

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İZMİR VE ÇEVRESİNDE SİSMİK DALGALARIN
FREKANS BAĞIMLI SOĞURULMASI

Berkay KALKAR

Aralık, 2019

İZMİR

İZMİR VE ÇEVRESİNDE SİSMİK DALGALARIN FREKANS BAĞIMLI SOĞURULMASI

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı

Berkay KALKAR

Aralık, 2019

İZMİR

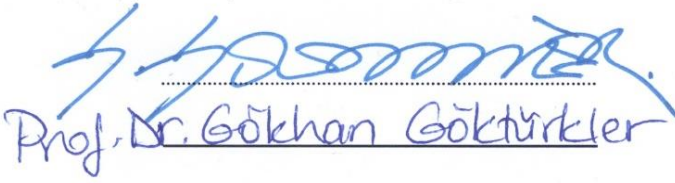
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

BERKAY KALKAR, tarafından **DR. ÖĞR. ÜYESİ ELÇİN GÖK** yönetiminde hazırlanan “**İZMİR VE ÇEVRESİNDE SİSMİK DALGALARIN FREKANS BAĞIMLI SOĞURULMASI**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



Dr. Öğr. Üyesi Elçin GÖK

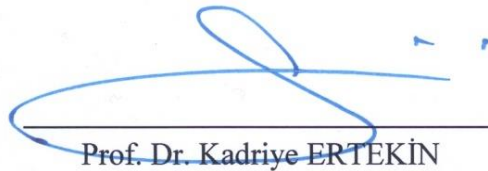
Yönetici



Jüri Üyesi



Jüri Üyesi



Prof. Dr. Kadriye ERTEKİN

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında bana gösterdiği destek ve yardımlarından dolayı değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Elçin GÖK'e çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans öğrenimim boyunca derslerine katılma şansı bulduğum hocalarıma, bu süreçte yapmış oldukları tüm yardımlar için arkadaşlarım Metehan ULUĞTEKİN ve Livane Ezgi Ahi'ye teşekkür ederim.

Yaşamım boyunca bana gösterdikleri sevgi ve desteklerinden dolayı aileme tüm kalbimle teşekkürlerimi sunuyorum.

Berkay KALKAR

İZMİR VE ÇEVRESİNDE SİSMİK DALGALARIN FREKANS BAĞIMLI SOĞURULMASI

ÖZ

Bu çalışmada İzmir ve çevresinde meydana gelen depremlere ait sismik dalgaların frekans bağımlı soğurulması araştırılmıştır. Bölgede 2008-2018 yılları arasında meydana gelen İzmirNET sismik ağı tarafından kayıt edilmiş, büyüklüğü $M \geq 2,3$ olan depremler kullanılmıştır. İzmirNET sismik ağı 38,00-38,75K enlemleri ile 26,30-27,50D boylamları arasında kalan bölgede yer almakta olup 19 adet ivme ölçerden meydana gelmektedir. İzmirNET deprem istasyonları, genellikle körfez çevresindeki yerleşim alanlarında ve depremselliği yüksek tektonik unsurları kapsayacak şekilde kurulmuştur. Sismik dalgaların soğurulma karakteristiği Koda Q analizi yapılarak belirlenmiştir. Koda dalgalarındaki soğurulma, elastik olmayan ortam ile süreksizlikler arasında oluşan dalga yayınımlı veya heterojenitelerin oluşturduğu saçınımdan kaynaklanmaktadır. Koda dalgası için sismik kalite faktörünün frekans bağımlılığı Q_0 'ın f^n ile çarpımı kullanılarak belirlenmiştir. Koda dalgası kalite faktörünün hesaplanması için çeşitli merkez frekansları seçilmiş ve bant geçişli filtreleme işlemi uygulanmıştır. Çalışmada SEISAN yazılımında bulunan CODAQ algoritması kullanılmıştır. Çalışma bölgesinde elde edilen yüksek Q değerleri tektonik açıdan durağan, düşük Q değerlerinin ise aktif sismik bölgeleri temsil ettiği belirlenmiştir. İzmir ve çevresinin karmaşık bir tektonik rejime sahip olması, elde edilen düşük Q değerlerini desteklemekte olup kabuk içerisinde fazla ayrışma olduğunu göstermektedir. Lisansüstü tezinin sonucunda İzmir ve çevresi için frekansa bağlı bir kalite faktörü bağıntısı elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: İzmir, deprem, koda q (Q_C), Seisan

FREQUENCY DEPENDENT ATTENUATION OF SEISMIC WAVES IN AND AROUND İZMİR

ABSTRACT

In this study, frequency dependent attenuation of seismic waves in and around İzmir is studied. The earthquake data is recorded by İzmirNET seismic network between 2008-2018 year, $M \geq 2.3$ magnitude were used. İzmirNET seismic network is located between 38.00-38.75N longitudes and 26.30-27.50E latitudes and it consists of 19 accelerometers. İzmirNET seismic stations were established to surround tectonic elements with high seismicity in residential areas around the gulf. Attenuation of coda waves is caused by anelastic path, wave propagation between the discontinuities or diffraction caused by heterogeneities. The frequency dependence of the seismic quality factor for the coda wave was determined Q_0 times f^n . The attenuation characteristic of seismic waves is determined by using Coda Q analysis. Band pass filtering is applied at various center frequencies to calculate the coda wave quality factor. CODAQ algorithm in SEISAN Earthquake Analysis Software was used in the study. It was determined that the high Q values in the study represent tectonically stable and low Q values as represent seismically active regions. The fact that İzmir and its surroundings have a complex tectonic regime supports the low Q values that we obtained and shows the excessive separation within the crust. As a result of this master thesis, a frequency dependent quality factor correlation was obtained for İzmir and its surroundings.

Keywords: İzmir, earthquake, coda q (Q_C), Seisan

İÇİNDEKİLER

Sayfa

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii

BÖLÜM BİR – GİRİŞ 1

1.1 Soğurulma İle İlgili Çalışmalar.....	1
--	---

BÖLÜM İKİ – İZMİR İLİ VE ÇEVRESİNİN TEKTONİĞİ VE JEOLJİSİ... 4

BÖLÜM ÜÇ – SOĞURULMA 10

3.1 Soğurulma Çalışmalarında Kullanılan Yöntemler	11
3.1.1 Spektral Oran Yöntemi.....	11
3.1.2 Frekans Oran Yöntemi.....	11
3.1.3 İstasyon Oran Yöntemi.....	12
3.1.4 Karşılaştırma Yöntemi.....	12
3.1.5 Spektral Modelleme Yöntemi.....	12
3.1.6 Genlik Azalım Yöntemi.....	12
3.1.7 Dalgacık Modellemesi Yöntemi	12
3.1.8 Faz Modellemesi Yöntemi.....	12
3.1.9 Frekans Modellemesi Yöntemi.....	13
3.1.10 Pulse Genliği Yöntemi.....	13

BÖLÜM DÖRT – EPİSANTİR TAYİNİ..... 14

BÖLÜM BEŞ – VERİ TABANI VE KODA Q ÇALIŞMALARI.....	16
5.1 Q Kalite Faktörü.....	16
5.2 Koda Dalgaları	16
5.3 Koda Q	19
BÖLÜM ALTI – VERİ TABANI VE KODA Q ÇALIŞMALARI.....	24
6.1 Veri Tabanı.....	24
6.2 Koda Q Çalışmaları	25
6.3 Bulgular	30
BÖLÜM YEDİ – SONUÇLAR VE ÖNERİLER	36
KAYNAKLAR	39
EKLER.....	45
EK 1: Koda Q Çalışması Kapsamında Kullanılan Deprem Parametrelerinin Tablosu ...	45

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 Türkiye'nin ana tektonik özelliklerinin basitleştirilmiş tektonik haritada gösterimi	5
Şekil 2.2 İzmir ve çevresine ait basitleştirilmiş jeoloji haritası	6
Şekil 4.1 SEISAN programında değerlendirilmiş 1827 depremin büyüklüklerine göre gösterilen episanırları	14
Şekil 4.2 Koda Q analizinde kullanılan 265 depremin büyüklük dağılım grafiği	15
Şekil 5.1 Sismogram üzerinde koda dalgası gösterimi	16
Şekil 6.1 Çalışmada kullanılan İzmirNET istasyonları ve değerlendirilen depremlerin bütünleşik batimetri ve topoğrafya haritası üzerinde gösterimi.....	24
Şekil 6.2 Seisan yazılımına ait Codaq alt programının girdi parametreleri	25
Şekil 6.3 GZLY istasyonunda kayıt edilmiş bir depremin koda dalgası analizi.....	26
Şekil 6.4 MVS ve BLC istasyonlarında kayıt edilmiş bir depremin koda dalgası analizi.	27
Şekil 6.5 DKL istasyonunda kayıt edilmiş bir depremin koda dalgası analizi	27
Şekil 6.6 BYR istasyonunda kayıt edilmiş bir depremin koda dalgası analizi	27
Şekil 6.7 MVS, BOS ve BYR istasyonlarında kayıt edilmiş bir depremin koda dalgası analizi	28
Şekil 6.8 Elipsoit koordinat düzlemi	28
Şekil 6.9 1 Hz merkez frekansta elde edilmiş Koda Q kontur haritası.....	30
Şekil 6.10 İzmir odaklı 1 Hz merkez frekansta elde edilmiş Koda Q kontur haritası	31
Şekil 6.11 2 Hz merkez frekansta elde edilmiş Koda Q kontur haritası	32
Şekil 6.12 4 Hz merkez frekansta elde edilmiş Koda Q kontur haritası	33
Şekil 6.13 8 Hz merkez frekansta elde edilmiş Koda Q kontur haritası	34
Şekil 6.14 16 Hz merkez frekansta elde edilmiş Koda Q kontur haritası	35
Şekil 7.1 Koda Q'nun frekansa bağlı değişimi ve $Q_c(f)$ bağıntısı.....	36

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

Bu tez çalışması kapsamında İzmir ve çevresinde meydana gelen depremlerin oluşturduğu sismik dalgaların frekans bağımlı soğurulmasını araştırılabilmesi için İzmir Kuvvetli Yer Hareketi Deprem İstasyon Ağı istasyonları kullanılmıştır. İstasyonların kaydettiği yaklaşık 2000 adet depremin P ve S dalgaları tespit edilmiş ve Koda dalgaları okunmuştur. Koda dalgalarından Koda magnitudü hesaplanmış ve Koda Q değerlendirmeleri yapılmıştır. Elde edilen Koda Q sonuçları ile bölgede oluşan deprem dalgalarının frekans bağımlılığı ortaya konulmuş ve İzmir çevresine ait bir soğurulma bağıntısı elde edilmiştir. Bölgedeki Koda Q değişimleri haritalanarak tektonik yapıyla olan etkileşimi yorumlanmıştır.

Tez çalışması bir izlençe oluşturularak planlanmıştır. Giriş bölümünde Koda Q ile ilgili yapılmış çalışmalar yer almaktadır. İzmir ve çevresinde daha önce yapılmış olan soğurulma çalışmalarına değinilmiştir. İkinci bölümde İzmir ili ve çevresinin jeolojisi ve tektoniği incelenmiştir. Üçüncü bölümde soğurulma ve soğurulma çalışmalarında kullanılan yöntemlere değinilmiştir. Dördüncü bölümde Koda Q çalışmasında kullanılan depremlerin episantrı tayinleri verilmektedir. Beşinci bölümde Q kalite faktörü ve Koda Q yöntemi anlatılmaktadır. Altıncı bölümde Koda Q çalışmasına ait veri tabanı ve deprem parametreleri ile elde edilen Koda Q haritalarına ait bulgular verilmiştir. Yedinci ve son bölümde ise sonuçlar ve öneriler aktarılmaktadır.

1.1 Soğurulma İle İlgili Çalışmalar

Sismik kalite faktörü (Q) sismik dalga enerjisinin azalımının tanımlanmasında kullanılan boyutsuz bir parametredir (Knopoff 1964). Soğurulma çalışmalarında koda dalgaları üzerinde yapılan ilk çalışmalar Aki (1969) ile başlamıştır. Aki ve Chouet (1975) tarafından bu çalışmalar devam ettirilmiştir. Koda dalgasının oluşumu üzerine Sato (1977) ve Aki (1980) modeller geliştirmiştir. Koda dalgasından elde edilen sismik kalite faktörü Q, tektonik açıdan faal veya stabil bölgelerin ayırt edilebilmesi açısından önemli bir parametredir.

Sato (1977) tarafından ortaya atılan tek geri saçılma modeli lokal ölçekte yapılan çalışmalar için oldukça yaygın kullanılmaktadır. Bu yöntem koda dalgası kalite faktörünün (Q_c) belirlenmesinde etkilidir.

Akıncı ve diğer. (1994) Batı Anadolu için yapmış oldukları koda dalgalarının sönümlenmesi adlı çalışmada Gebze istasyonunda kayıt edilmiş 116 depremi, tek izotropik saçılma modeli ile 1,5, 3, 6, 8 ve 10 Hz merkezli bantlarda değerlendirmiştir. Koda Q değerleri, 10'ar saniye aralıklarla 30 ile 190 s gecikme zamanlarında elde edilmiştir. Batı Anadolu'daki Q_c , frekans ve gecikme zamanına bağımlılığı ortaya konmuştur. 30 saniyelik gecikme zamanında Q_c 'nin frekans bağımlılığı $Q_c(f) = 50,7f^{1,01}$ ve 190 saniyelik gecikme zamanında $Q_c(f) = 183,2f^{0,76}$ bulunmuştur.

Şahin ve Alptekin'in (2006) Güneybatı Anadolu'da kabuk ve üst mantodaki sismik dalgaların frekans bağımlı soğurulması adlı çalışmasında frekansa tâbi olarak yayılan makaslama dalgasının soğurulma niteliklerini araştırmıştır. Çalışmada kullanılan 78 deprem, 1996-2000 yılları arasında Güneybatı Anadolu'da meydana gelmiş ve GEOFON sismik ağındaki üç bileşenli Isparta istasyonundan yararlanılmıştır. Depremlerin lokal büyüklükleri (ML) 3 ve 5 arasında değişmektedir. Kayıtlarda S/G oranı 2 veya üzeri şeklinde kabul edilmiştir. Elde edilen veriler merkez frekansı 0,75, 1,5, 3,0, 6,0 ve 8,0 Hz Butterworth filtresi ile süzgeçlenmiştir. Q_c değerleri zaman (30-150 saniye) ve frekansın (0,75-8,0 Hz) fonksiyonu olarak elde edilmiştir. Güneybatı Anadolu için Q_c değerleri 18 ± 3 ile 658 ± 84 bulunmuştur.

Şahin (2008) Güneybatı Anadolu'da yapmış olduğu Koda Q çalışmasında 0,75, 1,5, 3,0, 6,0, 12,0 ve 24 Hz merkez frekanslarında Q_0 değerinin 30 ile 180 arasında ve n değerini ise 0,55 ile 1,25 arasında değiştiğini saptamıştır. Güneybatı Anadolu için Koda Q-frekans ilişkisini ise $Q_c = (102 \pm 8)f^{0,82 \pm 0,07}$ şeklindeki bağıntı ile vermiştir.

Akyol (2015) Batı Orta Türkiye'de yapmış olduğu koda dalgası soğurulmasının kesme zamanı bağımlılığı adlı çalışmasında koda kalite faktörü (Q_c), 5 merkez

frekans (1,5, 3, 5, 7, 10 Hz) ve 8 kesme zamanı (25 saniyeden 60 saniyeye kadar) için tek izotropik saçılma modeliyle belirlemiştir. Q_0 değeri 32,7 ile 82,1 arasında değişirken n değerleri ise sırasıyla 25 ve 60 s'lik gecikme zamanlarında 0,91 ile 0,79 arasında değiştiğini saptamıştır. Tek izotropik saçılma modeliyle elde edilmiş frekans bağımlı Q_c bağıntısı 40 saniyelik bir kesme zamanı için $Q_c = (49,6 \pm 1,0)f^{0,85 \pm 0,02}$ şeklindedir.

Şahin ve Çınar (2014), Güneybatı Anadolu'daki frekans bağımlı koda dalgası soğurulması adlı çalışmasında Güneybatı Anadolu'da 1997 ve 2010 yılları arasında meydana gelmiş ve 11 istasyon tarafından kayıt edilmiş 159 depremi tekil izotropik saçılma modeli esas alınarak Q_c 'nin frekans bağımlılığı ortaya konmuştur. 1,5, 3,0, 6,0, 8,0, 12 ve 20 Hz Butterworth merkez frekansları kullanılmış olan çalışmada, bölgeye ait ortalama Q - f ilişkisini gösteren bağıntı $Q_c = (78 \pm 9)f^{0,98 \pm 0,07}$ şeklinde belirtilmiştir.

Bu tez çalışması diğerlerinden farklı olarak İzmir ve çevresinde meydana gelmiş depremlere ait sismik dalgaların frekans bağımlı soğurulmasını yeni bir istasyon ağı ve veri seti ile yerel olarak değerlendirmektedir. Karmaşık tektonizmaya sahip Batı Anadolu'da, İzmir ve çevresine ait soğurulma bağıntısı özel olarak ve ilk defa verilecektir.

