2950	1,8165	5,8694	0,0412	1136,8941
114	19.07.2011	21:16:52.70	39,119	29,0617	2,75295E+15	4,2486	2,6548	3,4814	0,0312	945,8500
115	13.07.2011	01:31:49.02	39,122	29,0335	1,64317E+15	4,1086	3,1246	6,1993	0,0135	1185,2300
116	27.06.2011	21:28:51.00	39,1012	29,0342	4,3211E+15	4,3834	1,5655	5,6124	0,0482	1337,8740
117	27.06.2011	21:13:58.61	39,116	29,0152	2,6243E+16	4,9095	0,9862	5,5030	0,3734	2194,2360
118	4.06.2011	13:51:06.10	39,123	29,0958	2,34142E+15	4,2021	2,5832	4,0777	0,0215	1611,8900
119	29.05.2011	01:31:39.46	39,1243	29,081	9,77765E+15	4,6199	0,9498	4,6801	0,1325	1701,8500
120	28.05.2011	05:47:16.88	39,1162	29,0213	4,18775E+16	5,0449	0,7044	3,1701	0,8595	2536,1580
121	27.05.2011	07:43:37.66	39,1187	29,041	6,1445E+15	4,4832	1,5687	4,8655	0,0376	1302,4860
122	24.05.2011	02:55:29.34	39,0962	29,0195	2,72648E+15	4,2496	2,3159	4,0926	0,0325	920,4500
123	20.05.2011	00:58:32.51	39,1038	29,0903	6,32065E+15	4,4917	1,1612	4,7130	0,0793	1345,5200
124	19.05.2011	21:33:10.91	39,1457	29,1062	4,99803E+15	4,4204	1,6123	4,6474	0,0822	1375,4230
125	19.05.2011	21:21:29.09	39,1127	29,018	6,27303E+15	4,4828	1,9589	4,9571	0,0478	1215,3600
126	19.05.2011	21:12:50.85	39,1117	29,038	9,11753E+15	4,6027	1,3202	4,0794	0,1542	1406,3800
127	19.05.2011	20:25:31.99	39,1253	29,0883	8,8582E+15	4,5858	1,4524	4,5758	0,1424	1914,0017
128	19.05.2011	20:15:22.94	39,1553	29,0893	7,9893E+17	5,8838	0,2450	3,1291	5,0581	7348,6120
129	2.03.2010	00:59:43.08	39,1347	29,094	2,51802E+15	4,2027	2,5631	6,2515	0,0235	1351,3117
130	2.03.2010	00:43:13.80	39,16	29,02	4,04608E+15	4,3611	2,0155	5,0164	0,0442	1114,4260
131	4.12.2009	06:02:19.03	37,9152	28,7873	2,56362E+16	4,8947	1,0905	3,1939	0,1838	2127,4633

132	25.11.2009	10:53:43.60	37,87	28,95	6,43188E+15	4,4926	1,5215	4,9622	0,0580	1403,5960
133	17.02.2009	05:28:19.35	39,1093	29,0405	4,26242E+16	5,0356	1,0201	2,5646	0,9812	2608,3440
134	30.09.2008	07:30:00.83	38,9857	29,8647	1,11689E+16	4,6597	1,4255	3,7391	0,2481	1706,8560
135	10.01.2008	17:52:27.73	37,9427	28,7658	2,07187E+15	4,1636	2,4215	2,7812	0,0375	1100,2800
136	23.01.2007	21:21:57.01	38,1212	28,751	7,23788E+15	4,5300	1,6235	2,8837	0,0952	1807,8800
137	12.10.2006	03:20:06.70	37,83	29,19	1,55377E+15	4,0897	3,3346	2,0996	0,0125	952,2600
138	5.06.2006	04:23:29.50	37,94	28,68	5,28026E+15	4,4444	1,6875	2,5875	0,0714	1361,5230
139	9.06.2004	03:15:42.50	38,43	30,2	3,19705E+15	4,3008	2,3532	1,6028	0,0206	1085,4580
140	14.05.2004	16:34:18.60	37,55	29,65	1,88819E+15	4,1355	3,0112	1,8046	0,0143	1199,4780
141	5.11.2004	17:30:22.00	39,21	27,72	4,5007E+15	4,3989	1,3752	1,4639	0,0950	1218,5680
142	2.12.2004	15:51:48.00	39,26	27,96	4,11926E+16	4,5432	0,8698	2,2603	0,5280	2499,4530
143	10.06.2011	22:47:04.88	39,087	28,3598	7,66703E+15	4,5488	1,2346	4,7940	0,1234	1436,4500
144	3.08.2012	10:18:20.15	38,6977	28,026	2,16096E+16	4,8498	1,0940	3,7863	0,3622	2003,3500
145	12.09.2016	09:29:37.31	38,8942	27,7323	1,05866E+16	4,6253	1,2531	2,9160	0,1343	1648,9160
146	6.02.2017	11:45:00.87	39,5313	26,0938	6,50553E+15	4,4904	1,1482	5,2518	0,0923	1412,3420
147	21.04.2017	14:12:20.96	38,6513	27,6008	5,01569E+16	5,0837	0,7522	2,9461	0,8456	2904,7620
148	28.05.2017	02:50:25.59	38,72	27,7845	1,39859E+16	4,7238	1,1237	5,1218	0,1423	1946,5210
149	28.05.2017	04:38:19.48	38,7375	27,7935	4,13186E+16	5,0048	0,6771	4,4141	0,5367	2500,0000
150	28.05.2017	11:04:58.57	38,7272	27,7738	1,6997E+16	4,7825	1,0361	2,5273	0,2017	2016,8560
151	14.08.2017	02:43:48.22	37,143	27,6867	7,37221E+15	4,5408	1,4216	6,3022	0,1235	1369,2800

