

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BATI ANADOLU'DA DEPREMSELLİK, GERİLME DAĞILIMI
VE SİSMİK TEHLİKE ANALİZİ**

Nazlı Ceyla ANADOLU KILIÇ

**Danışman
Doç. Dr. Ümit Yalçın KALYONCUOĞLU**

**DOKTORA TEZİ
JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2016**



© 2016 [Nazlı Ceyla ANADOLU KILIÇ]

TEZ ONAYI

Nazlı Ceyla ANADOLU KILIÇ tarafından hazırlanan "**Batı Anadolu'da Depremsellik, Gerilme Dağılımı ve Sismik Tehlike Analizi**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **DOKTORA TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Doç. Dr. Ümit Yalçın KALYONCUOĞLU
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof. Dr. Mustafa Nuri DOLMAZ
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Nihal AKYOL
Dokuz Eylül Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Fadime SERTÇELİK
Kocaeli Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Çağlayan BALKAYA
Süleyman Demirel Üniversitesi



Enstitü Müdürü

Doç. Dr. Yasin TUNCER

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Nazlı Ceyla ANADOLU KILIÇ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xxii
1.GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1. Depremsellik	4
2.1.1. Batı Anadolu’da yapılmış depremsellik çalışmaları	6
2.2. Gerilme-Deformasyon Alanlarının İlişkisi.....	11
2.2.1. Gerilme	13
2.2.1.1. Gerilme elipsoidi.....	17
2.2.1.2. Gerilme alanı ve gerilme yolları	20
2.2.2. Deformasyon.....	20
2.2.2.1. Deformasyon elipsoidi	24
2.2.3. Gerilme – Deformasyon ilişkileri	25
2.2.4. Batı Anadolu’da yapılmış Coulomb gerilme analizi çalışmaları.....	27
2.3. Azalım İlişkilerine Bağlı Yer Hareketi Modellemesi.....	31
2.3.1. Azalım ilişkilerinde kullanılan parametreler	31
2.3.1.1. Deprem parametreleri.....	31
2.3.1.2. Genlik parametreleri.....	32
2.3.1.3. Spektrum parametreleri.....	34
2.3.1.4. Spektral parameterler	35
2.3.2. Batı Anadolu’da literatürde yer alan azalım ilişkileri kullanılarak yapılan çalışmalar	36
3. MATERYAL VE YÖNTEM	42
3.1. Çalışma Alanının Jeolojisi ve Tektonik Yapısı	42
3.1.1. Batı Anadolu’daki önemli tektonik yapılar	47
3.1.2. Batı Anadolu’da meydana gelen tarihsel ve aletsel dönem depremleri....	55
3.2. Yöntem	57
3.2.1. Depremsellik ve depremsellik parametrelerinin belirlenmesi	57
3.2.2. Gerilme-Deformasyon alanlarının belirlenmesi	74
3.2.3. Azalım ilişkilerine bağlı olarak yer hareketinin belirlenmesi.....	80
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	94
4.1. Depremsellik ve Depremsellik Parametrelerinin Belirlenmesi	94
4.1.1. Uluslararası katalogdan elde edilen bulgular.....	94
4.1.2. Ulusal katalogdan elde edilen bulgular.....	120
4.2. Gerilme ve Deformasyon Alanlarının Belirlenmesi.....	147
4.3. Azalım İlişkilerine Bağlı Olarak Yer Hareketinin Belirlenmesi	159
4.3.1. Isparta il merkezi için tasarım ivme değerleri	162
4.3.2. Afyonkarahisar il merkezi için tasarım ivme değerleri	170
4.3.3. Burdur il merkezi için tasarım ivme değerleri.....	178
4.3.4. Denizli il merkezi için tasarım ivme değerleri.....	184
4.3.5. Kütahya il merkezi için tasarım ivme değerleri.....	192
4.3.6. Eskişehir il merkezi için tasarım ivme değerleri	197

4.3.7. Bursa il merkezi için tasarım ivme değerleri	203
4.3.8. Çanakkale il merkezi için tasarım ivme değerleri	206
4.3.9. Bolu il merkezi için tasarım ivme değerleri.....	214
4.3.10. Düzce il merkezi için tasarım ivme değerleri	219
4.3.11. Muğla il merkezi için tasarım ivme değerleri.....	225
4.3.12. Aydın il merkezi için tasarım ivme değerleri	233
4.3.13. Manisa il merkezi için tasarım ivme değerleri.....	243
4.3.14. İzmir il merkezi için tasarım ivme değerleri.....	249
4.3.15. Kocaeli il merkezi için tasarım ivme değerleri.....	254
4.3.16. İstanbul il merkezi için tasarım ivme değerleri	260
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	266
KAYNAKLAR	274
EKLER.....	297
EK A. Çizelgeler	298
ÖZGEÇMİŞ	332



ÖZET

Doktora Tezi

BATI ANADOLU’DA DEPREMSELLİK, GERİLME DAĞILIMI VE SİSMİK TEHLİKE ANALİZİ

Nazlı Ceyla ANADOLU KILIÇ

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ümit Yalçın KALYONCUOĞLU

Bu tez çalışmasında Batı Anadolu ve civarı için (35.00^0 - 42.00^0 Enlem ve 26.00^0 - 32.00^0 Boylam) depremsellik, depremsellik parametreleri, gerilme ve deformasyon alanları ve olası bir deprem sonucunda meydana gelmesi beklenen yerel tasarım spektrumları belirlenmiştir.

Çalışmanın ilk kısmını oluşturan depremsellik çalışmalarında uluslararası ve ulusal iki katalog kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar hem birbiri ile hem de bölgenin bilinen deprem geçmişi ile karşılaştırılmıştır. Genel olarak bölge için $0.61 < b < 0.84$ aralığında değişim gösteren görece düşük “b” değerleri elde edilmiştir. Bölgede olması muhtemel en büyük bölgesel magnitüd (m_{max}) değeri ise $M_w=8.0$ - 8.2 aralığında bulunmuştur. Düşük “b” değeri ve yüksek “ m_{max} ” değerleri bölgenin sismik tehlike ve etkinlik açısından önemini açıkça gözler önüne sermektedir.

Çalışmanın ikinci kısmında ise 1900-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin ($M_w \geq 6.0$) Coulomb gerilme değişimleri incelenerek bölgedeki gerilme alanları belirlenmiştir. Özellikle de İzmir ve çevresi, Kütahya ve çevresi, Helenik Yay ve Kuzey Anadolu Fay Zonu’nun batı kısmı gerilme birikimlerinin yoğun olarak görüldüğü alanlardır. Elde edilen gerilme birikimlerinin depremsellik çalışmaları ile uyumlu sonuçlar vermesi kullanılan yöntemin depremlerin önceden belirlenmesi çalışmaları için yardımcı bir yöntem olarak kullanılabilirliğini göstermektedir.

Çalışmanın üçüncü ve son kısmında elde edilen depremsellik parametreleri yardımıyla çalışma alanı içerisinde yer alan il merkezleri için olası bir senaryoya bağlı oluşacak deprem sonucunda yerel tepki spektrumları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Depremsellik, Sismik Tehlike ve Risk, Coulomb, Gerilme, Azalım İlişkileri, Tasarım Spektrumu

2016, 333 sayfa

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

SEISMICITY, DISTRIBUTION OF STRESS AND SEISMIC HAZARD ANALYSIS IN WESTERN ANATOLIA

Nazlı Ceyla ANADOLU KILIÇ

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Geophysical Engineering**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ümit Yalçın KALYONCUOĞLU

In this thesis, seismicity, seismicity parameters, stress and deformation fields and local design spectrums, which is expected to occur as a result of a possible earthquake, for the Western Anatolia and its vicinity (35.00° - 42.000° Latitude, 26.00° - 32.00° Longitude) were determined.

In the seismicity studies which form the first part of the thesis an international and a national catalog were used. The results obtained were compared with both each other and the known earthquake history of the region. In general, a relatively low value of “b” changing in the range of $0.61 < b < 0.84$ was obtained for the region. Likely to be in the area, the largest regional magnitude, a value of “ m_{max} ” was found in the range of $M_w=8.0-8.2$. The low value of “b” and the high value of “ m_{max} ” clearly shows the importance of region in terms of the seismic hazard and activity.

In the second part of the thesis, stress fields in the region were determined by investigating computed Coulomb stress changes for the earthquakes ($M_w \geq 6.0$) occurring between the years 1900-2015. Especially Izmir and its vicinity, Kütahya and its vicinity, the western part of the Hellenic arc and the north Anatolian fault zone are the areas where the obtained stress accumulations are seen intensely. The obtained stress accumulations being compatible with the seismicity studies show that the method applied can be used as a supplementary approach for the existing earthquake prediction studies.

In the third and final part of the thesis, local design spectra which will emerge a result of a possible scenario based earthquake were determined with the help of seismicity parameters obtained for the city centers in the study area.

Key words: Seismicity, Seismic Hazard and Risk, Coulomb, Stress, Attenuation Relationships, Design Spectrum

2016, 333 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Doç. Dr. Ümit Yalçın KALYONCUOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

3983-D1-14 No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Beni bu günlere getirip hayatımın her aşamasında yanımda olan aileme ve tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan eşim Murat KILIÇ'a sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Nazlı Ceyla ANADOLU KILIÇ
ISPARTA, 2016

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Basınç gerilmesi.....	14
Şekil 2.2. Çekme gerilmesi	15
Şekil 2.3. Makaslama gerilmesi	15
Şekil 2.4. Burulma gerilmesi.....	15
Şekil 2.5. Elastik bir cisimdeki normal ve teğetsel gerilme bileşenleri	16
Şekil 2.6. Gerilme elipsoidi.....	18
Şekil 2.7. Normal faylardaki asal gerilme yönleri	19
Şekil 2.8. Ters faylardaki asal gerilme yönleri	19
Şekil 2.9. Doğrultu atımlı faylardaki asal gerilme yönleri.....	19
Şekil 2.10. Çekme gerilmesi sonucu eksenel deformasyon	21
Şekil 2.11. Basınç gerilmesi sonucu eksenel deformasyon.....	21
Şekil 2.12. Makaslama deformasyonu	22
Şekil 2.13. Yerdeğiştirme ve türevlerine bağlı düzlem deformasyonu.....	22
Şekil 2.14. Deformasyon elipsoidi birbirlerine göre durumları	24
Şekil 2.15. Doğrusal elastik deformasyon	25
Şekil 2.16. Doğrusal olmayan elastik gerilme-deformasyon davranışı.....	27
Şekil 3.1. Türkiye'nin neotektonik dönemini şekillendiren ana yapılar ve bölgeler .	42
Şekil 3.2. Batı Anadolu genel tektonik haritası	47
Şekil 3.3. Çalışma alanında tarihsel dönemde meydana gelen önemli depremler....	56
Şekil 3.4. Çalışma alanında aletsel dönemde meydana gelen önemli depremler....	57
Şekil 3.5. ZMAP 6.0 paket programı giriş ekranı görüntüsü.....	59
Şekil 3.6. ZMAP 6.0 paket programına uygun formatta hazırlanan katalog seçimin yapıldığı ekran görüntüsü.....	59
Şekil 3.7. ZMAP 6.0 paket programında kullanılan katalogda yer alan depremlere ait bilgilerin görüldüğü ekran görüntüsü.....	60
Şekil 3.8. Homojenize hale getirilen uluslararası katalog için ZMAP programı kullanılarak yapılan tamamlılık analizi.....	61
Şekil 3.9. Homojenize hale getirilen ulusal katalog için ZMAP programı kullanılarak yapılan tamamlılık analizi	62
Şekil 3.10. Optimum kayma yüzeyleri üzerinde Coulomb gerilmesini hesaplamak için kullanılan koordinat sistemi	76
Şekil 3.11. Çalışmada kullanılan deprem parametrelerinin Coulomb 3.3 programına girildiği ekran görüntüsü.....	78
Şekil 3.12. Çalışmada kullanılan deprem parametrelerine göre Coulomb 3.3 programında fayın boy ve genişlik değerlerinin hesaplandığı ekran görüntüsü	78
Şekil 3.13. Coulomb 3.3 deprem parametrelerinin görüldüğü ekran görüntüsü	79
Şekil 3.14. Coulomb kırılma kriterinde kullanılan katsayı değerlerinin ve bölgesel gerilme değerlerinin Coulomb 3.3 programına girildiği ekran görüntüsü	80
Şekil 3.15. Analizi yapılacak faya ait parametrelerin EZ-FRISK 7.52 programına girildiği ekran görüntüsü.....	91
Şekil 3.16. Fay koordinatlarının EZ-FRISK 7.52 programına girildiği ekran görüntüsü	92
Şekil 3.17. Magnitüd yinelenme modeli ilgili parametrelerin EZ-FRISK 7.52 programına girildiği ekran görüntüsü	92
Şekil 4.1. 1964-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin yıllara göre normal dağılımı	94

Şekil 4.2. 1964-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin yıllara göre kümülatif dağılımı	95
Şekil 4.3. 1964-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin magnitüd dağılımı	95
Şekil 4.4. 1964-2015 yılları arasında güvenilir alt magnitüd sınırını tanımlayan M_c magnitüd değerinin değişimi	96
Şekil 4.5. 1964-1998 yılları arasında meydana gelen depremler için güvenilir alt magnitüd sınırı ($M_c=4.9$)	96
Şekil 4.6. 1999-2015 yılları arasında meydana gelen depremler için güvenilir alt magnitüd sınırı ($M_c=4.3$)	97
Şekil 4.7. 1964-2015 yılları arasında meydana gelen $M_c \geq 4.9$ olan depremlerin yıllara göre kümülatif dağılımı	97
Şekil 4.8. 1964-2015 yılları arasında meydana gelen $M_c \geq 4.9$ olan depremlerin yıllara göre normal dağılımı	98
Şekil 4.9. 1964-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin magnitüd dağılımı ($M_c \geq 4.9$)	98
Şekil 4.10. 1964-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin episantir dağılım haritası ($M_w \geq 4.0$)	99
Şekil 4.11. 1964-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin derinlik dağılım haritası ($M_w \geq 4.0$)	100
Şekil 4.12. 1964-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin derinlik histogramı (km)	100
Şekil 4.13. 1964-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin derinlik dağılım haritası (48-190 km derinlikleri arası için)	101
Şekil 4.14. Uluslararası katalog için çalışma alanı deprem aktivite oranı haritası ..	102
Şekil 4.15. Uluslararası katalog için En Küçük Kareler yöntemine göre çalışma alanı “b” değeri dağılım haritası	104
Şekil 4.16. Uluslararası katalog için En Büyük Olasılık yöntemine göre çalışma alanı “b” değeri dağılım haritası	105
Şekil 4.17. Uluslararası katalog için Kal-Tek yöntemine göre çalışma alanı “b” değeri dağılım haritası	106
Şekil 4.18. Uluslararası katalog için En Büyük Olasılık yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Tate-Pisarenko yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası.....	107
Şekil 4.19. Uluslararası katalog için En Büyük Olasılık yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Kijko-Sellevoll (Cramer yaklaşımı) yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası.....	108
Şekil 4.20. Uluslararası katalog için En Büyük Olasılık yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Kijko-Sellevoll (Kesin çözüm) yöntemin göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası	109
Şekil 4.21. Uluslararası katalog için En Büyük Olasılık yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Tate-Pisarenko-Bayes yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası	110
Şekil 4.22. Uluslararası katalog için En Büyük Olasılık yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Kijko-Sellevoll-Bayes yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası	111
Şekil 4.23. Uluslararası katalog için En Büyük Olasılık yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Robson-Whitlock yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası	112

Şekil 4.24. Uluslararası katalog için En Büyük Olasılık yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Robson-Whitlock-Cooke yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası.....	113
Şekil 4.25. Uluslararası katalog için Kal-Tek yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Tate-Pisarenko yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası.....	115
Şekil 4.26. Uluslararası katalog için Kal-Tek yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Kijko-Sellevoll (Cramer yaklaşımı) yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası.....	116
Şekil 4.27. Uluslararası katalog için Kal-Tek yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Kijko-Sellevoll (Kesin çözüm) yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası	117
Şekil 4.28. Uluslararası katalog için Kal-Tek yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Tate-Pisarenko-Bayes yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası.....	118
Şekil 4.29. Uluslararası katalog için Kal-Tek yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Kijko-Sellevoll-Bayes yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası.....	119
Şekil 4.30. 1900-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin yıllara göre normal dağılımı	121
Şekil 4.31. 1900-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin yıllara göre kümülatif dağılımı	121
Şekil 4.32. 1900-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin magnitüd dağılımı	122
Şekil 4.33. 1900-2015 yılları arasındaki güvenilir magnitüd sınırını tanımlayan M_c magnitüd değerinin değişimi	122
Şekil 4.34. 1900-1975 yılları arasındaki güvenilir alt magnitüd sınırı ($M_c=4.9$).....	123
Şekil 4.35. 1975-2015 yılları arasındaki güvenilir alt magnitüd sınırı ($M_c=3.6$).....	123
Şekil 4.36. 1900-2015 yılları arasında meydana gelen $M_c \geq 4.9$ olan depremlerin yıllara göre kümülatif dağılımı	124
Şekil 4.37. 1900-2015 yılları arasında meydana gelen $M_c \geq 4.9$ olan depremlerin yıllara göre normal dağılımı	124
Şekil 4.38. 1900-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin magnitüd dağılımı ($M_c \geq 4.9$).....	125
Şekil 4.39. 1900-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin episantr dağılım haritası ($M_w \geq 3.1$)	125
Şekil 4.40. 1900-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin derinlik dağılımı haritası.....	126
Şekil 4.41. 1900-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin derinlik dağılımı (km).....	126
Şekil 4.42. 1900-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin derinlik dağılım haritası (48-200 km derinlik için)	127
Şekil 4.43. Ulusal katalog için çalışma alanı deprem aktivite oranı haritası	129
Şekil 4.44. Ulusal katalog için En Küçük Kareler yöntemine göre çalışma alanı “b” değeri dağılım haritası.....	130
Şekil 4.45. Ulusal katalog için En Büyük Olasılık yöntemine göre çalışma alanı “b” değeri dağılım haritası	131
Şekil 4.46. Ulusal katalog için Kal-Tek yöntemine göre çalışma alanı “b” değeri dağılım haritası	132

Şekil 4.47. Ulusal katalog için En Büyük Olasılık yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Tate-Pisarenko yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası.....	134
Şekil 4.48. Ulusal katalog için En Büyük Olasılık yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Kijko-Sellevoll (Cramer yaklaşımı) yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası.....	135
Şekil 4.49. Ulusal katalog için En Büyük Olasılık yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Kijko-Sellevoll (Kesin çözüm) yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası.....	136
Şekil 4.50. Ulusal katalog için En Büyük Olasılık yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Tate-Pisarenko-Bayes yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası	137
Şekil 4.51. Ulusal katalog için En Büyük Olasılık yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Kijko-Sellevoll-Bayes yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası	138
Şekil 4.52. Ulusal katalog için En Büyük Olasılık yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Robson-Whitlock yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası	139
Şekil 4.53. Ulusal katalog için En Büyük Olasılık yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Robson-Whitlock-Cooke yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası	140
Şekil 4.54. Ulusal katalog için Kal-Tek yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Tate-Pisarenko yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası.....	142
Şekil 4.55. Ulusal katalog için Kal-Tek yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Kijko-Sellevoll (Cramer yaklaşımı) yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası.....	143
Şekil 4.56. Ulusal katalog için Kal-Tek yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Kijko-Sellevoll (Kesin çözüm) yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası	144
Şekil 4.57. Ulusal katalog için Kal-Tek yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Tate-Pisarenko-Bayes yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası.....	145
Şekil 4.58. Ulusal katalog için Kal-Tek yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Kijko-Sellevoll-Bayes yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası.....	146
Şekil 4.59. Çalışmada kullanılan deprem parametrelerinin Coulomb 3.3 programında görüldüğü ekran görüntüsü	152
Şekil 4.60. Optimum normal faylanma için yüzeyde elde edilen Coulomb gerilme değişimi (bar)	153
Şekil 4.61. Optimum normal faylanma için 5 km derinlikte elde edilen Coulomb gerilme değişimi (bar)	153
Şekil 4.62. Optimum normal faylanma için 10 km derinlikte elde edilen Coulomb gerilme değişimi (bar)	154
Şekil 4.63. Optimum normal faylanma için yüzeyde elde edilen ϵ_{xx} deformasyon değişimi	155
Şekil 4.64. Optimum normal faylanma için yüzeyde elde edilen ϵ_{yy} deformasyon değişimi	156
Şekil 4.65. Optimum normal faylanma için yüzeyde elde edilen ϵ_{zz} deformasyon değişimi	157

Şekil 4.66. Optimum normal faylanma için yüzeyde elde edilen ε_{xy} deformasyon değişimi	158
Şekil 4.67. Optimum normal faylanma için yüzeyde elde edilen dilatasyon değişimi	159
Şekil 4.68. Deterministik ve probabilistik analiz yapılacak il merkezleri ve deprem üretmesi beklenen faylar	161
Şekil 4.69. Burdur Fayı olası depremi sonucunda Isparta il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	163
Şekil 4.70. Burdur Fayı olası depremi sonucunda Isparta il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	164
Şekil 4.71. Kumdanlı Fayı olası depremi sonucunda Isparta il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	166
Şekil 4.72. Kumdanlı Fayı olası depremi sonucunda Isparta il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	167
Şekil 4.73. Tatarlı Fayı olası depremi sonucunda Isparta il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	168
Şekil 4. 74. Tatarlı Fayı olası depremi sonucunda Isparta il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	169
Şekil 4.75. Sultandağı Fayı olası depremi sonucunda Afyonkarahisar il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	171
Şekil 4.76. Sultandağı Fayı olası depremi sonucunda Afyonkarahisar il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	172
Şekil 4.77. Kumdanlı Fayı olası depremi sonucunda Afyonkarahisar il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	174
Şekil 4.78. Kumdanlı Fayı olası depremi sonucunda Afyonkarahisar il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	175
Şekil 4.79. Tatarlı Fayı olası depremi sonucunda Afyonkarahisar il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	176
Şekil 4.80. Tatarlı Fayı olası depremi sonucunda Afyonkarahisar il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	177
Şekil 4.81. Olası Burdur Fayı depremi sonucunda Burdur il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	179
Şekil 4.82. Burdur Fayı olası depremi sonucunda Burdur il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	180

Şekil 4.83. Gölhisar-Çameli Fayı olası depremi sonucunda Burdur il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	182
Şekil 4.84. Gölhisar-Çameli Fayı olası depremi sonucunda Burdur il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	183
Şekil 4.85. Gediz Fayı olası depremi sonucunda Denizli il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	185
Şekil 4.86. Gediz Fayı olası depremi sonucunda Denizli il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	186
Şekil 4.87. Büyük Menderes Fayı olası depremi sonucunda Denizli il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	187
Şekil 4.88. Büyük Menderes Fayı olası depremi sonucunda Denizli il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	188
Şekil 4.89. Gölhisar-Çameli Fayı olası depremi sonucunda Denizli il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	190
Şekil 4.90. Gölhisar-Çameli Fayı olası depremi sonucunda Denizli il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	191
Şekil 4.91. Kütahya Fayı olası depremi sonucunda Kütahya il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	193
Şekil 4.92. Kütahya Fayı olası depremi sonucunda Kütahya il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	194
Şekil 4.93. Simav Fayı olası depremi sonucunda Kütahya il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	195
Şekil 4.94. Simav Fayı olası depremi sonucunda Simav il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	196
Şekil 4.95. Eskişehir Fayı olası depremi sonucunda Eskişehir il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	198
Şekil 4.96. Eskişehir Fayı olası depremi sonucunda Eskişehir il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	199
Şekil 4.97. İnönü-Dodurga Fayı olası depremi sonucunda Eskişehir il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	201
Şekil 4.98. İnönü-Dodurga Fayı olası depremi sonucunda Eskişehir il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	202

Şekil 4.99. Manyas Fayı olası depremi sonucunda Bursa il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	204
Şekil 4.100. Manyas Fayı olası depremi sonucunda Bursa il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	205
Şekil 4.101. Çan-Biga Fayı olası depremi sonucunda Çanakkale il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	207
Şekil 4.102. Çan-Biga Fayı olası depremi sonucunda Çanakkale il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	208
Şekil 4.103. Olası Saros-Gaziköy Fayı depremi sonucunda Çanakkale il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	209
Şekil 4.104. Olası Saros-Gaziköy Fayı depremi sonucunda Çanakkale il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	210
Şekil 4.105. Olası Sarıköy Fayı depremi sonucunda Çanakkale il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	212
Şekil 4.106. Sarıköy Fayı olası depremi sonucunda Çanakkale il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	213
Şekil 4.107. Düzce Fayı olası depremi sonucunda Bolu il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	215
Şekil 4.108. Düzce Fayı olası depremi sonucunda Bolu il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	216
Şekil 4.109. Kuzey Anadolu Fayı olası depremi sonucunda Bolu il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	217
Şekil 4.110. Kuzey Anadolu Fayı olası depremi sonucunda Bolu il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	218
Şekil 4.111. Düzce Fayı olası depremi sonucunda Düzce il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	220
Şekil 4.112. Düzce Fayı olası depremi sonucunda Düzce il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	221
Şekil 4.113. Olası Kuzey Anadolu Fayı depremi sonucunda Düzce il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	223
Şekil 4.114. Kuzey Anadolu Fayı olası depremi sonucunda Düzce il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	224

Şekil 4.115. Karaova-Milas Fayı olası depremi sonucunda Muğla il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu.....	226
Şekil 4.116. Karaova-Milas Fayı olası depremi sonucunda Muğla il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu.....	227
Şekil 4.117. Muğla-Yatağan Fayı olası depremi sonucunda Muğla il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu.....	228
Şekil 4.118. Muğla-Yatağan Fayı olası depremi sonucunda Muğla il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu.....	229
Şekil 4.119. Ula-Ören Fayı olası depremi sonucunda Muğla il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu.....	231
Şekil 4.120. Ula-Ören Fayı olası depremi sonucunda Muğla il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu.....	232
Şekil 4.121. Karaova-Milas Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu.....	234
Şekil 4.122. Karaova-Milas Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu.....	235
Şekil 4.123. Muğla-Yatağan Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu.....	236
Şekil 4.124. Muğla-Yatağan Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu.....	237
Şekil 4.125. Ula-Ören Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu.....	239
Şekil 4.126. Ula-Ören Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu.....	240
Şekil 4.127. Büyük Menderes Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu.....	241
Şekil 4.128. Büyük Menderes Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu.....	242
Şekil 4.129. Gediz Fayı olası depremi sonucunda Manisa il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu.....	244
Şekil 4.130. Gediz Fayı olası depremi sonucunda Manisa il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu.....	245

Şekil 4.131. Zeytindağ-Bergama Fayı olası depremi sonucunda Manisa il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	247
Şekil 4.132. Zeytindağ-Bergama Fayı olası depremi sonucunda Manisa il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	248
Şekil 4.133. Gediz Fayı olası depremi sonucunda İzmir il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	250
Şekil 4.134. Gediz Fayı olası depremi sonucunda İzmir il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	251
Şekil 4.135. Büyük Menderes Fayı olası depremi sonucunda İzmir il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	252
Şekil 4.136. Büyük Menderes Fayı olası depremi sonucunda İzmir il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	253
Şekil 4.137. Düzce Fayı olası depremi sonucunda Kocaeli il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	255
Şekil 4.138. Düzce Fayı olası depremi sonucunda Kocaeli il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	256
Şekil 4.139. Kuzey Anadolu Fayı olası depremi sonucunda Kocaeli il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	258
Şekil 4.140. Kuzey Anadolu Fayı olası depremi sonucunda Kocaeli il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	259
Şekil 4.141. Marmara Denizi Fayları Doğu Kanadı olası depremi sonucunda İstanbul il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	261
Şekil 4.142. Marmara Denizi Fayları Doğu Kanadı olası depremi sonucunda İstanbul il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	262
Şekil 4.143. Marmara Denizi Fayları Batı Kanadı olası depremi sonucunda İstanbul il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	263
Şekil 4.144. Marmara Denizi Fayları Batı Kanadı olası depremi sonucunda İstanbul il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu	264

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 4.1. Uluslararası katalog için elde edilen “b” değerleri	106
Çizelge 4.2. En Büyük Olasılık yönteminden elde edilen “b” değerlerine göre uluslararası katalog için elde edilen “m _{max} ” değerleri.....	114
Çizelge 4.3. Kal-Tek yönteminden elde edilen “b” değerlerine göre uluslararası katalog için elde edilen “m _{max} ” değerleri.....	120
Çizelge 4.4. Ulusal katalog için elde edilen “b” değerleri	133
Çizelge 4.5. En Büyük Olasılık yönteminden elde edilen “b” değerlerine göre ulusal katalog için elde edilen “m _{max} ” değerleri.....	141
Çizelge 4.6. Kal-Tek yönteminden elde edilen “b” değerlerine göre ulusal katalog için elde edilen “m _{max} ” değerleri	147
Çizelge 4.7. 1900-2015 tarihleri arasında Batı Anadolu’da meydana gelen depremlere ($M_w \geq 6.0$) ait kaynak parametreleri.....	148
Çizelge 4.8. Çalışmada kullanılan faylar	160
Çizelge 4.9. European Seismological Commission’a (ESC) göre ivme değeri-tehlike düzeyleri ilişkisi	162
Çizelge 4.10. Türkiye Deprem Yönetmeliği’nde (DBYBHY, 2007) tanımlanan farklı deprem etkileri	162
Çizelge 4.11. Burdur Fayı olası depremi sonucunda Isparta il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri	163
Çizelge 4.12. Burdur Fayı olası depremi sonucunda Isparta il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri	164
Çizelge 4.13. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Burdur Fayı olası depremi için Isparta il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	165
Çizelge 4.14. Kumdanlı Fayı olası depremi sonucunda Isparta il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	165
Çizelge 4.15. Kumdanlı Fayı olası depremi sonucunda Isparta il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	166
Çizelge 4.16. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Kumdanlı Fayı olası depremi için Isparta il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması	167
Çizelge 4.17. Tatarlı Fayı olası depremi sonucunda Isparta il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	168
Çizelge 4.18. Tatarlı Fayı olası depremi sonucunda Isparta il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	169
Çizelge 4.19. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Tatarlı Fayı olası depremi için Isparta il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	170
Çizelge 4.20. Sultandağı Fayı olası depremi sonucunda Afyonkarahisar il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	171
Çizelge 4.21. Sultandağı Fayı olası depremi sonucunda Afyonkarahisar il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	172
Çizelge 4.22. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Sultandağı Fayı olası depremi için Afyonkarahisar il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	173

Çizelge 4.23. Kumdanlı Fayı olası depremi sonucunda Afyonkarahisar il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	173
Çizelge 4.24. Kumdanlı Fayı olası depremi sonucunda Afyonkarahisar il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	174
Çizelge 4.25. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Kumdanlı Fayı olası depremi için Afyonkarahisar il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	175
Çizelge 4.26. Tatarlı Fayı olası depremi sonucunda Afyonkarahisar il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	176
Çizelge 4.27. Tatarlı Fayı olası depremi sonucunda Afyonkarahisar il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	177
Çizelge 4.28. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Tatarlı Fayı olası depremi için Afyonkarahisar il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	178
Çizelge 4.29. Burdur Fayı olası depremi sonucunda Burdur il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri	179
Çizelge 4.30. Burdur Fayı olası depremi sonucunda Burdur il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri	180
Çizelge 4.31. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Burdur Fayı olası depremi için Burdur il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	181
Çizelge 4.32. Gölhisar-Çameli Fayı olası depremi sonucunda Burdur il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	181
Çizelge 4.33. Gölhisar-Çameli Fayı olası depremi sonucunda Burdur il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	182
Çizelge 4.34. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Gölhisar-Çameli Fayı olası depremi için Burdur il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması	183
Çizelge 4.35. Gediz Fayı olası depremi sonucunda Denizli il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri	184
Çizelge 4.36. Gediz Fayı olası depremi sonucunda Denizli il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	185
Çizelge 4.37. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Gediz Fayı olası depremi için Denizli il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	186
Çizelge 4.38. Büyük Menderes Fayı olası depremi sonucunda Denizli il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	187
Çizelge 4.39. Büyük Menderes Fayı olası depremi sonucunda Denizli il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	188
Çizelge 4.40. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Büyük Menderes Fayı olası depremi için Denizli il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması	189
Çizelge 4.41. Gölhisar-Çameli Fayı olası depremi sonucunda Denizli il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	189

Çizelge 4.42. Gölhisar-Çameli Fayı olası depremi sonucunda Denizli il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	190
Çizelge 4.43. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Gölhisar-Çameli Fayı olası depremi için Denizli il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması	191
Çizelge 4.44. Kütahya Fayı olası depremi sonucunda Kütahya il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri	192
Çizelge 4.45. Kütahya Fayı olası depremi sonucunda Kütahya il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri	193
Çizelge 4.46. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Kütahya Fayı olası depremi için Kütahya il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	194
Çizelge 4.47. Simav Fayı olası depremi sonucunda Kütahya il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri	195
Çizelge 4.48. Simav Fayı olası depremi sonucunda Kütahya il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri	196
Çizelge 4.49. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Simav Fayı olası depremi için Kütahya il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	197
Çizelge 4.50. Eskişehir Fayı olası depremi sonucunda Eskişehir il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	198
Çizelge 4.51. Eskişehir Fayı olası depremi sonucunda Eskişehir il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri	199
Çizelge 4.52. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Eskişehir Fayı olası depremi için Eskişehir il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	200
Çizelge 4.53. İnönü-Dodurga Fayı olası depremi sonucunda Eskişehir il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	200
Çizelge 4. 54. İnönü-Dodurga Fayı olası depremi sonucunda Eskişehir il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	201
Çizelge 4.55. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre İnönü-Dodurga Fayı olası depremi için Eskişehir il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması	202
Çizelge 4.56. Manyas Fayı olası depremi sonucunda Bursa il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri	203
Çizelge 4.57. Manyas Fayı olası depremi sonucunda Bursa il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri	204
Çizelge 4.58. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Manyas Fayı olası depremi için Bursa il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	205
Çizelge 4.59. Çan-Biga Fayı olası depremi sonucunda Çanakkale il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	206
Çizelge 4.60. Çan-Biga Fayı olası depremi sonucunda Çanakkale il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	207
Çizelge 4.61. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Çan-Biga Fayı olası depremi için Çanakkale il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	208

Çizelge 4.62. Saros-Gaziköy Fayı olası depremi sonucunda Çanakkale il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	209
Çizelge 4.63. Saros-Gaziköy Fayı olası depremi sonucunda Çanakkale il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	210
Çizelge 4.64. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Saros-Gaziköy Fayı olası depremi için Çanakkale il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması	211
Çizelge 4.65. Sarıköy Fayı olası depremi sonucunda Çanakkale il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	211
Çizelge 4.66. Sarıköy Fayı olası depremi sonucunda Çanakkale il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	212
Çizelge 4.67. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Sarıköy Fayı olası depremi için Çanakkale il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	213
Çizelge 4.68. Düzce Fayı olası depremi sonucunda Bolu il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri	214
Çizelge 4.69. Düzce Fayı olası depremi sonucunda Bolu il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri	215
Çizelge 4.70. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Düzce Fayı olası depremi için Bolu il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	216
Çizelge 4.71. Kuzey Anadolu Fayı olası depremi sonucunda Bolu il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	217
Çizelge 4.72. Kuzey Anadolu Fayı olası depremi sonucunda Bolu il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	218
Çizelge 4.73. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Kuzey Anadolu Fayı olası depremi için Bolu il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması	219
Çizelge 4.74. Düzce Fayı olası depremi sonucunda Düzce il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri	220
Çizelge 4.75. Düzce Fayı olası depremi sonucunda Düzce il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri	221
Çizelge 4.76. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Düzce Fayı olası depremi için Düzce il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	222
Çizelge 4.77. Kuzey Anadolu Fayı olası depremi sonucunda Düzce il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	222
Çizelge 4.78. Kuzey Anadolu Fayı olası depremi sonucunda Düzce il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	223
Çizelge 4.79. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Kuzey Anadolu Fayı olası depremi için Düzce il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması	224
Çizelge 4.80. Karaova-Milas Fayı olası depremi sonucunda Muğla il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	225
Çizelge 4.81. Karaova-Milas Fayı olası depremi sonucunda Muğla il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	226

Çizelge 4.82. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Karaova-Milas Fayı olası depremi için Muğla il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	227
Çizelge 4.83. Muğla-Yatağan Fayı olası depremi sonucunda Muğla il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	228
Çizelge 4.84. Muğla-Yatağan Fayı olası depremi sonucunda Muğla il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	229
Çizelge 4.85. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Muğla-Yatağan Fayı olası depremi için Muğla il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması	230
Çizelge 4.86. Ula-Ören Fayı olası depremi sonucunda Muğla il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	230
Çizelge 4.87. Ula-Ören Fayı olası depremi sonucunda Muğla il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	231
Çizelge 4.88. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Ula-Ören Fayı olası depremi için Muğla il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	232
Çizelge 4.89. Karaova-Milas Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	233
Çizelge 4.90. Karaova-Milas Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	234
Çizelge 4.91. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Karaova-Milas Fayı olası depremi için Aydın il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	235
Çizelge 4.92. Muğla-Yatağan Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	236
Çizelge 4.93. Muğla-Yatağan Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	237
Çizelge 4.94. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Muğla-Yatağan Fayı olası depremi için Aydın il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	238
Çizelge 4.95. Ula-Ören Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri	238
Çizelge 4.96. Ula-Ören Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	239
Çizelge 4.97. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Ula-Ören Fayı olası depremi için Aydın il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	240
Çizelge 4.98. Büyük Menderes Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	241
Çizelge 4.99. Büyük Menderes Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	242
Çizelge 4.100. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Büyük Menderes Fayı olası depremi için Aydın il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	243
Çizelge 4.101. Gediz Fayı olası depremi sonucunda Manisa il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri	244

Çizelge 4.102. Gediz Fayı olası depremi sonucunda Manisa il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri	245
Çizelge 4.103. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Gediz Fayı olası depremi için Manisa il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	246
Çizelge 4.104. Zeytindağ-Bergama Fayı olası depremi sonucunda Manisa il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri....	246
Çizelge 4.105. Zeytindağ-Bergama Fayı olası depremi sonucunda Manisa il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri	247
Çizelge 4.106. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Zeytindağ-Bergama Fayı olası depremi için Manisa il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	248
Çizelge 4.107. Gediz Fayı olası depremi sonucunda İzmir il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri	249
Çizelge 4.108. Gediz Fayı olası depremi sonucunda İzmir il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri	250
Çizelge 4.109. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Gediz Fayı olası depremi için İzmir il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	251
Çizelge 4.110. Büyük Menderes Fayı olası depremi sonucunda İzmir il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	252
Çizelge 4.111. Büyük Menderes Fayı olası depremi sonucunda İzmir il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	253
Çizelge 4.112. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Büyük Menderes Fayı olası depremi için İzmir il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	254
Çizelge 4.113. Düzce Fayı olası depremi sonucunda Kocaeli il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	255
Çizelge 4.114. Düzce Fayı olası depremi sonucunda Kocaeli il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	256
Çizelge 4.115. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Düzce Fayı olası depremi için Kocaeli il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	257
Çizelge 4.116. Kuzey Anadolu Fayı olası depremi sonucunda Kocaeli il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	257
Çizelge 4.117. Kuzey Anadolu Fayı olası depremi sonucunda Kocaeli il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	258
Çizelge 4.118. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Kuzey Anadolu Fayı olası depremi için Kocaeli il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması	259
Çizelge 4.119. Marmara Denizi Fayları Doğu Kanadı olası depremi sonucunda İstanbul il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri	260
Çizelge 4.120. Marmara Denizi Fayları Doğu Kanadı olası depremi sonucunda İstanbul il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri	261

Çizelge 4.121. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Marmara Denizi Fayları Doğu Kanadı olası depremi için İstanbul il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	262
Çizelge 4.122. Marmara Denizi Fayları Batı Kanadı olası depremi sonucunda İstanbul il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	263
Çizelge 4. 123. Marmara Denizi Fayları Batı Kanadı olası depremi sonucunda İstanbul il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri.....	264
Çizelge 4. 124. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Marmara Denizi Fayları Batı Kanadı olası depremi için İstanbul il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	265
Çizelge A.1. Çalışma alanında tarihsel dönemde meydana gelen depremler.....	298
Çizelge A.2. Çalışma alanında aletsel dönemde meydana gelen depremler.....	319

SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR

A	Alan
a	Depremlerin magnitüdüleri ile oluşum sayılarının logaritmaları (Log N) arasındaki doğrunun Log N eksenini kestiği nokta
b	Depremlerin magnitüdüleri ile oluşum sayılarının logaritmaları (Log N) arasındaki doğrunun eğimi
DAFZ	Doğu Anadolu Fay Zonu
DBYBHY	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
EBO	En Büyük Olasılık
EKK	En Küçük Kareler
ESC	European Seismological Commission
F	Kuvvet
I	Şiddet
ISC	International Seismological Centre
KAFZ	Kuzey Anadolu Fay Zonu
KDAFZ	Kuzey Doğu Anadolu Fay Zonu
KRDAE	Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü
KT	Kal-Tek
M	Magnitüd
M_b	Cisim dalgası magnitüdü
M_c	Güvenilir alt magnitüd sınırı
M_d	Süreye bağlı magnitüd
M_l	Yerel magnitüd
m_{max}	En büyük bölgesel magnitüd
m_{min}	En küçük bölgesel magnitüd
M_s	Yüzey dalgası magnitüdü
M_w	Moment magnitüdü
N	M veya daha büyük magnitüdüde depremlerin sayısı
NEIC	National Earthquake Information Centre
ÖDFZ	Ölü Deniz Fay Zonu
PGA	Pik yer ivmesi
PGV	Pik yer hızı
λ	Deprem aktivite oranı
σ_f	Coulomb kırılma gerilmesi

1.GİRİŞ

Ülkemiz toprakları yeryüzünün önemli deprem kuşaklarından biri olan ve Azor Adaları'ndan başlayıp Güneydoğu Asya'ya kadar uzanan Alp-Himalaya deprem kuşağı üzerinde bulunmaktadır. Jeolojik özellikleri, topografik yapısı ve iklimi göz önüne alındığında yurdumuzun depremler başta olmak üzere doğal afetleri sıkça yaşayan ülkelerden birisi olduğunu söylemek mümkündür (Pampal ve Özmen, 2007).

Deprem Bölgeleri Haritası'na göre depremsellik açısından dünyanın en aktif bölgelerinden biri üzerinde bulunan topraklarımızın %92'sinin çeşitli derecelerde deprem tehlikesi ile karşı karşıya olduğu; nüfusumuzun %95'inin deprem tehlikesi altında yaşadığı ve bunlara ilaveten sanayi merkezlerimizin %98'inin ve barajlarımızın %93'ünün deprem bölgelerinde faaliyet gösterdiği bilinmektedir.

Ne yazık ki kentsel alanlarda meydana gelen depremler en yıkıcı doğal afetler arasında yer almaktadır. Çünkü kentsel alanlardaki nüfus artışına bağlı olarak artan yapılaşma ve sanayileşme ile birlikte meydana gelecek bir deprem sonucunda ortaya çıkacak olan sosyal ve ekonomik sorunlar yalnızca depremin meydana geldiği alanı değil ülkenin tamamını etkileyecektir. Örneğin 17 Ağustos 1999 depreminden yaklaşık olarak 16 milyon kişi değişik seviyelerde etkilenmiştir. Deprem ile ilgili resmi raporlara göre 17.479 kişi hayatını kaybetmiş, 43.953 kişi yaralanmıştır. Deprem 66.441 konutun ve 10.901 işyerinin ağır hasara, 67.242 konutun ve 9.927 işyerinin orta hasara, 80.160 konutun ve 9.712 işyerinin hafif hasara uğramasına neden olmuştur (Özmen, 2000). Deprem nedeniyle sanayi, ulaşım ve alt yapı ile ilgili olarak da önemli kayıplar ortaya çıkmıştır. Deprem sonrasında gerek bir süre için üretimin durması gerekse belirli bir dönem düşük kapasite ile çalışılması nedeniyle milli hasılda da kayıplar oluşmuştur (DPT, 1999).

Ancak bu kayıpların her depremde yaşanıyor olmasına rağmen günümüzde depremlerin oluş zamanı ve yerinin belirlenmesi konusunda yapılan çalışmalar ne yazık ki tatmin edici bir seviyede değildir. Özellikle 17 Ağustos Depremi'nin vermiş olduğu hasarlar göz önüne alındığında ülkemizin böylesine büyük bir deprem karşısında ne kadar hazırlıksız olduğu anlaşılmaktadır.

Dünyanın sayılı deprem kuşaklarından biri üzerinde bulunan Türkiye'nin geçmişte olduğu gibi gelecekte de büyük depremlere ev sahipliği yapacağı kaçınılmaz ve bilinen bir gerçektir. Bu nedenle depremle yaşamayı öğrenmeli ve deprem zararlarının azaltılması çalışmalarına önem vermeliyiz. Deprem zararlarının azaltılması yönünde yapılacak çalışmaların temelinde ise deprem tehlikesi ve deprem riski kavramlarının doğru tanımlanması ve elde edilen verilere göre deprem sonrası alınacak önlemlerin planlanmasını içeren çalışmalar yer almaktadır. Literatürde farklı ülkeler tarafından kullanılan deprem hasarlarını azaltıcı planlar (National Earthquake Hazards Reduction Program-NEHRP, California Earthquake Loss Reduction Plan-CELRP vb.) incelendiğinde de özellikle yerbilimleri ile ilgili araştırmaların bu planların temelini oluşturduğu görülmektedir.

Deprem tehlikesi; hasar ve can kaybı yaratabilecek büyüklükteki bir depremden kaynaklanan yer hareketinin belirli bir yerde ve belirli bir zaman periyodu içerisinde belirlenmesi olarak tanımlanır. Deprem riski ise; deprem nedeni ile meydana gelebilecek hasar, mal ve can kaybı ihtimali olarak tanımlanır (Erdik vd. 2000). Bu tanımlara dayanarak deprem tehlikesi ile deprem riski arasındaki ilişkiyi “Risk=Tehlike x Hasar görülebilirlik” olarak ifade etmek mümkündür.

Her ne kadar bir depremin oluşumunu önceden tanımlamak mümkün olmasa da sistemli ve birbirini tamamlayan nitelikteki yerbilim çalışmalarından elde edilecek veriler sayesinde belirli bir bölgeye ait deprem tehlikesinin ve riskinin tanımlanması mümkün olabilmektedir. Bu çalışmada da ülke nüfusunun, sanayi tesislerinin ve turistik öneme sahip alanların önemli bir bölümüne ev sahipliği yapan yoğun deprem geçmişine sahip Batı Anadolu Bölgesi (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) çalışma alanı olarak ele alınmış ve söz konusu bölgenin deprem tehlikesi ve riskinin tanımlanması için kullanılabilecek veriler 3 aşamalı bir çalışma ile ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın ilk aşamasını depremsellik çalışmaları oluşturmaktadır. Bunun için öncelikle geçmişten günümüze kadar geçen sürede bölgede meydana gelen depremlerin zaman ve uzaya bağlı değişimleri incelenmiş ve daha sonra çeşitli araştırmacılar tarafından geliştirilen, birbirinden farklı istatistiksel yöntemler kullanılarak bölgeye ait depremsellik parametreleri belirlenmiştir.

Bölgeye ait depremselliğin ve depremsellik parametrelerinin belirlenmesinden sonra, ikinci aşamada; bölgenin geçmiş deprem etkinliğinden yararlanılarak bölgede meydana gelen gerilme ve deformasyon alanları tespit edilmiştir. Böylelikle her iki bölümde elde edilen veriler ışığında, bölgenin sismotektonik durumu net bir şekilde ortaya konulmuştur.

Çalışmanın son aşamasında ise bölgenin aktif tektonik durumuna uygun olarak belirlenen parametrik değerler, çeşitli araştırmacılar tarafından geliştirilen birbirinden farklı azalım ilişkilerine göre değerlendirilmiştir. Böylece, çalışma alanı içerisinde yer alan il merkezlerinin olası bir depremden ne ölçüde etkileneceği belirlenmeye çalışılmış ve yine il merkezleri için kullanılabilir yerel tasarım ivme spektrumları belirlenmiştir.

Sonuç olarak bu çalışma ile ulaşılmak istenen amaç, deprem aktivitesinin son derece yoğun olduğu Batı Anadolu Bölgesinde gerçekleşmesi muhtemel depremlerin zararlarının azaltılması için yapılacak olan çalışmalara altlık oluşturacak bulguların toparlanmasıdır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Depremsellik

Genel anlamıyla depremsellik, herhangi bir bölgede meydana gelen depremlerin zamansal ve uzaysal dağılımlarını tanımlamak için kullanılan bir kavramdır (Özmenek, 1996).

Bir bölgenin depremselliği ise inceleme yapılan bölgede meydana gelmiş olan depremlerin dağılımlarını, oluş zamanlarını, magnitüdlerini ve neden oldukları hasarı tanımlamak için kullanılır (Yalçınkaya, 2013).

Yapılan ilk depremsellik çalışmalarının 1900'lü yılların başlarında *Oldham* ve *Monteuss de Ballore* tarafından depremlerin zaman ve uzay içerisindeki büyüklüklerini belirten episantr dağılım haritalarının hazırlanması ile başladığı düşünülmektedir (Purcaru, 1975; Richter, 1958). Yapılan bu ilk çalışmalardan sonra depremsellik üzerine yapılan araştırmalar artarak deprem kavramı hakkında daha fazla bilgi sahibi olunmaya başlanmıştır. Özellikle Richter (1958) tarafından yapılan çalışmalar sonucunda Richter magnitüd ölçeğinin ortaya çıkmasıyla birlikte depremsellik çalışmalarında büyük bir aşama kaydedilmiştir.

Ülkemizde ise yapılan ilk depremsellik çalışmaları geçmişte meydana gelen depremlerin belgelenmesini amaçlayan deprem kataloglarının hazırlanması ile başlamıştır. Bu katalogların başlıcaları Alsan vd. (1975), Crampin ve Üçer (1975), Ergin vd. (1967, 1971), Karnik (1968, 1971), Öcal (1968), Pınar ve Lahn (1952), Shebalin vd. (1974) tarafından hazırlanmıştır (Yücemen, 1982).

Tarihi süreç içerisinde depremsellik ile ilgili yapılan çalışmaların incelenmesi sonucunda bu çalışmaların üç ana başlık altında toplandığı görülmüştür (Purcaru, 1975). Bu ana başlıkları;

- ✓ “*Strain boşalımı*” (Benioff, 1951) ve buna bağlı olarak meydana gelen “*tektonik akı*” (St. Amand, 1956) kavramlarının depremselliğin tanımlanması için kullanılması

- ✓ Bath (1956) tarafından depremlerde açığa çıkan birim alan ve zamana karşılık gelen toplam “*sismik enerji*” kavramının deprenselliğın tanımlanması için kullanılması (ilerleyen yıllarda Ullmann ve Maaz (1966) tarafından deprem enerjisi kavramı kullanılarak deprensellik için farklı bir tanım yapılmıştır.)
- ✓ Gutenberg ve Richter (1954) tarafından geliştirilen ve Gutenberg-Richter bağıntısı olarak da bilinen $\log(N) = a - bM$ frekans-magnitüd bağıntısının deprensellikte kullanılması (yine ilerleyen yıllarda Riznichenko (1958) tarafından enerji-frekans bağıntıları kullanılarak deprensellik çalışmaları yapılmıştır.)

şeklinde sıralanabilir.

Bu yaklaşımlar kullanılarak deprem oluşumunun fiziğı ile ilgili bazı parametreler belirlenebilmektedir. Ancak bu yaklaşımların her birinin deprenselliğı belirli bir ölçüde yansıtabildiğini unutmamak gerekir.

Literatürde deprenselliğın tanımlanması için yapılan çalışmalar sonucunda bir takım görüşler dikkat çekmiştir. Riznichenko (1959) tarafından yapılan deprensellik çalışmalarında uzay ve zaman içerisinde göz önüne alınan farklı büyüklüklerdeki depremlerin tümü olarak tanımlanan sismik rejim kavramı ortaya çıkmıştır. Aki (1968) tarafından yapılan çalışmalar sonucunda deprensellik kavramı yer içerisinde depremleri oluşturan süreçler olarak tanımlanmıştır. Kaila vd. (1972) tarafından yapılan çalışmada ise belirli bir dönem için tanımlanan deprensellik ile gelecekte olması beklenen depremleri de kapsayan uzun bir dönem için tanımlanan deprensellik arasında bir ayrım yapılması gerektiğı ifade edilmiştir. Tüm bu yaklaşımları göz önünde bulundurarak Purcaru (1975) tarafından deprensellik, uzay ve zaman içerisindeki tüm depremlerin oluşumunu ve etkilerini açıklayan genel bir olay olarak tanımlanmıştır. Bu tanıma göre deprensellik; deprem olaylarını ve bunların etkilerini içeren sismik alanın tamamı olarak ifade edilmektedir. Çok boyutlu bu sismik alanı tanımlayan değişkenler ise; sismik faaliyet, deprem odakları dağılımı, deprensellik düzeyi, sismik faaliyet indeksi, spesifik deprensellik ve deprem oluşumu frekansı gibi ölçülerdir (Gökce, 2007).

Sonuç olarak deprensellik çalışmalarını bir bölgenin sismotektonik ve jeodinamik durumunu açıklayabilmek, o bölgenin sismik tehlike dolayısı ile de sismik riskini

belirleyebilmek için temel çalışmalar olarak ifade etmek mümkündür (Yalçinkaya, 2013). Bu bağlamda da bir bölgenin depremselliği incelenirken iki faktörün göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu faktörleri de;

- ✓ İnceleme yapılan alanın tektonik yapısı
- ✓ İnceleme yapılan alanda geçmişte meydana gelen depremler

şeklinde sıralamak mümkündür.

2.1.1. Batı Anadolu’da yapılmış depremsellik çalışmaları

Altınok (1991) tarafından yapılan çalışmada Batı Anadolu (36.00° - 39.80° K ve 26.00° - 31.00° D) için Semi-Markov modeli kullanılarak deprem riski belirlenmiştir. Çalışmada 1900-1986 yılları arasında magnitüdü $M \geq 5.5$ olan 75 adet deprem kullanılmıştır. Magnitüd aralıkları $5.5 \leq M \leq 6.0$ (M1), $6.0 \leq M \leq 6.5$ (M2) ve $M \geq 6.5$ (M3) olarak belirlenen çalışmada deprem büyüklük durumlarının büyüklük-büyüklük geçiş olasılıkları hesaplanarak aralık geçiş olasılıkları elde edilmiştir. Çalışmanın sonunda elde edilen büyüklük-büyüklük geçişlerinin aralık geçiş olasılıklarına göre, bölgede M1 deprem büyüklüğünün etkin olduğu, M1 büyüklüğündeki depremin ardından bir başka M1 büyüklüğündeki depremin olma olasılığının yüksek olduğu belirtilmiştir.

Bağcı (1996) tarafından yapılan çalışmada Batı Anadolu Bölgesi (36.00° - 41.00° K ve 25.00° - 31.00° D) için Markov modeli kullanılarak deprem oluşumları incelenmiştir. Çalışmada bölgenin jeolojisi, sismotektonik özellikleri, plaka tektoniği modelleri ve odak mekanizma çözümlerinden yararlanılarak çalışma alanı üç bölgeye ayrılmıştır. Çalışmada 1920-1995 yılları arasında magnitüdü $M \geq 4.0$ olan depremler kullanılmıştır. Magnitüd aralıkları $6.0 \leq M \leq 6.4$, $6.5 \leq M \leq 6.9$ ve $M \geq 7.0$ olarak belirlenen çalışmada depremlerin olma ve olmama olasılıkları magnitüdlerin geçiş olasılık matrisleri ile değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre bir önceki zaman aralığında deprem olmadığında deprem olma olasılığının düşük, bir önceki zaman aralığında deprem olduğunda ise gelecekteki zaman aralıklarında depremin olmama olasılığının yüksek bulunduğu ifade edilmiştir.

Firuzan (2008) tarafından yapılan çalışmada Batı Anadolu (36.50° - 40.00° K ve 26.00° - 30.00° D) sismotektonik özelliklerine göre sekiz alana ayrılarak istatistiksel frekans analizi uygulanmıştır. Çalışmada 1.1.1900-10.11.2006 yılları arasında meydana gelmiş $M_s \geq 4.0$ olan depremlerden yararlanılmıştır. Üstel, Gumbel, Log Pearson Tip 3 ve Genelleştirilmiş Pareto dağılımlarının kullanıldığı çalışmada her bir bölge için ayrı ayrı hesaplamalar yapılarak karşılaştırmalı bir değerlendirme yapılmıştır. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda Genelleştirilmiş Pareto dağılımının belirli bir deprem şiddetini veya büyüklüğünü aşan ani çıkışlar için, Gumbel dağılımının da yıllık maksimum deprem verileri için en uygun dağılım olduğu ifade edilmiştir. Sonuç olarak çalışma alanı için “b” değerinin 0.40-0.70 aralığında olduğu ve en yüksek “b” değerinin de Gökova Körfezi için hesaplandığı belirtilen çalışmada hesaplanan “b” değeri sonuçlarının daha önce Ege Bölgesi ve çevresi için yapılan çalışmalarla uyumlu olduğu ifade edilmiştir (Papazachos, 1990; Öncel ve Wilson, 2004; Sayıl ve Osmanşahin, 2007).

Polat vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada fraktal davranış, sismik hareketsizlik z ve Gutenberg-Richter “b” parametreleri kullanılarak Batı Türkiye depremleri incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda Ege Genişleme Bölgesi boyunca Çandarlı Körfez ve Bergama-Zeytindağ Fay Zonu, İzmir Fayı ve Orhanlı Fay Zonu ve Buldan ve Çevresi olmak üzere üç anomali alanı tespit edilmiştir. Elde edilen tehlike parametrelerine göre çalışmanın sonunda Ege Genişleme Bölgesi içerisinde hasar yapıcı olası bir depremin büyüklüğünün $M_s=6.5$ ’a kadar çıkabileceği belirtilmiştir.

Sayıl ve Osmanşahin (2008) tarafından yapılan çalışmada jeolojisi, sismotektonik özellikleri ve plaka tektoniği özelliklerine göre 13 alt bölgeye ayrılan Batı Anadolu’nun (36.00° - 40.00° K ve 26.00° - 32.00° D) depremselliği En Küçük Kareler Yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Çalışmada hem tarihsel dönem verileri ($I_0 \geq 5.0$) hem de aletsel dönem verileri (2006 yılı sonuna kadar) ($M_s \geq 4.4$) kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda Gutenberg-Richter ilişkisindeki “a” değerinin 3.19 ± 0.17 – 5.15 ± 0.52 arasında; “b” değerinin ise 0.42 ± 0.05 – 0.66 ± 0.07 arasında değişim gösterdiği belirtilmiştir. Sonuç olarak yüksek “b” değerlerinin Demirci-Gediz, Gökova Körfezi ve Muğla-Göhlhisar bölgelerinde; düşük “b” değerlerinin ise Balıkesir ve Bodrum-İstanköy bölgelerinde gözlendiği ifade edilmiştir.

Bayrak vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada Batı Anadolu (33.00° - 40.00° K ve 26.00° - 33.00° D) fay türleri, odak mekanizması ve depremsellik özelliklerine göre 15 farklı deprem kaynak bölgesine ayrılmıştır. Her bir kaynak bölgesi için Gutenberg-Richter bağıntısı olarak bilinen $\log N=a-bM$ denklemindeki “b” depremsellik parametresi En Büyük Olasılık yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Bu çalışma için 1900 yılından 2011 yılı Mart ayının sonuna kadar meydana gelen 69182 adet deprem verisi kullanılmıştır. Farklı kaynak bölgeleri için elde edilen “b” değerinin 0.71 ile 1.02 arasında değiştiği ifade edilmiştir. En büyük “b” değerinin ($b=1.02$) Zeytindağ-Bergama fayı ile Akhisar fayının bulunduğu bölgede elde edildiği belirtilmiştir. En düşük “b” değerlerinin ise Marmaris-Köyceğiz ve Fethiye fayını içeren büyük bir kısmı denizde olan Rodos adasını içine alan bölge ($b=0.71$) ile Ege adalarını içine alan bölgede ($b=0.75$) tespit edildiği belirtilmiştir. Sonuç olarak “b” değeri ile gerilme arasındaki ilişki göz önüne alınarak çalışma alanı içerisinde büyük bir depremin meydana gelme olasılığının düşük “b” değerine sahip bu iki bölgede yüksek olduğu ifade edilmiştir.

Kahraman vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada Batı Anadolu ve özellikle İzmir ve çevresi için (37.00° - 40.00° K ve 26.00° - 30.00° D) deprem tehlikesini tanımlayacak modeller incelenmiş ve bunun için de Ege Bölgesi ve civarında 1900-2011 yılları arasında meydana gelmiş $M \geq 4.0$ olan 897 deprem verisi kullanılmıştır. Yapılan çalışmada inceleme alanı Bölge I (37.00° - 38.00° K ve 26.00° - 30.00° D) ve Bölge II (38.00° - 40.00° K ve 26.00° - 30.00° D) olmak üzere iki bölgeye ayrılmıştır. Her iki bölge için En Küçük Kareler ve Maksimum Olabilirlik Yöntemi kullanılarak “a” ve “b” değerleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Genel olarak tüm bölge için En Küçük Kareler Yöntemi’ne göre $a=4.54$, $b=-0.896$ ve Maksimum Olabilirlik Yöntemi’ne $a=4.41$, $b=-0.872 \pm 0.10$ olarak bulunduğu ifade edilmiştir. Çalışmanın sonunda Kahraman vd. (2007, 2008) tarafından yapılan daha önceki çalışmalardan elde edilen sonuçların, En Küçük Kareler Yöntemi ve Maksimum Olabilirlik Yöntemleri ile hesaplanan parametrelerin, tarihsel ve aletsel döneme ait deprem verileri ile birlikte değerlendirilmesi sonucunda Batı Anadolu için deprem tehlikesinin tanımlanmasında kullanılacak en uygun bölge sınırları tanımlanmıştır. Buna göre Büyük Menderes ve Gediz Grabenleri, Zeytindağ-Bergama ve Simav Fay Sistemleri ile Kütahya Fayının (37.50° - 36.90° K ve 26.30° - 30.00° D) içinde bulunduğu alanın en uygun bölge sınırı olarak tanımlanabileceği belirtilmiştir. Bu bölge için Maksimum Olabilirlik Yöntemi

sonucunda bulunan parametrelerin kullanılmasının ve bununla ilişkili olarak da $4.55-(0.853\pm 0.08)$ M (M_s) biçimde ifade edilmesinin ($R^2=0.995$) daha uygun olacağı ifade edilmiştir.

Akyol vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada Batı Anadolu Bölgesi'nde (36.80° - 39.80° K ve 26.00° - 30.00° D) meydana gelen depremler için büyüklük-frekans ilişkisinin istatistiksel analizi yapılmıştır. Çalışmada kullanılan aletsel döneme ait deprem verileri Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü tarafından verilen iki farklı katalogdan (BHTDK-Bütünleştirilmiş Homojenize Türkiye Deprem Kataloğu ve TÇDK-Türkiye ve Çevresi Deprem Kataloğu) elde edilmiştir. Çalışmada öncelikle TÇDK ve BHTDK kataloglarından elde edilen sonuçların karşılaştırılabilmesi için geliştirilen ampirik bağıntılar yardımıyla TÇDK verilerinin tamamı M_d 'ye dönüştürülmüştür. Daha sonra her iki katalog verisine de Gutenberg-Richter eşitliği uygulanmasıyla çalışma alanı için deprem tehlikesi belirlenmiştir. Çalışmanın bir sonraki aşamasında ise her yıla ait maksimum değer ile tanımlanan Maksimum Değerler Yöntemi için; Üstel, Normal, Log-Normal ve Gumbel Dağılımlarının uygunluğu incelenmiş ve de büyüklük-frekans ilişkisini en iyi ifade eden olasılık dağılımının Normal Dağılım olduğu belirtilmiştir. Elde edilen Normal Dağılım parametreleri kullanılarak $M_d \geq 6.5$ olan bir depremin yinleme periyodunun BHTDK kataloğu için 54.64 yıl, TÇDK kataloğu için ise 53.88 yıl olarak hesaplandığı ifade edilmiştir. Çalışmada son olarak magnitüd türü farklılığının deprem sayısı-magnitüd ilişkisi, yinleme periyodu ve olma olasılıkları sonuçları üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir.

Bayrak (2012) tarafından yapılan çalışmada Batı Anadolu ve civarının (33.00° - 40.00° K ve 26.00° - 33.00° D) deprem tehlikesinin farklı yöntemlerle incelenmesi için çalışma alanı eski çalışmalar, çalışma alanının tektonik özellikleri ve sismik aktivite değişimleri göz önüne alınarak 15 farklı kaynak bölgeye ayrılmıştır. Çalışmada M.Ö. 1303 yılından 2011 yılı başına kadar olan depremleri içeren M_s magnitüdü için homojen bir deprem kataloğu kullanılmıştır. Çalışmada “b” değeri hem En Büyük Olasılık yöntemi kullanılarak hem de Kijko ve Sellevoll (1989) yöntemi kullanılarak hesaplanmış ve sonuç olarak Kijko-Sellevoll yöntemi kullanılarak elde edilen “b” değerlerinin çalışma alanı için daha uygun olduğu ifade edilmiştir. Fraktal boyut (D_c) değerinin belirlenmesi ve elde edilen sonuçların

değerlendirilmesiyle “b” ve “D_c” değerlerinin büyük bir depremin tahmin edilmesinde yarar sağlayabilecek parametreler olduğu belirtilmiştir. Çalışma alanı içerisinde yer alan her bölge için geri dönüşüm periyodları ve deprem oluşma olasılıkları Kijko-Sellevoll yönteminden elde edilen “b” değerlerine göre hesaplanmıştır. Geri dönüşüm periyotları sonuçlarına göre en düşük geri dönüşüm periyotlarının Ege dalma batma zonu ile ilgili olan bölgelerde görüldüğü ifade edilmiştir. Bölge için beklenen en büyük magnitüdlü deprem ise Kijko-Sellevoll ve Gumbel III yöntemleri kullanılarak hesaplanmış ve her iki yöntemden elde edilen sonuçların birbiri ile uyumlu olduğu ifade edilmiştir. Hesaplanan bütün sismik tehlike parametrelerine göre çalışma alanı içerisinde Büyük Menderes Grabeni, Ege Yayı, Ege Adaları ve Ege Dalma-Batma Zonu’nun yer aldığı bölgeler en tehlikeli bölgeler olarak tanımlanmıştır.

Türker (2014) tarafından yapılan çalışmada Batı Anadolu ve civarı eski çalışmalar, çalışma alanının tektonik özellikleri ve sismik aktivite değişimleri göz önüne alınarak 15 farklı kaynak bölgeye ayrılmıştır. Çalışmada sadece aletsel dönemi içeren (1900-2013) bir katalog kullanılmıştır. Her bir sismik kaynak bölge için $M_s \geq 4.0$ alınarak Bayes analiz yöntemi ile maksimum bölgesel magnitüd değerleri, “b” değerleri, sismik aktivite oranı değerleri hesaplanmıştır. Çalışmanın sonucunda öncelikle en büyük M_{max} değerinin ($M_{max}^{Bayes} = 8.06$) Ege Adaları’nın bulunduğu bölgede elde edildiği; en küçük M_{max} değerinin ise ($M_{max}^{Bayes} = 6.00$) ise Kütahya Fay Zonu bölgesinde gözlemlendiği belirtilmiştir. Bayes yöntemi kullanılarak yapılan sismik risk hesaplamaları sonuçlarına göre ise en yüksek “b” değerinin ($b=1.33$) ile Gölhisar-Çameli, Acıgöl, Tatarlı, Kumdanlı Fayları ve Dinar Grabeni’nin olduğu bölgede elde edildiği, en düşük “b” değerinin ise ($b=0.73$) Eskişehir İnönü Dodurga Fay Zonu’nun olduğu bölgede hesaplandığı belirtilmiştir. Yapılan hesaplamalara göre Ege Adaları’nın bulunduğu bölgenin diğer bölgelere göre daha fazla deprem olma olasılığına sahip olduğu ifade edilirken; Kütahya Fay Zonu’nun bulunduğu bölgede ise deprem olma olasılığının en az olduğu belirtilmiştir.

Kılıç (2015a) tarafından yapılan çalışmada İzmir ili ve çevresinin (26.00° - 29.00° D ve 37.00° - 39.00° K) deprenselliğinin uzaysal dağılımı ve en büyük magnitüd (M_{MAX}) değeri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma için 1964-2013 yılları arasındaki

depremler ISC ve NEIC kataloglarından 1900-2013 yılları arasındaki depremler de KRDAE kataloğundan alınmıştır. Çalışmada sonuç olarak gerekli dönüşümler yapılarak homojen hale getirilen iki ayrı katalog kullanılmıştır. Depremselliğin ve en büyük magnitüd değerinin belirlenebilmesi ve haritalanabilmesi için çalışma alanı $0.25^{\circ}\text{K} \times 0.25^{\circ}\text{D}$ aralıklarla gridlenmiştir. Her bir alt bölge için Gutenberg-Richter bağıntısındaki “b” değeri En Küçük Kareler (EKK) ve Maksimum Olabilirlik (MO) yöntemleri kullanılarak hesaplanmıştır. “ M_{MAX} ” değeri ise her bir alt bölgede Tate-Pisarenko, Kijko-Sellevoll (Cramer), Kijko-Sellevoll (Exact), Tate-Pisarenko-Bayes, Kijko-Sellevoll-Bayes, Robson-Whitlock ve Robson-Whitlock-Cooke yöntemleri kullanılarak elde edilmiştir. EKK ve MO yöntemlerine göre ortalama “b” değeri sırasıyla; ISC ve NEIC katalogları için 0.49 ve 0.74; KRDAE kataloğu için 0.69 ve 0.74 olarak hesaplanmıştır. “ M_{MAX} ” değeri ise ISC ve NEIC katalogları için 7.8 ve KRDAE kataloğu için ise 7.2 olarak bulunmuştur. Çalışmanın sonunda hesaplanan düşük “b” ve yüksek “ M_{MAX} ” değerlerinin; çalışma alanı içerisinde geçmişte olduğu gibi gelecekte de yıkıcı depremler olabileceğine işaret ettiği belirtilmiştir.

Kılıç (2015b) tarafından yapılan depremsellik çalışmasında Kılıç (2015a) çalışması ile aynı alan ve aynı deprem verileriyle farklı yöntemler kullanılarak incelenmiştir. Buna göre Gutenberg-Richter bağıntısındaki parametreler iki klasik yöntem (EKK ve MO) ve yeni bir yöntem olan Kaltek Yöntemi (KM) (Kalyoncuoğlu, 2007) kullanılarak hesaplanmıştır. Bölge için en büyük magnitüd (M_{MAX}) değeri ise Tate-Pisarenko ve Kijko-Sellevoll (Cramer) yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. EKK, MO ve KM yöntemlerine göre ortalama “b” değeri sırasıyla; ISC ve NEIC katalogları için 0.49, 0.74 ve 0.84; KRDAE kataloğu için 0.69, 0.74 ve 0.90 olarak hesaplanmıştır. “ M_{MAX} ” değeri ISC ve NEIC katalogları için 7.3 ve KRDAE kataloğu için ise 7.2 olarak bulunmuştur. Özellikle Büyük Menderes grabeni ve Gediz Grabeni arasında kalan bölgenin ileride büyük bir depreme ev sahipliği yapabileceği ifade edilmiştir.

2.2. Gerilme-Deformasyon Alanlarının İlişkisi

Levha sınırlarındaki hareketlilik ve değişim; yerkabuğunda deformasyonların, gerilme birikimlerinin ve kırılmaların oluşumuna neden olur. Bu kırılmalar ve var

olan kırıklar boyunca gerçekleşen yer değiştirmeler depremlerin oluşumunu sağlarlar. Bu deformasyonlara sebep olan iki unsur vardır. Bu unsurları;

- ✓ Enerji birikimi
- ✓ Enerjinin birden açığa çıkması

olarak belirtebiliriz.

Yer kabuğu ve litosferde deformasyona neden olan enerji; gravitasyonel potansiyel enerji, kinetik enerji, kimyasal enerji ve yamulma enerjisidir. Yapılan sismoloji çalışmalarına göre bu enerji türlerinden sadece elastik yamulma enerjisinin büyük depremleri oluşturacak kadar güçlü olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışmalara bağlı olarak da depremler ile elastik yamulma enerjisinin açığa çıkması arasında bir ilişki kurulmuştur. Bu ilişkiye göre; çeşitli kuvvetler (tektonik, volkanik) sebebiyle yer kabuğu içinde biriken gerilmeler belirli bir seviyeye geldiği zaman ortamın dayanma gücünü yenmekte ve buna bağlı olarak da yer kabuğu kırılarak veya var olan bir kırık boyunca kayarak tektonik depremleri oluşturmaktadır (<http://avnidincer.8m.com>).

Gerilme aktarımı (transferi) modellemesi çalışmalarıyla da belli bir tektonik rejim içerisinde dağılmış faylar arasında yamulma enerjisinin boşalımı esnasında herhangi bir etkileşim olup olmadığı ortaya konulmaya çalışılır. Gerilme aktarımı modellemesi çalışmaları ise ağırlıklı olarak Coulomb gerilme analizi esaslarına uygun olarak yapılmaktadır (UDAP, 2005).

Bilindiği üzere; öncü deprem, ana şok, artçı şok ve bölgede meydana gelen diğer depremlerin oluşumlarını kontrol eden gerilme dağılımları arasında yakın bir ilişki vardır. Bu ilişkinin açıklanmasına yönelik yapılan ilk çalışmalarda; deprem sonrasında faydan uzak alanlardaki artçı şokların meydana gelmesi kırılmada etkin olan kayma gerilmesi değişimi ile ilişkilendirilmeye çalışılmıştır (Das ve Scholtz, 1981). İlerleyen yıllarda yapılan çalışmalarla; kayma gerilmesi ile birlikte normal gerilme ve sürtünme katsayı da göz önünde bulundurularak kırılmayı kontrol eden Coulomb kırılma kriterinin yer kabuğunda oluşan kırıkları açıklayabildiği belirtilmiştir (Stein ve Lisowski, 1983; King vd. 1994). Ayrıca Stein ve Lisowski (1983) tarafından yapılan çalışmada Coulomb kırılma kriteri deprem verilerine

uygulanmış ve artçı şok aktivitesinin büyük ölçüde Coulomb gerilmesindeki değişim ile uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır.

Yapılan bu ilk çalışmalardan sonra Coulomb kırılma kriteri kullanılarak gerilme alanlarının incelenmesiyle büyük bir depremin etrafındaki faylar üzerindeki etkisi araştırılmış ve buna bağlı olarak da deprem oluşma ihtimali artan ya da azalan bölgelerin belirlenmesi çalışmalarında önemli adımlar atılmıştır (Hudnut vd., 1989; Reasenberg ve Simpson, 1992; Haris ve Simpson, 1992; Jamué ve Skyes, 1992; Stein vd., 1992; King vd., 1994; Deng ve Sykes, 1996).

Ayrıca Coulomb kırılma kriteri, bir depremin diğer bir depremi tetiklemesi ve/veya normal oluş zamanından öne çekebilmesindeki etkisinin incelendiği çalışmalarda da kullanılmıştır. Bu etki gerilme değişiminin büyüklüğüne bağlı olarak açıklanmaya çalışılmıştır (Hudnut vd., 1989; Stein vd., 1992; Jamué ve Skyes, 1992; Stein vd., 1994; Harris vd., 1995; Pollitz ve Sacks, 1995; Nostro vd., 1996; Deng ve Sykes, 1996; Jamué ve Skyes, 1996; Stein vd., 1996; Jacques vd., 1996).

Sonuç olarak yapılan bu çalışmalar sayesinde bir depremin kendisinden sonra meydana gelebilecek depremlerin normal oluş zamanını öne çekebildiği, geciktirebildiği ve hatta tetikleyebildiği ifade edilmiştir (Nalbant, 1996).

Genel olarak Coulomb gerilme analizi çalışmalarını, depremsellik çalışmaları için önemli aşamalardan biri olarak tanımlamak mümkündür. Bunun en önemli nedeni ise gerilmenin arttığı ya da azaldığı bölgelerin modellenebilmesinde ve buna bağlı olarak da gelecekte deprem olma potansiyeli yüksek bölgelerin tespit edilebilmesinde bu analiz çalışmalarının önemli bilgiler vermesidir.

2.2.1. Gerilme

Gerilme (stress) bir cismin birim alanına etki eden kuvvetin büyüklüğü olarak tanımlanmakta ve de;

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2.1)$$

şeklinde gösterilmektedir.

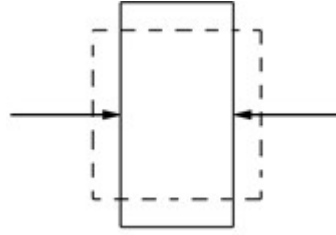
Burada; σ gerilme, F kuvvet, A ise birim alanı'dır.

Cisimlere uygulanan kuvvetlerin etki şekilleri birbirinden farklı olabilir. Bu durumda cisimlerde çeşitli gerilmelerin oluşmasına neden olur. Genel olarak dört çeşit gerilme türünden bahsedilir. Bu gerilme türlerini;

- ✓ Basınç gerilmesi
- ✓ Çekme gerilmesi
- ✓ Makaslama gerilmesi
- ✓ Burulma gerilmesi

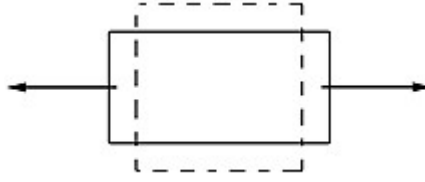
şeklinde sıralamak mümkündür.

Bir cisme uygulanan dış kuvvetler aynı doğrultu üzerinde ve birbirine doğru ise yani cismi sıkıştırmaya yönelik ise meydana gelen gerilme *basınç gerilmesi* olarak tanımlanır. Basınç gerilmesi altında bulunan cisimlerin boylarında kısalma, enlerinde ise genişleme meydana gelir (Şekil 2.1). Bindirme ve ters faylar basınç gerilmeleri sonucu meydana gelirler.



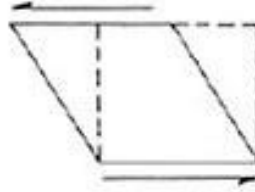
Şekil 2.1. Basınç gerilmesi (Badgley, 1965'den alınarak çizilmiştir)

Bir cisme uygulanan dış kuvvetler aynı doğrultu üzerinde birbirinde uzaklaşan ve zıt yönlerde ise yani cismi koparmaya yönelik ise meydana gelen gerilmeye *çekme gerilmesi* denir. Çekme gerilmesi altında bulunan cisimlerin boylarında uzama, enlerinde ise daralma meydana gelir (Şekil 2.2). Normal faylar, horst ve grabenler çekme gerilmeleri sonucu meydana gelirler.



Şekil 2.2. Çekme gerilmesi (Badgley, 1965’den alınarak çizilmiştir)

Bir cisme uygulanan dış kuvvetler farklı yerlerde, cisme doğru birbirine paralel doğrular boyunca fakat zıt yönlerde ise meydana gelen gerilmeye *makaslama gerilmesi* denir. Makaslama gerilmeleri bir kuvvet çiftinin etkisi ile meydana gelirler. Makaslama gerilmesi altında bulunan cisimlerde şekil değişikliği meydana gelirken hacimde bir değişiklik meydana gelmez (Şekil 2.3). Doğrultu atımlı faylar makaslama gerilmeleri sonucu meydana gelirler.



Şekil 2.3. Makaslama gerilmesi (Badgley, 1965’den alınarak çizilmiştir)

Bir cismin farklı iki noktasına, cisimde zıt yönde dönmeler meydana getirecek türden kuvvetlerin uygulanması sonucu meydana gelen gerilmeye *burulma gerilmesi* denir (Şekil 2.4).

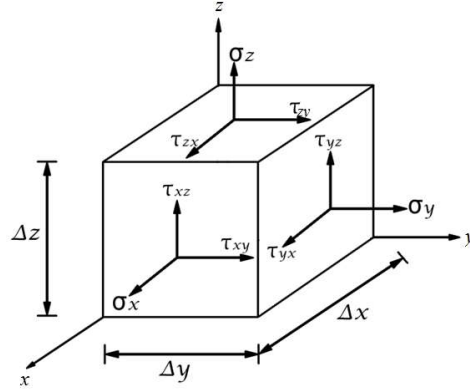


Şekil 2.4. Burulma gerilmesi (Badgley, 1965’den alınarak çizilmiştir)

Gerilme analizi ile uygulanan kuvvet ve koşullar altında cisimde meydana gelecek olan şekil değiştirmeler ve yer değiştirmeler belirlenir.

Gerilme analizinde dış kuvvet uygulanan cismin dengede olduğu varsayılır. Bu cisim içerisindeki herhangi bir noktayı içine alan birim hacimli küpün yüzeyine etki eden

gerilmeleri incelemek için gerilmeyi üç eksenli kartezyen koordinat sistemi üzerinde bileşenlerine ayırmak gerekmektedir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Elastik bir cisimdeki normal ve teğetsel gerilme bileşenleri (akademi.itu.edu.tr’den alınarak çizilmiştir)

Bir küpün 6 yüzeyi olduğuna göre toplamda 18 bileşenden bahsedilmelidir. Ancak cismin denge halinde olduğunun varsayılması ve cismin bir yüzeyindeki gerilme bileşenlerinin diğer yüzeyindeki gerilme bileşenlerinin ters işaretli olmasından dolayı toplam 3 düzlemde 9 gerilme bileşeni bulunmaktadır. Bu gerilme bileşenleri de;

- ✓ Cisim içerisindeki birim küpün yüzeylerine dik olarak etkide bulunan gerilme bileşenleri $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ (normal gerilme bileşenleri)
- ✓ Cisim içerisindeki birim küpün yüzeylerine paralel olarak etkide bulunan gerilme bileşenleri ise $\tau_{xy}, \tau_{xz}, \tau_{yx}, \tau_{yz}, \tau_{zx}, \tau_{zy}$ (teğetsel gerilme ya da kayma gerilmesi bileşenleri)

şeklinde gösterilir.

Bütün gerilme bileşenlerinin bir arada gösterildiği;

$$\sigma = \begin{bmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{yx} & \sigma_y & \tau_{yz} \\ \tau_{zx} & \tau_{zy} & \sigma_z \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

kare matris formu *gerilme tensörü* olarak adlandırılır (Terzaghi, 1962).

Ancak gerilme bileşenlerinin hepsi birbirinden bağımsız değildir. Şekil 2.5’de gösterilen bir kenar uzunluğu a birim olarak kabul edilen küp denge halinde bulunduğu için kübe etkiyen kuvvetlerinde denge halinde olması gerekir. Kübün merkezinden geçen ve z eksenine paralel bir eksen etrafında kübü döndürmeye

alışan τ_{xy} ve τ_{yx} gerilme bileşenleri ele alınırsa kp denge durumunda olduğundan bu gerilme bileşenlerinin dönme eksenine göre momentleri toplamı sıfır olmalıdır. $Moment = (Gerilme) * (Gerilmenin \text{ etkidiği alan}) * (Moment \text{ kolu})$ tanımlaması göz önünde bulundurulursa;

$$Moment = \tau_{xy} * a^2 * \frac{a}{2} - \tau_{yx} * a^2 * \frac{a}{2} = 0 \quad (2.3)$$

(2.3) no'lu denklemden;

$$\tau_{xy} - \tau_{yx} = 0 \quad (2.4)$$

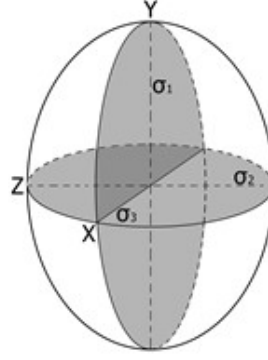
$$\tau_{xy} = \tau_{yx} \quad (2.5)$$

(2.4) ve (2.5) no'lu eşitlikler elde edilir.

Benzer şekilde x ve y eksenlerine göre momentlerin toplamaları sıfır yapılarak ve $\tau_{xz} = \tau_{zx}$ ve $\tau_{yz} = \tau_{zy}$ elde edilir. Böylelikle daha önce tanımlanan 9 gerilme bileşeninden sadece 6'sının birbirinden bağımsız olduğu ortaya çıkmaktadır. Buna göre; homojen ve izotrop bir cisim üzerinde herhangi bir noktadaki gerilme değerini tanımlayabilmek için toplam 6 gerilme bileşeninin ($\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{xy}, \tau_{yz}, \tau_{zx}$) bilinmesi yeterli olacaktır.

2.2.1.1. Gerilme elipsoidi

Gerilme etkisi altındaki bir cismin asal gerilme eksenleri arasındaki ilişkileri göstermeye yarayan ve üç eksenli elipsoid görünümündeki grafiğe *gerilme elipsoidi* denir (şekil 2.6).



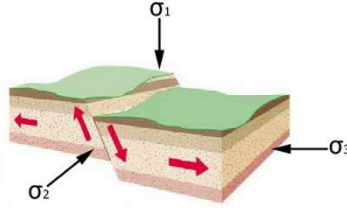
Şekil 2.6. Gerilme elipsoidi (Hatcher, 1995’den alınarak çizilmiştir)

Gerilme elipsoidi ile cisim üzerinde oluşan gerilmeler ve bu gerilmeler arasındaki ilişkilerin incelenmesi çalışmaları yapılır.