BÖLÜM İKİ

İZMİR İLİ VE ÇEVRESİNİN TEKTONİĞİ VE JEOLJİSİ

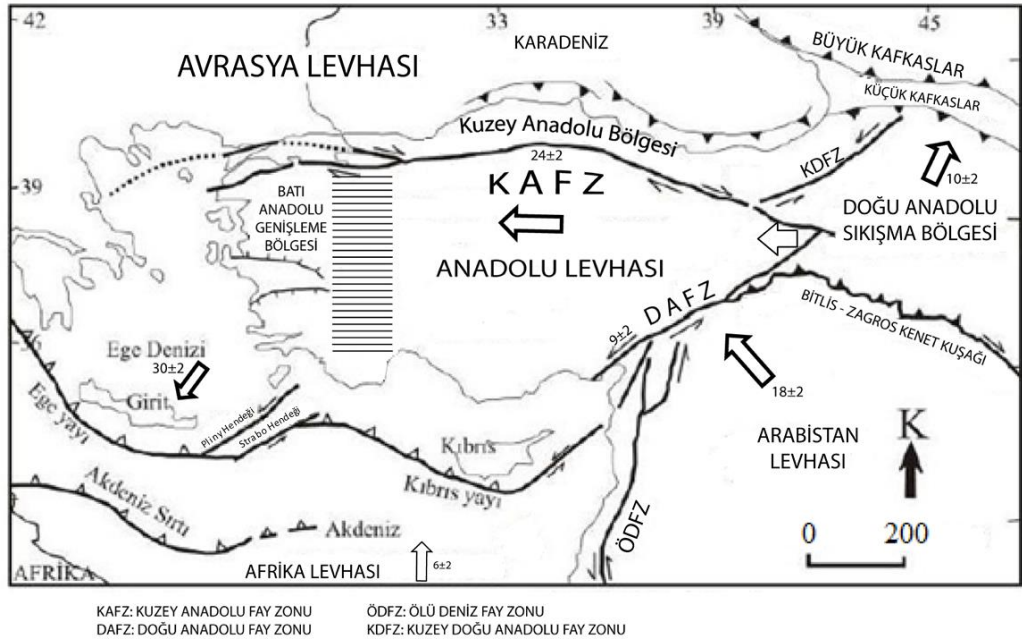
Batı Anadolu ve dolayısıyla İzmir ili ve çevresi yoğun bir deprem aktivitesine sahiptir. Batı Anadolu'daki K-G doğrultulu açılma tektoniğinin mekanizması bir çok model ile tartışılmaktadır. McKenzie (1978)'e göre Afrika plakasının kuzeye doğru yapmış olduğu hareket ile Helen Yayısı boyunca Anadolu bloğunun altına dalmakta ve kuzeye doğru hareket eden Arabistan plakası Avrasya plakasıyla çarpışmaktadır. Anadolu bloğu bu hareketler sonucunda sıkışarak batıya doğru bir kaçış hareketi göstermektedir. Bu durum Batı Anadolu'nun D-B yönlü sıkışmasını ve K-G yönlü açılmasını sağlamaktadır.

Batı Anadolu'nun kuzey güney yönlü genişleme tektoniği kuramı birçok yerbilimci tarafından kabul edilmektedir. Fakat, bu açılmanın mekanizmasını birkaç farklı modelle açıklamaya çalışmaktadırlar. McKenzie (1972) Anadolu plakasını Ege ve Anadolu plakaları şeklinde ikiye ayrıldığını söylemektedir. Yine McKenzie (1978) bu önermesine farklı bir şekilde yaklaşıp, Batı Anadolu'nun kıtasal litosferinin bir elin parmaklarındaki açılmaya benzer olarak gerilerek yayıldığını ve kuzey güney yönlü genişlemenin halen sürdüğünü önermiştir. Alptekin (1973) ise, Anadolu plakası'nın tek bir bütün halinde batıya doğru hareket ettiğini, kuzey güney yönlü genişlemenin ise üst mantoda oluşan bir çıkış ile açıklamaktadır. Bingöl (1976) bu modeli destekleyerek Batı Anadolu'daki üst manto yükseliminin kabuğun incelmesine sebep olduğunu ve grabenleri geliştirdiğini belirtmektedir.

Dewey ve Şengör (1979) tarafından sunulan modelde McKenzie (1972) Nil Ege plakası üçe bölünmektedir. Bu çalışmaya göre Anadolu bloğunun batıya yöneliminin Yunan makaslanma bölgesinde durmasıyla bölgede bir doğu batı yönlü sıkışma meydana gelmekte ve bu sıkışma sonucunda kuzey güney doğrultulu açılmaların ortaya çıktığı önerilmektedir. Kocaefe (1981) bölgenin aktif tektoniğinin KG-GD doğrultulu aktif faylarla geliştiğini ve doğu-batı doğrultulu çöküntü alanlarındaki jeomorfolojik oluşumların bindirme tektoniğinin etkisi ile geliştiğini önermektedir. Akçığ (1988) ise, Batı Anadolu'daki doğu batı doğrultulu çöküntü bölgelerinin üst

mantoda bir yükselmeyi geliştirdiğini, bu durumun ise kabuktaki incelmeyi sağlaması sonucu kuzey gúney doğrultulu gerilme tektoniğine mukabil olarak gelişen rift sistemlerini önermektedir.

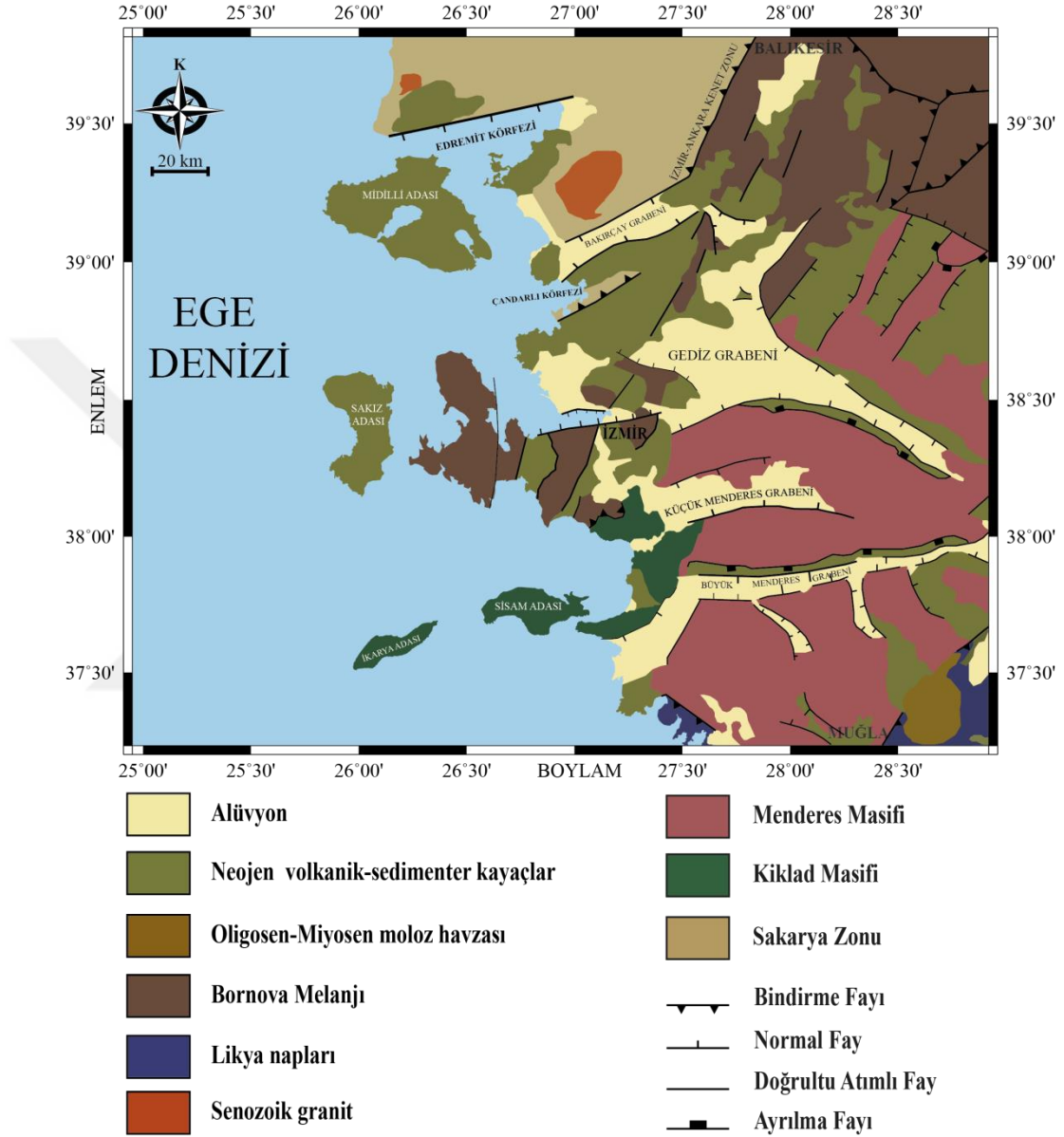
Avrasya levhası referans alınarak elde edilen GPS verilerine göre Anadolu, Afrika ve Arabistan levhalarının hareketlerini özetlemek gerekirse, Afrika plakası 6 ± 2 mm/yıl hız ile kuzeye doğru hareket etmektedir. Arabistan plakası 18 ± 2 mm/yıl kuzey batıya doğru hareket etmektedir. Anadolu levhası; Avrasya, Arabistan ve Afrika levhaları arasında sıkışması sebebiyle Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) boyunca batıya doğru bir hareket içerisindedir. Bu hareket KAFZ boyunca 24 ± 2 mm/yıl, DAFZ’de ise 9 ± 2 mm/yıl şeklindeyir. Ege bloğu ise Ege (Helen) yayına doğru gúneybatı yónlú 30 ± 2 mm/yıl bir hareket halindedir (McClusky ve diğer.,2000). Türkiye’nin ana tektonik özellikleri ve plaka hareketleri basitleştirilmiş tektonik harita úzerinde şekil 2.1’de verilmektedir.



şekil 2.1 Türkiye’nin ana tektonik özelliklerinin basitleştirilmiş tektonik haritada gösterimi [şengör, (1980); McClusky, (2000, 2003) ve Taymaz ve diğer., (2007)’den uyarlanarak alınmıştır]

İzmir’deki aktif tektonik yapı çoğunlukla doğrultu atımlı ve normal faylardan oluşmaktadır. Normal faylar genellikle D-B doğrultusunda bir yónelime sahiptir. Doğrultu atımlı fayların çođu sağ yanal olup kuzey gúney, kuzeydoğu ile gúneybatı,

kuzeybatı ile güneydoğu doğrultusundadırlar. İzmir'in doğusunda bulunan faylar, Gediz grabeni sistemi içerisinde bulunmaktadır. Çalışma alanına ait jeoloji haritası Şekil 2.2'de verilmiştir.



Şekil 2.2 İzmir ve çevresine ait Mozafari ve diğer., (2019)' den basitleştirilmiş jeoloji haritası

Şekil 2.2'de çalışma alanına ait jeoloji haritasında bölgedeki graben sistemleri, fay çeşitleri ve jeolojik birimler gösterilmektedir. İzmir ilinin merkezinde genellikle alüvyon, Bornova Melanji ve neojen kayalar baskın olarak yer almaktadır. İzmir'in doğusunda ve güneyinde grabenler etrafında Menderes Masifi adı verilen kayalar ve yine etrafında neojen tortullar gözlenmektedir.

İzmir ili ve çevresindeki diri faylar ; Menemen Fay Zonu, Güzelhisar Fayı, İzmir Fayı, Yenifoça Fayı, Bornova Fayı, Gümüldür Fayı, Orhanlı (Tuzla) Fayı, Seferihisar Fayı, Gülbahçe Fayı, Gediz Graben Sistemi Fayları (Gediz Grabeni Ana Sıyrılma Fayı, Dağkızılcıca Fayı, Kemalpaşa Fayı, Manisa Fayı) şeklindedir (Emre ve diğer., 2005).

İzmir'in kuzeyindeki Aliağa ilçesiyle Manisa'nın Osmancalı beldesi arasında bulunan Güzelhisar fayı, Şaroğlu ve diğer., (1987,1992) tarafından Menemen'in kuzeyindeki kuzey doğu ile güney batı uzanımlı fay zone içinde tanımlanmaktadır. Güzelhisar Fayı yaklaşık 25 km uzunluğunda, K70°B doğrultusundadır. Fayın eğim atım bileşenine sahip sağ yanal doğrultu atım mekanizmasıyla hareket ettiği düşünülmektedir (Şaroğlu ve diğer., 1992).

Menemen'in kuzeyindeki Dumanlıdağ volkan kompleksi ile Gediz nehri taşkın ovasında bulunan, KB-GD doğrultulu faylar Menemen Fay Zonu olarak isimlendirilmiştir. Bu fay zone birbirine paralel olarak bulunan K60°B uzanımlı dört fay segmentinden meydana gelmektedir. Fay zoneunun toplam boyu 15 km, genişliği ise 5 km'yi bulmaktadır. Bu zoneun kuzeybatı kısmını oluşturan fay 8 km uzunluğundadır. Bu segment, fay zoneunun genel uzanımından farklı olarak K50°B doğrultusundadır. Menemen Fay Zonu'nun ortasında yer alan ve Dumanlıdağ yöresinde bulunan bu fay 12 km uzunluğundadır. Güzelhisar Fayı ile aynı doğrultuda olması sebebiyle sağ yönlü oldukları ve doğrultu atım mekanizmasına sahip oldukları düşünülmektedir. Menemen Fay Zonu'nu oluşturan fayların güneyinde kalan fay segmenti K55°B doğrultulu 8 km uzunluğundadır (Emre ve diğer., 2005). Bu fay segmentinin faylanma mekanizması eğim atımlı normal faydır .

Yenifoça'nın doğusunda kalan Nemrut limanı ile güneydeki Gereköy arasında K-G doğrultulu bir fay olan Yenifoça Fayı, yaklaşık 20 km uzunluğundaki sol yönlü doğrultu atıma sahip bir faydır (Altunkaynak ve Yılmaz, 2000).

İzmir körfezinin doğusundaki, körfezi güneyden morfolojik olarak sınırlandıran D-B doğrultulu fay İzmir Fayı olarak adlandırılmıştır (Emre ve Barka, 2000). İzmir

Fayı, Güzelbahçe ile Pınarbaşı arasında toplam 35 km uzunluğundaki eğim atımlı normal bir faydır. Fayın batı kesiminde ikiye ayrılma söz konusudur. Güney kolu kuzeydoğu ile güneybatı doğrultusunda ve sağ yanal doğrultu atıma sahip Seferihisar fayının doğrultusunda sonlanmaktadır. KB'ya yönelen kuzey kol ise İzmir Körfezi tabanında Çiçekadaları ile Uzunada doğusunda yer alan KKB-GGD doğrultulu fay zonuyla bağlantılı olduğu düşünülmektedir. İzmir Fayı, kent yerleşimini D-B doğrultuda boydan boya katetmektedir. İzmir Fayı'nın doğrultu değişimleri ve sıçrama geometrisi sebebiyle Balçova ve Narlıdere olmak üzere iki segmente ayrılmaktadır (Emre ve diğer., 2005).

İzmir'in kuzeydoğusundaki Karşıyaka ile Kemalpaşa batısındaki Ulucak arasında kuzeybatı ile güneydoğu doğrultusunda birbirine paralel uzanan fayların oluşturduğu çizgisellik Bornova Fayı olarak adlandırılmıştır. Kuzeyde kalan çizgisellik normal fay morfolojisi, güneyde kalan fay ise sağ yönlü doğrultu atımlı olası diri fay olduğu düşünülmektedir (Emre ve diğer., 2005).

İzmir'in güneybatısındaki Gaziemir ile Doğanbey arasında kalan ve kuzeydoğu ile güneybatı yönünde uzanımına sahip faya Orhanlı Fayı denilmektedir (Genç ve diğer., 2001). Doğanbey burnu ile Gaziemir arasında fayın karadaki uzunluğu 42 km'dir. Orhanlı Fayı'nın güneybatıda Ege Denizi tabanında devam ettiği bilinmektedir (Ocakoglu ve diğer., 2004, 2005). Denizaltındaki uzanımıyla birlikte fayın toplam uzunluğu 50 km'yi aşmaktadır. Orhanlı (Tuzla) Fayı sağ yanal doğrultu atımlı bir faydır (Emre ve Barka, 2000).

İzmir'in güneybatısında bulunan Seferihisar ilçesindeki Sığacık Körfezi ile Güzelbahçe arasında kalan faya Seferihisar Fayı denilmektedir. Seferihisar Fayı'nın Sığacık Körfezi ile Gülbahçe arasında kalan karadaki uzunluğu 23 km'dir. Su altındaki bölümü ile birlikte fayın toplam uzunluğu 30 km olduğu düşünülmektedir (Emre ve Barka, 2000). Seferihisar fayı KD-GB doğrultuya sahip, sağ yanal doğrultu atıma sahiptir (İnci ve diğer., 2003).

İzmir Körfezi ile Karaburun yarımadasını morfolojik olarak birbirinden ayrılmasını sağlayan Gülbahçe Fayı, karadaki ve su altındaki bölümleri ile birlikte toplam 70 km'yi bulan bir uzunluğa sahiptir. Gülbahçe Fayı, Sığacık ve Gülbahçe arasındaki güney segmenti 30 km, KKB-GGD uzanımlı kuzey segmenti ise yaklaşık 40 km uzunluğundadır. Gülbahçe fayında sağ yönlü doğrultu atımın baskın olduğu bilinmektedir. Fakat fayın su altında kalan kuzey segmentinde ters bileşenin de bulunduğu ve batı bloğun doğu bloğa doğru itildiği gözlenmektedir (Ocakoglu ve diğer., 2005).

İzmir'in güneybatısındaki Gümüldür ile Özdere beldeleri arasında kalan Gümüldür Fayı, K55°B doğrultusundadır ve güneybatıya bakan bir yay geometrisine sahiptir. 15 km uzunluğundaki Gümüldür Fayı, tavan bloğu batıda bulunan bir normal faydır. Kıyıya paralel uzanan bu fay, Kuşadası Körfezi ile doğusunda temel kayaçların oluşturduğu kütsel yükselim arasında net bir morfolojik uyumsuzluk oluşturmaktadır (Emre ve diğer., 2005).