EK 3

Fethiye Bölgesi için SH fazı kullanılarak elde edilen spektral kaynak parametreleri

No	Olus tarihi	Olus zamani	Enlem	Boylam	M0	MW	FC	FMAX	SD	R
1	1.05.2018	04:03:48.45	36,9	27,558	2,74E+15	4,2127	1,8046	5,5167	0,1610	936,2811
2	5.01.2018	04:33:17.30	37,11	28,635	2,39E+15	4,1809	1,4024	4,8696	0,1106	897,1188
3	24.11.2017	21:49:14.92	37,14	28,615	6,27E+16	5,1399	0,5870	2,9073	1,8306	2532,9780
4	22.11.2017	20:22:51.86	37,14	28,586	4,22E+16	5,0340	0,5829	3,5004	1,3828	2694,0178
5	4.11.2017	21:54:08.15	36,71	28,154	8,56E+15	4,5840	1,3588	5,9582	0,4227	1353,3271
6	24.10.2017	09:36:23.70	36,98	27,399	4,82E+15	4,4217	1,3903	4,9876	0,3116	1208,9471
7	24.09.2017	16:57:16.37	36,95	27,317	3,27E+15	4,3093	1,8538	5,9549	0,2516	844,5986
8	16.09.2017	08:33:55.55	37,14	27,722	9,49E+15	4,6102	1,1370	5,1809	0,5265	1574,9463
9	18.08.2017	14:10:47.55	36,93	27,622	4,68E+15	4,4093	1,3470	6,4791	0,2708	1231,2257
10	18.08.2017	12:47:31.76	36,91	27,606	1,81E+16	4,7938	0,9684	3,7928	0,8040	1707,9667
11	14.08.2017	02:43:48.22	37,14	27,687	3,05E+15	4,2841	1,6306	7,4301	0,2741	1135,3633
12	13.08.2017	16:35:22.35	37,13	27,726	3,22E+15	4,3026	1,6492	6,2331	0,1280	992,7129
13	13.08.2017	12:28:14.66	37,13	27,716	1,66E+16	4,7772	0,9930	6,1961	0,7747	1609,7700
14	13.08.2017	11:16:51.88	37,13	27,719	1,01E+17	5,3025	0,4743	4,1360	3,6822	3006,3167
15	8.08.2017	07:42:19.74	37,02	27,602	8,65E+15	4,5843	1,4281	4,6518	0,2846	1375,4056
16	8.08.2017	01:46:19.36	37	27,645	2,48E+15	4,2225	1,3608	2,6783	0,1191	778,1143
17	7.08.2017	05:44:24.20	36,98	27,599	1,39E+16	4,7171	1,1846	4,0524	0,5850	1613,1986
18	7.08.2017	05:18:47.81	37,01	27,61	9,02E+15	4,5929	1,0162	4,9806	0,4531	1479,9144
19	30.07.2017	17:51:18.76	37,01	27,598	3,26E+15	4,3068	1,5087	1,8934	0,0922	1089,6667
20	30.07.2017	07:02:13.99	37,02	27,594	1,33E+16	4,7163	1,1565	4,2595	0,5629	1667,5400
21	22.07.2017	17:09:20.35	36,94	27,254	2,44E+16	4,8771	0,9512	4,5219	0,8830	1664,8340
22	21.07.2017	17:09:46.28	36,95	27,254	3,09E+15	4,2880	1,5297	6,1715	0,1829	859,5200
23	21.07.2017	05:52:13.62	36,98	27,368	8,88E+15	4,5914	1,2272	6,4209	0,3711	1331,3900
24	21.07.2017	05:05:24.52	36,88	27,649	8,88E+15	4,5914	1,2654	6,4209	0,3846	1231,3900
25	21.07.2017	05:03:59.39	36,92	27,554	4,59E+15	4,4072	1,4854	4,1452	0,2530	1323,0740
26	21.07.2017	03:59:01.57	36,92	27,586	8,26E+15	4,5700	1,3132	5,8307	0,3264	1088,0883
27	21.07.2017	02:12:34.29	36,88	27,342	2,12E+15	4,1800	2,2945	5,9204	0,1044	856,4800
28	21.07.2017	01:56:27.09	36,93	27,384	1,88E+15	4,1480	1,9213	6,5039	0,0945	586,9550
29	21.07.2017	01:54:46.83	36,95	27,364	2,85E+15	4,2644	1,8492	6,6030	0,1811	1106,1680
30	21.07.2017	01:50:29.88	36,98	27,377	8,41E+15	4,5815	1,5301	4,7845	0,2394	1249,0229
31	21.07.2017	01:38:48.93	36,93	27,537	3,02E+15	4,2790	1,6136	6,2464	0,1421	1009,8050
32	21.07.2017	01:35:43.97	36,94	27,578	3,03E+15	4,2690	1,6146	6,2364	0,2194	1229,8050
33	21.07.2017	00:57:06.60	36,88	27,617	2,29E+15	4,1977	1,8995	4,4217	0,0963	839,4383
34	21.07.2017	00:33:34.88	36,84	27,596	3,24E+16	4,9740	0,6852	4,0721	0,9797	2068,2886
35	20.07.2017	23:23:51.44	36,96	27,31	4,06E+15	4,3700	1,1515	7,7257	0,2779	1156,9950
36	20.07.2017	22:31:09.66	36,97	27,406	9,58E+18	6,6215	0,1228	0,8488	5,2387	########
37	13.04.2017	16:22:14.41	37,15	28,654	3,8E+16	5,0126	0,5863	2,1368	1,2346	2793,6000
38	25.01.2017	01:19:33.14	36,79	27,659	2,17E+15	4,1824	1,4854	4,5209	0,1071	786,6778
39	15.12.2016	16:43:57.53	37,08	28,649	2,18E+15	4,1867	1,8254	5,0730	0,0753	955,0238
40	24.06.2015	08:37:15.19	36,71	27,111	4,75E+15	4,3961	1,3363	6,1224	0,1628	1319,1786
41	29.05.2015	08:02:52.03	36,91	27,608	8,48E+14	3,9132	2,7420	5,2014	0,0443	618,5642