Gerilme etkisi altında bulunan bir cismin referans olarak kabul edilecek herhangi bir noktasından birbirine dik üç düzlem geçirildiğinde, üzerinde kayma gerilmelerinin sıfır olduğu yüzeylere dik olarak etki eden gerilmeler *asal gerilmeler* olarak tanımlanır. Bu gerilmelerden en büyük değere sahip olanı *en büyük asal gerilme* (σ_1) orta büyüklükteki *orta asal gerilme* (σ_2) ve en küçük değere sahip olanı ise *en küçük asal gerilme* (σ_3) olarak adlandırılır. En büyük asal gerilme ile (σ_1) ile en küçük asal gerilme (σ_3) arasındaki fark *maksimum gerilme farkı* ($\sigma_1 - \sigma_3$) ile tanımlanır (Günaydın, 2007).

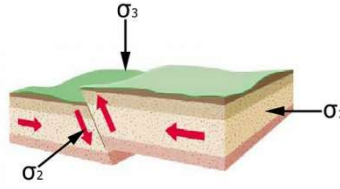
Asal gerilmelerin konumları mekanik bakımdan fay türlerinin oluşmasına neden olurlar. Mekanik özellikleri bakımından fayları;

- ✓ *Normal faylar (gravite fayı)* ile asal gerilme yönleri arasındaki ilişkiye göre; kayaç kütesinin ağırlığından doğan en büyük asal gerilme (σ_1) düşey, en küçük (σ_3) ve orta asal gerilme (σ_2) yatay durumdadır (Şekil 2.7).



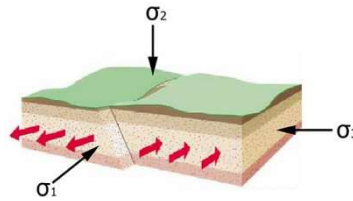
Şekil 2.7. Normal faylardaki asal gerilme yönleri (Hatcher, 1995'den alınarak çizilmiştir)

- ✓ *Ters faylar* ile asal gerilme yönleri arasındaki ilişkiye göre; en büyük asal gerilme (σ_1) ve orta asal gerilme (σ_2) yatay durumda, en küçük asal gerilme (σ_3) ise düşey durumdadır (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Ters faylardaki asal gerilme yönleri (Hatcher, 1995'den alınarak çizilmiştir)

- ✓ *Doğrultu atımlı faylar* ile asal gerilme yönleri arasındaki ilişkiye göre; en büyük asal gerilme (σ_1) ve en küçük asal gerilme (σ_3) yatay durumda, orta asal gerilme (σ_2) ise düşey konumdadır (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. Doğrultu atımlı faylardaki asal gerilme yönleri (Hatcher, 1995'den alınarak çizilmiştir)

olmak üzere üç ayrı gruba incelemek mümkündür.

2.2.1.2. Gerilme alanı ve gerilme yolları

Kaya kütlesinin tamamı üzerinde etkili olan gerilmelerin etki ettikleri alanlar *gerilme alanı* olarak tanımlanır. Gerilme alanı içerisinde gelişen gerilmelerin nümerik olarak eşdeğerli olanları çizgilerle birleştirilerek *eş gerilme yolları* elde edilir. Eş gerilme çizgilerinin de birbirlerini kestiği noktalara *düğüm noktaları* denir. Bu noktalarda gerilme elipsoidinin özelliğine uygun olarak gerilme çizgileri birbirine dik olarak düzenlenir. Kütle içerisinde meydana gelen gerilmeler uygulama noktasından uzaklaştıkça azalacağına göre gerilme çizgileri de kütle içerisinde aşağı doğru eğimlenme şeklinde olacaktır. Bir sahada fayların, kıvrım eksenlerinin ve daykların yönelimlerine göre sıkışma ve genişleme yönleri belirlenerek o noktalarda gerilme elipsoidlerinin durumu gözlenebilir. Daha sonra bu noktaların birleştirilmesi ile eş gerilme çizgileri belirlenebilir. Bu tür çalışmaların yapılmasındaki ana amaç sismotektonik analizlerin yapılabilmesini sağlamaktır. Yapılan çeşitli çalışmalarla sıkışma gözlenen bölgelerdeki potansiyel enerji birikimi ve salınımı sonucu ortaya çıkacak durumun/durumların incelenmesi deprem tehlike analizi çalışmalarına bir alt bilgi hazırladığı gibi jeolojik olayların mekanizmalarının anlaşılmasına yardımcı olur (Gökten, 1994).

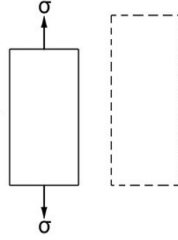
2.2.2. Deformasyon

Deformasyon (starin) gerilme etkisi altındaki cisimde meydana gelen şekil ve hacim değişikliğinin bir ölçüsü olarak tanımlanır. Gerilme etkisi altındaki cisimde yalnız şekil değişikliği meydana geldiği zaman *distorsiyon*, yalnız hacim değişikliği meydana geldiği zaman da *dilatasyon* durumlarından söz edilir. Aynı zamanda bir cisimdeki deformasyon hem distorsiyonun hem de dilatasyonun kombinasyonu şeklinde de meydana gelebilir.

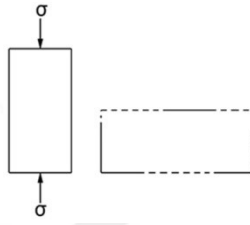
Bir cisimde meydana gelen deformasyon uygulanan gerilmenin türüne bağlı olarak değişir. Örneğin; çekme gerilmesi etkisindeki bir cismin boyunda uzama gözlenirken, basınç gerilmesi etkisindeki bir cismin boyunda kısalma meydana gelir. Yine benzer şekilde makaslama gerilmesi etkisi altındaki bir cismin kenarlarında birbirine göre yer değiştirmeler görülür. Sonuç olarak birbirinden farklı gerilme türlerine bağlı olarak oluşan yine birbirinden farklı deformasyon türlerinden

bahsetmek mümkündür. Oluşan deformasyonlar ise cisimlerin yer değiştirme alanları ile ifade edilirler.

Şekil 2.10 ve Şekil 2.11’de görüldüğü gibi l_0 uzunluğundaki bir cismin üzerine aksenal bir gerilme uygulandığı takdirde cismin boyunda uzama ya da kısalma meydana gelecektir.



Şekil 2.10. Çekme gerilmesi sonucu aksenal deformasyon (Dikmen, 2004’den alınarak çizilmiştir)



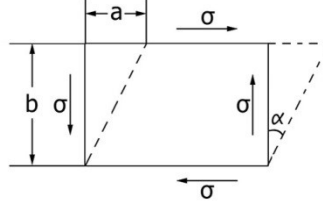
Şekil 2.11. Basınç gerilmesi sonucu aksenal deformasyon (Dikmen, 2004’den alınarak çizilmiştir)

Sonuç olarak cismin boyundaki değişim; $\Delta l = l - l_0$ olarak tanımlanırken cisimde oluşan aksenal deformasyon (ε) ise;

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \quad (2.6)$$

şeklinde ifade edilir (Terzaghi, 1962). Bu şekilde açıklanan *aksenal deformasyona normal deformasyon* da denir. Normal deformasyonun pozitif olması durumunda cisim gerilmenin uygulandığı yöne doğru çekiliyor yani uzuyor demektir. Buna karşılık normal deformasyon negatif ise cisim gerilmenin uygulandığı yöne doğru sıkışıyor yani kısalıyor demektir.

Şekil 2.12’de ise uygulanan gerilmeler altında cismin kenar açılarındaki değişim yani *makaslama deformasyonu* gösterilir.



Şekil 2.12. Makaslama deformasyonu (Dikmen, 2004'den alınarak çizilmiştir)

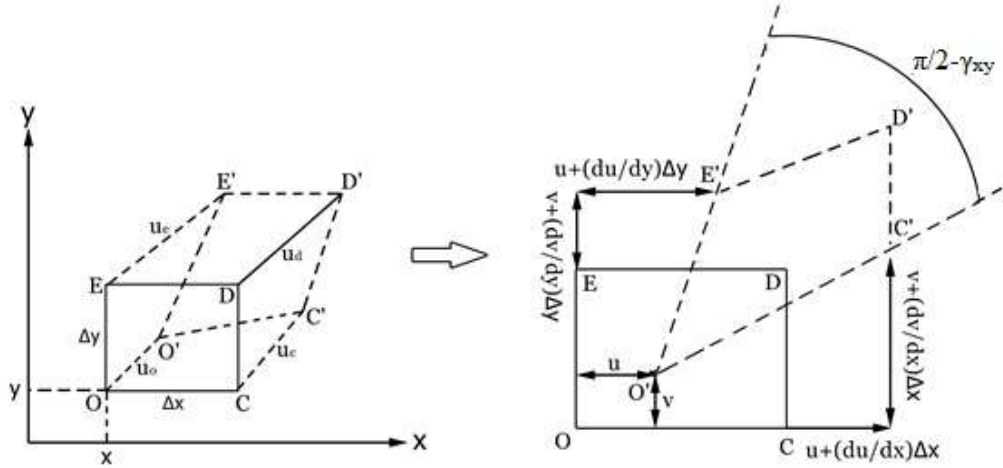
Makaslama deformasyonu (γ) ise;

$$\tan(\alpha) \approx \gamma \approx \frac{a}{b} \quad (2.7)$$

şeklinde ifade edilir.

Hem normal deformasyon hem de makaslama deformasyonu için verilen bu ifadeler küçük deformasyon durumları için geçerlidir.

Şekil 2.13'de bir cisimdeki yer değiştirmelere bağlı olarak oluşan deformasyon gösterilmiştir.



Şekil 2.13. Yerdeğiştirme ve türevlerine bağlı düzlem deformasyonu (Dikmen, 2004'den alınarak çizilmiştir)

Düzlem deformasyon durumunda meydana gelen deformasyonun sadece xy düzlemi üzerinde olduğu varsayılarak;

$$\varepsilon_{xx} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \left(\frac{O'C' - OC}{OC} \right) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{(\Delta x + \frac{\partial u}{\partial x} \Delta x) - \Delta x}{\Delta x} = \frac{\partial u}{\partial x} \quad (2.8)$$

$$\varepsilon_{yy} = \lim_{\Delta y \rightarrow 0} \left(\frac{O'E' - OE}{OE} \right) = \lim_{\Delta y \rightarrow 0} \frac{(\Delta y + \frac{\partial v}{\partial y} \Delta y) - \Delta y}{\Delta y} = \frac{\partial v}{\partial y} \quad (2.9)$$

$$\gamma_{xy} = \lim_{\Delta x, \Delta y \rightarrow 0} \left(\frac{\pi}{2} - C'O'E' \right) = \lim_{\Delta x, \Delta y \rightarrow 0} \left(\frac{\pi}{2} \left(\frac{\pi}{2} - \frac{\frac{\partial v}{\partial x} \Delta x}{\Delta x} - \frac{\frac{\partial u}{\partial y} \Delta y}{\Delta y} \right) \right) = \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \quad (2.10)$$

ifadeleri yazılabilir. Bu sonuçlar üç boyutlu durum için yazılırsa, sırası ile x, y ve z eksenlerindeki yer değiştirmeler $u(x, y, z)$, $v(x, y, z)$ ve $w(x, y, z)$ olmak üzere;

$$\begin{aligned} \varepsilon_{xx} &= \frac{\partial u}{\partial x}, & \gamma_{xy} &= \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y}, & \gamma_{xz} &= \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} \\ \gamma_{yx} &= \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}, & \varepsilon_{yy} &= \frac{\partial v}{\partial y}, & \gamma_{yz} &= \frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z} \\ \gamma_{zx} &= \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x}, & \gamma_{zy} &= \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y}, & \varepsilon_{zz} &= \frac{\partial w}{\partial z} \end{aligned} \quad (2.11)$$

(2.11) no'lu bağıntıda tanımlanan deformasyon ifadeleri elde edilir (Terzaghi, 1962; Oden ve Ripperger, 1981). Şekil 2.14'de cismin z yönündeki boyutu sonsuz kabul edilmiştir. Bu durumda da cisim üzerinde etkin olan tüm dış kuvvetler x ve y değişkenlerinin bir fonksiyonu olur. Cisimde gelişen deformasyon sadece xy düzleminde oluşur. z doğrultusundaki tüm yer değiştirme ve deformasyonlar w , ε_{zz} , γ_{xz} , ve γ_{yz} sıfır olur.

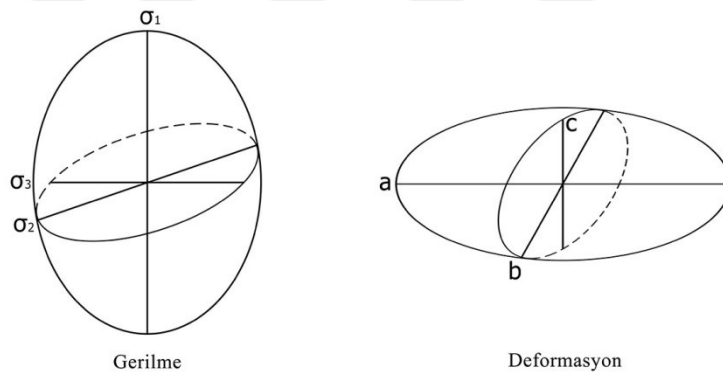
Üç boyuttaki deformasyon düzeyi;

$$[\varepsilon] = \begin{bmatrix} \varepsilon_{xx} & \gamma_{xy} & \gamma_{xz} \\ \gamma_{yx} & \varepsilon_{yy} & \gamma_{yz} \\ \gamma_{zx} & \gamma_{zy} & \varepsilon_{zz} \end{bmatrix} \quad (2.12)$$

şeklinde gösterilir. Love (1944) tarafından yapılan çalışmada homojen ve izotrop bir ortamda deformasyon düzeyinin simetri özelliğine sahip olduğunu belirtmiştir. Yani buna göre; bir cisim üzerindeki herhangi bir noktadaki deformasyon durumunu tanımlayabilmek için 6 adet deformasyon bileşeninin ($\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z, \gamma_{xy}, \gamma_{yz}, \gamma_{xz}$) bilinmesi yeterlidir (Dikmen, 2004).

2.2.2.1. Deformasyon elipsoidi

Küre şeklindeki bir cisme üstten bir basınç uygulandığında küre elipsoid şekline dönüşür. Bu elipsoid de *deformasyon elipsoidi* olarak tanımlanır. Deformasyon elipsoidinin birbirine dik üç eksenı vardır. Deformasyon elipsoidi deformasyona neden olan gerilmeler hakkında bilgi vermez sadece cisimde meydana gelen deformasyonun tanımlanması ve irdelenmesi için kullanılır. Elipsoidin en büyük eksenine *en büyük deformasyon eksenı*, orta eksenini *orta deformasyon eksenı*, en küçük eksenine de *en küçük deformasyon eksenı* denir. En büyük deformasyon eksenı en büyük basınç gerilmesine diktir (Şekil 2.14). Deformasyon elipsoidinin iki boyutlu şekline *deformasyon elipsi* denir ve yapısal problemlerin çözümünde kullanılır.

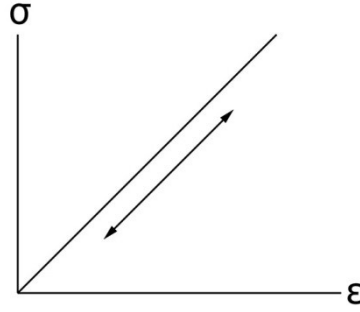


Şekil 2.14. Deformasyon elipsoidi birbirlerine göre durumları (Gökten, 1994'den alınarak çizilmiştir)

Genellikle yeryüzünün sıkışma etkisi altındaki bölgelerinde en büyük deformasyon ekseninin yeryüzüne dik konumda olduğu gözlenir. Bu durum uzamanın düşey doğrultuda geliştiğini ve böylelikle de yerkabuğunun kalınlaştığını ifade etmektedir. Kıvrımlı dağ sıralarının meydana gelmesi bu olaya tipik bir örnektir. Yeryüzünün genişleme etkisi altındaki bölgelerinde ise en büyük deformasyon yeryüzüne paralel durumdadır. Bu durum uzamanın yanlardan çekilerek geliştiğini ve böylelikle de yerkabuğunun incelendiğini gösterir. Jeotermal gradyanın yükselmesi, volkanik etkinliklerin oluşumlarının giderek artması, riftleşme, transgresyon v.b jeolojik olaylar bu olaya verilebilecek örneklerdendir (Gökten, 1994).

2.2.3. Gerilme – Deformasyon ilişkileri

Bir elastik cisme uygulanan gerilme ile gerilme sonucu cisim içerisinde meydana gelen deformasyon arasında doğrusal bir ilişki vardır (Şekil 2.15).



Şekil 2.15. Doğrusal elastik deformasyon (Dikmen, 2004’den alınarak çizilmiştir)

Bu doğrusal ilişki elastisite teorisinde *Hooke Kanunu* olarak tanımlanmaktadır. En genel hali ile Hooke Kanunu;

$$\sigma_{ij} = C \varepsilon_{ij} \quad (2.13)$$

şeklinde ifade edilir.

Burada; σ_{ij} gerilme bileşenlerini; ε_{ij} deformasyon bileşenlerini ifade ederken C elastik parametrelere bağlı bir orantı sabitidir.

Gerilmenin 6 bağımsız bileşeni $(\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{xy}, \tau_{yz}, \tau_{zx})$ ’nin her birisi, deformasyonun 6 bağımsız bileşeni $(\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z, \gamma_{xy}, \gamma_{yz}, \gamma_{zx})$ ’nin fonksiyonu olarak;

$$\sigma_x = C_{11}\varepsilon_x + C_{12}\varepsilon_y + C_{13}\varepsilon_z + C_{14}\gamma_{yz} + C_{15}\gamma_{zx} + C_{16}\gamma_{xy} \quad (2.14)$$

$$\sigma_y = C_{21}\varepsilon_x + C_{22}\varepsilon_y + C_{23}\varepsilon_z + C_{24}\gamma_{yz} + C_{25}\gamma_{zx} + C_{26}\gamma_{xy} \quad (2.15)$$

$$\sigma_z = C_{31}\varepsilon_x + C_{32}\varepsilon_y + C_{33}\varepsilon_z + C_{34}\gamma_{yz} + C_{35}\gamma_{zx} + C_{36}\gamma_{xy} \quad (2.16)$$

$$\tau_{yz} = C_{41}\varepsilon_x + C_{42}\varepsilon_y + C_{43}\varepsilon_z + C_{44}\gamma_{yz} + C_{45}\gamma_{zx} + C_{46}\gamma_{xy} \quad (2.17)$$

$$\tau_{zx} = C_{51}\varepsilon_x + C_{52}\varepsilon_y + C_{53}\varepsilon_z + C_{54}\gamma_{yz} + C_{55}\gamma_{zx} + C_{56}\gamma_{xy} \quad (2.18)$$

$$\tau_{xy} = C_{61}\varepsilon_x + C_{62}\varepsilon_y + C_{63}\varepsilon_z + C_{64}\gamma_{yz} + C_{65}\gamma_{zx} + C_{66}\gamma_{xy} \quad (2.19)$$

gösterilebilir.

Denklem sistemi matris formunda ise;

$$\begin{bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \sigma_z \\ \tau_{yz} \\ \tau_{zx} \\ \tau_{xy} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} & C_{14} & C_{15} & C_{16} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} & C_{24} & C_{25} & C_{26} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} & C_{34} & C_{35} & C_{36} \\ C_{41} & C_{42} & C_{43} & C_{44} & C_{45} & C_{46} \\ C_{51} & C_{52} & C_{53} & C_{54} & C_{55} & C_{56} \\ C_{61} & C_{62} & C_{63} & C_{64} & C_{65} & C_{66} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \varepsilon_z \\ \gamma_{yz} \\ \gamma_{zx} \\ \gamma_{xy} \end{bmatrix} \quad (2.20)$$

şeklinde gösterilir. Ve bu matris *elastik sabitler matrisi* veya *elastik modül matrisi* olarak tanımlanır. Genel olarak C_{mn} katsayıları *elastik sabitler* olarak tanımlanır. Cisim denge halinde bulunduğu için C katsayıları arasında $C_{mn} = C_{nm}$ simetri bağıntısı bulunmaktadır. Bu ilişki sonucunda 36 adet olan elastik sabitlerin sayısı 21'e iner. Bu durum bir elastik cismi tanımlayabilmek için 21 adet sabite ihtiyaç olduğunu göstermektedir (Alptekin, 1981).

Elastik katsayılar için en basit durum; ortamın özelliklerinin tüm yönlerinde aynı olduğu izotropik ortamdır. Böyle bir ortam da elastik katsayılar lame katsayıları olarak adlandırılan, λ ve μ tarafından ifade edilir.

$$\sigma_x = (\lambda + 2\mu)\varepsilon_x + \lambda\varepsilon_y + \lambda\varepsilon_z = \lambda\Delta + 2\mu\varepsilon_x \quad (2.21)$$

$$\sigma_y = \lambda\varepsilon_x + (\lambda + 2\mu)\varepsilon_y + \lambda\varepsilon_z = \lambda\Delta + 2\mu\varepsilon_y \quad (2.22)$$

$$\sigma_z = \lambda\varepsilon_x + \lambda\varepsilon_y + (\lambda + 2\mu)\varepsilon_z = \lambda\Delta + 2\mu\varepsilon_z \quad (2.23)$$

$$\sigma_{yz} = \mu\varepsilon_{yz} \quad (2.24)$$

$$\sigma_{zx} = \mu\varepsilon_{zx} \quad (2.25)$$

$$\sigma_{xy} = \mu\varepsilon_{xy} \quad (2.26)$$

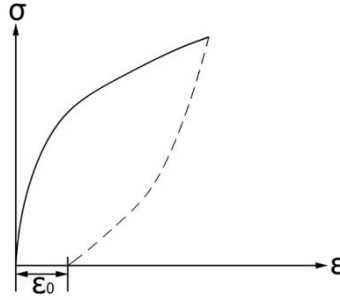
Bu durum genel olarak;

$$\sigma_{ij} = \lambda\Delta + 2\mu\varepsilon_{ij} \quad i=j=x,y,z \quad (2.27)$$

$$\sigma_{yz} = \mu\varepsilon_{yz} \quad i=j=x,y,z (i \neq j) \quad (2.28)$$

(2.27) ve (2.28) no'lu bağıntılar yardımıyla ifade edilebilir.

Ancak, Gerilme-Deformasyon arasındaki doğrusal ilişki yalnızca küçük deformasyonlar için geçerlidir. Bir cisimde gerilme elastik sınırın üstüne çıkacak kadar büyük ise Hooke Kanunu geçerliliğini korumaz ve sonuç olarak deformasyon çok hızlı bir şekilde artar (Şekil 2.16). Elastik sınır aşıldığı zaman cisim tamamen eski haline dönemez.



Şekil 2.16. Doğrusal olmayan elastik gerilme-deformasyon davranışı (Dikmen, 2004'den alınarak çizilmiştir)

2.2.4. Batı Anadolu'da yapılmış Coulomb gerilme analizi çalışmaları

Nalbant (1996) tarafından yapılan çalışmada 1912-1996 yılları arasında Marmara Bölgesi ve Kuzey Ege Denizi'nde meydana gelen ve büyüklükleri $M_s \geq 6.3$ olan 19 adet depremin birbiri ile olan gerilme etkileşimleri Coulomb kırılma kriteri kullanılarak incelenmiştir. Çalışmanın sonunda bütün depremlerin modellenmesi ile elde edilen gerilme değişimi haritalanmış ve gerilme değişimi aktif faylarla karşılaştırılarak deprem tehlikesi yüksek olan alanlar tanımlanmıştır. Böylelikle İzmit Körfezi, Marmara Denizi'nin bir kısım doğu ve batı bölümleri; İzmit Körfezi ile Ulubat Gölü arasında kalan ve Bursa'yı da içeren bölge, Saroz Körfezi ve Saroz Körfezi'nin batıya doğru devamı (Kuzey Ege çöküntüsünün bir kısmı) ve Biga Yarımadası'nın batı bölümü yapılan çalışmaya göre gelecekte bir depremin meydana gelebileceği potansiyel bölgeler olarak tanımlanmıştır.

Barka ve Nalbant (1997) tarafından yapılan çalışmada Marmara Denizi ve çevresinde Kuzey Anadolu Fayı'nın kuzey kolu üzerinde 18. Yüzyıl ve sonrasında meydana gelen yıkıcı depremler ($I > VIII$ - $M > 6.3$) Coulomb metodu ile modellenmiş ve kırılma gerilmesinin güncel dağılımı elde edilmiştir. Yapılan çalışma sonunda özellikle Marmara Denizi içi sırtlarında kırılma gerilmesinin arttığı belirtilmiştir.

Marmara Denizi sırtlarının yanı sıra Marmara Denizi çevresindeki fay segmentlerinde de (Saros Körfezi, Çınarcık Baseni kuzey ve güney normal fayları, Hendek ve Mudurnu Vadisi batı bölümü, Mekece-Geyve arası, Edremit Körfezi, Bayramiç-Çan, Edremit-Yenice) kırılma gerilmesinin arttığı ifade edilmiştir.

Pınar vd. (2001) tarafından yapılan çalışmada 1999 İzmit Depremi'ne uygulanan Coulomb kırılma kriteriyle bölgede, gelecekte büyük bir deprem olma olasılığını ana şok kırık zonunun batıya genişlemesi ile göstermişlerdir. Çalışmanın sonunda bu fay parçalarını da Yalova-Hersek (0.45 Mpa), Prens Adaları parçası (0.18 MPa) ve Çınarcık-Yalova parçaları olarak ayrıntılı bir şekilde açıklamışlardır.

Çakır vd. (2003) tarafından yapılan çalışmada Coulomb gerilme yöntemi kullanılarak, 1999 yılı ve öncesinde Marmara Bölgesi'nde oluşan büyük depremlerin 17 Ağustos 1999 İzmit ve 12 Kasım 1999 Düzce depremlerini nasıl etkilediği, İzmit depreminin Düzce depremine olan etkisi ve Marmara Bölgesi'ndeki deprem tehlikesi incelenmiştir. Fay parametrelerinin InSAR ve GPS verileri ile tespit edildiği çalışmada Coulomb gerilmesi hesaplamaları sonucunda İzmit depreminin, önceki depremlerden kaynaklanan statik gerilme artışının olduğu bir alanda meydana geldiği belirtilmiştir. 1999 yılı öncesinde meydana gelen depremlerin Düzce Fayı üzerindeki gerilmeyi azalttığı ancak bu duruma rağmen Düzce depreminin İzmit depreminden kaynaklanan yüksek gerilme artışı nedeniyle tetiklendiği belirtilmiştir. Çalışmada son olarak Düzce depremi ve bu depremden önce meydana gelen depremlerin Adalar Fayı üzerindeki gerilmeyi yükselttiği ve böylelikle Marmara Bölgesi'ndeki deprem riskini arttırdığı ifade edilmiştir.

Şahin (2004) tarafından yapılan çalışmada Robinson ve McGinty (1999) tarafından geliştirilen GNStress1-5 programı kullanılarak Güneybatı Anadolu'daki Coulomb gerilme dağılımı ve Burdur Fayı'na etkisi incelenmiştir. Bu çalışma için 1957-2004 yılları arasında meydana gelmiş 24 adet deprem kullanılmıştır. Yapılan Coulomb gerilme düşümü çalışmasında gerilmenin Fethiye'den Burdur'a doğru arttığı ve bölgedeki gerilme dağılımının tektonik yapıya bağlı olarak şekillendiği ifade edilmiştir.

Alp vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada Afyon Sultandağı'nda meydana gelen 15 Aralık 2000 ($M_w=6.0$), 3 Şubat 2002 ($M_w=6.5 - M_w=5.8$) üç deprem arasındaki ilişki Coulomb kırılma kriteri kullanılarak incelenmiştir. Çalışmada 15 Aralık 2000 depremine uygulanan kriter sonucunda elde edilen Coulomb gerilme dağılımının 3 Şubat 2002'de meydana gelen depremlerin gerilmenin arttığı yerlerde olduğu ifade edilmiştir. Elde edilen bu sonuca göre 2000 yılı depreminin 2002 yılındaki depremleri tetiklediği yorumu yapılmıştır. Buna benzer ilişkinin 2002 yılında meydana gelen iki deprem arasında da kurulduğu ve sonuç olarak bu depremlerden sonra meydana gelen artçı şok dağılımının da Coulomb gerilme dağılımı ile uyumlu olduğu belirtilmiştir.

Paradisopoulou vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada gerilme transferi ve zamana bağlı olasılık hesaplamaları yapılarak Batı Anadolu için sismik tehlike analiz yapılmıştır. Çalışmada 1904-2008 yılları arasında ($M \geq 6.5$) meydana gelen 22 adet deprem kullanılmıştır. İncelenen depremlere uygulanan Coulomb gerilme modellemesi sonuçlarına göre 22 depremden 12 tanesinin birbirini etkilediği sonucuna varılmıştır.

Gülal vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada Coulomb 3.2 programı kullanılarak Güneybatı Anadolu Bölgesi'ndeki gerilim alanları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışma için 1900-2011 yılları arasında meydana gelmiş ($M_w \geq 6.5$) 13 adet deprem kullanılmıştır. 0, 5, 10 km derinlikler için Coulomb gerilme analizinden elde edilen sonuçlara göre bölgedeki gerilme dağılımının ve gerilme artışının daha çok sığ derinliklerde olduğu ve derinlikle de azaldığı belirtilmiştir. Bölgede gerilmelerin daha çok Burdur Fayı'nın batı kanadı, Datça ve Rodos civarı, İzmir ve yakın çevresi, Simav Fayı ile Kütahya ve Eskişehir civarındaki faylarda biriktiği gözlenmiştir. Özellikle 19 Mayıs 2011 yılında meydana gelen $M_w=5.9$ büyüklüğündeki Simav Depremi'nin Coulomb gerilme analizinde yüksek gerilme alanı olarak belirtilen bölgede meydana geldiği ifade edilmiştir. Çalışmada son olarak; Fethiye Burdur Fay Zonu'nun batı kanadından başlayarak Orta Anadolu'ya uzanan kesiminde gerilme birikiminin oldukça düşük olduğu belirtilmiştir.

Temiz ve Gökten (2011) tarafından yapılan çalışmada 19 Nisan 1938 yılında Akpınar (Kırşehir)'de ($M_s=6.8$) meydana gelen depreme ait Coulomb gerilme modeli

oluşturulmuş ve Seyfe Fay Zonu üzerinde gerilme artışı meydana gelen bölgeler belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; Seyfe Fay Zonu'nu oluşturan segmentler üzerindeki gerilme artışlarının Seyfe Fay Zonu içerisindeki yerleşim yerleri olan Keskin (Kırıkkale) ve Boztepe (Kırşehir) ilçelerinin yer aldığı alanlarda olduğu belirtilmiştir. Çalışmada son olarak 19 Nisan 1938 Akpınar (Kırşehir) depremi için üretilen Coulomb gerilme modeli ile artçı depremler arasındaki ilişkinin veri eksikliği nedeniyle kurulamadığı belirtilmiştir.

Kılıç ve Kalyoncuoğlu (2015) tarafından yapılan çalışmada İzmir ili ve çevresi için (37.00°-39.00° K ve 26.00°-29.00° D) Coulomb gerilme değişimi ve depremselliğin bölgesel dağılımı karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir. Çalışmada Coulomb gerilme değişiminin modellenmesi için 1900-2013 yılları arasında bölgede meydana gelmiş $M_w \geq 5.0$ olan 34 adet deprem verisi kullanılmıştır. Coulomb gerilme analizi sonuçlarına göre bölgedeki gerilme dağılımı ve gerilme artışının daha çok sığ derinliklerde olduğunu ve derinlikle azaldığı ifade edilmiştir. Bölgede 1900-2013 yılları arasında oluşan $M_w \geq 5.0$ magnitüdlü depremlerin yüklediği gerilmelerin özellikle İzmir il merkezi ve yakın civarında, Aydın, Manisa ve Denizli bölgelerinde biriktiği belirtilmiştir. Daha sonra Gutenberg-Richter frekans-magnitüd bağıntısındaki “b” parametresinin belirlenmesi için International Seismological Centre-ISC kataloglarından 1964-2013 yılları arasında meydana gelmiş olan depremler seçilmiştir. “b” değerinin belirlenebilmesi ve haritalanması için çalışma alanı 0.25°Kx0.25°D aralıkla gridlenmiştir. Her bir alt bölge için “b” değeri MO metodu kullanılarak hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda, bölgedeki “b” değerinin $0.49 \leq b \leq 1.54$ arasında değiştiği, ortalama “b” değerinin $b_{ort}=0.74$ ve standart sapmanın ise $\sigma=0.12$ olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak bölge için hazırlanan gerilme değişimi ve depremsellik haritalarının birbiri ile uyumlu olduğu ve özellikle İzmir il merkezi ve yakın civarında, Büyük Menderes Grabeni ve Gediz Grabeni arasında kalan bölgede gerilme artışının gözlemlendiği ifade edilmiştir.

Görgün (2015) tarafından yapılan çalışmada 19 Mayıs 2011’de meydana gelen Simav-Kütahya depreminin kaynak parametreleri ve Coulomb gerilme değişimleri belirlenmiştir. Çalışmada Simav depreminin 41 adet artçı şoku için moment tensör ters çözümlemesi yapılarak odak mekanizmalarının hesaplandığı ve bölgede normal fay rejiminin baskın olduğu belirtilmiştir.

2.3. Azalım İlişkilerine Bağlı Yer Hareketi Modellemesi

Meydana gelen bir depremin yeryüzü üzerinde herhangi bir noktadaki etkisini belirleyebilmek için o noktadaki kuvvetli yer hareketinin ölçülmesi gerekmektedir. Kuvvetli yer hareketi ölçümlerindeki amaç deprem sırasında oluşan yer ivmesini belirlemektir. İvme; deprem sırasında yerin hangi hız ve miktarla sarsıldığını belirleyebilen önemli bir dinamik parametredir. Kuvvetli yer hareketi genellikle ivme-ölçerlerle (akselerograf) ölçülür ve alınan kayıtlara da akselerogram (ivme kaydı) denir.

Deprem sırasında yer hareketinin hiçbir değişikliğe uğramadan kaydedilmesi ve yapılara gelen deprem kuvvetinin sayısal olarak belirlenmesi, deprem-yer-yapı arasındaki ilişkiyi net bir şekilde belirlemektedir. Böylelikle deprem tehlikesi doğruya yakın bir şekilde değerlendirilecek ve duruma uygun yapı tasarım yöntemleri geliştirilecektir.

Fakat her yerde böyle bir kaydın alınmasını beklemek imkansızdır. Bu nedenle de farklı araştırmacılar tarafından yeryüzünün çeşitli bölgeleri için azalım ilişkileri geliştirilmiştir. Genel olarak azalım ilişkilerini; deprem büyüklüğü, kaynağa uzaklık, kaynak mekanizması ve yerel zemin şartlarına bağlı olarak kuvvetli yer hareketinin yerdeğiştirme, hız ve ivme gibi farklı parametrelerinin medyan ve standart sapmalarını veren ampirik ilişkiler olarak tanımlamak mümkündür (Koçyiğit vd., 2010).

2.3.1. Azalım ilişkilerinde kullanılan parametreler

2.3.1.1. Deprem parametreleri

Depremi oluş yeri: Deprem enerjisinin yer içerisinde ortaya çıktığı nokta *hiposantr* (*odak noktası - iç merkez*) olarak adlandırılır. Odak noktasına en yakın olan yer üzerindeki nokta ise *episantr* (*dış merkez*) olarak tanımlanır. Episantr aynı zamanda depremin en çok hasar yaptığı veya en kuvvetli olarak hissedildiği noktadır. Hiposantr ve episantr kavramları gerçek anlamda bir nokta olmayıp bir alandır.

Depremi oluş zamanı: Deprem hareketinin yer içerisinde başladığı zamandır.

Odak derinliği: Depremde enerjinin açığa çıktığı noktanın yeryüzünden en kısa uzaklığıdır.

Şiddet: Herhangi bir derinlikte meydana gelen depremin, yeryüzünde hissedildiği bir noktadaki etkisinin ölçüsüdür. Bir depremin şiddeti; onun yapılar, doğa ve insanlar üzerindeki etkisinin ölçüsüdür. Şiddet depremin kaynağındaki büyüklük hakkında doğru bilgi vermez fakat deprem nedeni ile oluşan hasarı deprem ile ilgili parametrelere bağlı olarak ifade eder. Depremin şiddeti; depremlerin gözlenen etkileri sonucunda ve deneyimlere dayanılarak hazırlanan Şiddet Cetvelleri'ne göre yorumlanır. Önceden hazırlanmış olan bu cetvellere göre her şiddet derecesindeki depremlerin inşalar, yapılar ve doğa üzerindeki etkisi tespit edilebilir. Günümüzde kullanılan başlıca şiddet cetvelleri değiştirilmiş “Mercalli Cetveli (MMI)” ve “Medvedev-Spoonheur Karnik (MSK)” şiddet cetvelidir. Her iki cetvelde XII şiddet derecesini kapsamaktadır.

Magnitüd: Deprem sırasında açığa çıkan enerjinin bir ölçüsüdür. Enerji doğrudan doğruya ölçülebilen bir kavram olmadığı için C. Richter (?) tarafından depremlerin aletsel ölçüsü olan magnitüd tanımlanmıştır. Episantrdan 100 km uzaklıkta ve sert zemine yerleştirilmiş özel bir sismografla (2800 büyütme, özel periyodu 0.8 saniye ve %80 sönümü olan bir Wood-Anderson torsiyon Sismografı ile) kaydedilmiş zemin hareketinin mikron cinsinden ölçülen maksimum genliğinin 10 tabanına göre logaritması bir depremin *magnitüdü* olarak tanımlanır. Depremlerin çeşitli özelliklerini kullanarak farklı zaman ve farklı kişiler tarafından geliştirilmiş magnitüd türleri vardır. Bunlardan; Richter yerel magnitüdü (M_l), Yüzey dalgası magnitüdü (M_s), Cisim dalgası magnitüdü (M_b), Süreye bağlı magnitüd (M_D), Moment magnitüdü (M_w) en çok kullanılan magnitüd türleridir.

2.3.1.2. Genlik parametreleri

Pik ivme: En büyük yer ivmesi (PGA-Peak Ground Acceleration); bir hareket bileşeni için o bileşenin mutlak değer olarak en büyük genlik değeri olarak tanımlanır. Aniden oluşan deprem hareketi nedeniyle yapılar bu harekete karşı

k t lelerinin durağanlığı ile karşı koymak isterler. Yatay ivmeler ile atalet kuvvetleri arasındaki ilişki nedeniyle yer hareketini tanımlama da yatay ivmeler daha çok kullanılırlar. Yani; yer hareketinin yatay ivme bileşenlerinin (PHA-Peak Horizontal Acceleration) yapılar üzerinde genellikle düşey ivme bileşenlerinden (PVA-Peak Vertical Acceleration) daha etkili olduğunu söyleyebiliriz.       yapılar düşey ivmelerin ve yerçekimi ivmesinin yarattığı basınç gerilmelerine karşı yeterli dayanım gösterebilmelerine rağmen yatay ivmelerin oluşturduğu kesme ve çekme kuvvetlerine karşı daha az dayanıma sahiptirler (Kramer, 1996). Pik ivme önemli bir parametre olmasına rağmen hareketin frekans içeriği ve süresi hakkında bilgi içermez. Dolayısıyla da yer hareketinin net bir şekilde tanımlanabilmesi için bir takım parametrelere daha ihtiyaç duyulur.

Pik hız: Yer hareketi genliğinin tanımlanmasında kullanılan bir diğer parametre de depremin en büyük yatay hızı (PHV-Peak Horizontal Velocity)'dır. Hız, yer hareketinin yüksek frekans içeriğine daha az duyarlı olduğundan; orta frekanslardaki yer hareketinin genliği PHA'ya göre PHV ile daha iyi belirlenebilir.

Pik yer değiştirme: Bir depremin hareketinin genellikle düşük frekanslı bileşenleri ile ilişkili bir parametredir. Ancak süzgeçleme ve akseleroramların integrali sırasındaki sinyal değerlendirme/hesaplama hataları ve uzun periyodlu gürültüden dolayı doğru bir şekilde tanımlanmaları genellikle zordur (Campbell, 1985; Joyner ve Boore, 1988). Bu nedenle de yer değiştirme yer hareketinin bir  l s  olarak pik ivme veya pik hıza göre daha az kullanılmaktadır (Kramer, 1996).

Efektif ivme: Yapısal tepki ve bir depremin potansiyel hasarı ile yakından ilişkili ivme olup, açık ortam yer ivmesinden farklı ve ondan daha k     r. Yüklenen ortamın boyutunun, hareketinin, frekans içeriğinin, yapının ağırlılığının, g m lme derecesinin, sönümleme özelliklerinin, rijtlik özelliğinin ve temelinin bir fonksiyonudur (Newmark ve Hall, 1982).

Efektif tasarım ivmesi: Yüksek frekanslı büyük ivme pulsları, yapıların çoğunda k      bir tepkiye neden olurlar. Yapılar üzerinde etkili olan ivme, efektif tasarım ivmesi olarak kabul edilebilir. Bu durumda bu ivme değerini 8 ile 9 Hz'den yukarı

ivmeleri süzgeçlemek suretiyle geriye kalan pik ivme yardımıyla tanımlamak mümkündür (Benjamin ve Associates, 1988).

Efektif pik ivme – Efektif pik hız: Applied Technology Council (1978) tarafından tepki spektrumlarının normalize edilmesinde kullanılan efektif pik ivme ve efektif pik hız olarak adlandırılan iki faktör tanımlanmıştır. Efektif pik ivme (EPA-Effective Peak Acceleration) 0.1 ile 0.5 sn periyod aralığında 2.5 ile bölünen ortalama spektral ivme, (%5 sönümleme spektrumu için standart genlik faktörü). Efektif pik hız (EPV-Effective Peak Velocity) ise 0.1 ile 0.5 sn periyod aralığında 2.5 ile bölünen ortalama spektral hız olarak ifade edilmiştir. (Kramer, 2006).

2.3.1.3. Spektrum parametreleri

Frekans içeriği parametreleri: Frekans içeriği; bir yer hareketi genliğinin değişik frekanslar arasında nasıl dağıldığını ifade eder. Büyük depremler küçük depremlere göre daha uzun periyodlu yer hareketi meydana getirirler. Bu durum da bize yer hareketinin frekans içeriğinin depremin büyüklüğü ile ilişkili olduğunu gösterir. Sismik dalgalar bir faydan uzaklaşırken yüksek frekans bileşenleri saçılır ve düşük frekanslı bileşenlerden daha hızlı bir şekilde sönümlenir. Yani yer hareketinin frekans içeriğinin mesafeye bağlı olarak değişim gösterdiğini ifade edebiliriz. Sonuç olarak yer hareketinin frekans içeriğinin dikkate almadan hareketin özelliklerinin tanımlanmasının doğru olmadığını söylemek mümkündür (Kramer, 2006).

Fourier spektrumları: Kuvvetli yer hareketi Fourier genlik spektrumu hareketin genliğinin frekansa (veya periyoda) göre nasıl dağıldığını gösterir. Fourier genlik spektrumunun dar olması; yer hareketinin düz ve yaklaşık olarak sinüsoidal; zamana bağlı değişimini üretebilen bir baskın frekansın (veya periyodun) olması anlamına gelir. Fourier genlik spektrumunun geniş olması; yer hareketinin çok değişik frekanslar içeren ve daha girintili-çıkıntılı, zamana göre düzensiz değişen harekete karşılık geldiği anlamındadır. Dar bant genişliğine sahip olan spektrumda baskın periyod belirgin ve frekans seçilebilirliği daha güvenilirdir. Kuvvetli yer hareketi kaydının alındığı ortam zemin ise düşük frekansla (yani uzun periyodlu), kaya ise yüksek frekansla (yani kısa periyodlu) ifade edilir. Fourier faz spektrumu yer hareketinin zamana göre değişimini etkiler. Fourier genlik spektrumunun aksine

gerçek deprem kayıtlarının Fourier faz spektrumları karakteristik özellikler sergilemez (Beyaz, 2004).

Güç Spektrumu: Fourier spektrumu değerlerinin kareleri alınarak güç spektrumu elde edilmektedir. Bir yer hareketinin frekans içeriği güç spektrumu veya güç spektrumu yoğunluk fonksiyonu ile belirtilebilir. Güç spektrumu yoğunluk fonksiyonu ile bir yer hareketinin istatistiksel özellikleri bulunabilir ve rasgele titreşim teknikleri kullanılarak tepki hesaplanabilir (Clough ve Penzien, 1975; Vanmarcke, 1976; Yang, 1986).

Tepki spektrumları: Deprem dalgasının yalnız kayda bakılarak tanımlanmayan çeşitli karakteristikleri, özellikle yapılar üzerindeki etkisi tepki spektrumlarında net bir şekilde gözlenir. Fourier spektrumu sadece deprem dalgasının kendi frekans özelliklerini ifade ederken tepki spektrumunda belli bir deprem dalgasının tek serbestlik derece (TDS) sistemi ile ifade edilen yapıların maruz kalacağı en büyük etki ifade edilir. İvme, hız ve yerdeğiştirme tepki spektrumlarının her birisi genel olarak tepki (response) spektrumu olarak tanımlanır. İvme, hız ve yer değiştirmenin en büyük değerleri sırası ile spektral ivme (S_a), spektral hız (S_v) ve spektral yer değiştirme (S_d) olarak adlandırılır. İvme tepki spektrumu yapılara etkileyen kuvveti verir. Hız tepki spektrumu yapılara geçen en büyük seviyedeki enerjiyi verir. Yer değiştirme tepki spektrumu ise yer değiştirmenin veya şekil değiştirmenin büyüklüğünü gösteren ve de yapı içerisindeki gerilmelerle ilişkili olan bir parametredir. Tepki spektrumları ile depremin özellikleri ile yapının özellikleri birbirinden ayrılmıştır.

2.3.1.4. Spektral parameterler

Baskın periyod: Baskın periyod (T_p), Fourier genlik spektrumunda en büyük değere karşılık gelen titreşim periyodu olarak tanımlanır. Fourier genlik spektrumunda istenmeyen pik etkisinden kaçınmak için baskın periyod genellikle düzleştirilmiş spektrumdan elde edilir. Frekans içeriği konusunda baskın periyod bazı bilgiler sağlarken, farklı frekans içeriğine sahip hareketlerin aynı baskın periyoda sahip olabileceğini de göz önünde bulundurmak gerekir. Mesafeye bağlı olarak frekans içeriğinin değişiminin bir özelliği Fourier genlik spektrumunun en büyük değerinin

düşük frekanslara (uzun periyodlara) kaymasıdır. Bunun sonucunda artan uzaklıkla birlikte baskın periyot büyür (Kramer, 1996).

Bant genişliği: Fourier genlik spektrumunun en büyük değeri baskın periyodu belirlemede kullanılabilir. Ancak spektral genliklerin baskın periyod etrafından nasıl saçıldıkları ile ilgili bilgi vermez. Bant genişliği de genellikle Fourier spektrumunun en büyük genliğinin $1/\sqrt{2}$ ile çarpılması sonucunda elde edilir (Çeken, 2007).

2.3.2. Batı Anadolu’da literatürde yer alan azalım ilişkileri kullanılarak yapılan çalışmalar

Beliceli vd. (2005) tarafından yapılan çalışmada 1900-2004 yılları arasında meydana gelen depremler ($M \geq 4.0$) dikkate alınarak Balıkesir bölgesinin (26.90° - 28.90° D- 38.70° - 40.70°) deprem riski ve depremselliği incelenmiştir. Çalışmada EKK yöntemine göre hesaplanan Gutenberg-Richter bağıntısındaki parametrelerden; “a” değeri 0.48, “b” değeri ise 0.62 olarak bulunmuştur. İncelenen bölge için en sık meydana gelen yıllık magnitüd 3.1; yıllık en büyük magnitüdlere ortalaması ise 4.6 olarak bulunmuştur. Yapılan risk çalışmalarında $M=6.0$ büyüklüğündeki bir depremin 20 yıl içinde olma olasılığı %88; $M=6.5$ olan depremin 20 yıllık süre içerisinde olma olasılığı %67 ve $M=7.0$ olan bir depremin 20 yıllık süre içerisinde olma olasılığı ise %24 olarak bulunduğu belirtilmiştir. Bölgedeki fay yapısının incelenmesi sonucunda Balıkesir’i etkileyebilecek bir depremin yaklaşık 50 km uzaklıkta olma olasılığının yüksek olduğu ifade edilmiştir. Bu duruma göre de çalışmada son olarak literatürde yer alan çeşitli araştırmacılar tarafından geliştirilen azalım ilişkileri kullanılarak Balıkesir ilinde ana kaya seviyesinde oluşabilecek en büyük yatay deprem ivmesi değerleri hesaplanmıştır. Bu sonuçlar da; Ansal (1997) azalım ilişkisi bağıntısına göre 0.16 g; Joyner-Boore (1981) azalım ilişkisi bağıntısına göre 0.24 g; Fukushima-Tanaka (1990) azalım ilişkisi bağıntısına göre ise 0.25 g olarak belirtilmiştir.

Şen ve Akyol (2006) tarafından yapılan çalışmada Ege Bölgesi’nde 1976-2013 yılları arasında meydana gelen 52 adet depreme ait veriler kullanılarak literatürde yer alan azalım ilişkileri (Campbell, 1981; Campbell ve Bozorgnia, 1994; Aydan vd., 1996; İnan vd., 1996; Boore vd., 1997; Kalkan ve Gülkan, 2004; Ulusay vd., 2004; Beyaz,

2004) karşılaştırılmış ve bu bölge için kullanılabilecek ilişkiler belirlenmiştir. Çalışma sonunda Ege Bölgesi'nde yapılacak çalışmalar için Boore vd. (1997) ve Kalkan ve Gülkan (2004) ilişkilerinin kullanılması önerilmiştir. Çalışmada ayrıca diğer ilişkilerle sadece maksimum yer ivmesi değeri hesaplanabildiği halde bu iki ilişki ile spektral ivme değerlerinin de hesaplanabilmesinin bir avantaj olduğu ifade edilmiştir. Ancak bu iki ilişkinin de kendi aralarında karşılaştırılması sonucunda önemli farklılıklar olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle de beklenen depremin derinliğinin bilindiği durumlar için Boore vd. (1997) ilişkisi; bilinmediği durumlar için de Kalkan ve Gülkan (2004) ilişkisinin kullanılması önerilmiştir.

Seçkin vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada farklı zemin koşullarına, uzaklığa ve büyüklüğe bağlı olarak İzmir metropolü yerleşim alanında gözlenecek pik ivme değerleri (PGA) literatürde yer alan bazı ivme-azalım ilişkisi modelleri (Boore vd., 1997; Gülkan ve Kalkan, 2002; Ansal 1999; Aydan 2001; Ulusay vd., 2004) kullanılarak kuramsal olarak elde edilmiş ve bu değerler birbiri ile karşılaştırılmıştır. $M=7.0$ büyüklüğünde meydana gelebilecek büyük bir depremin İzmir'de yaratacağı pik ivme değeri Boore vd. (1997) tarafından geliştirilen bağıntıya göre 0.42 g; Ulusay vd. (2004) tarafından geliştirilen bağıntıya göre ise 0.30 g olarak hesaplandığı belirtilmiştir. Benzer farklılıkların çeşitli büyüklükler için de geçerli olduğu ifade edilmiştir. Sonuç olarak depremselliğin yüksek olduğu bölgelerde küçük ve orta ölçekli deprem kayıtları kullanılarak ivme değerini ölçmenin, bilinen jeolojik ortam özelliklerinden hareketle kuramsal modeller üretmekten daha gerçekçi ve yararlı sonuçlar verdiği ifade edilmiştir (Boore ve Joyner, 1997; Drawinski vd., 1996).

Ayday (2008) tarafından yapılan çalışmada hem deterministik hem de olasılıksal yöntemlere bağlı olarak Eskişehir yerleşim yeri için sismik tehlike analizi yapılmıştır. Çalışmanın yapılabilmesi için Eskişehir yerleşim yerini etkileyecek 3 adet alan kaynak (Kuzey Anadolu Fayı'nın Bolu-Taraklı kısmı, Kuzey Anadolu Fayı'nın Gevye-İznik kısmı, Kütahya-Simav Fay Zonu,) 1 adet çizgi kaynak (Eskişehir Fay Zonu) ve 1 adet nokta kaynak (1956 Eskişehir Depremi) olmak üzere 5 adet kaynak belirlenmiştir. Çalışmada Fukushima ve Tanaka (1990), Boore-Joyner-Fumal (1993-1997), Aydan vd. (1996), Ansal (1998) ve İnan vd. (1996) tarafından geliştirilen azalım ilişkileri kullanılarak en büyük yatay zemin ivmesi (PHA)'nın değeri belirlenmiştir. Azalım ilişkilerinin birbirinden farklı özelliklerde olmasından

dolayı (çalışmada kullanılan azalım ilişkilerinin bazıları deprem büyüklüğüne duyarlı iken bazıları da uzaklığa duyarlıdır) sonuçların birbirinden farklı olduğu belirtilmiştir. Tüm kaynaklardan elde edilen sonuçlara göre Eskişehir yerleşim yerini etkileyecek en önemli kaynağın Eskişehir Fay Zonu olduğu belirtilmiştir. Bu fay zonunda oluşabilecek deprem büyüklüğü 6.5 olan bir depremin Eskişehir yerleşim yerini etkileyerek oluşturabileceği en büyük yatay yer ivmesi değeri $PHA=0.319$ g olarak hesaplandığı belirtilmiştir. Çalışmanın sonunda yapılan tüm bu deterministik sismik tehlike analizlerinin sonuçlarına göre Eskişehir için yapılacak tasarımlarda en büyük yatay yer ivmesi değerinin 0.4 g alınması gerektiği önerilmiştir.

Karaca ve Yüccemen (2011) tarafından yapılan çalışmada Eskişehir ili ve civarındaki geçmiş depremsellik incelenmiş ve çeşitli azalım ilişkisi bağıntıları (Ambraseys vd., 1996; Boore vd., 1997; Abrahamson ve Silva, 1997; Sadigh vd., 1997; Campbell, 1997; Abrahamson ve Silva, 2008; Boore ve Atkinson, 2008; Campbell ve Bozorgnia, 2008; Idriss, 2008; Gülkan ve Kalkan, 2002; Kalkan ve Gülkan, 2004; Özbey vd., 2004; Akkar ve Çağnan, 2010) kullanılarak yerel bir spektral ivme eğrisi elde edilmiştir. Böylelikle Eskişehir için oluşturulan deprem veri tabanı kullanılarak farklı azalım ilişkilerinin uygunluğu değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda da bir bölge için yerel spektral ivme eğrisi elde edilirken; o bölgenin depremselliğine bağlı olarak mevcut yer hareketi tahmin denklem parametrelerinin değiştirilmesinin veya parametrik katsayılarının yeniden çıkarılmasının gerçeğe daha yakın sonuçlar üretmede daha uygun bir yaklaşım olduğu ifade edilmiştir.

Yalçın vd. (2013a) tarafından yapılan çalışmada Bursa ili için sismik tehlike analizi yapılmış ve bu sonuçlara bağlı olarak da yerel tasarım spektrumları elde edilmiştir. 1900-2010 yılları arasındaki deprem verilerinin incelendiği çalışmada Gutenberg-Richter bağıntısındaki “b” değerini hesaplamak için EBO Yöntemi kullanılmış ve “b” değerinin oldukça düşük ($b=0.5-0.7$) olduğu belirtilmiştir. Çalışma sonuçlarında bölgenin genel olarak deprem üretme potansiyelinin özellikle Güney Marmara ve çevresinde yoğunlaştığı belirtilmiştir. Yerel tasarım spektrumu geliştirmek için yapılan analizlerde McGuire (2005) tarafından Cornell metodu algoritması esas alınarak geliştirilen EZ-FRISK yazılımı kullanılmıştır. Idriss (2008), Abrahamson-Silva (2008), Boore-Joyner-Fumal (1997), Campbell-Bozorgnia (2008) ve Ambraseys vd. (2005) tarafından geliştirilen azalım ilişkilerinin kullanıldığı çalışmada ilk 4

azalım ilişkisinden elde edilen sonuçların birbiri ile uyumlu olduğu belirtilmiştir. Azalım ilişkileri kullanılarak elde edilen % 5 sönüm oranına sahip elastik spektral ivme değerleri Türkiye Deprem Yönetmeliği'nde (DBYBHY-2007) tanımlanan deprem tehlike düzeyleri ile karşılaştırılmış ve elde edilen sonuçların tanımlanan deprem tehlike düzeylerinin çok altında olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak yapılan çalışmada tüm Türkiye için kullanılan bu spektrumun Bursa ili için sahaya özel hesaplanan spektrumla uyuşmadığı ifade edilmiştir. Yapılan çalışmada son olarak hesaplanan bu değerlerin kaya üzerinde hesaplandığı bu nedenle de zemin büyütme etkisinin mutlaka dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir.

Yalçın vd. (2013b) tarafından yapılan çalışmada Gediz ve yakın çevresinin depremselliği incelenmiş ve bu sonuçlara bağlı olarak da bölgedeki hakim faylanma türü, fayın fiziksel parametreleri ve tektonik özellikleri kullanılarak çalışma alanı için spektral ivmeler hesaplanmıştır. 1900-2010 yılları arasındaki deprem verilerinin ($M_w \geq 4.0$) incelendiği çalışmada Gutenberg-Richter bağıntısındaki parametreleri hesaplamak için En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılmış “a” değerinin 5.0 ile 7.5 arasında, “b” değerinin ise 0.8 ile 1.3 arasında değiştiği belirtilmiştir. Fayın kuzeybatısından güneydoğusuna inildikçe gözlenen “b” değerinin artışının fay üzerindeki depremsellik ve bölgenin tektonik yapısı ile uyumlu olduğu ifade edilmiştir. Bunun yanında inceleme alanı için çeşitli araştırmacıların azalım ilişkilerinden (Idriss, 2008; Abrahamson-Silva, 2008; Boore-Joyner-Fumal, 1997; Campell-Bozorgnia, 2008 ve Ambraseys vd., 2005) yararlanılarak elde edilen %5 sönüm oranına sahip elastik ivme değerlerinin 2475 yıllık dönüş periyodunda 0.349 g ile 0.850 g; 475 yıllık dönüş periyodunda 0.189 g ile 0.715 g; 72 yıllık dönüş periyodunda ise 0.060 g ile 0.189 g arasında değiştiği belirtilmiştir. Idriss (2008), Abrahamson-Silva (2008), Boore-Joyner-Fumal (1997), Campell-Bozorgnia (2008) azalım ilişkilerinin birbiri ile uyumlu sonuçlar ürettikleri ancak Ambraseys vd. (2005) azalım ilişkisi sonuçlarının diğer azalım ilişkilerine oranla daha yüksek ivme değerleri verdiği ifade edilmiştir. Yapılan çalışmada son olarak hesaplanan bu değerlerin kaya üzerinde hesaplandığı bu nedenle de zemin büyütme etkisinin mutlaka dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir.

Kazmacı ve Kanbur (2015) tarafından yapılan çalışmada, Isparta Bölge Hastanesi proje yerinin Sismik Tehlike Analizi, Olasılıksal ve Deterministik yöntemler ile

belirlenmiş ve tasarıma esas sismik parametreler elde edilmiştir. Olasılık yöntemin uygulamasında çalışmada Ez-Frisk yazılımı kullanılmış tüm belirsizlikler göz önüne alınarak en büyük yatay yer ivmesi, aşılma olasılığı dağılımları elde edilmiştir. Yapılan deterministik ve olasılıksal hesaplamalar sonucu yapının çeşitli sürelerle karşılık gelen tepki spektrumları elde edilmiştir. Deterministik hesaplamalar sonucunda maksimum yatay yer ivmesi $PGA=0.265$ g olarak hesaplanmıştır. Yapılan çalışmada Abrahamson-Silva (2008), Boore-Atkinson (2008), Campbell-Bozorgnia (2008) ve Ciou-Youngs (2008) tarafından geliştirilen azalım ilişkileri kullanılmıştır. Bu azalım ilişkilerine göre olasılıksal hesaplamalar sonucunda bulunan 100 yıllık ekonomik ömür içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (144 yıllık geri dönüş periyodu) için $OBE=0.17$ g olarak hesaplandığı belirtilmiştir. Yapının 50 yıllık ömrü içerisinde %10 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesinin (475 yıllık geri dönüş periyodu için) maksimum tasarım depreminin üreteceği ivme değerinin $MDE=MCE=0.278$ g olarak alınması önerilmiştir.

Kızılbuçğa vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada, günümüzde 6 ve üzeri büyüklükte deprem üretebilme potansiyeline sahip olan Isparta ilinin olasılıksal sismik tehlike analizi yapılmış ve bu doğrultuda PGA haritaları elde edilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü'nden alınmış olan 01.01.1990-15.09.2014 tarihleri arasında Türkiye ve yakın çevresinde meydana gelmiş depremlerden oluşan kapsamlı ve homojen bir katalog oluşturulmuştur. Depremsellik parametreleri elde edilmeden önce bölgeye ait hazırlanan homojen katalogdan 6546 adet patlama verisi tespit edilip çıkartılmış ve kataloğa decluster işlemi uygulanmıştır. Sonuç olarak En Büyük Olabilirlik yöntemi ile depremsellik parametreleri hesaplanmış ve “a” değeri 5.88, “b” değeri de 0.907 olarak hesaplandığı belirtilmiştir. Çalışmanın devamında olasılıksal sismik tehlikenin belirlenebilmesi için CRISIS2003 (Ordaz vd., 2003) programı kullanılmış ve bu program için katalogda bulunan en küçük ($M_w=4.0$) ve en büyük magnitüd ($M_w=6.9$) değerleri temel alınarak çalışma alanına en uygun model olarak seçilen Abrahamson ve Silva (1997) azalım ilişkisi kullanılmıştır. Alansal kaynak olarak çalışılan bölgede 100 km’lik bir çapta her bir nokta için PGA (maksimum zemin ivmesi) değeri hesaplanmış ve bölge için sismik tehlike haritası oluşturulmuştur. Sonuç olarak hesaplanan PGA değerlerinin özellikle büyük depremlerin yoğunlaştığı graben

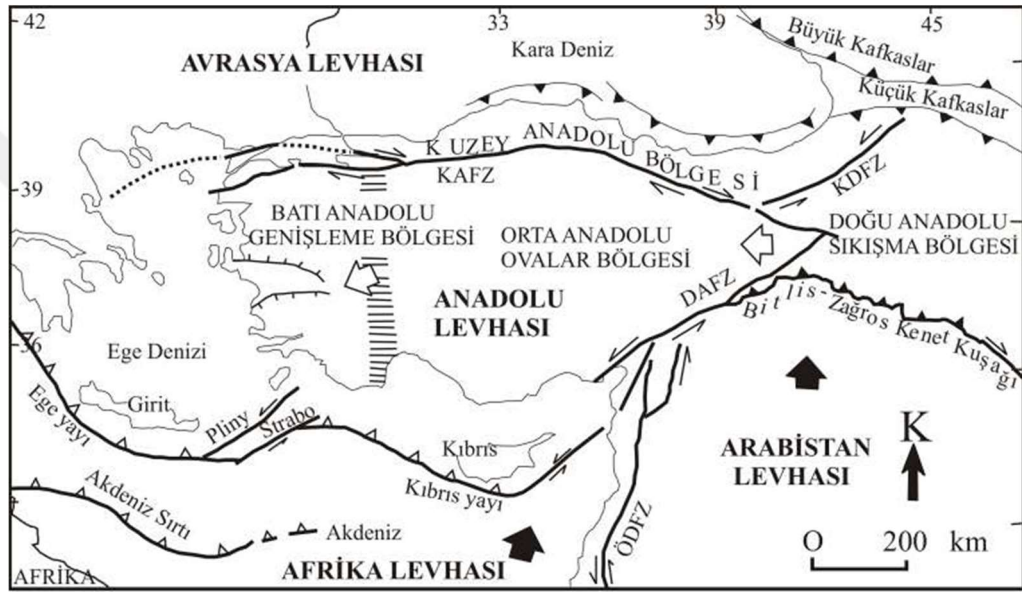
sistemleri üzerinde 0.3 g değeri civarında değıştiği, mikro deprem aktivitesinin fazla olduğu ve merkezden uzaklaştıkça PGA değerin azaldığı ifade edilmiştir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanının Jeolojisi ve Tektonik Yapısı

Ülkemiz topraklarının da üzerinde yer aldığı ve Dünya'nın en önemli deprem kuşaklarından birisi olarak kabul edilen Alp-Himalaya Deprem kuşağı, Afrika/Arabistan ve Hindistan Levhalarının kuzeye doğru hareket etmeleri ve Avrasya Levhası ile çarpışmaları sonucu oluşmaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3. 1. Türkiye'nin neotektonik dönemini şekillendiren ana yapılar ve bölgeler (KAFZ: Kuzey Anadolu Fay Zonu, DAFZ: Doğu Anadolu Fay Zonu, ÖDFZ: Ölü Deniz Fay Zonu, KDFZ: Kuzey Doğu Anadolu Fay Zonu; Oklar hareketin yönünü göstermektedir.) (Şengör, 1980; Eren, 2009'dan değiştirilerek düzenlenmiştir.)

Bu jeolojik sürecin Doğu Akdeniz bölümünde Anadolu-Ege bloğu saatin tersi yönünde bir dönme hareketi ile Girit merkezli Ege yayına doğru kaçmaktadır (Ambraseys, 1975; Şengör vd., 1985; Ambraseys ve Jackson, 1998). Tanımlanan bu yanal kaçış hareketinin kuzey sınırını Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ), güney sınırını ise doğuda Doğu Anadolu Fay Zonu, Güney Anadolu'da ise Kıbrıs ve Ege (Helenik Yay) yayları oluşturmaktadır.

Yapılan araştırmalar sonucunda Anadolu-Ege bloğunun saatin tersi yönünde dönme hareketinin;

- ✓ Doğu Anadolu'da Arabistan ve Hindistan Levhalarının çarpışması ve bu sıkışma bölgesinden üçgen şeklinde kıtasal Anadolu bloğunun batıya kaçması
- ✓ Ege yayının batan okyanus kabuğunun ağırlığı sebebiyle arkın geriye güneye doğru çekilmesi sonucunda Batı Anadolu ve Ege Denizi'nde meydana gelen yaklaşık KKD-GGB gerilmeler

olmak üzere iki ana sebebi olduğunu söylemek mümkündür (Arpat ve Bingöl, 1969; Koçyiğit, 1984; Hancock ve Barka, 1987; Emre, 1996; Seyitoğlu ve Scott, 1991; Patton, 1992).

Bu oluşum sonucunda Anadolu yarımadasının doğusunda sıkışma (Doğu Anadolu Sıkışma Bölgesi) batısında ise genişleme (Batı Anadolu Genişleme Bölgesi) rejiminin hakim olduğu oldukça karmaşık bir tektonizma meydana gelmiştir. Bu karmaşık tektonizma içerisinde yer alan ve sismik açıdan dünyanın en aktif bölgelerinden biri olarak kabul edilen Batı Anadolu'nun neotektonik evriminin en belirgin özelliği genişleme rejimine bağlı olarak oluşan graben sistemleri ile bu graben sistemleri arasında yükselim gösteren horst sistemleridir. Batı Anadolu genişleme rejimi kuramı genel olarak kabul edilen bir jeolojik oluşum olmasına rağmen oluşumun kökenini açıklamak için birbirinden farklı modeller geliştirilmiştir. McKenzie (1972) yılında yapmış olduğu çalışmada Anadolu Levhası'nı Ege ve Anadolu Levhaları olarak ikiye ayırmıştır. Alptekin (1973) yılında yapmış olduğu çalışmada Anadolu Levhası'nın tek parça olarak batıya hareket ettiğini, K-G doğrultulu açılmanın ise üst mantoda meydana gelen bir yükselme ile oluştuğunu savunmuştur. Bingöl (1976) yapmış olduğu çalışma ile Alptekin (1973) tarafından öne sürülen görüşü destekleyerek Batı Anadolu'daki üst manto yükselmesinin kabukta incelmeye neden olduğunu ve bu durum sonucunda grabenlerin geliştiğini belirtmiştir. McKenzi (1978) yılında daha önceki yıllarda yapmış olduğu çalışmaya yeni bir bakış açısı getirerek Batı Anadolu'nun kıtasal litosferinin bir elin parmaklarının açılmasına benzer şekilde gerilerek ayrıldığını ve K-G yönlü açılmanın devam ettiğini belirtmiştir. Dewey ve Şengör (1979) tarafından yapılan çalışmada McKenzie (1972)'nin tanımladığı Ege Levhası üçe bölünerek bir model geliştirilmiştir. Bu modele göre de; Anadolu Bloğunun batıya kaçışının Yunan makasalama zonu boyunca frenlenmesinin bölgede D-B doğrultulu sıkışmaya neden olduğu ve bu sıkışma sonucunda da K-G doğrultulu açılmaların geliştiği

belirtilmiştir. Bölgede meydana gerilmenin tamamen Ege Yayı'ndaki dalma-batma ile ilgili olduğunu ifade eden çalışmalar da bulunmaktadır (Le Pichon ve Angelier, 1979). Kocaefe (1981) tarafından yapılan çalışmada ise; bölgenin güncel tektoniğinin KG-GD doğrultulu aktif faylarla geliştiği ve D-B doğrultulu çöküntü alanlarının fizyografik şekillerinin bölgede bindirme tektoniğinin denetimi altında olduğu görüşü savunulmaktadır. Koçyiğit (1984) yapmış olduğu çalışmada Batı Anadolu'daki yapıların KB-GD, KD-GB, K-G ve D-B yönelimli 4 ayrı genişleme yönünde eş-yaşlı blok faylanma şeklinde geliştiğini ifade etmiştir. Şengör (1985 ve 1987) tarafından yapılan çalışmalar sonucunda Batı Anadolu'da yer alan farklı doğrultulardaki yapılar (KB-GD, KD-GB, GK-D ve D-B) çapraz graben olarak tanımlanmıştır. Akçığ (1988) ise yapmış olduğu çalışmada Batı Anadolu'daki D-B yönelimli çöküntü alanlarının üst mantoda bir yükselim sonucu K-G doğrultulu gerilme tektoniğine paralel bir şekilde gelişen rift sistemleri ile açıklamıştır. Zanchi vd. (1990) tarafından yapılan çalışmada Batı Anadolu'da yer alan KD, D-B ve KB gidişli grabenlerin farklı dönemlerde ve farklı yönlerde oluşan genişleme rejimlerinin etkisi altında geliştiklerini belirtmişlerdir. KB gidişli genç grabenlerin Geç Pliyosen-Erken Pleistosen döneminden sonra günümüzde de Batı Anadolu'yu etkileyen GB-KD genişlemesinin ürünü olduğu ifade edilmiştir. Taymaz vd. (1991) tarafından yapılan çalışmada Ege Denizi'ndeki deformasyon kırık tahtalar modeli ile açıklanmaya çalışılmıştır. Ancak bu modelin neotektonikten çok Anadolu Bloğu'nun rotasyonel hareketi öncesindeki deformasyonu için daha uygun olduğu kanısı yaygındır. Ayrıca Kuzey Ege'de yapmış oldukları çalışma ile bölgede doğrultu atımlı fayların yoğunlukta olduğunu belirlemişler ve bölge için 9 mikro levhadan oluşan bir model ortaya koymuşlardır. Seyitoğlu ve Scott (1991, 1996) yapmış oldukları çalışma ile Ege Bölgesi'ndeki K-G yönlü genişlemeli tektoniğin En geç Oligosen-Erken Miyosen'de başladığını, tektonik kaçma ve yay ardı açılma modellerinin bölge için uygun olmadığını bu modeller yerine orojenik çökme modelinin daha uygun olduğunu ifade etmişlerdir. Le Pinchon vd. (1995) yapmış oldukları Yunanaistan ağırlıklı çalışmalarında Ege için de bir model ortaya koymuşlar ve Ege ile Anadolu için saat istikametinin tersi yönünde bir rotasyon hareketi tanımlamışlardır. Armijo vd. (1996) tarafından yapılan çalışmada ise hareketlerin daha çok sınır koşulları ile sağlandığı ve deformasyonun belli sınırlar veya faylar boyunca meydana geldiği görüşü savunulmuştur. England vd. (1997) tarafından yapılan çalışmada kıtasal kabuğun hareketinin tamamen üst mantodaki viskoz malzemenin akmasına bağlı

olarak hareket ettiği ve deformasyonun yaygın yani fay zonlarına konsantre olmadığı ileri sürölmüştür. Barka ve Reilinger (1997) GPS (Global Positioning System- Küresel Konumlama Sistemi) ve neotektonik verilerden elde edilen sonuçlara göre Eskişehir Fayı ve Fethiye-Burdur Fayı ile sınırlı bir Batı Anadolu Bloğu tanımlanmışlardır. Barka vd. (2000) ve Yılmaz (2000) yapmış oldukları çalışmalar sonucunda Ege Bölgesi'nde egemen olan K-G yönlü açılmanın yılda 30-60 mm'lik bir hızla geliştiğini ve Anadolu Levhası'nın Kuzey Anadolu Fayı ve Doğu Anadolu Fayı kontrolünde batıya doğru hareketi sonucunda ortaya çıktığını ifade etmişlerdir. McClusky vd. (2000) ve Lenk vd. (2003) yapmış oldukları çalışma ile geniş kapsamlı ve yüksek duyarlılıklı GPS verilerini kullanarak Afrika, Arap ve Avrasya Levhaları'nın çarpıştığı aktif alanda bölgenin kinematığını izlemişler ve böylelikle hem batıya kaçış hem de levha konumları için modelleme geliştirmişlerdir. Bu çalışmalar içerisinde yer alan McClusky vd. (2000) Güney Ege mikro levhasını tanımlayan ve güneybatı yönlü hareketini açıklayan ilk çalışma olarak tanımlanmaktadır. Anadolu ve Kuzey Ege için Sina yarımadası civarında Euler kutup hareketini tanımlamışlardır. Goldsworthy vd. (2002) tarafından yapılan çalışmada ise bölgeye ait tektonik, jeolojik, sismik veriler ve GPS ölçüm sonuçları birleştirilerek Orta ve Kuzey Yunanistan'ı incelemişler ve bu esnada Anadolu'yu da bir bütün olarak değerlendirmişlerdir. Nyst ve Thatcher (2004) tarafından yapılan çalışmada bölge için yapılan GPS çalışmaları sonuçları birleştirilerek Güneybatı Anadolu'yu kapsayan Ege Bölgesi için 4 mikro levha tanımlanmıştır.

Batı Anadolu'da K-G gerilmenin yaşı ile ilgili olarak da birbirinden farklı görüşler bulunmaktadır. Seyitoğu ve Scott (1991) tarafından yapılan çalışma sonucunda gerilmenin yaşının Oligosen sonu Miyosen başı olarak belirtilmiştir. Ancak Şengör (1987) ve Yılmaz (1997) tarafından yapılan çalışmalarda Oligosen sonu Miyosen başında sıkışmanın hala devam ettiği buna karşılık bu dönemde oluşan basenlerin gerilme rejimi içerisinde değil sıkışma rejimi içerisinde meydana geldiği ifade edilmiştir. Esas gerilme rejiminin ise orta Miyosen'den itibaren düşük hızla oluştuğu ve bu hızın Pliyosende arttığı belirtilmiştir.

Batı Anadolu'da gözlenen yaklaşık K-G gerilmenin hızı konusunda da tartışmalı durumlar bulunmaktadır. Jackson ve McKenzie (1984) ve Taymaz vd. (1991) tarafından yapılan çalışma sonucunda hızın 6 mm/yıl olabileceğini belirtmişler ve

Ege Denizi'nin son birkaç milyon yıld %50 gerildiğini ifade etmişlerdir. McClusky vd. (2000) tarafından yapılan çalışmada ise gerilme miktarının 15 mm/yıl civarında olduğu belirtilmiştir.

Sonuç olarak Batı Anadolu'da meydana gelen deformasyonu açıklamaya yönelik dinamik ve kinematik yapı oldukça karmaşık olduğu için tektonik rejimin kökeni, yaşı ve hızı ile ilgili genel bir görüşten bahsetmek mümkün değildir.

Literatürde yer alan çalışmaların incelenmesi sonucunda Batı Anadolu'ya güncel görünümü kazandıran ve günümüzde de devam eden K-G yönlü genişlemeyi genel olarak dört ayrı tektonik model başlığı altında toparlamak mümkündür.

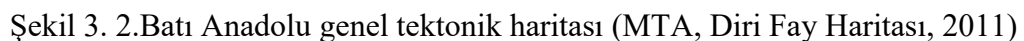
Batıya Kaçış Tektonik Modeli: Arap Plakasının Bitlis Zagros Suture Zonu boyunca Anadolu Levhasına çarpması sonucu tektonik sınırlar boyunca Anadolu Levhası batıya doğru hareket etmeye başlamıştır. Bu hareket Geç Serravaliyen (Miyosen) (12My)'den günümüze kadar devam etmektedir (Dewey ve Şengör, 1979; Şengör, 1979, 1980, 1982, 1987; Şengör vd., 1985; Görür vd., 1995). Bu modele göre, Anadolu Levhasının batıya kaçışının Ege Yayı tarafından engellenmesi sonucu genel bir D-B sıkışma meydana gelmiştir. Bu sıkışma neticesinde Batı Anadolu'da K-G yönlü bir genişleme ve bu genişlemeye bağlı olarak da D-B yönelimli graben sistemleri oluşmuştur (Dewey ve Şengör, 1979; Şengör, 1979, 1982).

Yay Arkası Yayılma Modeli: Bu modele göre graben oluşumu Ege Yayı'nın G-GB'ya göçü sonucunda oluşan K-G doğrultulu çekme kuvvetleri ile açıklanmaktadır (McKenzie, 1978; Le Pichon ve Angelier, 1979, 1981; Jackson ve McKenzie, 1988; Meulenkamp vd., 1988, Okay ve Satır, 2000).

Orojenik Çökme Modeli: Bu modele göre açılma Paleosen sonunda Neotetisin kapanmasına bağlı kabuk kalınlaşmasını takiben gelişmektedir. Geç Oligosen Erken Miyosen zamanında kısmi ergimeye bağlı plutonik sokulumlarla birlikte kabukta yayılma ve incelme başlamıştır (Dewey, 1988; Seyitoğlu ve Scott, 1991, 1992, 1996; Seyitoğlu vd., 2002).

Bu hareketlere bağılı olarak da Batı Anadolu dünyada en önemli genişleme ve kıta içi açılmanın meydana geldiği; en hızlı şekil değıştirmelerinin gözlemlendiğı bölgelerden biri olarak kabul edilmiştir (Şengör, 1982; Koçyiğit, 2000; Sarıca, 2000; Yılmaz vd., 2000; Bozkurt, 2001, 2003).

Batı Anadolu, birçok tektonik oluşumun bulunduğu ve tarih boyunca maddi-manevi kayıplara neden olan önemli depremlerin görüldüğü bir bölgedir. Bu nedenle, pek çok sismoloji çalışmasına konu olan Batı Anadolu'daki tektonik yapılar (Şekiil 3.2)'de verilmeye çalışılmıştır.



Büyük Menderes Fay Zonu: Büyük Menderes Grabeni, Denizli ile Ege Denizi arasında yaklaşık 150 km uzunluğunda ve 10-20 km genişliğe sahip olan aktif normal faylarla sınırlı D-B doğrultulu bir çöküntüdür. Grabenin doğu ucu Pamukkale civarında Gediz grabeni ile kesişmektedir. Batı ucu ise Germencik civarında iki kola ayrılmaktadır. Kuzey kolu Kuşadası'na devam etmekte olup güney kolu GB'ya dönerek Ege Denizi'ne girmektedir (Paton, 1992; Tekin ve Hafızoğlu, 2004; Eravcı vd., 2007).

Çivril Grabeni Fay Zonu: Çivril Graben Sistemi Gediz ve Büyük Menderes grabenleri ile Isparta Dirseği arasında yer almaktadır. Toplam 100 km uzunluğunda olan graben sistemi KD ve KB uzanımlı Baklan ve Dinar grabenleri olmak üzere iki ana geometrik bölümden oluşur. Grabendeki kuzey kenar yapıları Çivril ve Dinar olmak üzere iki ana fay segmentinden oluşur. Bu iki fay segmenti taban blok içerisinde gelişmiş ve grabenin genel yapısına dik yönde uzanan bir transfer fay zone ile birbirinden ayrılmaktadır. KD genel doğrultulu 38 km uzunluğundaki Çivril Fayı aktarım rampaları ile birbirine bağlanan üç alt geometrik segmentten oluşmaktadır. (Özalp vd., 2009).

Dinar Fay Zonu: KB-GD uzanımlı olan Dinar Grabeni'nin kuzeybatıya doğru genişliği 1.5 ile 15 km arasında değişim göstermektedir. Dinar Grabeni'nin D-KD kenarını Dinar Fayı sınırlar. Dinar Fayı, çok az yatay bileşeni olan eğim atımlı ve uzunluğu yaklaşık 75 km olan normal bir faydır. Dinar Fayı güney batıya eğimli olup, batı bloğu düşen, doğu bloğu ise yükselen bloktur. Bu nedenle Dinar Fayı'nın batı bloğu bir grabene (Dinar Grabeni) ve doğu bloğu ise bir horsta (Akdağ Horstu) karşılık gelmektedir (Yalçınkaya ve Alptekin, 2003).

Ege (Helen) Yayı: Avrasya ve Afrika arasındaki levha sınırı batıda Ege (Helen) Yayı ile çizilmektedir. Ege yay sistemi Ege Bölgesi'nin jeodinamik evriminde önemli bir role sahiptir. Ege Yayı'nın batı kesimi Ionian hendeği tarafından temsil edilirken doğu kesimi daha çok bir transform fay şeklide davranmaktadır. Ege yayının doğu kesimindeki transform fay, Ege Yayı ile Kıbrıs yayı arasındaki sınırı oluşturur ve Pliny-Strabo Fay Sistemi olarak isimlendirilir. Pliny-Strabo Fay Sistemi, karada Fethiye-Burdur Fay Zonu'na bağlanır. Ege yayı boyunca dalma-batmanın yaşı ile ilgili çeşitli görüşler bulunmaktadır. Bu görüşleri;

- ✓ Le Pichon ve Angelier (1979) tarafından yapılan çalışmada Ege Yayı boyunca dalma-batmanın 13 my önce başladığı belirtilmiştir.
- ✓ Meulenkamp vd. (1988) tarafından yapılan çalışmada ise dalma-batmanın en az 26 my yaşlı olduğu ifade edilmiştir.
- ✓ McKenzie (1978) ve Mercier (1981) tarafından yapılan çalışmalarda ise dalma-batma için 5 my ve 5-10 my yaş arasının uygun olduğu

şeklinde sıralamak mümkündür (<https://iujfk.files.wordpress.com/2012/05/4-ege-kibris-yayi.ppt>, www.yasareren.com/yasareren/dersler/neotektonik/kibrishelen.ppt)

Eskişehir Fayı: Eskişehir Fayı, doğrultu atımlı KAFZ ile normal faylarla temsil edilen Ege açılma bölgesi arasında yer almaktadır (Barka vd., 1995; Altunel ve Barka, 1998). GPS verilerine göre Batı Anadolu'nun Fethiye-Burdur Fay Zonu ve Eskişehir Fay Zonu ile Orta Anadolu'dan ayrıldığı ve batı-güney batıya doğru hızlı hareket ettiği belirtilmiştir (Barka vd., 1995). Genel doğrultusu BKB-DGD olan Eskişehir Fay Zonu batıda İnegöl'den doğuda Tuz Gölü'ne kadar uzanır ve birbirini takip eden segmentlerden oluşmaktadır (Koçyiğit, 2000; Bozkurt, 2001).

Fethiye-Burdur Fay Zonu: Fethiye-Burdur Fayı, Fethiye Körfezi ile Burdur Gölü arasında yaklaşık 300 km uzanımlı ve sol oblik atım bileşenine sahip çok sayıda normal faylardan oluşmaktadır. Bu fay zonu Helenik yayın doğu kanadını oluşturan Plini-Strabo sisteminin Anadolu plakası içindeki KD uzantısı olarak kabul edilmektedir (Dumont vd., 1979; Şaroğlu vd, 1987; Price ve Scott, 1994). Bu fay tek bir yapısal çizgi halinde olmayıp birbirine paralel gelişmiş kesikli segmentlerden oluşmaktadır. Bu segmentler KD doğrultusunda uzanım gösteren ve genişliği 3-10 km arasında değişen bir zon içerisinde yer alır (Barka vd., 1995).

Gediz Fay Zonu: Gediz Grabeni, doğuda Sarıgöl ile batıda Manisa ve Kemalpaşa arasında D-B genel uzanımında yaklaşık 150 km uzunluğundaki normal fay sistemine bağlı olarak şekillenmiştir (Emre vd., 2005). Gediz Grabeni'nin ana fayı güney kenarı boyunca uzanır. Kuzeyde ise yer yer bu fayın antitetik bileşeni yer alır. Gediz Grabeninin Neojen çökellerini metamorfik temelden (Menderes Masifi) ayıran ana fay, *Güney Sınır Fayı* (Seyitoğlu ve Scott, 1996) ya da *Karadut Fayı* (Emre, 1996) olarak isimlendirilmiştir. Gediz grabenini kuzeyden sınırlayan fay, en batıda Marmara Gölü'nden başlar ve birbirine paralel dört ana fay takımından oluşur.

Grabenı güneyden sınırlayan faylar ise yaklaşık 85 km uzunlukta olup Turgutlu ile Sarıgöl arasında uzanır (Eravcı vd., 2007).