Gediz Grabeni, doğuda Sarıgöl ile batıda Manisa ve Kemalpaşa arasında D-B uzanımına sahip yaklaşık 150 km uzunluğundaki normal fay sistemleriyle gelişmiştir. Doğudan batıya doğru genişleyen graben tabanında Neojen ve Kuvaterner yaşlı alüvyonlar bulunmaktadır. Grabenin güney kısmı boyunca sınırlandıran düşük açılı sıyrılma fayları, bu sistemin temel yapısını oluşturur. Grabenin güney kenarındaki ana sıyrılma fayına göre paralel doğrultudaki bir sentetik ve antitetik fay serisi bulunmaktadır. Sıyrılma fayının antitetik yapıları ise grabenin kuzey kenarını sınırlandırmaktadır. Manisa'nın Salihli ilçesinin doğusunda BKB-DGD doğrultulu graben, Salihli'den itibaren batıya doğru genişleyerek kollara ayrılmaktadır. Gölarmara, Manisa, Halitpaşa ve Kemalpaşa segmentleri bunların en belirgin olanlarıdır. Gediz grabeninin batı yakasında yer alan faylar, grabenin Kemalpaşa ve Manisa kollarını oluşturmaktadır. Kemalpaşa kolundaki aktif yapıların en önemlileri; graben ana sıyrılma fayı, Kemalpaşa fayı ve bir transfer yapısı olan Dağkızılca faylarından oluşmaktadır (Emre ve diğer., 2005).

BÖLÜM ÜÇ

SOĞURULMA

Elastik deformasyon enerjisi, deprem kaynağından çıktıktan sonra uzaklığa bağlı olarak enerjisini kaybeder. Geometrik yayılma, sismik dalga enerjisinin ısı enerjisine olan dönüşümü ve soğurulma enerji kaybını sağlayan etmenlerdir. Ortamda yayılan sismik dalga enerjisi dalganın genliğiyle doğru, dalga yayılım küresindeki yarıçapın karesi ise ters orantılıdır.

Deprem dalgalarının soğurulma özelliklerini, yer içinin fiziksel ve kimyasal karakteri ile ortamdaki tektonik kuvvetler belirlemektedir. Basınç, sıcaklık değişimi, kimyasal bileşim, sismik hız değerleri, yoğunluk, sismik dalga yayılımı, suya doygunluk ve daha birçok parametre sismik dalga enerjisine etki etmektedir. Soğurulmanın doğru olarak açıklanabilmesi için bu parametrelerin de belirlenmesi gerekmektedir. Sönüm oranları ile kalite faktörünün bulunması için laboratuvar yöntemleri kullanılmaktadır. Fakat bu yöntemler sismik açıdan yanıltıcı niteliktedir. Bu sebeple soğurulma faktörleri hesaplanırken deprem verileri kullanılmalıdır.

Sismik istasyonların bulunduğu bölge jeolojik ve tektonik olarak farklılık gösterebilir. Bu farklılık deprem dalgalarında bozucu bir etkiye sahiptir. Zemin etkisi özellikle tek istasyon çalışmalarında etkilidir ve düzeltilmesi gerekmektedir. Eğer birden fazla istasyon ile çalışma yapılıyorsa zemin etkisini düzeltilmesine gerek yoktur. Soğurulmayı en fazla belirleyen faktörlerden biri de basınçtır. Kayaç üzerindeki basıncın artmış olması kayaç yoğunluğundaki artışa, kayaçlardaki kristal yapının değişimine sebep olmaktadır. Ayrıca elastik ve anelastik özelliklerin değişimine yol açar. Kayaçlardaki çatlak, gözeneklilik veya boşluk oranlarının miktarı içsel sürtünme ile yitirilen enerjinin azalmasına veya artmasına neden olur. Boşluk miktarı kayaçların özgül kütlelerinde ve dolayısıyla elastikliğinde değişime yol açmaktadır. Bu sebeple kayaçlardaki porozite oranları soğurulmayı etkilemektedir. Kayaçlardaki boşluklu yapının içerisindeki sıvı varlığı da soğurulmayı etkilemektedir. Kayaç gözeneklerinin sıvıyla dolu olması veya boşluk yapısının tipi

elastik özelliklerini etkilemektedir. Bu özellikler soğurulmada azaltıcı veya artırıcı etkiye sahiptirler.

Kayaçlar içindeki sıvının kimyası, basıncı ve miktarı da soğurulmaya tesir eden faktörlerdendir. Tuzlu su veya suya doymun olan kayaçlardaki soğurulma, kuru kayaçlara nazaran daha fazladır. Sismik dalga enerjisinin yer içerisinde ilerlerken elastik deformasyonu nedeniyle oluşan kinetik enerjinin bir bölümü bloklar veya taneler arasında dağılarak ısıya dönüşür. Bu durum sismik dalga enerjisinde azalmaya sebep olmaktadır. Sismik dalganın geçişi sırasında yerin gösterdiği direnç, enerji kaybına yol açar. Kayaçtaki minerallerin anelastisitesi ve kayacın çatlaklı yapısı sebebiyle meydana gelen değişimler aynı zamanda sismik dalga soğurulmasını da belirlemektedir.

3.1 Soğurulma Çalışmalarında Kullanılan Yöntemler

3.1.1 Spektral Oran Yöntemi

Spektral oran yöntemi, sinyalin enerjisinde meydana gelen yitimin belirlenmesinde kullanılan bir yöntemdir (Abercrombie, 1997). Bu yöntem bir frekans bandında, iki sismik sinyalin birbirlerine göre enerji kayıpları veya kazançlarının yorumlanmasıdır. Cisim dalgalarına uygulanabilmektedir. Bu metotta, yüksek frekanslarda meydana gelen enerji kaybının düşük frekanslara göre daha çok olduğu kabul edilmektedir. Yöntem, bir tek ışın yolu veya bir kaç ışın yolu ile bir çok kaynaktan soğurulmanın hesaplanmasına olanak sağlar. Bunun yanı sıra, bir referans dalgası ve belirlenmiş bir ışın yolu geometrisine ihtiyaç duyulmaktadır (Johnston ve Toksöz, 1981).

3.1.2 Frekans Oran Yöntemi

Sismik sinyalin iki farklı frekanstan elde edilmiş spektral genliklerinin oranı ile hesaplanmaktadır (Choudhury, 1972).

3.1.3 İstasyon Oran Yöntemi

Farklı uzaklıklardan gelen sismik dalga sinyalinin aynı frekans bandında ölçülen spektral genliklerinin oranına dayanan bir yöntemdir. Q'nun derinliğe ve uzaklığa bağlı değişimi için kullanılmaktadır (Mikumo ve Kurita 1968).

3.1.4 Karşılaştırma Yöntemi

Bu yöntem frekans ortamına geçirilen transfer fonksiyonunun, güç spektrumuna oranı alınarak geliştirilmiştir (Raikes ve White 1984).

3.1.5 Spektral Modelleme Yöntemi

Referans olarak seçilen sinyalin genlik spektrumu, diğer genliklerle kıyaslanmaktadır (Jannsen ve diğer., 1985).

3.1.6 Genlik Azalım Yöntemi

Soğurulma çalışmalarının temelini teşkil etmektedir. Sismik dalga genliğinin zaman ve uzaklığa bağlı olarak azalımı incelenmektedir.

3.1.7 Dalgacık Modellemesi Yöntemi

Yapay olarak üretilen sinyal ile gerçek sinyal genlikleri kıyaslanarak uygulanmaktadır (Tonn, 1991).

3.1.8 Faz Modellemesi Yöntemi

Dalgacık modellemesine benzeyen bu yöntemde, anlık fazlar modellenmektedir. Bir frekans sinyalinin anlık fazlarının karelerinin farkı, ölçülen sinyale uyum sağlanana dek Q değiştirilmekte ve sonuca varılmaktadır (Tonn, 1991).

3.1.9 Frekans Modellemesi Yöntemi

Anlık frekansların modellenmesiyle yapılmaktadır. Çalışılan sinyaldeki genlik ve bu genliğin karesi alınarak gerçekleştirilen bir yöntemdir.

3.1.10 Pulse Genliği Yöntemi

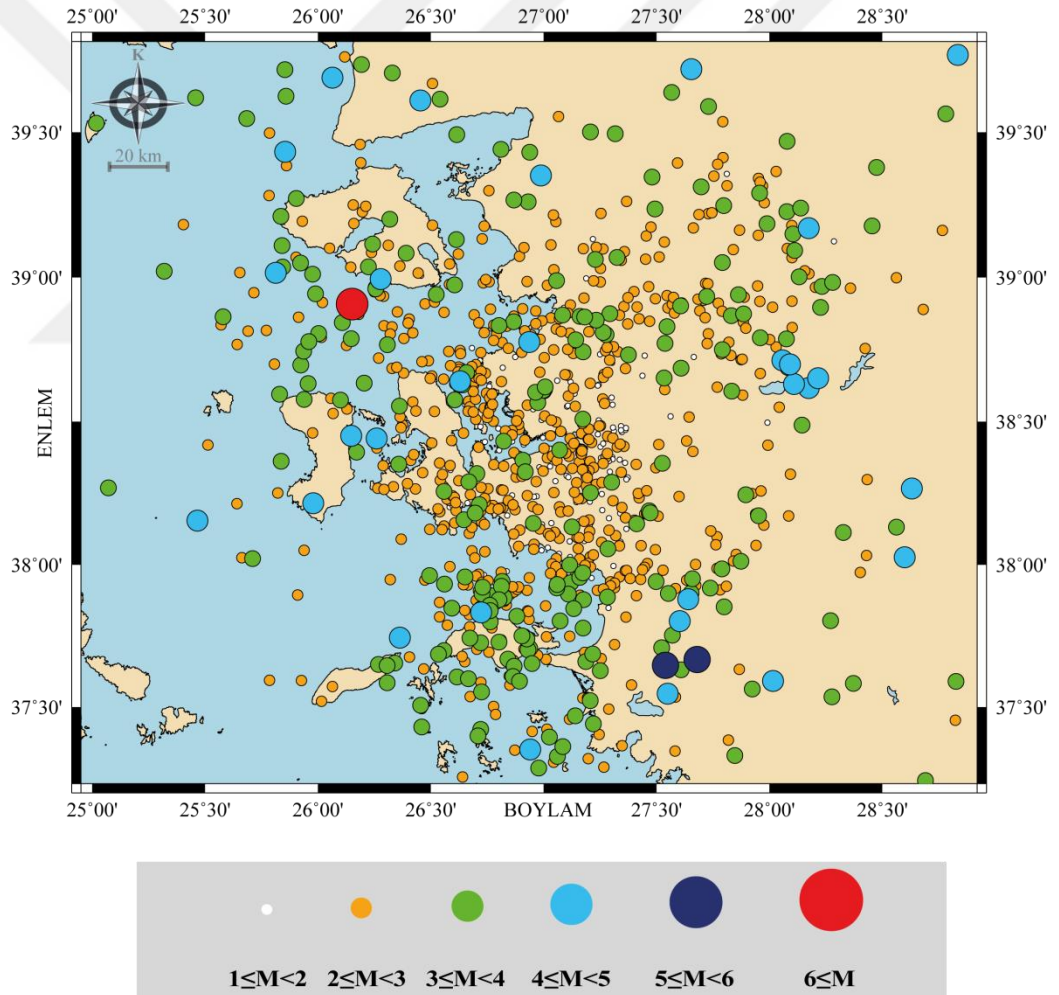
İlk varışlardaki en büyük genliğin soğurulma ile doğru orantılı şekilde azaldığı tezini savunmaktadır (Kjartansson, 1979).



BÖLÜM DÖRT

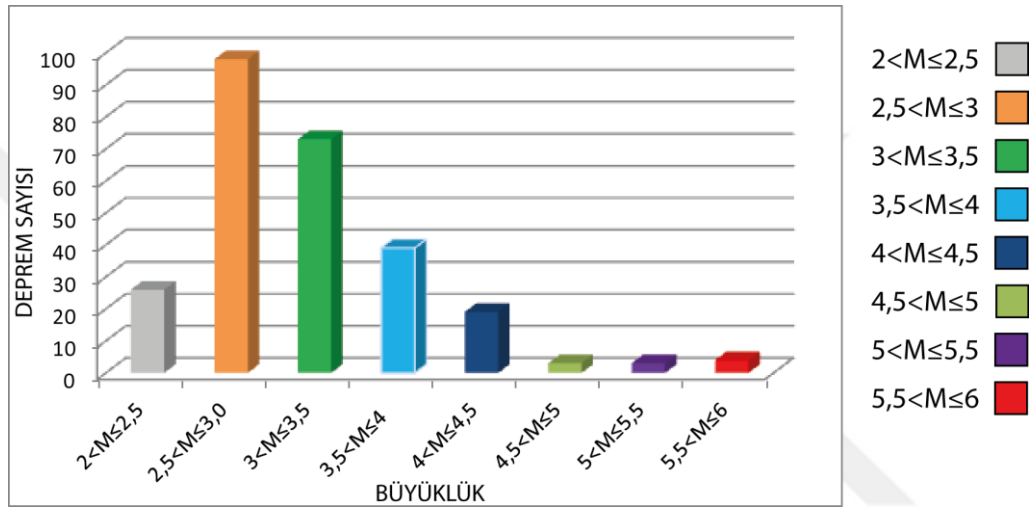
EPİSANTIR TAYİNİ

38.00°-38.75°K enlem ile 26.30°-27.50°D boylamlarında yer alan çalışma alanı İzmir ili ve çevresini kapsamaktadır. İzmirNET ağından elde edilen deprem bilgileri SEISAN (Ottemöller, Voss ve Havskov, 2015) programıyla episantır tayinleri yapılmıştır. 2008 yılından beri aktif olan İzmirNET ağından elde edilen, iki bine yakın deprem analizi gerçekleştirilmiştir (Özer ve Polat, 2017). Analizi gerçekleştirilen depremler Generic Mapping Tools (Wessel ve Smith, 2018) adlı programda haritalandırılmış ve Şekil 4.1’de verilmektedir.



Şekil 4.1 SEISAN programında değerlendirilmiş 1827 depremin büyüklüklerine göre gösterilen episantırları

Bu depremlerden çalışma alanı içerisinde kalan, $2,3 \leq M \leq 6$ büyüklüklerindeki arasında olan, S/G oranı 3'ten büyük olanlar alınmıştır. SEISAN programında belirlenen Sinyal/Gürültü oranının hesaplanabilmesi için P fazı varış zamanından 15 saniye önceye gidilerek gürültü için 5 saniyelik bir pencere alınmaktadır. Bu pencereden elde edilen sonuçlara göre kullanılan deprem sayısı filtelenmiştir. Çalışmada kullanılan deprem sayısı 265 olup, bu depremlerin büyüklük dağılımları Şekil 4.2'de verilmektedir.



Şekil 4.2 Koda Q analizinde kullanılan 265 depremin büyüklük dağılım grafiği

BÖLÜM BEŞ

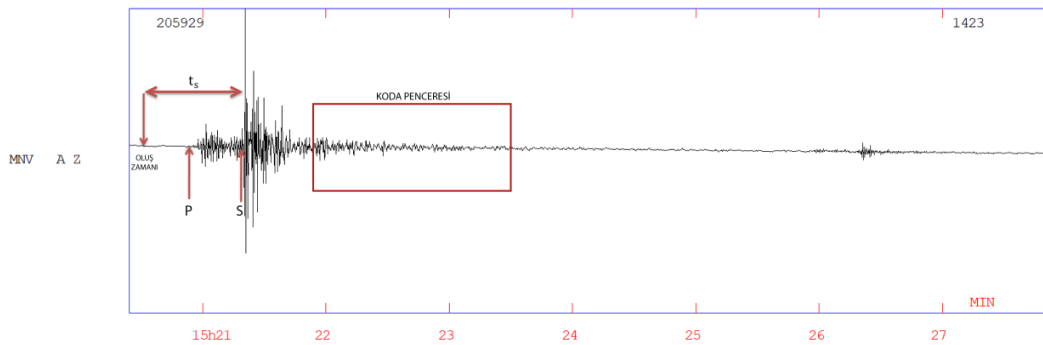
Q KALİTE FAKTÖRÜ VE KODA Q YÖNTEMİ

5.1 Q Kalite Faktörü

Sismik kalite faktörü (Q) sismik dalga enerjisinin azalımının tanımlanmasında kullanılan boyutsuz bir parametredir (Knopoff, 1964). Koda dalgalarının oluşum mekanizmaları üzerine yapılan ilk çalışmalar Aki (1969), Aki ve Chouet (1975) tarafından yapılmış ve Aki (1980) tarafından kodanın oluşumu üzerine modeller geliştirilmiştir. Bu modellerden tek saçılma modeli günümüze dek birçok araştırmacı tarafından kullanılmıştır. Koda dalgaları ile elde edilen kalite faktörü Q, tektonik olarak etkin ve stabil bölgelerin ayırımını en iyi gösteren değişkendir. Yüksek Q değerleri (>600) tektonik yönden durağan bölgeleri gösterirken düşük Q değerleri (<200) aktif sismik bölgeleri temsil eder (Aki ve Chouet, 1975).

5.2 Koda Dalgaları

Yer kabuğundaki heterojeniteler sebebiyle koda dalgaları geri saçınmaktadır. Geri saçınım sayesinde ortaya çıkan ikincil dalga durumuna sismik saçınım denir. P ve S dalgaları bu dalgaların temelini oluşturmaktadır. Çalışmada kullanılan sismik dalga, S dalgasının ardından gelen saçınmış koda dalgasıdır. Şekil 5.1’de P, S dalga fazlarının varış zamanları ve koda dalga penceresinin seçilimi verilmektedir.



Şekil 5.1 Sismogram üzerinde koda dalgası gösterimi

Koda dalgaları istasyonun bulunduğu bölgedeki jeolojiye bağılı olarak değişir. Alüvyonlarda, granitlerden daha büyük sonuçlar verir. Koda dalgasının oluşumuyla ilgili farklı yaklaşımlar vardır. Bunlardan birkaç tanesi şu şekildedir:

- 1- Koda dalgaları su içeriği ve düşük hıza sahip sedimanlarda oluşan düşük hızlı sismik dalgalardan meydana gelmektedir.
- 2- Depremi merkezinde meydana gelen artçı sarsıntılarla oluşan dalgalardır.
- 3- Direkt gelen dalganın deprem merkezi ve istasyon arasındaki mesafede karşılaştığı heterojenitelerden kaynaklanan saçınım ile meydana gelmektedir.