42	10.11.2014	09:20:42.34	37,15	28,748	3,29E+15	4,3016	1,6163	4,7229	0,2470	914,4656
43	16.05.2013	21:21:17.31	37,01	28,383	4,47E+15	4,3956	1,2415	3,1736	0,1525	1211,4978
44	16.05.2013	03:02:01.77	37,04	28,431	2,83E+16	4,9261	0,7487	3,9031	0,9649	2088,7788
45	28.04.2013	16:30:53.24	36,97	27,781	6,5E+16	5,1570	0,4850	9,1869	2,4256	2568,8433
46	26.11.2012	17:35:41.17	36,6	27,957	1,96E+16	4,7987	0,9666	3,9983	0,8535	1894,5733
47	24.11.2012	21:31:15.07	36,61	27,926	3,26E+15	4,3018	1,9571	3,8070	0,1128	1128,0525
48	24.11.2012	21:04:17.02	36,63	27,927	4,39E+15	4,3860	1,1306	4,0470	0,4242	1183,9071
49	9.06.2012	14:33:11.76	37,06	28,544	2,27E+15	4,1977	2,1978	3,1466	0,0830	683,8400
50	4.06.2012	14:19:53.17	36,92	28,192	6,5E+15	4,5024	1,3671	3,7983	0,1832	1057,9740
51	19.05.2012	12:21:05.02	36,98	27,598	8,92E+15	4,5964	1,0103	5,7848	0,4403	1438,6200
52	8.05.2012	07:31:20.41	37,04	28,5	3,56E+15	4,3288	1,6073	2,6293	0,2505	1286,9086
53	27.01.2012	17:43:19.07	37,48	27,1	4,29E+15	4,3806	1,4913	4,0242	0,3287	950,2167
54	22.05.2011	14:51:22.32	36,78	27,111	1,02E+14	3,2870	6,2320	6,2354	0,0116	423,3255
55	8.05.2011	06:50:22.33	36,7	27,115	4,68E+16	5,0740	0,6439	3,0626	1,2965	2296,4471
56	7.05.2011	18:00:49.11	37,02	28,169	3,52E+14	3,6448	3,1217	3,7211	0,0192	532,3568
57	7.09.2010	14:17:59.24	37,08	27,63	1,41E+15	4,0580	1,8537	4,5110	0,0591	675,0314
58	8.08.2010	00:24:12.44	36,72	27,912	3,76E+15	4,3464	1,3522	4,9521	0,2544	1194,7929