Gökova Fay Zonu: Gökova Körfezi kuzey kenarı boyunca uzanmakta olan Gökova Fay Zonu doğuda Gökova Körfezi doğusundaki Ula kasabası civarından başlar ve İstanköy'ün güneybatısına kadar devam eder (McKenzie, 1978; Dewey ve Şengör, 1979; Şaroğlu vd., 1987; Barka vd., 1995; Kalafat, 1996). Yaklaşık olarak 180 km uzunlukta olan fay zonu birbirine paralel birkaç sıra ark şeklinde normal faylardan oluşmaktadır. Grabenin kuzey kenarı, fay düzlemi oldukça dik normal bir fayla kontrol edilirken güney kenarı kavisli (listrik) karakterdeki Datça Fayı ile kontrol edilmektedir (Kurt vd., 1999). Yapılan batimetri çalışmaları sonunda fayın, Ören batısında deniz altında devam ettiği belirtilmiştir (Yolsal ve Taymaz, 2010; Uluğ vd., 2005).

Isparta Açısı (Büklümü): Blumenthal (1963) tarafından Antalya Körfezi kuzeyinde, Toros kuşağının genel D-B gidişindeki değişimiyle oluşan yaklaşık ters “V” biçimli kesimi Isparta Büklümü (Corbure d'Isparta) olarak tanımlanmıştır. Aynı bölge için Isparta Açısı tanımını kullanan çalışmalar da bulunmaktadır (Brunn, 1976; Şengör, 1980). Isparta Büklümü yaklaşık olarak 260 km uzunluğunda ve 380 km genişliğindedir (Koçyiğit ve Özaçar, 2003). Kuzey kesimi Göller Bölgesi olarak da anılan Isparta Büklümü kabaca Denizli, Fethiye, Antalya, Alanya, Akseki, Ahırılı, Seydişehir, Beyşehir, Akşehir, Çay, Afyon, Sandıklı ve Çivril ile sınırlıdır (Koçyiğit, 1983). Isparta büklümünün doğu ve batı kenarlarını sınırlayan fayların kinematığı ile ilgili farklı görüşler bulunmaktadır. Glover ve Robertson (1998) Isparta Büklümü'nün oluşumu ile ilgili yaptıkları çalışmalar sonunda Isparta Büklümü'nün Batı ve Doğu Anadolu'nun saat yönünde ve saat yönünün aksi yönde dönen blokları arasındaki bir açılma sistemi olduğunu ifade etmişlerdir. Yani bu ifadeye göre batıda bulunan Burdur Fayı ve Isparta Büklümü'nü doğudan sınırlayan ana faylar da verev atımlı normal faylardır. Isparta Büklümü'nde sıkışmalı bir neotektonik rejim değil aksine açılmalı yeni bir tektonik rejim hakimdir. Boray vd. (1985), Barka vd., (1995) ve Altunel vd., (1999) tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarına göre ise Isparta Büklümü'nün batıda KD doğrultulu sol yanal atımlı Fethiye-Burdur Fayı, doğuda KB doğrultulu Sultandağı-Aksu bindirmesiyle bir sıkışma sistemi olduğu ifade edilmiştir. Isparta Büklümü içerisinde Eğirdir-Kovada Grabeni, Antalya Fay Zonu ve

Aksu Bindirmesi gibi önemli fay sistemleri bulunmaktadır. Eğirdir-Kovada Grabeni, Isparta Büklümü'nü doğu ve batı kanat olmak üzere 2 ayrı bölme ayırmaktadır. K-G doğrultusunda yaklaşık 75 km uzunluğunda olan Eğirdir-Kovada Grabeni'nin genişliği Eğirdir Gölü'nün bulunduğu kuzey alanda 15 km olmasına karşın, güneyde Kovada Gölü civarında 2 km'ye kadar azalmaktadır (Yağmurlu ve Şentürk, 2005). Glover ve Robertson (1998) yapmış oldukları çalışmada Kovada Grabeni'ni sınırlayan fayların KKB-GGD doğrultulu olduğunu belirtmişlerdir. Isparta-Antalya arasında yer alan ve Eğirdir-Kovada Grabeni'ne paralel olarak gelişmiş K-G gidişli fay sistemleri Yağmurlu vd., (1997) tarafından yapılan çalışmada Antalya Fay Zonu, Glover ve Robertson (1998) tarafından yapılan çalışmada ise Kemer çizgiselliği olarak adlandırılmıştır. Ters fay özelliğinde olan Aksu Bindirmesi'de Isparta Büklümü içinde gelişmiş önemli aktif fay sistemlerinden biridir (Poisson vd., 2003). Aksu Bindirmesi Isparta-Serik arasında KB yönünde uzanım gösteren 150 km uzunluğa sahip bir faydır (Yağmurlu ve Şentürk, 2005).

Karaova-Milas Fay Zonu: Karaova-Milas Fay Zonu, Karaova ve Milas arasında yüzeyleyen metamorfik kayalarda izlenebilen KB-GD doğrultulu birbirine paralel fay takımlarından oluşmaktadır. Yaklaşık 20 km genişlikte olan fay zonu, morfolojiyi denetlemesi nedeniyle olası diri fay olarak kabul edilmiştir (Sertçelik ve Başer, 2010).

Kıbrıs Yayı: Avrasya ve Afrika arasındaki levha sınırı olarak doğuda Kıbrıs yayı çizilmektedir. Kıbrıs yayı, batıda Antalya Körfezi'nden başlayarak, doğuda İskenderun Körfezi'ne kadar uzanmaktadır. Hem doğuda hem batıda iç bükey yapıda olan Kıbrıs Yayı, adanın batısında yer alan KKD doğrultulu sağ yönlü doğrultu atımlı faylanma özelliğine sahip Paphos Transform Fayı ile kuzeye bağlanmaktadır (Papazachos ve Papaioannou, 1999). Doğuda ise, DAFZ ve ÖDFZ ile üçlü eklem noktası şeklinde birleşerek, Afrika, Anadolu ve Arabistan Levhaları arasındaki hareketi sağlamaktadır. Kıbrıs Yayı'nın tektonik yapısı, güneyde dalma batma ve Eratosthenes Deniz Dağları ile çarpışma, doğuda ise Anadolu ve Sina Bloğu arasında doğuya doğru artan açılma rejimine sahip sol yönlü transform hareket şeklinde değişim göstermektedir (Vidal vd., 2000). Kıbrıs Yayı boyunca gözlenen dalma-batma modeli için farklı görüşler bulunmaktadır. Bu görüşlerden biri Kıbrıs adası ve civarında Senozoyik yaş döneminde herhangi bir zaman diliminde volkanizmanın

gözlenmemiş olmasıdır. Diğer bir görüşte ise; yay boyunca kuzeye dalımlı Benioff zonunun eksikliği belirtilmiştir (Harrison vd., 2004). Kıbrıs yayı boyunca oluşan depremler daha çok sığ ve orta odaklı depremlerdir. Kıbrıs yayı batıda Plini ve Strabo hendekleri aracılığıyla aktif dalma batma olayının meydana geldiği Hellenik Yayı'na bağlanmaktadır (Papazachos vd., 2000). Kıbrıs Yayı ve Ege (Helen) Yayı geometrik olarak benzer yapıya sahip olmalarına rağmen tektonizma, levhaların bağlı hareket doğrultusu ve hızı, depremsellik gibi birçok açıdan farklı özelliklere sahiptirler (Papazachos ve Papaioannou, 1999). Bu iki yay Isparta Açısı'nda bir araya gelirler (Yolsal, 2008).

Knidos (Cumalı, Yakaköy) Fayı: Datça yarımadasının batı bölümünde ve KD-GB ve D-B doğrultulu iki tür normal fay sistemi gelişmiştir. KD-GB doğrultulu olan faylar Knidos çevresinden başlayarak basamaklı bir geometri ile Datça yakınlarına kadar uzanmaktadır. D-B doğrultulu olan faylar ise Knidos, Cumalı ve Yaka köy fayları olarak adlandırılmakta ve aynı şekilde basamaklı bir geometri göstermektedirler. (Tiryakioğlu, 2012). Yaklaşık 15 km uzunluğundaki Yakaköy Fayı, Datça Yarımadası'nın batı yarısında yer alan ve D-B uzanımına sahip olan Kocadağ ile Bozdağ'ın güneyini sınırlar. Yazıköy'ün kuzeyinden itibaren izlenen bu fay Yakaköy üzerinden Bozdağ'ın GB'sına kadar devam eder. Yarımada'nın en batı ucunda, önemli bir antik kent olan Knidos'un da üzerinde yer aldığı Knidos fayı Bozdağ'ın güney kenarını kontrol eden, yaklaşık D-B gidişe sahip eğim atımlı normal bir faydır. Fay üzerinde ve faya bitişik olarak kurulmuş olan Knidos kentindeki deformasyona uğramış harabeler fayın aktif olduğunun önemli bir kanıtıdır(Dirik vd., 2003).

Kumdanlı Fayı: Senirkent Fayı olarak da bilinmektedir. Kumdanlı-Uluborlu arasında uzanan yaklaşık 43 km uzunlukta, K65D gidişli bir faydır (Şaroğlu vd., 1987). Kumdanlı Fayı, Uluborlu-Senirkent ve Büyükkabaca-Taşevi arasında morfolojik olarak belirgindir. Senirkent-Uluborlu arasında kuzey blok, doğuda ise güney blok morfolojik olarak aşağıda bulunmaktadır. Araştırmacılar fayın sol yönlü doğrultu atımlı ve olası diri fay olduğunu belirtmişlerdir (Demirtaş, 2011).

Kuzey Anadolu Fay Zonu: Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) morfolojik olarak en belirgin ve sismik açıdan oldukça aktif, dünyada en iyi bilinen faylardan birisidir. KAFZ yaklaşık olarak 1500 km uzunluğunda Doğu Anadolu'dan Yunanistan'a kadar

geniş yay şeklinde uzanan sağ yönlü doğrultu atımlı fay zonudur. KAFZ kuzeydeki Avrasya Levhası ve güneydeki Anadolu Levhası arasındaki sınırın bir bölümünü oluşturan transform fay özelliğindedir. Batı Anadolu'nun kuzey sınırını Kuzey Anadolu fayının güney kolları ve Eskişehir fayı oluşturmaktadır. Sağ-yanal Kuzey Anadolu fayı saatin tersine rotasyonal hareket ile batıya doğru hareket eden Anadolu-Ege bloğunun kuzey sınırını oluşturmaktadır.

Küçük Menderes Fay Zonu: Gediz grabeninin hemen güneyinde Ödemiş-Bayındır-Torbalı-Tire ve Selçuk yerleşim alanları içerisinde geçen 5-20 km genişlikte ve 100 km uzunlukta Küçük Menderes grabeni yer alır (Gülkan vd., 1993). Fay batıda Efes Antik şehri güneydoğusundan geçerek Ege Denizi'ne kadar uzanmakta ve de buradan Sisam adası kuzeyinden gelen fay zone ile birleşmektedir (Dumont vd., 1979; Angelier vd., 1981).

Simav Fay Zonu: Simav Fayı; Eskişehir Fayı'nın ve Kütahya Fayı'nın GB'sında, Ege'de genellikle normal faylarla temsil edilen açılma bölgesinin de KD'sunda yer alır. KB-GD doğrultulu olan Simav Fay Zonu yaklaşık 205 km uzunlukta ve sağ yanallı atımlı diri bir fay sistemi olarak tanımlanmaktadır (Konak, 1982; Şaroğlu vd., 1987, 1992; Doğan ve Emre, 2006, Bekler vd., 2011).

Sultandağı Fayı: 60-90 km uzunluğundaki Sultandağı Fayı en az 5 ya da 6 ayrı fay parçasından oluşmaktadır (Demirtaş vd., 2002). Fay doğuda Doğanhisar yakınlarında başlamakta, Ilgın ve Arğıhani yakın güneyinden geçerek Akşehir ve Sultandağı içerisinde geçmekte ve Çay batısında sonlanmaktadır. (Demirtaş, 2011). Isparta Büklümü'nün kuzeydoğu kanadını oluşturan Sultandağı Fayı'nın niteliği ile ilgili farklı görüşler bulunmaktadır. Koçyiğit (1984) yapmış olduğu çalışmada Afyon-Akşehir grabenini güney-güneybatıdan sınırlayan bu fayı Akşehir Fayı olarak isimlendirmiş ve de sismotektonik bakımdan diri normal fay olarak yorumlamıştır. Boray vd. (1985) tarafından Isparta Büklümü için yapılan çalışmada metamorfik birim ile Neojen birim arasındaki sınırı ters fay olarak belirtmişler ve Sultandağ Fayı olarak adlandırdıkları bu fayın neotektonik dönemin ilk fazında sağ yönlü doğrultu atımlı olarak çalıştığını, ikinci fazında ise ters fay özelliğini kazandığını belirtmişlerdir. Şaroğlu vd. (1987) tarafından yürütülen çalışmada ise Sultandağ Fayı aktif bir bindirme yapısı olarak yorumlanmış ve bölgenin sıkışmalı neotektonik rejim

denetiminde olduğunu ifade etmişlerdir. Şaroğlu vd. (1992) tarafından Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü bünyesinde hazırlanan Türkiye Diri Fay Haritası'nda Sultandağ Fayı ters fay niteliğinde bir aktif fay olarak tanımlanmıştır. Barka vd. (1995) yapmış oldukları çalışmada Isparta Büklümü'nü kuzeydoğudan sınırlayan bu fayın bindirme bileşenli olduğunu ve bölgenin de sıkışmalı neotektonik rejim denetiminde olduğunu ifade etmişlerdir. Koçyiğit vd. (2000) tarafından yürütülen çalışma sonucunda bu fayı Akşehir Fay Zonu olarak isimlendirmişlerdir ve bölgenin genişlemeli neotektonik rejim denetiminde olduğunu belirtmişlerdir. Taymaz ve Tan (2001) tarafından yapılan 15 Aralık 2000 depremi ($M_w=6.0$) odak mekanizması çözümüne göre fayın normal faylı sistem olduğu belirtilmiştir. Başokur vd. (2002) tarafından 3 Şubat 2002 depremi ($M_w=6.0$) için gerçekleştirilen jeolojik ve jeofizik çalışmaların sonuçlarına göre Sultandağ Fayı listrik karakterde normal bir faydır.

Tatarlı Fayı: Koçbeyli fayının batı uzantısında, Akçin Köyü-Tekinova arasında uzanan yaklaşık 20 km uzunluğunda ve K58D gidişli fay Tatarlı Fayı olarak adlandırılmıştır (Şaroğlu vd., 1987). Koçyiğit (1984)' e göre fay normal bir fay ancak Şaroğlu vd. (1987)'ne göre ise fay ters bileşenli sol yönlü doğrultu atımlı bir faydır (Demirtaş, 2011).

Ula-Ören Fay Zonu: Ula-Ören Fay Zonu, Muğla'nın doğusunda Muğla-Yatağan fay zonundan dar bir açı yapacak şekilde ayrılarak B-GB doğrultusunda uzanır. Bu fay zonunun karadaki toplam uzunluğu 60 km civarında olup, Ören'in batısında denize girerek İstanköy Adası'nın güneyini izleyerek batıya doğru devam etmektedir. Bu fay zonu, K74D-77GD yönelimine sahip olup, listrik normal fay karakteri taşımaktadır. (Sertçelik ve Başer, 2010).

Yavansu Fayı: Yavansu Fayı Batı Anadolu'da gözlenen normal faylara en iyi örneklerinden biridir. Yavansu Fayı Kuşadası güneyinde yer almaktadır ve yaklaşık D-B doğrultuludur. Yapılan çalışmalar sonucunda Büyük Menderes sisteminin devamı olarak düşünülebileceği ifade edilmiştir (Hancock ve Barka, 1987; Stewart ve Hancock, 1990).

3.1.2. Batı Anadolu’da meydana gelen tarihsel ve aletsel dönem depremleri

Sahip olduğu aktif fay sistemleri nedeniyle geçmişten günümüze çok sayıda depreme ev sahipliği yapan çalışma alanımız olan Batı Anadolu içerisinde depremselliğin net bir şekilde anlaşılabilmesi için tarihsel ve aletsel döneme ait depremlerin iyi bilinmesi gerekmektedir.

Tarihi, makro-sismik ve aletsel deprem verilerinin değerlendirilmesi deprem tehlikesinin belirlenmesinde ana unsurlardan biridir. Çünkü bu veriler deprem kaynak bölgelerinin; frekans-aletsel büyüklük ilişkilerinin, aletsel büyüklük-yırtılma ilişkilerinin, azalım ilişkilerinin, en büyük deprem potansiyelinin, sismik boşluk ve tekrarlanma periyotlarının ve arka plan sismisitesinin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadırlar (Erdik vd., 2006).

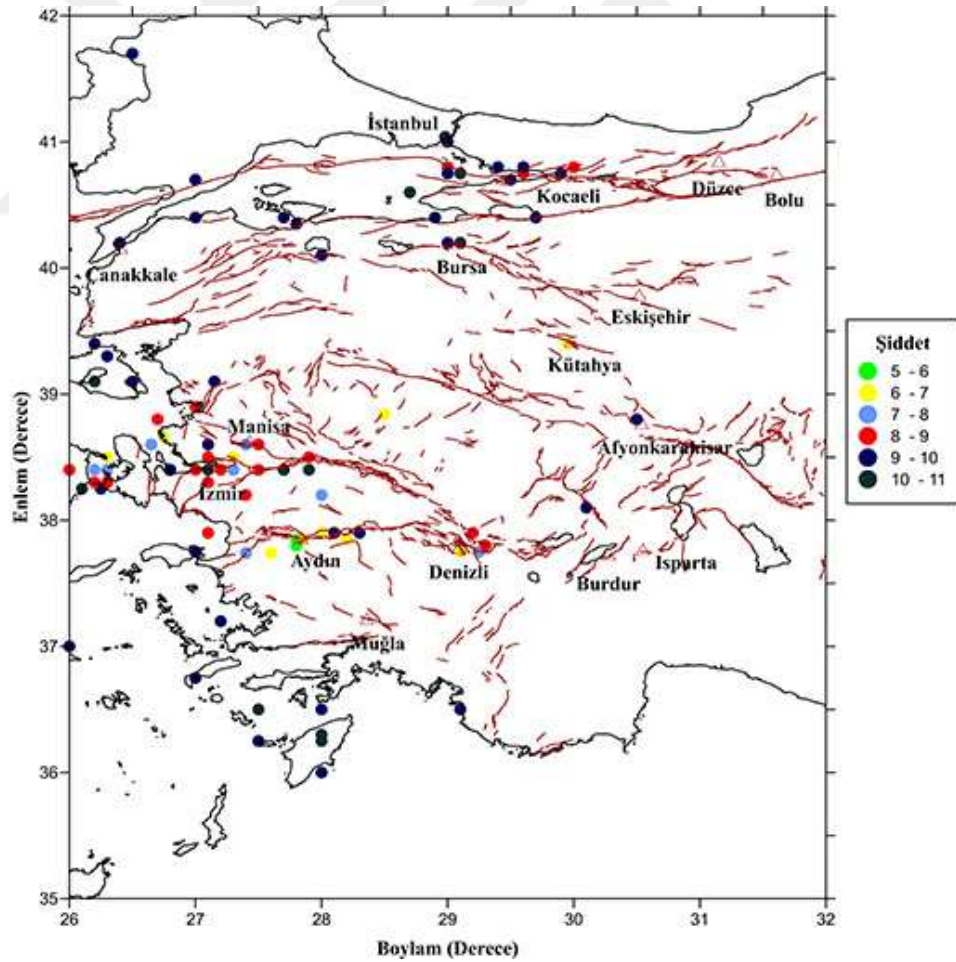
Türkiye’de meydana gelen tarihsel depremler için çeşitli katalog çalışmaları mevcuttur (Pınar ve Lahn, 1952; Ergin vd., 1967, 1971; Shebalin vd., 1974; Soysal vd., 1981; Ambraseys ve Finkel, 1991; Guidoboni vd. 1994; Papazachos ve Papazachou, 1997; Pınar ve Lahn, 2001, Ambraseys, 2002 vb.). Bu kataloglara göre; özellikle İzmir ve yakın çevresinde tarihsel dönemde çok sayıda deprem yaşandığını söylemek mümkündür. Ülke genelinde, arkeolojik bulgular özellikle Batı, İç Batı, Kuzey Batı Anadolu ve Doğu Akdeniz bölgelerinde eski medeniyetlerin yıkılmasına yol açmış çok sayıdaki büyük depremlerin varlığını kanıtlamaktadır (Pampal ve Özmen, 2007).

Marmara Bölgesi ile ilgili tarihsel döneme ait deprem kayıtları incelendiği zaman ise depremlerin İstanbul ve çevresinde, Saros Körfezi civarında, Şarköy-Tekirdağ Bölgesi’nde, Bandırma-Gemlik civarında, İzmit ve çevresinde, Adalar Bölgesi’nde yoğunlaştığını söylemek mümkündür (Sezer, 2003). Yapılan paleosismolojik çalışmalar sonucunda Marmara Denizi’nde de tarihsel dönemde meydana gelen depremlerin bir kısmının tsunami oluşumuna neden olduğu belirtilmektedir (Utkucu vd., 2011).

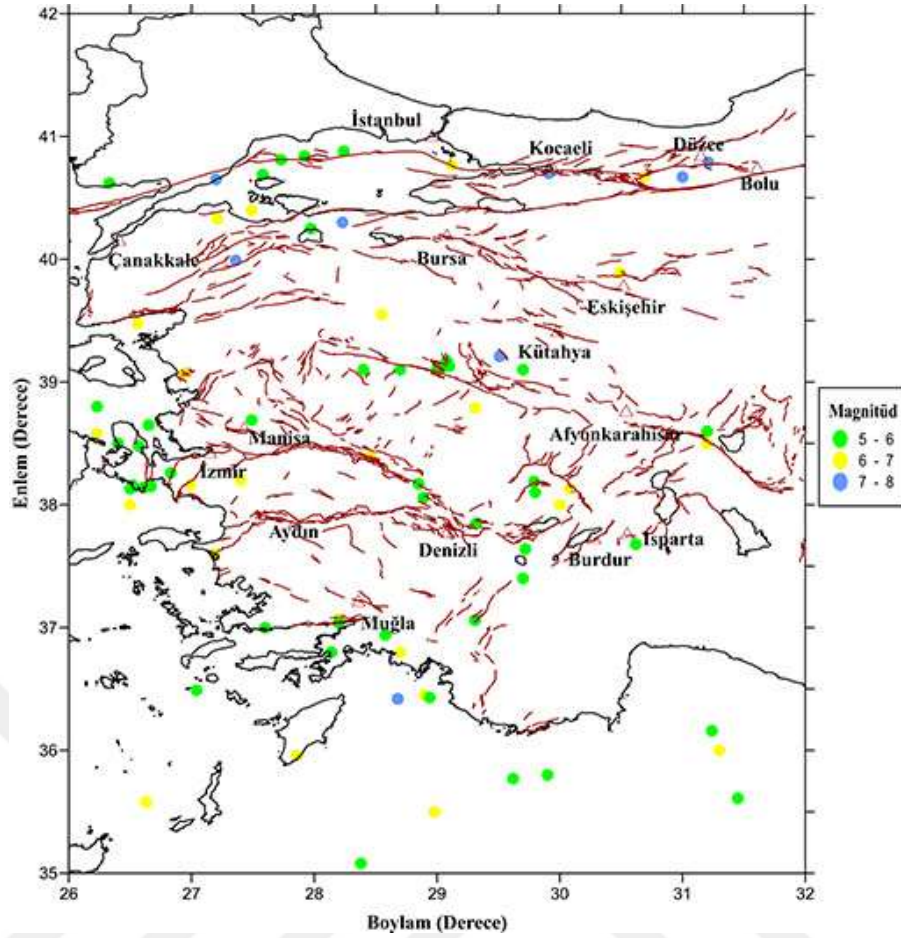
Hem nüfus hem de sanayi yoğunluğu bakımından ülkemiz için önemli bir konuma sahip Batı Anadolu’nun tarihsel dönemde olduğu gibi 1900’lü yılların başından

günümüze kadar geçen zaman dilimini içeren aletsel dönemde de önemli bir deprem aktivitesine sahip olduğu görülmektedir. 1914 Burdur, 1928 Torbalı, 1969 Alaşehir, 1970 Gediz ve 1995 Dinar Depremleri bölge için büyük etki yaratan depremlerden bazılarıdır. Bölge içerisinde son zamanlarda en büyük etki yaratan deprem hiç kuşkusuz 17 Ağustos 1999 Gölcük Depremi'dir. Çok geniş bir alanda etki yapan deprem nedeniyle resmi raporlara göre 17840 kişi hayatını kaybetmiştir. 763 kişinin hayatını kaybettiği 12 Kasım 1999 Düzce Depremi de bölgede meydana gelmiş önemli ve büyük depremlerden birisidir.

Son olarak EK A'da çalışma alanı içerisinde (35.00° - 42.00° K ve 26.00° - 32.00° D) tarihsel (Çizelge A.1) ve aletsel (Çizelge A.2) dönemde meydana gelen önemli depremlere ait bilgiler çizelgeler halinde sunulmuş ve dağılımları haritalanmıştır (Şekil 3.3 ve Şekil 3.4).



Şekil 3. 3. Çalışma alanında (35.00° - 42.00° K ve 26.00° - 32.00° D) tarihsel dönemde meydana gelen önemli depremler



Şekil 3.4. Çalışma alanında (35.00°-42.00°K ve 26.00°-32.00° D) aletsel dönemde meydana gelen önemli depremler

3.2. Yöntem

3.2.1. Depremsellik ve depremsellik parametrelerinin belirlenmesi

Bir bölgenin depremselliğinin ve depremsellik parametrelerinin belirlenebilmesi için güncel ve tarihsel dönem depremlerinin doğru bir şekilde bilinmesi gerekmektedir. Bunun için depremlerin zaman ve uzay içerisindeki dağılımını tanımlayan homojen ve belirli bir standartta hazırlanan deprem kataloglarına ihtiyaç duyulmaktadır. Katalogların güncellenerek düzenlenmesi; tehlike ve risk analizi çalışmalarına altlık oluşturması, deprem bölgeleri haritalarının oluşturulmasına yardımcı olması ve deprem tekrarlanma periyodlarının belirlenmesine katkı sağlaması bakımından büyük bir öneme sahiptir.

Ancak kataloglar belirli bir standartta düzenlenip homojen hale getirilirken bazı önemli hususlar dikkate alınmalıdır.

✓ Büyük oranda katalogdaki depremlerin magnitüd hatalarından kaçınabilmek için mümkün olan en büyük zaman aralığı seçilmelidir (Papazachos, 1974; Kijko ve Sellevol, 1989, 1992; Manakou ve Tsapanos, 2000).

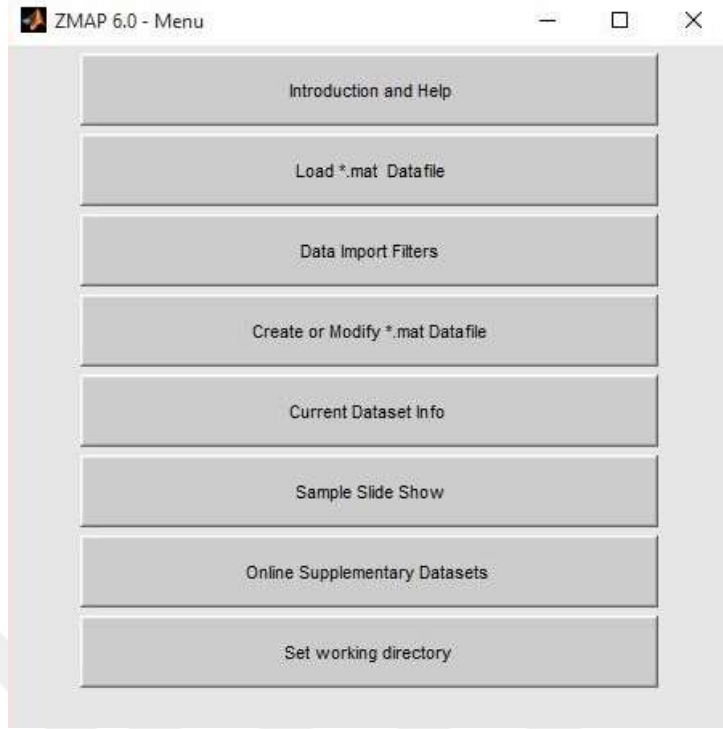
✓ Seçilen bu uzun zaman aralığı içerisinde kayıtlı olmayan yıl sayısının toplam yıl sayısının %25'inden az olmalıdır (Burton, 1979; Papazachos, 1999).

✓ Tarihsel depremler günümüzle kıyaslandığında büyük oranda magnitüd ve lokasyon hatası taşımaktadır ve mümkün olduğunca tarihsel deprem kullanımından kaçınılmalıdır.

✓ Eğer yinede tarihsel deprem kullanılmak isteniyorsa seçilen zaman aralığı içerisinde kayıtlı olmayan yıl sayısının toplam yıl sayısının %25'inden az olması dikkate alınarak lokasyon hatasının 25 km'den az ve magnitüd hatasının ise 0.3'den küçük olduğundan emin olunmalıdır (Papazachos, 1999; Papazachos ve Papazachou, 1997; Kijko ve Sellevol, 1989, 1992).

✓ Deprem kataloglarında oluşmuş depremlerin magnitüdleri farklı magnitüd ölçeklerinde (M_b , M_s , M_l , M_d , vb.) verilmektedir. Ancak yapılan depremsellik çalışmasında bir bütünlük sağlayabilmek için tüm depremlerin aynı magnitüd ölçeğinde olması ya da seçilecek magnitüd ölçeğine dönüştürülmesi gerekmektedir.

✓ Deprem kataloğu belirlenecek bir alt magnitüd sınırına göre (M_c) tamamlanmış olmalıdır. Bu tez çalışması kapsamında ZMAP 6.0 (Wiemer, 2001) paket programı kullanılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. ZMAP 6.0 paket programı giriş ekranı görüntüsü (Wiemer, 2001)

ZMAP paket programının kullanılabilmesi için öncelikle homojenize hale getirilen katalogların programa uygun formata dönüştürülmesi gerekmektedir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. ZMAP 6.0 paket programına uygun formatta hazırlanan katalog seçimin yapıldığı ekran görüntüsü (Wiemer, 2001)

Programa uygun formatın seçilmesinden sonra kullanılan katalogda yer alan depremlere ait bilgiler yapılan çalışmaya göre istenilen şekilde yeniden düzenlenebilir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. ZMAP 6.0 paket programında kullanılan katalogda yer alan depremlere ait bilgilerin görüldüğü ekran görüntüsü (Wiemer, 2001)

Böylelikle deprem istatistiği çalışmaları için gerekli olan temel parametreler MATLAB tabanlı ZMAP 6.0 programı kullanılarak elde edilir (Wiemer, 2001).

Yapılacak olan bu düzeltmelerden sonra çalışma alanı ile ilgili depremsellik ve depremsellik parametrelerinin belirlenmesinde kullanılacak olan deprem verilerinin lokasyon, derinlik ve magnitüd açısından doğru, homojen, alt sınıra göre tamamlanmış aynı magnitüd skalasında ve düzgün bir zaman aralığına göre seçilmiş bir katalog elde edilmiş olacaktır.

Yapılan bu tez çalışmasında Batı Anadolu'nun (35.00° - 42.00° K ve 26.00° - 32.00° D) depremsellik ve depremsellik parametrelerini belirlemek için uluslararası veri merkezlerinden (International Seismological Centre-ISC ve National Earthquake

Information Centre-NEIC) ve ulusal veri merkezinden (Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü-KRDAE) elde edilen veriler kullanılmıştır.

İlk olarak 1964-2015 yılları arasında bölgede meydana gelmiş olan cisim dalgası magnitüdü (M_b) $M \geq 3.5$ ve yüzey dalgası magnitüdü (M_s) $M \geq 3.0$ olan depremler ISC kataloglarından ve 1973-2015 yılları arasında meydana gelmiş cisim dalgası magnitüdü (M_b) $M \geq 3.5$ ve yüzey dalgası magnitüdü (M_s) $M \geq 3.0$ olan depremler ise NEIC kataloglarından seçilerek tanımlanan kriterler doğrultusunda çözümlemeye kullanılacak yeni katalog elde edilmiştir.

Oluşturulan yeni uluslararası katalogun homojen hale getirilmesi sırasında Scordilis (2006) tarafından oluşturulan ampirik bağıntılardan yararlanılmıştır.

$$M_{s,ISC} = \frac{M_{s,NEIC} - 0.05(\pm 0.02)}{(0.99)(\pm 0.003)} \quad (3.1)$$

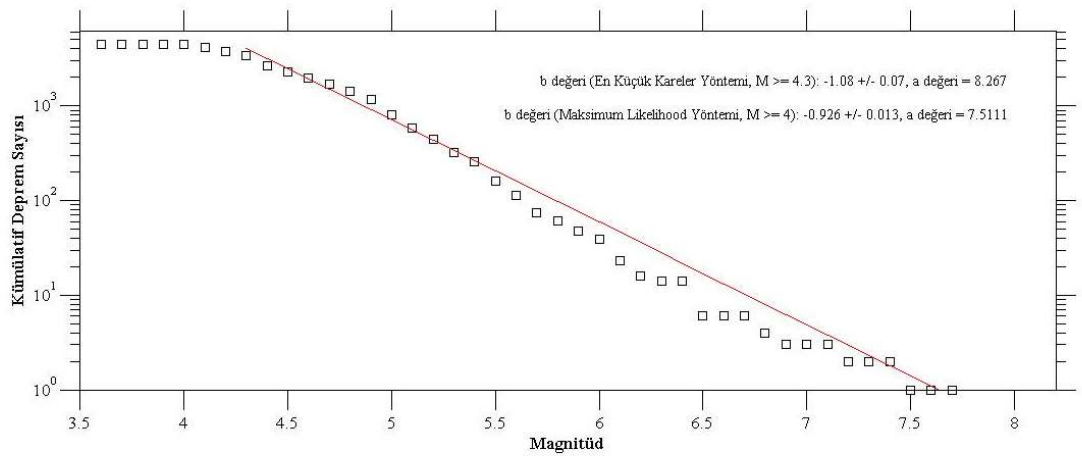
$$M_{b,ISC} = 1.02(\pm 0.003)M_{b,NEIC} - 0.18(\pm 0.01) \quad 2.5 \leq M_{b,NEIC} \leq 7.3 \quad (3.2)$$

$$M_w = 0.67(\pm 0.005)M_s + 2.07(\pm 0.03) \quad 3.0 \leq M_s \leq 6.1 \quad (3.3)$$

$$M_w = 0.99(\pm 0.02)M_s + 0.08(\pm 0.13) \quad 6.2 \leq M_s \leq 8.2 \quad (3.4)$$

$$M_w = 0.85(\pm 0.04)M_b + 1.03(\pm 0.13) \quad 3.5 \leq M_b \leq 6.2 \quad (3.5)$$

Sonuç olarak homojenize hale getirilen uluslararası deprem katalogu minimum eğri yöntemi kullanılarak ZMAP programında tamamlılık analizi yapılarak $M_c=4.0$ 'a göre tamamlanmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Homojenize hale getirilen uluslararası katalog için ZMAP programı kullanılarak yapılan tamamlılık analizi

Bir sonraki aşamada ise; 1900-2015 yılları arasında bölgede meydana gelmiş magnitüdü $M \geq 2.8$ olan depremler KRDAE katalogundan seçilerek tanımlanan kriterler doğrultusunda çözümlemede kullanılacak yeni katalog elde edilmiştir.

Oluşturulan yeni ulusal katalogun homojen hale getirilmesi sırasında Gülal vd. (2012) tarafından oluşturulan ampirik bağıntılardan yararlanılmıştır.

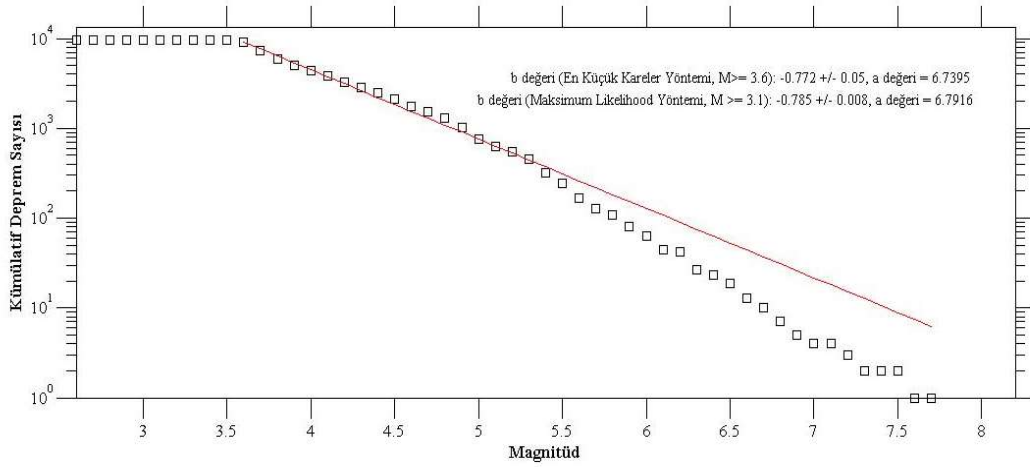
$$M_w = 1.117 * M_b - 0.387 \quad (3.6)$$

$$M_w = 1.059 * M_d - 0.095 \quad (3.7)$$

$$M_w = 1.027 * M_l + 0.048 \quad (3.8)$$

$$M_w = 0.790 * M_s + 1.223 \quad (3.9)$$

Sonuç olarak homojenize hale gelen ulusal deprem katalogu da minimum eğri yöntemi kullanılarak ZMAP programında tamamlılık analizi yapılarak $M_c=3.1$ 'e göre tamamlanmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Homojenize hale getirilen ulusal katalog için ZMAP programı kullanılarak yapılan tamamlılık analizi

Depremselliğin ve depremsellik parametrelerinin belirlenebilmesi için Gutenberg-Richter tarafından geliştirilen ve deprem istatistiğinin temel bağıntısı olarak kabul edilen depremlerin büyüklükleri ile oluş sayıları arasındaki ilişkiyi tanımlayan;

$$\log N = a - bM \quad (3.10)$$

bağıntısı kullanılır (Gutenberg ve Richter, 1944). Burada M deprem büyüklüğünü ve N ise büyüklüğü M veya daha büyük olan depremlerin sayısını ifade eder. “a” ve “b” ise sabit regresyon katsayılarıdır.

“a” katsayısı inceleme alanının genişliğine, gözlem dönemine ve deprem düzeyine bağlıdır. “b” katsayısı ise deprem oluşumunun fiziği ile ilişkili bir parametre olarak tanımlanmaktadır. “a” katsayısı için ortalama yıllık sismisite indeksi, “b” katsayısı için ise sismotektonik parametre terimleri de kullanılmaktadır (Tabban ve Gencoğlu, 1975). “a” katsayı değerinin büyük olması incelenen bölgedeki deprem sayısının dolayısı ile de deprem aktivitesinin yüksek olduğunu ifade eder. “b” katsayısı ile ilgili olarak literatürde farklı araştırmacılar tarafından yapılmış çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Miyamura (1962) “b” parametresinin sismotektonik zon ve jeolojik yaşla ilişkili olduğunu ifade etmiştir. Mogi (1967) yapmış olduğu laboratuvar çalışmasında “b” değerinin materyalin mekanik yapısına ve gerilme şartlarına bağlı olduğunu belirtmiştir. Scholoz (1968) tarafından yapılan çalışmada “b” katsayısının kayaç tipi, gerilme durumu ve kayaç duktilite artışı ile ilişkili olduğunu, gerilme artışının “b” değerinde düşüşe yol açtığını ileri sürmüştür. Frohlich ve Davis (1993) tarafından yapılan çalışmada ise büyük ölçekli çalışmalarda “b” değerleri arasında çok küçük değişimlerin olduğu ifade edilmiştir. Mori ve Abercrombie (1997) ise farklı tektonik bölgelerde bulunan “b” değerleri arasında önemli değişimler olduğunu belirtmişlerdir. Literatürde bu çalışmalar dışında da “b” değeri ve bölgenin tektonik karakteristiği arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmalar mevcuttur (Allen vd., 1965; Hatzidimitriou vd., 1985; Wang, 1988; Olsson, 1999; Tsapanos vd., 1994; Manakou ve Tsapanos, 2000). Yapılan incelemeler sonunda büyük bir “b” değerinin zayıf gerilme azalımını, küçük bir “b” değerinin ise yüksek bir gerilme azalımını gösterdiği sonucuna varılmıştır (Lomnitz ve Singh, 1976). Sonuç olarak “b” değerinin deprem oluşum fiziği ile olan doğrusal ilişkisi ve kabuktaki gerilme ile olan ters ilişkisi göz önüne alınarak deprem istatistiği çalışmaları sonucunda hesaplanan “b” değerinin bölgenin deprenselliği ile ilgili yorum yapabilmek için önemli bir parametre olduğu ifade edilir (Alptekin, 1978; Wiemer ve Wyss, 1997; Kalafat vd., 2010; Utkucu vd., 2011; Yalçın vd., 2013).

Deprem istatistiğinin temel bağıntısı olarak tanımlanan magnitüd-frekans bağıntısı farklı yöntemler kullanılarak hesaplanabilir. Bu yöntemleri de;

1) Doğrusal yaklaşım yöntemi

- ✓ Gözle uydurma yöntemi
- ✓ En küçük kareler yöntemi
- ✓ Ağırlıklı en küçük kareler yöntemi
- ✓ En büyük olasılık yöntemi
- ✓ Kal-Tek yöntemi

2) Doğrusal olmayan yaklaşım yöntemi (verilen doğrusal ilişkilerden başka doğrusal olmayan (2. ve 3. Derece) bağıntılar da hesaplanabilmektedir.)

şeklinde sıralamak mümkündür.

Yapılan çalışmada Gutenberg-Richter bağıntısındaki “a” ve “b” parametrelerinin belirlenebilmesi ve haritalarının oluşturulabilmesi için çalışma alanı 0.25°x0.25°'lik aralıklarla gridlenmiştir. Her bir düğüm noktası merkez olmak üzere 0.25°'lik yarıçap içerisinde meydana gelmiş depremlerin yığınsal dağılımları dikkate alınarak “a” ve “b” parametreleri EKK, EBO ve Kal-Tek (KT) yöntemleri kullanılarak hesaplanmıştır. Yapılan çalışmada sadece kullanılan üç yöntem için ayrıntılı bir açıklama yapılmıştır.

En Küçük Kareler Yöntemi (EKK): Magnitüdüleri M_i ($i=1, 2, \dots, n$) olan depremlerin sayılarını N_i ile gösterelim. Gauss dağılımı gösteren bir sürekli, rasgele büyüklük olarak kabul ettiğimiz $\log N_i$ büyüklüğünün olasılık dağılımı;

$$P(a, b; \log N_i) = (2\pi X^2)^{-0.5} \exp[(-0.5)X^{-2}(a - bM_i - \log N_i)^2] \quad (3.11)$$

şeklinde ifade edilir.

Eğer $\log N_i$ bağımsız ise;

$$P(a, b; \log N_i) = (2\pi X^2)^{-0.5n} \prod_{i=0}^n \exp[(-0.5)X^{-2}(a - bM_i - \log N_i)^2] \quad (3.12)$$

olur.

Ancak hesaplamada kolaylık olması bakımından logaritmik olasılık fonksiyonunun kullanılmasının daha uygun olduğu belirtilmiştir.

$$Lnp(a, b; LogN_i) = [-0.5 \ln(2\pi X^2) - \sum_{i=1}^n 0.5X^{-2} (a - bM_i - LogN_i)^2] \quad (3.13)$$

Maksimum olasılık prensibine göre; rasgele bir değişkenin en büyük olasılık değeri, olasılık dağılım fonksiyonunu en büyük yapan değerdir. Buna göre;

$$-0.5 \ln(2\pi X^2) - 0.5X^{-2} \sum_{i=1}^n (a - bM_i - LogN_i)^2 = Maksimum \quad (3.14)$$

olur.

Yapılan varsayımlara göre, X^2 'nin bütün noktalar için aynı olması şartıyla işareti değiştirilerek;

$$\sum_{i=1}^n (a - bM_i - LogN_i)^2 = Minimum \quad (3.15)$$

elde edilir. Bu denklem en küçük kareler koşulu olarak ifade edilir. Elde edilen son denklemin a ve b'ye göre türevlerinin alınması ile "a" ve "b" parametreleri elde edilir (Özmenek, 1996).

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n M_i^2 \sum_{i=1}^n LogN_i - \sum_{i=1}^n M_i \sum_{i=1}^n M_i LogN_i}{n \cdot \sum_{i=1}^n M_i^2 - (\sum_{i=1}^n M_i)^2} \quad (3.16)$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n M_i \sum_{i=1}^n LogN_i - n \cdot \sum_{i=1}^n M_i LogN_i}{n \cdot \sum_{i=1}^n M_i^2 - (\sum_{i=1}^n M_i)^2} \quad (3.17)$$

En Büyük Olasılık Yöntemi (EBO): Aki (1965) tarafından geliştirilen yöntem verdiği güvenilir sonuçlar nedeniyle depremsellik çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu yöntemde olasılık ön kestiriminde kullanılan en önemli istatistik giriş parametresi $LogN = a - bM$ bağıntısındaki "b" parametresidir. "a" parametresi ise bölgenin aktivite seviyesini göstermektedir.

En büyük olasılık yönteminde rasgele değişken $N_i (i = 1, 2, \dots, n)$ bir Poisson dağılımı gösterir, yani olasılık dağılım fonksiyonu;

$$P(a, b; N_i) = \exp(-\langle N_i \rangle) * \langle N_i \rangle^{N_i} * \langle N_i! \rangle^{-1} \quad (3.18)$$

ile verilir. Burada $\langle N_i \rangle = 10^{a-bM}$ 'dir. Gözlemlerin bağımsız olduğu kabul edilirse;

$$a = \log \sum_{i=1}^n N_i - \log \sum_{i=1}^n 10^{-bM} \quad (3.19)$$

$$b = \frac{0.4343}{\frac{\sum_{i=1}^n M_i N_i}{\sum_{i=1}^n N_i} - M_{min}} \quad (3.20)$$

olarak elde edilir.

Kal-Tek Yöntemi (KT): Bu yöntemde sismisiteyi tanımlayan Gutenberg-Richter bağıntısındaki “b” değerinin hesaplanması için bir kabul bir de hipotez kullanılmaktadır.

Kabul: $\log N = a - bM$ bağıntısında “a” katsayısı $M=0$ magnitüdlü depremlerin üstel dağılımını göstermektedir.

Hipotez: $M=0$ magnitüdlü depremlerin bir bölge içerisindeki tüm alt bölgelerdeki üstel dağılımı sabit bir değer alınabilir.

Öncelikli olarak bölgenin tamamı için Gutenberg-Richter bağıntısından doğrudan elde edilen “a” parametrelerinin aritmetik ortalaması “ a_0 ” hesaplanmaktadır. Daha sonra kabul ve hipotez doğrultusunda her bir alt bölge için yapılan hesaplamalarda $a=a_0$ alınmakta ve “b” değerleri aşağıdaki eşitlikte hesaplanmaktadır.

$$b = a * \frac{\left[\sum_{i=1}^{Nd} M_i * \sum_{i=1}^{Nd} \log(N_i) - Nd * \sum_{i=1}^{Nd} M_i * \log(N_i) \right]}{\sum_{i=1}^{Nd} \log(N_i) * \sum_{i=1}^{Nd} M_i^2 - \sum_{i=1}^{Nd} M_i * \sum_{i=1}^{Nd} M_i * \log(N_i)} \quad (3.21)$$

Burada; Nd: veri sayısını, Mi: magnitüdüleri, Ni: ise yığınsal frekansları temsil etmektedir (Kalyoncuoğlu, 2007).

Bir bölgenin depremselliğini yansıtan bir diğer önemli parametre de en büyük bölgesel magnitüd “ m_{max} ” değeridir. En büyük bölgesel magnitüd “ m_{max} ” belirli bir bölge için magnitüd üst sınırı olarak tanımlanabildiği gibi olması muhtemel en büyük depremin büyüklüğünü belirtmek için de kullanılabilir. Günümüzde “ m_{max} ” değerini belirleyebilmek için kabul edilmiş genel bir yöntem bulunmamaktadır. Ancak literatür incelendiği zaman “ m_{max} ” değerini belirleyebilmek için farklı araştırmacılar tarafından geliştirilmiş 12 farklı teori tespit edilmiştir (Kijko, 2004). Bu teorileri de;

- ✓ Tate-Pisarenko yöntemi (TP)
- ✓ Kijko-Sellevoll yöntemi (Cramer yaklaşımı) (KSC)
- ✓ Kijko-Sellevoll yöntemi (Kesin çözüm) (KSK)
- ✓ Tate-Pisarenko-Bayes yöntemi (TPB)
- ✓ Kijko-Sellevoll-Bayes yöntemi (KSB)
- ✓ Robson-Whitlock yöntemi (RW)
- ✓ Robson-Whitlock-Cooke yöntemi (RWC)
- ✓ Parametrik olmayan Gauss Kernel yöntemi
- ✓ Parametrik olmayan istatistik yöntemi
- ✓ 5 adet en büyük depreme göre belirleme yöntemi
- ✓ Kümülatif dağılım deprem magnitüdlerine göre L_1 norm dağılımına uygun olarak belirleme yöntemi
- ✓ Kümülatif dağılım deprem magnitüdlerine göre L_2 norm dağılımına uygun olarak belirleme yöntemi

şeklinde sıralayabiliriz.

Yapılan çalışmada “ m_{max} ” değerinin belirlenebilmesi ve haritalarının oluşturulabilmesi için çalışma alanı $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ ’lik aralıklarla gridlenmiştir. Her bir düğüm noktası merkez olmak üzere 0.25° ’lik yarıçap içerisinde meydana gelmiş depremlerin yığınsal dağılımları dikkate alınarak “ m_{max} ” değeri Tate-Pisarenko, Kijko-Sellevoll, Kijko-Sellevoll, Tate-Pisarenko-Bayes, Kijko-Sellevoll-Bayes, Robson-Whitlock ve Robson-Whitlock-Cooke yöntemleri kullanılarak

hesaplanmıştır. Yapılan çalışmada sadece kullanılan yedi yöntem için ayrıntılı bir açıklama yapılmıştır.

Tate-Pisarenko Yöntemi (TP): Yapılan çalışmada $y = F_M(m)$ dönüşümünden sonra, $(Y_1, \dots, Y_n)$ değerleri arasında en büyük değer olan Y_n değerinin y^n değerine eşitliği kabul edilmiştir. Beklenen değer ise $E(Y_n) = n/(n+1)$ şeklinde ifade edilmiştir. “ $m_{\max}$ ” magnitudünü belirlemek için giriş koşulu olarak $E(Y_n) = y_n$ eşitliğinden hareketle;

$$F_M(m_{\max}^{obs}) = \frac{n}{n+1} \quad (3.22)$$

elde edilir. (3.22) no’lu bağıntıda görüldüğü gibi “ $m_{\max}$ ” değeri $m_{\max}^{obs}$ ve n ‘in bir fonksiyonu haline gelir. “ $m_{\max}$ ” değeri daha net olarak;

$$m_{\max} = m_{\max}^{obs} + \frac{1}{nf_M(m_{\max}^{obs})} \quad (3.23)$$

şeklinde yazılabilir.

(3.23) no’lu bağıntıda eşitliğin her iki tarafında “ $m_{\max}$ ” değeri yer aldığı için muhtemel “ $m_{\max}$ ” değerini elde etmek için iterasyon işlemi yapılmalıdır.

$$f(x) = \begin{cases} 0, & m < m_{\min} \\ \frac{\beta \exp[-\beta(m-m_{\min})]}{1-\exp[\beta(m_{\max}-m_{\min})]}, & m_{\min} \leq m \leq m_{\max} \\ 1, & m > m_{\max} \end{cases} \quad (3.24)$$

(3.24) no’lu bağıntının basit form şekli;

$$m_{\max} = m_{\max}^{obs} + \frac{1-\exp[-\beta(m_{\max}^{obs}-m_{\min})]}{n \cdot \exp[-\beta m_{\max}-m_{\min}]} \quad (3.25)$$

Burada; “ b ” katsayısı Gutenberg-Richter frekans-magnitud bağıntısındaki parametre olmak üzere; $\beta = b \ln(10)$ olarak tanımlanmaktadır.

Sonuç olarak; Tate-Pisarenko yöntemi (TP) yapılan düzeltmeler sonucunda (3.26) no'lu bağıntıda gösterildiği şekilde elde edilir:

$$VAR(\hat{m}_{max}) = \sigma_M^2 + \frac{n+1}{n} \left[\frac{1 - \exp[-\beta(m_{max}^{obs} - m_{min})]}{\beta \exp[-\beta(m_{max}^{obs} - m_{min})]} \right]^2 \quad (3.26)$$

Burada; σ_M standart sapma olarak belirtilmiştir.

Kijko-Sellevoll yöntemi (Cramer yaklaşımı) (KSC): m_n gözlenen en büyük magnitüd değeri olmak üzere (m_{max}^{obs});

$$F_{M_n}(m) = \begin{cases} 0 & \rightarrow m < m_{min} \\ [F_M(m)]^n & \rightarrow m_{min} \leq m \leq m_{max} \\ 1 & \rightarrow m > m_{max} \end{cases} \quad (3.27)$$

Beklenen değer $M_n E(M_n)$,

$$E(M_n) = \int_{m_{min}}^{m_{max}} m d_{M_n}(m) = m_{max} - \int_{m_{min}}^{m_{max}} F_{M_n}(m) dm \quad (3.28)$$

$$m_{max} = E(M_n) + \int_{m_{min}}^{m_{max}} [F_M(m)]^n dm \quad (3.29)$$

$$m_{max} = m_{max}^{obs} + \int_{m_{min}}^{m_{max}} [F_M(m)]^n dm \quad (3.30)$$

(3.30) no'lu bağıntıda eşitliğin her iki tarafında “ m_{max} ” değeri yer aldığı için muhtemel “ m_{max} ” değerini elde etmek için iterasyon işlemi yapılmalıdır. $\Delta = \int_{m_{min}}^{m_{max}} [F_M(m)]^n dm$ kadar “ m_{max} ” değerinde bir artma görülür.

$$F_M(m) = \begin{cases} 0 & \rightarrow m < m_{min} \\ \frac{1 - \exp[-\beta(m - m_{min})]}{1 - \exp[-\beta(m_{max} - m_{min})]} & \rightarrow m_{min} \leq m \leq m_{max} \\ 1 & \rightarrow m > m_{max} \end{cases} \quad (3.31)$$

(3.30) no'lu bağıntıyı takiben gerekli olan integral hesaplamalarıyla birlikte;

$$\Delta = \int_{m_{min}}^{m_{max}} \left[\frac{1 - \exp[-\beta(m_{max}^{obs} - m_{min})]}{1 - \exp[-\beta(m_{max} - m_{min})]} \right]^n dm \quad (3.32)$$

(3.32) no'lu bağıntının daha basit bir şekilde çözümünü yapabilmek için Cramer yaklaşımı uygulanabilir. Cramer (1961)'e göre $[F_M(m)]^n$ değeri yaklaşık olarak $\exp\{-n[1 - F_M(m)]\}$ değerine eşittir. Gerekli olan yer değiştirmeler yapıldıktan sonra;

$$\Delta = \frac{E_1(n_2) - E_1(n_1)}{\beta \exp(-n_2)} + m_{min} \exp(-n) \quad (3.33)$$

bağıntısı elde edilir.

Burada; $n_1 = n / \{1 - \exp[-\beta(m_{max} - m_{min})]\}$; $n_2 = n_1 \exp[-\beta(m_{max} - m_{min})]$, $E_1(\cdot)$ integral üstel fonksiyon olarak belirtilmiştir. $E_1(z) = \int_z^\infty \exp(-\zeta) / \zeta d\zeta$ ve yaklaşık olarak $E_1(z) = \frac{z^2 + a_1 z + a_2}{z(z^2 + b_1 z + b_2)} \exp(-z)$ olarak yazılabilir. Bu bağıntıda yer alan katsayılar; $a_1 = 2.334733$; $a_2 = 0.250621$; $b_1 = 3.330657$; $b_2 = 1.681534$ olarak ifade edilmiştir (Abramowitz ve Stegun, 1970).

$$m_{max} = m_{max}^{obs} + \frac{E_1(n_2) - E_1(n_1)}{\beta \exp(-n_2)} + m_{min} \exp(-n) \quad (3.34)$$

(3.34) no'lu bağıntı mevcut hali ile eşitliğin sağ tarafında bulunan ve aynı zamanda "m_{max}" içeren n₁ ve n₂ ifadeleri nedeniyle "m_{max}" için değerlendirici değildir. Genel bir ifade ile "m_{max}" için bir değerlendirme elde etmek için (3.34) no'lu bağıntıya iterasyon uygulanmalıdır.

Sonuç olarak Kijko-Sellevoll yöntemi (Cramer Yaklaşımı) (KSC) yapılan düzeltmeler sonucunda (3.35) no'lu bağıntıda gösterildiği şekilde elde edilir:

$$VAR(\hat{m}_{max}) = \sigma_M^2 \left[\frac{E_1(n_2) - E_1(n_1)}{\beta \exp(-n_2)} + m_{min} \exp(-n) \right]^2 \quad (3.35)$$

Burada; σ_M standart sapma olarak belirtilmiştir.

Kijko-Sellevoll yöntemi (Kesin çözüm) (KSK): m_{max} değerinin belirlenmesi için (3.29) no'lu bağıntı takip edilmeli ve gerekli olan integral hesabının yapıldıktan sonra ve (3.32) no'lu bağıntı elde edilmiştir. Ancak (3.32) no'lu bağıntının hesaplanması basit bir çözüm değildir. Bu nedenle “n” değerinin pozitif bir tamsayı olması halinde Dwight (1961) tarafından yeni bir bağıntı geliştirilerek (3.36) no'lu bağıntı elde edilmiştir.

$$\Delta = \frac{m_{max} - m_{min} + \frac{1}{\beta} \sum_{i=1}^n \frac{(-1)^i}{i} \binom{n}{i} [1 - \exp(-i\beta(m_{max} - m_{min}))]}{[1 - \exp(-\beta(m_{max} - m_{min}))]^n} \quad (3.36)$$

(3.30) ve (3.36) no'lu bağıntılardan hareketle;

$$m_{max} = m_{max}^{obs} + \frac{m_{max} - m_{min} + \frac{1}{\beta} \sum_{i=1}^n \frac{(-1)^i}{i} \binom{n}{i} [1 - \exp(-i\beta(m_{max} - m_{min}))]}{[1 - \exp(-\beta(m_{max} - m_{min}))]^n} \quad (3.37)$$

Sonuç olarak Kijko-Sellevoll yöntemi (Kesin Çözüm) (KSK) yapılan düzeltmeler sonucunda (3.38) no'lu bağıntıda gösterildiği şekilde elde edilir:

$$VAR(\hat{m}_{max}) = \sigma_M^2 + \left[\frac{m_{max} - m_{min} + \frac{1}{\beta} \sum_{i=1}^n \frac{(-1)^i}{i} \binom{n}{i} [1 - \exp(-i\beta(m_{max} - m_{min}))]}{[1 - \exp(-\beta(m_{max} - m_{min}))]^n} \right]^2 \quad (3.38)$$

Burada; σ_M standart sapma olarak belirtilmiştir.

Tate-Pisarenko-Bayes yöntemi (TPB): Gutenberg-Richter eşitliğindeki “b” parametresinin değişiminin Gama dağılımındaki “p” ve “q” parametreleri ile temsil edildiği varsayımından hareketle Campbell (1982) tarafından (3.39) ve (3.40) no'lu bağıntılar geliştirilmiştir.

$$f(x) = \begin{cases} 0, & m < m_{min} \\ \beta C_\beta \left(\frac{p}{p+m-m_{min}} \right)^{q+1}, & m_{min} \leq m \leq m_{max} \\ 1, & m > m_{max} \end{cases} \quad (3.39)$$

$$F_M(m) = \begin{cases} 0, m < m_{min} \\ C_\beta \left[1 - \left(\frac{p}{p+m-m_{min}} \right)^q \right], m_{min} \leq m \leq m_{max} \\ 1, m > m_{max} \end{cases} \quad (3.40)$$

Burada; $p = \bar{\beta}/(\sigma_\beta)^2$, $q = (\bar{\beta}/\sigma_\beta)^2$ ve $C_\beta = \{1 - [p/(p + m_{max} - m_{min})]^q\}^{-1}$ olarak ifade edilmektedir.

Yine burada; C_β normalleştirme katsayısı olarak tanımlanmaktadır. $\bar{\beta}$ simgesinin bilindiği varsayılır. σ_β ise β dağılımdaki belirsizlik için kullanılan standart sapma değeridir.

(3.23) ve (3.39) no'lu bağıntıları sonucunda (3.41) no'lu bağıntı elde edilir;

$$m_{max} = m_{max}^{obs} + \frac{1}{n\beta} \left(\frac{p}{p+m_{max}^{obs}-m_{min}} \right)^{-(q+1)} \quad (3.41)$$

Sonuç olarak Tate-Pisarenko-Bayes yöntemi (TPB) yapılan düzeltmeler sonucunda (3.42) no'lu bağıntıda gösterildiği şekilde elde edilir:

$$VAR(\hat{m}_{max}) = \sigma_M^2 + \left[\frac{n+1}{n^3} \right] \frac{1}{(n\beta C_\beta)^2} \left(\frac{p}{p+m_{max}^{obs}-m_{min}} \right)^{-2(q+1)} \quad (3.42)$$

Burada; σ_M standart sapma olarak belirtilmiştir.

Kijko-Sellevoll-Bayes yöntemi (KSB): (3.37) ve (3.39) no'lu bağıntılardan hareketle; (3.43) no'lu bağıntı elde edilir.

$$\Delta = (C_\beta)^n \int_{m_{min}}^{m_{max}} \left[1 - \left(\frac{p}{p+m-m_{min}} \right)^q \right]^n dm \quad (3.43)$$

Cramer yaklaşımı uygulandıktan sonra ise (3.44) no'lu bağıntı elde edilir;

$$\Delta = \frac{\delta^{1/q+2} \exp[nr^q/(1-r^q)]}{\beta} [\Gamma(-1/q, \delta r^q) - \Gamma(-1/q, \delta)] \quad (3.44)$$

Burada; $r = p/(p + m_{max} - m_{min})$, $c_1 = \exp[-n(1 - C_\beta)]$, $\delta = nC_\beta$ ve $\Gamma(.,.)$ eksik gama fonksiyonu olarak tanımlanmaktadır.

(3.30) no'lu bağıntıdan hareketle (3.45) no'lu bağıntı elde edilir.

$$\hat{m}_{max} = m_{max}^{obs} + \frac{\delta^{1/q+2} \exp[nr^q/(1-r^q)]}{\beta} [\Gamma(-1/q, \delta r^q) - \Gamma(-1/q, \delta)] \quad (3.45)$$

(3.45) no'lu bağıntıda eşitliğin her iki tarafında “ m_{max} ” değeri yer aldığı için muhtemel “ m_{max} ” değerini elde etmek için iterasyon işlemi yapılmalıdır.

Sonuç olarak Kijko-Sellevoll-Bayes yöntemi (KSB) yapılan düzeltmeler sonucunda (3.46) no'lu bağıntıda gösterildiği şekilde elde edilir:

$$VAR(\hat{m}_{max}) = \sigma_M^2 + \left[\frac{\delta^{1/q+2} \exp[nr^q/(1-r^q)]}{\beta} [\Gamma(-1/q, \delta r^q) - \Gamma(-1/q, \delta)] \right]^2 \quad (3.46)$$

Burada; σ_M standart sapma olarak belirtilmiştir.

Robson-Whitlock yöntemi (RW): Robson ve Whitlock (1964) tarafından $m_1 \leq m_2 \leq \dots \leq m_{n-1} \leq m_{max}^{obs}$ olması halinde “ m_{max} ” değerinin olası tahmini için Quenouille's yaklaşımı izlenir;

$$\hat{m}_{max} = m_{max}^{obs} + (m_{max}^{obs} - m_{n-1}) \quad (3.47)$$

(3.47) no'lu bağıntı kolay bir bağıntı olduğu için kullanımı oldukça yaygındır. Verinin sınırlı ve tam güvenilir olmadığı durumlarda bu bağıntı iyi sonuçlar vermektedir. Ancak ortalama hata değeri yüksek değerler verebilmektedir.

Robson ve Whitlock (1964) n^{-k} olması durumu için genel bir formül olarak (3.48) no'lu bağıntıyı elde etmişlerdir.

$$\hat{m}_{max} = \sum_{j=0}^k (-1)^j \binom{k+1}{j+1} m_{n-j} \quad (3.49)$$

Burada; $0 < k < n$ olarak tanımlanmaktadır.

Ancak (3.48) no'lu denklem $\hat{m}_{max} \geq m_{max}^{obs}$ olması halinde veya tahmin edilen $\hat{m}_{max}$ değerinin “ m_{max} ” değeri ile aynı büyüklükte ya da daha büyük olduğu durumlar için tam güvenilir bir sonuç vermeyebilir.

Sonuç olarak Robson ve Whitlock yöntemi (RW) yapılan düzeltmeler sonucunda (3.49) no'lu bağıntıda gösterildiği şekilde elde edilir:

$$VAR(\hat{m}_{max}) = 5\sigma_M^2 + (m_{max}^{obs} - m_{n-1})^2 \quad (3.49)$$

Burada; σ_M standart sapma olarak belirtilmiştir.

Robson-Whitlock-Cooke yöntemi (RWC): Cooke (1979) tarafından Robson ve Whitlock yöntemi (RW) için yeni bir bakış açısı önermiş ve bunun sonucunda da (3.50) no'lu bağıntıyı geliştirmiştir.

$$\hat{m}_{max} = m_{max}^{obs} + 0.5 (m_{max}^{obs} - m_{n-1}) \quad (3.50)$$

Sonuç olarak Robson-Whitlock-Cooke Yöntemi (R-W-C) yapılan düzeltmeler sonucunda (3.51) no'lu bağıntıda gösterildiği şekilde elde edilir:

$$VAR(\hat{m}_{max}) = 0.5[3\sigma_M^2 + 0.5(m_{max}^{obs} - m_{n-1})^2] \quad (3.51)$$

Burada; σ_M standart sapma olarak belirtilmiştir.

Çalışmada “ m_{max} ” değerinin belirlenmesinde kullanılan bu yöntemler Kalyoncuoğlu (2010) tarafından geliştirilen Fortran tabanlı bir uygulama ile değerlendirilmiştir.

3.2.2. Gerilme-Deformasyon alanlarının belirlenmesi

Literatürde faylanma ya da deprem olaylarının açıklanması dolayısıyla gerilme-deformasyon alanlarının belirlenebilmesi için;

- ✓ Coulomb kırılma kriteri
- ✓ Mohr kırılma kriteri
- ✓ Griffith kırılma kriteri

olmak üzere 3 tip kriter kullanılmaktadır.

Ancak yapılan çalışmada gerilme-deformasyon alanlarının modellenmesinde Coulomb kırılma kriteri kullanılmış ve sadece bu yöntem açıklanmıştır.

Coulomb Kırılma Kriteri: Coulomb kırılma kriterine göre bir düzlem boyunca kırılmada rol oynayan asal kuvvet kayma ya da teğetsel gerilmedir. Bu gerilmeyi azaltacak yönde etkiyen kuvvet ise düzleme etkiyen normal kuvvet (σ) ile iç sürtünme katsayısının (μ) çarpımıdır. Bu kuvvetlere bağlı olarak Coulomb kırılma kriteri;

$$|\tau| = S_0 + \mu\sigma \quad (3.52)$$

olarak ifade edilir. Burada; S_0 kohezyon ya da malzemenin dayanım gerilmesi olarak tanımlanır. τ 'nın işareti kırılmanın yönünü belirlediği için τ mutlak değer içerisinde gösterilmelidir.

Hubbert ve Rubey (1959) ile Rubey ve Hubbert (1959) boşluk sıvı basıncının (p) kırılmadaki önemini belirleyerek ters faylanma örnekleri üzerinde incelemişlerdir. Literatürde boşluk sıvı basıncını içeren Coulomb kırılma kriterini Coulomb fonksiyonu ya da Coulomb kırılma gerilmesi (σ_f) olarak adlandırılan çalışmalarda yer almaktadır (Reasenbergs ve Simpson, 1992; Jaume ve Sykes, 1992; Stein vd., 1992).

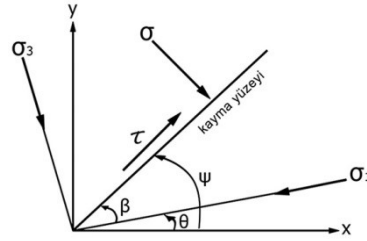
Coulomb gerilmesi veya Coulomb kırılma gerilmesi (σ_f);

$$\sigma_f \geq S_0 = |\tau| - \mu(\sigma - p) \quad (3.53)$$

olarak ifade edilir. (3.53) no'lu bağıntıya göre σ_f 'in, S_0 'a eşit veya büyük olduğu durumlarda kırılma olayının gerçekleşeceğini ve de boşluk sıvı basıncının kırılma

yüzeyine etkiyen normal gerilmeyi azaltacak yönde etki ettiğini dolayısı ile de kırılmayı kolaylaştırdığını söyleyebiliriz.

Kırılma yüzeyinin gerilme eksenini ile arasındaki açının β olduğu kabul edilirse (Şekil 3.10), Coulomb gerilmesi σ_f , β açısının (3.54) no'lu bağıntıda gösterildiği gibi olması durumunda en büyük değerine ulaşır (Jaeger ve Cook, 1979).



Şekil 3.10. Optimum kayma yüzeyleri üzerinde Coulomb gerilmesini hesaplamak için kullanılan koordinat sistemi (Nalbant, 1996'dan alınarak çizilmiştir)

$$\tan 2\beta = \mp \frac{1}{\mu} \quad (3.54)$$

Faylanma ve kırılma nedeni ile oluşan kalıcı gerilme veya Coulomb gerilmesindeki değişim $\Delta\sigma_f$ kırılma öncesi ve kırılma sonrasındaki kalıcı gerilme değerlerinin farkına eşit olacaktır. Buna göre Coulomb gerilmesindeki değişim;

$$\Delta\sigma_f = \Delta\tau - \mu(\Delta\sigma - \Delta p) \quad (3.55)$$

olarak ifade edilir.

Burada; $\Delta\sigma$ ve $\Delta\tau$ sırası ile kırılma yüzeyine etki eden normal ve kayma gerilme değerlerindeki değişimlerdir. Δp ise boşluk sıvı basıncındaki değişim olarak tanımlanır. $\Delta\sigma_f$ arttığında ise hedef fayın kırılması kolaylaşırken; azalması durumunda kırılma zorlaşır.

Eğer ortamdaki gerilme değişimi akma yolu ile kendini dengelemeye çalışan boşluk sıvı basıncındaki değişimden daha hızlı olursa, Δp ortamdaki çevresel gerilme ile ilişkilendirilir (King vd., 1994).

Δp ile çevre basıncı arasındaki ilişki 0 ile 1 arasında değişen ve Skempton katsayısı olarak adlandırılan “B” ile ifade edilir. $\Delta\sigma$ ’nin aynı zamanda çevresel gerilme değişimini karşıladığı kabul edilebilir (Simpson ve Reasenberg, 1994). Bu durumda $\sigma_{11}, \sigma_{22}, \sigma_{33}$ fay zonundaki normal gerilmeler olmak üzere, ortalama gerilme (σ_0);

$$\sigma_0 \cong (\sigma_{11} + \sigma_{22} + \sigma_{33})/3 \quad (3.56)$$

şeklinde tanımlanır (Ramsay, 1967; Jaeger ve Cook, 1971). Bu durumda boşluk sıvı basıncı değişimi;

$$\Delta P = -B\Delta\sigma_0 \quad (3.57)$$

veya

$$\Delta P = -B\Delta\sigma \quad (3.58)$$

olur. Coulomb gerilmesindeki değişim ise

$$\Delta\sigma_f = \Delta\tau - \mu'(\Delta\sigma) \quad (3.59)$$

olarak yeniden yazılır. Burada; $\mu' = (1 - B)$ şeklinde tanımlanır. μ' efektif veya görünür sürtünme katsayısı olarak isimlendirilir ve boşluk sıvı basıncını da içerir (Haris ve Simpson, 1992; Simpson ve Reasenberg, 1994).

$\Delta\sigma_f$ değerindeki pozitif bir değişim fayın kırılmaya yaklaştığını gösterirken negatif bir değişim de kırılmadan uzaklaştığını gösterir (Nalbant, 1996).

Coulomb kırılma kriterine dayanarak Batı Anadolu’nun (35.00^0 - 42.00^0 K, 26.00^0 - 32.00^0 D) gerilme deformasyon alanlarını belirleyebilmek için Toda vd. (2010) tarafından geliştirilen Coulomb 3.3 programı kullanılmıştır.

Coulomb 3.3 programında öncelikle çalışma alanı sınırları tanımlanır ve deprem parametreleri (enlem, boylam, derinlik, magnitüd, doğrultu, dalım, atım) sırası ile programa yüklenir (Şekil 3.11).

Build input from CMT or focal mech. data

Follow the sequential procedure 1), 2), 3), and 4) to complete the input file.

Study area

Reference point (x,y) = (0,0) lon.(°E) 130.200 lat.(°N) 33.800

min(°) max(°) incr.(°)

Lon.(°E) 129.500 131.000 0.050

Lat.(°N) 33.000 34.500 0.050

1) Calc.

2) Add to map

x start y start x finish y finish x incr. y incr.

-64.72 -88.96 73.96 77.84 4.62 5.56

(km) (km) (km) (km) (km) (km)

Fault elements

Fault reference point

☒ Start-point per Aki-Richards ☐ Fault center

lon.(°E) 130.178 lat.(°N) 33.741 depth to source 7.50 km

length (km) 35.51 width (km) 17.63 From empirical relations

Mw 6.80

strike 303.0 dip 81.0 rake 4.0 ID number 1

x start y start x finish y finish

-2.03 -6.56 -31.82 12.78

right lat. rev. slip top bottom

-0.94 0.07 7.50 24.91

3) Calc.

4) Add to map

Edit all input parameters Cancel OK

Şekil 3.11. Çalışmada kullanılan deprem parametrelerinin Coulomb 3.3 programına girildiği ekran görüntüsü (Toda vd., 2010)

Fay boyunun ve genişliğinin bilinmediği durumlarda da; Coulomb 3.3 programı ile hesaplama yapmak mümkündür (Şekil 3.12).

Empirical relations between EQ size a...

Input

Mw 6.80 Fault type Reverse

Calc.

Output

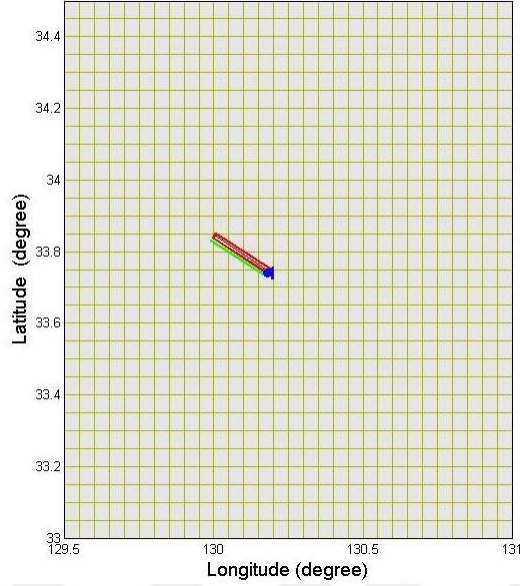
Subsurface length 35.51 km Subsurface width 17.63 km

Close Apply

Calculated from empirical equations in Wells & Coppersmith (1994)

Şekil 3.12. Çalışmada kullanılan deprem parametrelerine göre Coulomb 3.3 programında fayın boy ve genişlik değerlerinin hesaplandığı ekran görüntüsü (Toda vd., 2010)

Belirlenen boy ve genişlik değerlerinden sonra o depreme ait doğrultu, eğim ve atım değerlerinin girilmesiyle Coulomb 3.3 programında her bir depreme ait deprem parametreleri tanımlanmış olur. Ve böylelikle her deprem kendi özelliklerine göre çalışma alanı sınırları içerisinde gösterilir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Coulomb 3.3 deprem parametrelerinin görüldüğü ekran görüntüsü (Toda vd., 2010).

Gerekli parametrelerin Coulomb 3.3 programına tanıtılmasından sonra Coulomb kırılma kriterinde yer alan katsayı değerlerinin ve yapılmak istenen çalışma alanı için literatürde verilen bölgesel gerilme değerlerine göre gerilme deformasyon analizleri yapmak mümkündür (Şekil 3.14).

All input parameters

Comment lines

This is a test file for the Coulomb 3.0

This file is prepared to check mainly thrust faulting calculation

Half space parameters

Poisson's ratio: 0.25

Young modulus: 800000.0 bar

Calculation depth: 7.50 km

Coeff. friction: 0.4

Regional stress (only used for optimum stress calc.)

S1	strike°	dip°	surface stress	vertical gradient
S1	19.0	-0.0	100.0 bar	0.0 bar/km
S2	90.0	90.0	30.0 bar	0.0 bar/km
S3	109.0	-0.0	0.0 bar	0.0 bar/km

Study area (grid)

X axis: start -50.00 km, finish 50.10 km, increment 2.00 km

Y axis: start -50.00 km, finish 50.10 km, increment 2.00 km

Fault Data

Total number of faults: 1

#	x start	y start	x finish	y finish	Kode	rt.lat slip	dip slip	dip	top	bottom
1	15.00	17.00	-15.20	-17.20	100	-3.000	0.000	89.9	5.00	15.00
	(km)	(km)	(km)	(km)		(m)	(m)	(°)	(km)	(km)

Save As OK

Şekil 3.14. Coulomb kırılma kriterinde kullanılan katsayı değerlerinin ve bölgesel gerilme değerlerinin Coulomb 3.3 programına girildiği ekran görüntüsü (Toda vd., 2010)

3.2.3. Azalım ilişkilerine bağlı olarak yer hareketinin belirlenmesi

Azalım ilişkileri; aletsel dönemde meydana gelen ve ivme kayıtları alınabilen depremlerden yararlanılarak farklı araştırmacılar tarafından farklı ülkeler için düzenlenen veri tabanları kullanılarak yapılan istatistiksel çalışmalar neticesinde yer hareketi tahmini yapmak amacı ile geliştirilen bağıntılardır (Koçyiğit vd., 2010).

Birçok araştırmacı tarafından yeryüzünün çeşitli bölgeleri için ivme azalım ilişkileri geliştirilmiştir (Campbell, 1989; Ambraseys vd., 1996; Abrahamson ve Silva, 1997; Boore vd., 1997; Fukushima ve Tanaka, 1990; Sadigh vd., 1997; Youngs, 1997; Atkinson ve Boore, 2003; Ambraseys, 2005).

Türkiye’de ise kuvvetli yer hareketi şebekelerinin kurulmaya başlandığı 1976 yılından itibaren ülkemizde meydana gelen depremlere ait verilerin kullanılması sonucunda farklı araştırmacılar tarafından ülkemizin tamamı ya da belirli bölgeleri

için azalım ilişkileri geliştirilmektedir (İnan vd., 1996; Aydan vd., 1996, 2001; Gülkan ve Kalkan, 2002; Özbey vd., 2004; Ulusay vd., 2004; Kalkan ve Gülkan, 2004; Beyaz, 2004).

Son olarak literatürde önemli yere sahip azalım ilişkilerinin geliştirilmesine katkı sağlayan araştırmacılar, Amerika Birleşik Devletleri'nin batı bölümü ve benzer tektonik yapıya sahip bölgelerde meydana gelen sığ kabuk depremleri için özel azalım ilişkileri geliştirmişlerdir. Yeni Nesil Azalım İlişkileri (Next Generation Attenuation) olarak tanımlanan bu azalım ilişkileri (Abrahamson ve Silva, 2008; Boore ve Atkinson, 2008; Campbell ve Bozorgnia, 2008; Chiou ve Youngs, 2008; Idriss, 2008) Earthquake Spectra adlı derginin bir özel sayısında yayınlanmıştır.

Bu tez çalışmasında ise; Abrahamson ve Silva (2008-NGA), Boore ve Atkinson (2008-NGA), Boore vd., (1997), Campbell-Bozorgnia (2008-NGA) ve son olarak Chiou ve Youngs (2008-NGA) tarafından geliştirilen azalım ilişkileri kullanılmıştır.

Abrahamson ve Silva (A-S 2008) tarafından NGA (Next Generation Attenuation – Yeni Nesil Azalım İlişkileri) veri tabanı kullanılarak sığ depremler için bir azalım ilişkisi geliştirilmiştir.

$$\ln S_a(g) = f_1(M, R_{rup}) + a_{12}F_{RV} + a_{13}F_{NM} + a_{15}F_{AS} + f_5(\widehat{PGA}_{1100}, V_{S30}) + F_{HW}f_4(R_{jb}, R_{rup}, R_x, W, \delta, Z_{TOR}, M) + f_6(Z_{TOR}) + f_8(R_{rup}, M) + f_{10}(Z_{1.0}, V_{S30}) \quad (3.60)$$

$$f_1(M, R_{rup}) = \begin{cases} a_1 + a_4(M - c_1) + a_8(8.5 - M)^2 + [a_2 + a_3(M - c_1)]\ln(R), & M \leq c_1 \\ a_1 + a_5(M - c_1) + a_8(8.5 - M)^2 + [a_2 + a_3(M - c_1)]\ln(R), & M > c_1 \end{cases} \quad (3.61)$$

$$R = \sqrt{R_{rup}^2 + c_4^2} \quad (3.62)$$

$$f_5(PGA_{1100}, V_{S30}) = \begin{cases} a_{10} \ln\left(\frac{V_{S30}}{V_{LIN}}\right) - b \ln(PGA_{1100} + c) + b \ln\left(PGA_{1100} + c \left(\frac{V_{S30}}{V_{LIN}}\right)^n\right), & V_{S30} < V_{LIN} \\ (a_{10} + b_n) \ln\left(\frac{V_{S30}}{V_{LIN}}\right), & V_{S30} \geq V_{LIN} \end{cases} \quad (3.63)$$

$$V_{S30} = \begin{cases} V_{S30}, & V_{S30} < V_1 \\ V_1, & V_{S30} \geq V_1 \end{cases} \quad (3.64)$$

$$V_1 = \begin{cases} 1500, & T \leq 0.50 \text{ s} \\ \exp[8.0 - 0.795 \ln\left(\frac{T}{0.21}\right)], & 0.50 < T \leq 1 \text{ s} \\ \exp[6.76 - 0.297 \ln(T)], & 1 < T < 2 \text{ s} \\ 700, & T \geq 2 \text{ s} \end{cases} \quad (3.65)$$

$$f_4(R_{jb}, R_{rup}, \delta, Z_{TOR}, M, W) = a_{14} T_1(R_{jb}) T_2(R_x, W, \delta) T_3(R_x, Z_{TOR}) T_4(M) T_5(\delta) \quad (3.66)$$

$$T_1(R_{jb}) = \begin{cases} 1 - \frac{R_{jb}}{30}, & R_{jb} < 30 \text{ km} \\ 0, & R_{jb} \geq 30 \text{ km} \end{cases} \quad (3.67)$$

$$T_2(R_x, W, \delta) = \begin{cases} 0.5 + \frac{R_x}{2W \cos(\delta)}, & R_x \leq W \cos(\delta) \\ 1, & R_x > W \cos(\delta) \end{cases} \text{ ya da } \delta = 90^\circ \quad (3.68)$$

$$T_3(R_x, Z_{TOR}) = \begin{cases} 1, & R_x \geq Z_{TOR} \\ \frac{R_x}{Z_{TOR}}, & R_x < Z_{TOR} \end{cases} \quad (3.69)$$

$$T_4(M) = \begin{cases} 0, & M \leq 6 \\ M - 6, & 6 < M < 7 \\ 1, & M \geq 7 \end{cases} \quad (3.70)$$

$$T_5(\delta) = \begin{cases} 1 - \frac{\delta - 30}{60}, & \delta \geq 30 \\ 1, & \delta < 30 \end{cases} \quad (3.71)$$

$$f_6(Z_{TOR}) = \begin{cases} \frac{a_{16} Z_{TOR}}{10}, & Z_{TOR} < 10 \text{ km} \\ a_{16}, & Z_{TOR} \geq 10 \text{ km} \end{cases} \quad (3.72)$$

$$f_8(R_{rup}, M) = \begin{cases} 0, & R_{rup} < 100 \text{ km} \\ a_{18}(R_{rup} - 100)T_6(M), & R_{rup} \geq 100 \text{ km} \end{cases} \quad (3.73)$$

$$T_6(M) = \begin{cases} 1, & M < 5.5 \\ 0.5 (6.5 - M) + 0.5, & 5.5 \leq M \leq 6.5 \\ 0.5, & M > 6.5 \end{cases} \quad (3.74)$$

$$f_{10}(Z_{1.0}, V_{S30}) = a_{21} \ln \left(\frac{Z_{1.0} + c_2}{\hat{Z}_{1.0}(V_{S30}) + c_2} \right) + \begin{cases} a_{22} \ln \left(\frac{Z_{1.0}}{200} \right), & Z_{1.0} \geq 200 \\ 0, & Z_{1.0} < 200 \end{cases} \quad (3.75)$$

$$\ln[Z_{1.0}(V_{S30})] = \begin{cases} 6.745, & V_{S30} < 180 \text{ m/s} \\ 6.745 - 1.35 \ln \left(\frac{V_{S30}}{180} \right), & 180 \leq V_{S30} \leq 500 \text{ m/s} \\ 5.394 - 4.48 \ln \left(\frac{V_{S30}}{500} \right), & V_{S30} > 500 \text{ m/s} \end{cases} \quad (3.76)$$

$$a_{21} = \begin{cases} 0, & V_{S30} \geq 1000 \\ \frac{-(a_{10} + b_n) \ln \left(\frac{V_{S30}}{\min(V_1, 1000)} \right)}{\ln \left(\frac{Z_{1.0} + c_2}{\hat{Z}_{1.0} + c_2} \right)}, & (a_{10} + b_n) \ln \left(\frac{V_{S30}}{\min(V_1, 1000)} \right) + e_2 \ln \left(\frac{Z_{1.0} + c_2}{\hat{Z}_{1.0} + c_2} \right) < 0 \\ e_2, & \text{Diğer durumlar için} \end{cases} \quad (3.77)$$

$$e_2 = \begin{cases} 0, & T < 0.35 \text{ s ya da } V_{S30} > 1000 \\ -0.25 \ln \left(\frac{V_{S30}}{1000} \right) \ln \left(\frac{T}{0.35} \right), & 0.35 \leq T \leq 2 \text{ s} \\ -0.25 \ln \left(\frac{V_{S30}}{1000} \right) \ln \left(\frac{2}{0.35} \right), & T > 2 \end{cases} \quad (3.78)$$

$$a_{22} = \begin{cases} 0, & T < 2 \text{ s} \\ 0.0625(T - 2), & T \geq 2 \text{ s} \end{cases} \quad (3.79)$$

Geliştirilen bu model için standart sapma ise;

$$\sigma_B(M, T) = \sqrt{\sigma_0^2(M, T) - \sigma_{Amp}^2(T)} \quad (3.80)$$

$$\sigma(T, M, PGA_{1100}, V_{S30}) = \left[\sigma_B^2(M, T) + \sigma_{Amp}^2(T) + \left(\frac{\partial \ln Amp(T, PGA_{1100}, V_{S30})}{\partial \ln PGA_{1100}} \right)^2 \sigma_B^2(M, PGA) + 2 \left(\frac{\partial \ln Amp(T, PGA_{1100}, V_{S30})}{\partial \ln P_{1100}} \right) x \sigma_B(M, T) \sigma_B(M, PGA) \rho_{\epsilon/\sigma}(T, PGA) \right]^{1/2} \quad (3.81)$$

$$\sigma_0(M) = \begin{cases} s_1, & M < 5 \\ s_1 + \left(\frac{s_2-s_1}{2}\right)(M-5), & 5 \leq M \leq 7 \\ s_2, & M > 7 \end{cases} \quad (3.82)$$

$$\tau_0(M) = \begin{cases} s_3, & M < 5 \\ s_3 + \left(\frac{s_4-s_3}{2}\right)(M-5), & 5 \leq M \leq 7 \\ s_4, & M > 7 \end{cases} \quad (3.83)$$

Bu bağıntıda;

S_a = Yer hareketi parametresi (g biriminde)

$PGA_{1100} = V_{S30} = 1100$ m/s için ortalama pik ivme değeri

σ_B ve $\tau_B (= \tau_0(M, T))$: Standart sapma değerleri

σ_0 ve τ_0 = Düşük düzeyde gözlenen zemin hareketleri için standart sapma değerleri

σ_{amp} : Zemin büyütme etkisi

R_{rup} : Kırılma boyu (km cinsinden)

R_{jb} : Kırılmanın düşey izdüşümüne en yakın mesafesi (km biriminde)

Kullanılan katsayı değerleri:

$c_1=6.75$	$c_4=4.5$	$a_3=0.265$	$a_4=-0.231$	$a_5=-0.398$
$N=1.18$	$c=1.88$	$c_2=50$	$V_{LIN}=865.1$	$b=-1.186$
$a_1=0.804$	$a_2=-0.9679$	$a_8=-0.0372$	$a_{10}=0.9445$	$a_{12}=0.0000$
$a_{13}=-0.0600$	$a_{14}=1.0800$	$a_{15}=-0.3500$	$a_{16}=0.9000$	$a_{18}=-0.0067$
$s_3=0.470$		$s_4=0.300$		$\rho(T,PGA)=1.000$

$s_1=0.590$, $s_2=0.470$ (Tahmin edilen V_{S30} değeri için)

$s_1=0.576$, $s_2=0.453$ (Ölçülen V_{S30} değeri için)

Faylanma türü parametreleri:

Ters, Ters/Oblik Faylanma	$30^\circ < \text{Kayma A.} < 150^\circ$	$F_{RV}=1, F_{NM}=0$
Normal Faylanma	$-60^\circ < \text{Kayma A.} < -120^\circ$	$F_{RV}=0, F_{NM}=1$
Doğrultu Atımlı Faylanma	Diğer bütün durumlar için	$F_{RV}=0, F_{NM}=0$

AS = Artçı şok $\rightarrow F_{AS} = 1$

FS = Öncü deprem ve fırtına $\rightarrow F_{AS} = 0$

$F_{HW} = 1$ olarak belirtilmiştir (Koçyiğit, 2010 ve Douglas, 2011).