Ara yüzeylerde gerçekleşen yansıma, kırılma, dalga fazı dönüşümü gibi etkiler dışında, sismik dalgalarda genlik azalmasına neden olan fiziksel olgular şunlardır;

- Geometrik yayılma
- Saçılma (Diffraction)
- Saçınma (Scattering)
- Anelastik sönüm

Bunlardan ilk üçü elastik süreçler olup, yayılan dalga cephesinde enerjinin korunumu söz konusudur. Anelastik sönüm ise, sismik enerjinin ısıya dönüşümünü ifade etmektedir.

Sismik enerjinin geçtiği yüzey uzaklıkla arttığı için birim alana düşen sismik enerji azalmaktadır. Bu olaya geometrik yayılma denir. Genliğin uzaklıkla azalımı;

$$A(r) = \frac{1}{r^n} A_0 \quad (5.1)$$

Cisim dalgaları için $n=1$, yüzey dalgaları için $n = \frac{1}{2}$ dir. Yüzey dalgalarının genliği uzaklığın karekökü ile tersi ile orantılı azalırken, cisim dalgalarının genliği uzaklığın tersi ile orantılı şekilde azalmaktadır.

Sismik dalga enerjisinin, yanal hız değişimlerine bağlı olarak odaklanması veya bunun tam tersi oluşumu söz konusudur (odaklanma veya odaklanmama). Fiziksel olarak düşey hız değişimlerindeki etkinin aynısı olmasına rağmen bu etki çoklu yol alma (multipathing) olarak isimlendirilmektedir. Bu durum saçınmayı meydana getirir.

Yer içinin tam olarak esnek olmaması ve bazı tek düze olmayan (heterojen) bölgelerdeki saçılmalarıdır. Genliğin üstel azalım çarpanı ile ifade edilir. Cisim dalgaları için genel olarak;

$$A_r = \frac{A_0}{r} e^{-\alpha r} \quad (5.2)$$

bağıntısı ile verilir. Burada A_0 sismik dalganın kaynaktaki genliği, r uzaklık, A_r r uzaklığındaki dalganın genliği, α sönüm katsayısıdır ve birimi km^{-1} dir.

Anelastik sönüm maddenin moleküler yapısı ile bağlantılı olup, maddenin sismik enerjiyi yutmasıdır. Sönüm katsayısı dalganın frekansına ve dalga yolunun özelliklerine bağlıdır. Sismik hızı v olan bir ortamda, f frekanslı bir dalganın sönüm katsayısı;

$$\alpha = \frac{\pi f}{Qv} \quad (5.3)$$

Bu bağıntı hem cisim dalgaları hem de yüzey dalgaları için geçerlidir. Yüzey dalgalarında v grup hızıdır. Q kalite faktörüdür ve malzemenin özelliklerine bağlıdır. Q ne kadar büyük ise genlik azalımı o derece küçük olacak ve enerji kaybı düşük olacaktır. Genel olarak soğurulma bağıntısı;

$$A_r = \frac{A_0}{r} e^{-\frac{\pi f r}{v Q_0 f^n}} \quad (5.4)$$

5.3 Koda Q

Q değerinin yer içerisinde derinlikle değiştiği yapılmış olan araştırmalarla belirlenmiştir. Tektonik olarak aktif bölgeler genellikle yüksek ısı akısı değerlerine sahip olup, düşük ısı akısına sahip olan ve soğuk olarak nitelendirebileceğimiz bölgelerden daha fazla sönüme sahiptirler. Q değişimleri seyahat – zaman (travel-time) değişimleri ile de ilişkilidir. Hızlı seyahat-zaman yolları yüksek Q, yavaş seyahat-zaman yolları ise düşük Q değerleriyle temsil edilir. Bu sebeptendir ki, Q değerlerinin derinliğe bağlı gösterimi termal akışkanlar hakkında bilgi taşımaktadır. Sismogramlar çoklu varışlar içermektedir. Bunların bir kısmı tabakalı ortam ara yüzeylerindeki yansımalar ve dönüşmüş fazlardan kaynaklanmaktadır. Büyük bir kısmı ise, küçük ölçekli heterojenitelerden kaynaklanan dalga cephesi girişimlerinin neden olduğu saçılmalar tarafından üretilmektedir. Rastgele dağılmış heterojenitelerden geri saçılan dalgacıkların süperpozisyonu şeklinde oluşan Koda dalgaları, bölgesel kısa periyot sismogramlarda P ve S dalgalarından sonra, bu dalgalara kuyruk oluşturmuş şekilde gözlemlenir (Aki 1969, Aki ve Chouet, 1975). Bu nedenle Koda (Coda) dalgaları olarak isimlendirilir.

Sismik dalgaların soğurulması bir takım fiziksel parametere ile ilişkilidir. Sıcaklık, basınç ve saturasyon gibi parametrelerin yanında ortamdaki heterojenite de belirleyici bir etmendir. Geçmişte yer alan çalışmalara göre α soğurulma katsayısı, δ logaritmik azalım değeri olmak üzere kalite faktörü Q;

$$Q = \frac{\pi f}{\alpha V} = \frac{\pi}{\delta} \quad (5.5)$$

şeklinde ifade edilir. S dalgasının hızını V, frekansı ise f temsil etmektedir. Sınırlı bir ortamda çoğunlukla cisim dalgalarının soğurulması baz alınmasına rağmen, nadiren dispersif dalgalar da soğurulmanın belirlenmesinde kullanılmaktadır.

Q_c kabuk içerisindeki heterojenite ile birlikte değişkenlik gösterdiğinden, düşük Q_c değerleri kabukta ayrışmanın fazla olduğunu göstermektedir. Bu durum o bölgenin sismik açıdan faal olduğunu göstermektedir. Q_c yüksek değerlerde ise kabuğun daha durağan olduğu sonucu çıkarılmaktadır.

Dalga yayılımı uzay ve zaman ortamında tanecik hareketinin değişimini ifade etmektedir. Dolayısıyla, dalganın soğurulması uzay ve zaman ortamında değerlendirilebilmektedir. Ele alınan bir bölge için, dalga zamanla ve uzaklığa bağlı olarak soğurulmaktadır. Dalga hareketi için, frekansın fonksiyonu olarak kalite faktörü $Q(w)$;

$$\frac{1}{Q(w)} = \frac{1}{2\pi} \frac{\Delta E}{E} \quad (5.6)$$

şeklinde ifade edilir. Bu tanımlamada, $1/Q$, w açısal frekansına bağlı harmonik hareketin bir periyodunda saçılan ΔE enerjisinin, maksimum enerjiye ya da aynı süreç boyunca yüklenen enerjiye oranını gösterir. Denklem (5.6) no'lu bağıntı kullanıldığında gerilme ve deformasyon arasındaki faz açısı δ ile Q arasında;

$$\frac{1}{Q} = \tan \delta \quad (5.7)$$

ilişkisi vardır.

Genliğin soğurulan harmonik kısmı $A \exp \frac{-\pi}{Q}$ şeklinde azalım gösterdiği görülür. Enerjinin, genliğin karesiyle doğru orantılı olması nedeniyle, enerjinin azalımı;

$$\Delta E = A^2 \left[1 - \exp \left(-\frac{2\pi}{Q} \right) \right] \quad (5.8)$$

şeklinde ifade edilir. $\frac{\Delta E}{E}$ oranının alınmasıyla, (5.6) numaralı bağıntı elde edilir. $\frac{\Delta A}{A}$ oranından dalga yayılım bağıntısı;

$$\frac{1}{Q} = \frac{1}{\pi} \frac{\Delta A}{A} \quad (5.9)$$

şeklinde ifade edilir.

Koda kalite faktörü Q_c iki durumdan etkilenmektedir. Bunlar, içsel sürtünme sırasında ısıya dönüşüm sebebiyle dalga enerjisindeki azalmayı belirten anelastik sönüm Q_i (kesme dalgası soğurulma değerine Q_β eşittir) ve saçınımdan kaynaklanan soğurulmayı ifade eden Q_s ' tir.

$$Q = \frac{\pi f}{\alpha V} = \frac{\pi}{\delta} \quad (5.10)$$

Koda kalite faktörü Q_c bu şekilde ifade edilir. Dainty (1981), bağıntısında Q_s ;

$$\frac{1}{Q_s} = \frac{g\Gamma}{w} \quad (5.11)$$

şeklinde gösterilir. Burada w açısal frekans, g dispersiyon katsayısıdır.

$$g = \frac{\Delta I}{I_x L} \quad (5.12)$$

Bu ifade de ise I enerjiyi, L 'de heterojen ortamdaki tabakanın kalınlığını temsil eder. Koda dalgası genliğinin zamanla azalması;

$$A(w, t) = A_0 \exp \left(-\frac{wt}{2Q_c} \right) \quad (5.13)$$

şeklinde ifade edilir. Frekans bağımlı değişen Q_c fonksiyonu;

$$Q_c(w) = Q_0 \left(\frac{w}{w_0} \right)^n \quad (5.14)$$

şeklindedir. Burada Q_0 referans frekansı w_0 ile ilişkili olup, Q_0 1 Hz deki Q_c değerini, f frekansı, n ise Q_c 'nin frekans bağımlılığı derecesini gösterir.

Kabuk ile üst mantoda (0-300 km), Q 'nun derinlikle değişimini gösteren birçok model vardır. Sismik veriler küresel simetriye sahip ve frekanstan bağımsız olarak Q modeliyle açıklanmaktadır. Daha önce yapılmış çalışmalar incelendiğinde kabuktaki

ortalama Q değeri yaklaşık 160'tır. Kabuğun altında 50 ile 100 km arasındaki Q değeri yaklaşık olarak 500, astenosferde veya hızın düşük olduğu bölgelerde bu değer (100-200 km) 125 olarak tespit edilmiştir. Koda dalgası kalite faktörü Q_C kabuğun üst kısmındaki yapıyla ilişkilidir. Sığ tabakalarda, Q_C 'nin bölgeden bölgeye 120 ile 600 arasında değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Q_C kabuk içerisindeki ayrışıklığa bağlı değiştiğinden, düşük Q_C değerleri kabuktaki ayrışmanın yüksek olduğunu işaret etmektedir. Bölgenin sismik açıdan aktif olduğunu bu durum belirtmektedir. Q_C yüksek değerlere sahip olduğu takdirde kabuğun daha durağan olduğu sonucu çıkarılmaktadır (Udias, 1999).

İlk olarak Aki ve Chouet (1975) tarafından ortaya çıkartılan ve sonrasında Sato (1977) tarafından geliştirilen tekil saçılma modeli esas alındığında koda dalgasının genlik azalımının zamana ve frekansa bağlı olan fonksiyonu aşağıda verilmektedir. Bu denklem merkez frekans belirtilerek;

$$A(f, t) = ct^{-\alpha} \exp\left(\frac{\pi ft}{2Q_C}\right) \quad (5.15)$$

şeklinde yazılabilir. Burada $A(f, t)$, belirli bir merkez frekansta (f) süzgeçlenmiş koda dalgası genliği, t kayma zamanı, Q_C koda dalgası kalite faktörü, α soğurma katsayısı ve c ise hızdır. Hız; $c=2\sqrt{2\Delta f}$ 'e eşittir. Soğurma katsayısı $-\alpha$ cisim dalgaları için 1, yüzey dalgaları için 0,5 ve saçılan dalgalarda 0,75 olarak kabul edilmektedir (Fehler ve Sato, 1998). Cisim dalgalarının saçılması ele alındığından $\alpha=1$ olarak kabul edilecektir. İki tarafın logaritması alınırsa;

$$\ln A(f, t) = \ln c(f) - \ln(t) - \left(-\frac{\pi ft}{Q_C(f)}\right) \quad (5.16)$$

denklemini elde edilir.

Her bir saçıcıdan gelen ışın yolu dikkate alındığında hesaplanan koda dalgası soğurma değeri frekansa bağımlı olarak ifade edilirse;

$$Q_c(f) = \frac{\pi f}{b} \quad (5.17)$$

şeklinde bulunur. Burada b , eğimi ifade etmektedir. Koda dalgası kalite faktörü hesaplanırken sinyalin koda dalgasını temsil eden bölümün genlikleri kullanılır. Koda dalga penceresinin uzunluğu, deprem büyüklüğü, istasyonun depremin dış merkezine olan uzaklığı gibi etkilere bağlıdır. Bunun yanında koda dalgasının başlangıç zamanı ise yine depremin büyüklüğü ve dış merkez uzaklığı gibi parametrelerle ilişkilidir. Yapılmış olan çalışmalarda bu zaman, S dalgasının varış zamanının oluş zamanı ile arasındaki farkın iki katı alınarak belirlenmektedir. Bunun nedeni ise koda dalgasının kaynak etkisinden mümkün olduğunca uzak tutmaktır (Rautian ve Khalturin, 1978). Koda dalgası kalite faktörü Q_c 'nin frekans ilişkisi aşağıdaki denklemde verilmiştir;

$$Q_c = Q_0 f^n \quad (5.18)$$

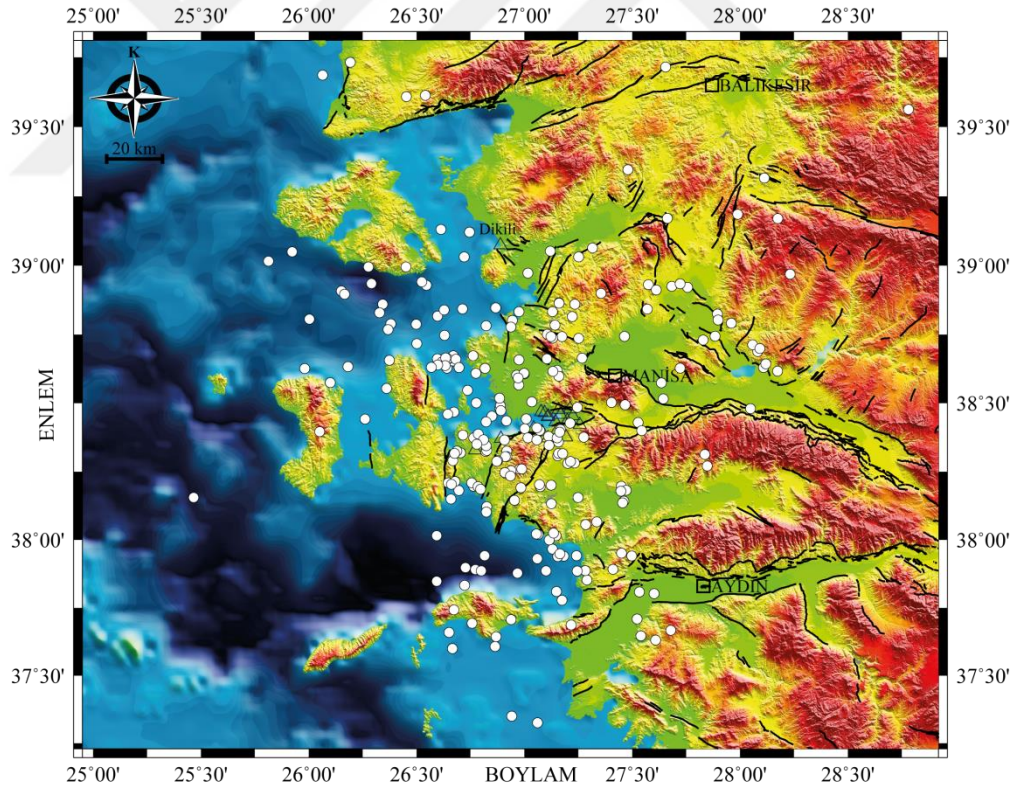
Burada Q_c , koda dalgası kalite faktörünü Q_0 1 Hz frekanstaki Q_c değerini, f frekansı ve n ise Q_c 'nin frekans bağımlılık derecesini ifade etmektedir.

BÖLÜM ALTI

VERİ TABANI VE DEPREM PARAMETRELERİ

6.1 Veri Tabanı

İzmirNET, kuvvetli yer hareketi istasyon ağı tarafından 2008 yılından itibaren kayıt edilen depremler bu tez kapsamında kullanılmıştır. Çalışma kapsamında 265 adet deprem kullanılmış, 5035 dalga formu değerlendirilmiştir. Koda Q analizi için SEISAN (Ottemöller, Voss ve Havskov, 2015) programının alt programı olan CODAQ kullanılmıştır. Büyüklükleri $2,3 \leq M \leq 6,0$ arasında değişen depremlerin episantrları SEISAN yazılımıyla belirlenmiştir. Çalışma alanında meydana gelmiş olan depremlerin lokasyonları Şekil 6.1’de verilmiş ve bu depremlere ait enlem, boylam, büyüklük, değerlendirilen istasyon sayısı EK-1’de yer almaktadır.



Şekil 6.1 Çalışmada kullanılan İzmirNET istasyonları ve değerlendirilen depremlerin, bütünleşik topoğrafya ve batimetri [Farr, (2007); NGDC, (2006)] haritası üzerinde gösterimi

6.2 Koda Q Çalışmaları

Çalışmada SEISAN yazılımı (Ottemöller, Voss ve Havskov, 2015) kullanılmıştır. Bölgeye ait soğurulma karakteristiğinin belirlenebilmesi için tek geri saçılma metodu ile koda dalgası kalite faktörü saptanmıştır. Koda Q analizleri için İzmirNET istasyonlarında kayıt edilmiş depremler kullanılmıştır.

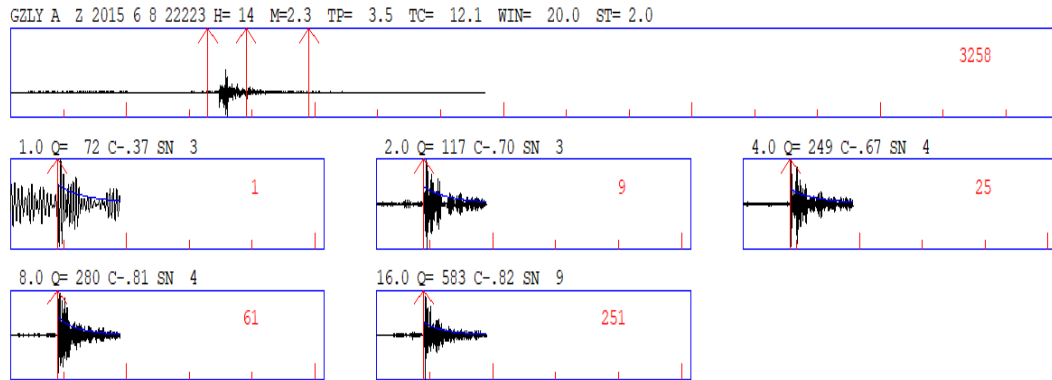
CODAQ programının girdi parametreleri ise şu şekildedir;

```
start in s-times and Vp/Vs ratio (optionally)
2.0,1.74
absolute start time (sec)
0
window length (sec)
20
spreading parameter
1
constant v in q = q0*f**v
1.0
minimum signal to noise ratio
3
noise window in front of signal and length of RMS window
15,5
minimum correlation coefficient
0.60
maximum counts to use
2000000
number of frequencies and number of octaves (optional)
5
frequencies and bands (optional if octave given)
1,0.5
2,1
4,2
8,4
16,8
station(1.line), 30a5, blank line is no default, 2.line is components, 30(a4,1x),
```

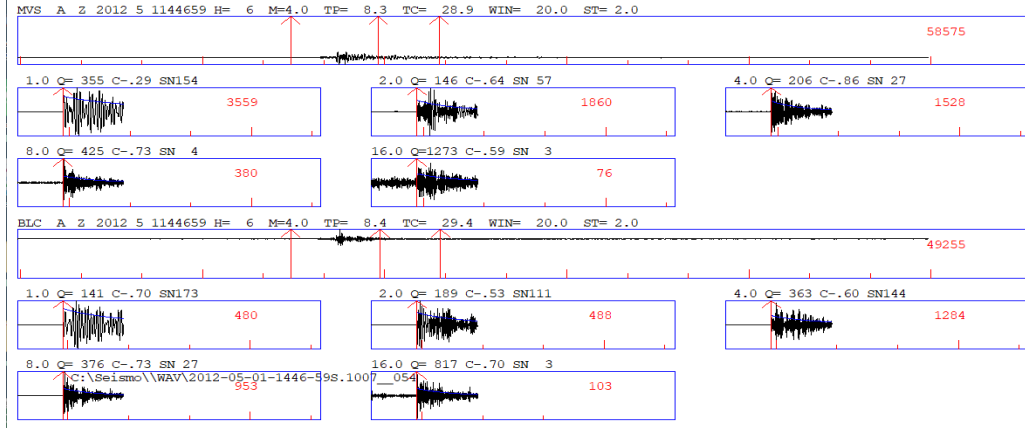
Şekil 6.2 Seisan yazılımına ait Codaq alt programının girdi parametreleri

Koda penceresi S fazı varış zamanı ile oluş zamanı arasındaki sürenin 2 katı olarak alınmıştır. Buradaki amaç kaynak etkisinden mümkün olduğunca uzak durabilmektir. $\frac{V_p}{V_s}$ oranı 1,74 alınmıştır. Koda penceresi başlangıç zamanı 0 saniye, pencere uzunluğu ise 20 saniye alınmıştır. Seçilen her kayma zamanı penceresi ve frekans için saçılan değerler içerisinde geçirilen doğrunun eğimi ile Q_c

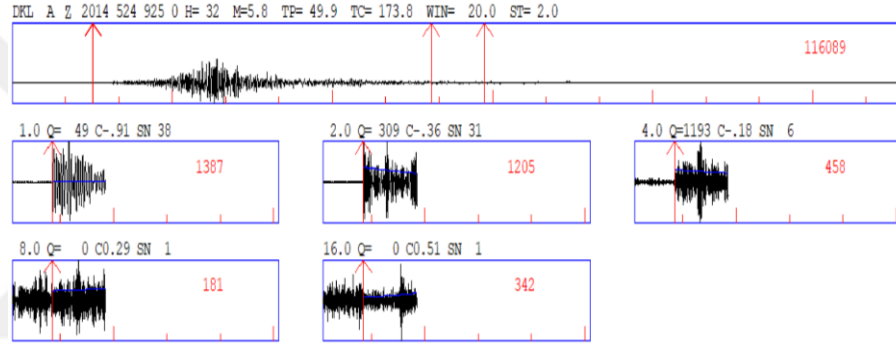
hesaplanmaktadır. $Q_c(f)$ 'in hesaplanmasında koda zarfının kullanılan zaman penceresindeki RMS genlikleri kullanılmaktadır. Saçılma parametresi 1, minimum sinyal-gürültü oranı S/G 3 olarak belirlenmiştir. Sinyalin önündeki gürültü pencere süresi 15 saniye, S/G oranı hesaplanması için gürültü penceresinin süresini belirlemekte kullanılan RMS penceresi ise 5 saniye olarak alınmıştır. Burada Sinyal/Gürültü oranının hesaplanabilmesi için P fazı varış zamanından 15 saniye önceye gidilerek gürültü için 5 saniyelik bir pencere alınmaktadır. Minimum korelasyon katsayısı 0,60 koda penceresindeki maksimum sayım değeri 2000000 belirlenmiştir. Koda penceresindeki sayım değeri bu değer üzerinde ise pencere kullanılmamaktadır. Bunun amacı kırılmış değeri kullanmaktan kaçınmaktır. Butterworth bant geçişli 5 merkez frekans seçilmiştir ve filtreleme işlemi için 1, 2, 4, 8 ve 16 Hz merkez frekansları kullanılmıştır. Kullanılan frekans bantları ise 0,5, 1, 2, 4 ve 8 şeklindedir. Belirli istasyon veya istasyonlar, hangi bileşende hesaplama yapılmak isteniyorsa en alt satırda istasyon kodu ve bileşeni ile birlikte yazılabilmekte bu şekilde ayrıca hesaplama yapılabilmektedir.



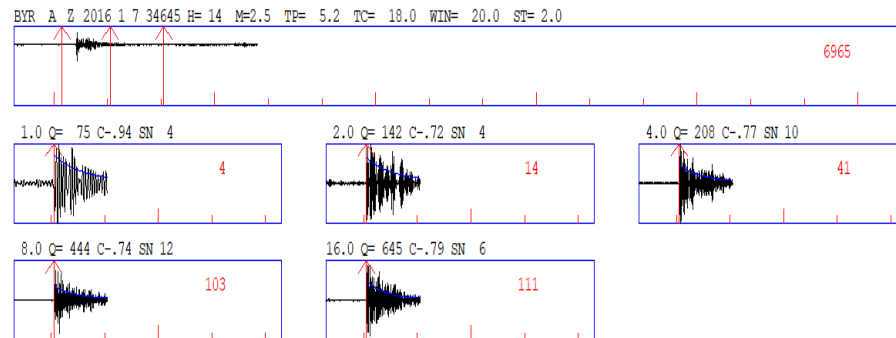
Şekil 6.3 GZLY kodlu Güzelyalı istasyonunun düşey bileşeninde kayıt edilmiş olan 2015.06.08 tarih, saat 22:22'de meydana gelmiş ML 2,3 deprem kaydının koda dalgası analizi sonuçları. Burada H depremin odak derinliğini, M depremin büyüklüğünü, TP ifadesi P dalgası varış zamanını, TC koda dalgası varış zamanını, WIN pencereleme süresini, ST koda dalga penceresinin S fazı varış zamanının 2 katından itibaren alındığını göstermektedir. Q kalite faktörünü, CO korelasyon katsayısını, SN sinyal/gürültü oranını göstermektedir.



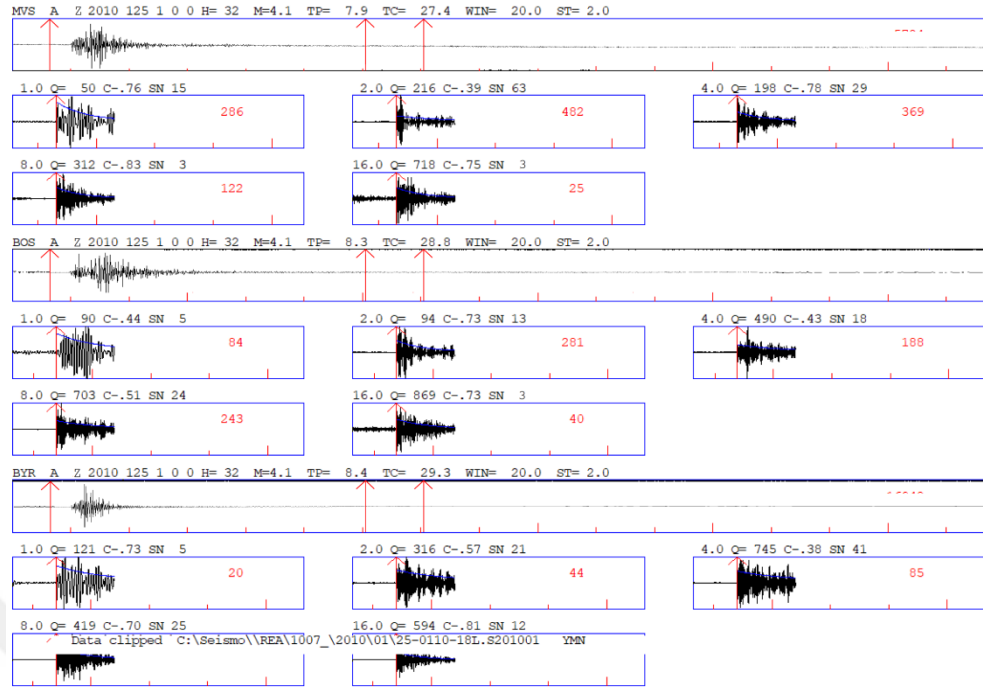
Şekil 6.4 MVS (Mavişehir) ve BLC (Balçova) istasyonlarında değerlendirilen 2012.05.11 tarihli, saat 11:44'te meydana gelmiş ML 4,0 büyüklüğünde depremin koda dalgası analizi



Şekil 6.5 DKL (Dikili) istasyonunda değerlendirilen 2014.05.24 tarihli, saat 09:25'te meydana gelmiş ML 5,8 büyüklüğündeki depremin koda dalgası analizi. Sinyal/Gürültü oranı 3 sınırının altında kaldığı için 8 ve 16 Hz merkez frekanslardaki örneklerde program Koda Q sonucunu elde etmemiştir

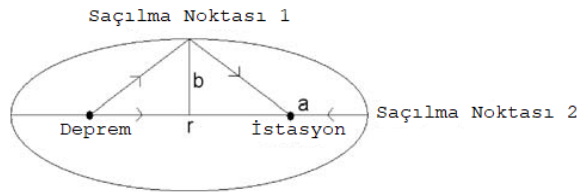


Şekil 6.6 BYR (Bayraklı) istasyonunda değerlendirilen 2016.01.07 tarihli, saat 03:46'da meydana gelmiş ML 2,5 büyüklüğündeki depremin koda dalgası analizi



Şekil 6.7 MVS (Mavişchir), BOS (Bostanlı) ve BYR (Bayraklı) istasyonlarında değerlendirilen 2010.01.25 tarihli, saat 01:10'da meydana gelmiş ML 4,1 büyüklüğündeki depremin koda dalgası analizi

Koda dalgaları kabuğu, depremin hiposantrı ve istasyonun odağındaki bir elipsoit içerisinde inceler. Burada hiposantr derinliğini sıfır aldığımızda ve depremin hiposantrı ile istasyonu x eksenine koyduğumuzda bu elipsoitin yüzey projeksiyonu bir elips olur. Sonuç olarak elipsi meydana getiren etmenler deprem ve istasyona ait koordinatlardır.



Şekil 6.8 Elipsoit koordinat düzlemi

$$V_{st} = r/2 + a + (a-r/2) = 2a \quad (6.1)$$

Buradan a;

$$a = V_s t/2 \quad (6.2)$$

$$(V_s/2)^2 = (r/2)^2 + b^2 \quad (6.3)$$

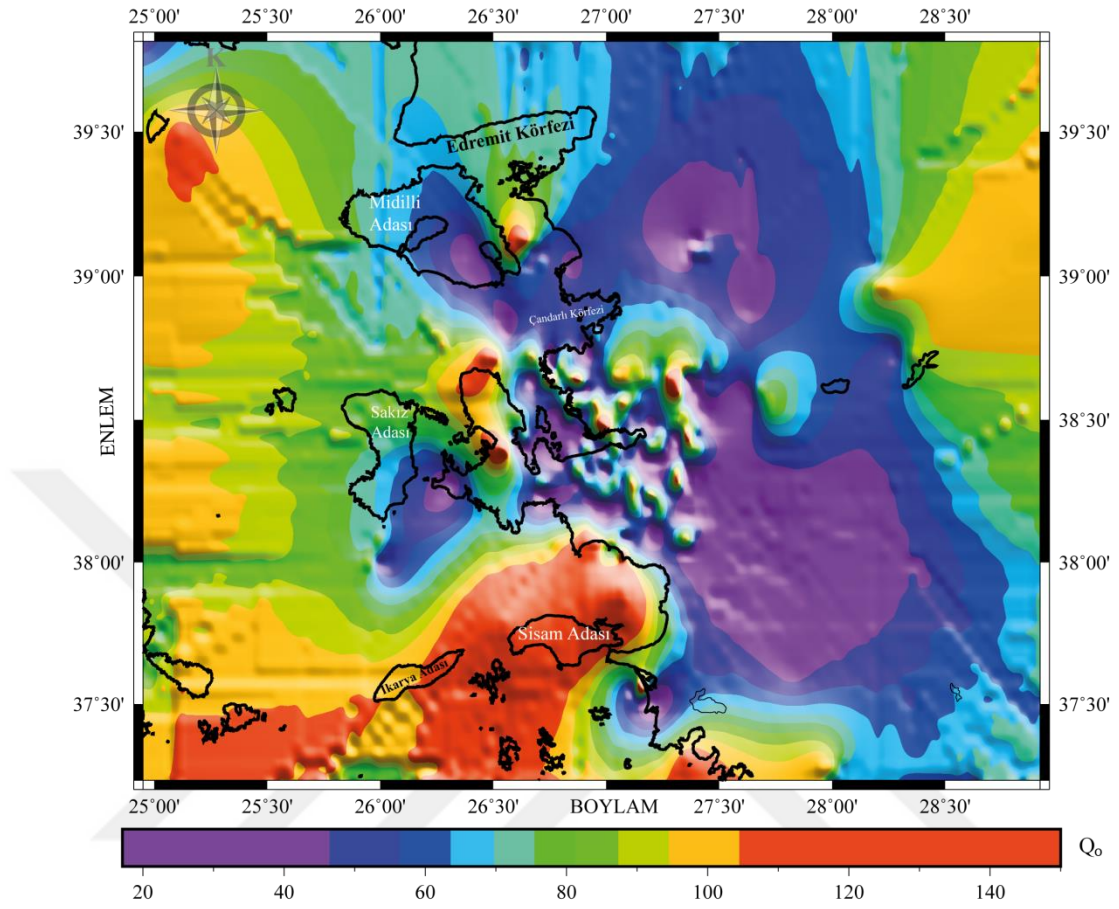
Buradan b²;

$$b^2 = (V_s t/2)^2 - (r/2)^2 \quad (6.4)$$

Burada V_s , bölgeye ait S dalga hızını t(sn) ise kesme zamanını belirtmektedir. V_s hızı 2,93 km/s (Özer ve Polat, 2017) alınmıştır.

CODAQ yazılımı, Koda Q'yu hesaplamasının yanı sıra elde ettiği Koda Q değerlerini codaq.area adlı uzantıda depremin lokasyonu ile depremi kayıt eden istasyon arasındaki orta noktaya atamaktadır. Her bir merkez frekans değeri için bulunan Koda Q değerleri, istasyon ile depremin meydana geldiği konumların orta noktasına karşılık gelen Q ve merkez frekanslara göre codaq.area uzantılı dosyada kayıt edilir. Bu dosyada sırasıyla depremin oluş zamanı, istasyon adı, enlem ve boylamın orta noktası, frekans değeri ve Q_c bulunmaktadır. Elde edilen enlem, boylam ve Koda Q değerleri gridlendirildikten sonra Generic Mapping Tools (Wessel ve Smith, 2018) adlı program kullanılarak kontur haritaları oluşturulmuştur.