Boore ve Atkinson (B-A 2008) tarafından geliştirilen azalım ilişkisinde (NGA (Next Generation Attenuation – Yeni Nesil Azalım İlişkileri), ortalama yatay yer hareketi

parametresi; magnitüd, kaynak ile saha arasındaki uzaklık, yerel ortalama kayma dalgası (V_s) hızı ve fay türüne bağlı olarak hesaplanmaktadır. Bu eşitlikler pik yer ivmesi, pik yer hızı ve 0.01 saniye ile 10 saniye aralığında %5 sönümlü spektral ivme için geliştirilmiştir.

$$\ln Y = F_M(M) + F_D(R_{JB}, M) + F_S(V_{S3}, R_{JB}, M) \quad (3.84)$$

$$F_D(R_{JB}, M) = [c_1 + c_2(M - M_{ref})] \ln(R/R_{ref}) + c_3(R - R_{ref}) \quad (3.85)$$

$$R = \sqrt{R_{JB}^2 + h^2} \quad (3.86)$$

$$F_M(M) = \begin{cases} e_1 U + e_2 SS + e_3 NS + e_4 RS + e_5 (M - M_h) + e_6 (M - M_h)^2, & M \leq M_h \\ e_1 U + e_2 SS + e_3 NS + e_4 RS + e_7 (M - M_h), & M > M_h \end{cases} \quad (3.87)$$

$$F_S = F_{LIN} + F_{NL} \quad (3.88)$$

$$F_{LIN} = b_{lin} \ln(V_{S30}/V_{ref}) \quad (3.89)$$

$$F_{NL} = \begin{cases} b_{nl} \ln(pga_{low}/0.1), & pga_{4nl} \leq a_1 \\ b_{nl} \ln(pga_{low}/0.1) + c[\ln(pga_{4nl}/a_1)]^2 + d[\ln(pga_{4nl}/a_1)]^3, & a_1 < pga_{4nl} \leq a_2 \\ b_{nl} \ln(pga_{4nl}/0.1), & a_2 < pga_{4nl} \end{cases} \quad (3.90)$$

$$c = (3\Delta y - b_{nl}\Delta x)/\Delta x^2 \quad (3.91)$$

$$d = -(2\Delta y - b_{nl}\Delta x)/\Delta x^3 \quad (3.92)$$

$$\Delta x = \ln(a_2/a_1) \quad (3.93)$$

$$\Delta y = b_{nl} \ln(a_2/pga_{low}) \quad (3.94)$$

$$b_{nl} = \begin{cases} b_1, & V_{S30} \leq V_1 \\ (b_1 - b_2) \ln(V_{S30}/V_2) / \ln(V_1/V_2) + b_2, & V_1 < V_{S30} \leq V_2 \\ b_2 \ln(V_{S30}/V_{ref}) / \ln(V_2/V_{ref}), & V_2 < V_{S30} < V_{ref} \\ 0.0, & V_{ref} \leq V_{S30} \end{cases} \quad (3.95)$$

Bu bağıntıda;

Y = Yer hareketi parametresi (g biriminde)

R_{jb} = Kırılmanın düşey izdüşümüne en yakın mesafe (km biriminde)

$M_h = 6.75$ (Esas magnitüd değeri)

$V_{ref} = 760$ m/s (NEHRP B/C zemin sınırı için spesifik referans hız değeri)

$a_1 = 0.03$ g (Doğrusal büyütme değeri)

$a_2 = 0.09$ g (Doğrusal olmayan büyütme değeri)

Kullanılan katsayı değerleri;

$F_S=0$	$V_1=180$ m/s	$V_2=300$ m/s	$b_{lin}=-0.360$	$b_1=-0.640$	$b_2=-0.14$
$M_{ref}=4.5$	$R_{ref}=1$ km	$c_1=-0.66050$	$c_2=0.11970$	$c_3=-0.01151$	$h=1.35$
$e_1=-0.53804$	$e_2=-0.50350$	$e_3=-0.75472$	$e_4=-0.50970$	$e_5=0.28805$	$e_6=-0.10164$
$e_7=0.0$	$\tau_U=0.265$	$\sigma=0.502$	$\tau_M=0.260$	$\sigma_{TU}=0.566$	$\sigma_{TM}=0.560$

Faylanma türü parametreleri;

SS Doğrultu Atımlı	T-P < 40° 55°<Eğim<90°	4.3 ≤ M ≤ 7.9	SS=1, U=0, NS=0, RS=0
RS Ters	T > 40° 12°<Eğim<70°	5.6 ≤ M ≤ 7.6	SS=0, U=0, NS=0, RS=1
Normal	P > 40° 30°<Eğim<70°	5.3 ≤ M ≤ 6.9	SS=0, U=0, NS=1, RS=0

Not: Tanımlanamayan durumlar için → SS=0, U=1, NS=1, RS=0 olarak kullanılır.
olarak belirtilmiştir (Douglas, 2011).

Boore vd. (B-J-F 1997) tarafından geliştirilen En büyük ivme (PGA) ve Spektral İvme (SA) azalım ilişkisi bağıntıları için veri tabanı olarak Kuzey Amerika’da meydana gelen 20 sığ odaklı depreme ait 271 kuvvetli yer hareketi kaydı kullanılmıştır.

$$\ln Y = b_1 + b_2(M_W - 6) + b_3(M_W - 6)^2 + b_5 \ln r + b_V \ln(V_S/V_A) \quad (3.96)$$

$$r = \sqrt{r_{jb}^2 + h^2} \quad (3.97)$$

Bu bağıntıda;

Y = Yer hareketi parametresi (PGA, SA) (g biriminde)

M_w = Moment büyüklüğü

r_{jb} = Kırılmanın düşey izdüşümüne en yakın mesafesi (km biriminde)

$V_s = 30$ m'deki ortalama kayma dalgası hızı (m/s biriminde) (NEHRP'e göre B Sınıfı Zemin $\rightarrow V_s = 1070$ m/s; C Sınıfı Zemin $\rightarrow V_s = 520$ m/s; D Sınıfı Zemin $\rightarrow V_s = 250$ m/s)

V_a = Efektif kayma dalgası hızı (m/s)

ε = Belirsizliği açıklayan istatistiksel bir katsayı

Kullanılan katsayı değerleri;

b_2	b_3	b_5	b_v	V_a	h	ε
0.527	0	-0.778	-0.371	1396	5.57	0.226

b_1 = Fay mekanizması ile ilgili parametre (Doğrultu atımlı faylanma için $\rightarrow b_1 = -0.313$; Ters faylanma için $\rightarrow b_1 = -0.117$; Tüm faylanma türleri için $\rightarrow b_1 = -0.242$) olarak belirtilmiştir (Çeken, 2007).

Campbell-Bozorgnia (C-B 2008) tarafından geliştirilen (NGA (Next Generation Attenuation – Yeni Nesil Azalım İlişkileri), PGA (Pik Ground Acceleration – En Büyük Yer İvmesi), PGV (Peak Ground Velocity – En Büyük Yer Hızı), PGD (Peak Ground Displacement – En Büyük Yer Değiştirme) ve 0.01-10 s aralığında %5 sönümlü spektral ivme için bir azalım ilişkisi geliştirilmiştir.

$$\ln \hat{Y} = f_{mag} + f_{dis} + f_{flt} + f_{hng} + f_{site} + f_{sed} \quad (3.98)$$

$$f_{mag} = \begin{cases} c_0 + c_1, & M \leq 5.5 \\ c_0 + c_1 M + c_2 (M - 5.5), & 5.5 < M \leq 6.5 \\ c_0 + c_1 M + c_2 (M - 5.5) + c_3 (M - 6.5), & M > 6.5 \end{cases} \quad (3.99)$$

$$f_{dis} = (c_4 + c_5 M) \ln(\sqrt{R_{RUP}^2 + c_6^2}) \quad (3.100)$$

$$f_{flt} = c_7 F_{RV} f_{flt,Z} + c_8 F_{NM} \quad (3.101)$$

$$f_{flt,Z} = \begin{cases} Z_{TOR}, & Z_{TOR} < 1 \\ 1, & Z_{TOR} \geq 1 \end{cases} \quad (3.102)$$

$$f_{hng} = c_9 f_{hng}, R f_{hng}, M f_{hng}, Z f_{hng}, \delta \quad (3.103)$$

$$f_{hng,R} =$$

$$\begin{cases} 1, R_{JB} = 0 \\ \left\{ \max(R_{RUP}, \sqrt{R_{JB}^2 + 1}) - R_{JB} \right\} / \max(R_{RUP}, \sqrt{R_{JB}^2 + 1}), R_{JB} > 0, Z_{TOR} < 1 \\ (R_{RUP} - R_{JB}) / R_{RUP}, R_{JB} > 0, Z_{TOR} \geq 1 \end{cases}$$

(3.104)

$$f_{hng,M} = \begin{cases} 0, M \leq 6.0 \\ 2(M - 6.0), 6.0 < M < 6.5 \\ 1, M \geq 6.5 \end{cases} \quad (3.105)$$

$$f_{hng,Z} = \begin{cases} 0, Z_{TOR} \geq 20 \\ (20 - Z_{TOR})/20, 0 \leq Z_{TOR} < 20 \end{cases} \quad (3.106)$$

$$f_{hng,\delta} = \begin{cases} 1, \delta \leq 70 \\ (90 - \delta)/20, \delta > 70 \end{cases} \quad (3.107)$$

$$f_{site} =$$

$$\begin{cases} c_{10} \ln \left(\frac{V_{S30}}{k_1} \right) + k_2 \left\{ \ln \left[A_{1100} + c \left(\frac{V_{S30}}{k_1} \right)^n \right] - \ln(A_{1100} + c) \right\}, V_{S30} < k_1 \\ (c_{10} + k_2 n) \ln \left(\frac{V_{S30}}{k_1} \right), k_1 \leq V_{S30} < 1100 \\ (c_{10} + k_2 n) \ln \left(\frac{1100}{k_1} \right), V_{S30} \geq 1100 \end{cases}$$

(3.108)

$$f_{sed} = \begin{cases} c_{11}(Z_{2.5} - 1), Z_{2.5} < 1 \\ 0, 1 \leq Z_{2.5} \leq 3 \\ c_{12}k_3 e^{-0.75} [1 - e^{-0.25(Z_{2.5}-3)}], Z_{2.5} > 3 \end{cases} \quad (3.109)$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma_{lnY}^2 + \sigma_{lnAF}^2 + \alpha^2 \sigma_{lnAB}^2 + 2\alpha\rho\sigma_{lnYB}\sigma_{lnAB}} \quad (3.110)$$

$$\alpha = \begin{cases} k_2 A_{1100} \{ [A_{1100} + c(V_{S30}/k_1)^n]^{-1} - (A_{1100} + c)^{-1} \}, V_{S30} < k_1 \\ 0, V_{S30} \geq k_1 \end{cases} \quad (3.111)$$

Bu bağıntıda;

Y = Yer hareketi parametresi (g biriminde)

Kullanılan katsayı değerleri;

$c_0=-1.715$	$c_1=0.500$	$c_2=-0.530$	$c_3=-0.262$	$c_4=-2.118$
$c_5=0.170$	$c_6=5.60$	$c_7=0.280$	$c_8=-0.120$	$c_9=0.490$
$c_{10}=1.058$	$c_{11}=0.040$	$c_{12}=0.610$	$k_1=865$	$k_2=-1.186$
$k_3=1.839$	$\sigma_C=0.166$	$\sigma_T=0.526$ (toplam)	$\sigma_{Arb}=0.551$	$\rho=1.000$

$$\sigma_{\ln Y} = 0.478$$

$$\tau_{\ln Y} = 0.219$$

$$\sigma_{\ln YB} = (\sigma_{\ln Y}^2 - \sigma_{\ln AF}^2)^{1/2}$$

$$\sigma_{\ln AF} \approx 0.3 \text{ (önceki çalışmalara dayanarak derin toprak zemin için)}$$

$$\sigma_{Arb} = \sqrt{\sigma_T^2 + \sigma_C^2} \text{ (yatay bileşen için belirsizlik hesabı)}$$

Faylanma türü parametreleri;

Ters, Ters/Oblik Faylanma	$30^\circ < \lambda < 150^\circ$	$F_{RV}=1, F_{NM}=0$
Normal Faylanma	$-150^\circ < \lambda < -30^\circ$	$F_{RV}=0, F_{NM}=1$
Doğrultu Atımlı Faylanma	Diğer bütün durumlar için	$F_{RV}=0, F_{NM}=0$

olarak belirtilmiştir (Douglas, 2011).

Chiou ve Youngs (C-Y 2008) tarafından (NGA (Next Generation Attenuation – Yeni Nesil Azalım İlişkileri) PGA (Pik Ground Acceleration – Pik Yer İvmesi), PGV (Peak Ground Velocity – Pik Yer Hızı), 0.01 – 10 s aralığında %5 sönümlü spektral ivme için bir azalım ilişkisi geliştirilmiştir.

$$\ln(y) = \ln(y_{ref}) + \phi_1 \min \left[\ln \left(\frac{V_{S30}}{1130} \right), 0 \right] + \phi_2 \left\{ e^{\phi_3 [\min(V_{S30}, 1130) - 360]} - e^{\phi_3 (1130 - 360)} \right\} \ln \left(\frac{y_{ref} e^{\eta + \phi_4}}{\phi_4} \right) + \phi_5 \left\{ 1 - \frac{1}{\cosh[\phi_6 \max(0, Z_{1.0} - \phi_7)]} \right\} + \frac{\phi_8}{\cosh[0.15(0, Z_{1.0} - 15)]}$$

(3.112)

$$\ln(\gamma_{refij}) = c_1 + [c_{1a}F_{RV} + c_{1b}F_{NM} + c_7(Z_{TOR} - 4)](1 - AS) + [c_{10} + c_{7a}(Z_{TOR} - 4)]AS + c_2(M - 6) + \frac{c_2 - c_3}{c_n} \ln(1 + e^{c_n(c_M - M)}) + c_4 \ln[R_{RUP} + c_5 \cosh\{c_6 \max(M - c_{HM}, 0)\}] + (c_{4a} - c_4) \ln(\sqrt{R_{RUP}^2 + c_{RB}^2}) + \{c_{\gamma 1} +$$

$$\frac{1}{\cosh[\max(M-c_{\gamma 3}, 0)]} \left\{ R_{RUP} + c_9 F_{HW} \tanh\left(\frac{R_X \cos^2 \delta}{c_{9a}}\right) \right\} \left\{ 1 - \frac{\sqrt{R_{JB}^2 + Z_{TOR}^2}}{R_{RUP} + 0.001} \right\} \quad (3.113)$$

$$\tau = \tau_1 + \frac{\tau_2 - \tau_1}{2} \times [\min\{\max(M, 5), 7\} - 5] \quad (3.114)$$

$$\sigma = \left\{ \sigma_1 + \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{2} [\min(\max(M, 5), 7) + \sigma_4 \times AS] \right\} \times \sqrt{(\sigma_3 F_{Inferred} + 0.7 F_{Measured}) + (1 + NL)^2} \quad (3.115)$$

$$NL = \left(b \frac{y_{ref} e^\eta}{y_{ref} e^\eta + c} \right) \quad (3.116)$$

$$\sigma_T^2 = (1 + NL_0)^2 \tau^2 + \sigma_{NL_0}^2 \quad (3.117)$$

$$\ln(Z_{1.0}) = 28.5 - \frac{3.82}{8} \ln(V_{S30}^8 + 378.7^8) \quad (3.118)$$

Bu bağıntıda;

Y = Yer hareketi parametresi (g biriminde)

R_{RUP} = Kırılma boyu (km cinsinden)

R_{JB} = Kırılma düzlemine olan en yakın mesafe (km biriminde)

Kullanılan katsayı değerleri:

c ₂ =1.06	c ₃ =3.45	c ₄ =-2.1	c _{4a} =-0.5	c _{RB} =50
c _{HM} =3	c _{γ3} =4	c ₁ =-1.2687	c _{1a} =0.1	c _{1b} =-0.2550
c _n =2.996	c _M =4.1840	c ₅ =6.1600	c ₆ =0.4893	c ₇ =0.0512
c _{7a} =0.0860	c ₉ =0.7900	c _{9a} =1.5005	c ₁₀ =-0.3218	c _{γ1} =-0.00804
c _{γ2} =-0.00785	φ ₁ =-0.4417	φ ₂ =-0.1417	φ ₃ =-0.007010	φ ₄ =0.102151
φ ₅ =0.2289	φ ₆ =0.014996	φ ₇ =580.0	φ ₈ =0.0700	τ ₁ =0.3437
τ ₂ =0.2637	σ ₁ =0.4458	σ ₂ =0.3459	σ ₃ =0.8	σ ₄ =0.0663

V_{S30} = Zemin etkisini belirlemek için kullanılan 30 m'deki ortalama kayma dalgası hızı (150 ≤ V_{S30} ≤ 1500 m/s)

F_{inferred} = 1 → V_{S30} jeolojiden belirlenebiliyorsa, F_{inferred} = 0 → Diğer durumlarda

F_{measured} = 1 → V_{S30} ölçülebiliyorsa, F_{measured} = 0 → Diğer durumlarda

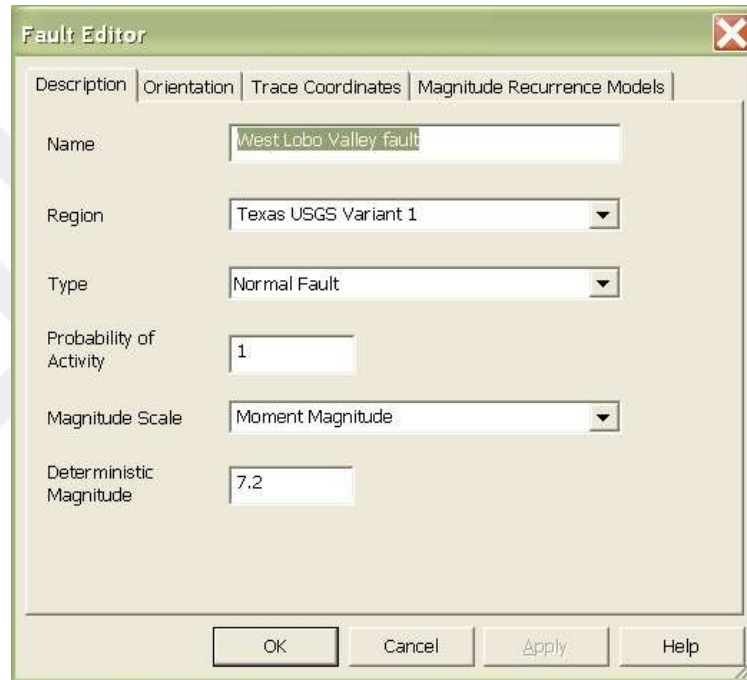
AS = 1 → Artçı şok, AS = 0 → Diğer durumlarda

F_{HW} = 1 → R_X ≥ 0, F_{HW} = 0 → R_X < 0

olarak belirtilmiştir (Douglas, 2011).

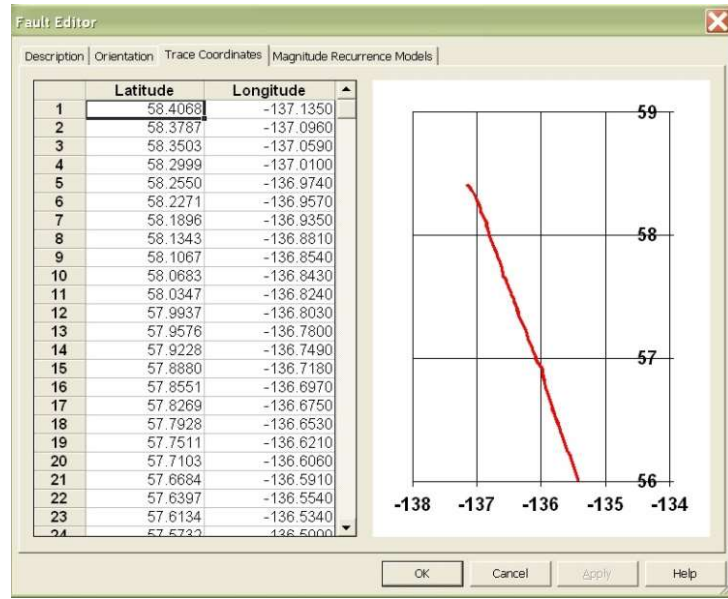
Yapılan bu tez çalışmasında analizler, McGuire tarafından Cornell metodu algoritması esas alınarak geliştirilen EZ-FRISK 7.52 paket programı ile yapılmıştır.

Bunun için öncelikle fay adı ve inceleme alanı tanımlandıktan sonra fay tipi, aktivite olasılığı, magnitüd türü ve bölgede meydana gelen ya da gelmesi beklenen en büyük depremin büyüklüğü EZ-FRISK 7.52 programına tanıtılır (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Analizi yapılacak faya ait parametrelerin EZ-FRISK 7.52 programına girildiği ekran görüntüsü (McGuire, 2005)

Bir sonraki aşamada ise fay koordinatları EZ-FRISK 7.52 programına yüklenir (Şekil 3.16)



Şekil 3.16. Fay koordinatlarının EZ-FRISK 7.52 programına girildiği ekran görüntüsü (McGuire, 2005)

Analiz için son olarak magnitüd yinelenme modeli ilgili parametreler EZ-FRISK 7.52 programına tanımlanır (Şekil 3.17).

The screenshot shows the 'Fault Editor' window with the 'Magnitude Recurrence Models' tab selected. The table displays parameters for two models, A and B, including Model Type, Weight, Rate Type, Rate, Minimum Magnitude, Maximum Magnitude, Mean Magnitude, Sigma, Beta, Delta 1, Delta 2, and various rupture length, width, and area parameters.

	A	B
Model Type	Characteristic	Exponential
Weight (must sum to 1.0)	0.50000	0.50000
Rate Type	Slip	Slip
Rate	1.000E-01	1.000E-01
Minimum Magnitude	7.19	6.50
Maximum Magnitude	7.20	7.20
Mean Magnitude		
Sigma		
Beta	1.8420	1.8420
Delta 1	0.0001	
Delta 2	10.0000	
A (rupture length)	3.0000	-1.8800
B (rupture length)		0.5000
Sigma (rupture length)	0.1700	0.1700
A (rupture width)	3.0000	-1.8800
B (rupture width)		0.5000
Sigma (rupture width)	0.1700	0.1700
A (rupture area)		
B (rupture area)		
Sigma (rupture area)		

Şekil 3.17. Magnitüd yinelenme modeli ilgili parametrelerin EZ-FRISK 7.52 programına girildiği ekran görüntüsü (McGuire, 2005)

Analiz için gerekli bütün parametrelerin programa yüklenmesi sonrasında yapılmak istenen çalışmanın amacına uygun olarak programda tanımlı halde bulunan azalım ilişkilerinden birinin ya da bir kaçının seçilmesiyle çalışma alanı için deterministik ve/veya probabilistik ivme azalım değerlendirme yapılabilir.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI

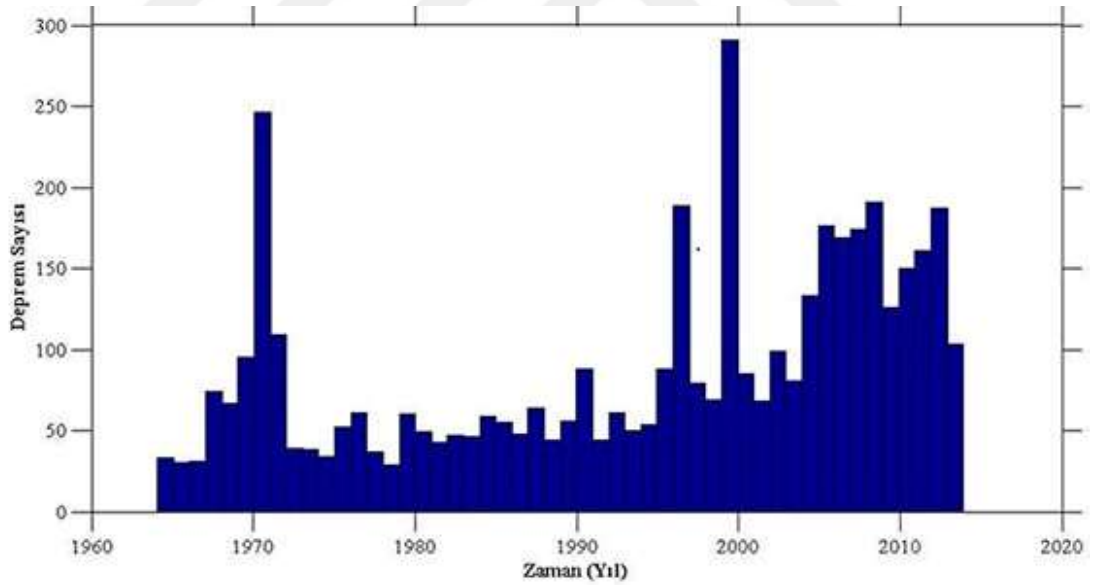
4.1. Depremsellik ve Depremsellik Parametrelerinin Belirlenmesi

4.1.1. Uluslararası katalogdan elde edilen bulgular

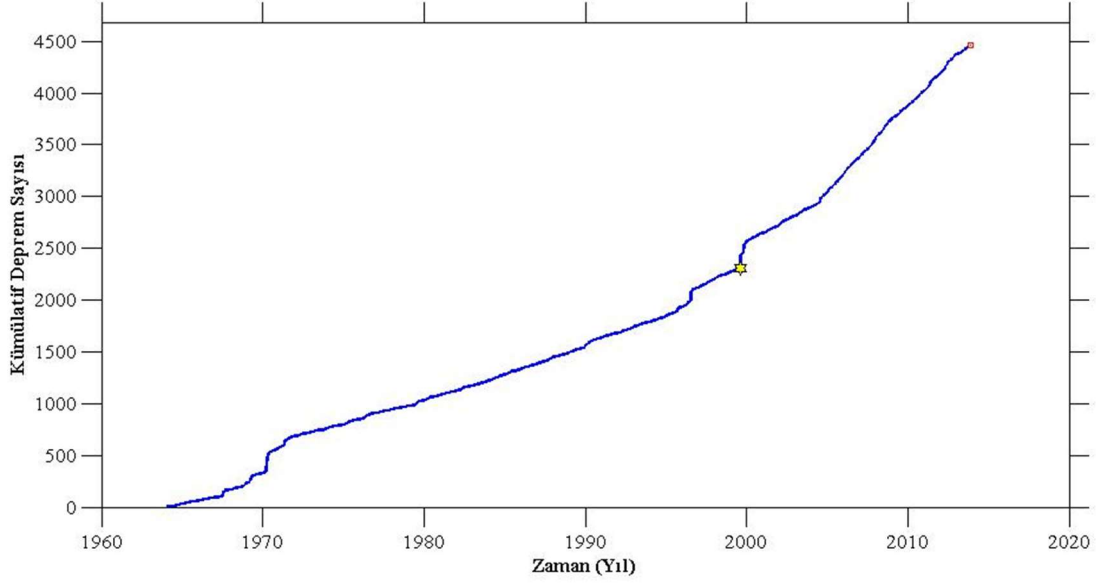
Bu bölümde 3.2.1. numaralı bölümde esas alınan kriterlere göre homojen hale getirilen uluslararası katalog kullanılmıştır.

Depremlerin zamana göre dağılımı

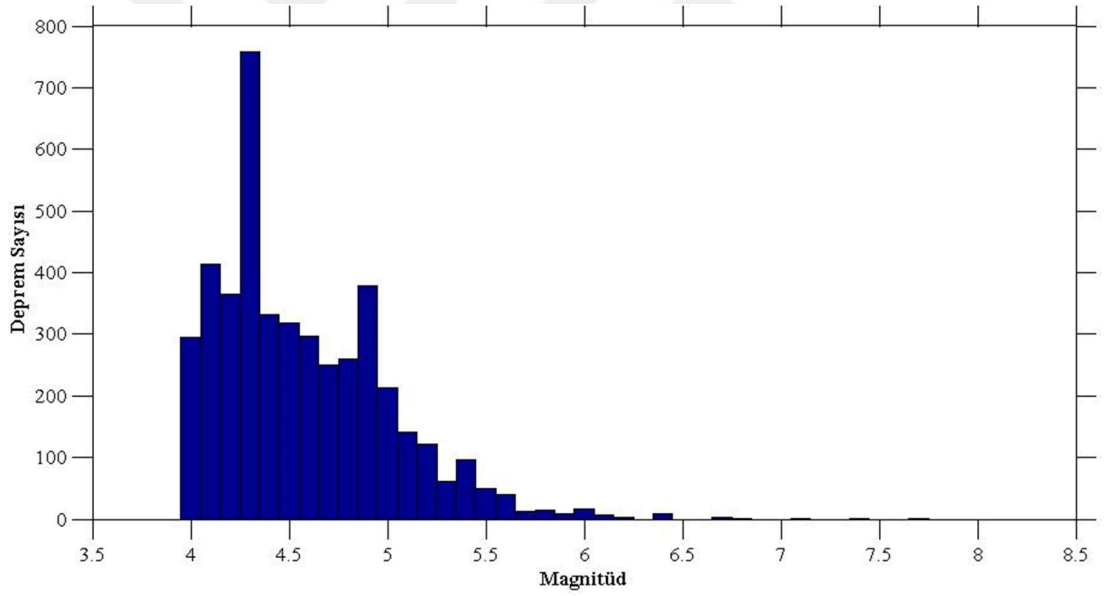
Yapılan çalışmada öncelikli olarak homojen hale getirilen uluslararası katalogda bulunan 1964-2015 yılları arasında meydana gelmiş 4462 adet depremin zaman içerisindeki normal ve kümülatif dağılımı incelenmiş (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2) ve depremlerin magnitüd dağılımı belirlenmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.1. 1964-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin yıllara göre normal dağılımı

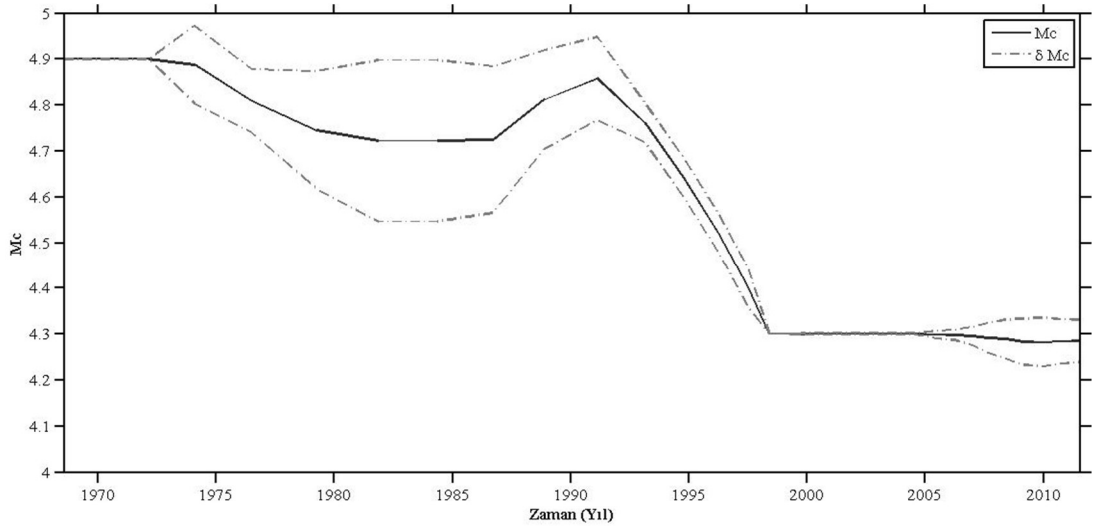


Şekil 4.2. 1964-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin yıllara göre kümülatif dağılımı



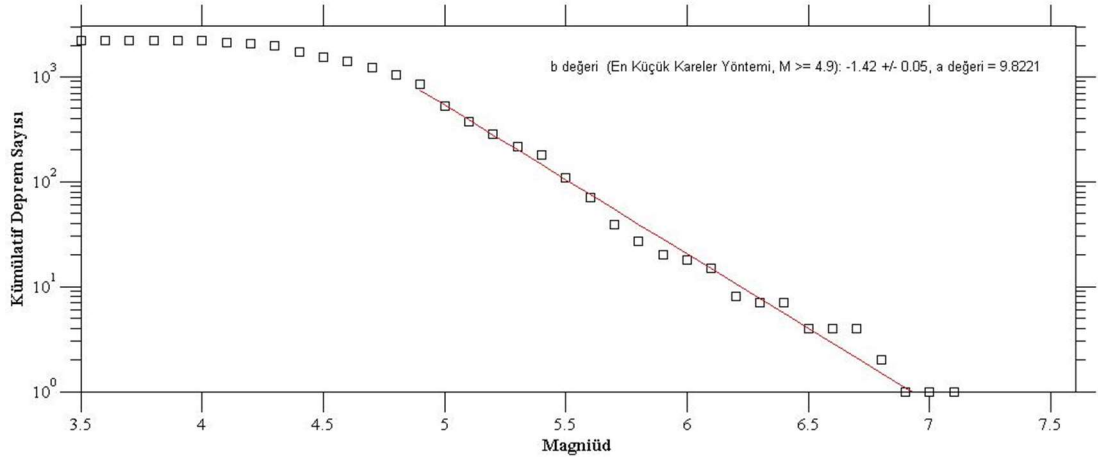
Şekil 4.3. 1964-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin magnitüd dağılımı

Normal (Şekil 4.1) ve kümülatif (Şekil 4.2) dağılım grafiklerinin doğru bir şekilde yorumlanabilmesi için 1964-2015 yılları arasında güvenilir alt magnitüd sınırını veren M_c magnitüd değerinin yıllar içerisindeki değişimi incelenmiştir (Şekil 4.4).

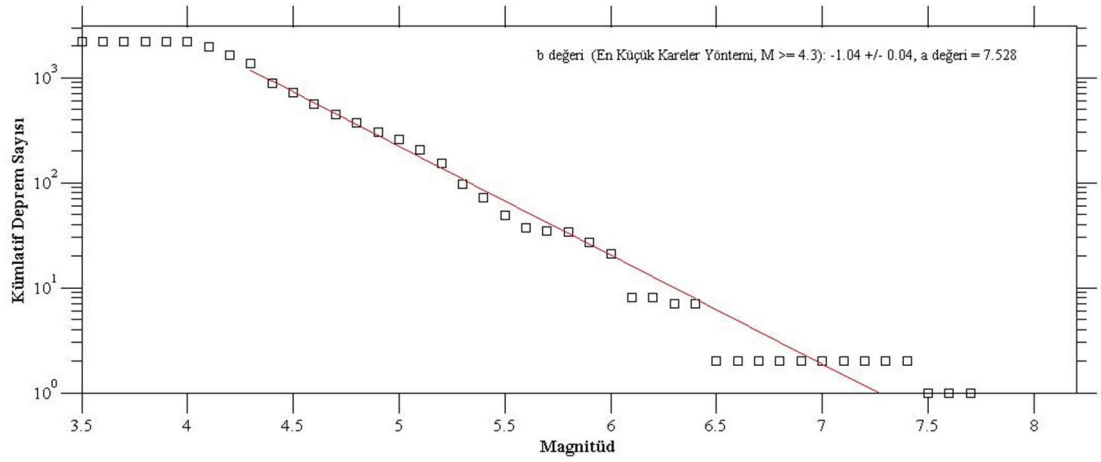


Şekil 4.4. 1964-2015 yılları arasında güvenilir alt magnitüd sınırını tanımlayan M_c magnitüd değerinin değişimi

Şekil 4.4'ten elde edilen sonuçlara göre güvenilir alt magnitüd sınırı 1964-1998 yılları arasında meydana gelen depremler için yaklaşık olarak $M_c=4.9$ civarında ve 1998-2015 yılları arasında meydana gelen depremler için ise yaklaşık olarak $M_c=4.3$ civarındadır (Şekil 4.5 ve Şekil 4.6).



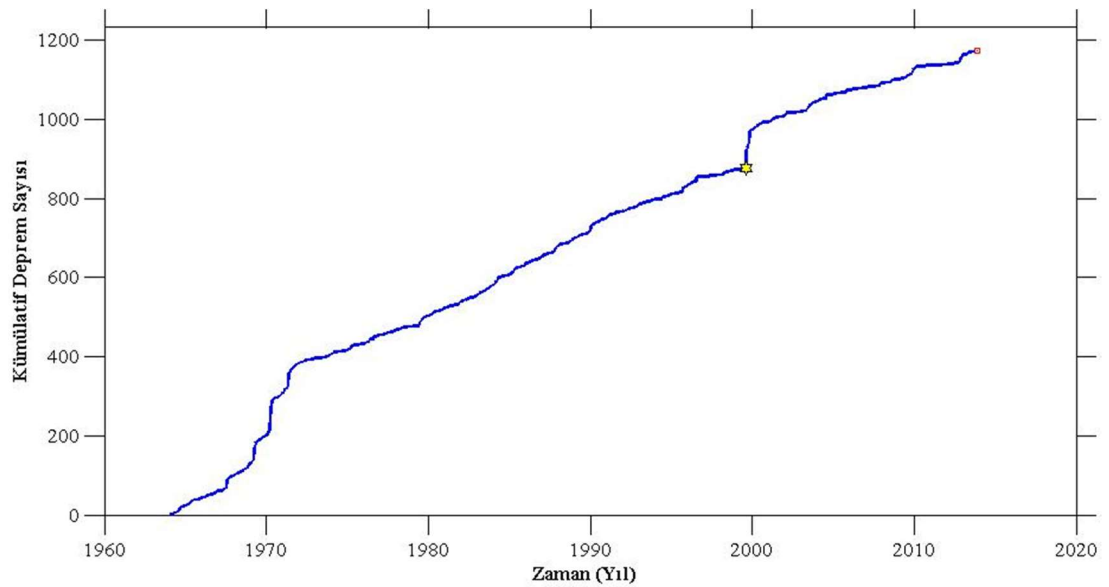
Şekil 4.5. 1964-1998 yılları arasında meydana gelen depremler için güvenilir alt magnitüd sınırı ($M_c=4.9$)



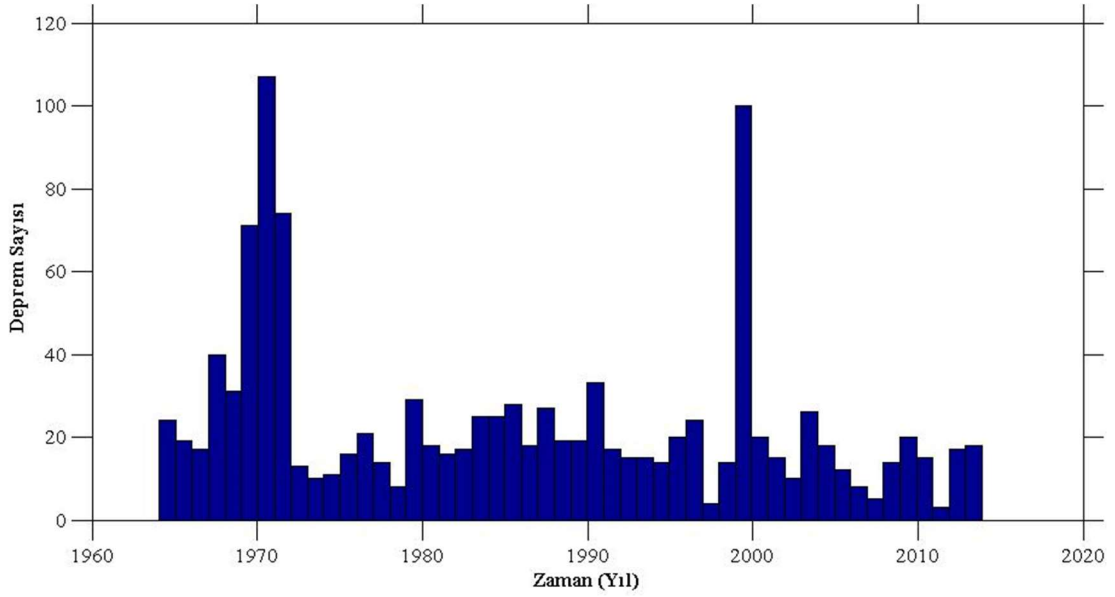
Şekil 4.6. 1999-2015 yılları arasında meydana gelen depremler için güvenilir alt magnitüd sınırı ($M_c=4.3$)

Güvenilir alt magnitüd sınırını veren M_c magnitüd değerinin yıllar içerisindeki değişimi 1999 Gölçük depreminden sonra bölgedeki kayıt istasyon sayısının artması sonucunda daha küçük magnitüdlü depremlerin de kataloglara girmesinden kaynaklanmaktadır.

Şekil 4.4, 4.5 ve 4.6'dan elde edilen sonuçlara göre inceleme yapılan yıl aralığında aktivite artışına yönelik yorum yapabilmek için 4.9 ve 4.9'dan büyük depremlerin yıllara göre dağılımının incelenmesinin daha doğru olacağı görülmüştür (Şekil 4.7 ve Şekil 4.8).

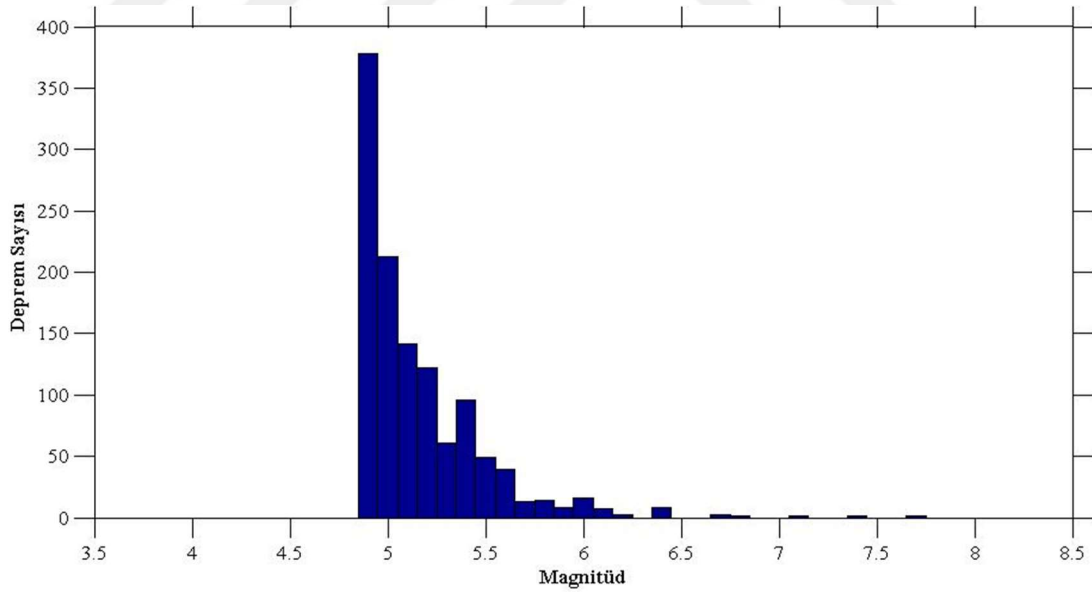


Şekil 4.7. 1964-2015 yılları arasında meydana gelen $M_c \geq 4.9$ olan depremlerin yıllara göre kümülatif dağılımı



Şekil 4.8. 1964-2015 yılları arasında meydana gelen $M_c \geq 4.9$ olan depremlerin yıllara göre normal dağılımı

Yine aynı şekilde 4.9 ve 4.9'dan büyük depremlerin dağılımı da belirlenmiştir (Şekil 4.9).

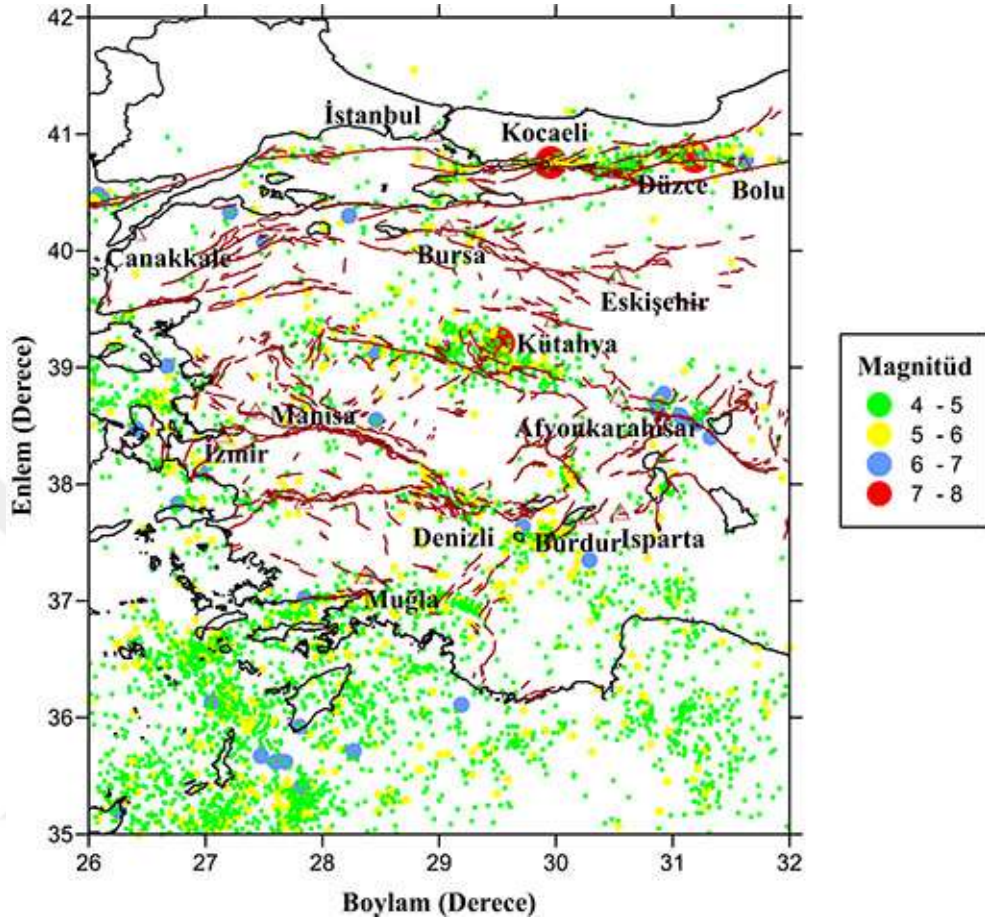


Şekil 4.9. 1964-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin magnitüd dağılımı ($M_c \geq 4.9$)

Depremlerin uzaysal dağılımı

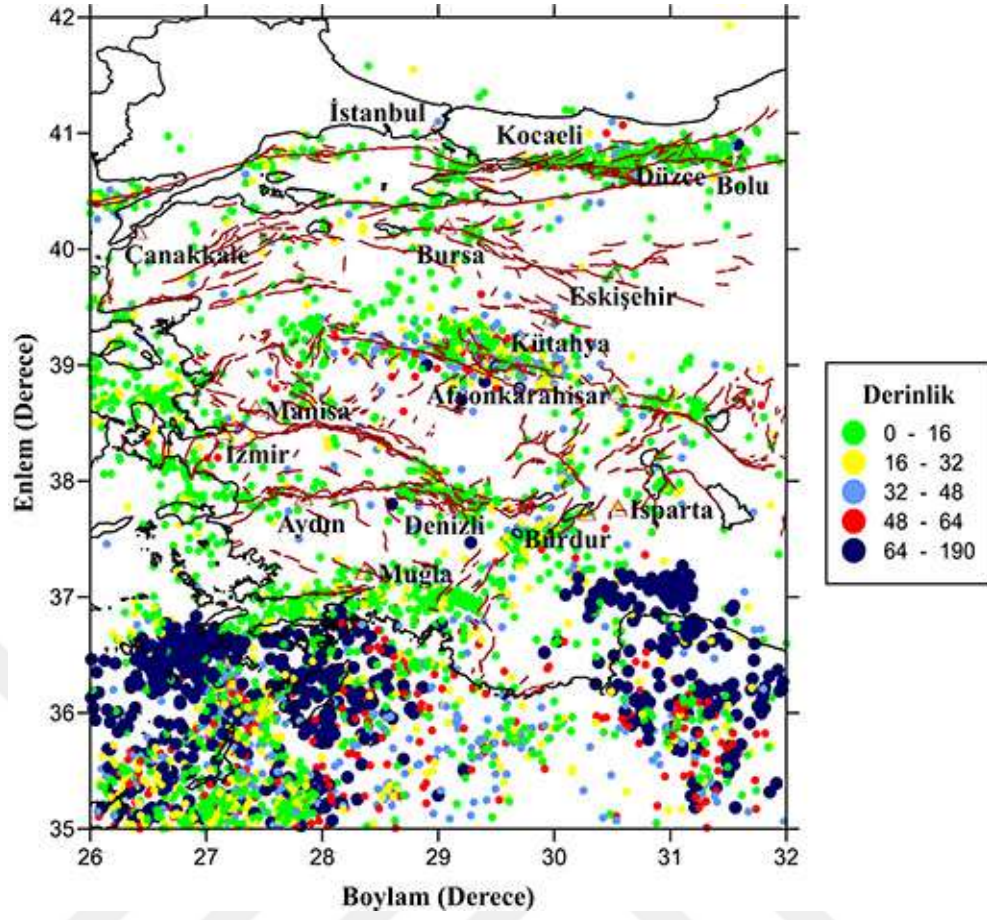
Çalışma alanı içerisinde 1964-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin %82.2'si 4-5 magnitüd değerleri arasında; %17'si 5-6 magnitüd değerleri arasında;

%0.8'i 6-7 magnitüd değerleri arasında ve %0.001'i ise 7-8 magnitüd değerleri arasında yer almaktadır (Şekil 4.10).

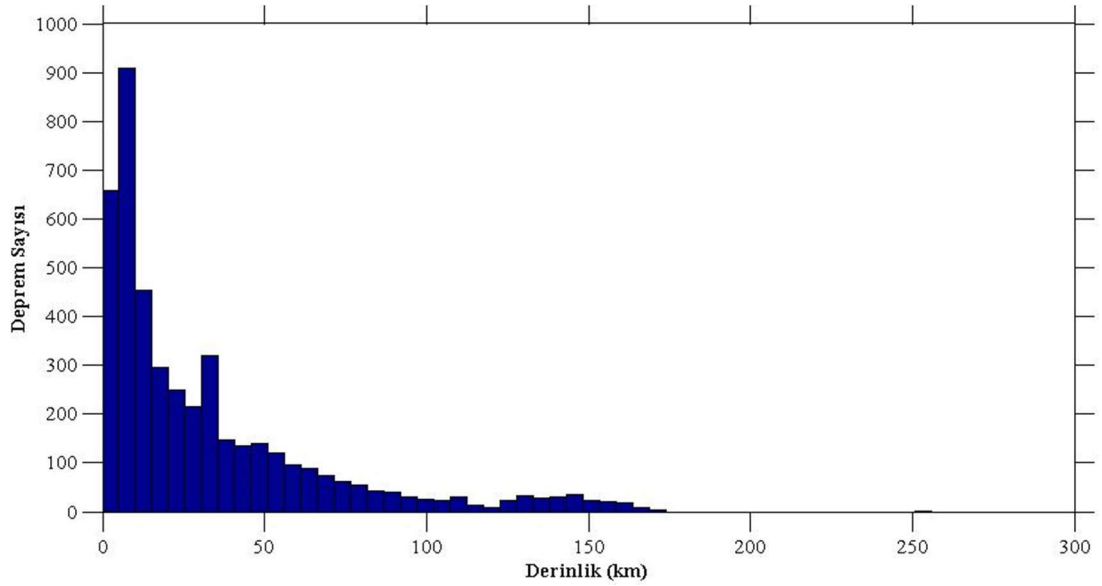


Şekil 4.10. 1964-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin episantr dağılım haritası ($M_w \geq 4.0$)

Depremlerin derinlik dağılımı incelendiği zaman ise 1964-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin %46'sının 0-16 km derinlikte; %17.2'sinin 16-32 km derinlikte; %13.6'sının 32-48 km derinlikte; %8.1'inin 48-64 km derinlikte ve %15.1'inin de 64-190 km derinlikte meydana geldiği gözlenmiştir (Şekil 4.11). Depremlerin derinlik histogramı da belirlenmiştir (Şekil 4.12).

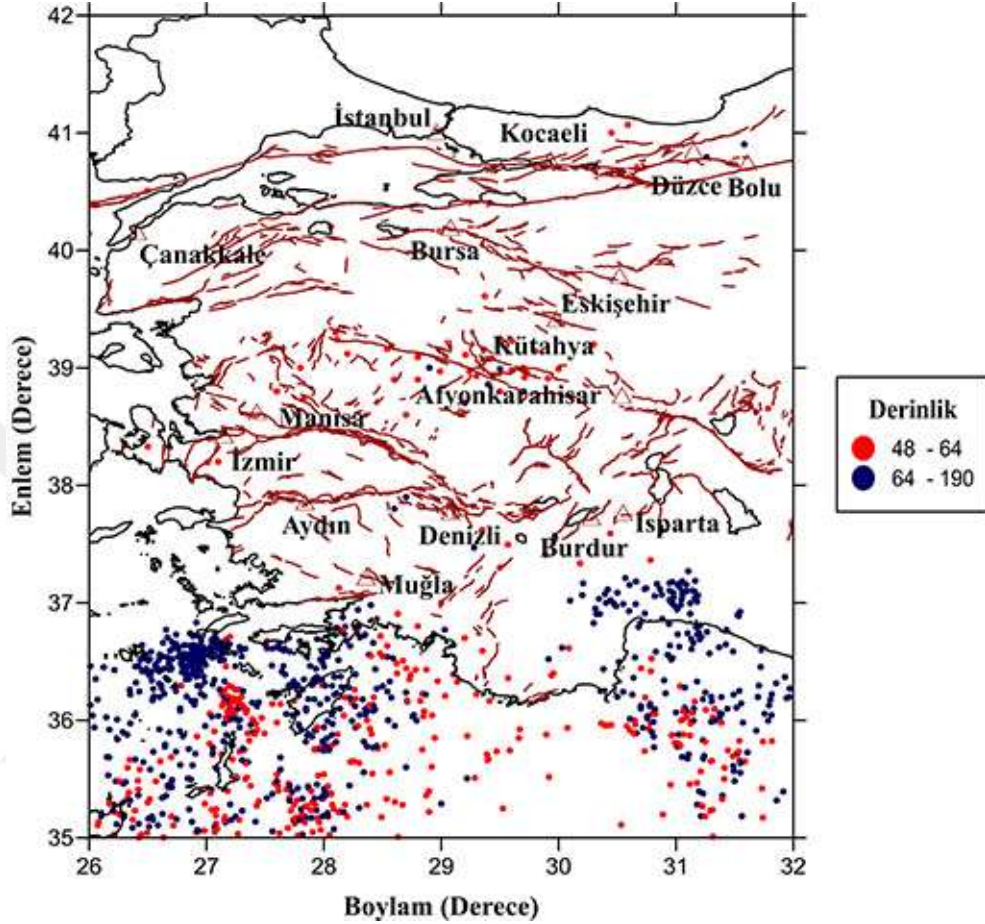


Şekil 4.11. 1964-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin derinlik dağılım haritası ($M_w \geq 4.0$)



Şekil 4.12. 1964-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin derinlik histogramı (km)

Çalışma alanı içerisinde genellikle sığ odaklı depremler meydana gelirken Ege Açıkları (Fethiye, Rodos ve Girit) ve Antalya Körfezi'nde derin depremler (64-190 km) gözlenmiştir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. 1964-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin derinlik dağılım haritası (48-190 km derinlikleri arası için)

Depremsellik parametreleri

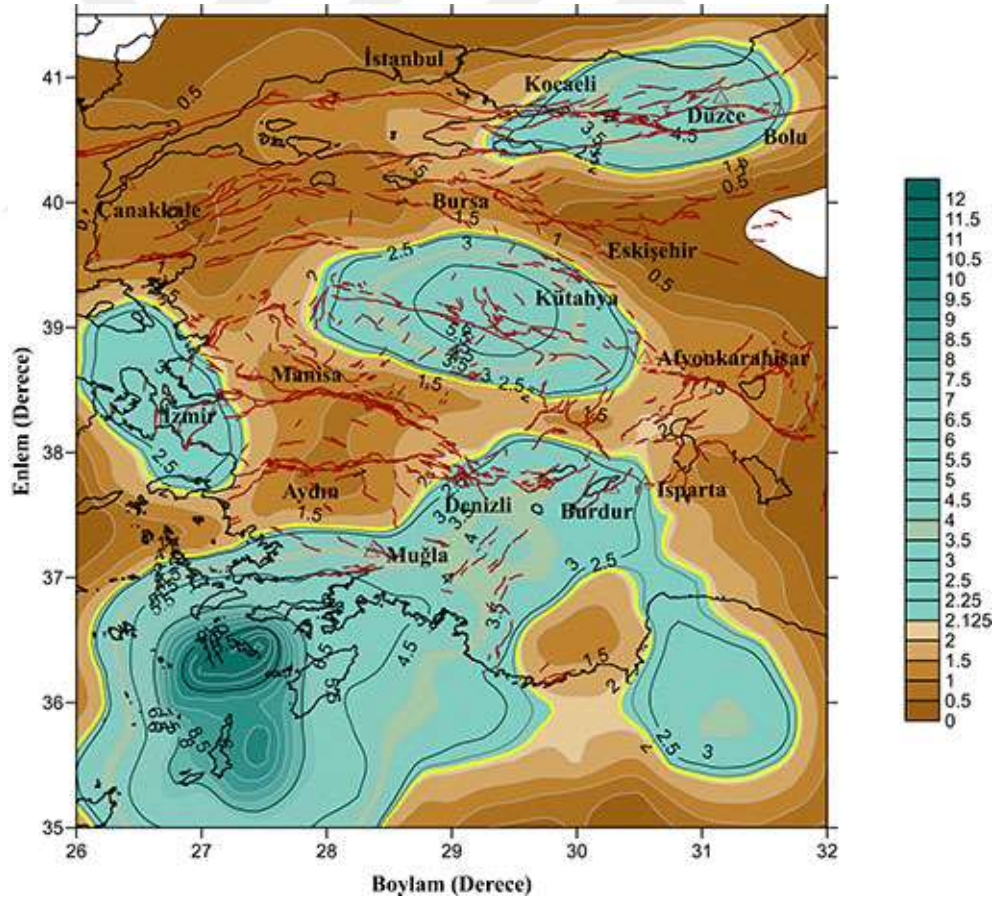
Bir bölgenin depremselliğini yansıtan en önemli parametreler; deprem aktivite oranı “ λ ”, Gutenberg-Richter bağıntısındaki “ b ” parametresi ve en büyük bölgesel magnitüd “ m_{max} ” değeridir.

Yapılan tez çalışmasında depremsellik parametrelerinin belirlenebilmesi ve haritalanabilmesi için çalışma alanı 725 ($0.25^\circ K \times 0.25^\circ D$ $r=0.25$) alt bölgeye ayrılmıştır. Her bir alt bölge için depremsellik parametreleri hesaplanmış ve kullanılan yöntemler birbiri ile karşılaştırılmıştır. Ancak inceleme yapılan herhangi

bir alt bölgede yeterli sayıda depremin (10 depremden daha az deprem bulunması durumu) bulunamaması durumunda gerekli hesaplamalar yapılamadığı için o alt bölge değerlendirme dışında bırakılmıştır.

Yapılan hesaplamalar sonucunda oluşturulan depremsellik parametreleri dağılım haritalarında elde edilen ortalama değer sarı renkli çizgi ile gösterilirken daha düşük değere sahip alanlar koyu renk daha yüksek değere sahip alanlar ise gittikçe koyulaşan açık renk dağılımı ile belirtilmiştir.

Çalışma alanının deprem etkinliğinin ortaya konulabilmesi amacıyla öncelikle deprem aktivite oranı “ λ ” değeri belirlenmiş ve de 629 alt bölgede $\lambda_{\min}=0.07$, $\lambda_{\max}=11.87$ ve $\lambda_{\text{ort}}=2.45$ olarak hesaplanan “ λ ” değeri dağılım haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.14).

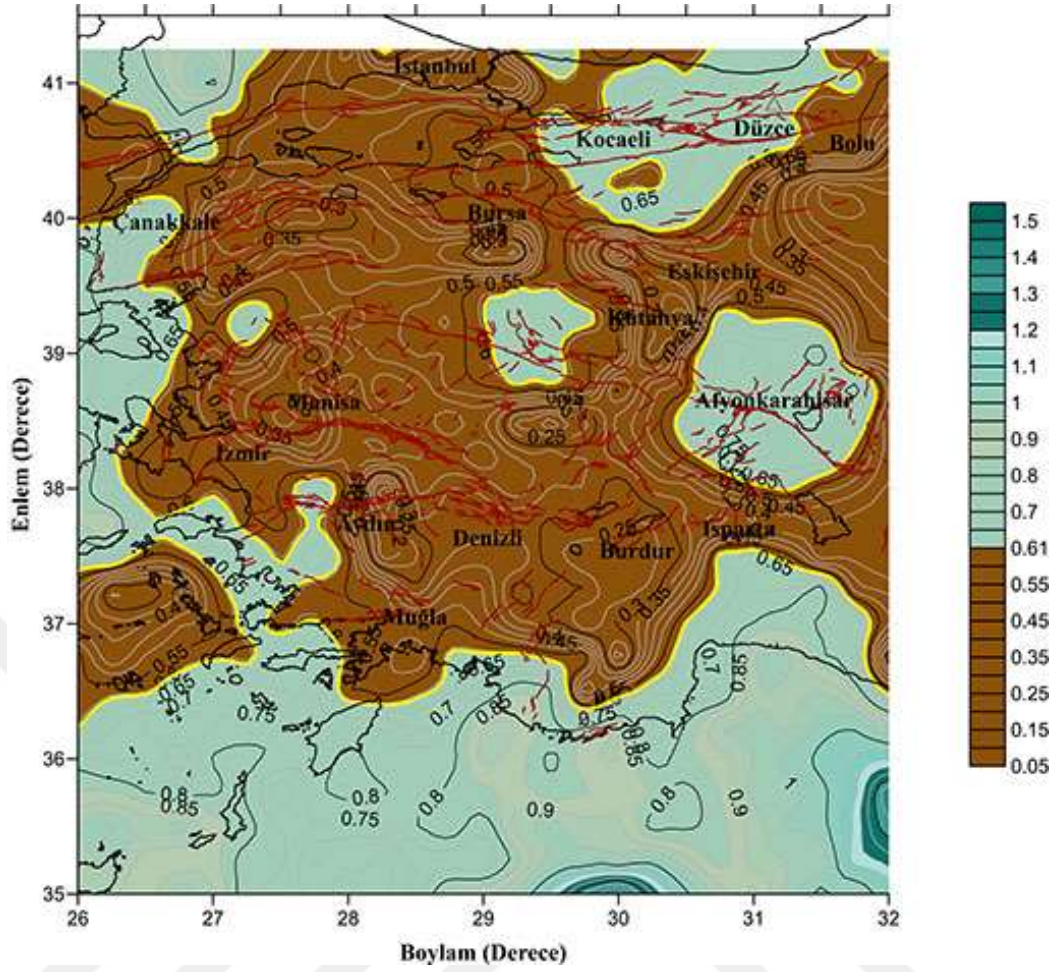


Şekil 4.14. Uluslararası katalog için çalışma alanı deprem aktivite oranı haritası

Deprem aktivite oranı hesaplamasında esas alınan ölçüt inceleme yapılan alt bölgede meydana gelen deprem sayısı/yıl sayısı kavramıdır. Bu nedenle “ λ ” değerinin büyük olması bölgedeki deprem etkinliğinin fazla olduğunu göstermektedir. Çalışma alanı içerisinde önemli depremlere ev sahipliği yapan alanların ortalama “ λ ” değerinden daha büyük değere sahip alanlarla (Kocaeli, Düzce, Bolu, İzmir, İzmir Körfezi ve açıkları, Kütahya ve çevresi, Ege açıkları, Muğla, Denizli, Burdur, Isparta ve Antalya Körfezi açıkları) paralellik göstermesi elde edilen dağılım haritasının doğruluğuna işaret etmektedir.

“ λ ” değerinin belirlenmesinden sonra bölgenin tektoniğinin ve sismisitesinin tanımlanmasında önemli bir parametre olan “ b ” değerinin farklı yöntemler kullanılarak hesaplanmasıyla oluşturulan dağılım haritalarının bölgenin tektonik ve sismisitesi ile uyumu incelenerek bölge için en uygun dağılımı veren yöntem belirlenmeye çalışılmıştır.

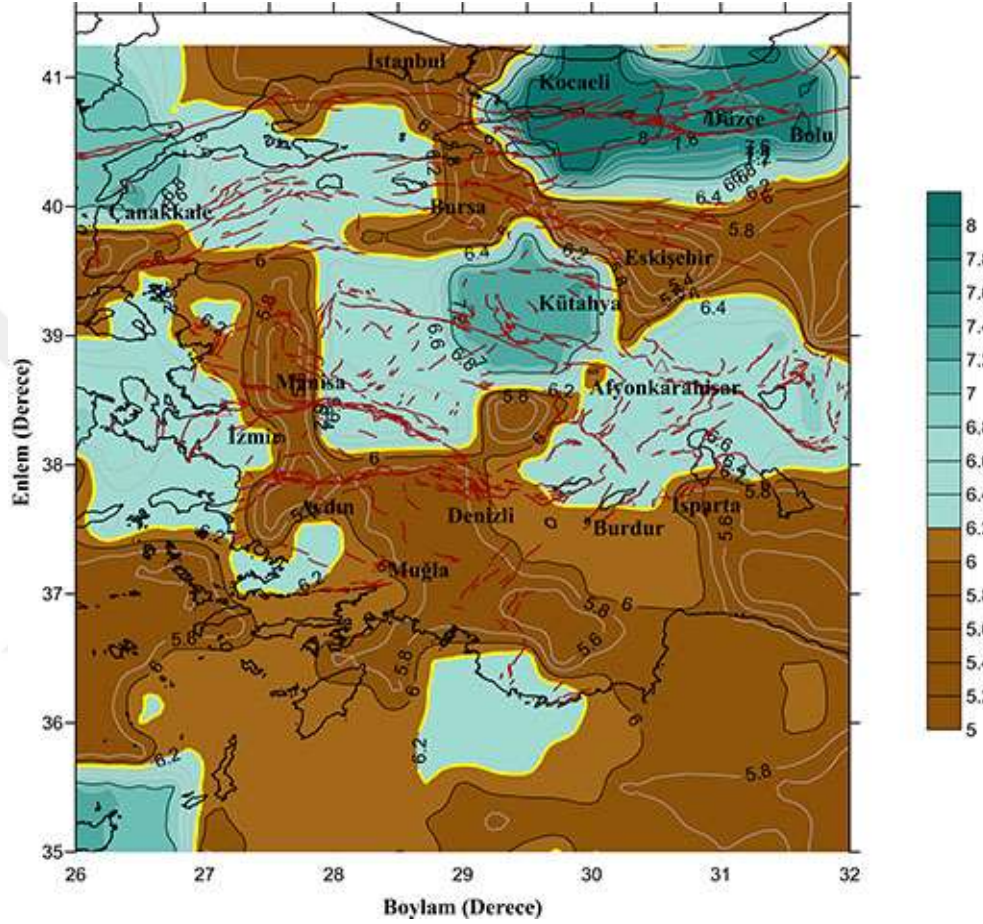
Çalışma alanı içerisinde “ b ” değerinin hesaplanması ve haritalanmasında kullanılan ilk yöntem olan EKK yönteminden elde edilen sonuçlara göre 596 alt bölgede $b_{min}=0.02$, $b_{max}=1.52$ ve $b_{ort}=0.61$ olarak bulunmuştur. “ b ” değeri dağılım haritasının incelenmesi sonucunda çalışma alanının bilinen deprem geçmişiyle İzmir ve çevresi, Denizli, Burdur gibi alanlarda bir uyum yakalanırken Ege açıkları, Antalya Körfezi, Afyonkarahisar ve çevresi, Kocaeli ve Düzce civarı gibi alanlarda bu uyum gözlenememiştir. Özellikle 15 Aralık 2000 ($M_w=6.0$) ve 3 Şubat 2002 ($M_w=6.5$ ve $M_w=5.8$) tarihlerinde önemli depremlerin yaşandığı Afyonkarahisar, 17 Ağustos 1999 ($M_w=7.4$) ve 12 Kasım 1999 ($M_s=7.5$) depremlerinin yaşandığı alanların yüksek “ b ” değeri vermesi EKK yönteminin eksikliklerini göstermektedir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Uluslararası katalog için En Küçük Kareler yöntemine göre çalışma alanı “b” değeri dağılım haritası

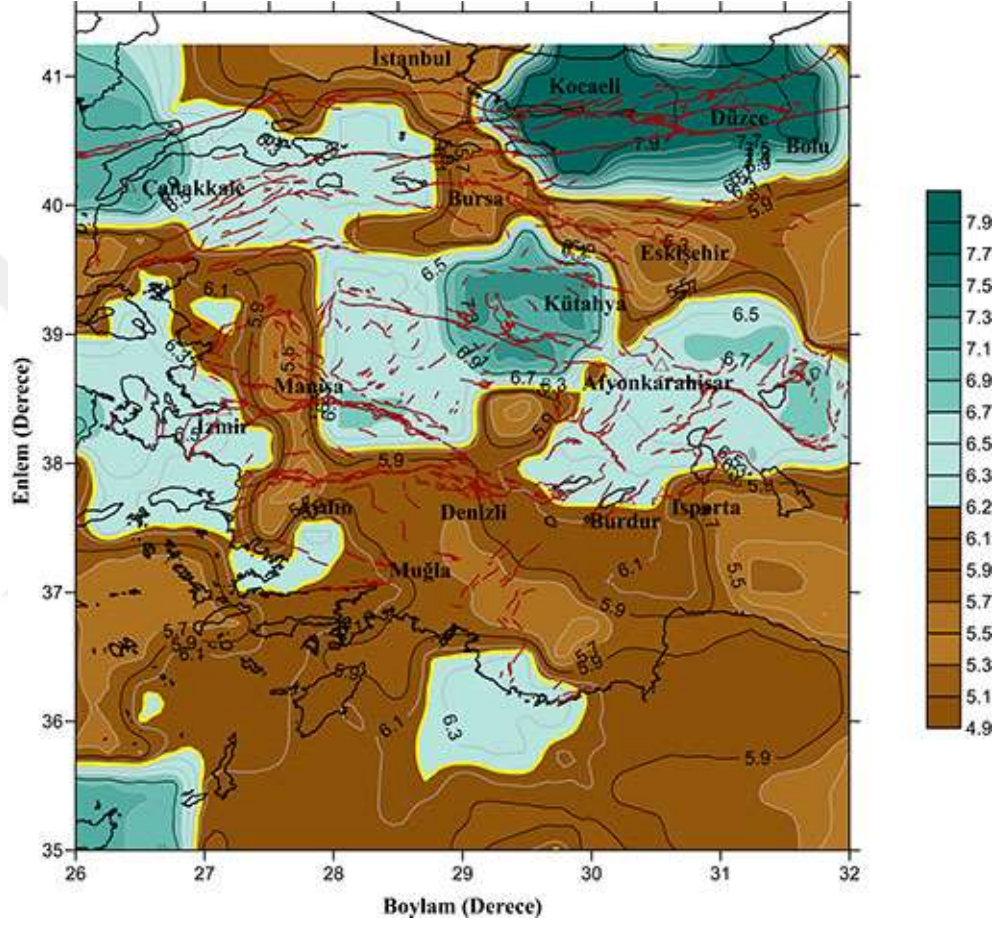
Çalışma alanında “b” değerinin belirlenebilmesi için kullanılan bir diğer yöntem olan EBO yöntemine göre 629 alt bölge için $b_{min}=0.43$, $b_{max}=1.80$ ve $b_{ort}=0.82$ olarak hesaplanmış ve “b” değeri dağılım haritası oluşturulmuştur. Bu sonuçlara göre oluşturulan “b” değeri dağılım haritasının incelenmesiyle genel olarak EBO yönteminden elde edilen “b” değeri dağılım haritasının EKK yöntemi kullanılarak oluşturulan “b” değeri dağılım haritasına göre bölge için daha uyumlu olduğu görülmüştür. Oluşturulan haritada Eskişehir ve civarı, Ege açıkları, Antalya Körfezi açıkları büyük “b” değerine ve dolayısı ile de düşük gerilme değerlerine sahip alanlar olarak görülmektedirler. Ancak Fethiye, Rodos ve Girit’i kapsayan Ege açıklarında ve Antalya Körfezi’nde görülen yüksek “b” değerlerinin bölgenin deprem geçmişi ile örtüşmemesi ve düşük gerilme alanı içerisinde karakterize edilmeleri yöntemin güvenilirliğini sarsmaktadır. Sonuç olarak EBO yöntemi kullanılarak oluşturulan “b”

“ m_{max} ” değerinin hesaplanması ve haritalanması için ikinci yöntem olarak Kijko-Sellevoll yöntemi (Cramer yaklaşımı) kullanılmıştır. 596 alt bölge için yapılan hesaplamalar sonucunda bölge için beklenen en büyük bölgesel magnitüd “ m_{max} ” değeri 8.2, en küçük “ m_{max} ” değeri 5.0 ve ortalama “ m_{max} ” değeri ise 6.2 olarak bulunmuş ve haritalanmıştır (Şekil 4.19).



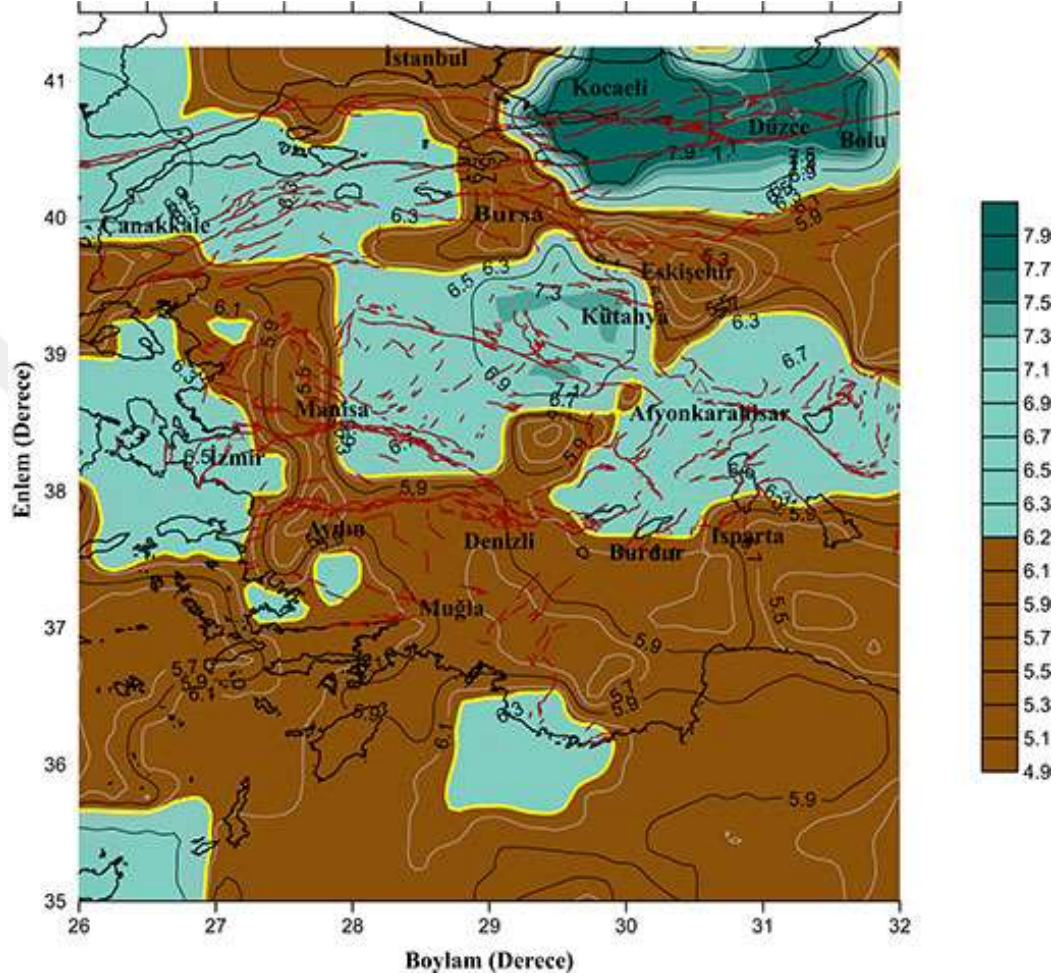
Şekil 4.19. Uluslararası katalog için En Büyük Olasılık yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Kijko-Sellevoll (Cramer yaklaşımı) yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası

Kullanılan bir diğer yöntem olan Kijko-Sellevoll yönteminden (Kesin çözüm) elde edilen sonuçlara göre 596 alt bölge için “ m_{max} ” değeri 8.0 olarak hesaplanmıştır. Kijko-Sellevoll yönteminden (Kesin çözüm) elde edilen sonuçlara göre çalışma için beklenen en küçük “ m_{max} ” değeri 4.9 olarak bulunurken ortalama “ m_{max} ” değeri ise 6.2 olarak hesaplanmış ve “ m_{max} ” değeri dağılım haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.20).



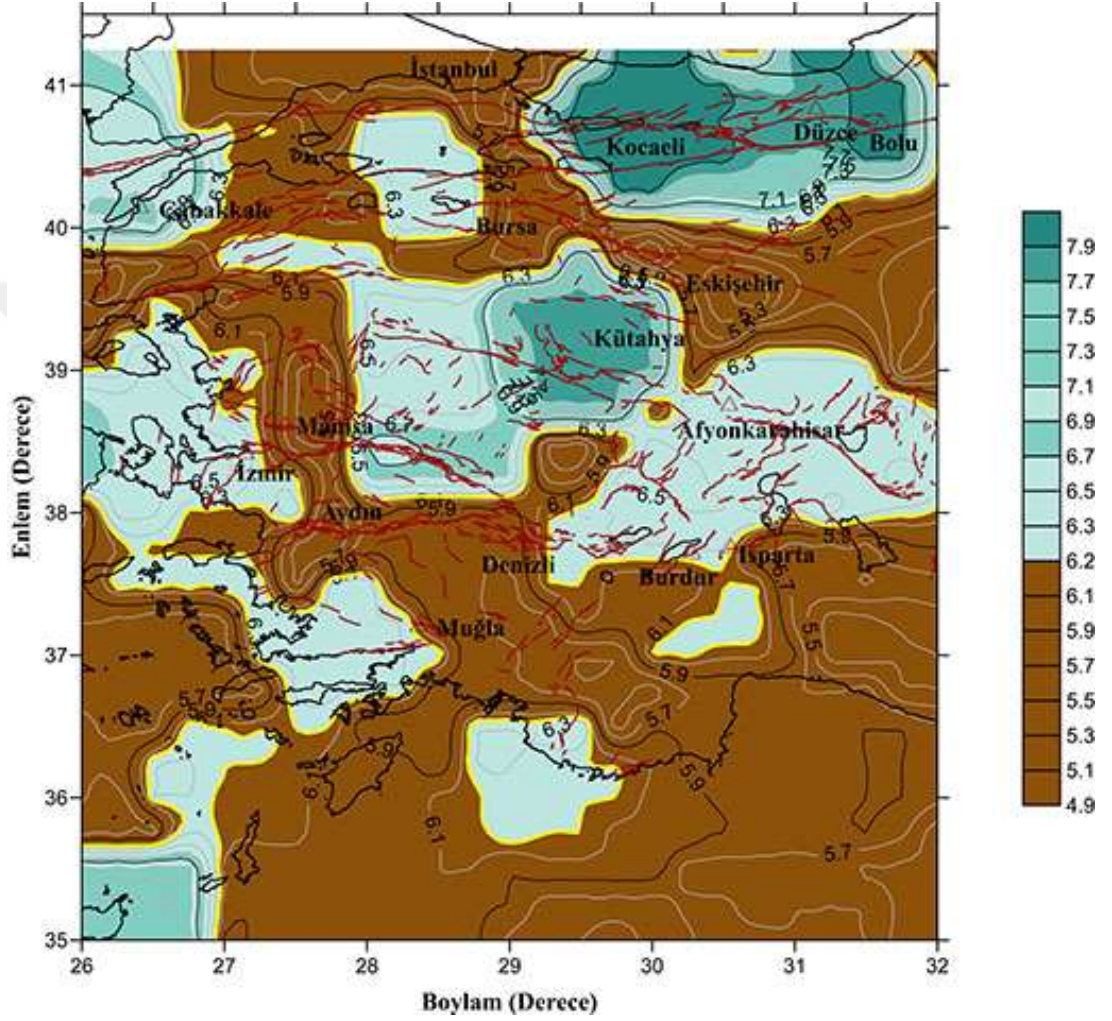
Şekil 4.20. Uluslararası katalog için En Büyük Olasılık yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Kijko-Sellevoll (Kesin çözüm) yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası

Bir diğer yöntem olarak da 596 alt bölge için Kijko-Sellevoll-Bayes yöntemi kullanılmış ve “ m_{max} ” değeri 8.1 olarak hesaplanmış ve “ m_{max} ” değeri dağılım haritası oluşturulmuştur. Çalışma alanı için beklenen en küçük “ m_{max} ” değeri 4.9 ve ortalama “ m_{max} ” değeri ise 6.2 olarak bulunmuştur (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. Uluslararası katalog için En Büyük Olasılık yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Kijko-Sellevoll-Bayes yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası

“ m_{max} ” değerinin belirlenmesi için kullanılan son yöntem olan Robson-Whitlock-Cooke’den elde edilen sonuçlara göre 596 alt bölgede $m_{max}= 8.0$ olarak bulunmuş ve bu sonuca göre de “ m_{max} ” değeri dağılım haritası yapılmıştır. Tate-Pisarenko yönteminden elde edilen sonuçlara göre çalışma için beklenen en küçük “ m_{max} ” değeri 4.9 ve ortalama “ m_{max} ” değeri ise 6.2 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.24).



Şekil 4.24. Uluslararası katalog için En Büyük Olasılık yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Robson-Whitlock-Cooke yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası

Elde edilen “ m_{max} ” değeri dağılım haritalarının incelenmesi sonucunda haritaların genel olarak birbirleriyle uyumlu olduğu görülmüştür. Özellikle bölge için son yılların önemli depremleri olarak kabul edilen 1999 Gölçük ve Düzce Depremleri, 2000-2002 Afyon Depremleri, 2011 Kütahya Depremlerinin meydana geldikleri bölgelerin yüksek “ m_{max} ” değeri ile karakterize edilmeleri kullanılan katalogun ve

yöntemlerin hem birbirleri ile hem de bölgenin bilinen deprem geçmişi ile uyumlu olduğunu ifade etmektedir.

Oluşturulan “ m_{max} ” değeri dağılım haritalarının değerlendirilmesiyle bölgenin genel olarak yüksek deprem aktivitesine sahip olduğu bu nedenle de $M_w=4.9$ ve $M_w=5.0$ büyüklüğündeki depremlerin bölge için sık yaşanan sıradan bir durum olduğu görülmektedir. Yine benzer şekilde $M_w=6.2$ ve $M_w=6.3$ büyüklüğündeki depremlerin de bölge için ortalama bir büyüklük olduğunu söylemek mümkündür (Çizelge 4.2).

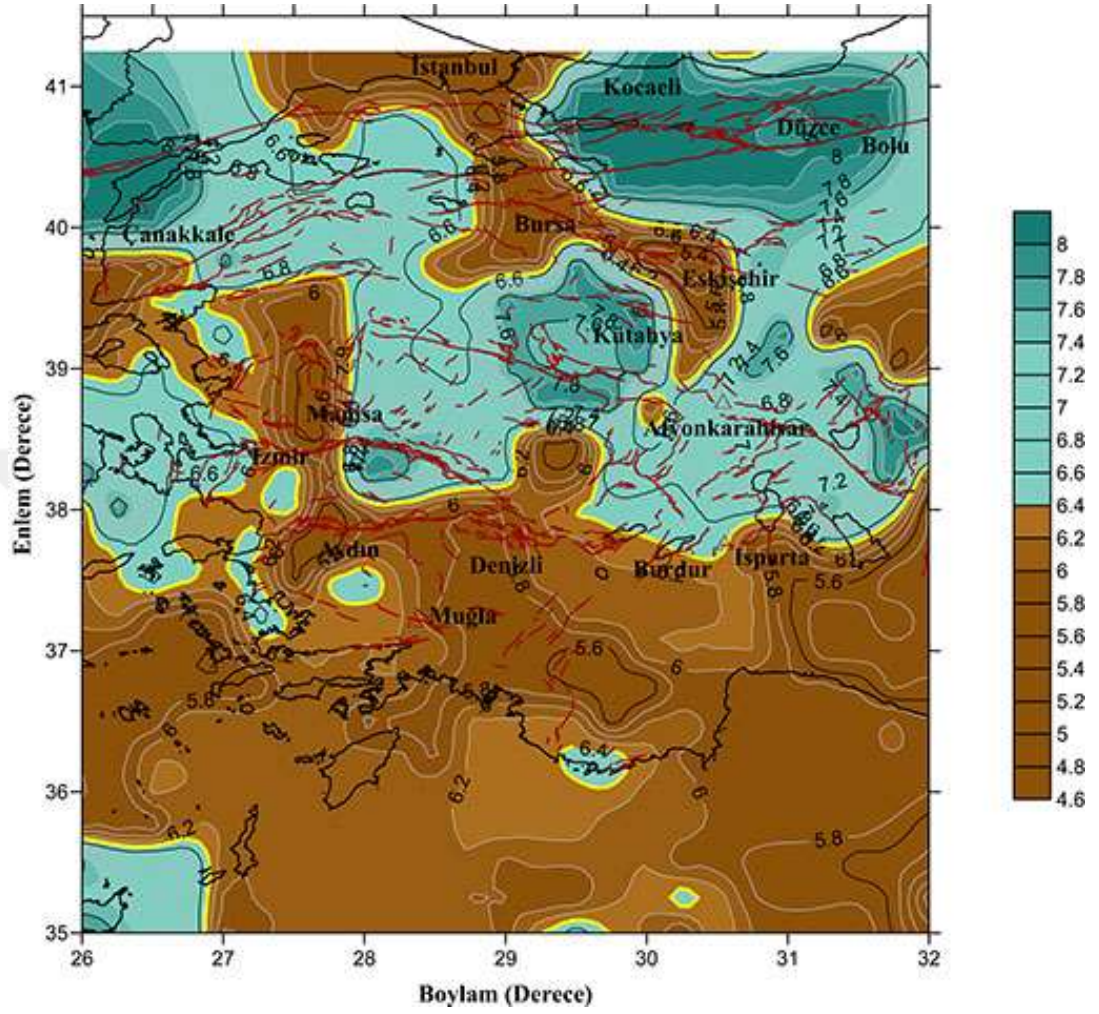
Çizelge 4.2. En Büyük Olasılık yönteminden elde edilen “b” değerlerine göre uluslararası katalog için elde edilen “ m_{max} ” değerleri

Kullanılan Yöntem	En küçük “ m_{max} ” değeri	En büyük “ m_{max} ” değeri	Ortalama “ m_{max} ” değeri
Tate-Pisarenko	$M_w = 5.0$	$M_w = 8.2$	$M_w = 6.3$
Kijko-Sellevoll (Cramer yaklaşımı)	$M_w = 5.0$	$M_w = 8.2$	$M_w = 6.2$
Kijko-Sellevoll (Kesin çözüm)	$M_w = 4.9$	$M_w = 8.0$	$M_w = 6.2$
Tate-Pisarenko-Bayes	$M_w = 5.0$	$M_w = 8.0$	$M_w = 6.3$
Kijko-Sellevoll-Bayes	$M_w = 4.9$	$M_w = 8.1$	$M_w = 6.2$
Robson-Whitlock	$M_w = 4.9$	$M_w = 8.0$	$M_w = 6.3$
Robson-Whitlock-Cooke	$M_w = 4.9$	$M_w = 8.0$	$M_w = 6.2$

Çalışma alanı için “ m_{max} ” değeri EBO yönteminden sonra KT yönteminden elde edilen “b” değerleri kullanılarak Robson-Whitlock ve Robson-Whitlock Cooke yöntemleri dışında 3.2.1 numaralı bölümde ayrıntılı bir şekilde verilen beş farklı yöntem ile tekrar hesaplanmış ve dağılımları haritalanmıştır. Robson-Whitlock ve Robson-Whitlock-Cooke yöntemleri KT yönteminin prensibi ile uyuşmadığı için bu aşamada değerlendirmeye alınmamıştır.

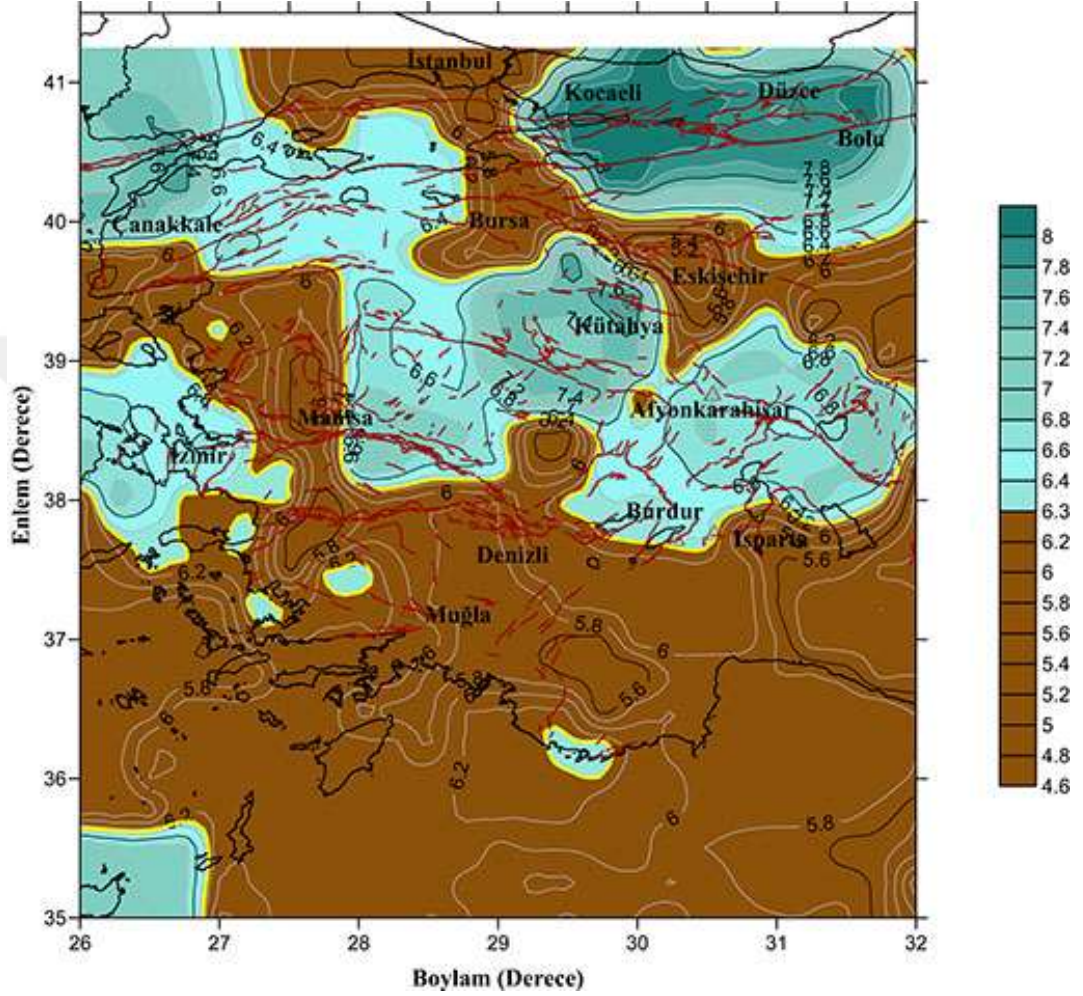
KT yönteminden elde edilen “b” değerine bağlı olarak “ m_{max} ” değeri ilk olarak Tate-Pisarenko yöntemi kullanılarak hesaplanmış ve de 559 alt bölge için “ m_{max} ” değeri 8.2, en küçük “ m_{max} ” değeri 4.6 ve ortalama “ m_{max} ” değeri ise 6.4 olarak bulunmuş

ve elde edilen bu sonuçlara göre “ m_{max} ” değeri dağılım haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.25).



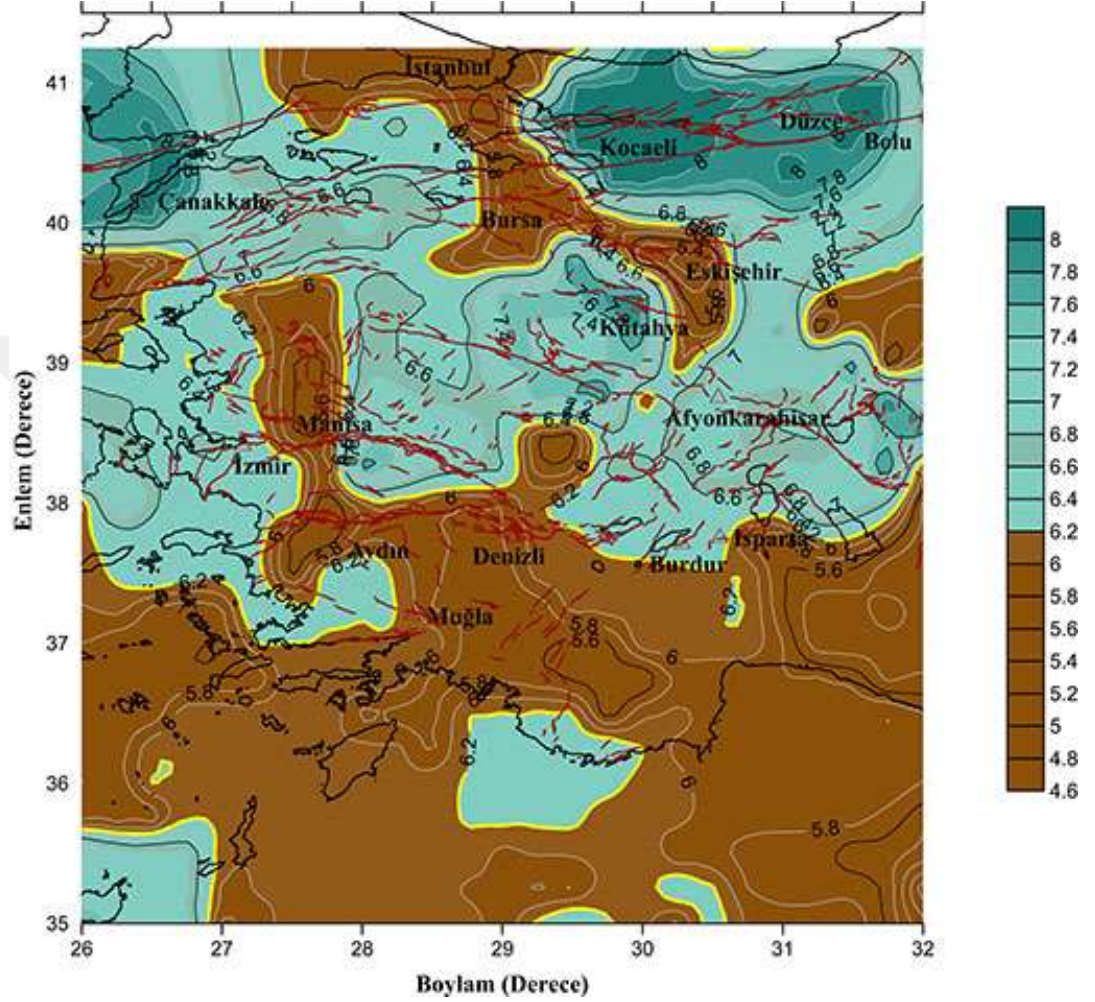
Şekil 4.25. Uluslararası katalog için Kal-Tek yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Tate-Pisarenko yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası

“ m_{max} ” değerinin belirlenmesi için 559 alt bölgede kullanılan bir diğer yöntem ise Kijko-Sellevoll (Cramer yaklaşımı) yöntemidir. Yapılan hesaplamalar sonucunda “ m_{max} ” değeri 8.0, en küçük “ m_{max} ” değeri 4.6 ve ortalama “ m_{max} ” değeri ise 6.3 olarak bulunmuş ve haritalanmıştır (Şekil 4.26).



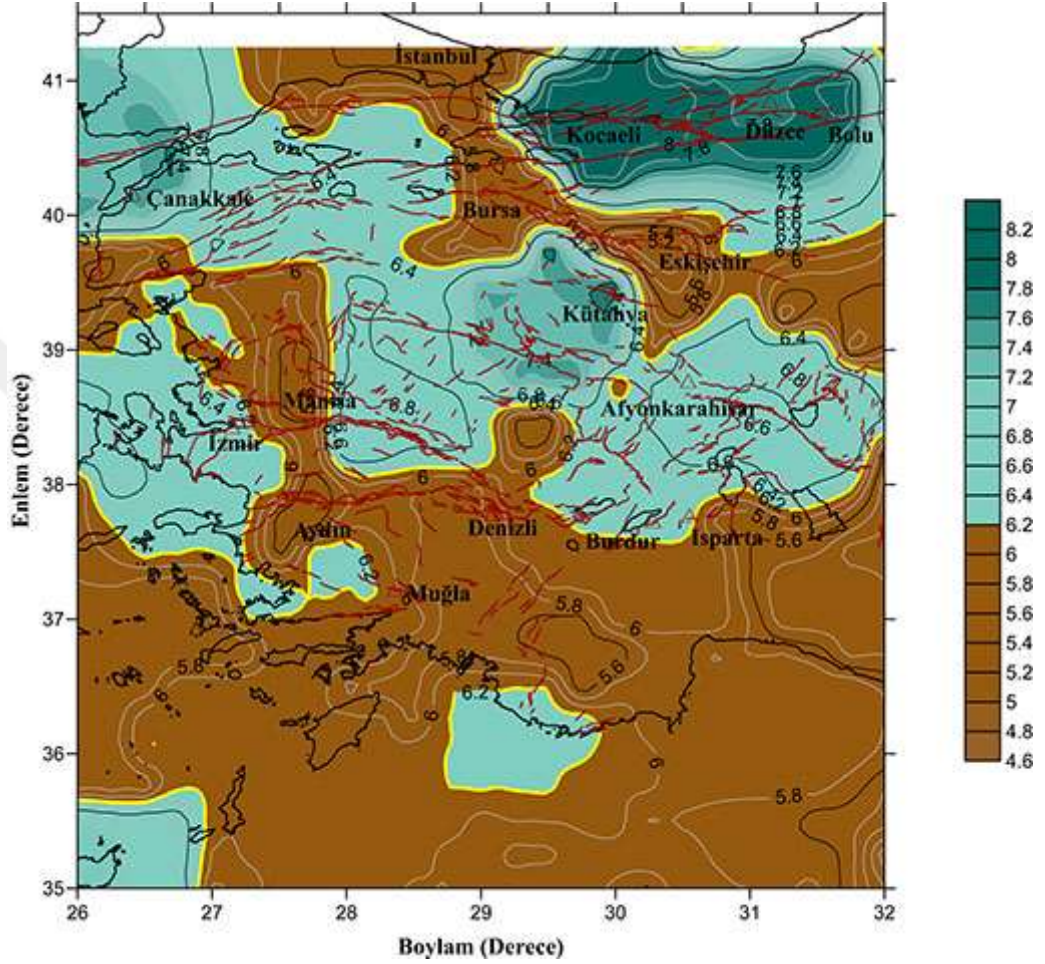
Şekil 4.26. Uluslararası katalog için Kal-Tek yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Kijko-Sellevoll (Cramer yaklaşımı) yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası

“ m_{max} ” değeri Tate-Pisarenko-Bayes yöntemine göre hesaplandığı zaman ise 559 alt bölge için 8.2 olarak bulunmuştur. Çalışma alanı içerisinde beklenen en küçük “ m_{max} ” değeri 4.6 olarak elde edilirken ortalama “ m_{max} ” değeri ise 6.2 olarak bulunmuştur (Şekil 4.28).



Şekil 4.28. Uluslararası katalog için Kal-Tek yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Tate-Pisarenko-Bayes yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası

Kullanılan son yöntem olan Kijko-Sellevoll-Bayes'den elde edilen sonuçlara göre 559 alt bölge için $m_{max}=8.2$ olarak bulunmuş ve bu sonuca göre de “ m_{max} ” değeri dağılım haritası yapılmıştır. çalışma için beklenen en küçük “ m_{max} ” değeri 4.6 olarak bulunurken ortalama “ m_{max} ” değeri ise 6.2 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.29).



Şekil 4.29. Uluslararası katalog için Kal-Tek yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Kijko-Sellevoll-Bayes yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası

Oluşturulan “ m_{max} ” dağılım haritalarının incelenmesi sonucunda ortalama “ m_{max} ” değerlerine bağlı olarak genel anlamda birbiri ile uyumlu dağılımların elde edildiği görülmektedir.

Yapılan hesaplamalar sonucunda bölge için $M_w=4.6$ büyüklüğündeki depremlerin sıklıkla gerçekleşen bir olay olduğu ve $6.1 \leq M_w \leq 6.4$ aralığındaki deprem büyüklüklerinin ise bölge için ortalama değerler olduğu görülmektedir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Kal-Tek yönteminden elde edilen “b” değerlerine göre uluslararası katalog için elde edilen “ m_{max} ” değerleri

Kullanılan Yöntem	En küçük “ m_{max} ” değeri	En büyük “ m_{max} ” değeri	Ortalama “ m_{max} ” değeri
Tate-Pisarenko	$M_w = 4.6$	$M_w = 8.2$	$M_w = 6.4$
Kijko-Sellevoll (Cramer yaklaşımı)	$M_w = 4.6$	$M_w = 8.0$	$M_w = 6.3$
Kijko-Sellevoll (Kesin çözüm)	$M_w = 4.6$	$M_w = 8.0$	$M_w = 6.1$
Tate-Pisarenko-Bayes	$M_w = 4.6$	$M_w = 8.2$	$M_w = 6.2$
Kijko-Sellevoll-Bayes	$M_w = 4.6$	$M_w = 8.2$	$M_w = 6.2$

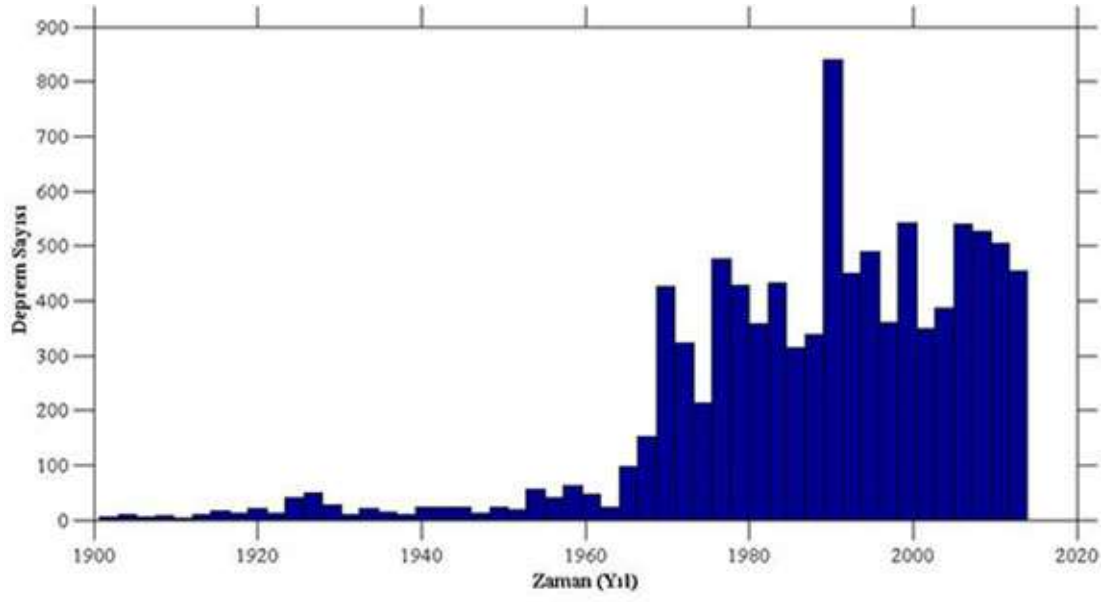
EBO yönteminden hesaplanan en küçük “ m_{max} ” değerleri ile kıyaslandığı zaman KT yönteminden elde edilen en küçük “ m_{max} ” değerlerinin daha düşük değerler aldığı buna bağlı olarak da ortalama “ m_{max} ” değerlerinin daha geniş aralıkta değişen değerler verdiği görülmektedir (Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3). Bu durum ise bölge için oluşturulan “ m_{max} ” dağılım haritalarının daha homojen bir yayılım göstermesine olanak sağlamıştır.

4.1.2. Ulusal katalogdan elde edilen bulgular

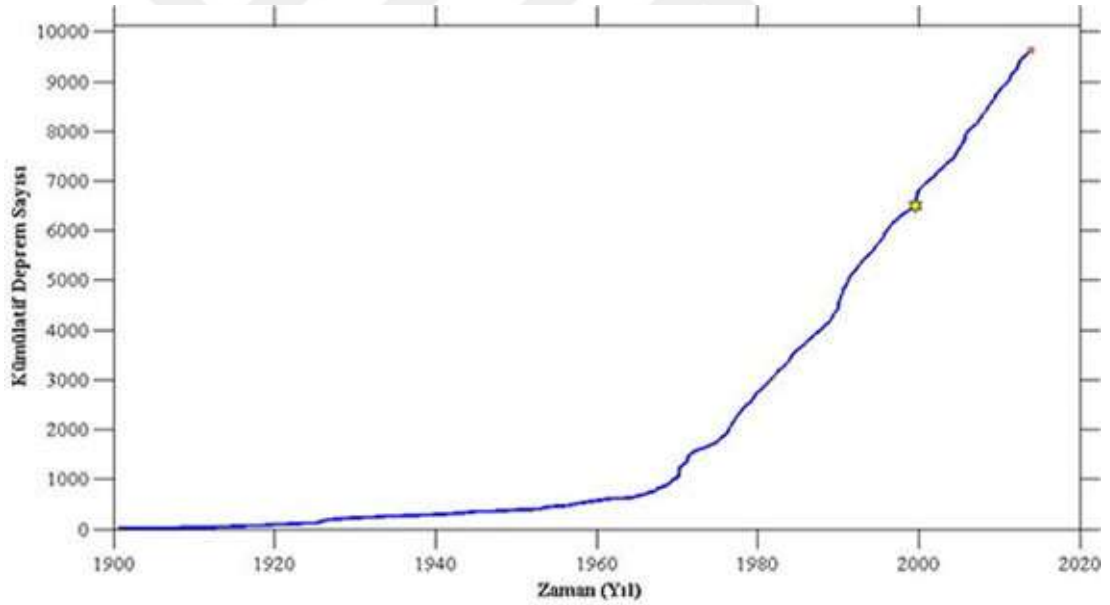
Bu bölümün ikinci basamağında 3.2.1. numaralı bölümde esas alınan kriterlere göre homojen hale getirilen ulusal katalog kullanılmıştır.

Depremlerin zamana göre dağılımı

Çalışmanın ikinci basamağında homojen hale getirilen ulusal katalogta bulunan 1900-2015 yılları arasında meydana gelmiş 9632 adet depremin zaman içerisindeki normal ve kümülatif dağılımı incelenmiştir (Şekil 4.30 ve Şekil 4.31).

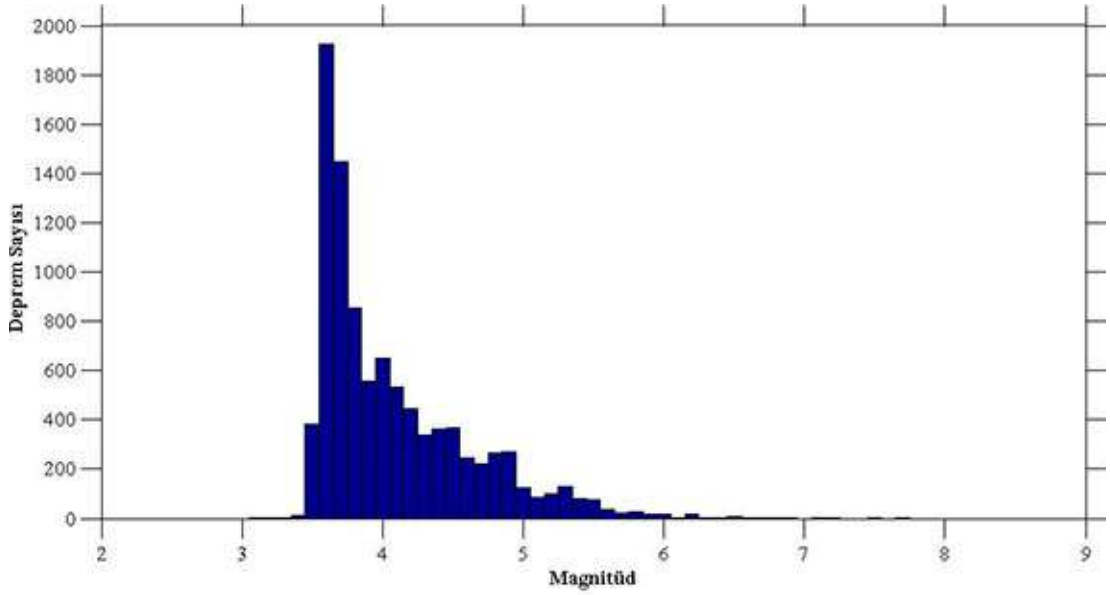


Şekil 4.30. 1900-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin yıllara göre normal dağılımı



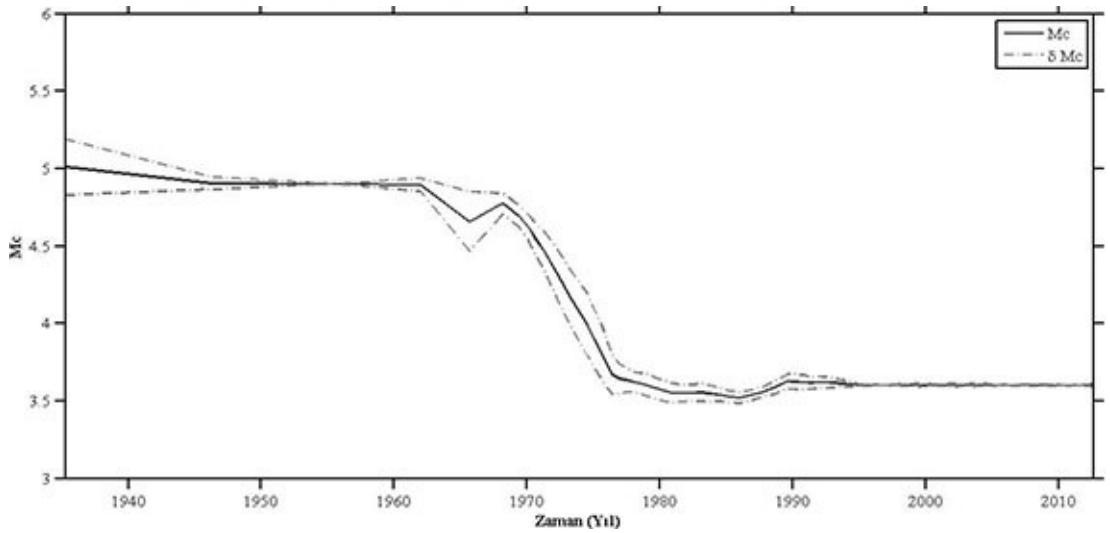
Şekil 4.31. 1900-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin yıllara göre kümülatif dağılımı

Depremlerin magnitüd dağılımı da belirlenmiştir (Şekil 4.32).



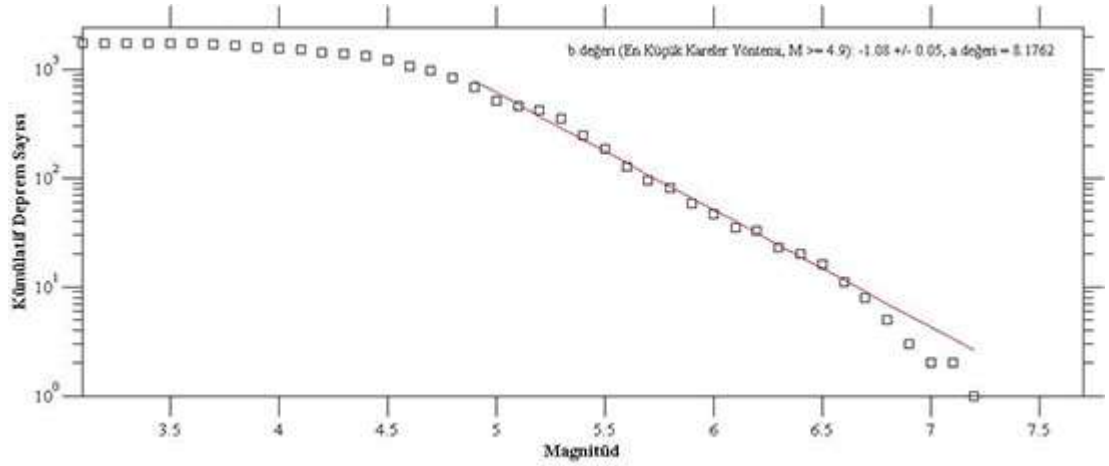
Şekil 4.32. 1900-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin magnitüd dağılımı

Normal (4.30) ve kümülatif (4.31) dağılım grafiklerinin doğru bir şekilde yorumlanabilmesi için 1900-2015 yılları arasında güvenilir alt magnitüd sınırını veren M_c magnitüd değerinin yıllar içerisindeki değişiminin incelenmesi gerekir (4.33).

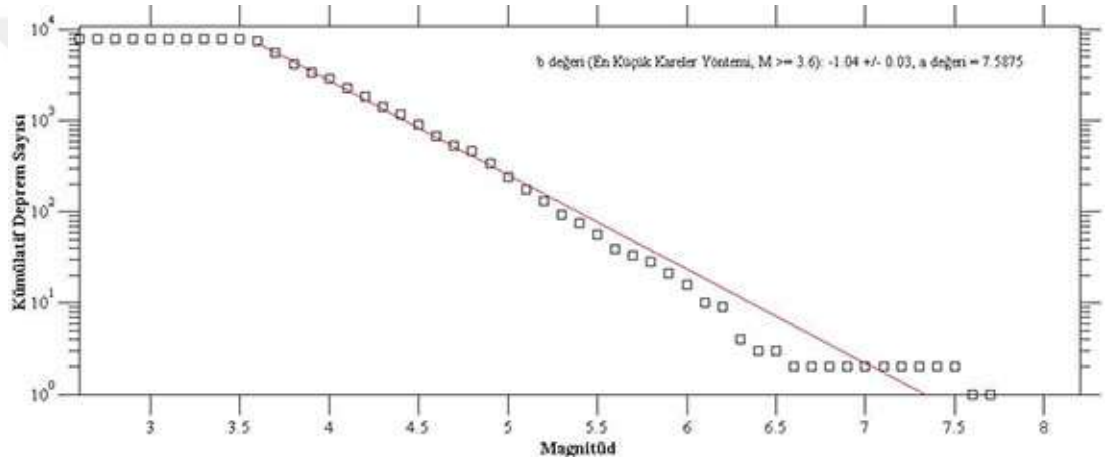


Şekil 4.33. 1900-2015 yılları arasındaki güvenilir magnitüd sınırını tanımlayan M_c magnitüd değerinin değişimi

Şekil (4.33)'den elde edilen sonuçlar güvenilir alt magnitüd sınırının 1900-1975 yılları arasında yaklaşık olarak $M_c=4.9$ (Şekil 4.34) ve 1975-2015 yılları arasında ise yaklaşık olarak $M_c=3.6$ civarında (Şekil 4.35) olduğunu göstermiştir.



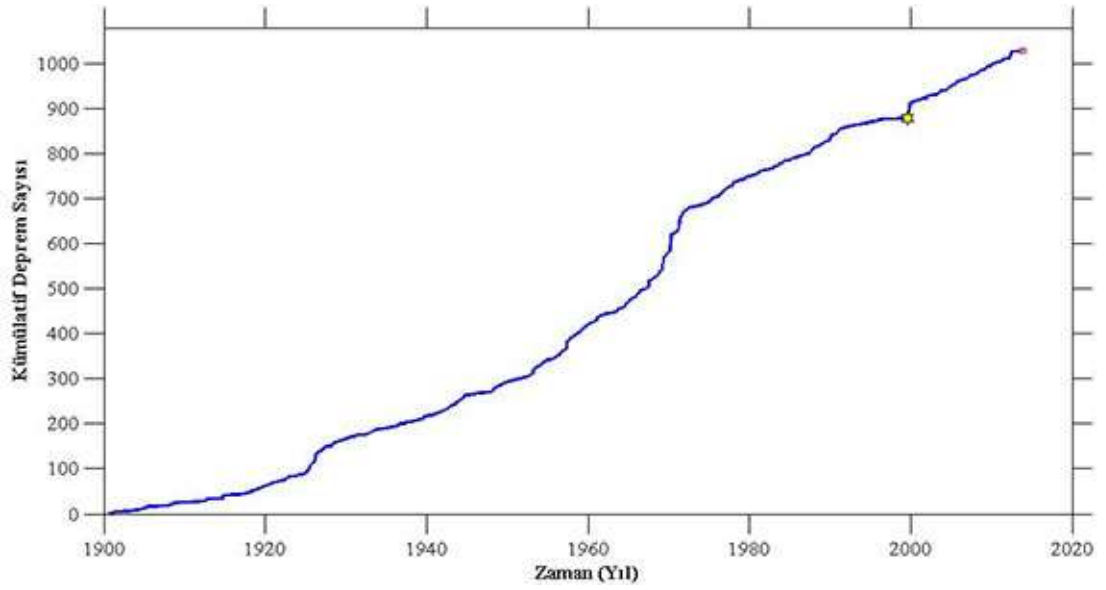
Şekil 4.34. 1900-1975 yılları arasındaki güvenilir alt magnitüd sınırı ($M_c=4.9$)



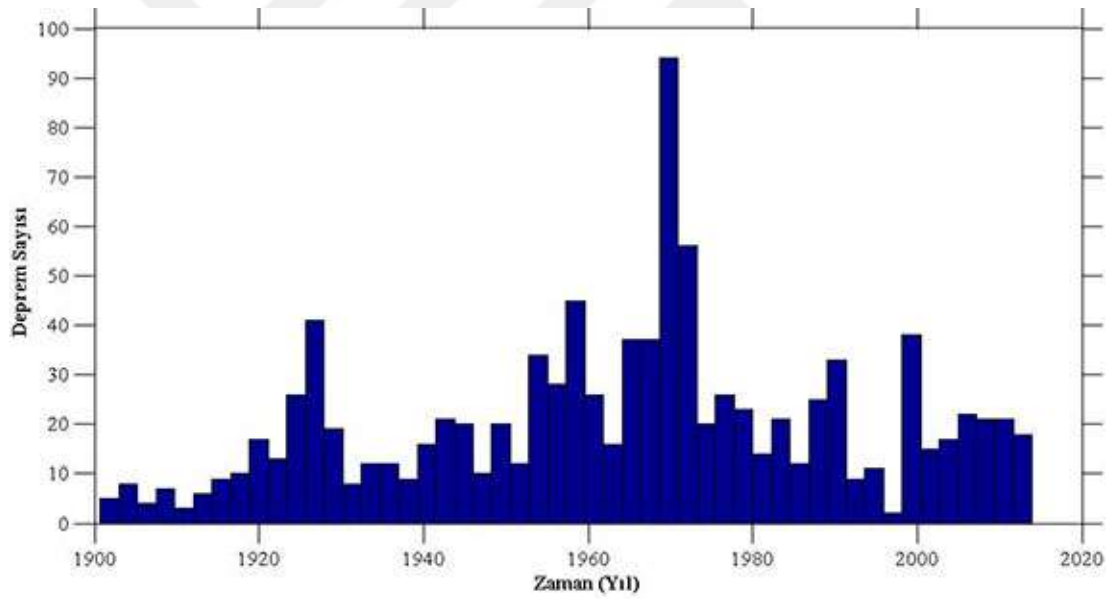
Şekil 4.35. 1975-2015 yılları arasındaki güvenilir alt magnitüd sınırı ($M_c=3.6$)

Güvenilir alt magnitüd sınırını veren M_c magnitüd değerinin yıllar içerisindeki değişimin nedeni olarak 1975 yılından itibaren bölgedeki kayıt istasyon sayısının artması ve bunun sonucunda da küçük magnitüdlü depremlerin kataloqlara girmesinden kaynakladığı düşünülmektedir.

Şekil 4.33, 4.34 ve 4.35'ten elde edilen sonuçlar doğrultusunda çalışılan yıl aralığında 4.9 ve 4.9'dan büyük depremlerin yıllara göre dağılımının incelenmesinin aktivite artışına yönelik olarak yapılacak yorumlar için daha doğru olacağı görülmüştür (Şekil 4.36 ve 4.37).

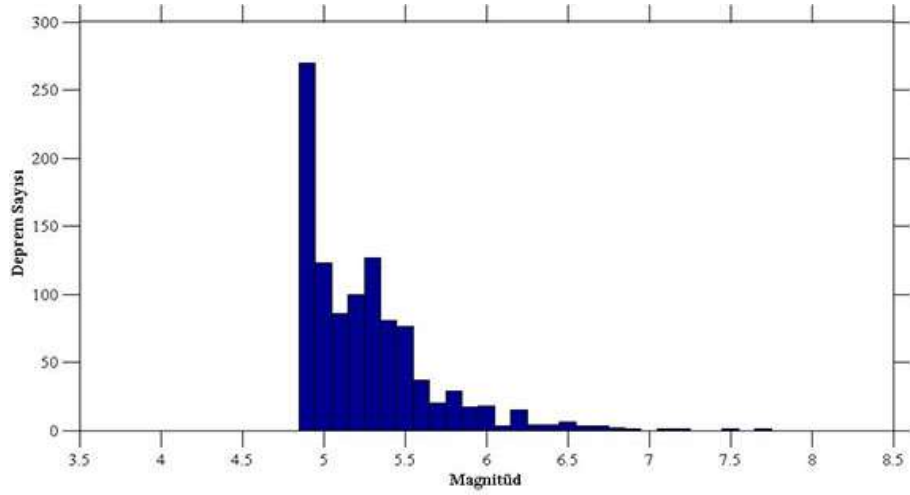


Şekil 4.36. 1900-2015 yılları arasında meydana gelen $M \geq 4.9$ olan depremlerin yıllara göre kümülatif dağılımı



Şekil 4.37. 1900-2015 yılları arasında meydana gelen $M \geq 4.9$ olan depremlerin yıllara göre normal dağılımı

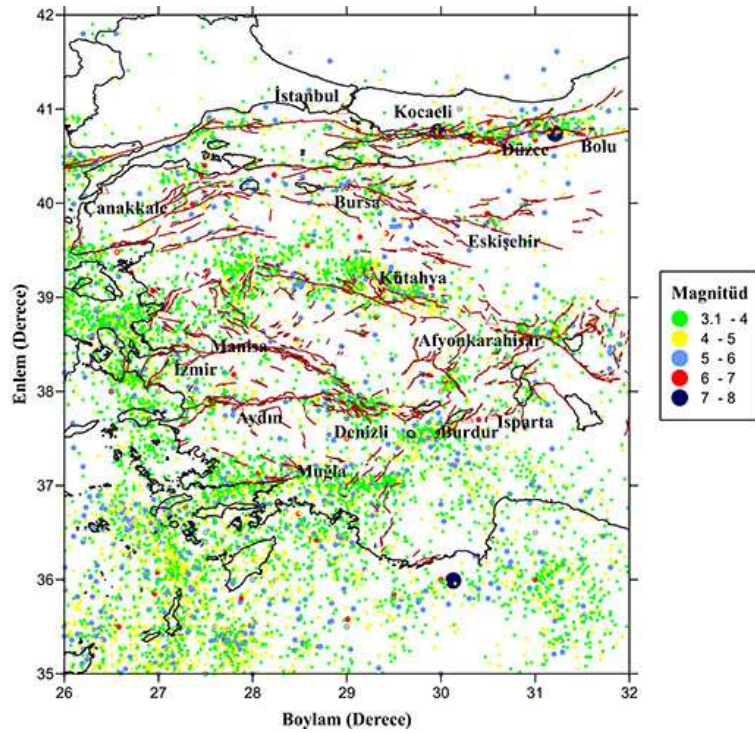
Yine aynı şekilde 4.9 ve 4.9'dan büyük depremlerin dağılımı da belirlenmiştir (Şekil 4.38).



Şekil 4.38. 1900-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin magnitüd dağılımı ($M_c \geq 4.9$)

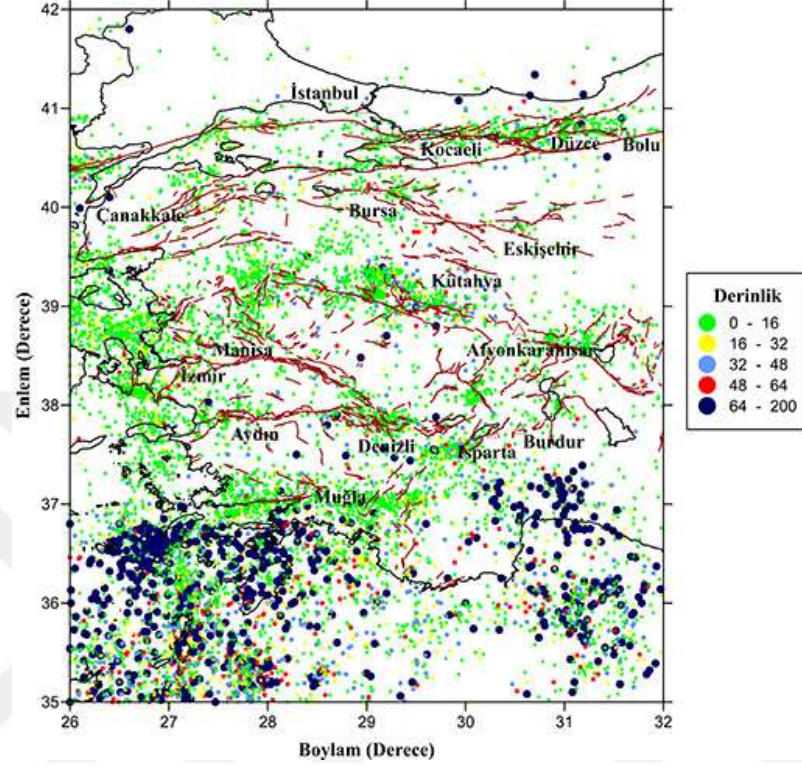
Depremlerin uzaysal dağılımı

1900-2015 yılları arasında bölgede meydana gelen depremlerin %53.8'i 3.1-4.0 magnitüd değerleri arasında, %38.4'ü 4.0-5.0 magnitüd değerleri arasında, %7.2'si 5.0-6.0 magnitüd değerleri arasında, %0.6'sı 6.0-7.0 magnitüd değerleri arasında ve %0.001'i, 7.0-8.0 magnitüd değerleri arasında yer almaktadır (Şekil 4.39).



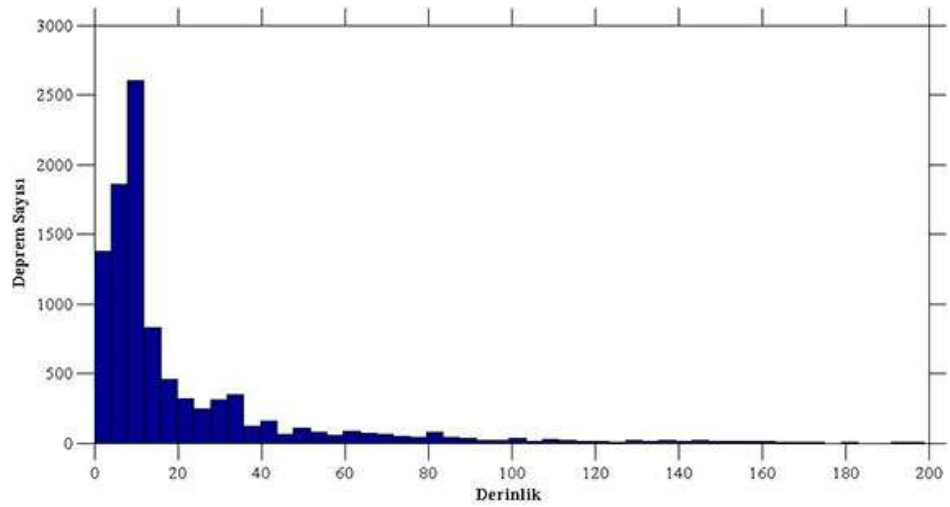
Şekil 4.39. 1900-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin episantr dağılım haritası ($M_w \geq 3.1$)

Bölgede 1900-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin %69.2'si 0-16 km derinlikte, %13.7'si 16-32 km derinlikte, %7.2'si 32-48 km derinlikte, %3.4'ü 48-64 km derinlikte, %6.6'sı 64-200 km derinlikte meydana gelmiştir (Şekil 4.40).



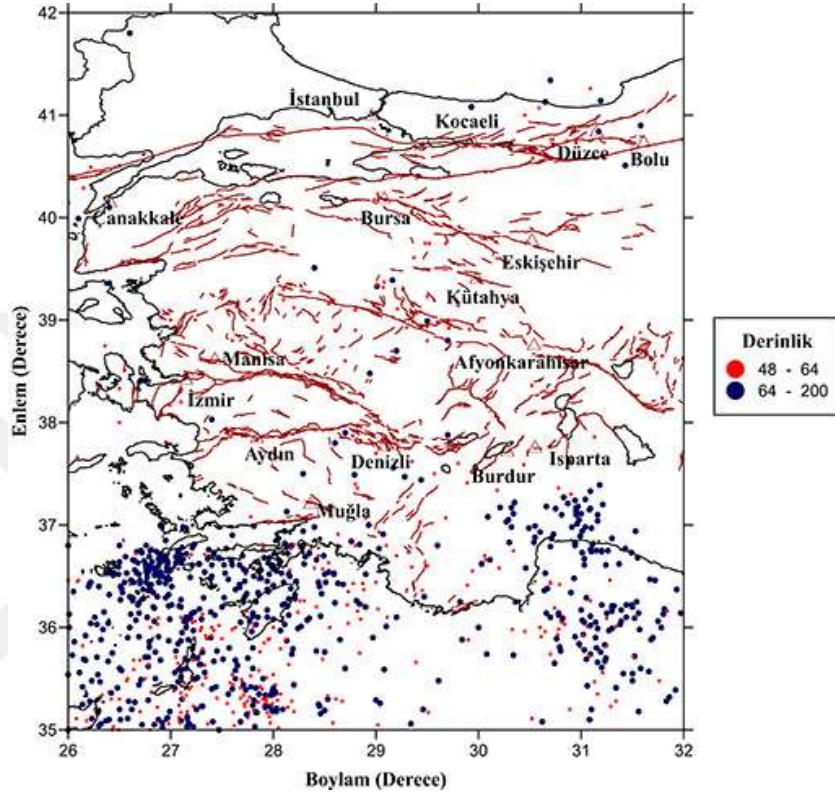
Şekil 4.40. 1900-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin derinlik dağılımı haritası

Depremlerin derinlik histogramı da belirlenmiştir (Şekil 4.41).



Şekil 4.41. 1900-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin derinlik dağılımı (km)

Çalışma alanında meydana gelen depremlerin genellikle sığ odaklı depremler olduğu görülmüştür. Çalışma alanında meydana gelen derin depremlerin yoğun olarak görüldüğü bölgeler ise Ege açıkları (Girit, Rodos, Fethiye) ve Antalya Körfezi'dir. (Şekil 4.42).



Şekil 4.42. 1900-2015 yılları arasında meydana gelen depremlerin derinlik dağılım haritası (48-200 km derinlik için)

Depremsellik parametreleri

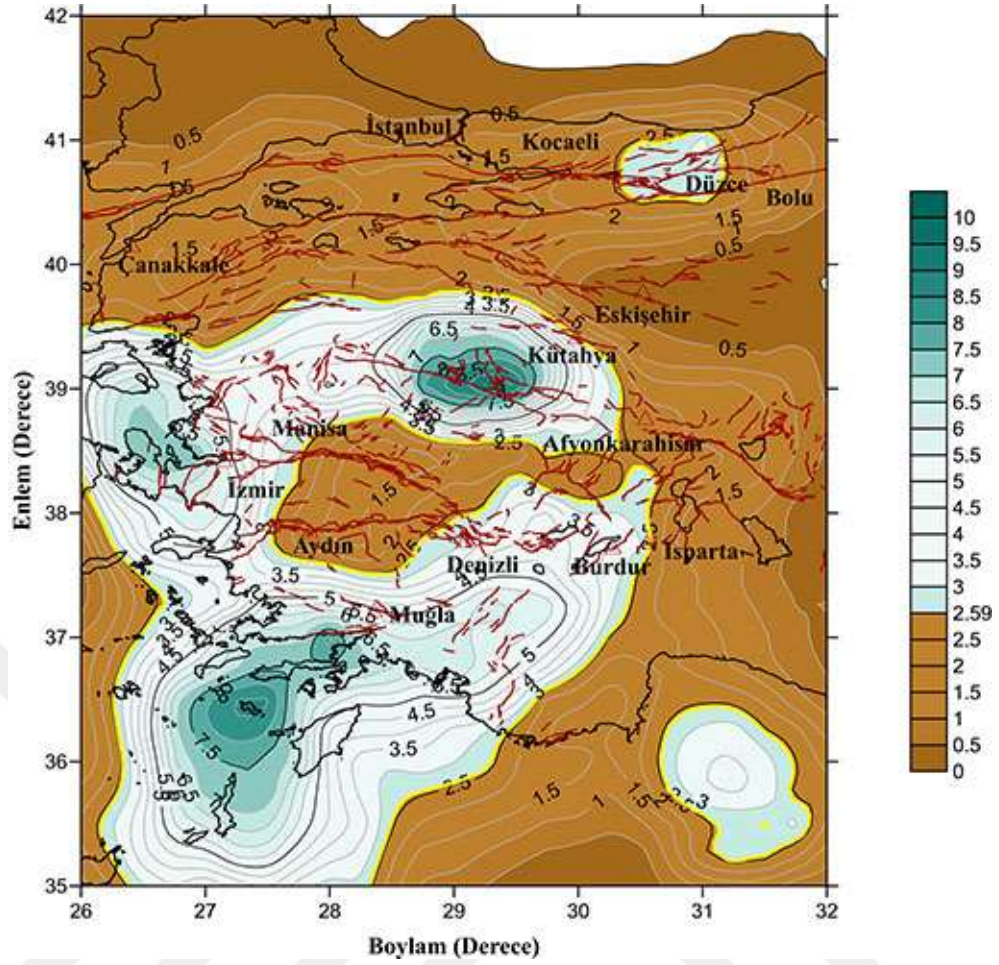
Deprem aktivite oranı “ λ ”, Gutenberg-Richter bağıntısındaki “b” parametresi ve en büyük bölgesel magnitüd “ m_{max} ” değeri bir bölgenin depremselliğini yansıtan en önemli parametrelerdir.

Yapılan çalışmanın ikinci basamağında ulusal katalog kullanılarak depremsellik parametrelerinin belirlenebilmesi ve haritalanabilmesi için çalışma alanı $725 (0.25^\circ K \times 0.25^\circ D \ r=0.25)$ alt bölgeye ayrılmıştır. Her bir alt bölge için depremsellik parametreleri hesaplanmış ve kullanılan yöntemler birbiri ile karşılaştırılmıştır.

Ancak inceleme yapılan alt bölgelerde yeterli sayıda deprem bulunmaması halinde gerekli hesaplamalar yapılamayacağı için o alt bölgeler değerlendirmeye alınmamıştır.

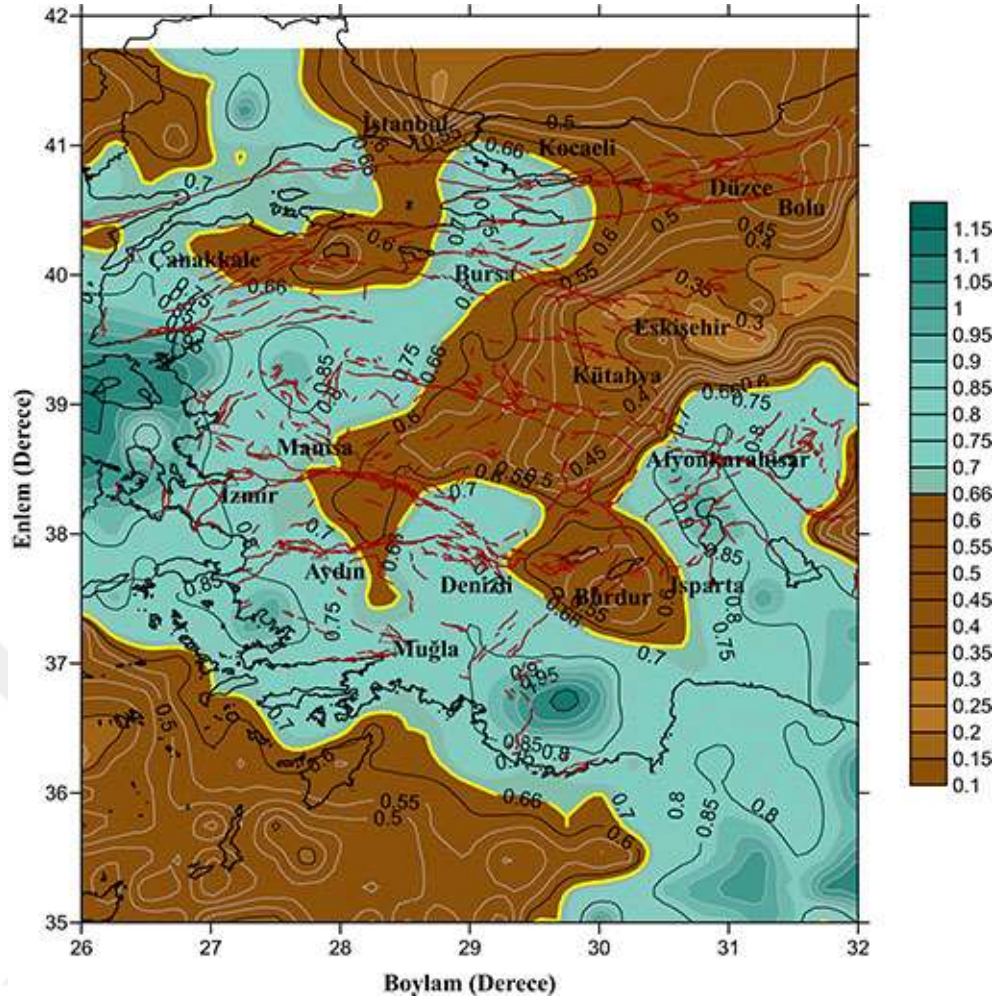
Yapılan hesaplamalar sonucunda oluşturulan depremsellik parametreleri dağılım haritalarında elde edilen ortalama değer sarı renkli çizgi ile gösterilirken daha düşük değere sahip alanlar koyu renk daha yüksek değere sahip alanlar ise gittikçe koyulaşan açık renk dağılımı ile belirtilmiştir.

Depremsellik parametrelerinin belirlenmesi aşamasında öncelikle çalışma alanı içerisinde 1900-2015 yılları arasında meydana gelen deprem etkinliği belirlenmiştir. Bunun için de deprem aktivite oranı “ λ ” değeri 663 alt bölgede $\lambda_{\min}=0.033$, $\lambda_{\max}=9.614$ ve $\lambda_{\text{ort}}=2.59$ olarak hesaplanmış ve haritalanmıştır. İnceleme yapılan alt bölge için deprem aktivite oranı “ λ ” deprem sayısı/yıl sayısı olarak tanımlanmaktadır. Yani inceleme yapılan bölgenin sahip olduğu “ λ ” değeri ile bölgenin deprem etkinliği arasında doğrusal bir ilişki mevcuttur. Düzce, Kütahya, Manisa, İzmir, İzmir Körfezi ve açıkları, Denizli, Burdur, Muğla, Ege ve Akdeniz Açıkları yüksek deprem aktivite oranına sahip bölgeler olarak öne çıkmaktadır. Ancak oluşturulan dağılım haritasının 17 Ağustos 1999 Gölcük Depremi ($M_w=7.4$)’nin yaşandığı alan için düşük “ λ ” değeri vermesi kullanılan katalog için bazı eksiklerin olduğunu düşündürmektedir (Şekil 4.43). Bu eksikliklerin ise 1900-1960 yılları arasındaki 60 yıllık süreçte çoğunlukla $M \geq 5$ depremler kaydedilirken daha düşük magnitüdü depremlerin kaydedilememesine bağlı olarak geliştiği düşünülmektedir. Çünkü bölgedeki uzun zaman aralığına rağmen az sayıdaki deprem kaydı bölgenin gerçek deprem aktivite dağılımının elde edilememesine neden olmaktadır. Yine benzer şekilde Gutenberg-Richterg bağıntısındaki “a” parametresinin deprem aktivitesi ile ilgili bir parametre olduğu göz önüne alındığında 1900-1960 yılları arasında hassas deprem kaydının yapılamamasına bağlı olarak “a” parametrik değerinin güvenilirliğinin azalacağı da dikkat edilmesi gereken bir husustur.



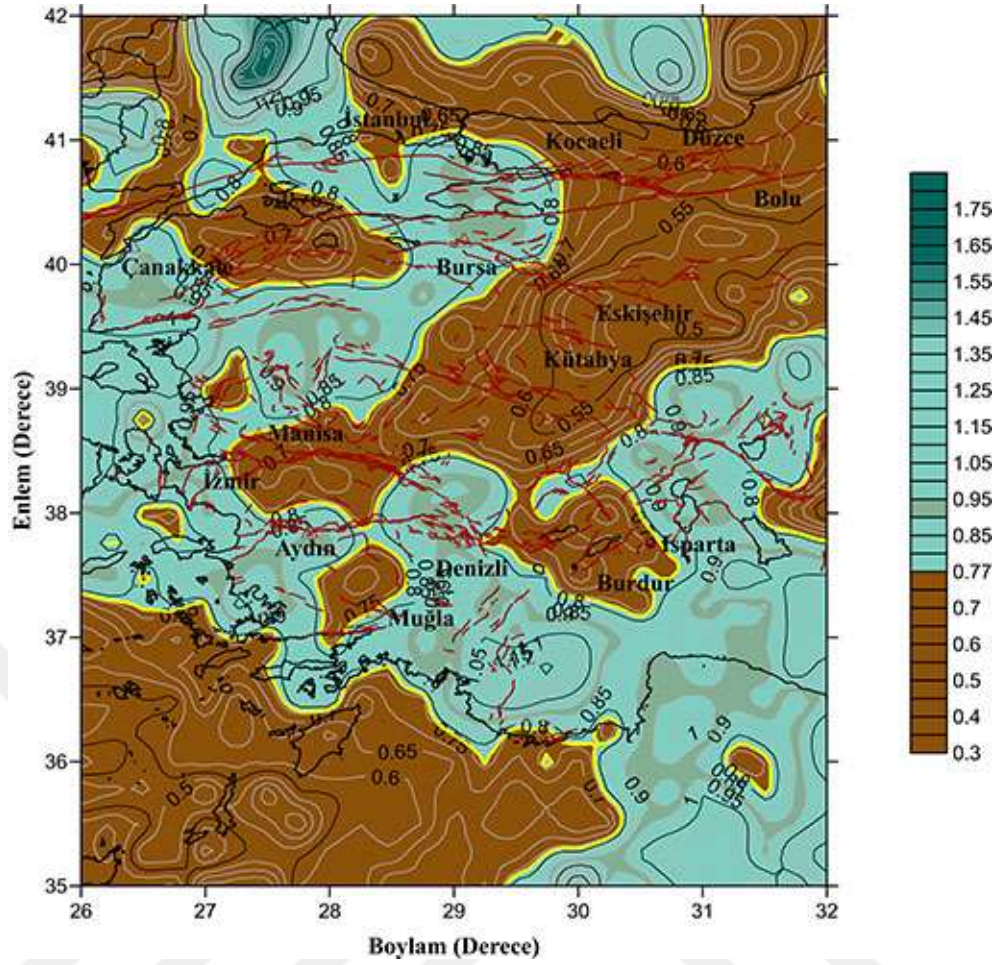
Şekil 4.43. Ulusal katalog için çalışma alanı deprem aktivite oranı haritası

Çalışma alanı için “ λ ” değerinin belirlenmesinden sonra önemli bir depremsellik parametresi olan “ b ” değeri öncelikle EKK yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda 623 alt bölgede $b_{\min}=0.15$, $b_{\max}=1.15$ ve $b_{\text{ort}}=0.66$ olarak bulunmuş ve “ b ” değeri dağılım haritası oluşturulmuştur. Elde edilen dağılım haritasının incelenmesi sonucunda bölgenin tektonik yapısı ile uyumlu ve uyumsuz alanların varlığı göze çarpmaktadır. Örneğin Ege açıkları, Düzce, Bolu ve Burdur gibi uyumun yakalandığı bölgelere karşılık olarak İzmir, Denizli, Muğla gibi geçmiş deprem etkinliği yüksek olan bölgelerde bu uyumun yakalanamaması yöntemin bölgeyi değerlendirmede yetersiz kaldığını göstermektedir (Şekil 4.44).



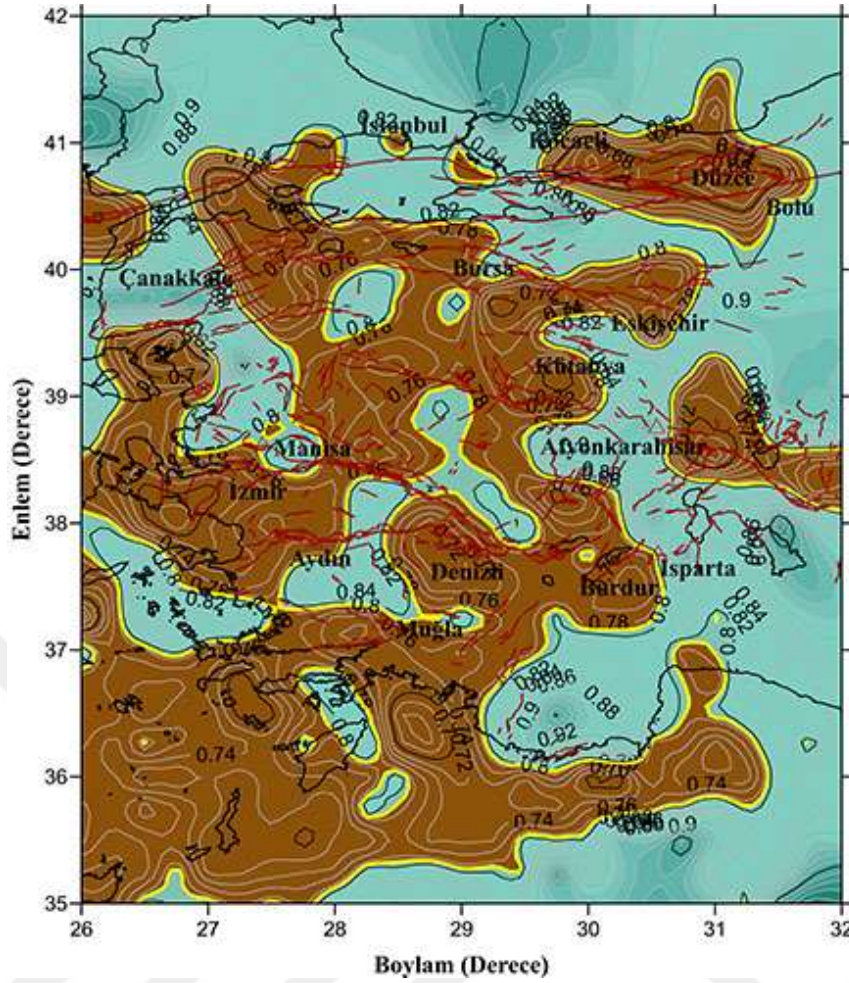
Şekil 4.44. Ulusal katalog için En Küçük Kareler yöntemine göre çalışma alanı “b” değeri dağılım haritası

Çalışma alanında “b” değeri dağılım haritasının oluşturulması için kullanılan bir diğer yöntemde EBO yöntemidir. Bu yöntemin uygulanması sonucunda 663 alt bölge için $b_{min}=0.33$, $b_{max}=1.80$ ve $b_{ort}=0.77$ olarak hesaplanmış ve bu sonuçlara göre de “b” değeri haritası oluşturulmuştur. Yüksek “b” değerlerinin düşük gerilme birikimi ile ilişkisi göz önüne alındığında açık renk ile gösterilen alanları düşük gerilme değerine sahip alanlar olarak ifade etmek mümkündür. Yöntemin EKK yöntemine göre bölgenin bilinen sismisitesine yönelik olarak daha uyumlu sonuçlar verdiği ancak yine de deprem etkinliğinin fazla olduğu İzmir Körfezi ve civarı ve Antalya Körfezi için yüksek “b” değerleri vermesi kullanılan yöntemin bölge için yeterli olmadığını göstermektedir (Şekil 4.45).



Şekil 4.45. Ulusal katalog için En Büyük Olasılık yöntemine göre çalışma alanı “b” değeri dağılım haritası

Çalışma alanında “b” değerinin hesaplanması ve haritalanması için son olarak KT yöntemi kullanılmıştır. 596 alt bölge için $b_{\min}=0.60$, $b_{\max}=1.09$ ve $b_{\text{ort}}=0.79$ olarak elde edilmiştir. Düşük “b” değerinin yüksek gerilme düşümü ile ilişkisi göz önüne alındığında kullanılan yöntemin diğer yöntemlere nazaran bölgenin bilinen sismisitesine yakın bir dağılım verdiği görülmektedir. Özellikle son yıllarda meydana gelen depremlerin genelde denizel alanlarda yoğunlaşması elde edilen dağılım haritasında da bu alanların (Antalya Körfezi, Fethiye, Rodos ve Girit gibi) düşük “b” değeri ile karakterize edilmeleri yöntemin bölgeye ait güncel depremselliği net bir şekilde yakaladığını göstermektedir (Şekil 4.46).



Şekil 4.46. Ulusal katalog için Kal-Tek yöntemine göre çalışma alanı “b” değeri dağılım haritası

Ulusal katalog için her üç dağılım haritasında da en dikkat çeken husus ülkemizde aktif deprem kuşağı üzerinde yer almayan ancak Ege Graben Sistemi ile Kuzey Anadolu Fay Hattı arasında bir geçiş noktası üzerinde konumlanan Eskişehir’in düşük “b” değeri ile karakterize olmuş olmasıdır. Literatür incelendiği zaman bu durumun 20.02.1956 tarihinde $M_s=6.4$ büyüklüğündeki Eskişehir depreminden kaynaklandığı anlaşılmaktadır.

Üç farklı yöntemin uygulandığı çalışma alanında “b” değerlerinin birbirinden farklı olduğu görülmektedir (Çizelge 4.4). Kullanılan katalog için yapılacak olan “b” değeri ve “b” dağılım haritaları yorumlarında katalogun 1900-1960 yılları arasındaki eksiklikleri göz önünde bulundurulmalı ve bölgenin genel depremselliği ile ilgili net bir yorum yapılmaktan kaçınılmalıdır.

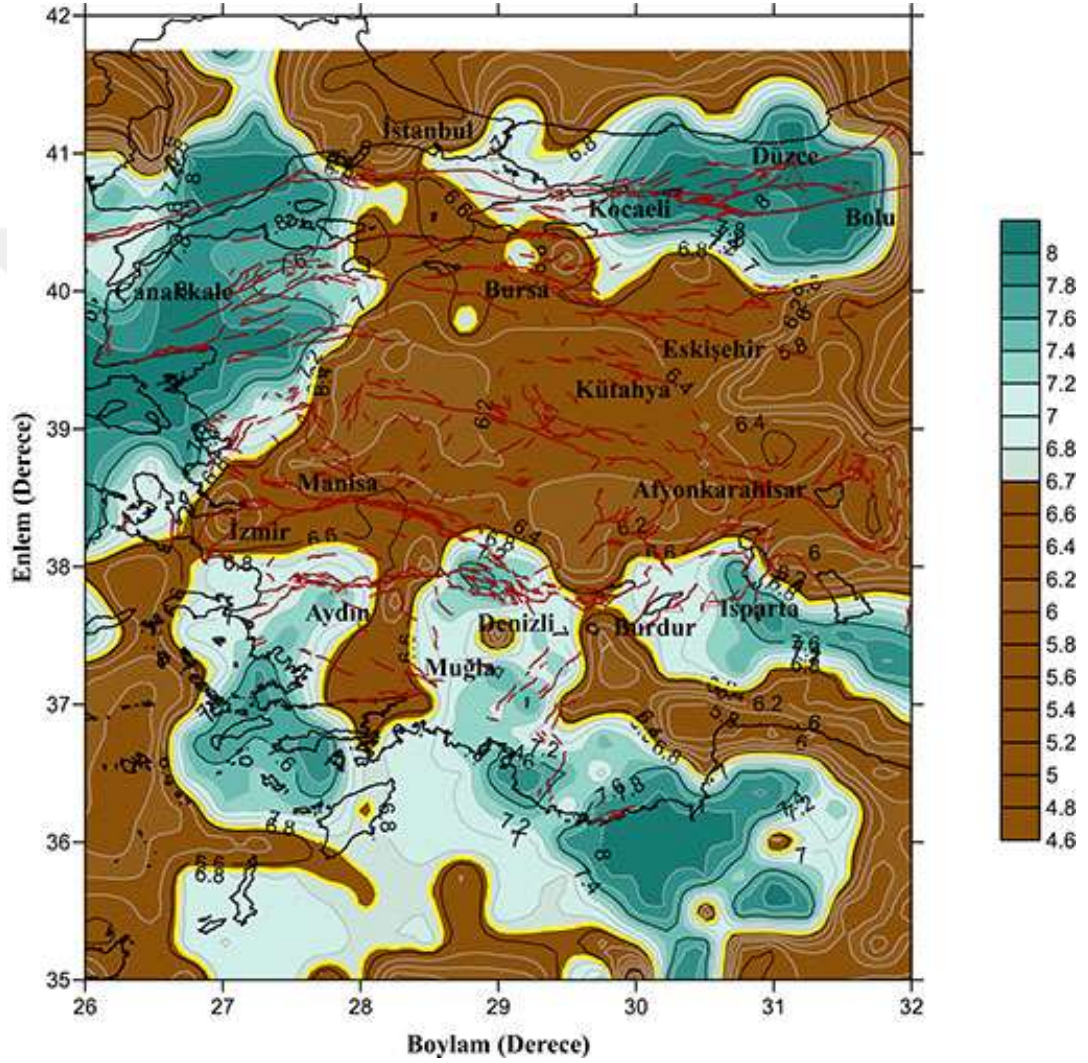
Çizelge 4.4. Ulusal katalog için elde edilen “b” değerleri

Kullanılan Yöntem	En küçük “b” değeri	En büyük “b” değeri	Ortalama “b” değeri
En Küçük Kareler	b= 0.15	b= 1.15	b= 0.66
En Büyük Olasılık	b= 0.33	b= 1.80	b= 0.77
Kal-Tek	b= 0.60	b= 1.09	b= 0.79

Kullanılan katalog, kataloğu homojenize hale getirirken uygulanan işlem basamakları, hesaplama yapılan alt alan sayısı, kullanılan yöntem ve “b” değerinin inceleme yapılan zaman aralığından etkilenen bir parametre olması her iki katalog için de “b” değeri sonuçlarının ve dağılım haritalarının birbirinden farklı olmasına neden olmuştur (Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.4).

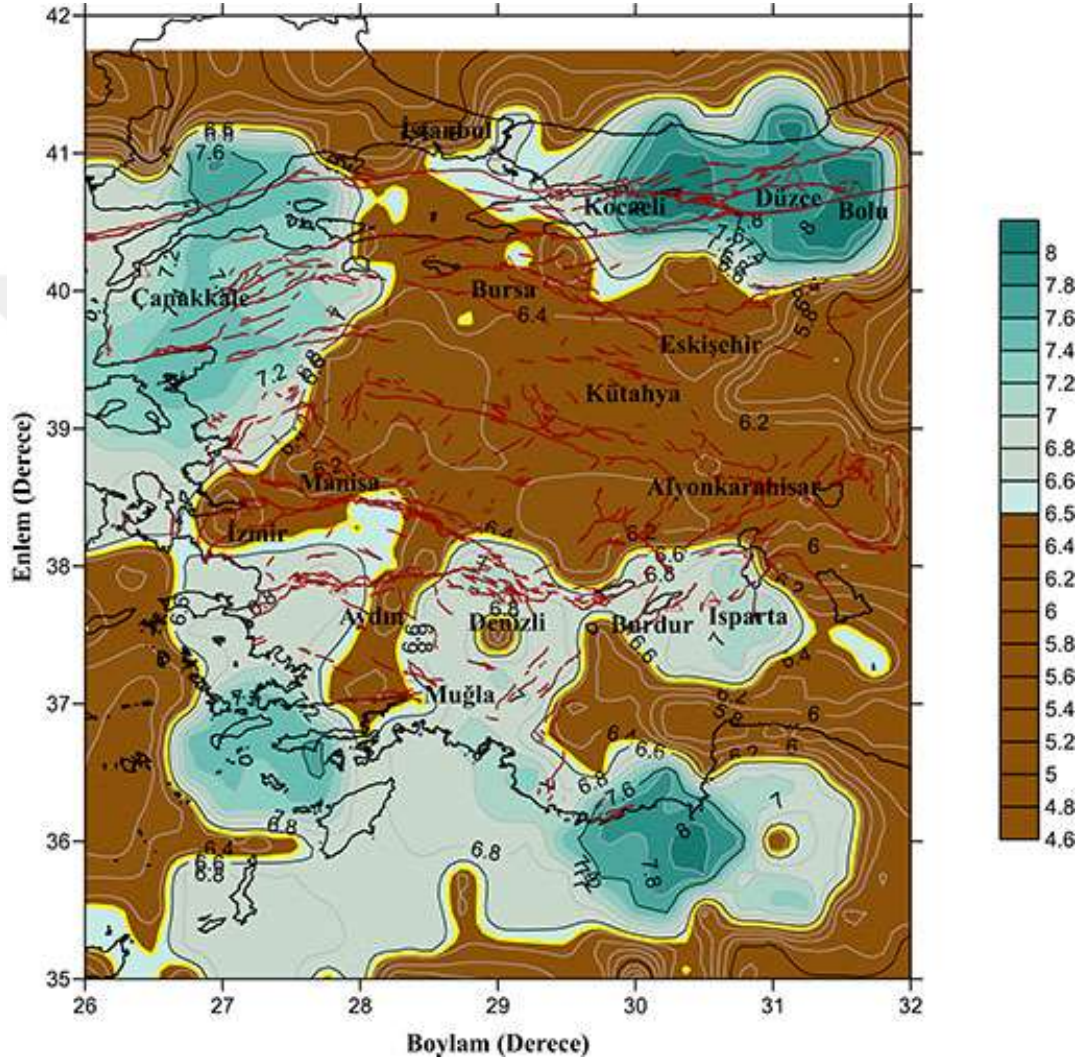
En büyük bölgesel magnitüd “ m_{max} ” değerinin hesaplanması ve haritalanması ile birlikte deprensellik parametrelerinin tamamı belirlenmiş olacaktır. Bu amaç doğrultusunda “ m_{max} ” değerinin belirlenmesi çalışmalarında hem EBO yönteminden hem de KT yönteminden elde edilen “b” değerleri kullanılarak farklı “b” değerlerinin “ m_{max} ” değeri üzerindeki etkisi incelenmiş olacaktır. Çalışmanın bu aşamasında “ m_{max} ” değeri öncelikli olarak EBO yönteminden elde edilen “b” değerlerine göre 3.2.1 numaralı bölümde ayrıntılı bir şekilde açıklanan yedi farklı yöntem kullanılarak hesaplanmış ve dağılımları haritalanmıştır.

“ m_{max} ” değerin belirlenmesi ve haritalanması için ilk olarak Tate-Pisarenko yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre 623 alt bölge için $m_{max}=8.2$ olarak bulunmuş ve bu sonuca göre de “ m_{max} ” değeri dağılım haritası yapılmıştır. Tate-Pisarenko yönteminden elde edilen sonuçlara göre çalışma alanı için beklenen en küçük “ m_{max} ” değeri 4.8 olarak bulunurken ortalama “ m_{max} ” değeri ise 6.7 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.47).



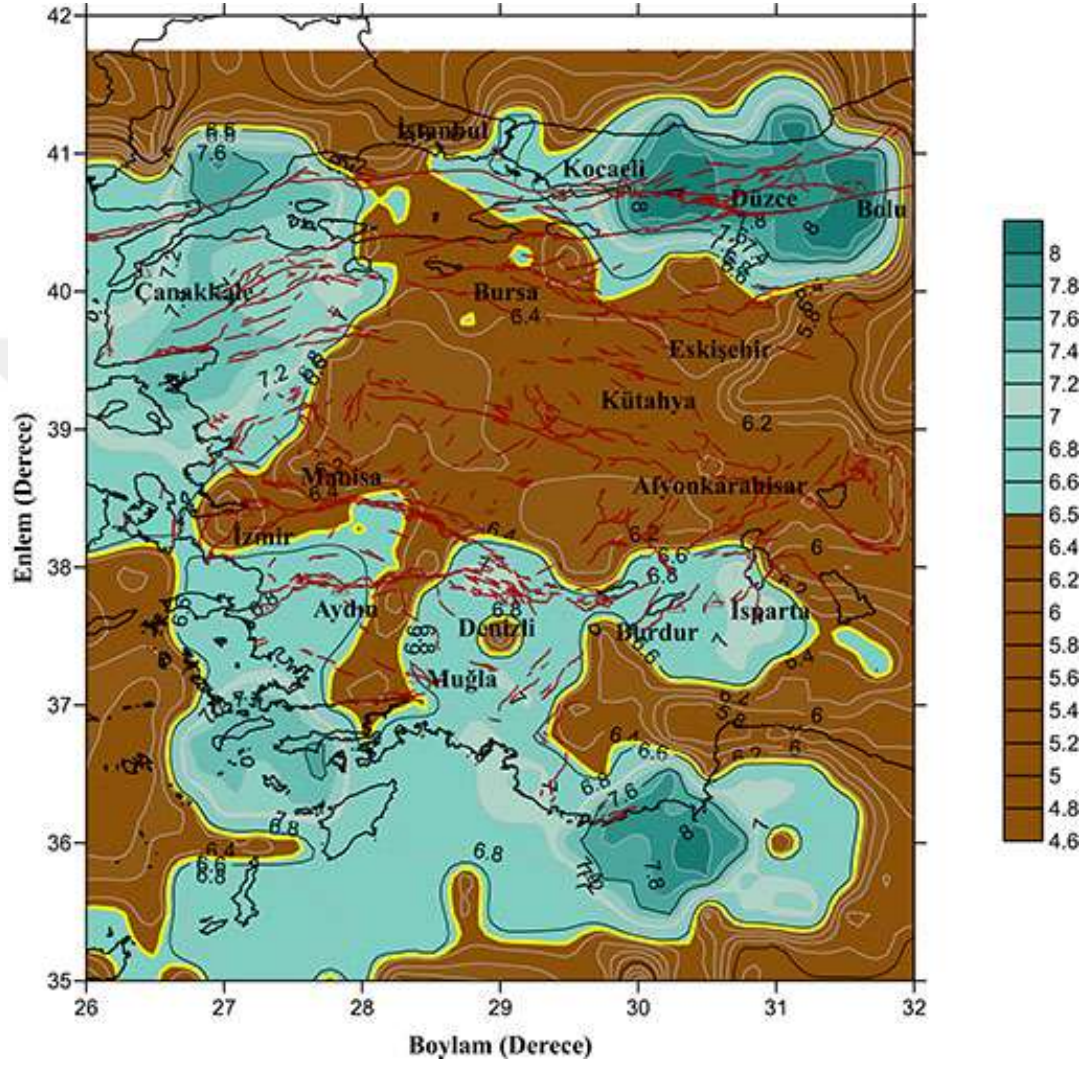
Şekil 4.47. Ulusal katalog için En Büyük Olasılık yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Tate-Pisarenko yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası

“ m_{max} ” değerinin hesaplanması ve haritalanması için kullanılan Kijko-Sellevoll yönteminden (Cramer yaklaşımı) elde edilen sonuçlara göre 623 alt bölge için yapılan hesaplamalar sonucunda bölge için “ m_{max} ” değeri 8.2, en küçük “ m_{max} ” değeri 4.6 ve ortalama “ m_{max} ” değeri ise 6.5 olarak bulunmuş ve haritalanmıştır (Şekil 4.48).



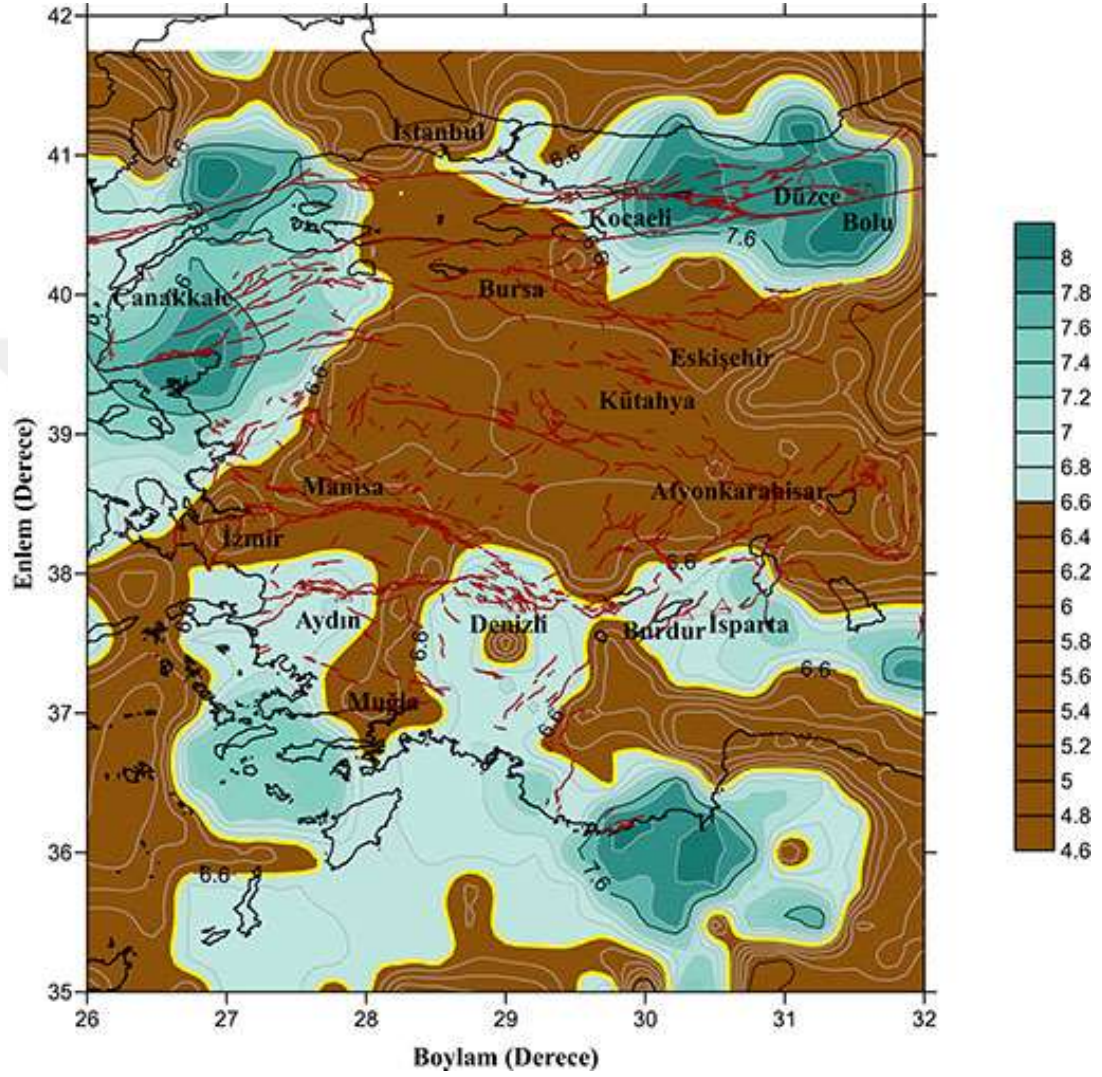
Şekil 4.48. Ulusal katalog için En Büyük Olasılık yönteminden elde edilen “ b ” değeri kullanılarak Kijko-Sellevoll (Cramer yaklaşımı) yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası

Kullanılan bir diğer yöntem olan Kijko-Sellevoll yönteminden (Kesin çözüm) elde edilen sonuçlara göre 623 alt bölge için “ m_{max} ” değeri 8.0, en küçük “ m_{max} ” değeri 4.6, ortalama “ m_{max} ” değeri ise 6.5 olarak hesaplanmış ve “ m_{max} ” değeri dağılım haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.49).