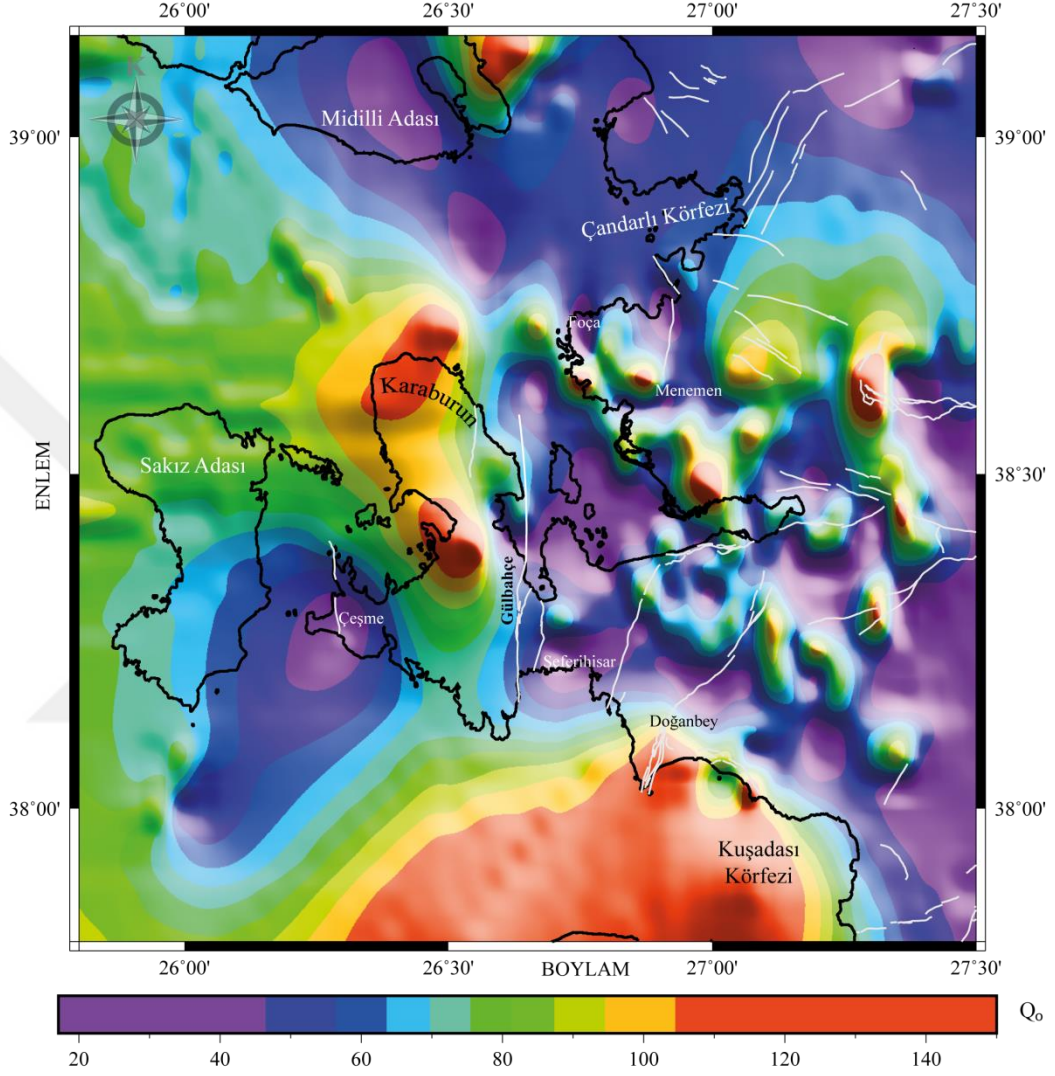
6.3 Bulgular



Şekil 6.9 1 Hz merkez frekansta elde edilmiş Koda Q kontur haritası

1 Hz merkez frekansta elde edilmiş olan Koda Q haritasındaki Q_0 değerleri 12 ile 178,2 arasında değişmektedir. İzmir Körfezi ve çevresinde düşük Q_0 değerleri görülmektedir. Sisam Adası ve çevresinde yüksek Q_0 değerleri göze çarpmaktadır. Büyük ve Küçük Menderes grabenlerinin bulunduğu bölgelerde düşük Q_0 değerleri elde edilmiştir. Karaburun yarımadasında bulunan yüksek Q_0 değerlerinin rijit yapıdaki topoğrafya ile ilişkili olduğu düşünülmektedir ve bölgenin topoğrafyası ile uyumludur. Benzer şekilde körfezin kuzeyinde kalan Yamanlar Dağı'nda da yüksek Q_0 değerleri görülmektedir. Çeşme, Menemen ve Foça gibi bölgelerde düşük Q_0 değerleri tespit edilmiştir. Bu bölgeler ayrıca jeotermal kaynaklar içermesi nedeniyle Q_0 değerlerindeki azalışa sebep olduğu düşünülmektedir. Edremit ve Çandarlı Körfezleri'nde düşük Q_0 değerlerinin Çandarlı Körfezi ve çevresinde yer alan ısı akışı sebebiyle meydana geldiği düşünülmektedir. Midilli Adası'nın güneyindeki

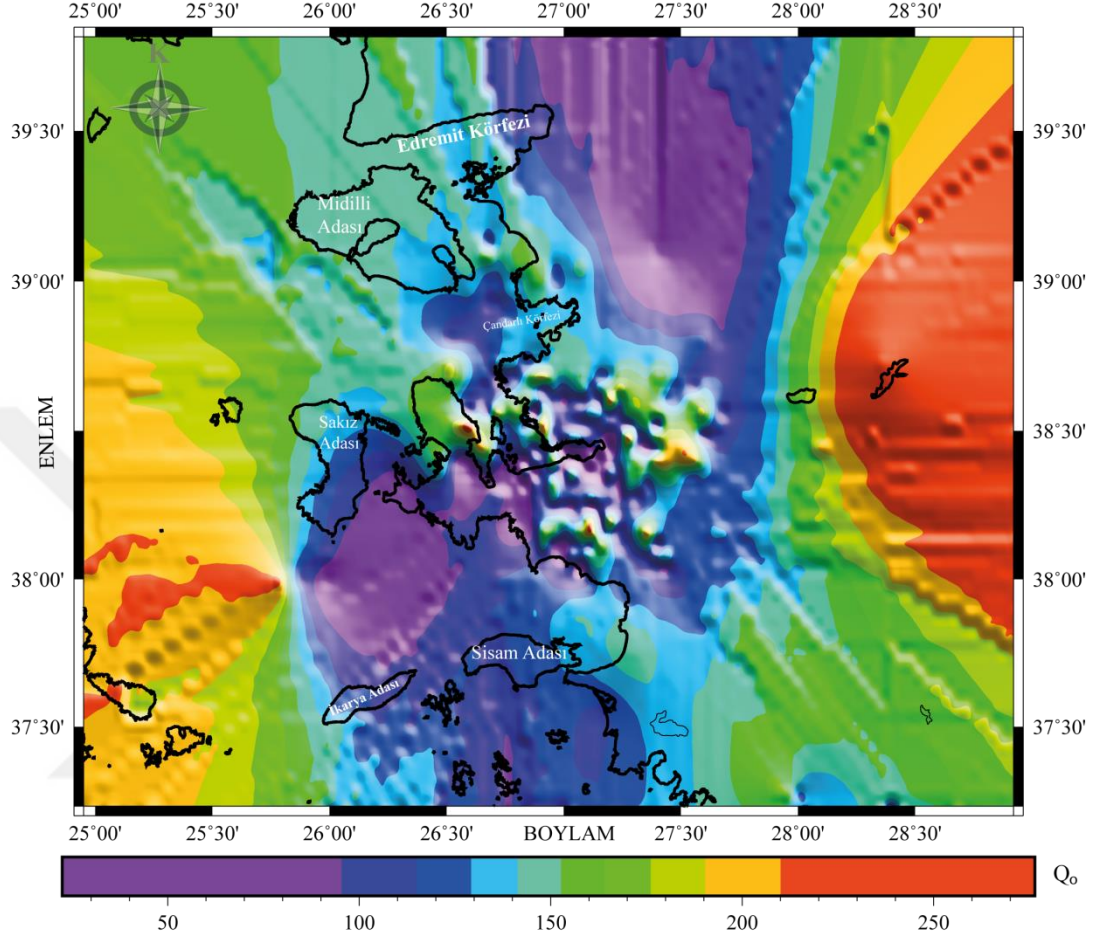
yüksek sismisite ve heterojenite, düşük Q_0 değerleri ile örtüşmektedir. Seferihisar ve Urla ekseninde bulunan faylanmalar ve yüksek sismisite ile düşük Q_0 değerlerinin uyumlu olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 6.10 İzmir odaklı 1 Hz merkez frekansta elde edilmiş Koda Q kontur haritası

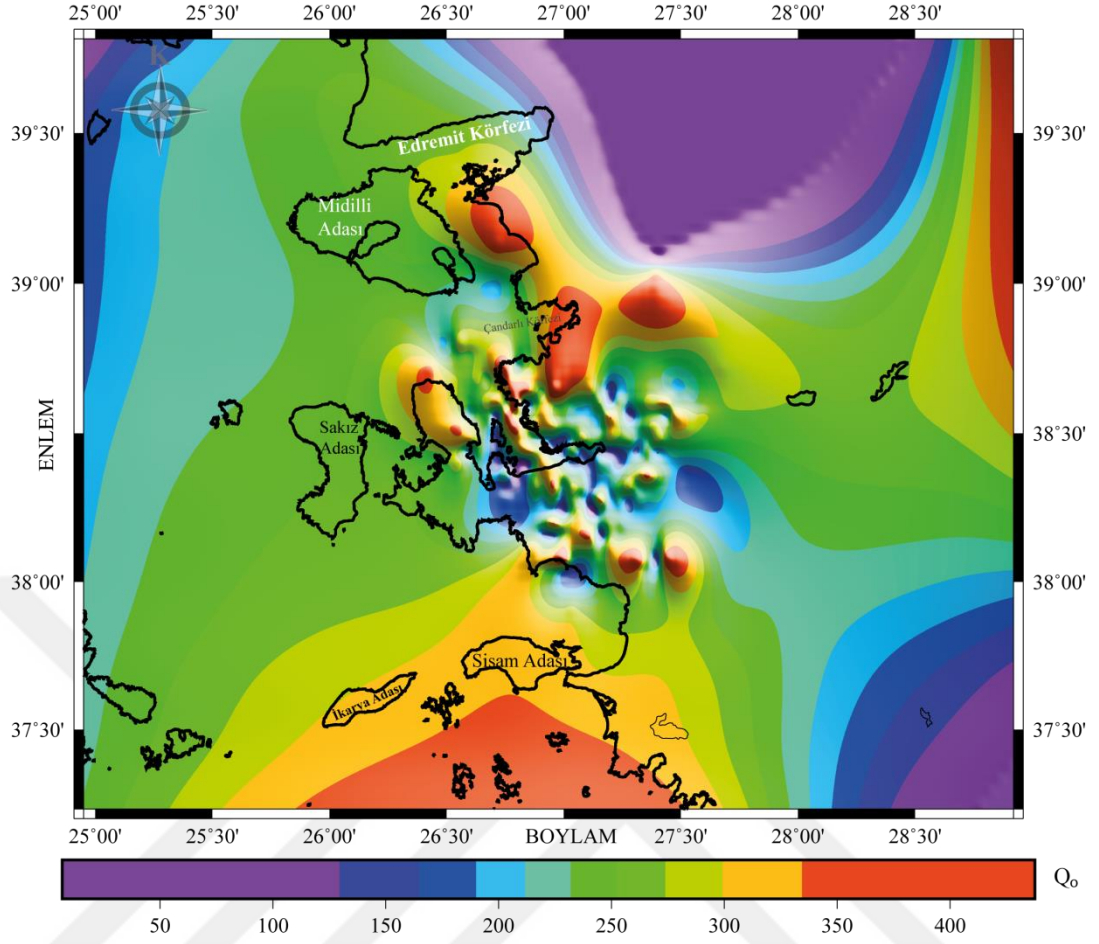
Çalışma bölgesini daha yakından inceleyebilmek ve yorum yapabilmek amacıyla İzmir ve yakın çevresi için daha küçük bir ölçekte Koda Q kontur haritası elde edilmiştir. Bölgede bulunan faylar, MTA haritasından alınmış ve beyaz çizgiler ile gösterilmektedir. Kuşadası Körfezi ve çevresinde gözlemlenen yüksek Q_0 değerlerinin batimetriden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Çeşme, Gülbahçe, Seferihisar, Doğanbey, Foça ve Menemen bölgelerinde kontrast farkları göze çarpmaktadır. Özellikle Gülbahçe fayı ile Karaburun bölgesindeki topoğrafyanın

yaratmış olduğu düşünölen yüksek Q_0 değöerleri arasındaki kontrast farkı belirgin bir şekilde gözökmektedir.



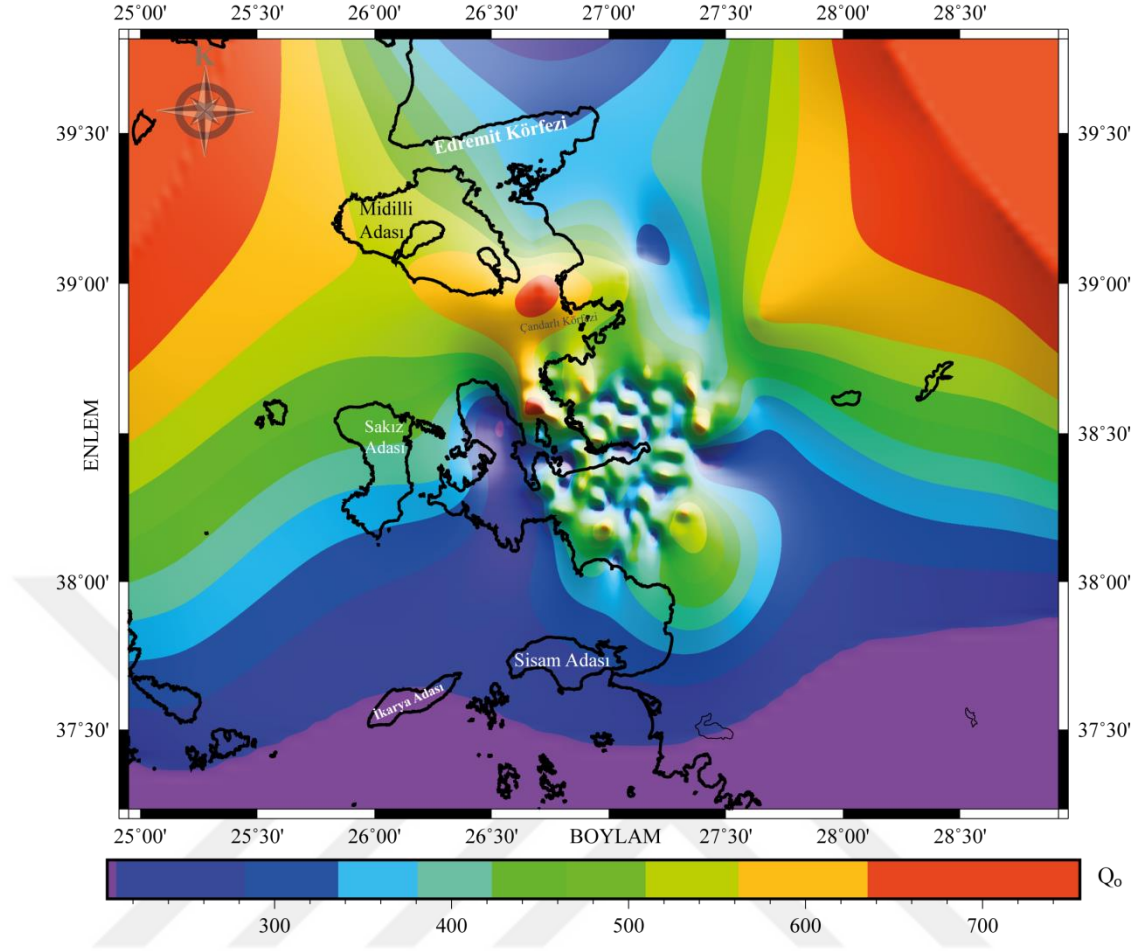
Şekil 6.11 2 Hz merkez frekansta elde edilmiş Koda Q kontur haritası

2 Hz merkez frekansta elde edilmiş olan Koda Q haritasındaki Q_0 değöerleri 18,7 ile 293,7 arasında değışmektedir. 2 Hz merkez frekansta elde edilmiş kontur haritasının, 1 Hz merkez frekansta elde edilen kontur haritası ile benzer şekilde Q_0 değışimlerine sahip olduğu gözlenmektedir. İzmir ve çevresindeki ayrımlılık yüksektir. Q_0 değöerleri bölgenin tektonik ve topoğrafik yapısıyla uyumlu olduğu gözlenmiştir.



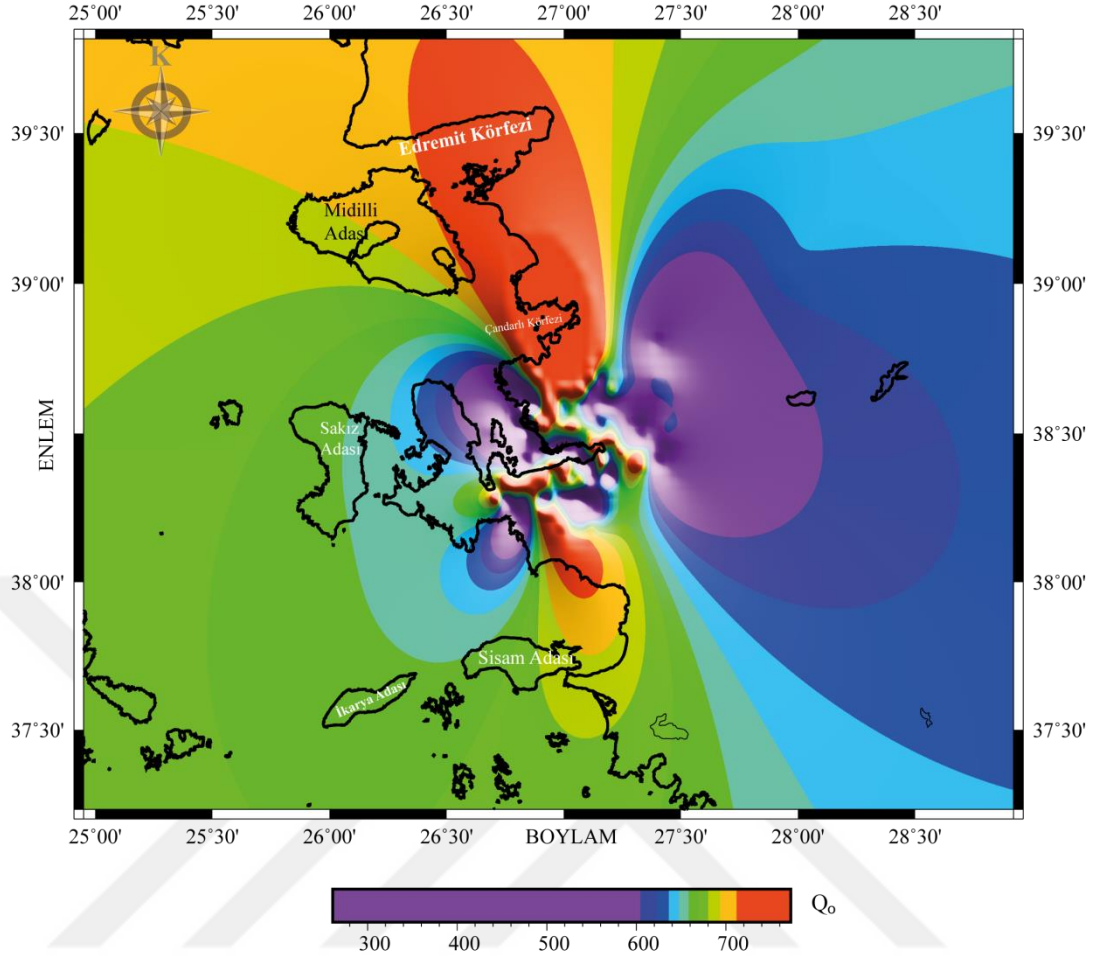
Şekil 6.12 4 Hz merkez frekansta elde edilmiş Koda Q kontur haritası

4 Hz merkez frekansta elde edilmiş Koda Q haritasındaki Q_0 değerleri 26,4 ile 469,2 arasında değişmektedir. İzmir iç körfezi ve çevresinde düşük Q_0 değerleri ve kontrast farkı gözlenmektedir. 1 ve 2 Hz merkez frekanslarda elde edilmiş Q_0 değerlerine benzer şekilde bir Q_0 değişimi söz konusudur. İç körfezden dış körfeze gidildikçe Q_0 değerlerinin yükseldiği gözlenmektedir. İzmir ve çevresinden uzaklaştıkça ayrımlılık azalmaktadır.



Şekil 6.13 8 Hz merkez frekansta elde edilmiş Koda Q kontur haritası

8 Hz merkez frekansta elde edilmiş Koda Q haritasındaki Q_0 değerleri 208,1 ile 753,5 arasında değişmektedir. İzmir iç körfezi ve çevresinde yüksek ayrımlılık gözlenmektedir. Dış körfeze doğru Q_0 değerlerinde artış göze çarpmaktadır. Çandarlı Körfezi'nin kuzey batısı ile Foça'nın güney batısı arasında kalan bölgede yüksek Q_0 değerleri gözlenmektedir. Seferihisar ile Urla arasında düşük Q_0 değerleri elde edilmiştir. İzmir ve çevresinden uzaklaştıkça ayrımlılık azalmaktadır.



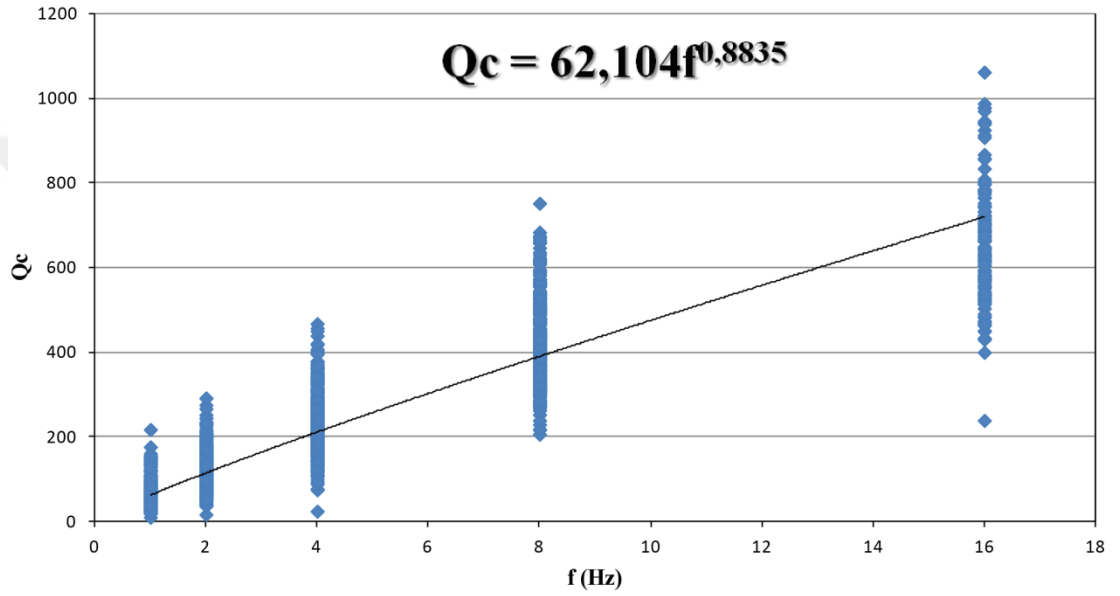
Şekil 6.14 16 Hz merkez frekansta elde edilmiş Koda Q kontur haritası

16 Hz merkez frekansta elde edilmiş Koda Q haritasındaki Q_0 değerleri 240,8 ile 1063,2 arasında değişmektedir. İzmir Körfezi ve çevresinde düşük Q_0 değerleri göze çarpmaktadır. İç körfezin kuzeyinde ve güneyinde Q_0 artışları gözlenmiştir. İzmir ve çevresinden uzaklaştıkça ayrımlılık azalmaktadır.

BÖLÜM YEDİ

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İzmir ve çevresinde meydana gelmiş yaklaşık 2000 adet depremin deprem parametreleri elde edilmiş bu depremlerden kriterlere uygun 265 adedi seçilerek 5035 dalga formu değerlendirilmiş ve bölgeye ait frekansa bağlı soğurulma denklemi elde edilmiştir (Şekil 7.1).



Şekil 7.1 Koda Q'nun frekansa bağlı değişimi ve $Q_c(f)$ bağıntısı

1, 2, 4, 8, 16 Hz merkez frekanslarda elde edilmiş Q_0 değerleri ile kontur haritaları çizdirilmiştir. Koda Q değerlerindeki değişimler bütünleşik batimetri-topoğrafya haritası ve jeolojik harita ile birlikte yorumlanmıştır.

Özellikle İzmir iç körfezde karmaşık tektonik yapı sebebiyle olduğu düşünülen Q_0 değerlerinin yaratmış olduğu kontrast farkları göze çarpmaktadır. Dış körfeze doğru ilerledikçe Koda Q değerlerinde düşüş gözlenmektedir. Gülbahçe (Urla) fayının bulunduğu bölgede düşük Koda Q değerleri gözlenmektedir.

Menemen'in güneyinde kalan Yamanlar dağının bulunduğu bölgedeki rijit yapının yüksek Koda Q değerlerini yarattığı düşünülmektedir.

Çandarlı Körfezi ve çevresindeki bölgede ısı akısından kaynaklı olarak düşük Koda Q değerlerine sebep olduğu düşünülmektedir. Ayrıca bu alandaki Sakarya zone ile neojen dönem volkanik-sedimanter kayalar sınırlayacak şekilde bulunan bindirme fayının da etkisiyle güney doğusunda bir kontrast farkını yarattığı düşünülmektedir.

Foça'daki jeotermal alan sebebiyle Koda Q değerleri düşmekte olup kontrast farkını meydana getirdiği düşünülmektedir. Foça'nın güneyinde kalan bölgede oluşmuş olan kontrast farkının, alüvyon birimlerden neojen yaşlı volkanik-sedimanter kayaların olduğu birimlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Menemen'deki jeotermal alan ve kuvaterner yaşlı alüvyonlu bölgeler düşük Koda Q değerlerine sebep olduğu düşünülmektedir. Seferihisar bölgesindeki geç miyosen dönem sedimanları ile bölgedeki KD-GB yönlü faylanmaların Koda Q değerlerini düşürdüğü düşünülmektedir. Ayrıca bu bölgede jeotermal kaynaklar da bulunmaktadır.

Manisa ilinde yer alan Spil Dağı'nın yaratmış olduğu düşünülen, İzmir iç körfezinin kuzey doğusundaki yüksek Koda Q değerleri gözlenmektedir. Gediz grabeninin bulunduğu alüvyon bölgelerde düşük Koda Q değerleri göze çarpmaktadır.

Düşük frekansta derin etkilerle elde edilmiş haritalarda ayrımlılık ve kontrast farkı göze çarparken, yüksek frekansta ise bu durum gözlenmemektedir.

Şekil 7.1' de görüldüğü üzere Q_c değeri frekans bağımlı, frekans ile doğru orantılı şekilde artış göstermektedir. Frekans artıkça Q değerleri de artmaktadır. Frekans bağımlılığının yüksek olması, bölgenin tektonik yapısıyla ilişkili olduğunu ve yapılan bölgesel çalışmalarla uyum içerisinde olduğunu göstermektedir. Koda değerlerine bakıldığında 1 Hz'lik haritanın bu yapıyla olan uyumu göze çarpmaktadır.

Sismik olarak aktif olan İzmir ve çevresinde özellikle alüvyon olarak tanımladığımız iç körfezde, soğurulmanın aktif tektonizmayı destekler şekilde daha yüksek değerlere sahip olduğu gözlenmiştir. Bornova havzası ve Menemen ovası gibi çöküntü alanlarında da yine soğurulma yüksek olarak bulunmuştur. Karaburun, Yamanlar gibi topoğrafik olarak yüksek bölgelerde ve volkanik kayaçların bulunduğu bölgelerde ise düşük soğurulma olduğu tespit edilmiştir.



KAYNAKLAR

- Abercrombie, R. E. (1997). Near surface attenuation and site effects from comparison of surface and deep borehole recordings. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 87, 731-744.
- Akçıĝ, Z. (1988). Batı Anadolu'nun yapısal sorunlarının gravite verileri ile irdelenmesi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 31, 63-70.
- Aki, K. (1969). Analysis of the seismic coda of local earthquakes as scattered waves. *Journal of Geophysical Research*, 74, 615-631.
- Aki, K. ve Chouet B. (1975). Origin of coda waves: source, attenuation and scattering effects. *Journal of Geophysical Research*, 80, 3322-3342.
- Aki, K. (1980). Scattering and attenuation of shear waves in the lithosphere. *Journal of Geophysical Research*, 85, 6496-6504.
- Akıncı, A., Taktak G., Ergintav S. (1994). Attenuation of coda waves in Western Anatolia. *Physcial Earth Planet Interiors*, 87, 155-165.
- Akyol, N. (2015). Lapse time dependence of coda wave attenuation in Central West Turkey. *The International Journal of Integrated Solid Earth Sciences*, 659, 53-62.
- Alptekin, Ö. (1973). *Fochal mechanisms of earthquakes in Western Turkey and their implications*: Phd Thesis, New Mexico Institute of Mining and Technology Socorro, New Mexico.
- Altunkaynak, Ş. ve Yılmaz, Y. (2000). Foça yöresinin jeolojisi ve aktif tektoniĝi, Batı Anadolu. *Batı Anadolu'nun Depremselliĝi Sempozyumu*, 1 (1), 160-165.

Bingöl, E. (1976). Batı Anadolu'nun Jeotektonik evrimi. *Maden Teknik Arama Dergisi*, 86, 14-34.

Choudhury, A. (1972). P wave attenuation in the mantle. *Zeitschrift für Geophysik*, 68, 609-618.

Çınar, M. (2012). *Güneybatı Anadolu Bölgesinde yüksek frekanslı dalga yayılımının belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.

Dainty, M. (1981). A scattering model to explain seismic Q observations in the lithosphere between 1 and 30 Hz. *Geophysical Research Letters*, 8, 1126-1128.

Dewey, J.F. ve Şengör, A.M.C. (1979). Aegean and surrounding regions: complex multi-plate and continuum tectonics in a convergent zone. *Geological Society of America Bulletin*, 90 (1), 84-92.

Emre, Ö. ve Barka, A. (2000). Gediz grabeni – Ege denizi arasının (İzmir yöresi) aktif fayları. *Batı Anadolu'nun Depremselliği Sempozyumu*, 21-23 Ocak, İzmir, Türkiye.

Emre, Ö., Özalp, S., Doğan, A., Özaksoy, V., Yıldırım, C. ve Göktaş, F. (2005). *İzmir Yakın Çevresinin Diri Fayları ve Deprem Potansiyelleri*. Maden Tetkik Arama Enstitüsü (MTA) Rapor no: 10754.

Engelhard, L., Doan, G., Drews, P., Neupert, F., Sattlegger, J. ve Schonfeld, U. (1996). Determination of seismic wave from actual field data, as well as consideration to fundamental questions from model and laboratory measurements. *Deutsche Wissenschaftliche Gesellschaft für Erdöl*, 254, 83-119.

Farr, T.G., Rosen, P.A., Caro, E., Crippen, R., Duren, R., Hensley, S. ve diğer. (2007). The Shuttle Radar Topography Mission. *Reviews of Geophysics*, 45 (2), 19-20.

- Genç, Ş.C., Altunkaynak, Ş., Karacık, Z., Yazman, M., Yılmaz, Y. (2001). The Çubukludağ graben, south of İzmir: tectonic significance in the Neogene geological evolution of the Western Anatolia. *Geodinamica Acta*, 14, 1-12.
- Gladwin, M. T. ve Stacey, F. D. (1974). Anelastic degradation of acoustic pulses in rocks. *Physics of the Earth and Planet Interiors*, 8, 332-336.
- Gök, E., Polat, O. (2011). İzmir Kuvvetli Yer Hareketi Deprem İstasyon Ağı: İzmirNET. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15 (3), 233-243.
- Güleroğlu, M. (2015). *Kuzey Anadolu Fay Zonu boyunca P, S ve koda dalgalarının frekans bağımlı soğurulması*. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.
- Havskov, J. ve Ottemöller, L. (2010). *Routine data processing in earthquake seismology*, (262-270). Netherlands: Springer.
- İnci, U., Sözbilir, H., Sümer, Ö. ve Erkül, F. (2003). Urla-Balıkesir arası depremlerin nedeni fosil bir fay. *Cumhuriyet Bilim ve Teknik Dergisi*, 21, 7-8.
- Jannsen, D., Voss, J. ve Theilen, F. (1985). Comparison of methods to determine Q in shallow marine sediments from vertical reflection seismograms. *Geophysical Prospecting*, 29, 479-497.
- Johnston, D.H. ve Toksöz, M.N. (1981). Definition and terminology: seismic wave attenuation. *Society of Exploration Geophysicist Reprint Series*, 2, 691-711.
- Knopoff, L. (1964). Q. *Review of Geophysics*, 2 (4), 625-660.
- Knopoff, L. ve MacDonald, G.J.F. (1958). Attenuation of small amplitude stress waves in solids. *Reviews of Modern Physics*, 30, 1178-1192.

- Kocaefe, S. S. (1981). *Batı Anadolu aktüel tektoniği ve Ege-Anadolu plakaları arası yapısal ilişkinin saptanması*. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Kjartansson, E. (1979). Constant Q – Wave Propagation and Attenuation. *Journal of Geophysical Research*, 84, 4737-4748.
- McClusky, S., Balassanian, S., Barka, A., Demir, C., Ergintav, S., Georgiev, I. ve diğer. (2000). Global Positioning System constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus. *Journal of Geophysical Research*, 105, 5695-5719.
- McClusky, S., Reilinger, R., Mahmoud, S., Ben-Sari, D. ve Tealeb, A. (2003). GPS constraints on Africa (Nubia) and Arabia plate motions. *Geophysical Journal International*, 155, 126-138.
- McKenzie, D.P. (1972). Active tectonics of the Mediterranean Region. *Geophysical Journal International*, 30, 109-1858.
- Mozafari, N., Tikhomirov, D., Sumer, Ö., Özkaymak, Ç., Uzel, B., Yeşilyurt, S. ve diğer. (2019). Dating of active normal fault scarps in the Büyük Menderes Graben (western Anatolia) and its implications for seismic history. *Quaternary Science Reviews*, 220, 111-123.
- McKenzie, D.P. (1978). Active tectonics of the Alpine-Himalayan Belt: The Aegean sea and its surrounding regions. *Geophysical Journal International*, 55, 217-254.
- Mikumo, T. ve Kurita, T. (1968). Q distribution for long period P waves in the Mantle. *Journal of Physics of The Earth*, 16, 1057-1071.
- National Geophysical Data Center, (2006). *Two-minute gridded global relief data (ETOPO2) v2 National Centers For Environmental Information*. 25 Ekim 2019, <https://data.nodc.noaa.gov/cgi-bin/iso?id=gov.noaa.ngdc.mgg.dem:301>.

- Ocakoğlu, N., Demirbağ, E. ve Kuşçu, İ. (2004). Neotectonic structures in the area offshore of Alaçatı, Doğanbey and Kuşadası (western Turkey): evidence of strike-slip faulting in the Aegean extensional province. *The International Journal of Integrated Solid Earth Sciences*, 391, 67-83.
- Ocakoğlu, N., Demirbağ, E. ve Kuşçu, İ. (2005). Neotectonic structures in İzmir Gulf and surrounding regions (western Turkey): Evidences of strike-slip faulting with compression in the Aegean extensional regime. *Marine Geology*, 219, 155-171.
- Ottmøller, L., Voss, P. ve Havskov, J. (2015). *Seisan Earthquake Analysis Software for Windows, Solaris, Linux and MacOSx*, 01 Nisan 2019, ftp://ftp.geo.uib.no/pub/seismo/software/seisan/older_versions/seisan_10.3/.
- Özer, Ç., Polat, O. (2017). İzmir ve Çevresinin 1-B (Bir-Boyutlu) Sismik Hız Yapısının Belirlenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 16, 147-168.
- Raikes, S. A., ve White, R. E. (1984). Measurements of earth attenuation from downhole and surface seismic recordings. *Geophysical Prospecting*, 32, 892-919.
- Sato, H. (1977). Energy propagation including scattering effects: single isotropic scattering approximation. *Journal of Physics of the Earth*, 25, 27-41.
- Sato, H., Fehler, M. (1998). *Seismic Wave Propagation and Scattering in the Heterogeneous Earth (2.baskı)*, (297-308). New York: Springer and Verlag Berlin Heidelberg.
- Şahin, Ş. ve Çınar, M. (2014). Frequency-Dependent Attenuation of Coda Waves in the Crust in Southwest Anatolia (Turkey). *Pure and Applied Geophysics*, 171, 1203-1218.

- Şahin, Ş. (2008). Lateral variations of coda Q and attenuation of seismic waves in Southwest Anatolia. *Journal of Seismology*, 12, 367-376.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Boray, A. (1987). *Türkiye'nin Diri Fayları ve Depremsellikleri*. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Rapor No: 8174.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Kuşçu, İ. (1992). *Türkiye Diri Fay Haritası, ölçek: 1:2,000,000*, Ankara.
- Taymaz, T., Yılmaz, Y. ve Dilek, Y. (2007). The Geodynamics of the Aegean and Anatolia. *Geological Society London Special Publications*, 291, 1-16.
- Tonn, R. (1991). The determination of the seismic quality factor Q from VSP data: a comparison of different computational methods. *Geophysical Prospecting*, 39, 1-27.
- Wessel, P., Smith, W. H. F., Scharroo, R., Luis, J. ve Wobbe, F. (2018). Generic Mapping Tools: Improved Version Released. *EOS Transactions American Geophysical Union*, 94 (45), 409-410.