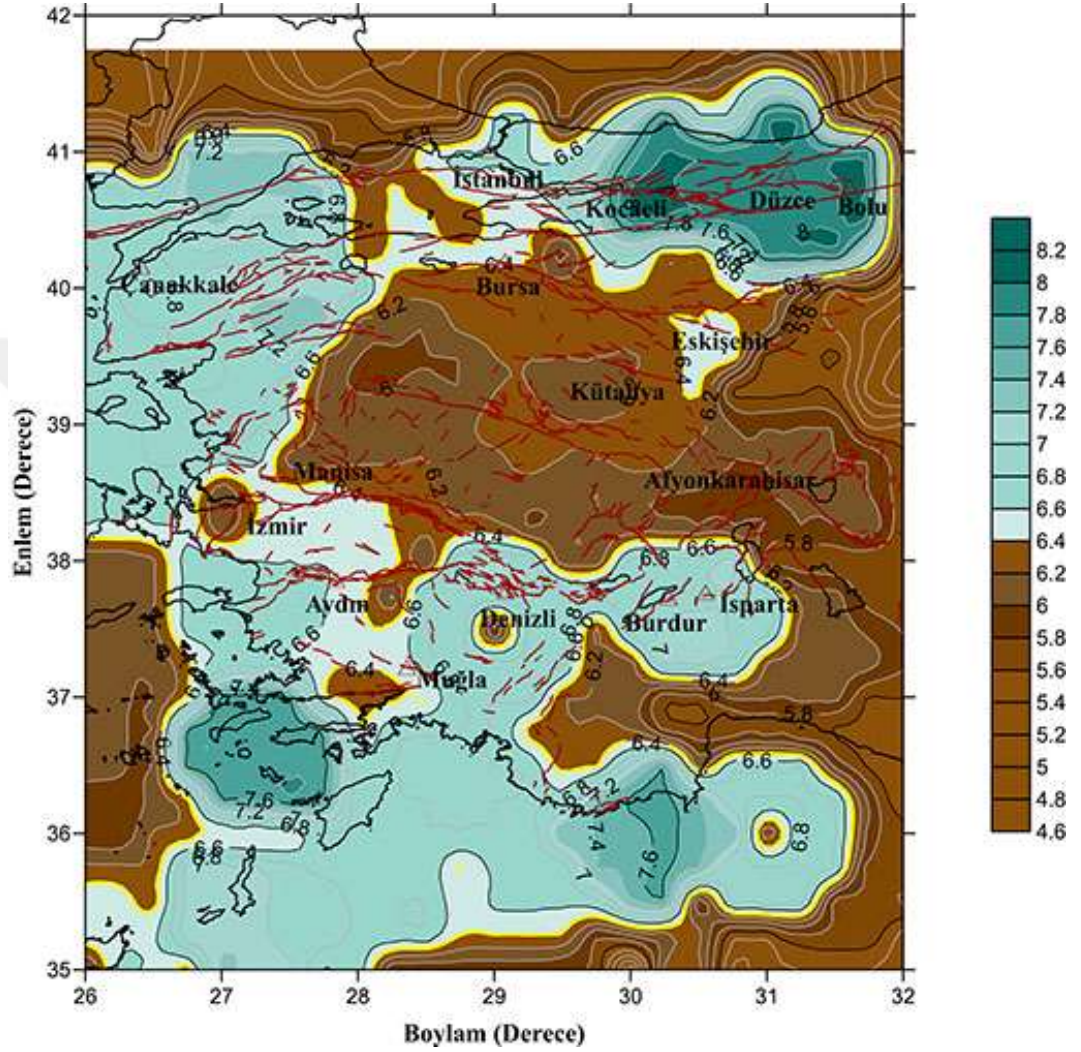
Şekil 4.49. Ulusal katalog için En Büyük Olasılık yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Kijko-Sellevoll (Kesin çözüm) yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası

Tate-Pisarenko-Bayes yönteminden elde edilen sonuçlara göre de; 623 alt bölge için “ m_{max} ” değeri 8.0, en küçük “ m_{max} ” değeri 4.7 ve ortalama “ m_{max} ” değeri ise 6.6 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre çalışma alanı için “ m_{max} ” değeri dağılım haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.50).



Şekil 4.50. Ulusal katalog için En Büyük Olasılık yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Tate-Pisarenko-Bayes yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası

Kullanılan son yöntem olan Robson-Whitlock-Cooke'den elde edilen sonuçlara göre 623 alt bölge için $m_{max}=8.2$, en küçük " m_{max} " değeri 4.5 ve ortalama " m_{max} " değeri ise 6.4 olarak hesaplanmıştır ve bu değerlere göre de " m_{max} " değeri dağılım haritası yapılmıştır (Şekil 4.53).



Şekil 4.53. Ulusal katalog için En Büyük Olasılık yönteminden elde edilen " b " değeri kullanılarak Robson-Whitlock-Cooke yöntemine göre çalışma alanı " m_{max} " değeri dağılım haritası

Oluşturulan dağılım haritalarının incelenmesi sonucunda bölgenin genel tektonik hatlarına bağlı olarak dağılımların birbiri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Yapılan hesaplamalar sonucunda ise bölgede $4.5 \leq M_w \leq 4.8$ büyüklüğündeki depremlerin sıklıkla yaşandığı $6.5 \leq M_w \leq 6.7$ büyüklüğündeki depremlerin de yine bölge için geçerli ortalama değerler olduğu görülmektedir (Çizelge 4.5).

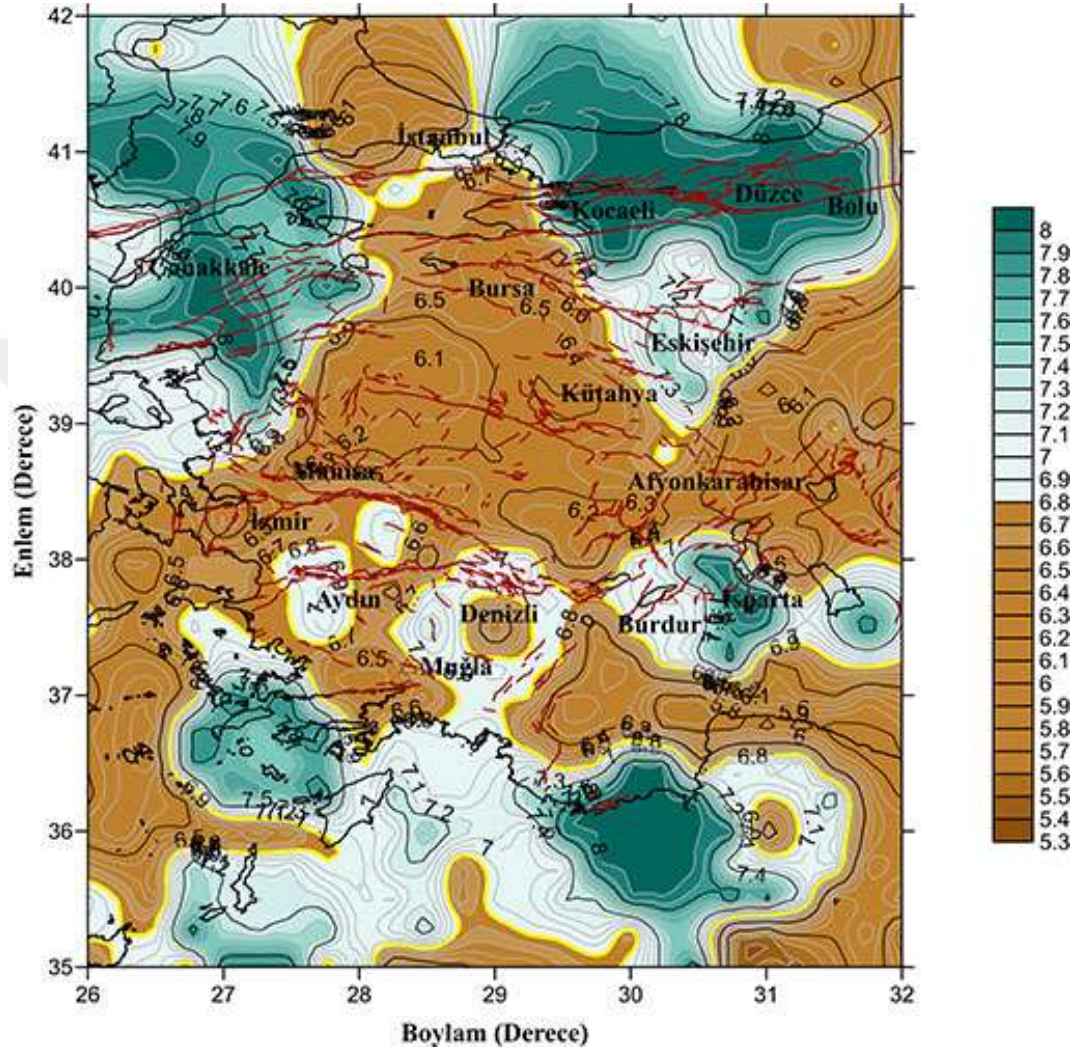
Ancak aynı yöntemlerin kullanıldığı uluslararası katalog sonuçları için en küçük “ m_{max} ” değerlerinin daha büyük, ortalama “ m_{max} ” değerlerinin ise daha küçük olduğu görülmüştür (Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.5). Bu durum “ m_{max} ” dağılımının ulusal katalog için daha homojen bir dağılım göstermesine neden olmuştur. Sonuç olarak da bölgenin aktif tektoniği ile daha uygun dağılımlar ortaya çıksa da bu durum inceleme yapılan zaman aralığına bağlı olarak daha düşük “ b ” değerlerinden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.5. En Büyük Olasılık yönteminden elde edilen “ b ” değerlerine göre ulusal katalog için elde edilen “ m_{max} ” değerleri

Kullanılan Yöntem	En küçük “ m_{max} ” değeri	En büyük “ m_{max} ” değeri	Ortalama “ m_{max} ” değeri
Tate-Pisarenko	$M_w = 4.8$	$M_w = 8.2$	$M_w = 6.7$
Kijko-Sellevoll (Cramer yaklaşımı)	$M_w = 4.6$	$M_w = 8.2$	$M_w = 6.5$
Kijko-Sellevoll (Kesin çözüm)	$M_w = 4.6$	$M_w = 8.0$	$M_w = 6.5$
Tate-Pisarenko-Bayes	$M_w = 4.7$	$M_w = 8.0$	$M_w = 6.6$
Kijko-Sellevoll-Bayes	$M_w = 4.6$	$M_w = 8.0$	$M_w = 6.5$
Robson-Whitlock	$M_w = 4.5$	$M_w = 8.0$	$M_{wt} = 6.6$
Robson-Whitlock-Cooke	$M_w = 4.5$	$M_w = 8.2$	$M_w = 6.4$

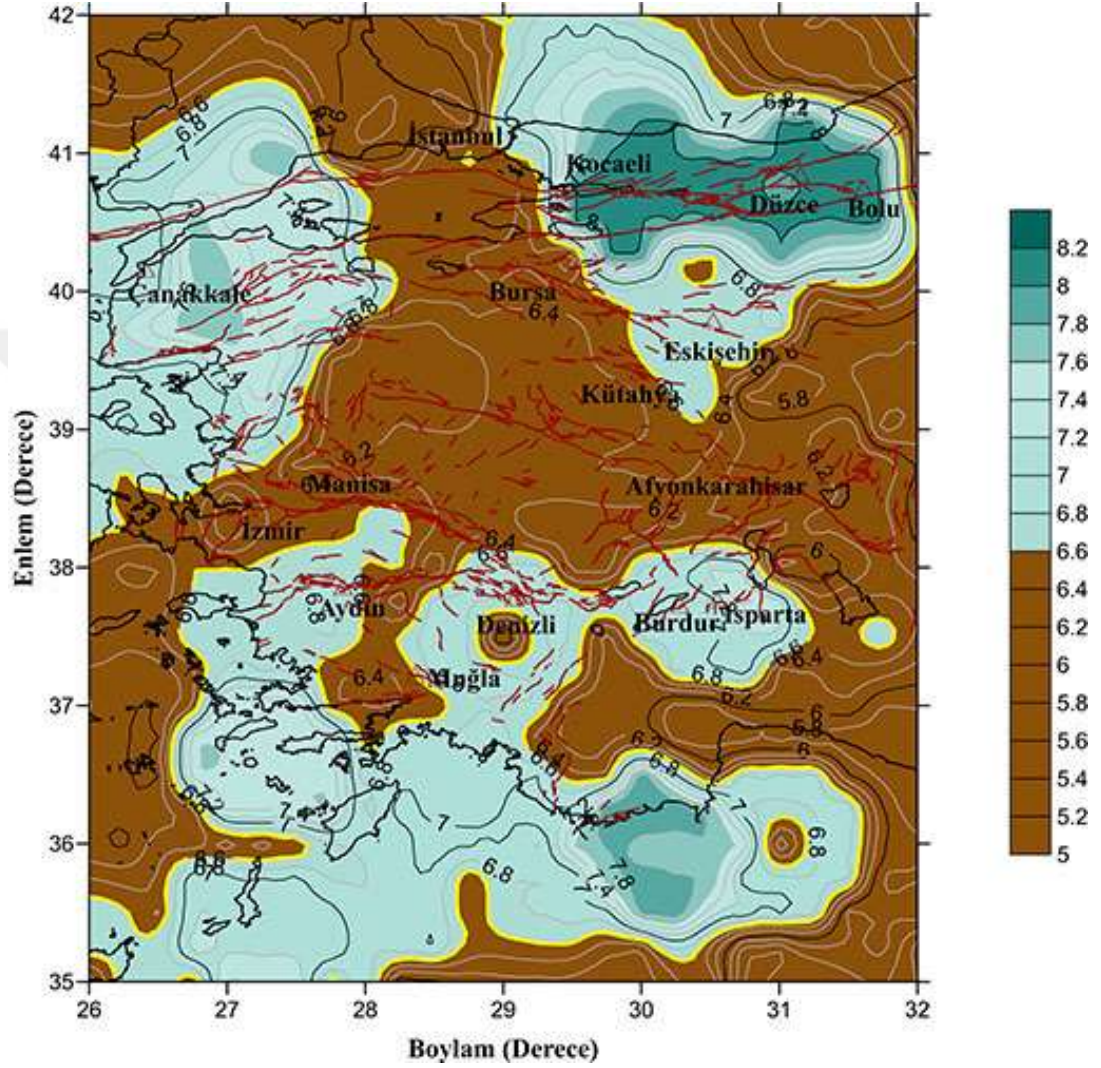
Çalışmada “ m_{max} ” değeri EBO yönteminden sonra KT yönteminden elde edilen “ b ” değerleri kullanılarak 3.2.1 numaralı bölümde ayrıntılı bir şekilde verilen yöntemlerden Robson-Whitlock ve Robson-Whitlock-Cooke yöntemleri hariç beş farklı yöntem ile tekrar hesaplanmış ve dağılımları haritalanmıştır. Bu iki yöntem KT yönteminin prensibi ile uyuşmadığı için bu aşamada değerlendirmeye alınmamıştır.

“ m_{max} ” değerinin hesaplanması ve haritalanması için kullanılan ilk yöntem Tate-Pisarenko yöntemidir. Bu yönteme göre 596 alt bölgede yapılan hesaplamalar sonucunda bölge için “ m_{max} ” değeri 8.1, en küçük “ m_{max} ” değeri 5.3 ve ortalama “ m_{max} ” değeri ise 6.8 olarak bulunmuş ve haritalanmıştır (Şekil 4.54).



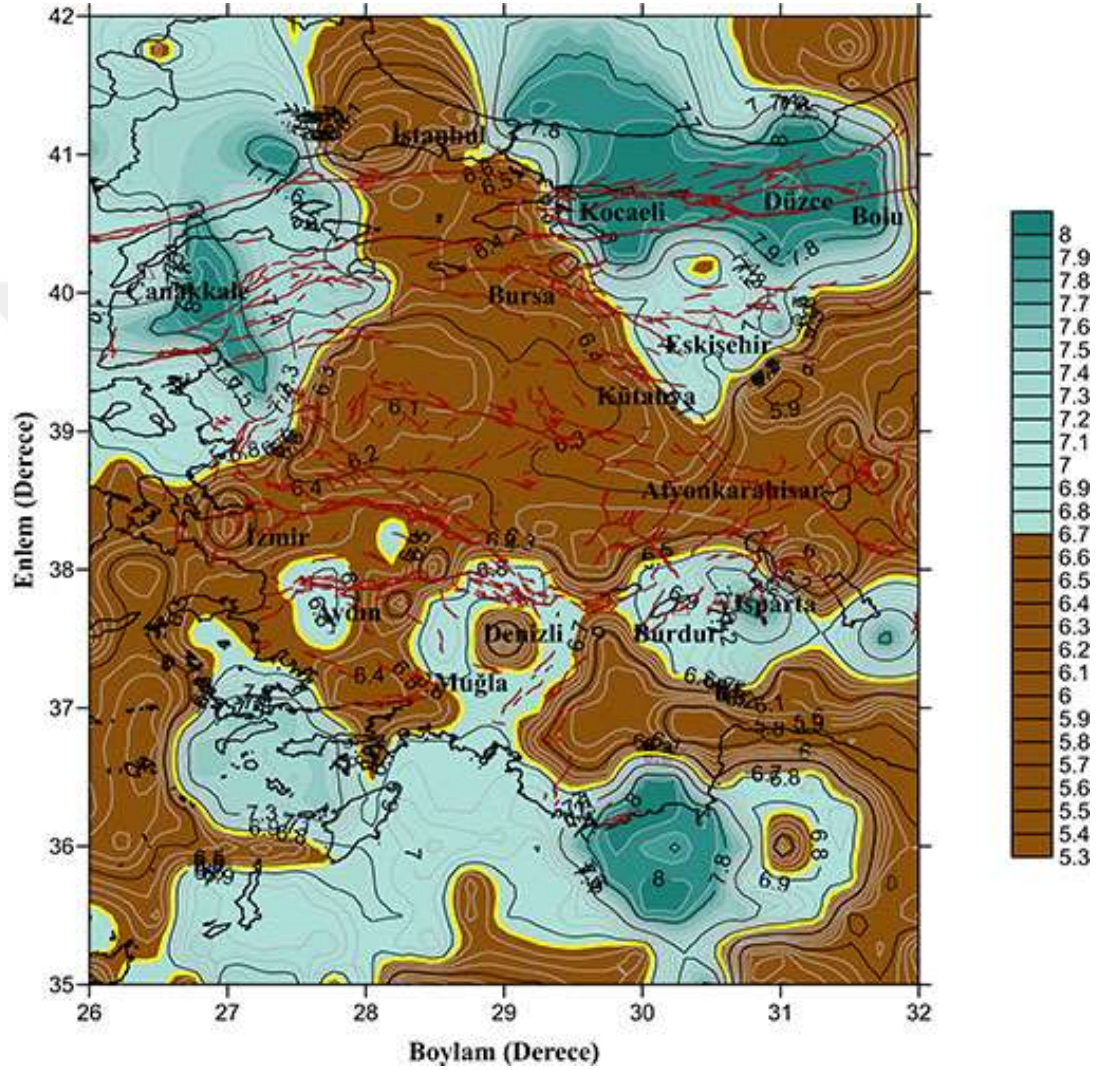
Şekil 4.54. Ulusal katalog için Kal-Tek yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Tate-Pisarenko yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası

“ m_{max} ” değerinin belirlenmesi için kullanılan bir diğer yöntem olan Kijko-Sellevoll (Cramer yaklaşımı) yöntemine göre 596 alt bölgede yapılan hesaplamalar sonucunda “ m_{max} ” değeri 8.2, en küçük “ m_{max} ” değeri 5.2 ve ortalama “ m_{max} ” değeri ise 6.6 olarak bulunmuş ve dağılım haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.55).



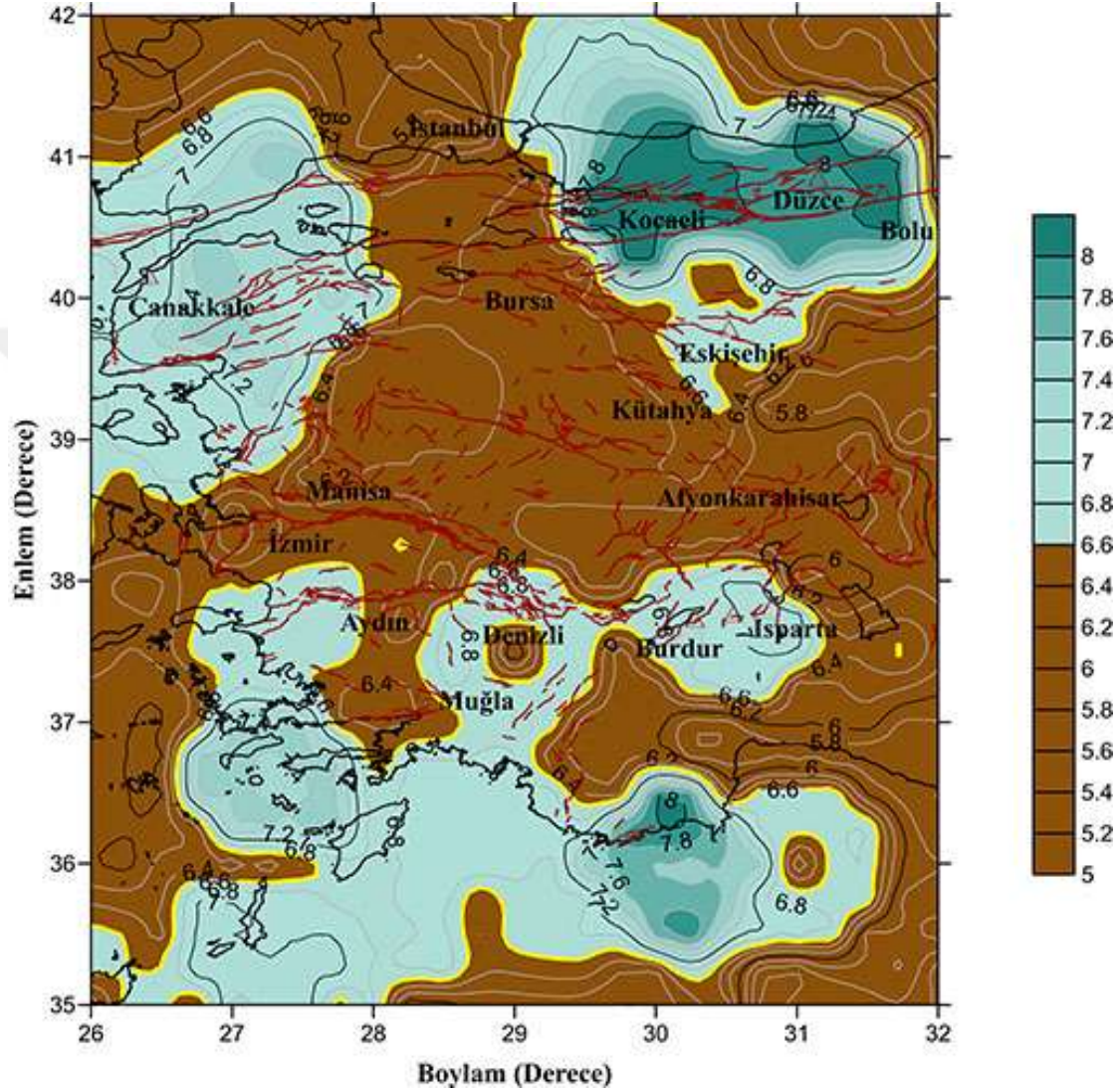
Şekil 4.55. Ulusal katalog için Kal-Tek yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Kijko-Sellevoll (Cramer yaklaşımı) yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası

“ m_{max} ” değeri 596 alt bölge için Tate-Pisarenko-Bayes yöntemine göre hesaplandığı zaman ise 8.0 olarak bulunmuştur. Çalışma alanı içerisinde beklenen en küçük “ m_{max} ” değeri 5.3 olarak elde edilirken ortalama “ m_{max} ” değeri ise 6.7 olarak bulunmuştur. Elde edilen “ m_{max} ” değerlerine göre de dağılım haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.57).



Şekil 4.57. Ulusal katalog için Kal-Tek yönteminden elde edilen “b” değeri kullanılarak Tate-Pisarenko-Bayes yöntemine göre çalışma alanı “ m_{max} ” değeri dağılım haritası

Kullanılan son yöntem olan Kijko-Sellevoll-Bayes'den elde edilen sonuçlara göre 596 alt bölge için $m_{max}=8.0$, en küçük " m_{max} " değeri 5.2 olarak bulunurken ortalama " m_{max} " değeri ise 6.6 olarak hesaplanmış ve de bu sonuca göre de " m_{max} " değeri dağılım haritası yapılmıştır (Şekil 4.58).



Şekil 4.58. Ulusal katalog için Kal-Tek yönteminden elde edilen " b " değeri kullanılarak Kijko-Sellevoll-Bayes yöntemine göre çalışma alanı " m_{max} " değeri dağılım haritası

Yapılan hesaplamalar sonucunda bölgede $M_w=5.2$ ve $M_w=5.3$ büyüklüğündeki depremlerle sık sık karşılaşıldığı ve $6.6 \leq M_w \leq 6.8$ büyüklüğündeki depremlerin bölge için ortalama değer olduğu görülmektedir (Çizelge 4.6). Ancak aynı yöntemlerin kullanıldığı uluslararası katalog sonuçları için en küçük “ m_{max} ” ve ortalama “ m_{max} ” değerlerinin daha küçük olduğu görülmüştür (Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Kal-Tek yönteminden elde edilen “b” değerlerine göre ulusal katalog için elde edilen “ m_{max} ” değerleri

Kullanılan Yöntem	En küçük “ m_{max} ” değeri	En büyük “ m_{max} ” değeri	Ortalama “ m_{max} ” değeri
Tate-Pisarenko	$M_w = 5.3$	$M_w = 8.1$	$M_w = 6.8$
Kijko-Sellevoll (Cramer yaklaşımı)	$M_w = 5.2$	$M_w = 8.2$	$M_w = 6.6$
Kijko-Sellevoll (Kesin çözüm)	$M_w = 5.2$	$M_w = 8.0$	$M_w = 6.6$
Tate-Pisarenko-Bayes	$M_w = 5.3$	$M_w = 8.0$	$M_w = 6.7$
Kijko-Sellevoll-Bayes	$M_w = 5.2$	$M_w = 8.0$	$M_w = 6.6$

4.2. Gerilme ve Deformasyon Alanlarının Belirlenmesi

Bir depremin neden olduğu gerilme değişimlerinin doğruluğu, hesaplamalarda o deprem için kullanılan kaynak parametrelerinin doğruluğu ile orantılıdır. Yani kullanılan kaynak parametreleri (fayın doğrultusu, dalımı, eğimi, fayın boyu, fayın genişliği) ne kadar doğru belirlenirse elde edilecek olan gerilme değişimleri de o kadar doğru olacaktır. Çünkü kayma dağılımındaki ve kırığın geometrisindeki hatalar gerilme dağılımında önemli sapmalara neden olabilir. Bu bakımdan deprem kaynak parametrelerinin doğru bir şekilde tespit edilmesi bir deprem sonrasında oluşacak gerilme-deformasyon alanlarının modellenmesinde önemli bir aşamadır. (Çakır vd., 2003).

Bu nedenle tez çalışmasının bu aşamasında öncelikli olarak Batı Anadolu’da (35.00° - 42.00° K ve 26.00° - 32.00° D) 1900-2015 yılları arasında meydana gelmiş $M_w \geq 6.0$ olan depremler tespit edilmiştir. Bu depremlere ait parametreler ve fay çözümleri çeşitli araştırmacılar tarafından yapılmış çalışmalardan derlenmiş ve düzenlenmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. 1900-2015 tarihleri arasında Batı Anadolu’da (35.00^0 - 42.00^0 K, 26.00^0 - 32.00^0 D) meydana gelen depremlere ($M_w \geq 6.0$) ait kaynak parametreleri

No	Tarih (G.A.Y)	Oluş Zamanı	Enlem (^{0} K)	Boylam (^{0} D)	Derinlik (h) (km)	Magnitüd (M_w)	Doğrultu	Dalım	Atım	Referans
1	11.08.1904	06:08:30	37.66	26.93	6.0	6.8	91	45	-115	Paradisopoulou vd. (2010)
2	09.08.1912	01:29:00	40.62	26.88	16.0	7.4	68	55	-145	Paradisopoulou vd. (2010)
3	03.10.1914	22:07:00	37.90	30.40	14.0	6.9	222	42	-107	Vannucci ve Gasperini (2003)
4	18.11.1919	21:54:50	39.20	27.40	10.0	6.9	253	45	-115	Paradisopoulou vd. (2010)
5	07.08.1925	06:46:00	37.90	29.60	20.0	6.0	64	50	-75	Vannucci ve Gasperini (2003)
6	31.03.1928	00:29:00	38.20	27.40	10.0	6.4	90	45	-90	Vannucci ve Gasperini (2003)
7	23.04.1933	05:57:00	36.70	27.40	30.0	6.4	60	45	-90	Vannucci ve Gasperini (2003)
8	18.03.1935	08:40:00	35.50	27.00	130.0	6.2	325	70	90	Vannucci ve Gasperini (2003)
9	22.09.1939	00:36:32	39.00	27.00	10.0	6.6	211	45	-115	Paradisopoulou vd. (2010)
10	23.05.1941	19:51:00	37.20	28.20	40.0	6.0	65	45	-90	Vannucci ve Gasperini (2003)

Çizelge 4.7. 1900-2015 tarihleri arasında Batı Anadolu’da (35.00⁰-42.00⁰K, 26.00⁰-32.00⁰ D) meydana gelen depremlere ($M_w \geq 6.0$) ait kaynak parametreleri (Devam)

No	Tarih (G.A.Y)	Oluş Zamanı	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Derinlik (h) (km)	Magnitüd (M_w)	Doğrultu	Dalım	Atım	Referans
11	06.10.1944	02:34:41	39.51	26.57	40.0	6.8	74	46	-114	Paradisopoulou vd. (2010)
12	09.02.1948	12:58:00	35.50	27.00	40.0	7.0	190	62	-90	Vannucci ve Gasperini (2003)
13	23.07.1949	15:03:30	38.58	26.23	10.0	6.7	84	36	-80	Paradisopoulou vd. (2010)
14	18.03.1953	19:06:16	40.02	27.53	30.0	7.2	250	70	-160	Paradisopoulou vd. (2010)
15	16.07.1955	07.07.11	37.66	27.19	6.0	6.8	60	50	-125	McKenzie (1972,1978)
16	24.04.1957	19.10.13	36.37	28.61	50.0	6.9	81	62	20	McKenzie (1972,1978)
17	25.04.1957	02:25:42	36.50	28.60	80.0	7.2	30	80	-41	Paradisopoulou vd. (2010)
18	26.04.1957	06:33:36	36.02	28.90	64.0	6.2	189	47	2	Canitez ve Üçer (1967)
19	26.05.1957	06:33:30	40.60	31.00	10.0	7.0	265	78	179	Paradisopoulou vd. (2010)
20	30.06.1958	08:42:44	36.40	27.30	100.0	6.3	12	76	172	Vannucci ve Gasperini (2003)
21	25.04.1959	00:26:20	37.00	28.50	30.0	6.2	8	39	-2	Vannucci ve Gasperini (2003)
22	23.05.1961	02:45:16	36.60	28.30	72.0	6.2	115	55	105	Üçer (1968)

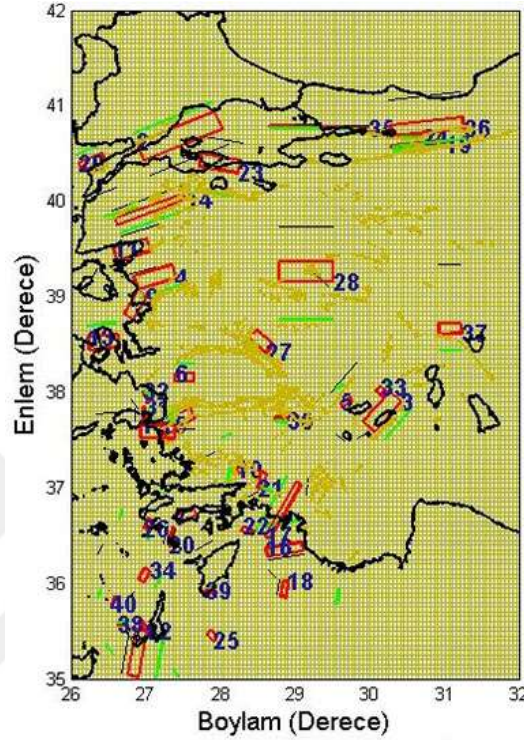
Çizelge 4.7. 1900-2015 tarihleri arasında Batı Anadolu’da (35.00^0 - 42.00^0 K, 26.00^0 - 32.00^0 D) meydana gelen depremlere ($M_w \geq 6.0$) ait kaynak parametreleri (Devam)

No	Tarih (G.A.Y)	Oluş Zamanı	Enlem (^{0} K)	Boylam (^{0} D)	Derinlik (h) (km)	Magnitüd (M_w)	Doğrultu	Dalım	Atım	Referans
23	06.10.1964	14:31:23	40.30	28.23	34.0	6.9	280	50	-90	Paradisopoulou vd. (2010)
24	22.07.1967	16:56:58	40.67	30.69	33.0	7.2	275	88	-178	Paradisopoulou vd. (2010)
25	30.05.1968	17:40:00	35.40	27.90	27.0	6.0	314	25	119	Vannucci ve Gasperini (2003)
26	05.12.1968	07:52:11	36.58	26.97	35.0	6.0	20	49	-80	McKenzie (1972,1978)
27	28.03.1969	01:48:29	38.42	28.6	4.0	6.5	313	34	-90	Paradisopoulou vd. (2010)
28	28.03.1970	23:00:00	39.16	29.50	31.0	7.1	270	35	-110	Paradisopoulou vd. (2010)
29	27.03.1975	05:15:08	40.40	26.10	15.0	6.6	68	55	-145	Paradisopoulou vd. (2010)
30	19.08.1976	01:12:00	37.70	28.89	4.0	6.1	276	69	-131	EMSC
31	06.11.1992	19:08:13	37.84	26.98	24.5	6.1	177	77	-5	HARVARD
32	06.11.1992	20:06:00	38.02	26.97	6.0	6.0	146	76	13	Vannucci ve Gasperini (2003)
33	01.10.1995	15:57:23	38.06	30.13	8.0	6.0	133	42	-89	HARVARD
34	20.07.1996	00:00:41	36.13	27.05	15.0	6.1	210	44	-76	Çevikbilen ve Taymaz (2012)
35	17.08.1999	00:01:37	40.76	29.97	18.0	7.4	271	87	164	Paradisopoulou vd. (2010)
36	12.11.1999	18:57:00	40.77	31.25	18.0	7.2	264	54	-167	Utkucu vd. (2005)

Çizelge 4.7. 1900-2015 tarihleri arasında Batı Anadolu’da (35.00^0 - 42.00^0 K, 26.00^0 - 32.00^0 D) meydana gelen depremlere ($M_w \geq 6.0$) ait kaynak parametreleri (Devam)

No	Tarih (G.A.Y)	Oluş Zamanı	Enlem (^{0} K)	Boylam (^{0} D)	Derinlik (h) (km)	Magnitüd (M_w)	Doğrultu	Dalış	Atım	Referans
37	03.02.2002	07:11:43	38.62	31.21	15.0	6.5	269	37	-71	HARVARD
38	22.01.2002	04:53:52	35.57	26.62	90.3	6.1	88	88	49	Yolsal (2008)
39	15.07.2008	03:26:36	35.92	27.80	35.5	6.1	94	80	30	Çevikbilen ve Taymaz (2012)
40	01.04.2011	13:29:09	35.78	26.53	72.0	6.0	24.26	75.81	135.1	Poyraz ve Kalafat (2013)

Çalışma alanı sınırları içerisindeki gerilme ve deformasyon alanlarının belirlenmesi için öncelikle Çizelge 4.7’de liste halinde sunulan depremler 3.2.2 numaralı bölümde ayrıntılı bir şekilde açıklanan Coulomb 3.3 programı esaslarına uygun biçimde programa girdi olarak yüklenmiştir (Şekil 4.59).

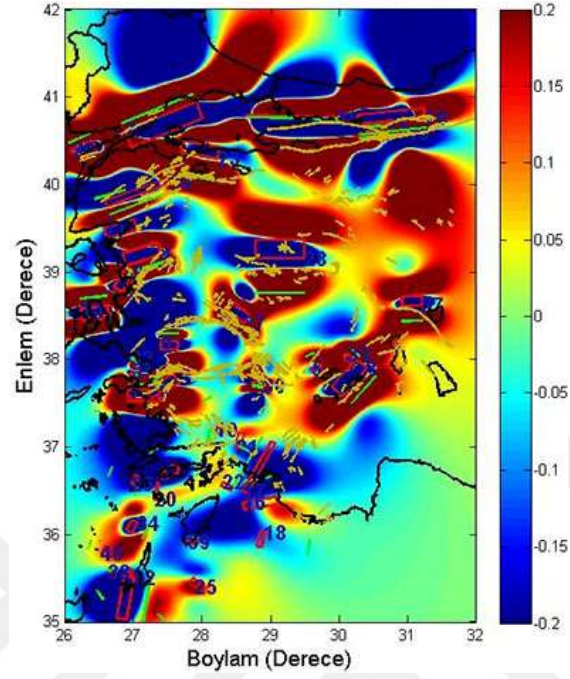


Şekil 4.59. Çalışmada kullanılan deprem parametrelerinin Coulomb 3.3 programında görüldüğü ekran görüntüsü

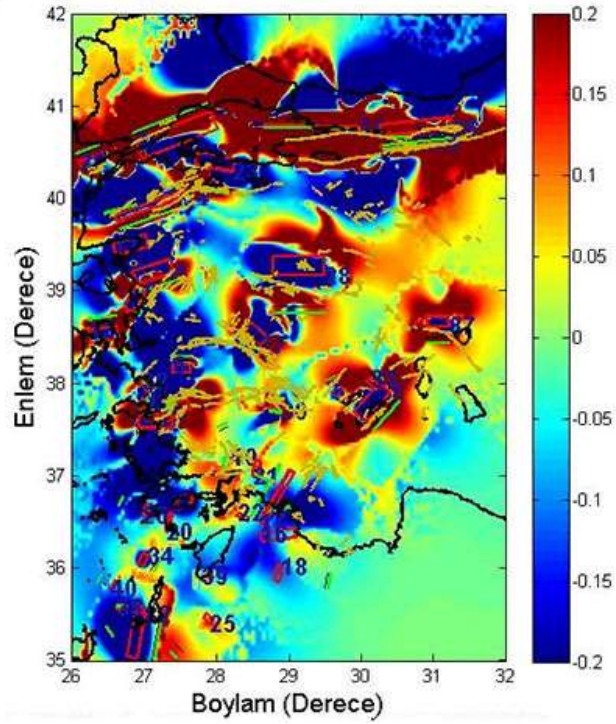
Ancak gerilme ve deformasyon alanlarının haritalanması sırasında 3.2.2 numaralı bölümde verilen Coulomb Kırılma Kriterinin çalışmaya uygulanabilmesi için belirli varsayımların yapılması gerekmektedir. Buna göre çalışmada μ değeri 0.4 olarak alınmış ve hesaplamalarda elastik bir yarı yüzey düşünülerek Poisson oranı 0.25 olarak kabul edilmiştir.

Bu varsayımlara göre çalışma alanında 100 barlık bir bölgesel gerilme kabul edilmiş ve K30B yönlü açılma rejimine göre tektonik yükleme yapılmıştır (Gülal vd., 2011). Ve bölgedeki optimum normal faylanma için yüzey, 5 km ve 10 km derinlikler alınarak Coulomb gerilme değişimleri haritalanmıştır (Şekil 4.60, Şekil 4.61 ve Şekil 4.62).

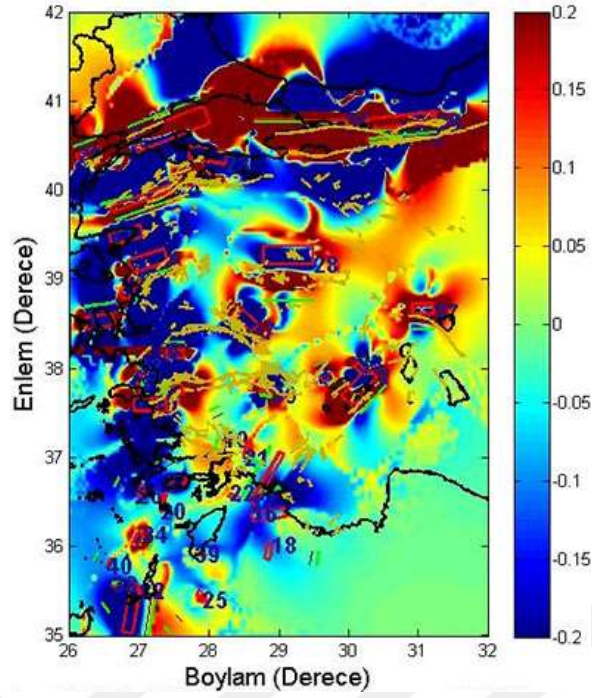
Oluşturulan Coulomb gerilme dağılımı haritalarında kırmızı renk gerilmenin arttığı mavi renk ise gerilmenin azaldığı bölgeleri ifade etmek için kullanılmıştır.



Şekil 4.60. Optimum normal faylanma için yüzeyde elde edilen Coulomb gerilme değişimi (bar)



Şekil 4.61. Optimum normal faylanma için 5 km derinlikte elde edilen Coulomb gerilme değişimi (bar)

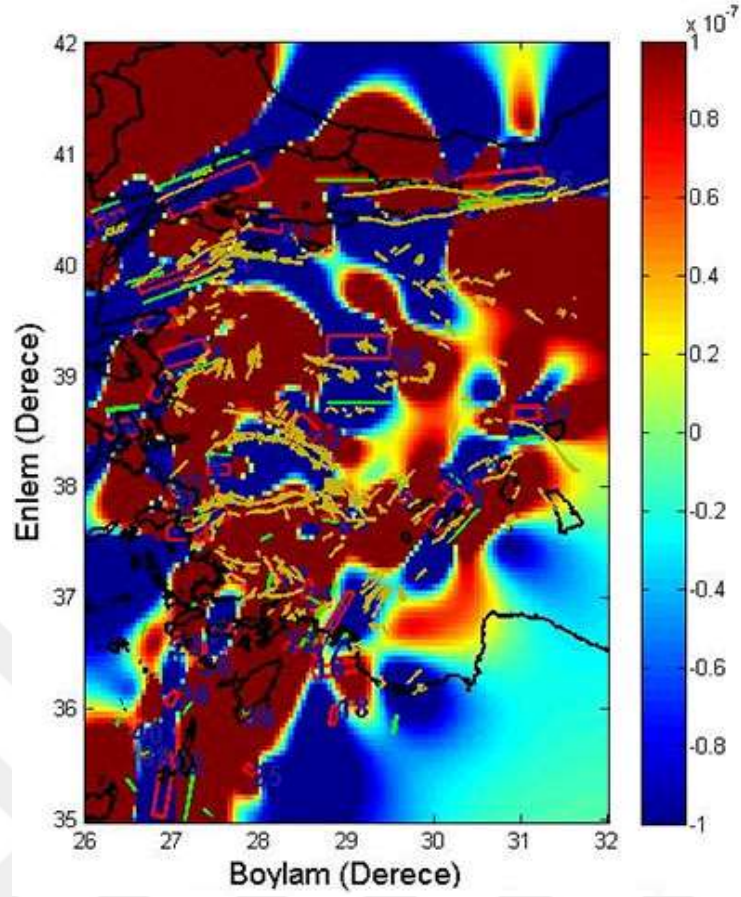


Şekil 4.62. Optimum normal faylanma için 10 km derinlikte elde edilen Coulomb gerilme değişimi (bar)

Bu duruma göre Coulomb gerilme analizinden 0, 5, 10 km derinlikler için elde edilen (Şekil 4.60, 4.61, 4.62) sonuçlar bölgedeki gerilme dağılımı ve gerilme artışının daha çok sığ derinliklerde olduğunu ve derinlikle azaldığını göstermektedir.

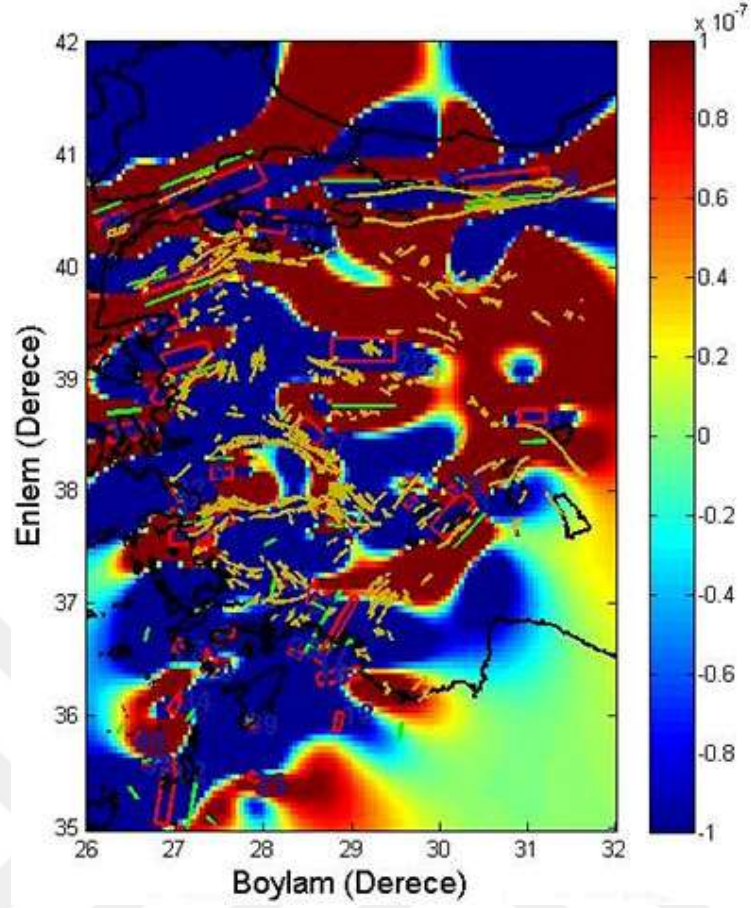
Coulomb gerilme birikimlerinin derinliğe bağlı olarak değişimlerinin belirlenmesinden sonra kabul edilen varsayımlara dayanarak yüzeydeki asal gerilmelerin oluşturduğu deformasyon değişimleri haritalanmıştır (Şekil 4.63, 4.64 ve 4.65).

Çalışma alanında yüzeydeki asal gerilmelerin oluşturduğu deformasyon değişimlerinin belirlenebilmesi için de sırası ile sadece x, sadece y ve sadece z düzlemi doğrultusundaki deformasyon değişimleri incelenmiştir ve diğer durumlar için yer değiştirmeler ve deformasyonlar sıfır kabul edilmiştir. Böylelikle bölgedeki etkin gerilmenin yönü belirlenmiş olacaktır.



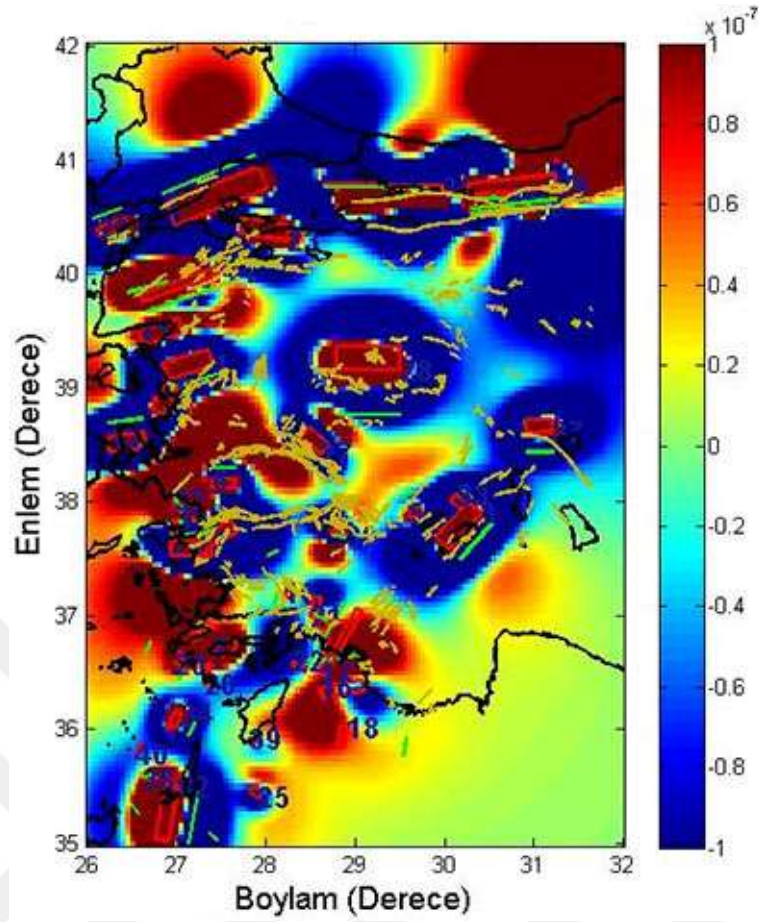
Şekil 4.63. Optimum normal faylanma için yüzeyde elde edilen ϵ_{xx} deformasyon değişimi

Çalışma alanında öncelikle ϵ_{xx} yönlü deformasyon değişimleri incelenmiştir. KD-GB yönlü uzanım gösteren Coulomb gerilme birikimi dağılımının bölgenin depremselliği ve tektoniği ile oldukça uyumlu olduğu görülmektedir. İzmir ve çevresi özellikle Büyük Menderes ve Gediz Grabenlerinin üst kısımlarında, Helenik Yay, Kütahya ve civarı ile Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun batı kısmı gerilme yüklemelerinin yoğun olarak görüldüğü alanlar olarak ön plana çıkmaktadır.



Şekil 4.64. Optimum normal faylanma için yüzeyde elde edilen ϵ_{yy} deformasyon değişimi

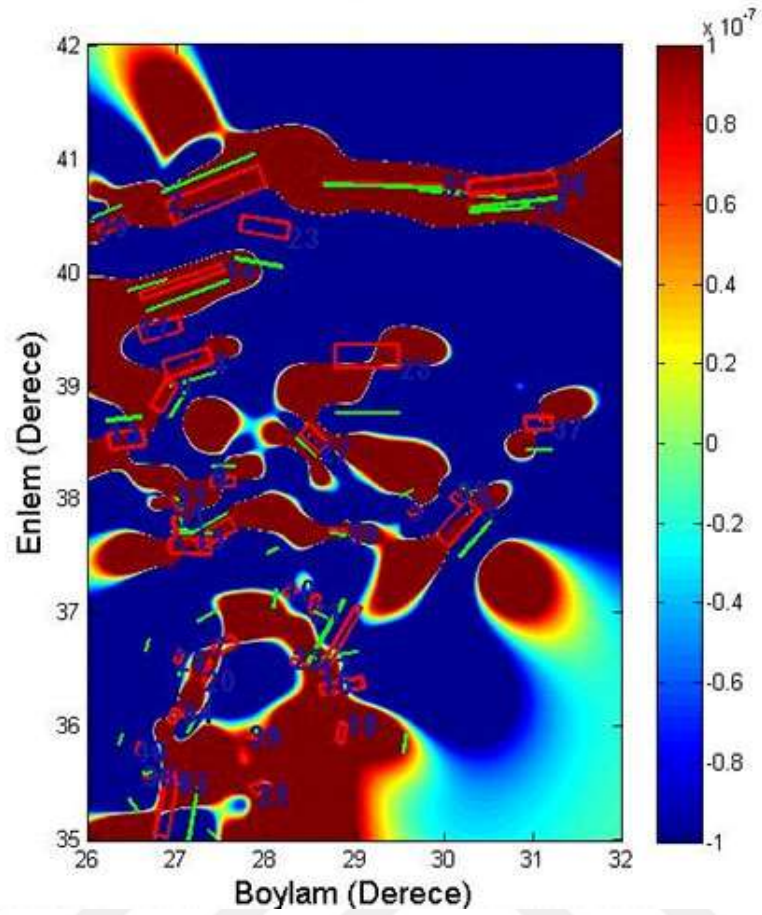
ϵ_{yy} yönlü deformasyon değişiminin incelenmesi sonucunda İzmir ve çevresi, grabenlerin bulunduğu alanlar ve Helen Yayı'nın üzerindeki birikimlerin azaldığı buna karşılık Fethiye-Burdur Fay Zonu ve Sultandağı üzerinde belirgin bir gerilme birikimi artışı olduğu görülmektedir.



Şekil 4.65. Optimum normal faylanma için yüzeyde elde edilen ε_{zz} deformasyon değişimi

ε_{zz} yönlü deformasyon değişiminin incelenmesi sonucunda ise bu gerilmelerin bölge için önemli bir değişim yaratmadığı sadece derin depremlerin meydana geldiği denizsel alanlarda etkili olduğu görülmektedir.

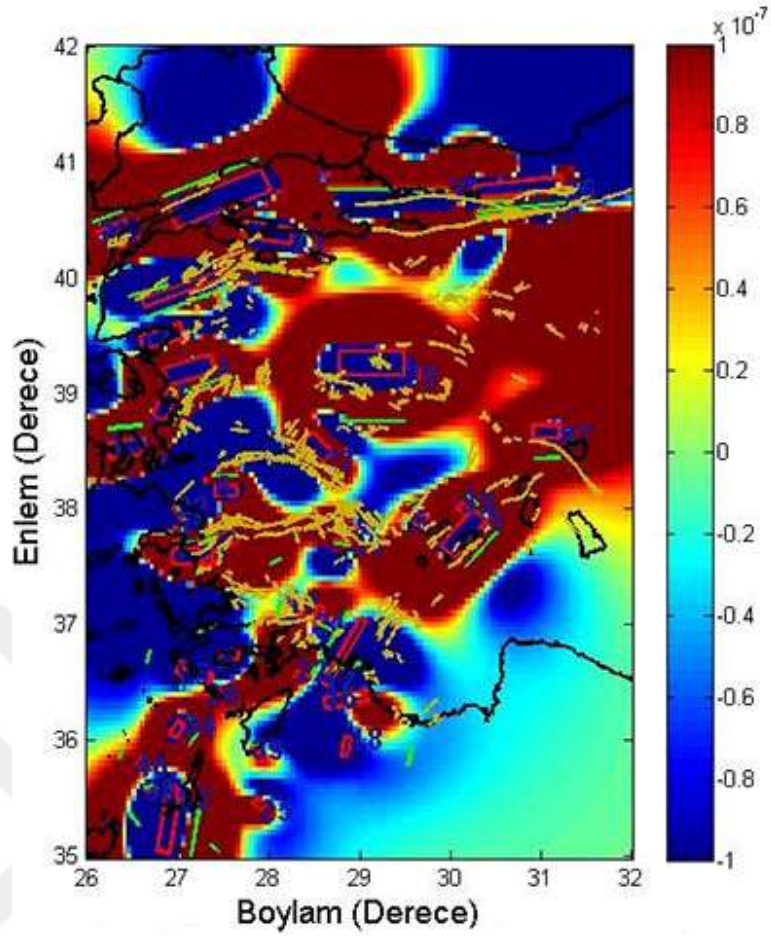
Yüzeydeki asal gerilmelerin oluşturduğu deformasyon değişim haritalarının incelenmesi sonucunda çalışma alanı için x ve y yönlü kuvvetlerin etkisinin daha fazla olduğu görülmüş ve bu nedenle aynı kabuller varsayımı ile xy yönlü deformasyon değişimi de incelenmiştir (Şekil 4.66).



Şekil 4.66. Optimum normal faylanma için yüzeyde elde edilen ϵ_{xy} deformasyon değişimi

Bölgede oluşmuş depremler ve aktif faylar dikkate alındığında oluşan deformasyonlarla en iyi uyumun xy yönlü deformasyon değişimi ile sağlandığı görülmektedir.

Çalışmada son olarak kabul edilen varsayımlar doğrultusunda yüzeyde elde edilen dilatasyon değişimi hesaplanıp haritalanmıştır (Şekil 4.67).



Şekil 4.67. Optimum normal faylanma için yüzeyde elde edilen dilatasyon değışimi

Dilatasyon değışiminin ($\epsilon_{xx} + \epsilon_{yy} + \epsilon_{zz}$) incelenmesi sonucunda elde edilen dağılımın bölgenin bilinen sismotektonik durumu ile uyumlu olduğu görülmektedir.

4.3. Azalım İlişkilerine Bağlı Olarak Yer Hareketinin Belirlenmesi

Çalışmanın bu aşamasında olası bir deprem sonucunda farklı araştırmacılar tarafından geliştirilen azalım ilişkileri kullanılarak hem deterministik hem de probabilistik analiz yapılmıştır. Böylelikle çalışma alanı içerisinde yer alan il merkezleri için tehlike düzeyleri ve yerel tasarım ivme spektrumları belirlenmiştir.

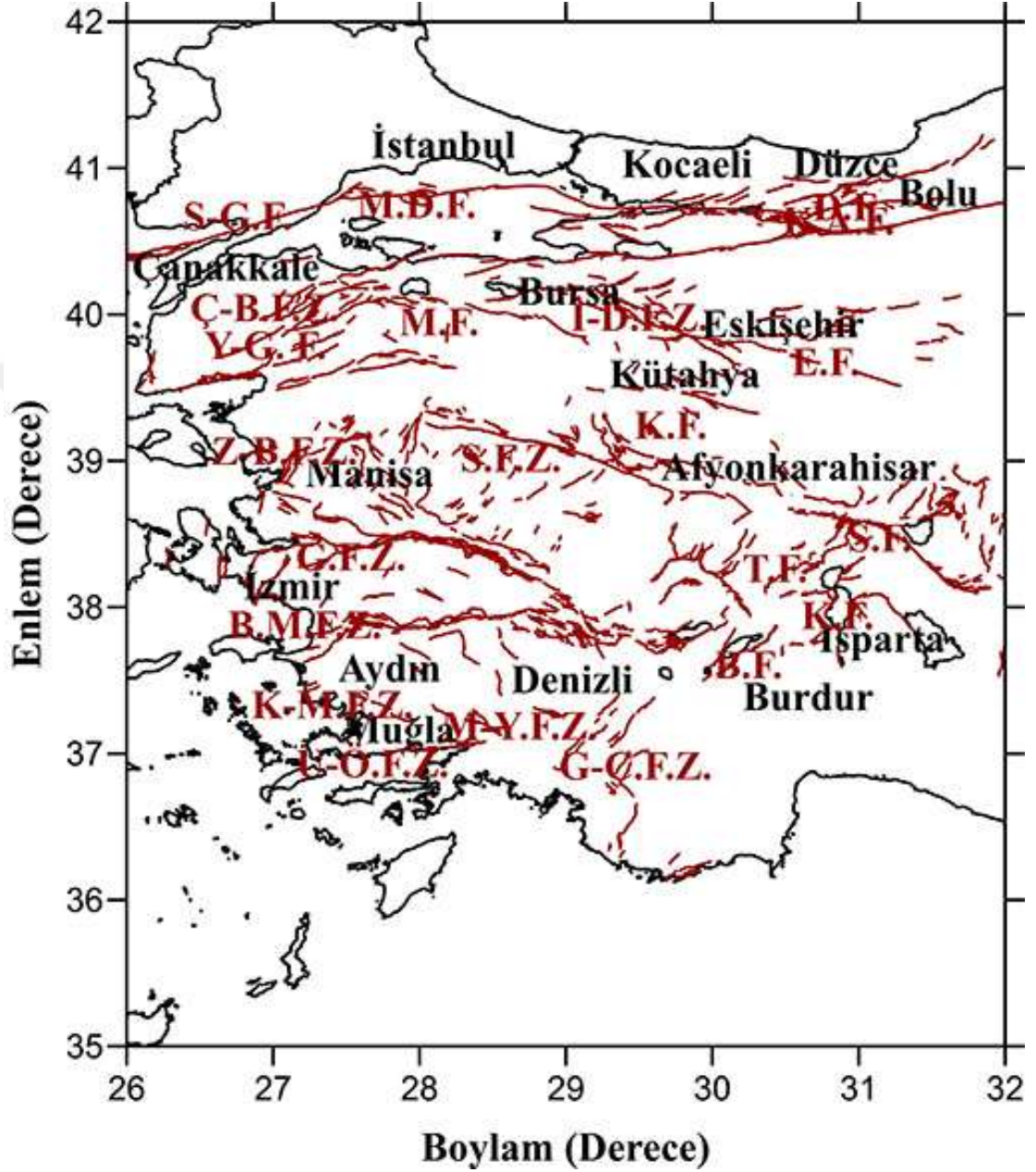
Bu hesaplamalar 3.2.3 numaralı bölümde ayrıntılı bir şekilde verilen EZ-FRISK 7.52 programı kullanılarak yapılmıştır. Ancak programın kullanılması için deprem üretmesi beklenen faya ait depremsellik parametrelerine (aktivite olasılığı, “b” değeri, “ β ” değeri, “ λ ” değeri, “ m_{min} ” değeri, “ m_{max} ” değeri) ve faylanma boyutu (fay tipi, fayın boyu ve fayın eni) ile ilgili parametrelere ihtiyaç duyulmaktadır.

Çalışmanın bu aşamasında gerekli olan depremsellik parametreleri için ayrı bir hesaplama yapılmamış ve 4.1 numaralı bölümde uluslararası katalog kullanılarak hesaplanan değerler kullanılmıştır. Çünkü ulusal katalogdan elde edilen sonuçların 1900-1960 yılları arasındaki tartışmalı durumu göz önüne alındığında tez çalışmasının bu aşamasında uluslararası katalog kullanılarak elde edilen depremsellik parametrelerinin kullanımının daha uygun olacağı düşünülmektedir. Depremsellik parametrelerine ilaveten uygulama için gerekli olan faya ait fiziksel parametreler ise deprem üretmesi beklenen fay tipine bağlı olarak 3.2.2 numaralı bölümde ayrıntılı bir şekilde verilen Coulomb 3.2. programı kullanılarak hesaplanmıştır. Son olarak çalışma için gerekli olan V_{S30} hızları ise il merkezleri için daha önce yapılmış ve literatürde kabul edilen çalışmalardan derlenmiştir. Gerekli parametrik değerlerin belirlenmesinden sonra çalışma alanı içerisinde yer alan ve il merkezlerini etkilemesi muhtemel depremleri üretecek ana faylar belirlenmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4. 8. Çalışmada kullanılan faylar (alfabetik sıra ile)

Fay Adı
Burdur Fayı (B.F.)
Büyük Menderes Fay Zonu (B.M.F.Z.)
Çan-Biga Fay Zonu (Ç-B.F.Z.)
Düzce Fayı (D.F.)
Eskişehir Fayı (E.F.)
Gediz Fay Zonu (G.F.Z.)
Göhlisar-Çameli Fayı (G-Ç.F.)
İnönü-Dodurga Fayı (İ-D.F.)
Karaova-Milas Fayı (K-M.F.)
Kumdanlı Fayı (K.F.)
Kuzey Anadolu Fayı (K.A.F.)
Kütahya Fayı (K.F.)
Manyas Fayı (M.F.)
Marmara Denizi Fayları (M.D.F.)
Saros-Gaziköy Fayı (S-G F.)
Simav Fayı (S.F.)
Sultandağı Fayı (S.F.)
Tatarlı Fayı (T.F.)
Ula-Ören Fayı (U-Ö.F.)
Yenice-Gönen Fayı (Y-G.F.)
Zeytindağ-Bergama Fay Zonu (Z-B.F.Z.)

Çizelge 4.8’de il merkezleri ve bu merkezlere 100 km’lik bir mesafe içerisinde bulunan ana faylar hesaplamalarda kullanılmış ve bu ana faylar haritada gösterilmiştir (Şekil 4.68).



Şekil 4.68. Deterministik ve probabilistik analiz yapılacak il merkezleri ve deprem üretmesi beklenen ana faylar

Çalışma sonunda deterministik yöntemle elde edilen ivme değerleri Çizelge 4.8’de verilen European Seismological Commission’da (ESC) tanımlanan tehlike düzeylerine göre kategorize edilmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. European Seismological Commision’a (ESC) göre ivme değeri-tehlike düzeyleri ilişkisi

Tehlike Düzeyi	İvme Değeri
Düşük Tehlike	<0.08g
Orta Tehlike	0.08g-0.24g
Yüksek Tehlike	>0.24g

Probabilistik yöntemle elde edilen ivme değerleri ise Türkiye Deprem Yönetmeliği’nde (DBYBHY, 2007) tanımlanan deprem etki düzeylerine göre değerlendirilmiştir (Çizelge 4.10). Böylelikle DBYBHY 2007’de tanımlanan tasarım depremine (TD) dayalı olarak geliştirilen deprem etkisi, dönüşüm periyodu, aşılma olasılığı arasındaki uyum incelenmiştir.

Çizelge 4.10. Türkiye Deprem Yönetmeliği’nde (DBYBHY, 2007) tanımlanan farklı deprem etkileri

Deprem Etkisi	Dönüş Periyodu	50 yılda aşılma olasılığı	Minimum Performans Hedefi (Örnek)	Tanımı
Hafif (D1)	72 yıl	%50	Hemen Kullanım	0.5xTD
Seyrek (D2)	475 yıl	%10	Can Güvenliği	TD (Tasarım Depremi)
Çok Seyrek (D3)	2475 yıl	%2	Göçme Öncesi	1.5xTD

4.3.1. Isparta il merkezi için tasarım ivme değerleri

Isparta il merkezi tasarım ivme değerlerinin belirlenebilmesi için yapılan çalışmada inceleme alanını etkilemesi muhtemel faylar olarak Burdur Fayı, Kumdanlı Fayı ve Tatarlı Fayı belirlenmiştir.

Kabuller:

- ✓ Isparta ili I. Derece deprem bölgesindedir.
- ✓ Kayma Dalgası hızı $V_{S30}=350$ m/s ve R (faya olan maksimum uzaklık)=100 km olarak kabul edilmiştir.

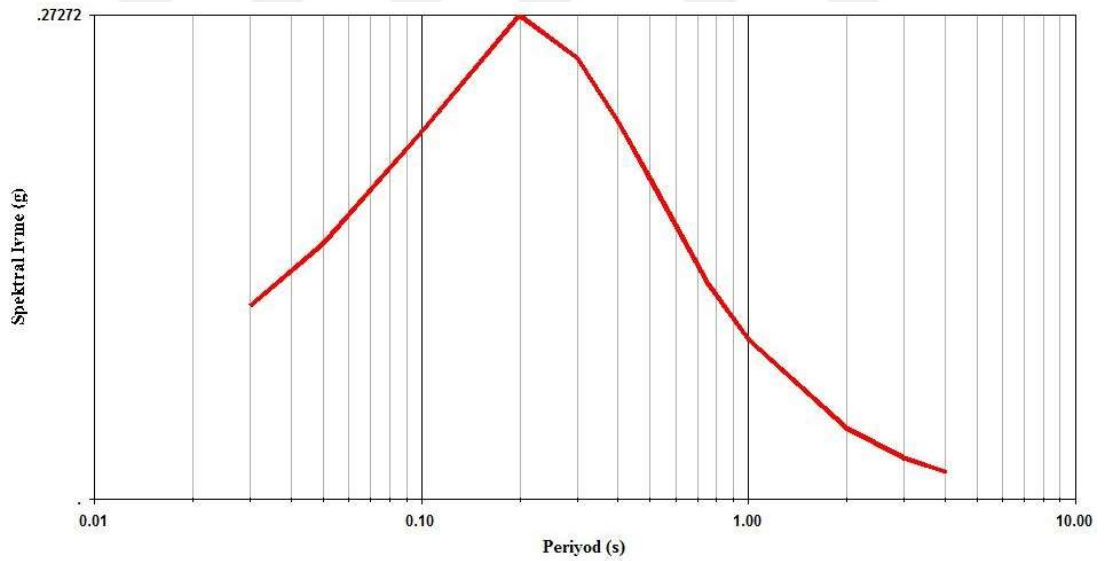
Burdur Fayı

Çalışmada öncelikli olarak Burdur Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Isparta il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Burdur Fayı olası depremi sonucunda Isparta il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalm İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.21434 g
B-A (2008)	0.27621 g
B-J-F (1997)	0.33215 g
C-B (2008)	0.32581 g
C-Y (2008)	0.21507 g
Ortalama	0.27 g

Burdur Fayı olası tasarım depreminin Isparta il merkezinde oluşturması beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre yüksek tehlike (0.27 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.69).

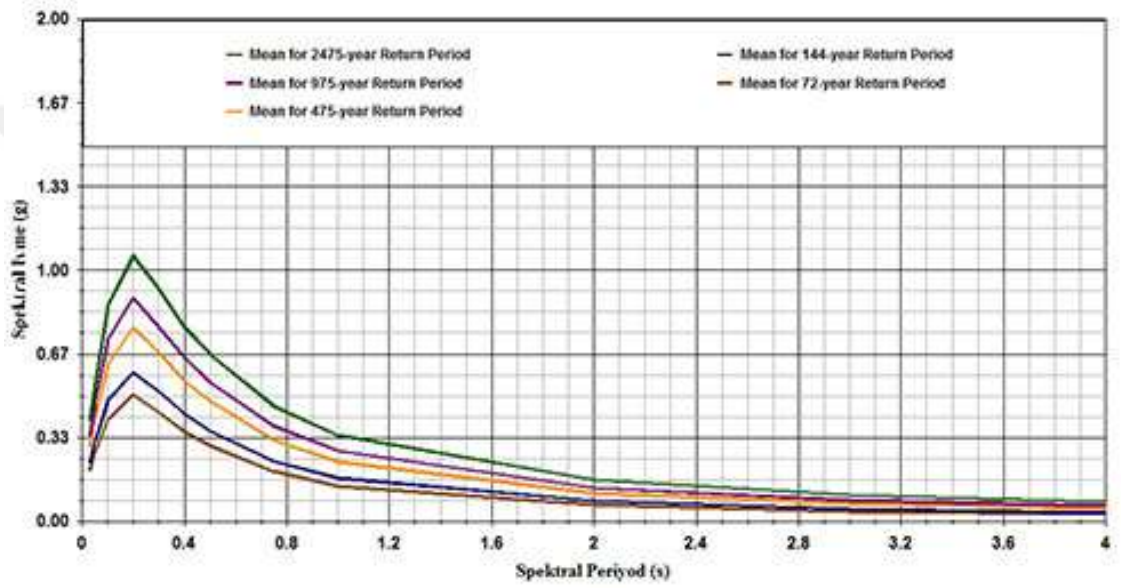


Şekil 4.69. Burdur Fayı olası depremi sonucunda Isparta il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada daha sonra Burdur Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Isparta il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.12 ve Şekil 4.70).

Çizelge 4.12. Burdur Fayı olası depremi sonucunda Isparta il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalım İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	0.95 g	0.79 g	0.69 g	0.53 g	0.44 g
B-A (2008)	1.05 g	0.87 g	0.75 g	0.56 g	0.47 g
B-J-F (1997)	0.96 g	0.83 g	0.73 g	0.58 g	0.51 g
C-B (2008)	1.23 g	1.06 g	0.91 g	0.71 g	0.61 g
C-Y (2008)	0.95 g	0.78 g	0.67 g	0.51 g	0.42 g
Ortalama	1.02 g	0.86 g	0.75 g	0.57 g	0.49 g



Şekil 4.70. Burdur Fayı olası depremi sonucunda Isparta il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.75$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Burdur Fayı olası depremi için Isparta il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	1.50xTD	TD	0.5xTD
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	1.02 g	0.75 g	0.49 g
DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri	1.12 g	0.75 g	0.37 g

Çizelge 4.13’de TD=0.75 alınarak DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 1.02 g beklenen değer altında (1.12 g) bir değer vermiştir. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72 yıllık geri dönüş periyodu) 0.49 g beklenen değer üstünde (0.37) g bir değer vermiştir.

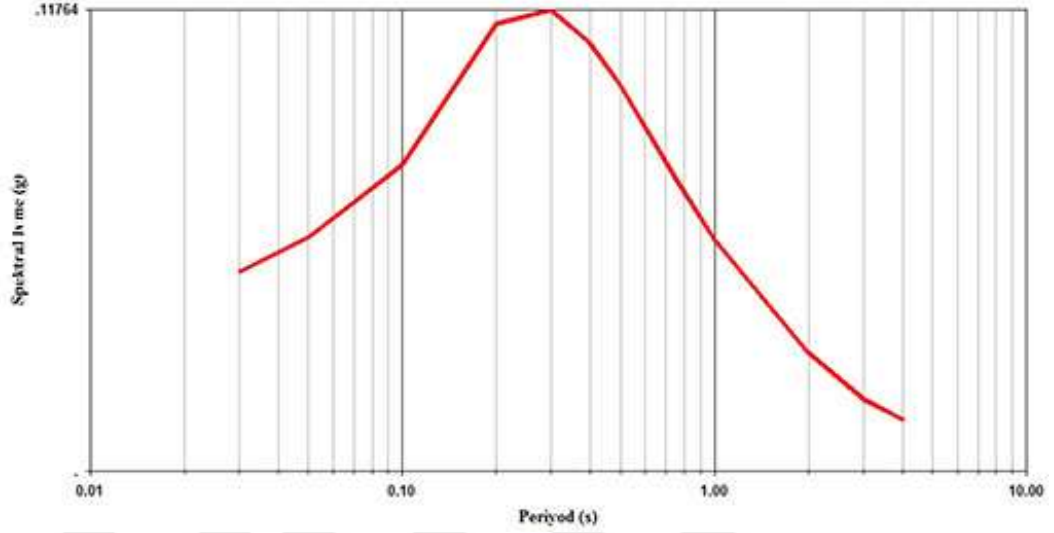
Kumdanlı Fayı

Çalışmada Kumdanlı Fayı’nda meydana gelebilecek bir depremin Isparta il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri öncelikle deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Kumdanlı Fayı olası depremi sonucunda Isparta il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalım İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.11109 g
B-A (2008)	0.14427 g
B-J-F (1997)	0.12532 g
C-B (2008)	0.11705 g
C-Y (2008)	0.09064 g
Ortalama	0.11 g

Kumdanlı Fayı olayı tasarım depreminin Isparta il merkezinde oluşturmaları beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre orta tehlike (0.11 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.71).

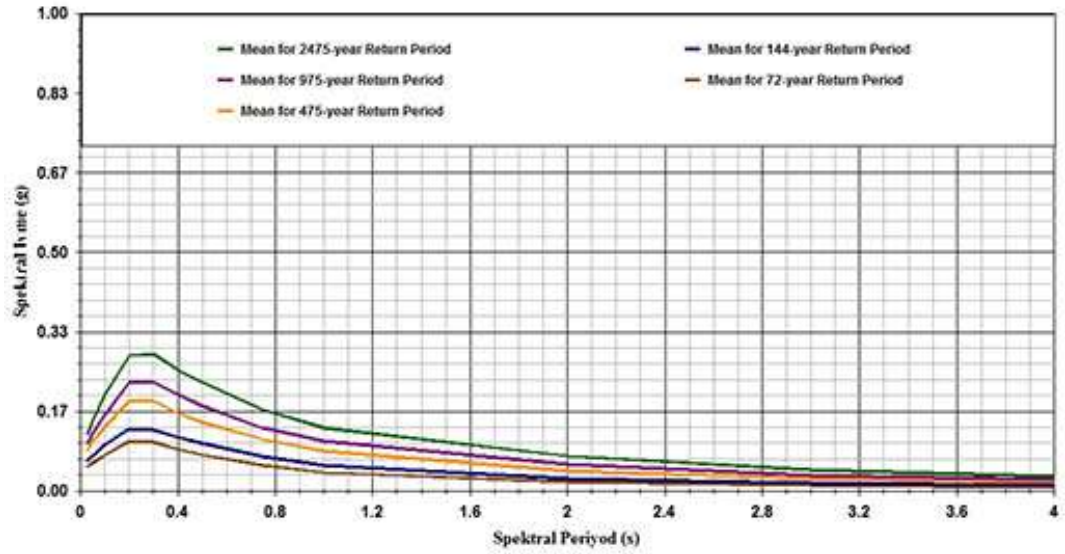


Şekil 4.71. Kumdanlı Fayı olası depremi sonucunda Isparta il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada deterministik hesaplama sona Kumdanlı Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Isparta il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.15 ve Şekil 4.72).

Çizelge 4.15. Kumdanlı Fayı olası depremi sonucunda Isparta il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalm İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	0.23 g	0.19 g	0.15 g	0.10 g	0.08 g
B-A (2008)	0.36 g	0.29 g	0.23 g	0.16 g	0.12 g
B-J-F (1997)	0.27 g	0.22 g	0.19 g	0.14 g	0.12 g
C-B (2008)	0.29 g	0.24 g	0.20 g	0.14 g	0.11 g
C-Y (2008)	0.22 g	0.17 g	0.14 g	0.09 g	0.07 g
Ortalama	0.27 g	0.22 g	0.18 g	0.12 g	0.10 g



Şekil 4.72. Kumdanlı Fayı olası depremi sonucunda Isparta il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.18$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. DBYBHY 2007'de tanımlanan deprem etkilerine göre Kumdanlı Fayı olası depremi için Isparta il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	$1.50 \times TD$	TD	$0.5 \times TD$
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	0.27 g	0.18 g	0.10 g
DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri	0.27 g	0.18 g	0.09

Çizelge 4.16'da $TD=0.18$ alınarak DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 0.27 g beklenen DBYBHY 2007 değeri ile uyumludur. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72 yıllık

geri dönüş periyodu) 0.10 g beklenen değere oldukça yakın (0.09 g) bir değer vermiştir.

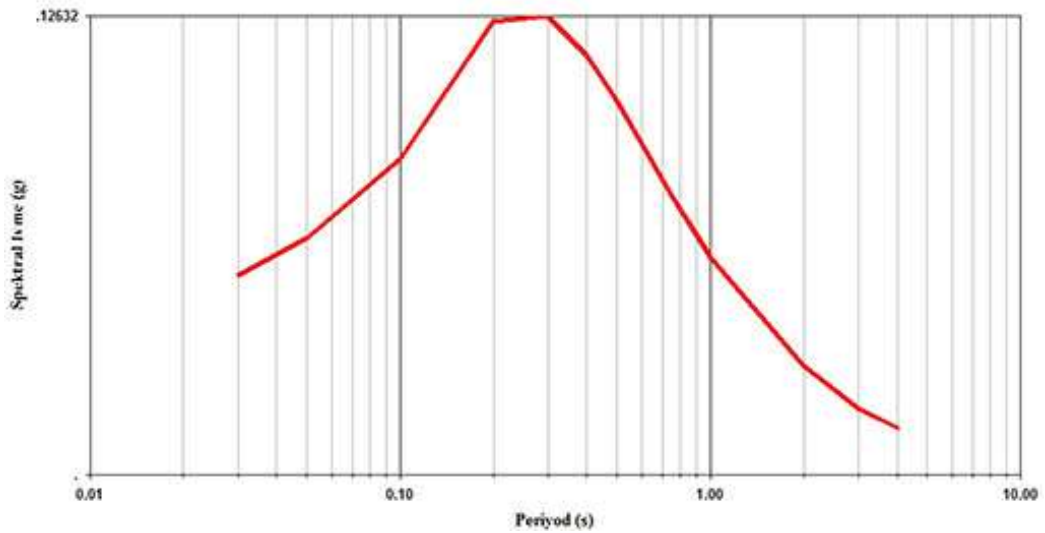
Tatarlı Fayı

Çalışmanın ilk aşamasında Tatarlı Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Isparta il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. Tatarlı Fayı olası depremi sonucunda Isparta il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalm İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.11312 g
B-A (2008)	0.16184 g
B-J-F (1997)	0.13436 g
C-B (2008)	0.12699 g
C-Y (2008)	0.09809 g
Ortalama	0.12 g

Tatarlı Fayı olası tasarım depreminin Isparta il merkezinde oluşturması beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre orta tehlike (0.12 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.73).

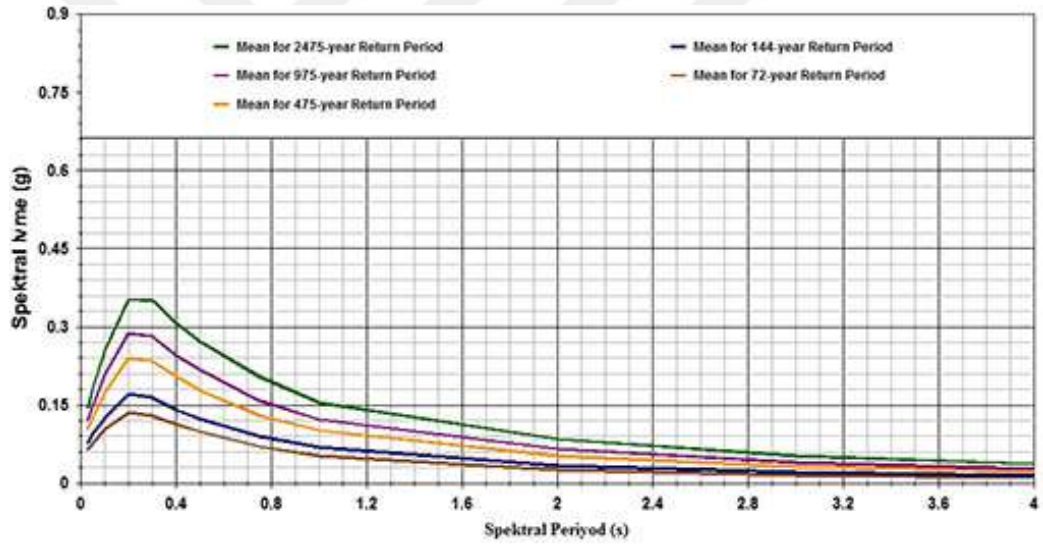


Şekil 4.73. Tatarlı Fayı olası depremi sonucunda Isparta il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmanın ikinci aşamasında Tatarlı Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Isparta il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.18 ve Şekil 4.74).

Çizelge 4.18. Tatarlı Fayı olası depremi sonucunda Isparta il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalışım İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	0.27 g	0.22 g	0.18 g	0.13 g	0.10 g
B-A (2008)	0.45 g	0.36 g	0.30 g	0.22 g	0.17 g
B-J-F (1997)	0.32 g	0.27 g	0.23 g	0.17 g	0.14 g
C-B (2008)	0.36 g	0.29 g	0.25 g	0.18 g	0.14 g
C-Y (2008)	0.27 g	0.22 g	0.18 g	0.12 g	0.10 g
Ortalama	0.33 g	0.27 g	0.22 g	0.16 g	0.13 g



Şekil 4. 74. Tatarlı Fayı olası depremi sonucunda Isparta il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.22$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Tatarlı Fayı olası depremi için Isparta il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	1.50xTD	TD	0.5xTD
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	0.33 g	0.22 g	0.13 g
DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri	0.33 g	0.22 g	0.11 g

Çizelge 4.19’da TD=0.22 alınarak DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 0.33 g beklenen DBYBHY 2007 değeri ile uyumludur. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72 yıllık geri dönüş periyodu) 0.13 g beklenen değere oldukça yakın (0.11 g) bir değer vermiştir.

4.3.2. Afyonkarahisar il merkezi için tasarım ivme değerleri

Afyonkarahisar il merkezi tasarım ivme değerlerinin belirlenebilmesi için yapılan çalışmada inceleme alanını etkilemesi muhtemel faylar olarak Sultandağı Fayı, Kumdanlı Fayı ve Tatarlı Fayı belirlenmiştir.

Kabuller:

- ✓ Afyonkarahisar ili çeşitli derecelerde (I. ve II.) deprem tehlikesi ile karşı karşıyadır. Yapılan çalışmada Afyonkarahisar ilinin I. derece deprem bölgesinde yer aldığı kabul edilmiştir.
- ✓ Kayma Dalgası hızı $V_{S30}=200$ m/s ve $R=100$ km olarak kabul edilmiştir.

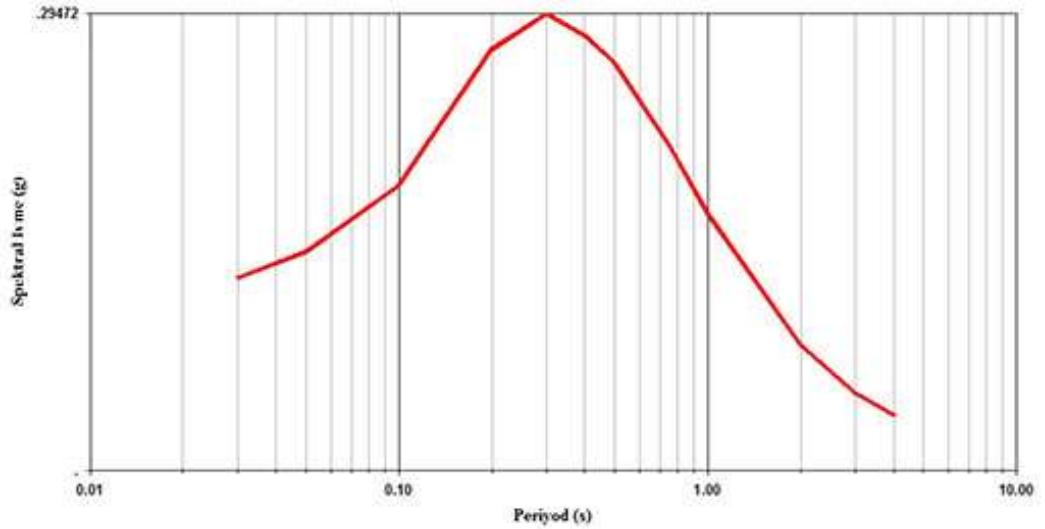
Sultandağı Fayı

Çalışmada Sultandağı Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Afyonkarahisar il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri öncelikle deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. Sultandağı Fayı olası depremi sonucunda Afyonkarahisar il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalış İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.25461 g
B-A (2008)	0.38981 g
B-J-F (1997)	0.34702 g
C-B (2008)	0.24183 g
C-Y (2008)	0.24194 g
Ortalama	0.29 g

Sultandağı Fayı olası tasarım depreminin Afyonkarahisar il merkezinde oluşturması beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre yüksek tehlike (0.29 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.75).

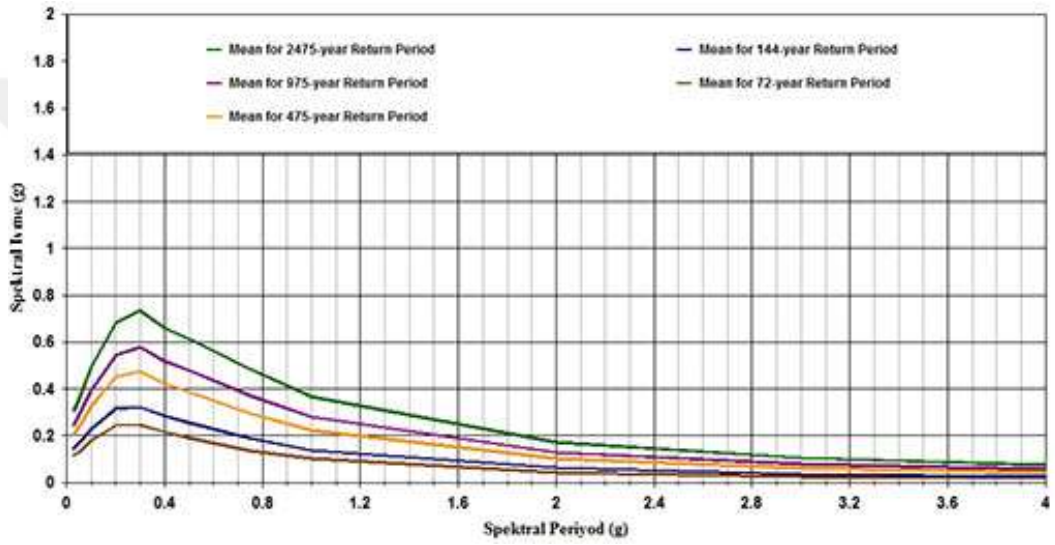


Şekil 4.75. Sultandağı Fayı olası depremi sonucunda Afyonkarahisar il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada deterministik hesaplamadan sonra Sultandağı Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Afyonkarahisar il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.21 ve Şekil 4.76).

Çizelge 4.21. Sultandağı Fayı olası depremi sonucunda Afyonkarahisar il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalım İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	0.51 g	0.41 g	0.34 g	0.24 g	0.18 g
B-A (2008)	1.02 g	0.80 g	0.65 g	0.45 g	0.33 g
B-J-F (1997)	0.69 g	0.57 g	0.49 g	0.35 g	0.28 g
C-B (2008)	0.58 g	0.47 g	0.39 g	0.29 g	0.23 g
C-Y (2008)	0.54 g	0.44 g	0.37 g	0.26 g	0.20 g
Ortalama	0.66 g	0.53 g	0.44 g	0.31 g	0.24 g



Şekil 4.76. Sultandağı Fayı olası depremi sonucunda Afyonkarahisar il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.44$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Sultandağı Fayı olası depremi için Afyonkarahisar il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	1.50xTD	TD	0.5xTD
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	0.66 g	0.44 g	0.24 g
DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri	0.66 g	0.44 g	0.22 g

Çizelge 4.22’de TD=0.44 alınarak DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 0.66 g beklenen DBYBHY 2007 değeri ile uyumludur. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72 yıllık geri dönüş periyodu) 0.24 g beklenen değer az farkla da olsa üstünde (0.22 g) bir değer vermiştir.

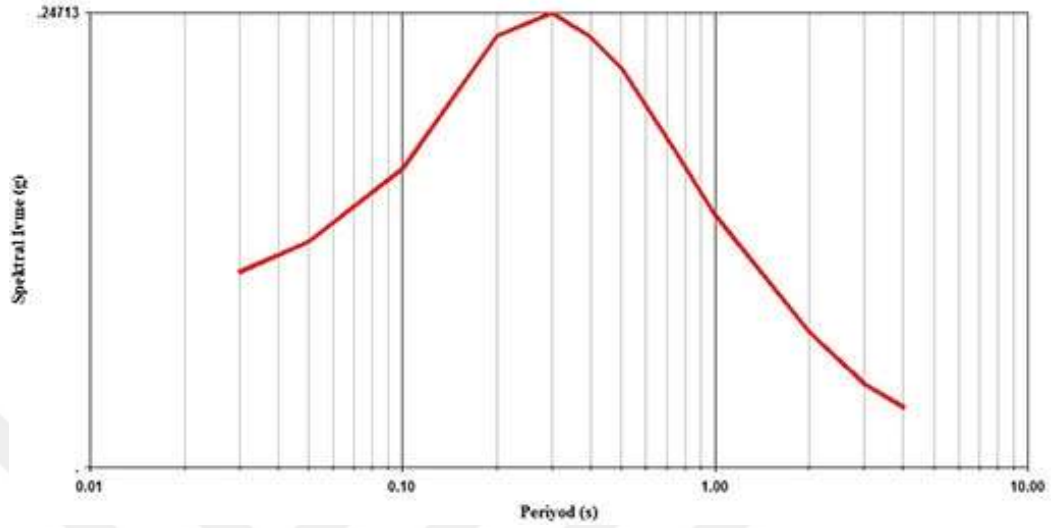
Kumdanlı Fayı

Çalışmada öncelikli olarak Kumdanlı Fayı’nda meydana gelebilecek bir depremin Afyonkarahisar il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23. Kumdanlı Fayı olası depremi sonucunda Afyonkarahisar il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalım İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.21539 g
B-A (2008)	0.34651 g
B-J-F (1997)	0.25366 g
C-B (2008)	0.22326 g
C-Y (2008)	0.19847 g
Ortalama	0.24 g

Kumdanlı Fayı olası tasarım depreminin Afyonkarahisar il merkezinde oluşturmaları beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre yüksek tehlike (0.24 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.77).

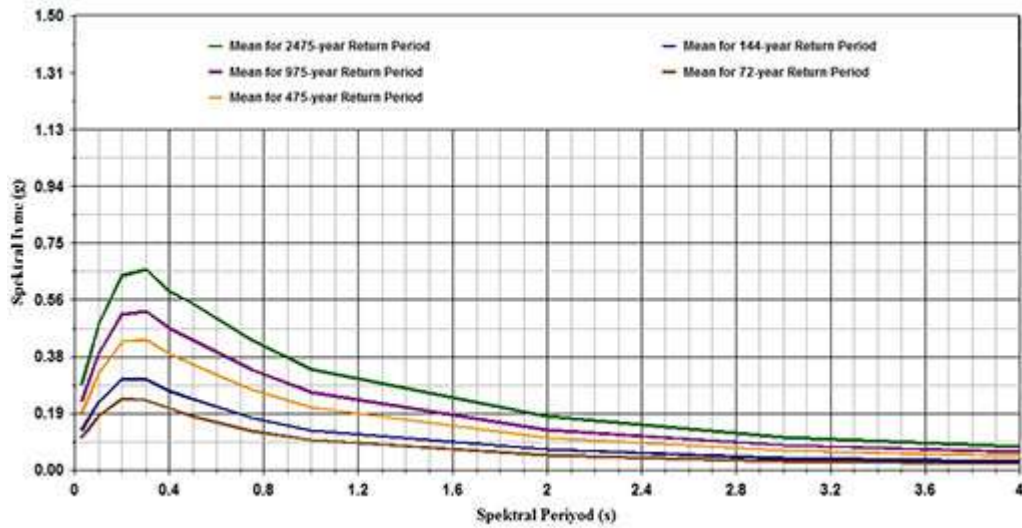


Şekil 4.77. Kumdanlı Fayı olası depremi sonucunda Afyonkarahisar il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada daha sonra Kumdanlı Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Afyonkarahisar il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.24 ve Şekil 4.78).

Çizelge 4.24. Kumdanlı Fayı olası depremi sonucunda Afyonkarahisar il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalış İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	0.46 g	0.38 g	0.32 g	0.23 g	0.18 g
B-A (2008)	0.93 g	0.74 g	0.61 g	0.42 g	0.33 g
B-J-F (1997)	0.54 g	0.45 g	0.38 g	0.28 g	0.23 g
C-B (2008)	0.56 g	0.47 g	0.39 g	0.29 g	0.23 g
C-Y (2008)	0.49 g	0.40 g	0.34 g	0.24 g	0.19 g
Ortalama	0.59 g	0.48 g	0.40 g	0.29 g	0.23 g



Şekil 4.78. Kumdanlı Fayı olası depremi sonucunda Afyonkarahisar il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.40$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25. DBYBHY 2007'de tanımlanan deprem etkilerine göre Kumdanlı Fayı olası depremi için Afyonkarahisar il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	$1.50 \times TD$	TD	$0.5 \times TD$
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	0.59 g	0.40 g	0.23 g
DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri	0.60 g	0.40 g	0.20 g

Çizelge 4.25'de $TD=0.40$ alınarak DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 0.59 g beklenen değere (0.60 g) çok yakın bir değer vermiştir. Yapının 50 yıllık ekonomik

ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72 yıllık geri dönüş periyodu) 0.23 g beklenen değerin çok az da olsa üstünde (0.20) g bir değer vermiştir.

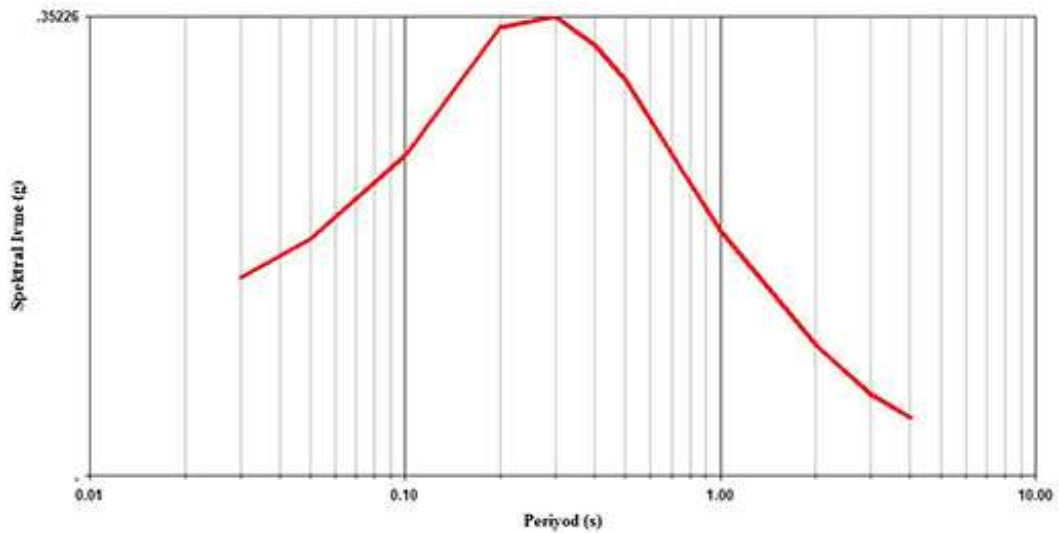
Tatarlı Fayı

Çalışmanın ilk aşamasında Tatarlı Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Afyonkarahisar il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.26. Tatarlı Fayı olası depremi sonucunda Afyonkarahisar il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalm İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.29892 g
B-A (2008)	0.43104 g
B-J-F (1997)	0.38321 g
C-B (2008)	0.37721 g
C-Y (2008)	0.3053 g
Ortalama	0.35 g

Tatarlı Fayı olası tasarım depreminin Afyonkarahisar il merkezinde oluşturması beklenen ivme değeri European Seismological Commision'a (ESC) göre yüksek tehlike (0.35 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.79).

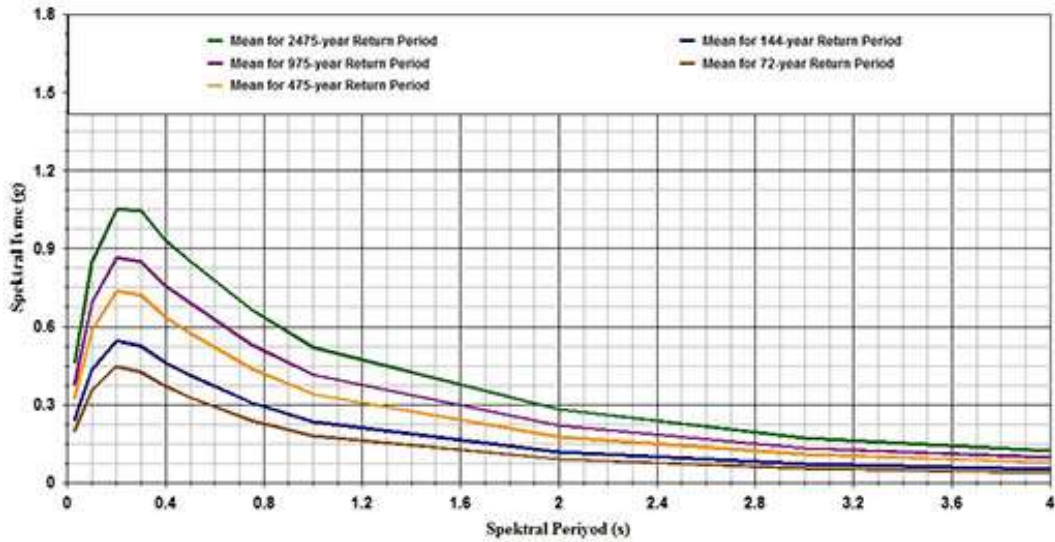


Şekil 4.79. Tatarlı Fayı olası depremi sonucunda Afyonkarahisar il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmanın ikinci aşamasında Tatarlı Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Afyonkarahisar il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.27 ve Şekil 4.80).

Çizelge 4.27. Tatarlı Fayı olası depremi sonucunda Afyonkarahisar il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalış İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	0.79 g	0.67 g	0.58 g	0.44 g	0.36 g
B-A (2008)	1.35 g	1.12 g	0.95 g	0.70 g	0.56 g
B-J-F (1997)	0.92 g	0.77 g	0.67 g	0.51 g	0.42 g
C-B (2008)	0.97 g	0.81 g	0.71 g	0.53 g	0.45 g
C-Y (2008)	0.89 g	0.75 g	0.64 g	0.58 g	0.39 g
Ortalama	0.98 g	0.82 g	0.71 g	0.55 g	0.43 g



Şekil 4.80. Tatarlı Fayı olası depremi sonucunda Afyonkarahisar il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.71$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.28. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Tatarlı Fayı olası depremi için Afyonkarahisar il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	1.50xTD	TD	0.5xTD
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	0.98 g	0.71 g	0.43 g
DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri	1.06	0.71 g	0.35 g

Çizelge 4.28’de TD=0.71 alınarak TDY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 0.98 g beklenen değer altında (1.06 g) bir değer vermiştir. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72 yıllık geri dönüş periyodu) 0.43 g beklenen değer üstünde (0.35) g bir değer vermiştir.

4.3.3. Burdur il merkezi için tasarım ivme değerleri

Burdur il merkezi tasarım ivme değerlerinin belirlenebilmesi için yapılan çalışmada inceleme alanını etkilemesi muhtemel faylar olarak Burdur Fayı ve Gölhisar-Çameli Fayı belirlenmiştir.

Kabuller:

- ✓ Burdur ili çeşitli derecelerde (I. ve II.) deprem tehlikesi ile karşı karşıyadır. Yapılan çalışmada Burdur ilinin I. derece deprem bölgesinde yer aldığı kabul edilmiştir.
- ✓ Kayma Dalgası hızı $V_{S30}=550$ m/s ve $R=100$ km olarak kabul edilmiştir.

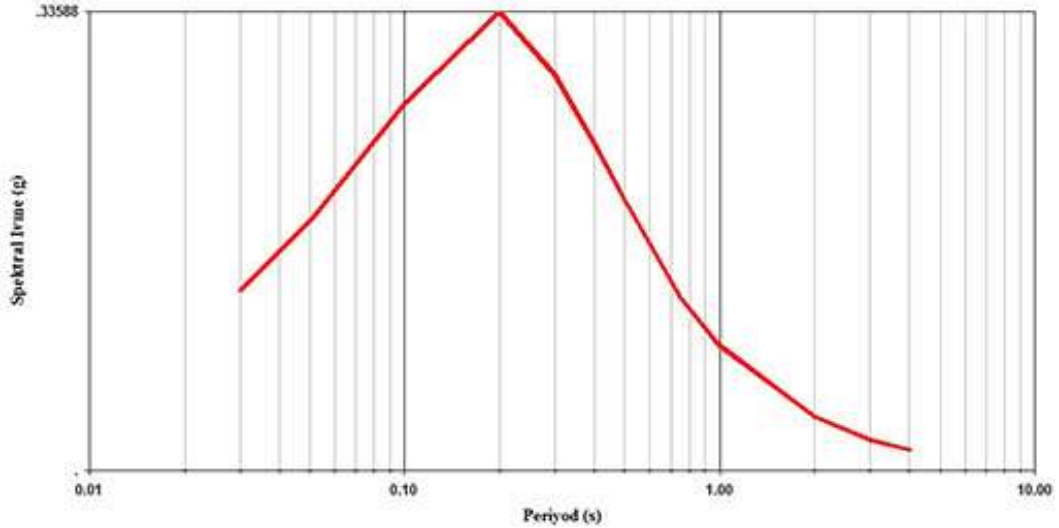
Burdur Fayı

Çalışmada Burdur Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Burdur il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri öncelikle deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.29. Burdur Fayı olası depremi sonucunda Burdur il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalış İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.26979 g
B-A (2008)	0.29913 g
B-J-F (1997)	0.39665 g
C-B (2008)	0.43245 g
C-Y (2008)	0.28138 g
Ortalama	0.33 g

Burdur Fayı olası tasarım depreminin Burdur il merkezinde oluşturması beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre yüksek tehlike (0.33 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.81).

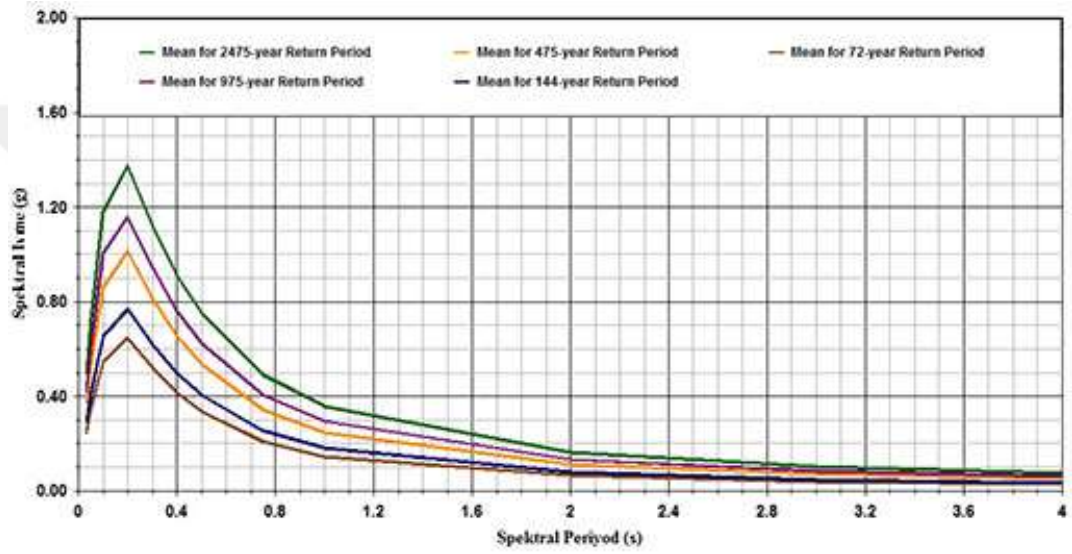


Şekil 4.81. Olası Burdur Fayı depremi sonucunda Burdur il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmanın deterministik hesaplama sonucunda Burdur Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Burdur il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.30 ve Şekil 4.82).

Çizelge 4.30. Burdur Fayı olası depremi sonucunda Burdur il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalım İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	1.27 g	1.07 g	0.92 g	0.71 g	0.58 g
B-A (2008)	1.13 g	0.95 g	0.81 g	0.61 g	0.51 g
B-J-F (1997)	1.12 g	0.99 g	0.87 g	0.70 g	0.59 g
C-B (2008)	1.70 g	1.43 g	1.24 g	0.98 g	0.82 g
C-Y (2008)	1.30 g	1.08 g	0.92 g	0.70 g	0.57 g
Ortalama	1.30 g	1.10 g	0.95 g	0.74 g	0.61 g



Şekil 4.82. Burdur Fayı olası depremi sonucunda Burdur il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.95$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.31. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Burdur Fayı olası depremi için Burdur il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	1.50xTD	TD	0.5xTD
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	1.30 g	0.95 g	0.61 g
DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri	1.42 g	0.95 g	0.47 g

Çizelge 4.31’de TD=0.95 alınarak DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 1.30 g beklenen değer altında (1.42 g) bir değer vermiştir. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72 yıllık geri dönüş periyodu) 0.61 g beklenen değer üstünde (0.47) g bir değer vermiştir.

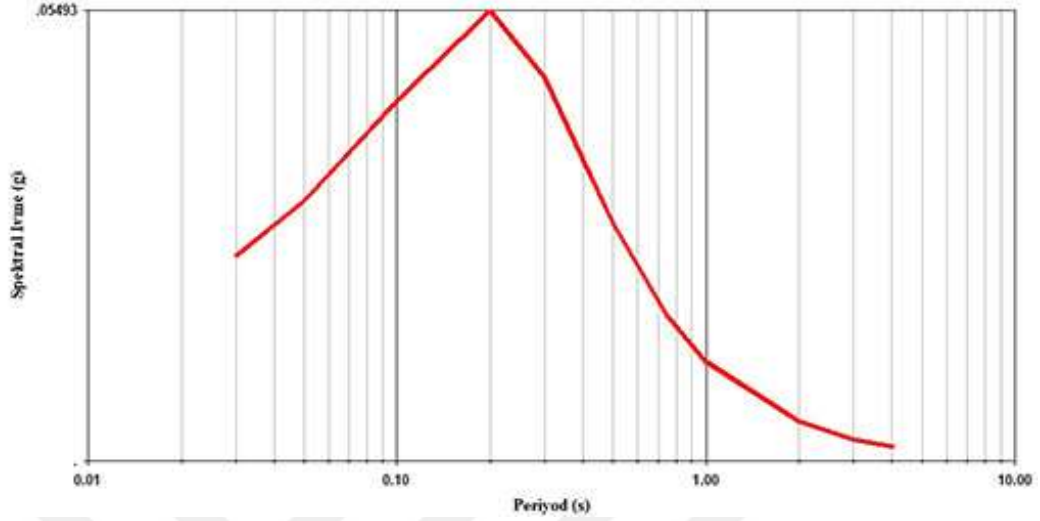
Göhlisar-Çameli Fayı

Çalışmanın ilk aşamasında Göhlisar-Çameli Fayı’nda meydana gelebilecek bir depremin Burdur il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.32).

Çizelge 4.32. Göhlisar-Çameli Fayı olası depremi sonucunda Burdur il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalm İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.06525 g
B-A (2008)	0.0551 g
B-J-F (1997)	0.06109 g
C-B (2008)	0.05303 g
C-Y (2008)	0.04066 g
Ortalama	0.05 g

Göhlhisar-Çameli Fayı olası tasarım depreminin Burdur il merkezinde oluşturmaları beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre düşük tehlike (0.05 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.83).

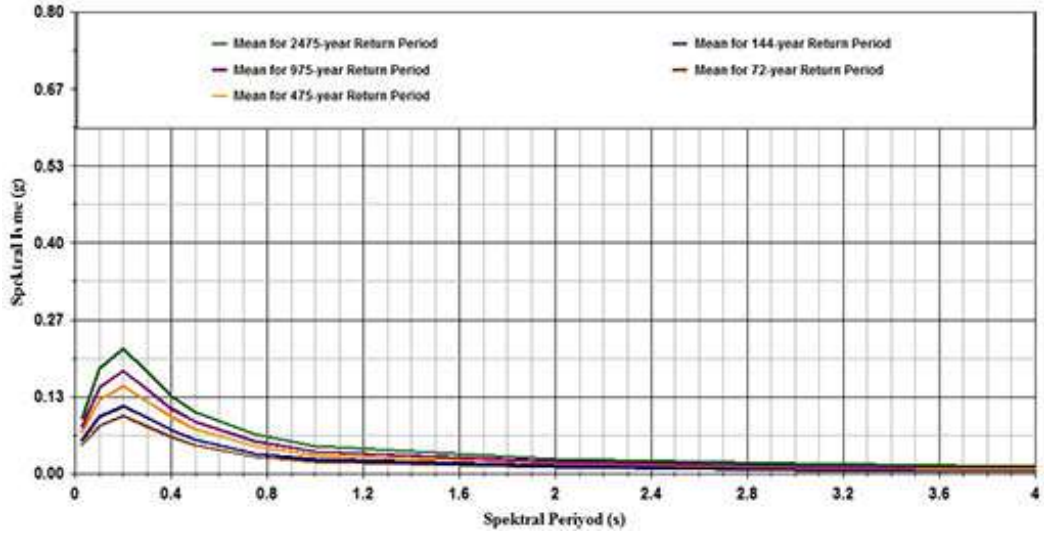


Şekil 4.83. Göhlhisar-Çameli Fayı olası depremi sonucunda Burdur il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmanın ikinci aşamasında Göhlhisar-Çameli Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Burdur il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.33 ve Şekil 4.84).

Çizelge 4.33. Göhlhisar-Çameli Fayı olası depremi sonucunda Burdur il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalış İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	0.26 g	0.21 g	0.17 g	0.13 g	0.11 g
B-A (2008)	0.22 g	0.19 g	0.16 g	0.12 g	0.10 g
B-J-F (1997)	0.18 g	0.15 g	0.14 g	0.11 g	0.09 g
C-B (2008)	0.21 g	0.17 g	0.15 g	0.12 g	0.10 g
C-Y (2008)	0.18 g	0.13 g	0.12 g	0.08 g	0.06 g
Ortalama	0.21 g	0.17 g	0.14 g	0.11 g	0.09 g



Şekil 4.84. Gölhisar-Çameli Fayı olası depremi sonucunda Burdur il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.14$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.34).

Çizelge 4.34. DBYBHY 2007'de tanımlanan deprem etkilerine göre Gölhisar-Çameli Fayı olası depremi için Burdur il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	$1.50 \times TD$	TD	$0.5 \times TD$
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	0.21 g	0.14 g	0.09 g
DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri	0.21 g	0.14 g	0.07 g

Çizelge 4.34'de $TD=0.14$ alınarak DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 0.21 g beklenen DBYBHY 2007 değeri ile uyumludur. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72 yıllık

geri dönüş periyodu) 0.09 g beklenen değerin çok az da olsa üstünde (0.07g) bir değer vermiştir.

4.3.4. Denizli il merkezi için tasarım ivme değerleri

Denizli il merkezi tasarım ivme değerlerinin belirlenebilmesi için yapılan çalışmada inceleme alanını etkilemesi muhtemel faylar olarak Gediz Fayı, Büyük Menderes Fayı ve Gölhisar-Çameli Fayı belirlenmiştir.

Kabuller:

- ✓ Denizli ili çeşitli derecelerde (I. ve II.) deprem tehlikesi ile karşı karşıyadır. Yapılan çalışmada Denizli ilinin I. derece deprem bölgesinde yer aldığı kabul edilmiştir.
- ✓ Kayma Dalgası hızı $V_{S30}=550$ m/s ve $R=100$ km olarak kabul edilmiştir.

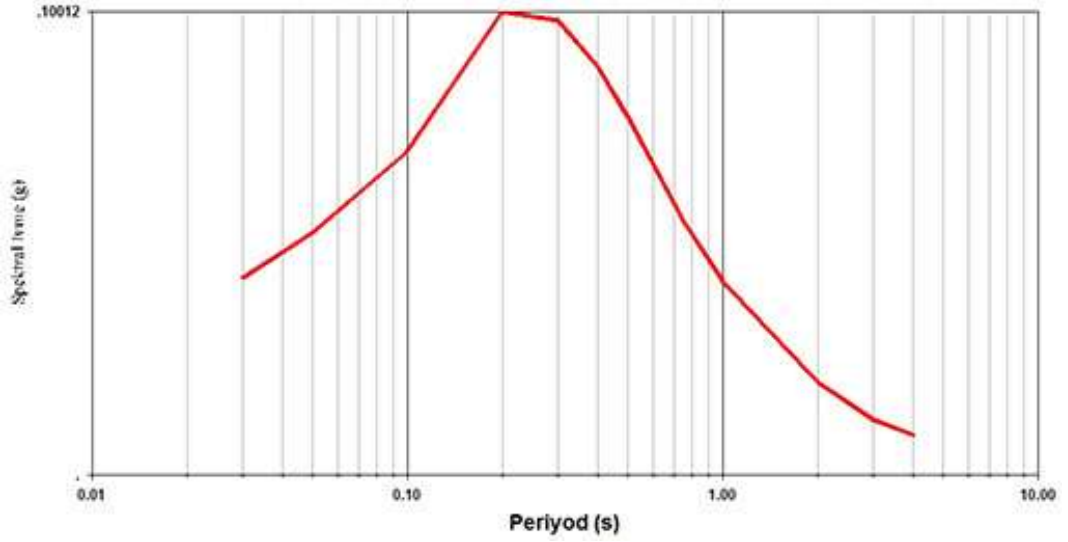
Gediz Fayı

Çalışmada Gediz Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Denizli il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri ilk olarak deterministik yöntemle hesaplanmıştır (Çizelge 4.35).

Çizelge 4.35. Gediz Fayı olası depremi sonucunda Denizli il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalm İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.09151 g
B-A (2008)	0.11156 g
B-J-F (1997)	0.12874 g
C-B (2008)	0.10869 g
C-Y (2008)	0.06489 g
Ortalama	0.10 g

Gediz Fayı olası tasarım depreminin Denizli il merkezinde oluşturması beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre orta tehlike (0.10 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.85).

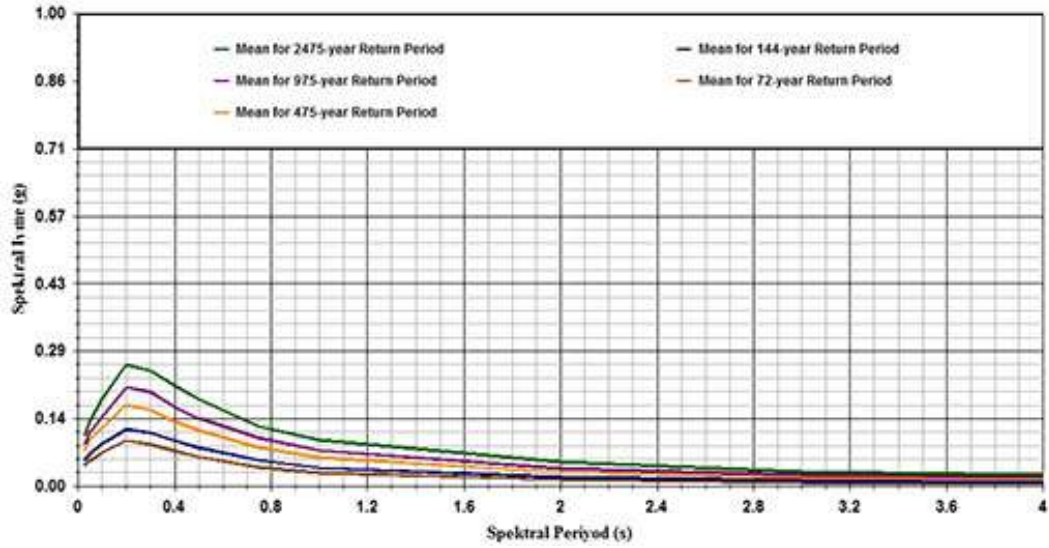


Şekil 4.85. Gediz Fayı olası depremi sonucunda Denizli il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada daha sonra Gediz Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Denizli il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.36 ve Şekil 4.86).

Çizelge 4.36. Gediz Fayı olası depremi sonucunda Denizli il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalışım İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	0.19 g	0.15 g	0.13 g	0.09 g	0.07 g
B-A (2008)	0.28 g	0.22 g	0.18 g	0.12 g	0.10 g
B-J-F (1997)	0.28 g	0.23 g	0.21 g	0.14 g	0.12 g
C-B (2008)	0.29 g	0.23 g	0.19 g	0.13 g	0.11 g
C-Y (2008)	0.16 g	0.12 g	0.10 g	0.05 g	0.07 g
Ortalama	0.24 g	0.19 g	0.16 g	0.10 g	0.09 g



Şekil 4.86. Gediz Fayı olası depremi sonucunda Denizli il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.16$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.37).

Çizelge 4.37. DBYBHY 2007'de tanımlanan deprem etkilerine göre Gediz Fayı olası depremi için Denizli il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	$1.50 \times TD$	TD	$0.5 \times TD$
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	0.24 g	0.16 g	0.09 g
DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri	0.24 g	0.16 g	0.08 g

Çizelge 4.37'de $TD=0.16$ alınarak DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 0.24 g beklenen DBYBHY 2007 değeri ile uyumludur. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72 yıllık

geri dönüş periyodu) 0.09 g beklenen değerin çok az da olsa üstünde (0.08) g bir değer vermiştir.

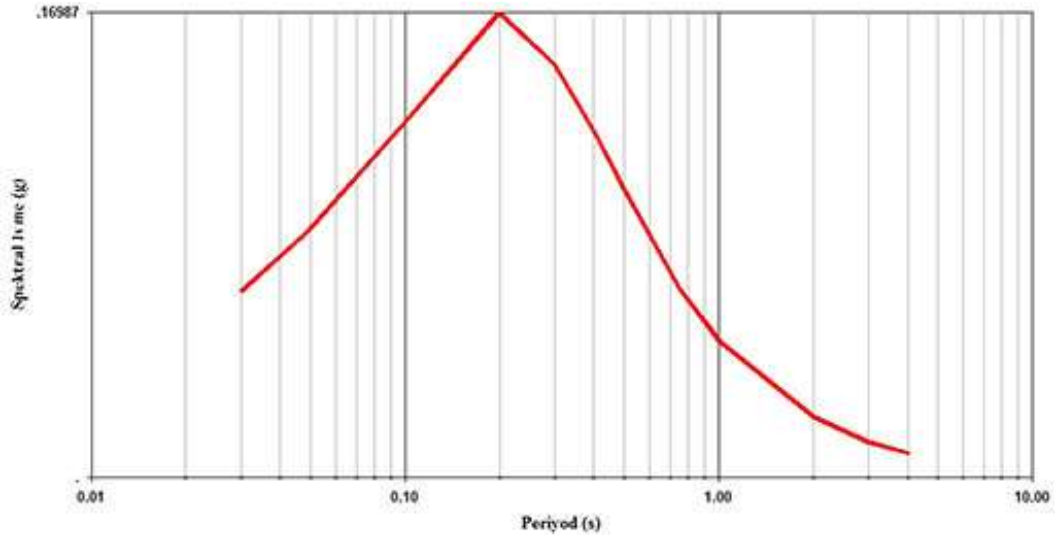
Büyük Menderes Fayı

Çalışmanın ilk aşamasında Büyük Menderes Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Denizli il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.38).

Çizelge 4.38. Büyük Menderes Fayı olası depremi sonucunda Denizli il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalm İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.12762 g
B-A (2008)	0.18337 g
B-J-F (1997)	0.21489 g
C-B (2008)	0.20597 g
C-Y (2008)	0.1171 g
Ortalama	0.16 g

Büyük Menderes Fayı olası tasarım depreminin Denizli il merkezinde oluşturması beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre orta tehlike (0.16 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.87).

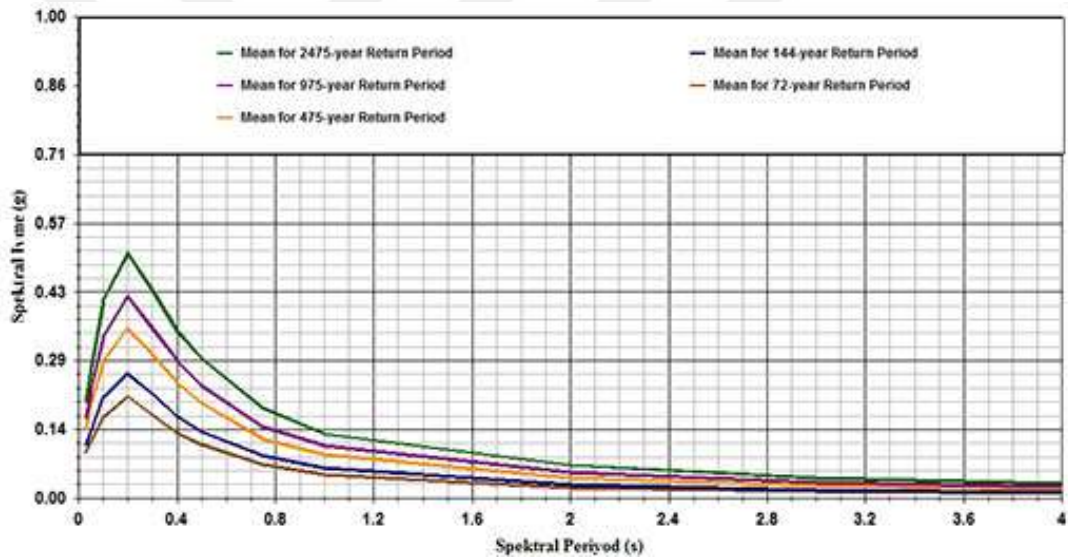


Şekil 4.87. Büyük Menderes Fayı olası depremi sonucunda Denizli il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmanın ikinci aşamasında Büyük Menderes Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Denizli il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.39 ve Şekil 4.88).

Çizelge 4.39. Büyük Menderes Fayı olası depremi sonucunda Denizli il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalış İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	0.42 g	0.34 g	0.28 g	0.21 g	0.18 g
B-A (2008)	0.52 g	0.42 g	0.35 g	0.24 g	0.21 g
B-J-F (1997)	0.50 g	0.43 g	0.36 g	0.28 g	0.23 g
C-B (2008)	0.61 g	0.51 g	0.43 g	0.32 g	0.26 g
C-Y (2008)	0.38 g	0.31 g	0.25 g	0.18 g	0.15 g
Ortalama	0.48 g	0.40 g	0.33 g	0.24 g	0.20 g



Şekil 4.88. Büyük Menderes Fayı olası depremi sonucunda Denizli il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.33$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.40).

Çizelge 4.40. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Büyük Menderes Fayı olası depremi için Denizli il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	1.50xTD	TD	0.5xTD
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	0.48 g	0.33 g	0.20g
DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri	0.49 g	0.33 g	0.16 g

Çizelge 4.40’da TD=0.33 alınarak DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 0.48 g beklenen değere yakın (0.49) g bir değer vermiştir. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72 yıllık geri dönüş periyodu) 0.20 g beklenen değer üstünde (0.16 g) bir değer vermiştir.

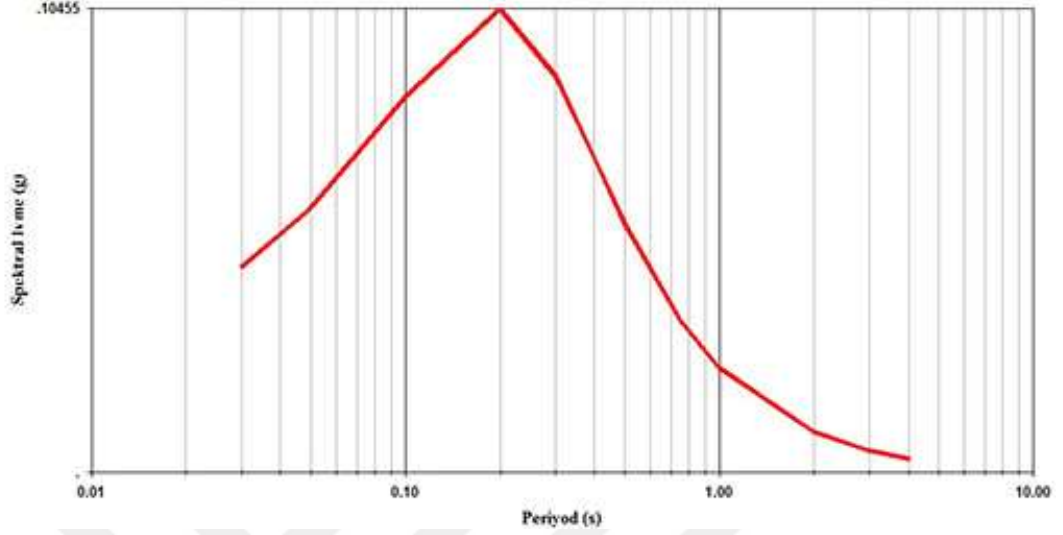
Göhlisar-Çameli Fayı

Çalışmada Göhlisar-Çameli Fayı’nda meydana gelebilecek bir depremin Denizli il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri öncelikle deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.41).

Çizelge 4.41. Göhlisar-Çameli Fayı olası depremi sonucunda Denizli il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalm İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.12884 g
B-A (2008)	0.1026 g
B-J-F (1997)	0.10075 g
C-B (2008)	0.10222 g
C-Y (2008)	0.09052 g
Ortalama	0.10 g

Göhlhisar-Çameli Fayı olası tasarım depreminin Denizli il merkezinde oluşturmaları beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre orta tehlike (0.10 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.89).

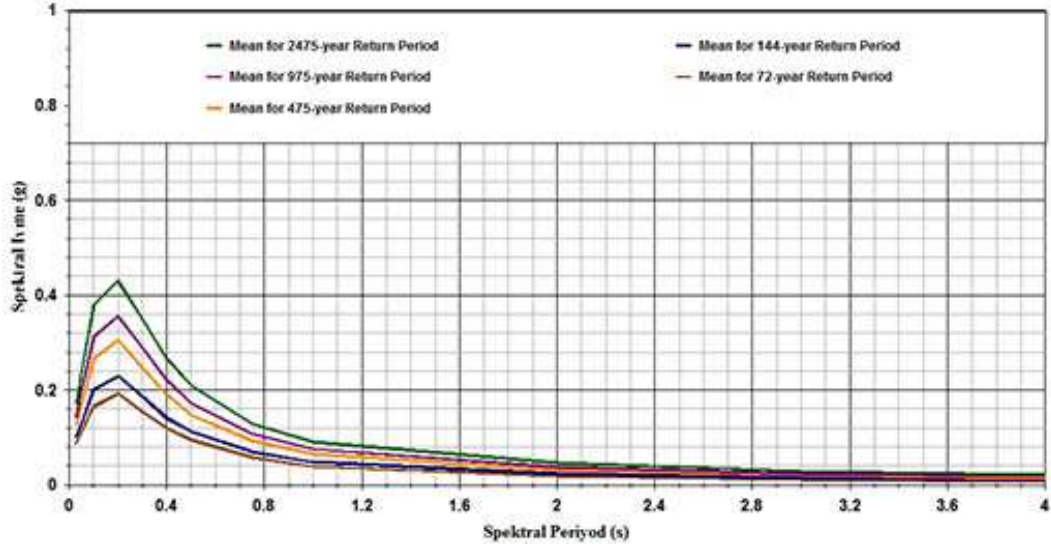


Şekil 4.89. Göhlhisar-Çameli Fayı olası depremi sonucunda Denizli il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada deterministik hesaplamadan sonra Göhlhisar-Çameli Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Denizli il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.42 ve Şekil 4.90).

Çizelge 4.42. Göhlhisar-Çameli Fayı olası depremi sonucunda Denizli il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalışım İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	0.53 g	0.44 g	0.37 g	0.27 g	0.23 g
B-A (2008)	0.42 g	0.35 g	0.30 g	0.23 g	0.20 g
B-J-F (1997)	0.31 g	0.26 g	0.23 g	0.18 g	0.16 g
C-B (2008)	0.42 g	0.35 g	0.31 g	0.23 g	0.20 g
C-Y (2008)	0.39 g	0.32 g	0.27 g	0.20 g	0.16 g
Ortalama	0.41 g	0.34 g	0.29 g	0.22 g	0.19 g



Şekil 4.90. Gölhisar-Çameli Fayı olası depremi sonucunda Denizli il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.29$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.43).

Çizelge 4.43. DBYBHY 2007'de tanımlanan deprem etkilerine göre Gölhisar-Çameli Fayı olası depremi için Denizli il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	$1.50 \times TD$	TD	$0.5 \times TD$
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	0.41 g	0.29 g	0.19g
DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri	0.43 g	0.29 g	0.14 g

Çizelge 4.43'de $TD=0.29$ alınarak DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 0.41 g beklenen değer altında (0.43) g bir değer vermiştir. Yapının 50 yıllık ekonomik

ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72 yıllık geri dönüş periyodu) 0.19 g beklenen değerin üstünde (0.14 g) bir değer vermiştir.

4.3.5. Kütahya il merkezi için tasarım ivme değerleri

Kütahya il merkezi tasarım ivme değerlerinin belirlenebilmesi için yapılan çalışmada inceleme alanını etkilemesi muhtemel faylar olarak Kütahya Fayı ve Simav Fayı belirlenmiştir.

Kabuller:

- ✓ Kütahya ili çeşitli derecelerde (I. ve II.) deprem tehlikesi ile karşı karşıyadır. Yapılan çalışmada Kütahya ilinin I. derece deprem bölgesinde yer aldığı kabul edilmiştir.
- ✓ Kayma Dalgası hızı $V_{S30}=300$ m/s ve $R=100$ km olarak kabul edilmiştir.

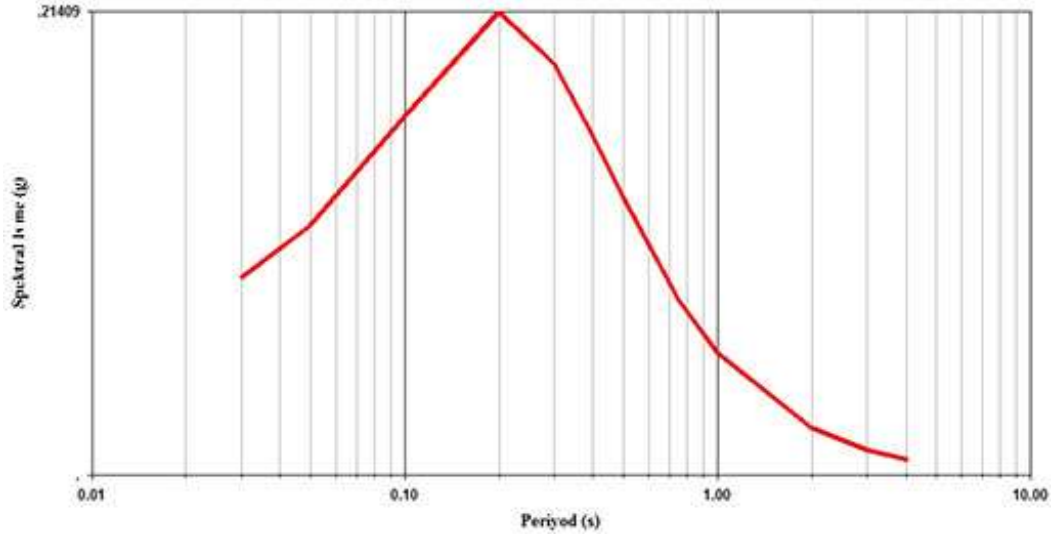
Kütahya Fayı

Çalışmada öncelikli olarak Kütahya Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Kütahya il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.44).

Çizelge 4.44. Kütahya Fayı olası depremi sonucunda Kütahya il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalış İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.27244 g
B-A (2008)	0.17909 g
B-J-F (1997)	0.21765 g
C-B (2008)	0.22591 g
C-Y (2008)	0.1877 g
Ortalama	0.21 g

Kütahya Fayı olası tasarım depreminin Kütahya il merkezinde oluşturması beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre orta tehlike (0.21 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.91).

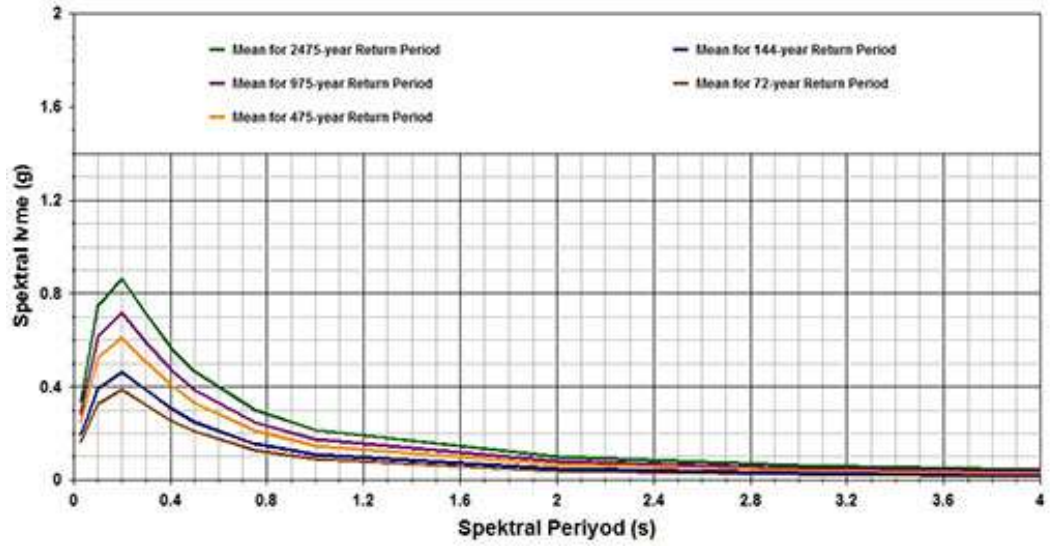


Şekil 4.91. Kütahya Fayı olası depremi sonucunda Kütahya il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada deterministik hesaplamadan sonra Kütahya Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Kütahya il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.45 ve Şekil 4.92).

Çizelge 4.45. Kütahya Fayı olası depremi sonucunda Kütahya il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalm İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	1.08 g	0.90 g	0.77 g	0.57 g	0.48 g
B-A (2008)	0.70 g	0.58 g	0.51 g	0.38 g	0.32 g
B-J-F (1997)	0.63 g	0.54 g	0.49 g	0.39 g	0.33 g
C-B (2008)	0.86 g	0.73 g	0.63 g	0.49 g	0.41 g
C-Y (2008)	0.78 g	0.65 g	0.54 g	0.41 g	0.34 g
Ortalama	0.81 g	0.68 g	0.58 g	0.44 g	0.37 g



Şekil 4.92. Kütahya Fayı olası depremi sonucunda Kütahya il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.58$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.46).

Çizelge 4.46. DBYBHY 2007'de tanımlanan deprem etkilerine göre Kütahya Fayı olası depremi için Kütahya il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	$1.50 \times TD$	TD	$0.5 \times TD$
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	0.81 g	0.58 g	0.37 g
DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri	0.87 g	0.58 g	0.29 g

Çizelge 4.46'da $TD=0.58$ alınarak DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 0.81 g beklenen değer altında (0.87) g bir değer vermiştir. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72

yıllık geri dönüş periyodu) 0.37 g beklenen değerin üstünde (0.29 g) bir değer vermiştir.

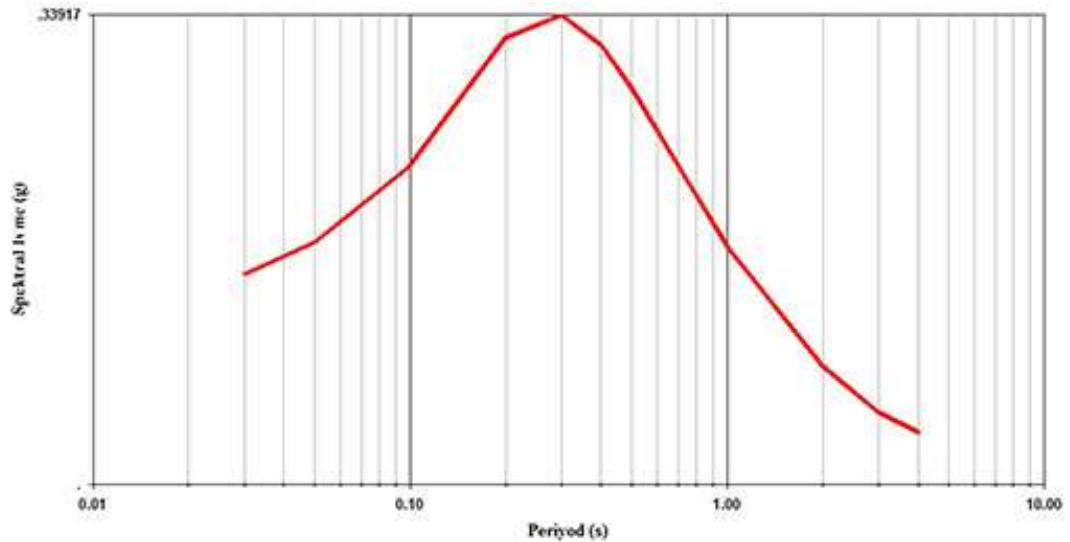
Simav Fayı

Çalışmada Simav Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Kütahya il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri ilk olarak deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.47).

Çizelge 4.47. Simav Fayı olası depremi sonucunda Kütahya il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalm İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.52349 g
B-A (2008)	0.3019 g
B-J-F (1997)	0.26823 g
C-B (2008)	0.24396 g
C-Y (2008)	0.35549 g
Ortalama	0.33 g

Simav Fayı olası tasarım depreminin Kütahya il merkezinde oluşturması beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre yüksek tehlike (0.33 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.93).

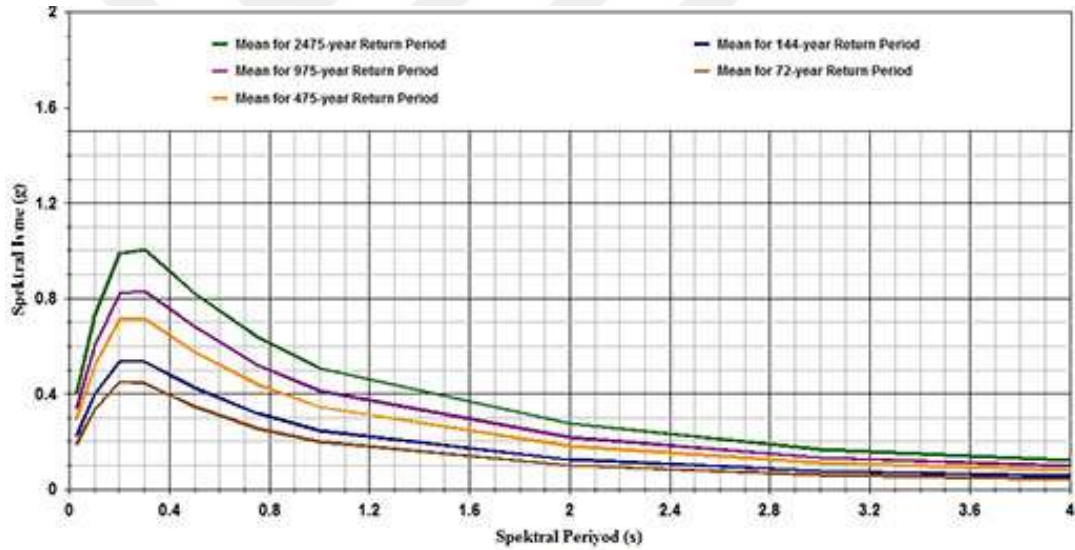


Şekil 4.93. Simav Fayı olası depremi sonucunda Kütahya il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada deterministik hesaplamadan sonra Simav Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Kütahya il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.48 ve Şekil 4.94).

Çizelge 4.48. Simav Fayı olası depremi sonucunda Kütahya il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalış İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	1.07 g	0.91 g	0.79 g	0.60 g	0.44 g
B-A (2008)	1.17 g	0.99 g	0.85 g	0.64 g	0.53 g
B-J-F (1997)	0.76 g	0.65 g	0.57 g	0.45 g	0.38 g
C-B (2008)	0.86 g	0.73 g	0.64 g	0.49 g	0.42 g
C-Y (2008)	0.93 g	0.78 g	0.67 g	0.51 g	0.43 g
Ortalama	0.95 g	0.81 g	0.70 g	0.53 g	0.44 g



Şekil 4.94. Simav Fayı olası depremi sonucunda Simav il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.70$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.49).

Çizelge 4.49. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Simav Fayı olası depremi için Kütahya il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	1.50xTD	TD	0.5xTD
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	0.95 g	0.70 g	0.44 g
DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri	1.05 g	0.70 g	0.35 g

Çizelge 4.49’da TD=0.70 alınarak DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 0.95 g beklenen değer altında (1.05) g bir değer vermiştir. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72 yıllık geri dönüş periyodu) 0.44 g beklenen değer üstünde (0.35 g) bir değer vermiştir.

4.3.6. Eskişehir il merkezi için tasarım ivme değerleri

Eskişehir il merkezi tasarım ivme değerlerinin belirlenebilmesi için yapılan çalışmada inceleme alanını etkilemesi muhtemel faylar olarak Eskişehir Fayı ve İnönü-Dodurga Fayı belirlenmiştir.

Kabuller:

- ✓ Eskişehir ili çeşitli derecelerde (II., III. ve IV.) deprem tehlikesi ile karşı karşıyadır. Yapılan çalışmada Eskişehir ilinin II. derece deprem bölgesinde yer aldığı kabul edilmiştir.
- ✓ Kayma Dalgası hızı $V_{S30}=300$ m/s ve $R=100$ km olarak kabul edilmiştir.

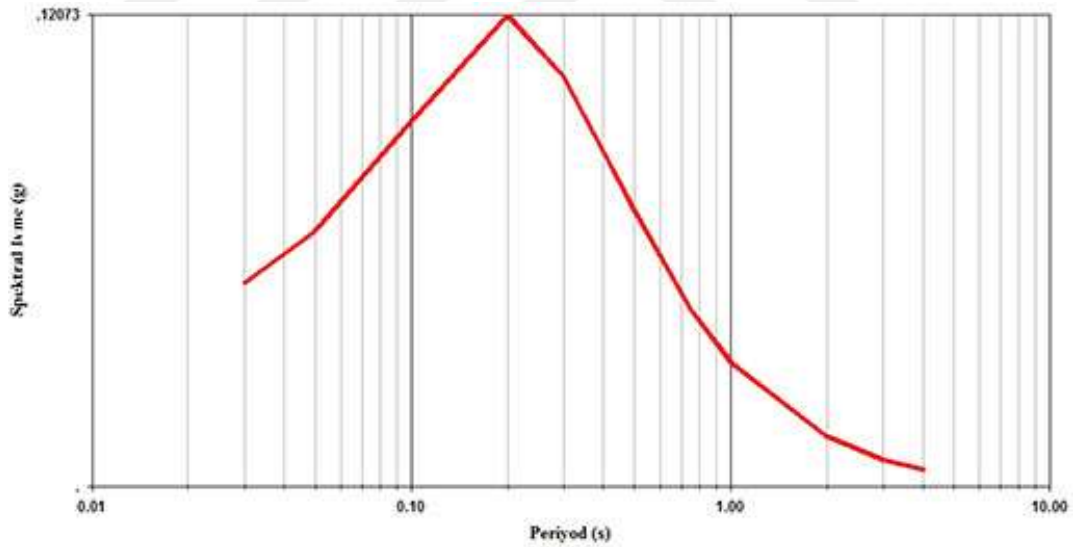
Eskişehir Fayı

Çalışmanın öncelikle Eskişehir Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Eskişehir il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.50).

Çizelge 4.50. Eskişehir Fayı olası depremi sonucunda Eskişehir il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalış İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.09199 g
B-A (2008)	0.12209 g
B-J-F (1997)	0.14861 g
C-B (2008)	0.15593 g
C-Y (2008)	0.08502 g
Ortalama	0.12 g

Eskişehir Fayı olası tasarım depreminin Eskişehir il merkezinde oluşturması beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre orta tehlike (0.12 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.95).

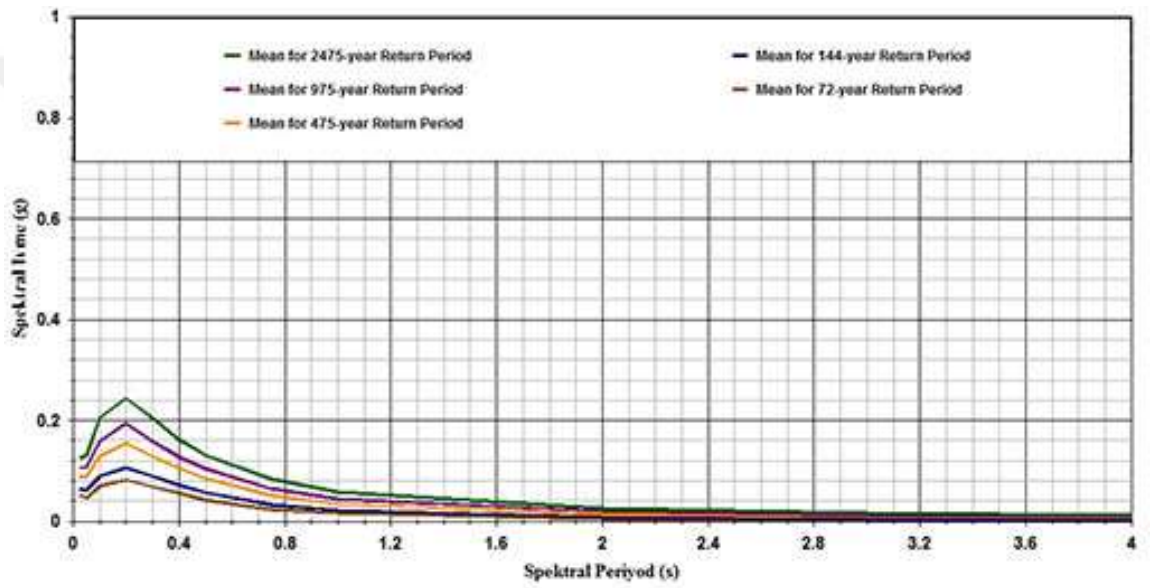


Şekil 4.95. Eskişehir Fayı olası depremi sonucunda Eskişehir il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada deterministik hesaplamadan sonra Eskişehir Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Eskişehir il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.51 ve Şekil 4.96).

Çizelge 4.51. Eskişehir Fayı olası depremi sonucunda Eskişehir il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalım İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	0.24 g	0.19 g	0.15 g	0.10 g	0.08 g
B-A (2008)	0.23 g	0.18 g	0.16 g	0.10 g	0.08 g
B-J-F (1997)	0.23 g	0.19 g	0.15 g	0.11 g	0.09 g
C-B (2008)	0.29 g	0.23 g	0.19 g	0.13 g	0.11 g
C-Y (2008)	0.23 g	0.14 g	0.11 g	0.07 g	0.05 g
Ortalama	0.24 g	0.18 g	0.15 g	0.10 g	0.08 g



Şekil 4.96. Eskişehir Fayı olası depremi sonucunda Eskişehir il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.15$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.52).

Çizelge 4.52. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Eskişehir Fayı olası depremi için Eskişehir il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	1.50xTD	TD	0.5xTD
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	0.24 g	0.15 g	0.08 g
DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri	0.22 g	0.15 g	0.07 g

Çizelge 4.50’de TD=0.15 alınarak DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 0.24 g beklenen değer üstünde fakat yine de yakın (0.22) g bir değer vermiştir. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72 yıllık geri dönüş periyodu) 0.08 g beklenen değer çok az da olsa üstünde (0.07 g) bir değer vermiştir.

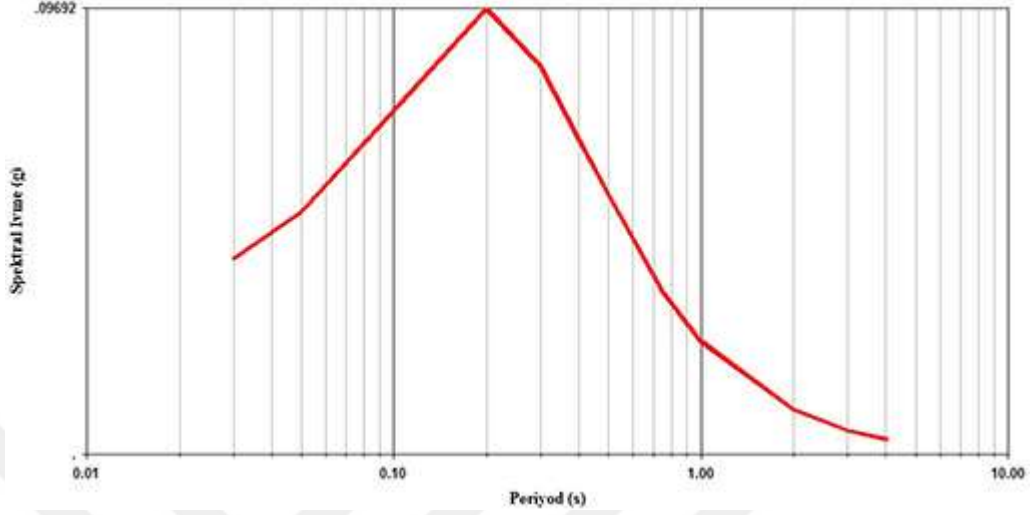
İnönü-Dodurga Fayı

Çalışmada İnönü-Dodurga Fayı’nda meydana gelebilecek bir depremin Eskişehir il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri ilk olarak deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.53).

Çizelge 4.53. İnönü-Dodurga Fayı olası depremi sonucunda Eskişehir il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalım İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.07349 g
B-A (2008)	0.09973 g
B-J-F (1997)	0.12221 g
C-B (2008)	0.12335 g
C-Y (2008)	0.0658 g
Ortalama	0.09 g

İnönü-Dodurga Fayı olası tasarım depreminin Eskişehir il merkezinde oluşturmaları beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre orta tehlike (0.09 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.97).

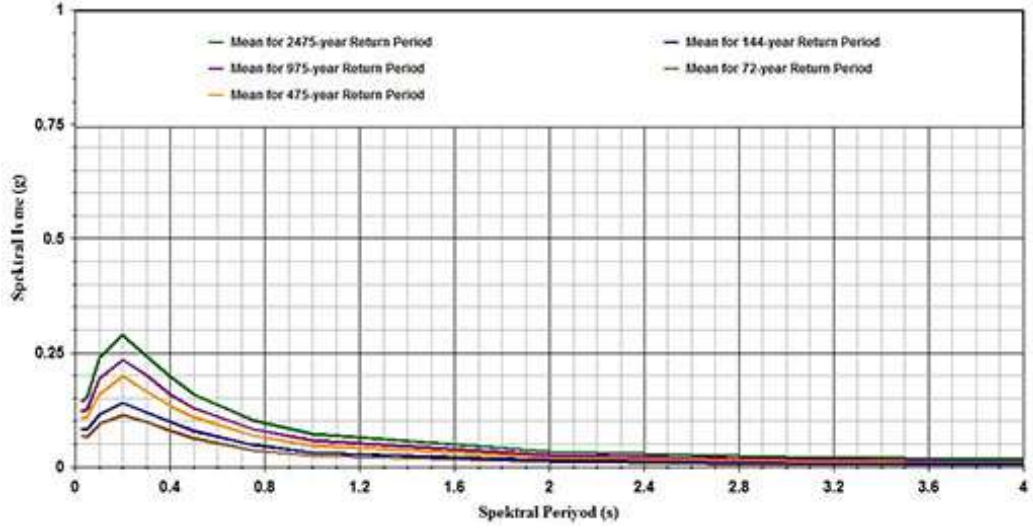


Şekil 4.97. İnönü-Dodurga Fayı olası depremi sonucunda Eskişehir il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada deterministik hesaplamadan sonra İnönü-Dodurga Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Eskişehir il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.54 ve Şekil 4.98).

Çizelge 4. 54. İnönü-Dodurga Fayı olası depremi sonucunda Eskişehir il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalışım İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	0.29 g	0.23 g	0.19 g	0.13 g	0.10 g
B-A (2008)	0.28 g	0.23 g	0.19 g	0.13 g	0.11 g
B-J-F (1997)	0.27 g	0.23 g	0.19 g	0.14 g	0.12 g
C-B (2008)	0.34 g	0.28 g	0.23 g	0.17 g	0.14 g
C-Y (2008)	0.22 g	0.17 g	0.14 g	0.09 g	0.07 g
Ortalama	0.28 g	0.22 g	0.18 g	0.13 g	0.10 g



Şekil 4.98. İnönü-Dodurga Fayı olası depremi sonucunda Eskişehir il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.18$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.55).

Çizelge 4.55. DBYBHY 2007'de tanımlanan deprem etkilerine göre İnönü-Dodurga Fayı olası depremi için Eskişehir il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	$1.50 \times TD$	TD	$0.5 \times TD$
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	0.28 g	0.18 g	0.10 g
DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri	0.27 g	0.18 g	0.09 g

Çizelge 4.55'de $TD=0.18$ alınarak DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 0.28 g beklenen değere oldukça yakın (0.27) g bir değer vermiştir. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer

ivmesi (72 yıllık geri dönüş periyodu) 0.10 g yine beklenen değere oldukça yakın (0.09 g) bir değer vermiştir.

4.3.7. Bursa il merkezi için tasarım ivme değerleri

Bursa il merkezi tasarım ivme değerlerinin belirlenebilmesi için yapılan çalışmada inceleme alanını etkilemesi muhtemel fay olarak Manyas Fayı belirlenmiştir.

Kabuller:

- ✓ Bursa ili çeşitli derecelerde (I. ve II.) deprem tehlikesi ile karşı karşıyadır. Yapılan çalışmada Bursa ilinin I. derece deprem bölgesinde yer aldığı kabul edilmiştir.
- ✓ Kayma Dalgası hızı $V_{S30}=228$ m/s ve $R=100$ km olarak kabul edilmiştir.

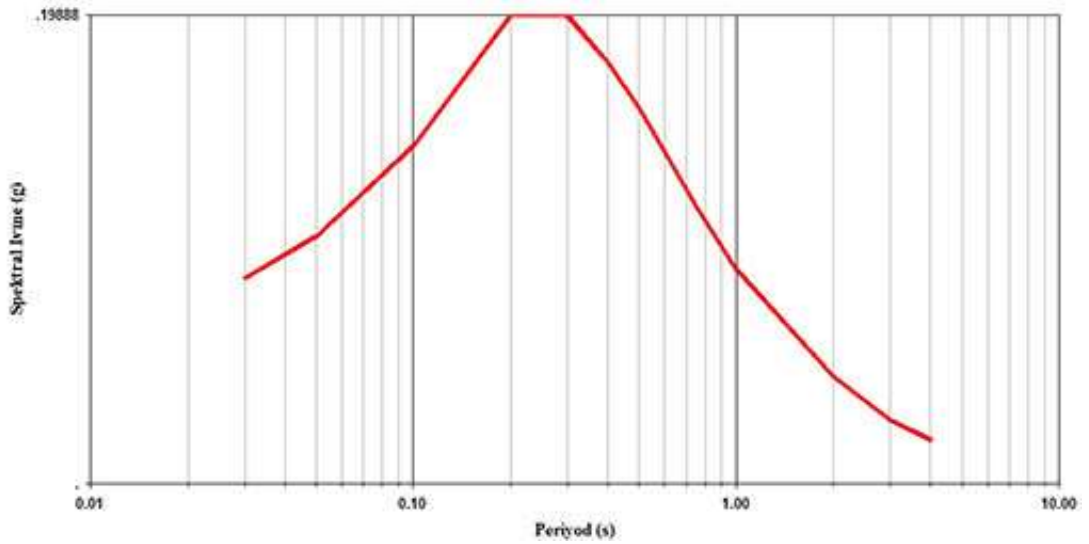
Manyas Fayı

Çalışmada öncelikli olarak Manyas Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Bursa il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.56).

Çizelge 4.56. Manyas Fayı olası depremi sonucunda Bursa il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalış İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.15751 g
B-A (2008)	0.274 g
B-J-F (1997)	0.20939 g
C-B (2008)	0.19834 g
C-Y (2008)	0.16066 g
Ortalama	0.19 g

Manyas Fayı olası tasarım depreminin Bursa il merkezinde oluşturması beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre orta tehlike (0.19 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.99).

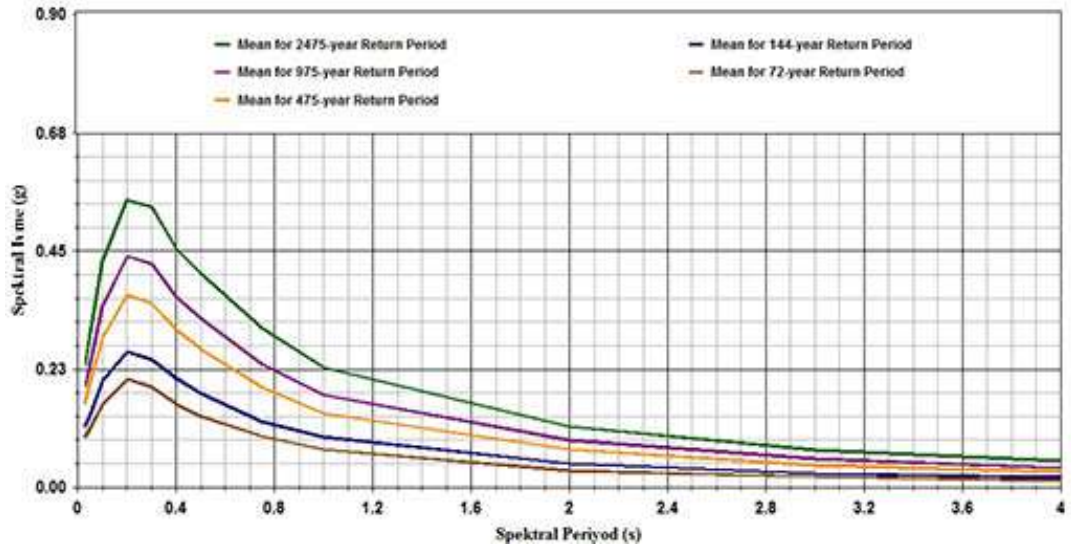


Şekil 4.99. Manyas Fayı olası depremi sonucunda Bursa il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmanın daha sonra Manyas Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Bursa il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.57 ve Şekil 4.100).

Çizelge 4.57. Manyas Fayı olası depremi sonucunda Bursa il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalışım İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	0.41 g	0.34 g	0.28 g	0.20 g	0.16 g
B-A (2008)	0.72 g	0.58 g	0.48 g	0.34 g	0.26 g
B-J-F (1997)	0.46 g	0.38 g	0.33 g	0.24 g	0.20 g
C-B (2008)	0.52 g	0.43 g	0.36 g	0.26 g	0.21 g
C-Y (2008)	0.44 g	0.36 g	0.30 g	0.21 g	0.16 g
Ortalama	0.51 g	0.41 g	0.35 g	0.25 g	0.19 g



Şekil 4.100. Manyas Fayı olası depremi sonucunda Bursa il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.35$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.58).

Çizelge 4.58. DBYBHY 2007'de tanımlanan deprem etkilerine göre Manyas Fayı olası depremi için Bursa il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	$1.50 \times TD$	TD	$0.5 \times TD$
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	0.51 g	0.35 g	0.19 g
DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri	0.52 g	0.35 g	0.17 g

Çizelge 4.58'de $TD=0.35$ alınarak DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 0.51 g beklenen değere oldukça yakın (0.52) g bir değer vermiştir. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer

ivmesi (72 yıllık geri dönüş periyodu) 0.19 g beklenen değere yakın (0.17 g) bir değer vermiştir.

4.3.8. Çanakkale il merkezi için tasarım ivme değerleri

Çanakkale il merkezi tasarım ivme değerlerinin belirlenebilmesi için yapılan çalışmada inceleme alanını etkilemesi muhtemel fay olarak Çan-Biga Fayı, Saros-Gaziköy Fayı ve Sarıköy Fayı belirlenmiştir.

Kabuller:

- ✓ Çanakkale ili çeşitli derecelerde (I. ve II.) deprem tehlikesi ile karşı karşıyadır. Yapılan çalışmada Çanakkale ilinin I. derece deprem bölgesinde yer aldığı kabul edilmiştir.
- ✓ Kayma Dalgası hızı $V_{S30}=179$ m/s ve $R=100$ km olarak kabul edilmiştir.

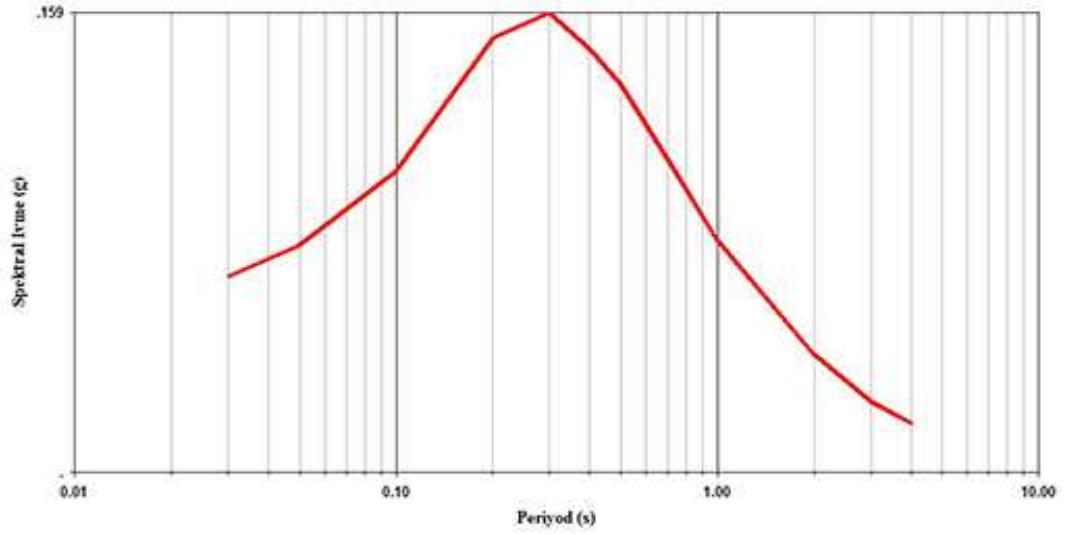
Can-Biga Fayı

Çalışmada öncelikli olarak Çan-Biga Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Çanakkale il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.59).

Çizelge 4.59. Çan-Biga Fayı olası depremi sonucunda Çanakkale il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalış İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.12318 g
B-A (2008)	0.23838 g
B-J-F (1997)	0.16415 g
C-B (2008)	0.15259 g
C-Y (2008)	0.11671 g
Ortalama	0.15 g

Çan-Biga Fayı olası tasarım depreminin Çanakkale il merkezinde oluşturması beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre orta tehlike (0.15 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.101).

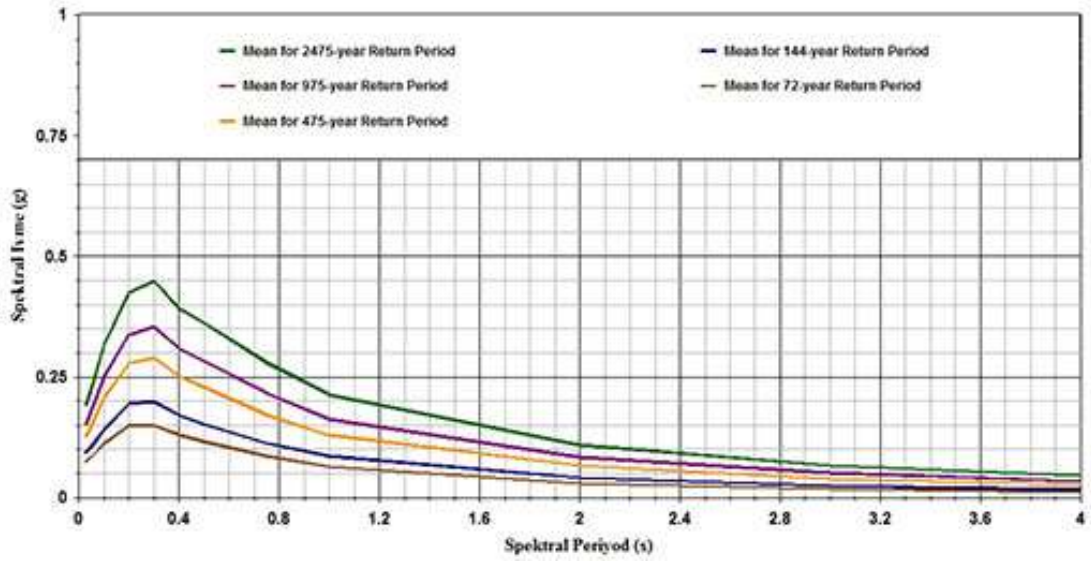


Şekil 4.101. Çan-Biga Fayı olası depremi sonucunda Çanakkale il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada daha sonra Çan-Biga Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Çanakkale il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.60 ve Şekil 4.102).

Çizelge 4.60. Çan-Biga Fayı olası depremi sonucunda Çanakkale il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalm İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	0.30 g	0.24 g	0.20 g	0.14 g	0.11 g
B-A (2008)	0.63 g	0.51 g	0.42 g	0.28 g	0.22 g
B-J-F (1997)	0.36 g	0.30 g	0.26 g	0.19 g	0.15 g
C-B (2008)	0.38 g	0.31 g	0.26 g	0.18 g	0.14 g
C-Y (2008)	0.32 g	0.25 g	0.21 g	0.14 g	0.11 g
Ortalama	0.39 g	0.32 g	0.27 g	0.18 g	0.14 g



Şekil 4.102. Çan-Biga Fayı olası depremi sonucunda Çanakkale il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.27$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.61).

Çizelge 4.61. DBYBHY 2007'de tanımlanan deprem etkilerine göre Çan-Biga Fayı olası depremi için Çanakkale il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	$1.50 \times TD$	TD	$0.5 \times TD$
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	0.39 g	0.27 g	0.14 g
DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri	0.40 g	0.27 g	0.13 g

Çizelge 4.61'de $TD=0.27$ alınarak DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 0.39 g beklenen değere oldukça yakın (0.40) g bir değer vermiştir. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer

ivmesi (72 yıllık geri dönüş periyodu) 0.14 g beklenen değere çok yakın (0.13 g) bir değer vermiştir.

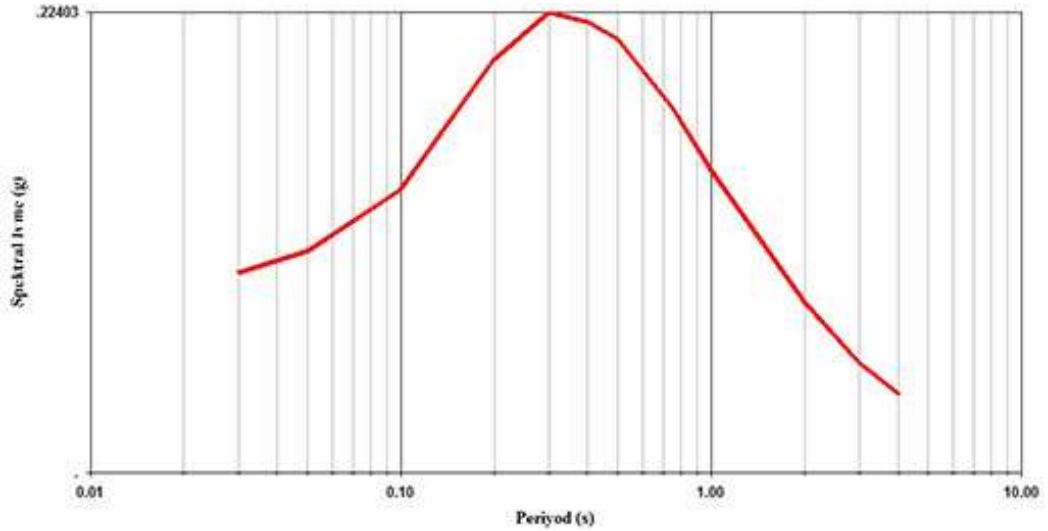
Saros-Gaziköy Fayı

Çalışmada Saros-Gaziköy Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Çanakkale il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri ilk olarak deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.62).