EKLER

EK-1: KODA Q ÇALIŞMASI KAPSAMINDA KULLANILAN DEPREM PARAMETRELERİNİN TABLOSU

TARİH	SAAT	ENLEM	BOYLAM	BÜYÜKLÜK	İSTASYON SAYISI
2008-08-10	02:22:22	38,379	27,112	3	13
2008-09-03	11:58:09	38,407	27,002	2,8	7
2008-11-03	02:48:19	38,197	26,764	2,6	12
2008-11-18	20:06:15	38,366	26,908	3,1	12
2008-11-18	20:10:59	38,436	26,917	2,8	10
2008-11-19	06:07:30	38,374	27,016	3	9
2009-01-19	19:17:18	38,607	27	3,8	14
2009-01-19	10:45:50	38,566	26,974	3,5	11
2009-01-22	01:23:37	38,29	26,668	3	11
2009-01-22	06:27:07	38,662	27,104	2,8	8
2009-01-24	17:53:30	38,602	26,964	3,3	9
2009-01-25	03:53:17	38,609	26,999	3,4	15
2009-01-28	09:17:53	37,802	27,602	4,1	15
2009-02-16	01:47:37	38,742	27,175	3,7	10
2009-02-27	14:51:27	38,325	26,919	3	13
2009-03-10	10:13:21	38,63	28,109	4	15
2009-03-14	18:53:39	38,847	26,867	3,9	7
2009-06-20	08:28:20	37,667	27,679	5,4	10
2009-08-02	04:18:46	38,319	26,704	3,2	15
2009-08-22	19:21:29	38,401	27,071	3,4	15
2009-08-30	08:06:09	38,366	27,058	2,7	11
2009-10-10	08:36:49	38,453	26,849	2,9	9
2009-12-04	06:02:17	38,015	29,071	4,4	12
2009-12-28	22:02:05	38,801	26,944	2,6	15
2010-01-25	01:10:19	38,777	26,937	4,1	15
2010-02-07	14:33:53	38,181	26,696	3	12
2010-03-02	00:43:00	39,241	30,974	4,4	15
2010-03-26	18:35:56	37,833	26,723	4,7	16
2010-03-26	19:25:39	38,442	26,261	4	15
2010-04-17	09:49:48	38,376	27,275	2,9	10

Ek-1 devamı

2010-05-01	03:21:08	38,427	27,212	2,9	16
2010-05-11	17:49:01	38,547	26,737	2,9	14
2010-05-12	22:49:56	38,485	27,246	2,6	14
2010-05-23	03:13:09	38,737	27,131	2,7	7
2010-05-26	02:15:41	39,031	27,252	3,1	13
2010-05-26	01:58:56	39,064	27,316	2,7	10
2010-05-30	21:15:25	38,482	26,886	2,9	14
2010-07-20	19:57:33	37,931	27,06	3	13
2010-07-28	15:14:12	37,631	27,609	3,8	14
2010-08-04	20:38:42	37,35	26,941	4	12
2010-08-08	11:14:33	37,898	26,727	3,2	13
2010-08-11	02:16:19	37,942	26,816	3,9	11
2010-08-12	02:23:03	39,715	27,655	4,5	17
2010-08-12	03:01:22	37,891	26,773	3,8	11
2010-08-12	03:34:49	38,015	26,593	2,9	7
2010-08-12	07:35:39	37,886	26,8	2,8	8
2010-08-13	15:09:30	38,49	26,889	2,5	12
2010-09-20	01:26:54	38,346	27,114	2,9	16
2010-10-05	23:43:10	39,17	28,175	4,5	16
2010-10-07	00:44:17	38,359	27,158	2,9	16
2010-10-11	18:03:54	37,809	27,533	3,6	15
2010-10-21	09:48:42	39,05	25,923	3,6	15
2010-10-30	18:42:57	38,48	28,049	3,8	9
2010-11-11	20:07:57	37,647	27,54	5,2	16
2010-11-11	19:15:54	37,941	27,498	3,2	6
2010-11-30	17:32:43	37,644	26,869	3,5	8
2010-12-01	09:07:25	38,751	27,106	2,6	17
2010-12-08	21:50:38	37,083	27,389	4	17
2010-12-11	23:02:19	38,155	25,466	4,2	13
2010-12-26	23:32:59	38,899	27,356	2,8	15
2010-12-28	06:13:46	38,505	27,034	2,7	11
2011-01-03	08:00:19	37,687	27,217	3,3	17
2011-01-10	01:36:14	37,325	27,061	3,3	17
2011-02-03	06:47:07	38,784	27,142	3,3	16
2011-02-03	06:23:35	38,742	27,123	3	13
2011-02-04	23:12:10	37,852	27,29	3,1	17

Ek-1 devamı

2011-02-05	02:37:53	37,887	27,282	3,6	17
2011-02-06	02:08:59	37,885	27,245	3,8	16
2011-02-06	14:18:24	38,609	26,775	2,7	8
2011-02-19	18:50:48	38,865	27,161	3,4	12
2011-03-18	19:50:20	38,516	27,644	2,5	8
2011-03-29	22:46:02	38,815	27,222	2,9	8
2011-04-23	22:22:14	38,122	26,826	3,8	17
2011-04-30	22:53:33	38,28	27,201	2,8	5
2011-05-01	15:04:28	38,969	28,232	3,6	10
2011-05-01	05:14:02	38,404	27,168	2,4	11
2011-05-19	20:15:25	38,975	29,142	5,2	16
2011-05-22	16:37:30	38,925	27,684	3,1	8
2011-05-23	10:06:39	39,052	27,12	3,5	13
2011-06-15	23:11:32	38,432	26,823	3	14
2011-06-27	17:24:12	37,951	27,45	2,7	8
2011-07-02	13:02:18	39,131	26,613	3,6	10
2011-07-04	22:20:51	38,155	27,249	3	15
2011-07-08	05:40:30	38,747	26,63	2,8	10
2011-07-17	04:39:33	37,607	26,864	3,5	14
2011-08-15	14:45:54	37,6	26,666	3,2	12
2011-08-25	10:45:27	38,921	27,757	3,5	12
2011-08-28	06:42:25	39,171	27,663	2,8	10
2011-10-02	23:49:59	38,494	27,467	3	14
2011-10-15	12:27:38	38,056	27,284	3,3	6
2011-12-02	17:13:12	38,664	27,268	3,3	7
2011-12-05	08:17:28	38,86	26,343	4,4	14
2011-12-06	12:18:40	38,209	26,755	3	12
2011-12-21	15:32:03	37,966	27,13	3	8
2011-12-27	05:59:17	37,942	27,242	4,4	15
2011-12-27	07:51:47	37,94	27,183	3,6	15
2012-01-12	18:59:58	38,833	26,975	2,8	12
2012-02-04	20:10:12	38,145	26,954	3,8	17
2012-02-08	19:57:26	39,185	27,989	3,5	10
2012-02-12	19:17:25	36,144	27,487	3,5	6
2012-02-13	18:01:07	38,282	27,233	2,5	10
2012-02-20	06:34:28	38,197	27,449	4,2	15

Ek-1 devamı

2012-02-20	15:05:20	38,182	27,472	3,3	10
2012-02-22	00:19:45	38,179	27,447	2,8	12
2012-02-24	01:00:05	39,686	26,064	4,2	13
2012-03-14	04:12:51	39,563	28,781	3,9	7
2012-03-18	08:35:55	38,015	27,147	2,9	9
2012-04-07	17:55:57	37,693	26,757	2,8	8
2012-04-11	01:49:32	39,316	28,113	3,4	17
2012-04-11	18:10:16	38,195	26,785	2,8	9
2012-04-26	06:50:55	37,877	26,968	3,3	9
2012-04-27	10:49:06	38,628	26,641	3,3	12
2012-04-27	11:19:01	38,654	26,668	2,9	9
2012-04-27	00:22:59	38,662	26,648	2,8	17
2012-05-01	14:48:29	38,663	26,645	4,6	16
2012-05-01	14:48:29	38,64	26,629	4	16
2012-05-01	23:11:55	38,661	26,598	2,9	12
2012-05-01	23:11:55	38,662	26,596	2,8	12
2012-05-02	00:02:42	38,651	26,62	4,1	17
2012-05-02	06:40:02	38,673	26,67	4	13
2012-05-02	06:48:24	38,662	26,644	4	15
2012-05-03	21:45:18	39,452	29,263	4,5	8
2012-05-03	15:20:29	38,997	29,375	4,3	14
2012-05-03	01:57:49	38,665	26,635	3,9	18
2012-05-06	18:51:44	38,66	26,682	3,1	6
2012-05-08	07:31:21	36,77	28,405	3,6	4
2012-05-09	17:49:33	38,996	29,616	3,9	7
2012-05-21	02:10:35	38,473	26,891	2,7	11
2012-06-08	11:57:18	38,817	26,597	3,1	10
2012-06-10	12:44:15	36,07	28,773	5,9	18
2012-06-10	18:04:00	38,637	26,633	2,7	9
2012-06-28	00:26:24	38,86	27,234	3,3	10
2012-07-22	23:05:56	38,209	26,647	3,2	10
2012-08-03	10:18:19	38,617	28,174	4,5	10
2012-08-04	02:23:50	38,643	28,12	3,6	16
2012-08-04	02:30:29	38,688	28,082	3,5	9
2012-08-07	23:17:38	38,713	28,058	4,1	17
2012-08-25	07:24:46	38,699	28,092	4	13

Ek-1 devamı

2012-09-07	22:32:17	38,214	26,678	3,4	12
2012-12-10	09:48:27	37,709	27,523	3,8	10
2012-12-14	02:31:52	38,843	26,713	2,5	12
2013-01-18	21:06:17	38,324	26,821	3,3	12
2013-01-19	00:54:57	38,328	26,826	2,3	15
2013-01-20	11:05:06	38,345	26,823	3,1	8
2013-05-28	02:24:56	38,308	27,155	2,6	14
2013-05-29	23:12:31	38,317	27,159	2,7	14
2013-06-09	02:47:32	38,627	26,818	3,2	13
2013-06-09	15:15:09	38,782	26,823	3,2	13
2013-06-09	04:31:48	38,736	27,252	3	17
2014-01-10	21:33:12	38,824	27,895	2,6	18
2014-01-12	01:19:36	38,803	27,898	2,6	17
2014-01-14	16:14:43	38,271	27,848	2,9	14
2014-01-27	10:37:44	38,186	26,797	2,6	14
2014-02-13	19:04:58	38,931	27,575	2,7	13
2014-02-14	03:41:06	38,912	27,612	2,8	17
2014-02-14	06:10:28	38,313	27,837	2,7	10
2014-03-15	05:29:33	37,094	25,91	3,5	17
2014-03-15	22:30:50	38,501	26,777	2,6	17
2014-04-04	05:13:01	37,743	26,673	3	11
2014-05-01	14:16:12	38	27,115	3,3	19
2014-05-01	16:48:40	38,142	27,461	2,5	13
2014-05-02	00:02:22	38,02	27,064	3,1	19
2014-05-02	00:15:53	38,022	27,056	2,7	18
2014-05-06	07:47:18	38,374	26,765	2,9	12
2014-05-17	18:41:11	38,287	27,214	2,5	8
2014-05-17	18:47:22	38,316	27,178	2,4	15
2014-05-24	09:24:43	40,498	22,93	5,8	18
2014-06-02	15:05:26	38,791	27,96	3,6	10
2014-06-02	09:27:18	37,886	27,1	3,2	12
2014-06-08	21:07:26	38,833	27,13	3,5	16
2014-06-28	11:28:58	38,806	26,003	3,6	16
2014-06-29	01:15:18	38,864	27,161	3,8	17
2014-07-04	01:28:02	38,934	27,722	3,5	17
2014-07-18	03:58:59	38,204	26,662	3,4	16

Ek-1 devamı

2014-07-19	15:48:33	38,374	27,152	3,2	17
2014-07-25	04:40:38	38,628	27,722	3,1	16
2014-08-12	00:46:19	38,384	26,715	3,2	19
2014-08-13	19:46:10	38,388	26,786	2,9	16
2014-08-24	11:09:45	37,659	26,651	2,9	14
2014-09-16	13:02:28	37,939	27,155	3,1	15
2014-10-11	06:42:10	38,195	27,074	3,5	17
2014-10-12	13:41:26	38,025	27,135	2,9	15
2014-10-13	13:18:55	38,136	27,455	3,3	12
2014-10-21	03:03:57	38,201	27,124	3,4	18
2014-10-26	00:23:34	38,744	27,884	3,6	13
2014-11-06	01:04:31	38,63	26,697	3,3	18
2014-11-19	07:27:36	38,973	27,016	2,6	11
2014-11-22	08:57:44	38,133	27,125	3,2	11
2014-11-30	01:35:25	38,633	26,182	3	13
2014-12-04	21:16:27	38,626	25,981	3,3	18
2014-12-06	01:45:07	38,995	26,277	4,3	13
2014-12-06	02:43:35	38,935	26,291	2,8	10
2014-12-09	00:18:47	38,829	26,328	2,6	14
2014-12-28	14:38:16	39,346	27,48	3,5	14
2014-12-29	08:06:16	39,016	25,813	4,2	16
2015-01-10	04:32:08	38,203	27,07	2,6	12
2015-01-23	13:06:44	37,81	27,149	2,6	6
2015-03-23	03:17:15	38,288	27,259	2,3	13
2015-04-10	21:42:52	38,305	26,916	2,8	13
2015-04-11	13:33:13	38,305	26,919	2,6	10
2015-04-12	20:22:00	38,305	26,912	2,5	9
2015-06-01	02:24:52	38,62	27,152	2,5	7
2015-06-01	02:36:19	38,598	27,16	2,4	9
2015-06-02	23:42:22	38,616	27,132	2,7	14
2015-06-08	02:23:26	38,443	27,009	2,5	14
2015-06-17	04:32:18	37,949	27,165	2,8	13
2015-07-06	01:03:48	38,15	26,66	2,9	12
2015-07-09	04:35:56	37,892	27,411	2,8	12
2015-07-12	19:50:09	37,778	27,175	3,3	11
2015-07-17	10:26:03	38,468	26,673	2,9	10

Ek-1 devamı

2015-09-01	21:56:12	38,575	26,1	3,4	14
2015-11-09	14:24:46	38,554	26,361	3,3	8
2015-12-19	11:14:56	38,639	26,598	3,1	11
2016-01-07	03:47:03	38,518	26,885	2,5	13
2016-01-20	03:41:44	38,325	26,687	3,5	13
2017-02-06	03:51:41	39,609	26,453	4,6	16
2017-06-12	12:28:37	38,908	26,151	6	14
2018-01-10	11:46:52	38,367	26,811	2,6	15
2018-01-16	03:46:40	38,896	26,166	3	14
2018-01-23	04:55:07	38,46	26,645	2,6	12
2018-01-28	22:30:10	38,787	26,498	2,5	15
2018-02-25	15:21:20	38,396	26,051	3,3	16
2018-03-09	22:56:12	38,43	27,528	2,5	11
2018-03-12	16:47:58	38,4	27,544	3,2	16
2018-03-19	07:49:20	38,503	27,404	2,5	11
2018-03-22	14:35:43	38,102	26,824	2,5	13
2018-03-30	20:41:33	38,35	26,779	2,9	13
2018-04-10	15:56:21	37,634	24,822	3,9	15
2018-04-26	20:16:09	38,743	27,464	2,5	12
2018-04-26	21:42:40	38,066	27,336	2,5	17
2018-04-28	21:20:28	38,574	27,635	2,5	13
2018-05-02	08:50:36	38,592	26,971	2,5	9
2018-05-03	02:04:35	39,732	26,193	3,8	16
2018-05-04	18:10:08	38,842	27,57	3	14
2018-05-12	07:36:16	38,317	26,676	2,5	12
2018-06-27	01:00:51	38,839	26,628	3,1	15
2018-07-09	03:29:57	38,29	26,876	3,2	15
2018-07-12	19:56:46	38,789	26,381	2,6	11
2018-07-12	20:38:49	38,395	27,164	2,5	15
2018-07-23	02:40:25	36,666	27,165	4,4	13
2018-07-24	04:11:42	38,658	26,975	2,7	13
2018-07-26	08:17:52	37,707	26,938	3,9	10
2018-07-28	11:13:58	37,848	26,593	3,1	13
2018-08-25	08:10:32	38,929	26,546	3,4	11
2018-09-06	23:53:35	38,941	26,524	3,6	13
2018-09-07	22:34:34	39,121	26,746	3,9	10

Ek-1 devamı

2018-09-07	22:34:34	38,995	26,451	2,7	11
2018-10-03	21:34:54	38,631	26,569	2,7	10
2018-10-08	18:37:51	38,673	26,762	2,7	12
2018-10-21	02:31:36	38,73	27,829	2,7	14
2018-10-23	17:00:44	38,717	26,501	3	9
2018-10-26	17:05:23	38,259	26,978	2,8	11
2018-10-26	17:19:02	38,243	26,916	2,3	11
2018-10-26	17:52:49	38,242	26,927	2,5	13
2018-10-28	08:15:37	38,288	26,872	3,5	15
2018-10-28	08:19:32	38,191	26,984	3,4	14
2018-10-28	05:40:33	38,26	26,988	3,2	15
2018-10-28	06:18:40	38,254	26,938	3,1	14
2018-10-28	21:41:20	38,247	26,91	3	13
2018-10-28	04:39:42	38,656	26,374	2,7	12
2018-10-28	21:44:03	38,234	26,935	2,7	14
2018-11-07	08:45:00	39,031	26,721	3,2	9
2018-11-07	10:38:14	38,768	26,368	2,9	7
2018-12-03	12:49:57	38,41	27,058	2,6	14
2018-12-17	14:40:56	39,613	26,541	3,5	12