Çizelge 4.62. Saros-Gaziköy Fayı olası depremi sonucunda Çanakkale il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalm İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.21815 g
B-A (2008)	0.29768 g
B-J-F (1997)	0.2285 g
C-B (2008)	0.19456 g
C-Y (2008)	0.18641 g
Ortalama	0.22 g

Saros-Gaziköy Fayı olası tasarım depreminin Çanakkale il merkezinde oluşturması beklenen ivme değeri European Seismological Commision'a (ESC) göre orta tehlike (0.22 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.103).

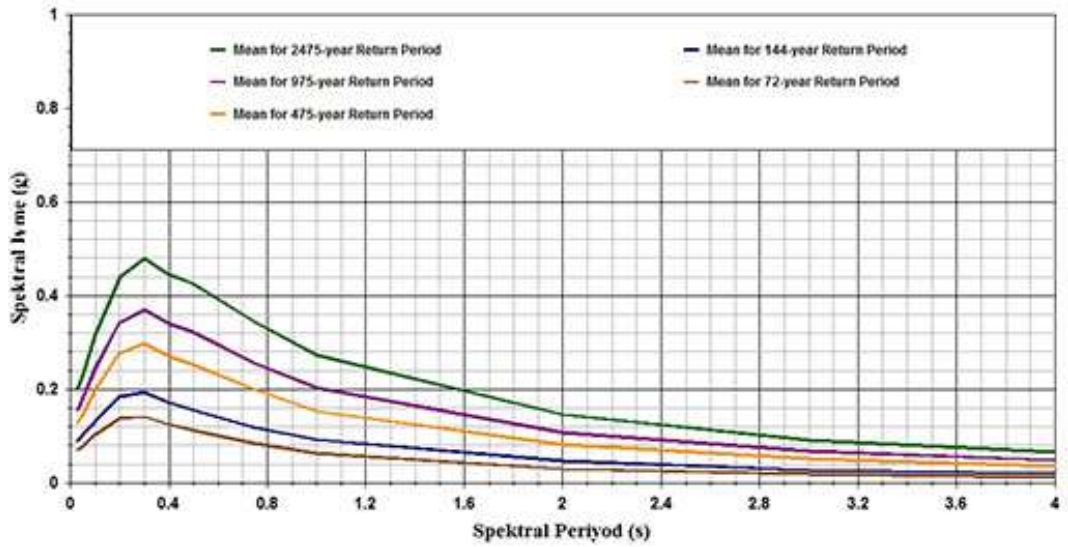


Şekil 4.103. Olası Saros-Gaziköy Fayı depremi sonucunda Çanakkale il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada deterministik hesaplardan sonra Saros-Gaziöy Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Çanakkale il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.63 ve Şekil 4.104).

Çizelge 4.63. Saros-Gaziköy Fayı olası depremi sonucunda Çanakkale il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalış İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	0.35 g	0.28 g	0.22 g	0.14 g	0.11 g
B-A (2008)	0.69 g	0.53 g	0.43 g	0.28 g	0.20 g
B-J-F (1997)	0.39 g	0.32 g	0.27 g	0.19 g	0.14 g
C-B (2008)	0.41 g	0.32 g	0.26 g	0.18 g	0.13 g
C-Y (2008)	0.34 g	0.26 g	0.22 g	0.14 g	0.10 g
Ortalama	0.43 g	0.34 g	0.28 g	0.18 g	0.13 g



Şekil 4.104. Olası Saros-Gaziköy Fayı depremi sonucunda Çanakkale il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.28$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.64).

Çizelge 4.64. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Saros-Gaziköy Fayı olası depremi için Çanakkale il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	1.50xTD	TD	0.5xTD
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	0.43 g	0.28 g	0.13 g
DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri	0.42 g	0.28 g	0.14 g

Çizelge 4.64’de TD=0.28 alınarak DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 0.43 g beklenen değere oldukça yakın (0.42) g bir değer vermiştir. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72 yıllık geri dönüş periyodu) 0.13 g beklenen değere yakın (0.14 g) bir değer vermiştir.

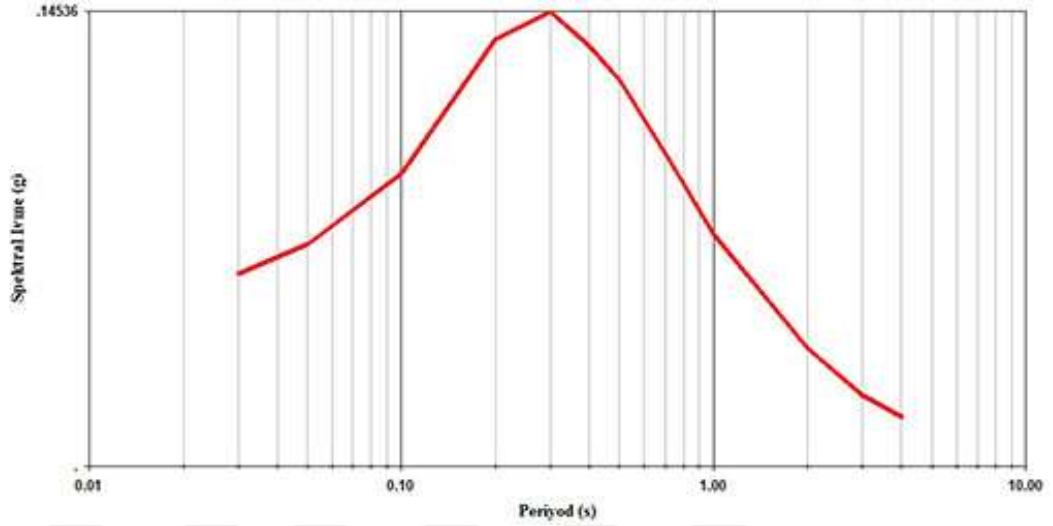
Sarıköy Fayı

Çalışmada öncelikli olarak Sarıköy Fayı’nda meydana gelebilecek bir depremin Çanakkale il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.65).

Çizelge 4.65. Sarıköy Fayı olası depremi sonucunda Çanakkale il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalm İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.11323 g
B-A (2008)	0.21632 g
B-J-F (1997)	0.15092 g
C-B (2008)	0.14052 g
C-Y (2008)	0.10581 g
Ortalama	0.14 g

Sarıköy Fayı olası tasarım depreminin Çanakkale il merkezinde oluşturmaları beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre orta tehlike (0.14 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.105).

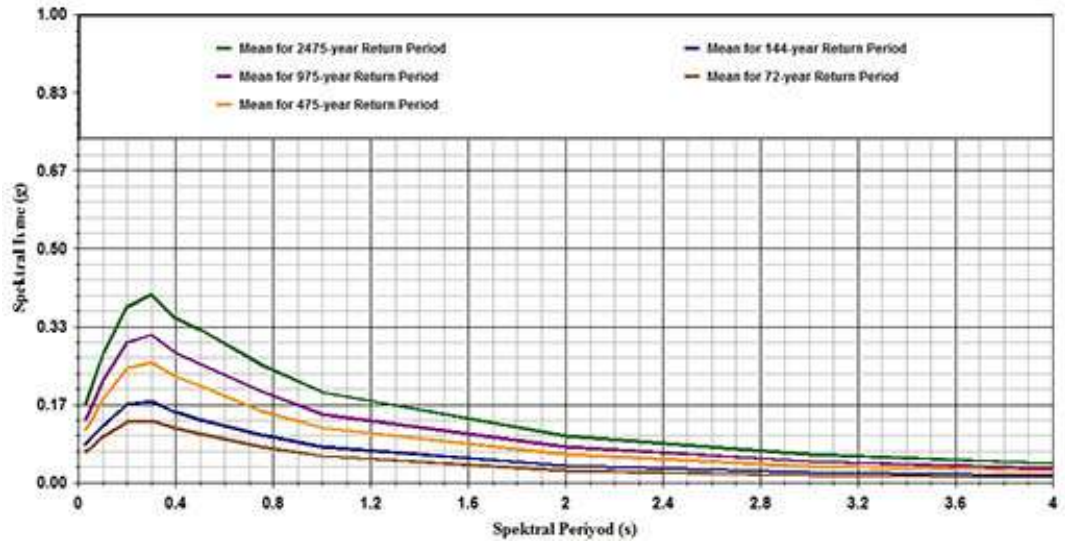


Şekil 4.105. Olası Sarıköy Fayı depremi sonucunda Çanakkale il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada daha sonra Sarıköy Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Çanakkale il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.66 ve Şekil 4.106).

Çizelge 4.66. Sarıköy Fayı olası depremi sonucunda Çanakkale il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalmı İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	0.27 g	0.22 g	0.18 g	0.12 g	0.10 g
B-A (2008)	0.56 g	0.44 g	0.37 g	0.25 g	0.19 g
B-J-F (1997)	0.33 g	0.28 g	0.23 g	0.17 g	0.14 g
C-B (2008)	0.34 g	0.28 g	0.23 g	0.16 g	0.13 g
C-Y (2008)	0.28 g	0.22 g	0.18 g	0.12 g	0.10 g
Ortalama	0.35 g	0.28 g	0.23 g	0.16 g	0.13 g



Şekil 4.106. Sarıköy Fayı olası depremi sonucunda Çanakkale il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.23$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.67).

Çizelge 4.67. DBYBHY 2007'de tanımlanan deprem etkilerine göre Sarıköy Fayı olası depremi için Çanakkale il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	$1.50 \times TD$	TD	$0.5 \times TD$
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	0.35 g	0.23 g	0.13 g
DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri	0.34 g	0.23 g	0.11 g

Çizelge 4.67'de $TD=0.23$ alınarak DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 0.35 g beklenen değer oldukça yakın (0.34 g) bir değer vermiştir. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer

ivmesi (72 yıllık geri dönüş periyodu) 0.13 g beklenen değerin çok az da olsa üstünde (0.11 g) bir değer vermiştir.

4.3.9. Bolu il merkezi için tasarım ivme değerleri

Bolu il merkezi tasarım ivme değerlerinin belirlenebilmesi için yapılan çalışmada inceleme alanını etkilemesi muhtemel fay olarak Düzce Fayı ve Kuzey Anadolu Fayı olarak belirlenmiştir.

Kabuller:

- ✓ Bolu ili çeşitli derecelerde (I. ve II.) deprem tehlikesi ile karşı karşıyadır. Yapılan çalışmada Bolu ilinin I. derece deprem bölgesinde yer aldığı kabul edilmiştir.
- ✓ Kayma Dalgası hızı $V_{S30}=300$ m/s ve $R=100$ km olarak kabul edilmiştir.

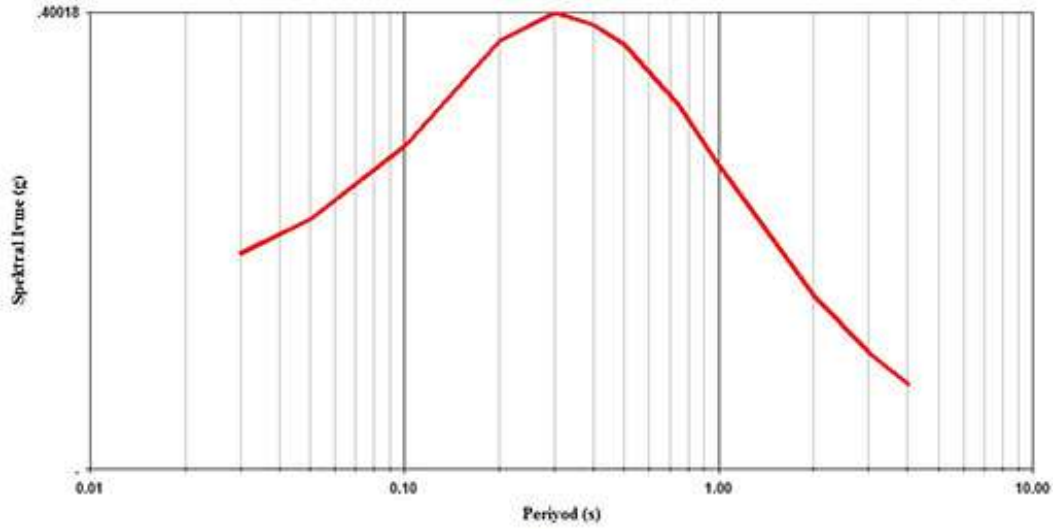
Düzce Fayı

Çalışmanın ilk aşamasında Düzce Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Bolu il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.68).

Çizelge 4.68. Düzce Fayı olası depremi sonucunda Bolu il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalm İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.43995 g
B-A (2008)	0.38446 g
B-J-F (1997)	0.44222 g
C-B (2008)	0.34319 g
C-Y (2008)	0.42789 g
Ortalama	0.40 g

Düzce Fayı olası tasarım depreminin Bolu il merkezinde oluşturması beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre yüksek tehlike (0.40 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.107).

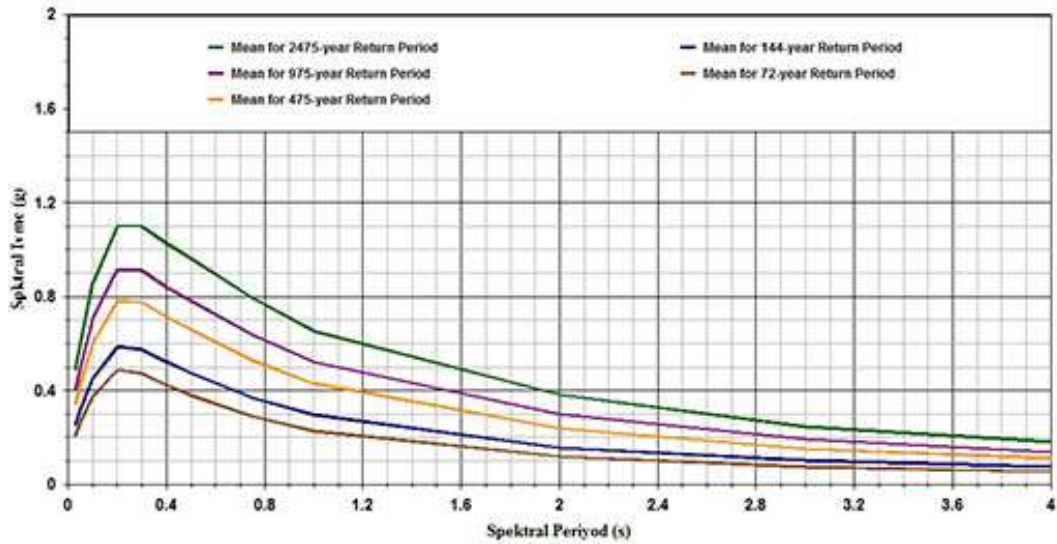


Şekil 4.107. Düzce Fayı olası depremi sonucunda Bolu il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmanın ikinci aşamasında Düzce Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Bolu il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.69 ve Şekil 4.108).

Çizelge 4.69. Düzce Fayı olası depremi sonucunda Bolu il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalm İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	0.92 g	0.77 g	0.67 g	0.50 g	0.41 g
B-A (2008)	1.35 g	1.13 g	0.98 g	0.73 g	0.59 g
B-J-F (1997)	0.99 g	0.83 g	0.72 g	0.55 g	0.46 g
C-B (2008)	1.06 g	0.90 g	0.77 g	0.59 g	0.50 g
C-Y (2008)	1.03 g	0.85 g	0.73 g	0.55 g	0.45 g
Ortalama	1.07 g	0.89 g	0.77 g	0.58 g	0.48 g



Şekil 4.108. Düzce Fayı olası depremi sonucunda Bolu il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.77$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.70).

Çizelge 4.70. DBYBHY 2007'de tanımlanan deprem etkilerine göre Düzce Fayı olası depremi için Bolu il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	$1.50 \times TD$	TD	$0.5 \times TD$
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	1.07 g	0.77 g	0.48 g
DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri	1.15 g	0.77 g	0.38 g

Çizelge 4.70'de $TD=0.77$ alınarak DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 1.07 g beklenen değer altında (1.15) g bir değer vermiştir. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72

yıllık geri dönüş periyodu) 0.48 g beklenen değerin üstünde (0.38 g) bir değer vermiştir.

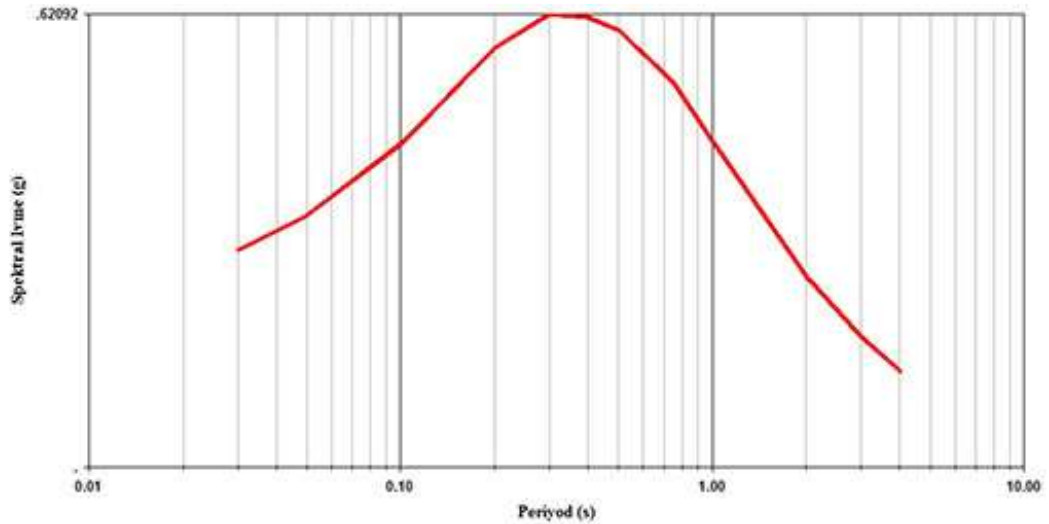
Kuzey Anadolu Fayı

Çalışmada öncelikli olarak Kuzey Anadolu Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Bolu il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.71).

Çizelge 4.71. Kuzey Anadolu Fayı olası depremi sonucunda Bolu il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalm İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.61853 g
B-A (2008)	0.54442 g
B-J-F (1997)	0.80484 g
C-B (2008)	0.50949 g
C-Y (2008)	0.66582 g
Ortalama	0.62 g

Kuzey Anadolu Fayı olası tasarım depreminin Bolu il merkezinde oluşturması beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre yüksek tehlike (0.62 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.109).

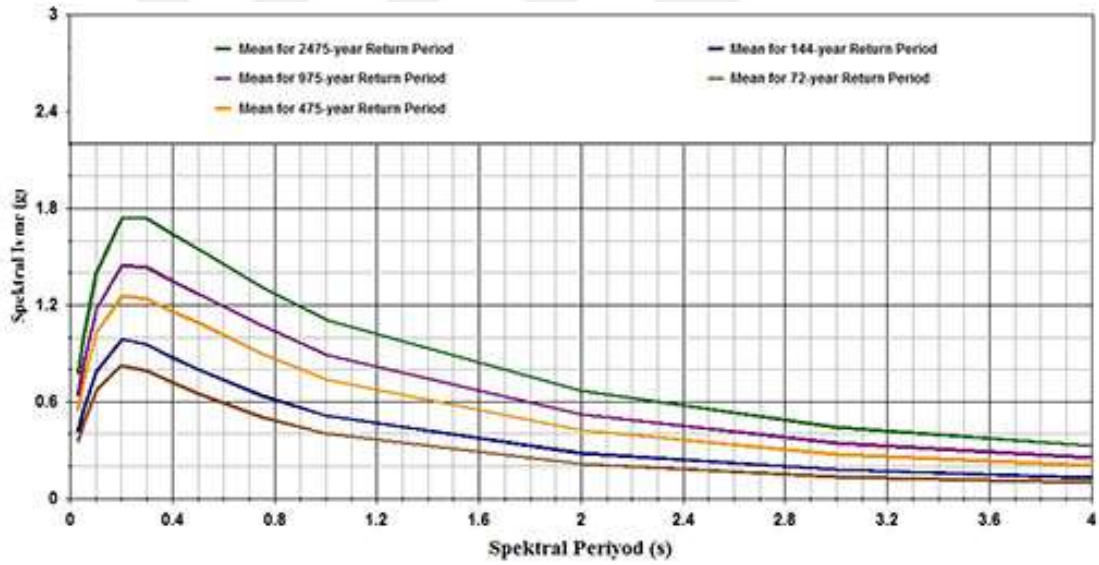


Şekil 4.109. Kuzey Anadolu Fayı olası depremi sonucunda Bolu il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada daha sonra Kuzey Anadolu Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Bolu il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.72 ve Şekil 4.110).

Çizelge 4.72. Kuzey Anadolu Fayı olası depremi sonucunda Bolu il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalış İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	1.37 g	1.18 g	1.05 g	0.81 g	0.70 g
B-A (2008)	2.10 g	1.70 g	1.45 g	1.10 g	0.90 g
B-J-F (1997)	1.73 g	1.43 g	1.24 g	0.97 g	0.80 g
C-B (2008)	1.73 g	1.46 g	1.27 g	1.03 g	0.86 g
C-Y (2008)	1.73 g	1.45 g	1.25 g	1.01 g	0.84 g
Ortalama	1.73 g	1.44 g	1.25 g	0.98 g	0.82 g



Şekil 4.110. Kuzey Anadolu Fayı olası depremi sonucunda Bolu il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=1.25$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.73).

Çizelge 4.73. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Kuzey Anadolu Fayı olası depremi için Bolu il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	1.50xTD	TD	0.5xTD
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	1.73 g	1.25 g	0.82 g
DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri	1.87 g	1.25 g	0.62 g

Çizelge 4.73’de TD=1.25 alınarak DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 1.73 g beklenen değer altında (1.87) g bir değer vermiştir. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72 yıllık geri dönüş periyodu) 0.82 g beklenen değer üstünde (0.62 g) bir değer vermiştir.

4.3.10. Düzce il merkezi için tasarım ivme değerleri

Düzce il merkezi tasarım ivme değerlerinin belirlenebilmesi için yapılan çalışmada inceleme alanını etkilemesi muhtemel fay olarak Düzce Fayı ve Kuzey Anadolu Fayı olarak belirlenmiştir.

Kabuller:

- ✓ Düzce ili I. Derece deprem bölgesindedir.
- ✓ Kayma Dalgası hızı $V_{S30}=282$ m/s ve $R=100$ km olarak kabul edilmiştir.

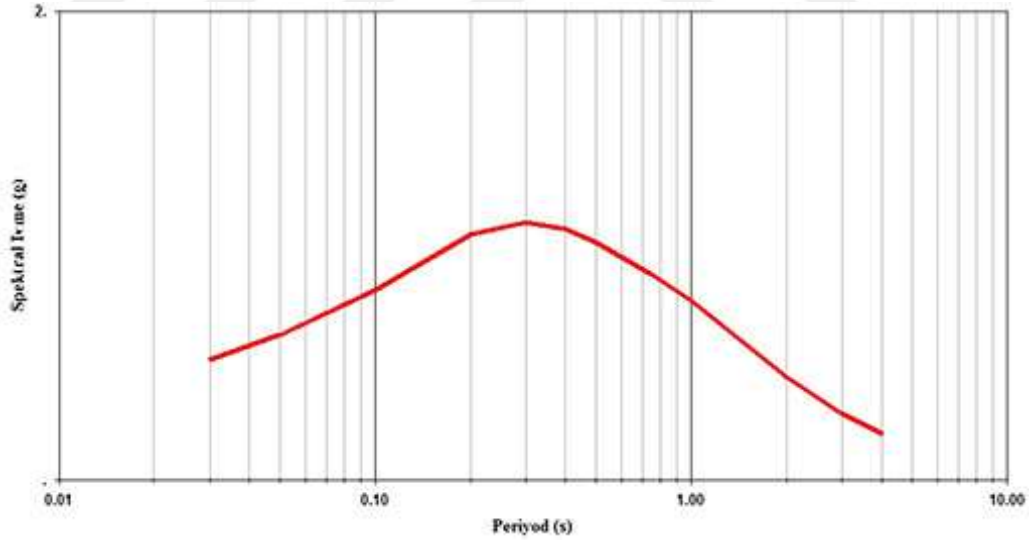
Düzce Fayı

Çalışmada öncelikli olarak Düzce Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Düzce il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.74).

Çizelge 4.74. Düzce Fayı olası depremi sonucunda Düzce il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalış İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.93959 g
B-A (2008)	2.0 g
B-J-F (1997)	2.0 g
C-B (2008)	0.87372 g
C-Y (2008)	2.0 g
Ortalama	1.56 g

Düzce Fayı olası tasarım depreminin Düzce il merkezinde oluşturması beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre yüksek tehlike (1.56 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.111).

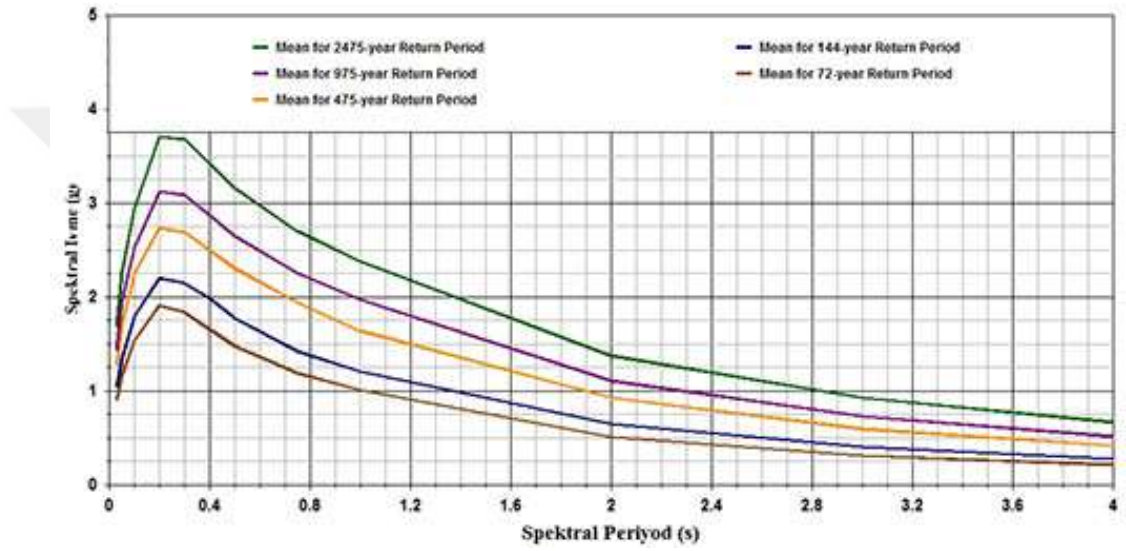


Şekil 4.111. Düzce Fayı olası depremi sonucunda Düzce il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada daha sonra Düzce Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Düzce il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.75 ve Şekil 4.112).

Çizelge 4.75. Düzce Fayı olası depremi sonucunda Düzce il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalım İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	3.4 g	2.89 g	2.51 g	2.01 g	1.72 g
B-A (2008)	3.9 g	3.1 g	2.6 g	1.99 g	1.59 g
B-J-F (1997)	4.49 g	3.52 g	2.98 g	2.2 g	1.8 g
C-B (2008)	2.9 g	2.49 g	2.11 g	1.78 g	1.51 g
C-Y (2008)	3.7 g	3.1 g	2.71 g	2.2 g	1.9 g
Ortalama	3.67 g	3.02 g	2.58 g	2.03 g	1.70 g



Şekil 4.112. Düzce Fayı olası depremi sonucunda Düzce il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=2.58$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.76).

Çizelge 4.76. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Düzce Fayı olası depremi için Düzce il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	1.50xTD	TD	0.5xTD
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	3.67 g	2.58 g	1.70 g
DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri	3.87 g	2.58 g	1.29 g

Çizelge 4.76’da TD=2.58 alınarak DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 3.67 g beklenen değer in altında (3.87) g bir değer vermiştir. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72 yıllık geri dönüş periyodu) 1.70 g beklenen değer in üstünde (1.29 g) bir değer vermiştir.

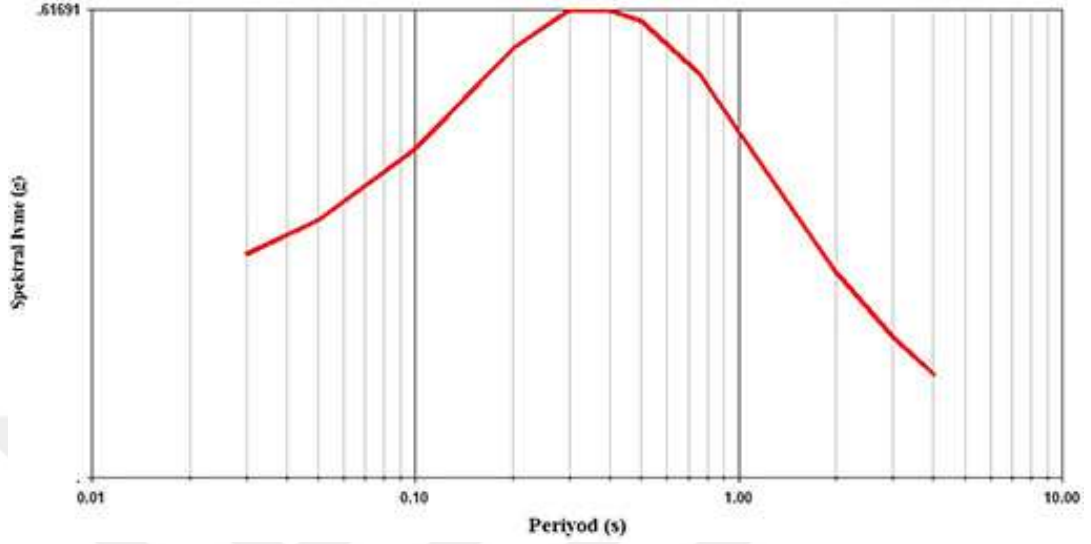
Kuzey Anadolu Fayı

Çalışmada Kuzey Anadolu Fayı’nda meydana gelebilecek bir depremin Düzce il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri ilk olarak deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.77).

Çizelge 4.77. Kuzey Anadolu Fayı olası depremi sonucunda Düzce il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalm İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.61655 g
B-A (2008)	0.52497 g
B-J-F (1997)	0.80446 g
C-B (2008)	0.50517 g
C-Y (2008)	0.63222 g
Ortalama	0.61 g

Kuzey Anadolu Fayı olası tasarım depreminin Düzce il merkezinde oluşturmaları beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre yüksek tehlike (0.61 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.113).

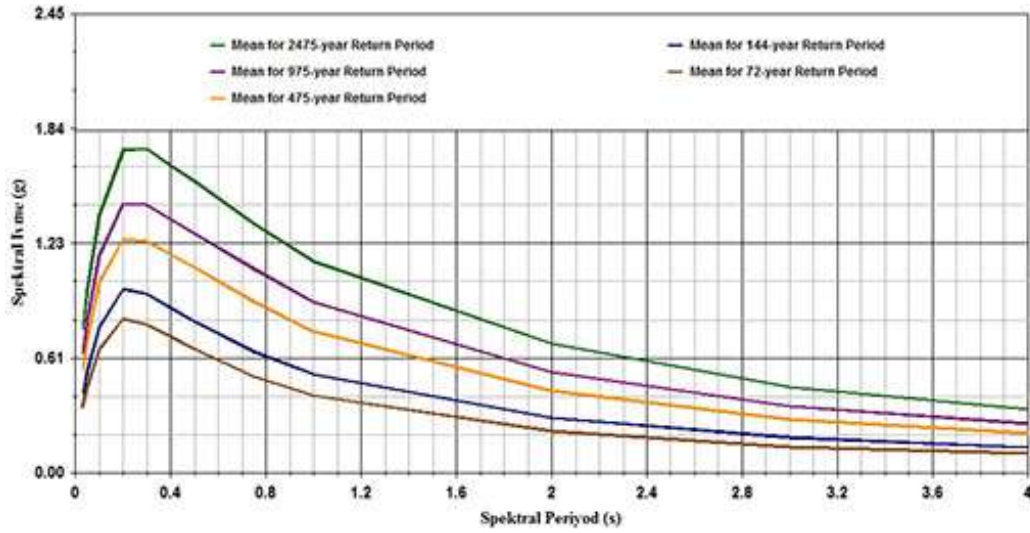


Şekil 4.113. Olası Kuzey Anadolu Fayı depremi sonucunda Düzce il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada daha sonra Kuzey Anadolu Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Düzce il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.78 ve Şekil 4.114).

Çizelge 4.78. Kuzey Anadolu Fayı olası depremi sonucunda Düzce il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalışım İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	1.35 g	1.16 g	1.05 g	0.80 g	0.70 g
B-A (2008)	2.10 g	1.70 g	1.45 g	1.10 g	0.90 g
B-J-F (1997)	1.77 g	1.45 g	1.25 g	1.10 g	0.81 g
C-B (2008)	1.70 g	1.43 g	1.25 g	1.01 g	0.85 g
C-Y (2008)	1.67 g	1.40 g	1.23 g	0.99 g	0.82 g
Ortalama	1.71 g	1.42 g	1.24 g	1.00 g	0.81 g



Şekil 4.114. Kuzey Anadolu Fayı olası depremi sonucunda Düzce il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=1.24$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.79).

Çizelge 4.79. DBYBHY 2007'de tanımlanan deprem etkilerine göre Kuzey Anadolu Fayı olası depremi için Düzce il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	$1.50 \times TD$	TD	$0.5 \times TD$
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	1.71 g	1.24 g	0.81 g
DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri	1.86 g	1.24 g	0.62 g

Çizelge 4.79'da $TD=1.24$ alınarak DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 1.71 g beklenen değer altında (1.86) g bir değer vermiştir. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72

yıllık geri dönüş periyodu) 0.81 g beklenen değerin üstünde (0.62 g) bir değer vermiştir.

4.3.11. Muğla il merkezi için tasarım ivme değerleri

Muğla il merkezi tasarım ivme değerlerinin belirlenebilmesi için yapılan çalışmada inceleme alanını etkilemesi muhtemel fay olarak Karaova-Milas Fayı, Muğla-Yatağan Fay Zonu ve Ula-Ören Fayı belirlenmiştir.

Kabuller:

- ✓ Muğla ili çeşitli derecelerde (I. ve II.) deprem tehlikesi ile karşı karşıyadır. Yapılan çalışmada Muğla ilinin I. derece deprem bölgesinde yer aldığı kabul edilmiştir.
- ✓ Kayma Dalgası hızı $V_{S30}=533$ m/s ve $R=100$ km olarak kabul edilmiştir.

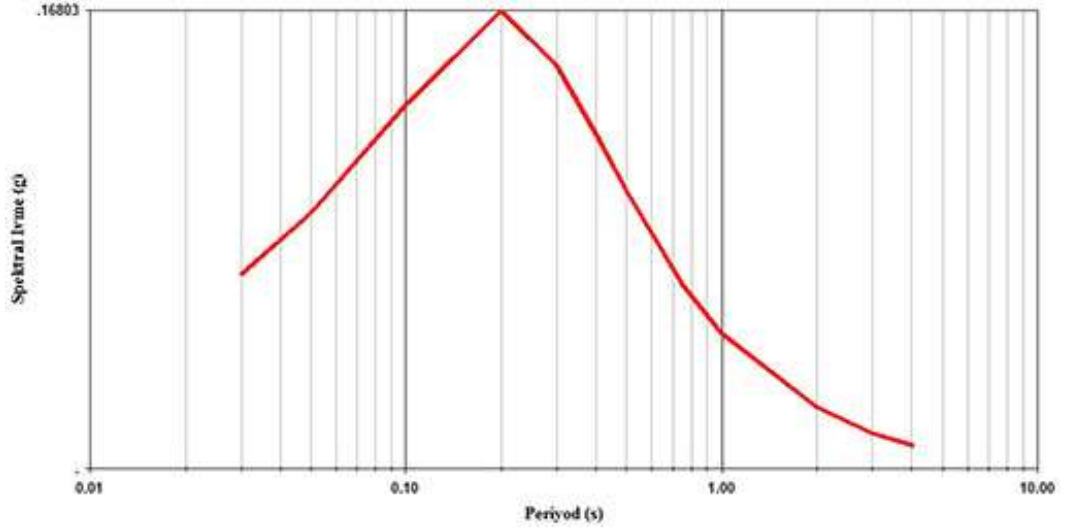
Karaova-Milas Fayı

Çalışmada öncelikli olarak Karaova-Milas Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Muğla il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.80).

Çizelge 4.80. Karaova-Milas Fayı olası depremi sonucunda Muğla il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalm İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.12432 g
B-A (2008)	0.20246 g
B-J-F (1997)	0.1839 g
C-B (2008)	0.19295 g
C-Y (2008)	0.13652 g
Ortalama	0.16 g

Karaova-Milas Fayı olası tasarım depreminin Muğla il merkezinde oluşturması beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre orta tehlike (0.16 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.115).

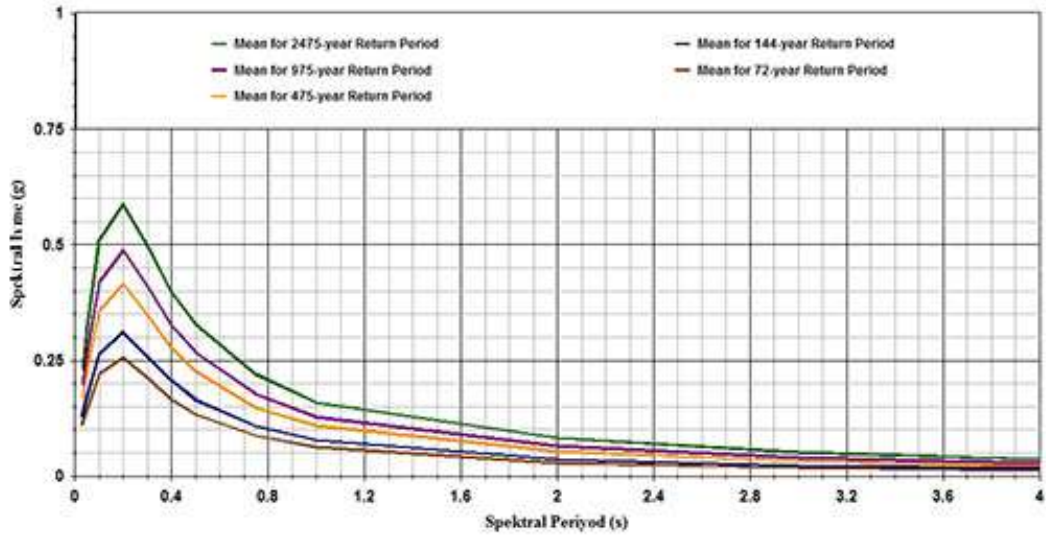


Şekil 4.115. Karaova-Milas Fayı olası depremi sonucunda Muğla il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada daha sonra Karaova-Milas Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Muğla il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.81 ve Şekil 4.116).

Çizelge 4.81. Karaova-Milas Fayı olası depremi sonucunda Muğla il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalışım İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	0.48 g	0.40 g	0.34 g	0.25 g	0.21 g
B-A (2008)	0.67 g	0.55 g	0.47 g	0.35 g	0.29 g
B-J-F (1997)	0.48 g	0.41 g	0.36 g	0.28 g	0.24 g
C-B (2008)	0.66 g	0.55 g	0.48 g	0.36 g	0.29 g
C-Y (2008)	0.53 g	0.43 g	0.36 g	0.26 g	0.22 g
Ortalama	0.56 g	0.46 g	0.40 g	0.30 g	0.25 g



Şekil 4.116. Karaova-Milas Fayı olası depremi sonucunda Muğla il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.40$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.82).

Çizelge 4.82. DBYBHY 2007'de tanımlanan deprem etkilerine göre Karaova-Milas Fayı olası depremi için Muğla il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	$1.50 \times TD$	TD	$0.5 \times TD$
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	0.56 g	0.40 g	0.25 g
DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri	0.60 g	0.40 g	0.20 g

Çizelge 4.82'de $TD=0.40$ alınarak TDY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 0.56 g beklenen değer altında (0.60) g bir değer vermiştir. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72

yıllık geri dönüş periyodu) 0.25 g beklenen değerin üstünde (0.20 g) bir değer vermiştir.

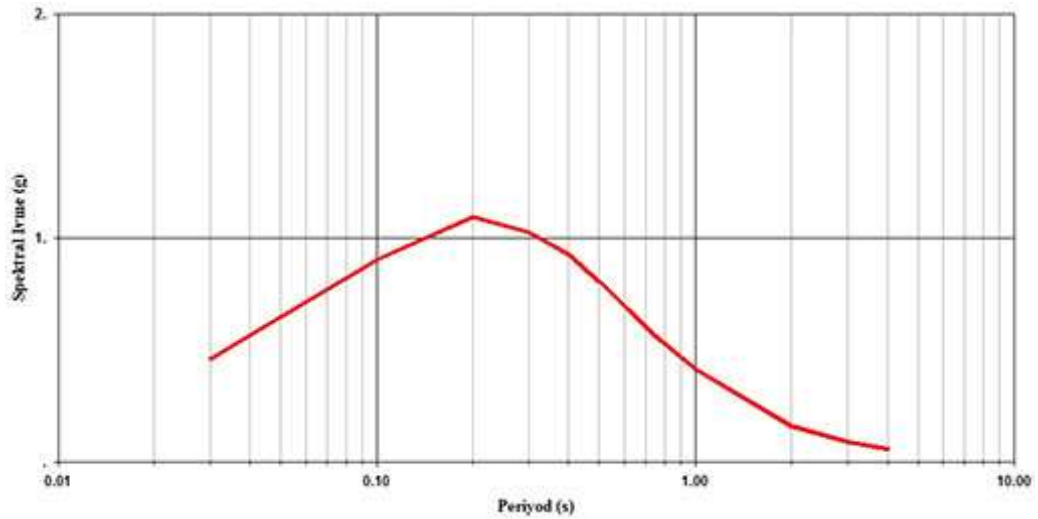
Muğla-Yatağan Fayı

Çalışmada Muğla-Yatağan Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Muğla il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri ilk olarak deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.83).

Çizelge 4.83. Muğla-Yatağan Fayı olası depremi sonucunda Muğla il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalm İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	2.0 g
B-A (2008)	0.98397 g
B-J-F (1997)	0.99784 g
C-B (2008)	2.0 g
C-Y (2008)	2.0 g
Ortalama	1.59 g

Muğla-Yatağan Fayı olası tasarım depreminin Muğla il merkezinde oluşturmaları beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre yüksek tehlike (1.59 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.117).

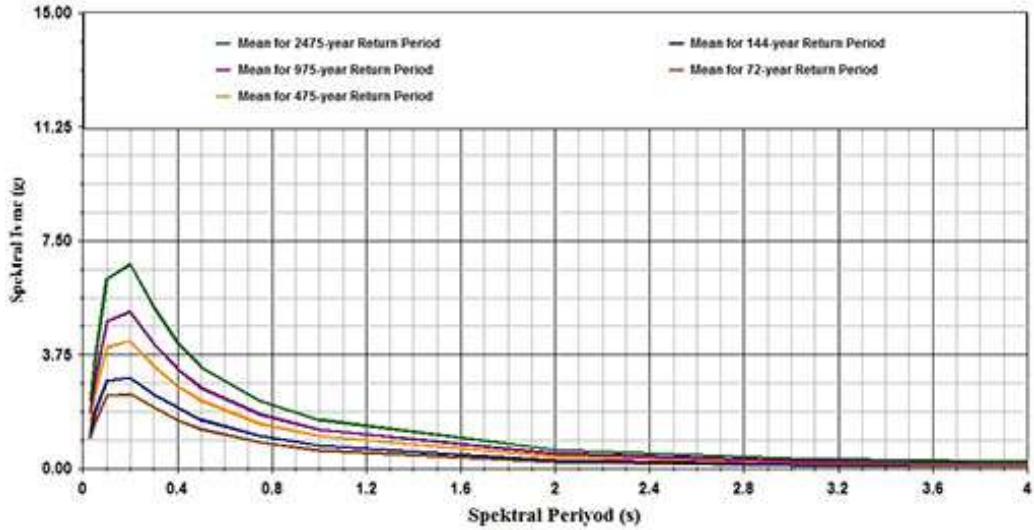


Şekil 4.117. Muğla-Yatağan Fayı olası depremi sonucunda Muğla il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada daha sonra Muğla-Yatağan Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Muğla il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.84 ve Şekil 4.118).

Çizelge 4.84. Muğla-Yatağan Fayı olası depremi sonucunda Muğla il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalım İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	7.6 g	6.0 g	4.9 g	3.6 g	3.0 g
B-A (2008)	4.0 g	3.19 g	2.7 g	2.10 g	1.75 g
B-J-F (1997)	2.45 g	2.10 g	1.80 g	1.35 g	1.15 g
C-B (2008)	4.0 g	3.25 g	2.80 g	2.15 g	1.81 g
C-Y (2008)	10.6 g	7.98 g	6.03 g	4.02 g	3.50 g
Ortalama	5.73 g	4.50 g	3.64 g	2.64 g	2.24 g



Şekil 4.118. Muğla-Yatağan Fayı olası depremi sonucunda Muğla il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $T_D=3.64$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.85).

Çizelge 4.85. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Muğla-Yatağan Fayı olası depremi için Muğla il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	1.50xTD	TD	0.5xTD
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	5.73 g	3.64 g	2.24 g
DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri	5.46 g	3.64 g	1.82 g

Çizelge 4.85’de TD=3.64 alınarak DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 5.73 g beklenen değer altında (5.46 g) bir değer vermiştir. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72 yıllık geri dönüş periyodu) 2.24 g beklenen değer üstünde (1.82 g) bir değer vermiştir.

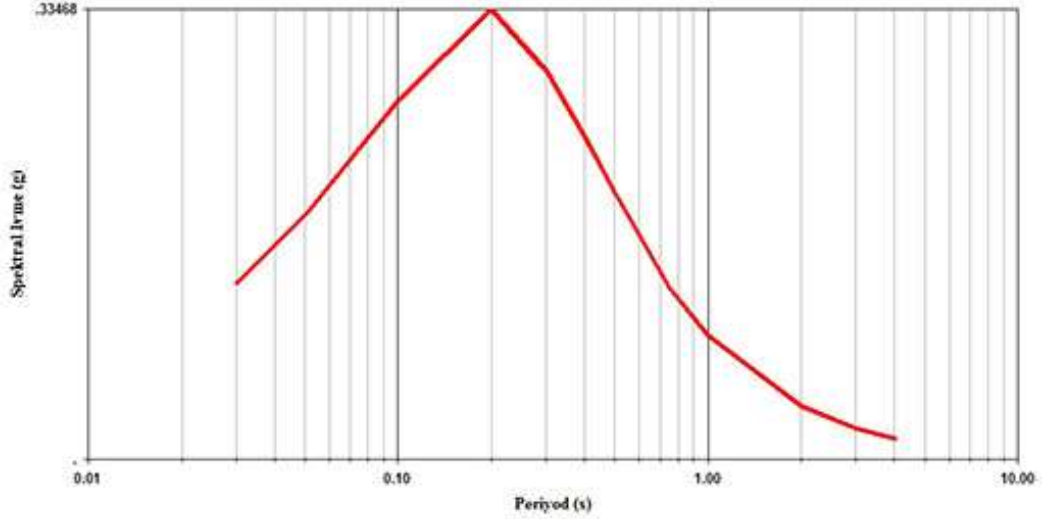
Ula-Ören Fayı

Çalışmanın ilk aşamasında Ula-Ören Fayı’nda meydana gelebilecek bir depremin Muğla il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.86).

Çizelge 4.86. Ula-Ören Fayı olası depremi sonucunda Muğla il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalış İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.26867 g
B-A (2008)	0.29957 g
B-J-F (1997)	0.39581 g
C-B (2008)	0.42899 g
C-Y (2008)	0.28036 g
Ortalama	0.33 g

Ula-Ören Fayı olası tasarım depreminin Muğla il merkezinde oluşturmaları beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre yüksek tehlike (0.33 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.119).

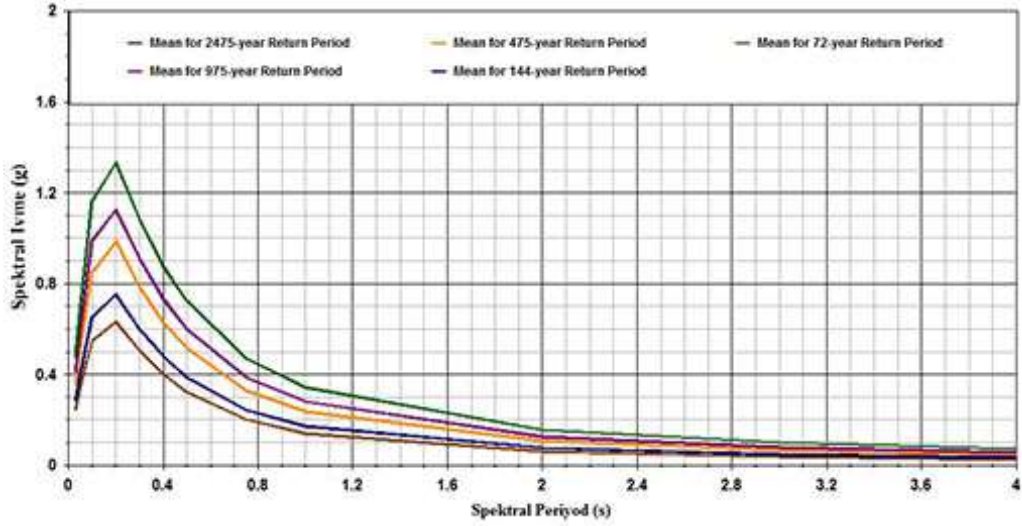


Şekil 4.119. Ula-Ören Fayı olası depremi sonucunda Muğla il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmanın ikinci aşamasında Ula-Ören Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Muğla il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.87 ve Şekil 4.120).

Çizelge 4.87. Ula-Ören Fayı olası depremi sonucunda Muğla il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalışım İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	1.27 g	1.06 g	0.93 g	0.71 g	0.60 g
B-A (2008)	1.09 g	0.90 g	0.78 g	0.60 g	0.50 g
B-J-F (1997)	1.08 g	0.95 g	0.83 g	0.66 g	0.56 g
C-B (2008)	1.64 g	1.37 g	1.20 g	0.95 g	0.80 g
C-Y (2008)	1.26 g	1.05 g	0.90 g	0.68 g	0.55 g
Ortalama	1.26 g	1.06 g	0.92 g	0.72 g	0.60 g



Şekil 4.120. Ula-Ören Fayı olası depremi sonucunda Muğla il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.92$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.88).

Çizelge 4.88. DBYBHY 2007'de tanımlanan deprem etkilerine göre Ula-Ören Fayı olası depremi için Muğla il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	$1.50 \times TD$	TD	$0.5 \times TD$
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	1.26 g	0.92 g	0.60 g
DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri	1.38 g	0.92 g	0.46 g

Çizelge 4.88'de $TD=0.92$ alınarak DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 1.26 g beklenen değer in altında (1.38 g) bir değer vermiştir. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72

yıllık geri dönüş periyodu) 0.60 g beklenen değerin üstünde (0.46 g) bir değer vermiştir.

4.3.12. Aydın il merkezi için tasarım ivme değerleri

Aydın il merkezi tasarım ivme değerlerinin belirlenebilmesi için yapılan çalışmada inceleme alanını etkilemesi muhtemel fay olarak Karaova-Milas Fayı, Muğla-Yatağan Fay Zonu, Ula-Ören Fayı ve Büyük Menderes Fayı belirlenmiştir.

Kabuller:

- ✓ Aydın ili I. Derece deprem bölgesindedir.
- ✓ Kayma Dalgası hızı $V_{S30}=406$ m/s ve $R=100$ km olarak kabul edilmiştir.

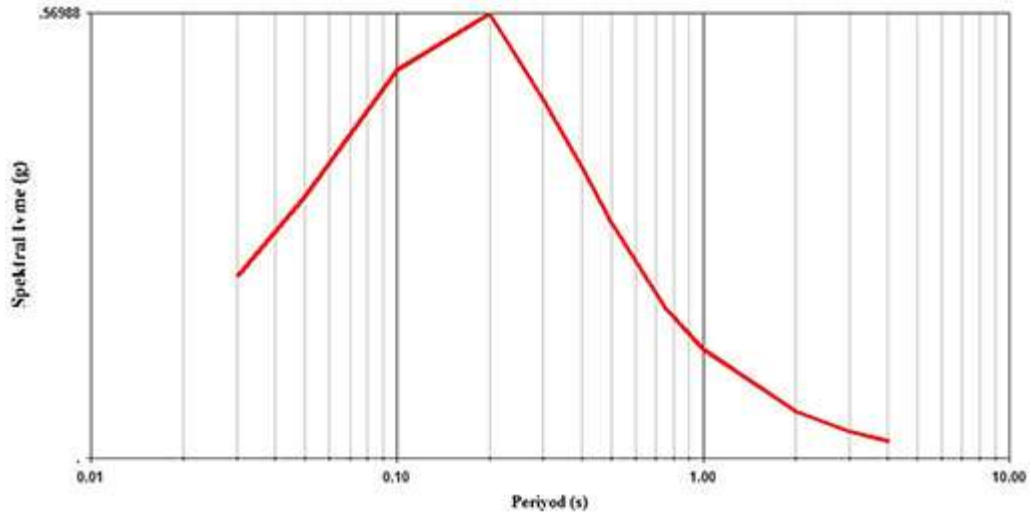
Karaova-Milas Fayı

Çalışmada öncelikli olarak Karaova-Milas Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Aydın il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.89).

Çizelge 4.89. Karaova-Milas Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalış İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.50135 g
B-A (2008)	0.49502 g
B-J-F (1997)	0.52659 g
C-B (2008)	0.71968 g
C-Y (2008)	0.60675 g
Ortalama	0.56 g

Karaova-Milas Fayı olası tasarım depreminin Aydın il merkezinde oluşturması beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre yüksek tehlike (0.56 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.121).

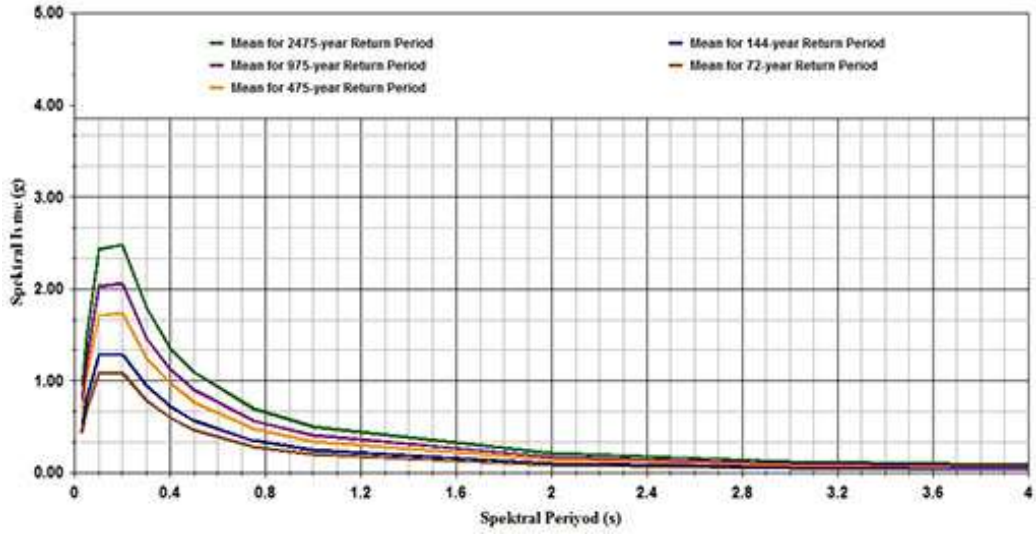


Şekil 4.121. Karaova-Milas Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmanın ikinci aşamasında Karaova-Milas Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Aydın il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.90 ve Şekil 4.122).

Çizelge 4.90. Karaova-Milas Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalışım İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	2.73 g	2.39 g	1.98 g	1.48 g	1.22 g
B-A (2008)	1.67 g	1.38 g	1.20 g	0.93 g	0.77 g
B-J-F (1997)	1.33 g	1.16 g	1.04 g	0.80 g	0.70 g
C-B (2008)	2.74 g	2.99 g	2.00 g	1.50 g	1.26 g
C-Y (2008)	2.90 g	2.34 g	2.00 g	1.45 g	1.2 g
Ortalama	2.27 g	2.05 g	1.64 g	1.23 g	1.03 g



Şekil 4.122. Karaova-Milas Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=1.64$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.91).

Çizelge 4.91. DBYBHY 2007'de tanımlanan deprem etkilerine göre Karaova-Milas Fayı olası depremi için Aydın il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	$1.50 \times TD$	TD	$0.5 \times TD$
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	2.27 g	1.64 g	1.03 g
DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri	2.46 g	1.64 g	0.82 g

Çizelge 4.91'de $TD=1.64$ alınarak DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 2.27 g beklenen değer in altında (2.46 g) bir değer vermiştir. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72

yıllık geri dönüş periyodu) 1.03 g beklenen değerin üstünde (0.82 g) bir değer vermiştir.

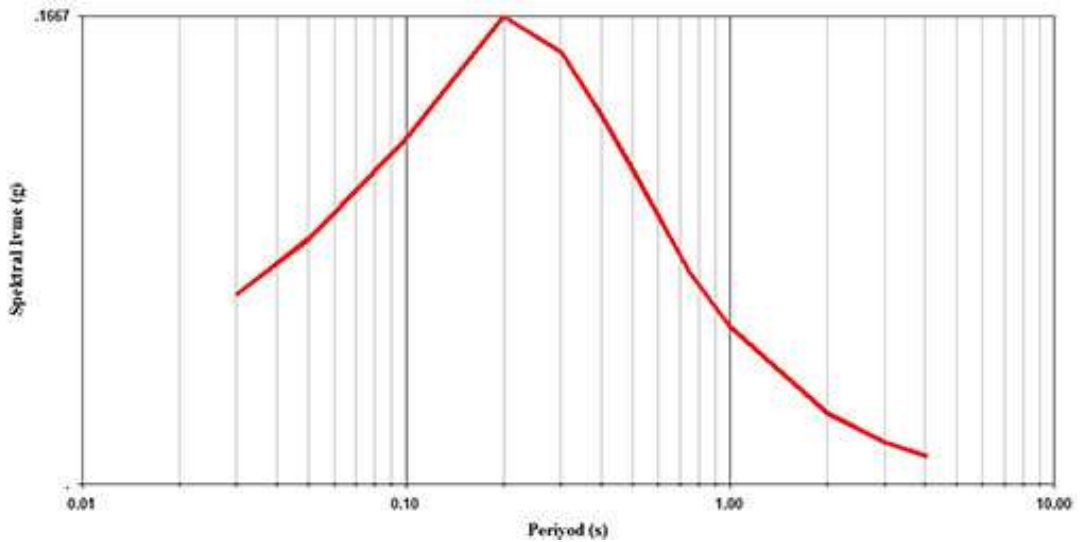
Muğla-Yatağan Fayı

Çalışmanın ilk aşamasında Muğla-Yatağan Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Aydın il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.92).

Çizelge 4.92. Muğla-Yatağan Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalm İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.12676 g
B-A (2008)	0.18664 g
B-J-F (1997)	0.2098 g
C-B (2008)	0.19514 g
C-Y (2008)	0.11514 g
Ortalama	0.16 g

Muğla-Yatağan Fayı olası tasarım depreminin Aydın il merkezinde oluşturması beklenen ivme değeri European Seismological Commision'a (ESC) göre orta tehlike (0.16 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.123).

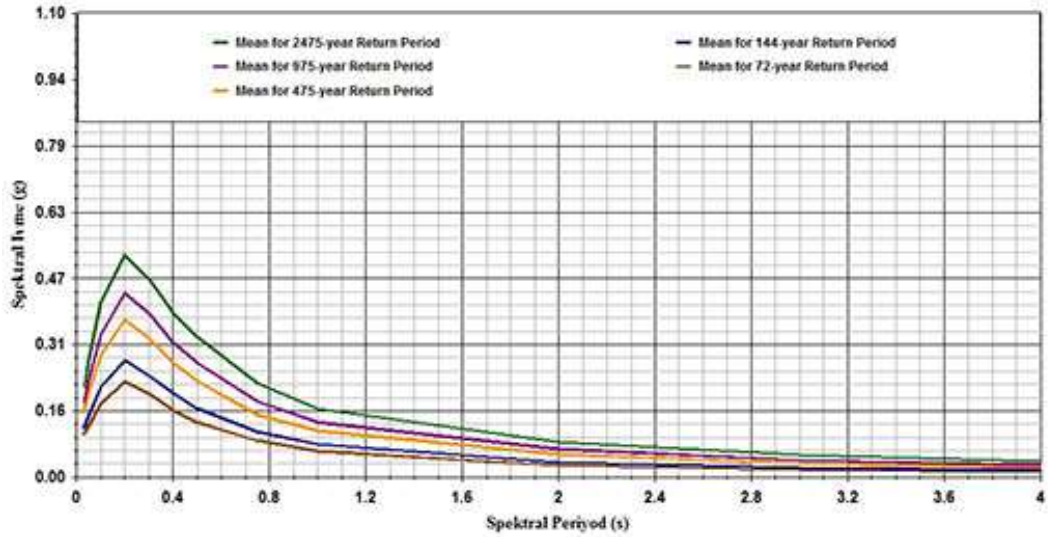


Şekil 4.123. Muğla-Yatağan Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmanın ikinci aşamasında Muğla-Yatağan Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Aydın il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.93 ve Şekil 4.124).

Çizelge 4.93. Muğla-Yatağan Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalış İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	0.43 g	0.36 g	0.31 g	0.22 g	0.18 g
B-A (2008)	0.57 g	0.46 g	0.39 g	0.28 g	0.23 g
B-J-F (1997)	0.52 g	0.44 g	0.38 g	0.30 g	0.25 g
C-B (2008)	0.62 g	0.51 g	0.44 g	0.33 g	0.26 g
C-Y (2008)	0.39 g	0.32 g	0.27 g	0.19 g	0.15 g
Ortalama	0.50 g	0.41 g	0.35 g	0.26 g	0.21 g



Şekil 4.124. Muğla-Yatağan Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.35$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.94).

Çizelge 4.94. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Muğla-Yatağan Fayı olası depremi için Aydın il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	1.50xTD	TD	0.5xTD
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	0.50 g	0.35 g	0.21 g
DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri	0.52 g	0.35 g	0.17 g

Çizelge 4.92’de TD=0.35 alınarak DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 0.50 g beklenen değere yakın (0.52 g) bir değer vermiştir. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72 yıllık geri dönüş periyodu) 0.21 g beklenen değer üstünde (0.17 g) bir değer vermiştir.

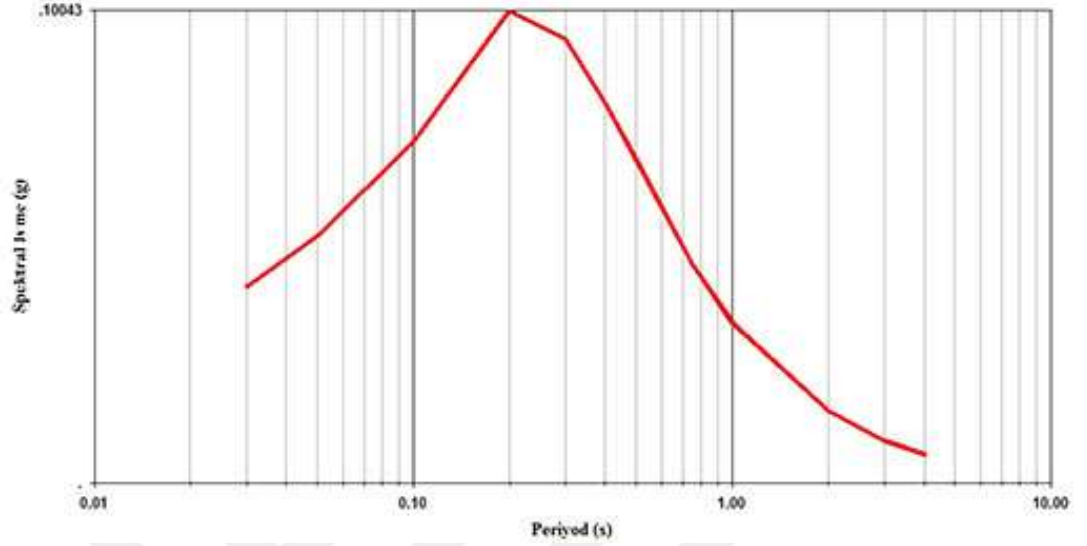
Ula-Ören Fayı

Çalışmada öncelikli olarak Ula-Ören Fayı’nda meydana gelebilecek bir depremin Aydın il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.95).

Çizelge 4.95. Ula-Ören Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalış İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.07457 g
B-A (2008)	0.11431 g
B-J-F (1997)	0.13507 g
C-B (2008)	0.11572 g
C-Y (2008)	0.06245 g
Ortalama	0.10 g

Ula-Ören Fayı olası tasarım depreminin Aydın il merkezinde oluşturmaları beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre orta tehlike (0.10 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.125).

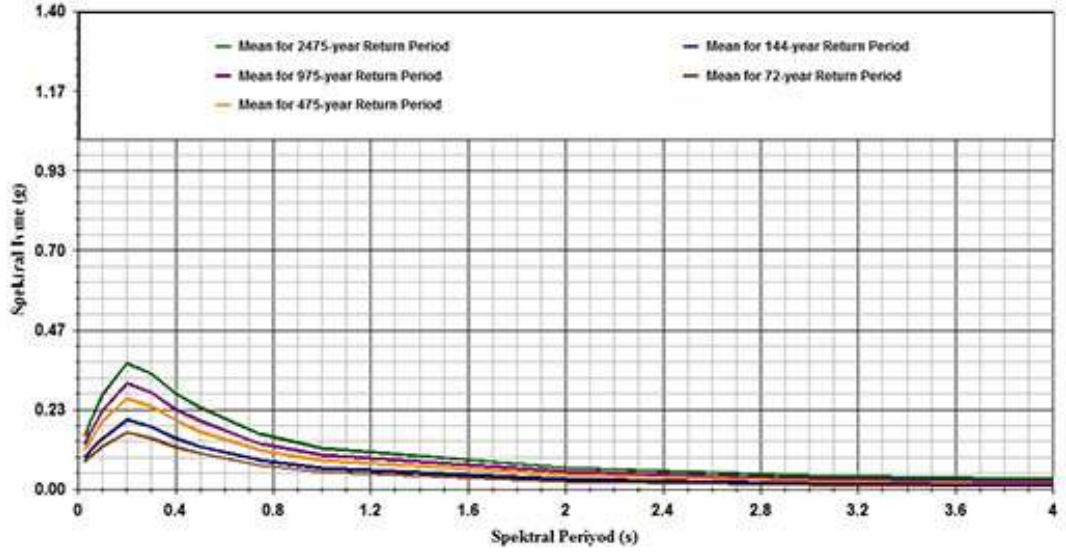


Şekil 4.125. Ula-Ören Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada daha sonra Ula-Ören Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Aydın il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.96 ve Şekil 4.126).

Çizelge 4.96. Ula-Ören Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalm İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	0.29 g	0.24 g	0.21 g	0.15 g	0.12 g
B-A (2008)	0.40 g	0.33 g	0.28 g	0.22 g	0.18 g
B-J-F (1997)	0.37 g	0.32 g	0.28 g	0.22 g	0.19 g
C-B (2008)	0.42 g	0.35 g	0.31 g	0.23 g	0.19 g
C-Y (2008)	0.25 g	0.20 g	0.17 g	0.12 g	0.10 g
Ortalama	0.34 g	0.28 g	0.25 g	0.18 g	0.15 g



Şekil 4.126. Ula-Ören Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.25$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.97).

Çizelge 4.97. DBYBHY 2007'de tanımlanan deprem etkilerine göre Ula-Ören Fayı olası depremi için Aydın il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	$1.50 \times TD$	TD	$0.5 \times TD$
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	0.34 g	0.25 g	0.15 g
DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri	0.37 g	0.25 g	0.12 g

Çizelge 4.97'de $TD=0.25$ alınarak DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 0.34 g beklenen değere yakın (0.37 g) bir değer vermiştir. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72

yıllık geri dönüş periyodu) 0.15 g beklenen değerin üstünde olmasına rağmen yakın (0.12 g) bir değer vermiştir.

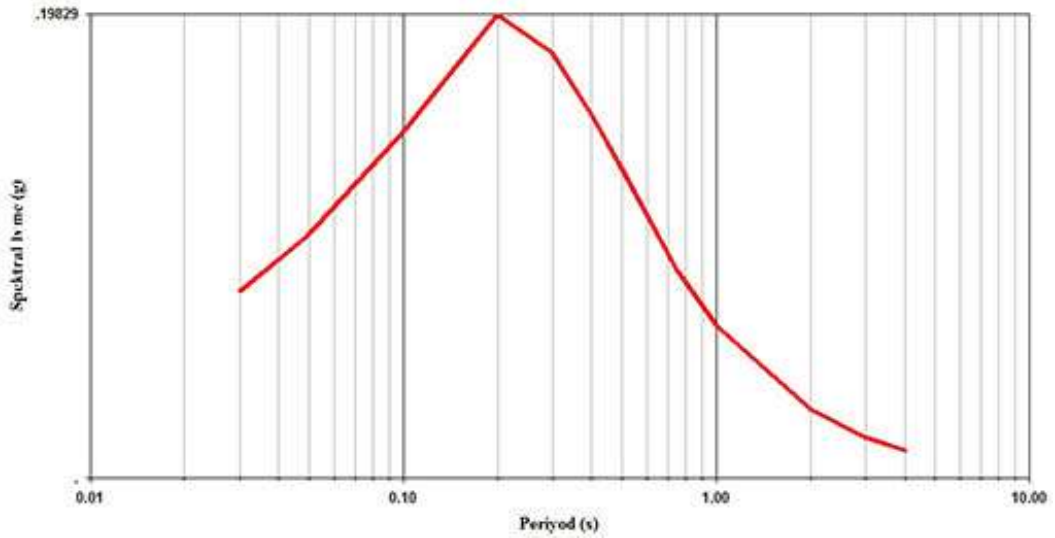
Büyük Menderes Fayı

Çalışmada Büyük Menderes Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Aydın il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri ilk olarak deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.98).

Çizelge 4.98. Büyük Menderes Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalm İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.15198 g
B-A (2008)	0.21604 g
B-J-F (1997)	0.24588 g
C-B (2008)	0.23466 g
C-Y (2008)	0.14287 g
Ortalama	0.19 g

Büyük Menderes Fayı olası tasarım depreminin Aydın il merkezinde oluşturması beklenen ivme değeri European Seismological Commision'a (ESC) göre orta tehlike (0.19 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.127).

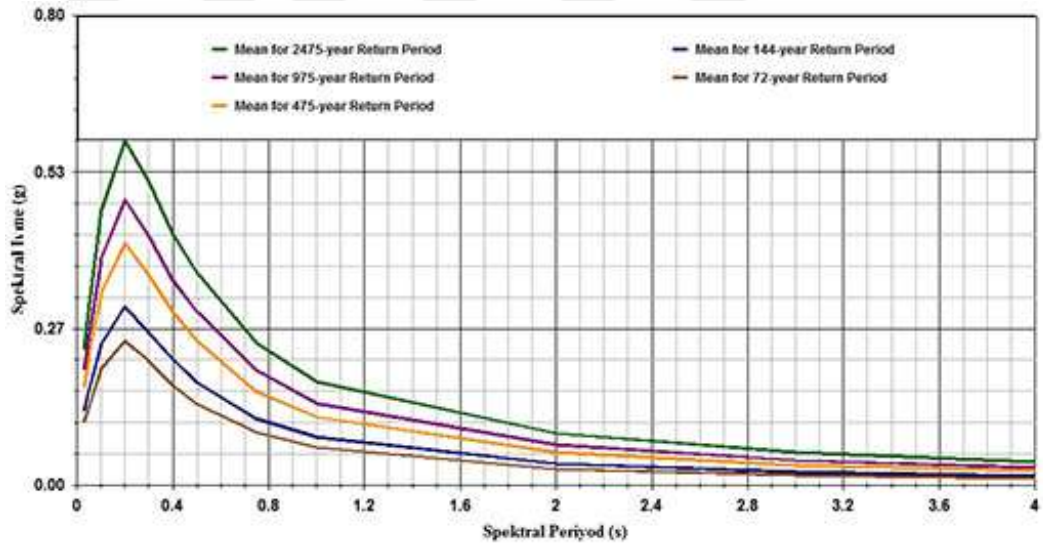


Şekil 4.127. Büyük Menderes Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada daha sonra Büyük Menderes Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Aydın il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.99 ve Şekil 4.128).

Çizelge 4.99. Büyük Menderes Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalış İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	0.50 g	0.41 g	0.34 g	0.25 g	0.21 g
B-A (2008)	0.61 g	0.50 g	0.42 g	0.31 g	0.24 g
B-J-F (1997)	0.56 g	0.48 g	0.42 g	0.32 g	0.16 g
C-B (2008)	0.70 g	0.58 g	0.50 g	0.36 g	0.30 g
C-Y (2008)	0.46 g	0.38 g	0.31 g	0.22 g	0.18 g
Ortalama	0.56 g	0.47 g	0.39 g	0.29 g	0.21 g



Şekil 4.128. Büyük Menderes Fayı olası depremi sonucunda Aydın il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.39$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.100).

Çizelge 4.100. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Büyük Menderes Fayı olası depremi için Aydın il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	1.50xTD	TD	0.5xTD
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	0.56 g	0.39 g	0.21 g
DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri	0.58 g	0.39 g	0.19 g

Çizelge 4.100’de TD=0.39 alınarak DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 0.56 g beklenen değere yakın (0.58 g) bir değer vermiştir. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72 yıllık geri dönüş periyodu) 0.21 g beklenen değere yakın (0.19 g) bir değer vermiştir.

4.3.13. Manisa il merkezi için tasarım ivme değerleri

Manisa il merkezi tasarım ivme değerlerinin belirlenebilmesi için yapılan çalışmada inceleme alanını etkilemesi muhtemel fay olarak Gediz Fayı ve Zeytindağ-Bergama Fayı belirlenmiştir.

Kabuller:

- ✓ Manisa ili I. Derece deprem bölgesindedir.
- ✓ Kayma Dalgası hızı $V_{S30}=300$ m/s ve $R=100$ km olarak kabul edilmiştir.

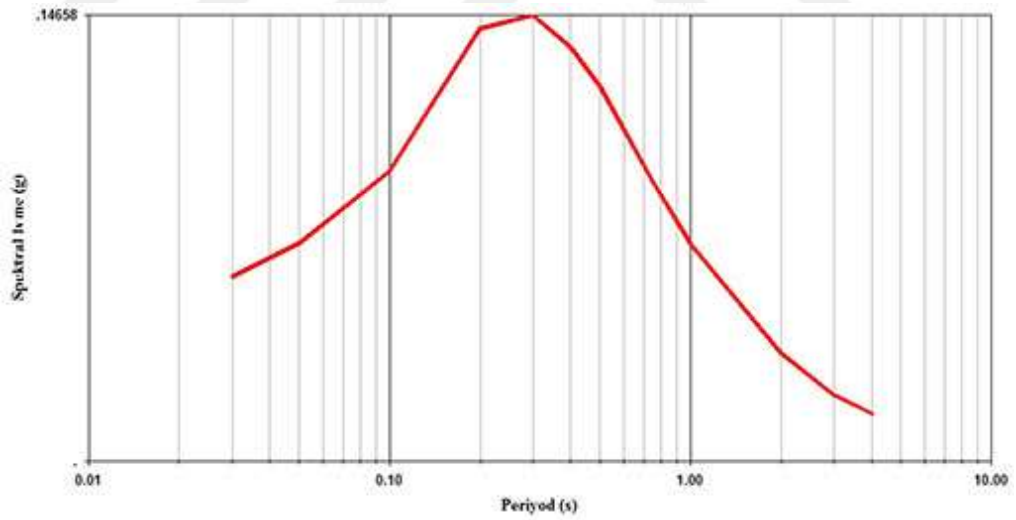
Gediz Fayı

Çalışmanın ilk aşamasında Gediz Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Manisa il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.101).

Çizelge 4.101. Gediz Fayı olası depremi sonucunda Manisa il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalış İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.13563 g
B-A (2008)	0.16646 g
B-J-F (1997)	0.17978 g
C-B (2008)	0.15253 g
C-Y (2008)	0.10017 g
Ortalama	0.14 g

Gediz Fayı olası tasarım depreminin Manisa il merkezinde oluşturması beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre orta tehlike (0.14 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.129).

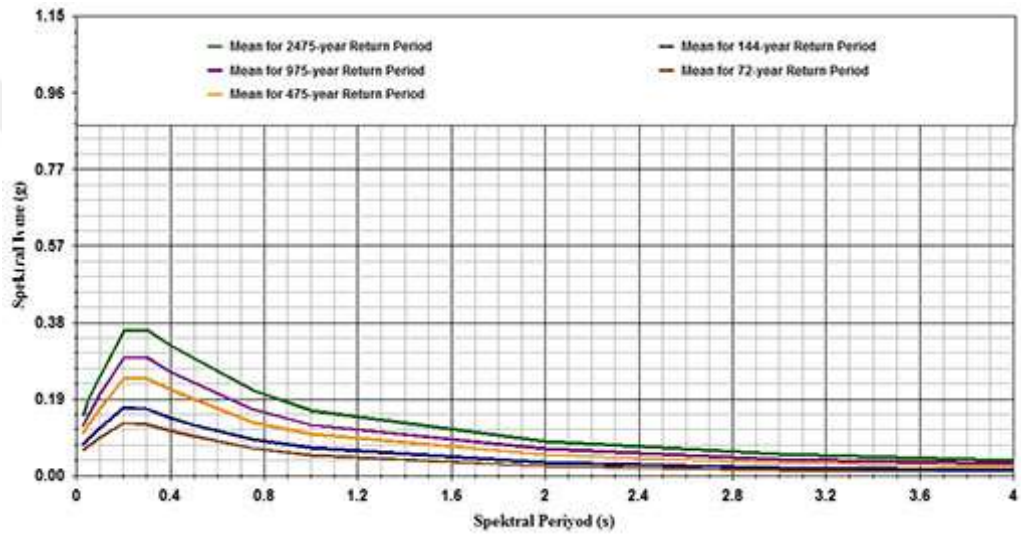


Şekil 4.129. Gediz Fayı olası depremi sonucunda Manisa il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmanın ikinci aşamasında Gediz Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Manisa il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.102 ve Şekil 4.130).

Çizelge 4.102. Gediz Fayı olası depremi sonucunda Manisa il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalış İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	0.29 g	0.23 g	0.19 g	0.13 g	0.10 g
B-A (2008)	0.42 g	0.34 g	0.28 g	0.19 g	0.14 g
B-J-F (1997)	0.38 g	0.22	0.27 g	0.20 g	0.16 g
C-B (2008)	0.39 g	0.32 g	0.26 g	0.22 g	0.14 g
C-Y (2008)	0.24 g	0.19 g	0.16 g	0.10 g	0.08 g
Ortalama	0.34 g	0.26 g	0.23 g	0.16 g	0.12 g



Şekil 4.130. Gediz Fayı olası depremi sonucunda Manisa il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.23$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.103).

Çizelge 4.103. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Gediz Fayı olası depremi için Manisa il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	1.50xTD	TD	0.5xTD
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	0.34 g	0.23 g	0.12 g
DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri	0.34 g	0.23 g	0.11 g

Çizelge 4.103’de TD=0.23 alınarak DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 0.34 g beklenen TDY 2007 değeri ile uyumludur. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72 yıllık geri dönüş periyodu) 0.12 g beklenen değere oldukça yakın (0.11 g) bir değer vermiştir.

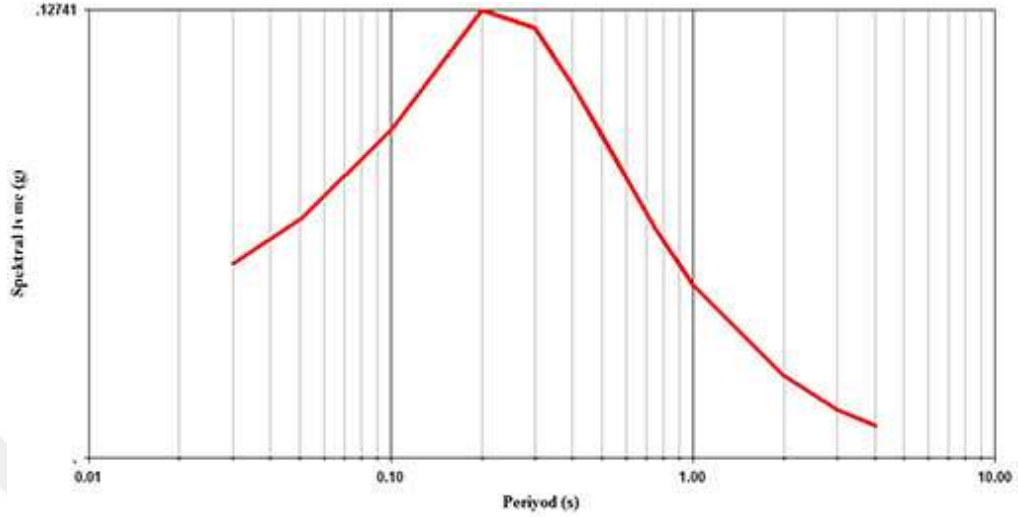
Zeytindağ-Bergama Fayı

Çalışmada Zeytindağ-Bergama Fayı’nda meydana gelebilecek bir depremin Manisa il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri ilk olarak deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.104).

Çizelge 4.104. Zeytindağ-Bergama Fayı olası depremi sonucunda Manisa il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalış İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.09581 g
B-A (2008)	0.16584 g
B-J-F (1997)	0.1425 g
C-B (2008)	0.13503 g
C-Y (2008)	0.09789 g
Ortalama	0.12 g

Zeytindağ-Bergama Fayı olası tasarım depreminin Manisa il merkezinde oluşturmaları beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre orta tehlike (0.12 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.131).

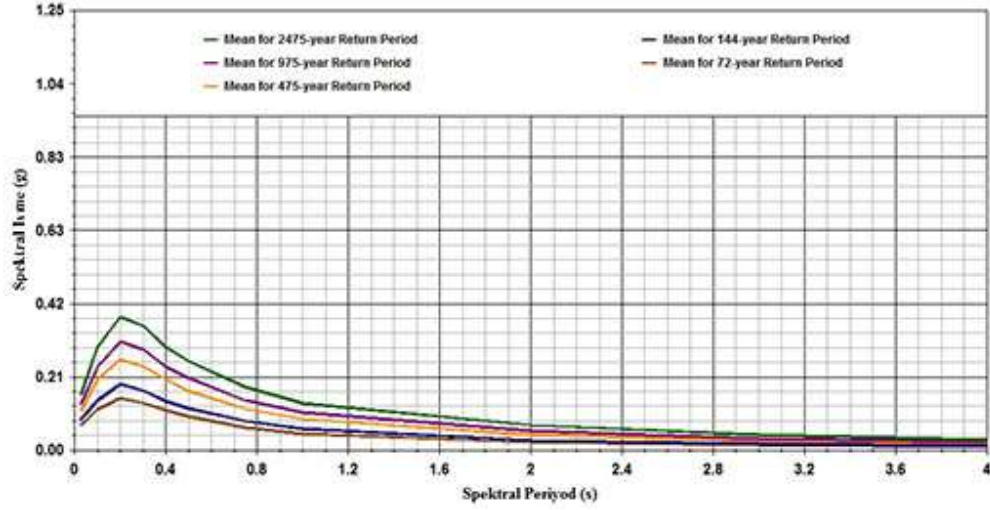


Şekil 4.131. Zeytindağ-Bergama Fayı olası depremi sonucunda Manisa il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada daha sonra Zeytindağ-Bergama Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Manisa il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.105 ve Şekil 4.132).

Çizelge 4.105. Zeytindağ-Bergama Fayı olası depremi sonucunda Manisa il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalış İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	0.30 g	0.24 g	0.20 g	0.14 g	0.12 g
B-A (2008)	0.47 g	0.38 g	0.32 g	0.23 g	0.18 g
B-J-F (1997)	0.33 g	0.28 g	0.24 g	0.18 g	0.15 g
C-B (2008)	0.39 g	0.32 g	0.27 g	0.20 g	0.16 g
C-Y (2008)	0.31 g	0.24 g	0.20 g	0.14 g	0.11 g
Ortalama	0.36 g	0.29 g	0.24 g	0.17 g	0.14 g



Şekil 4.132. Zeytinadağ-Bergama Fayı olası depremi sonucunda Manisa il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.24$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.106).

Çizelge 4.106. DBYBHY 2007'de tanımlanan deprem etkilerine göre Zeytinadağ-Bergama Fayı olası depremi için Manisa il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	$1.50 \times TD$	TD	$0.5 \times TD$
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	0.36 g	0.24 g	0.14 g
DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri	0.36 g	0.24 g	0.12 g

Çizelge 4.106'da $TD=0.24$ alınarak TDY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 0.36 g beklenen TDY 2007 değeri ile uyumludur. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72 yıllık geri dönüş periyodu) 0.14 g beklenen değerin üstünde (0.12 g) bir değer vermiştir.

4.3.14. İzmir il merkezi için tasarım ivme değerleri

İzmir il merkezi tasarım ivme değerlerinin belirlenebilmesi için yapılan çalışmada inceleme alanını etkilemesi muhtemel fay olarak Gediz Fayı ve Büyük Menderes Fayı belirlenmiştir.

Kabuller:

- ✓ İzmir ili I. Derece deprem bölgesindedir.
- ✓ Kayma Dalgası hızı $V_{S30}=550$ m/s ve $R=100$ km olarak kabul edilmiştir.

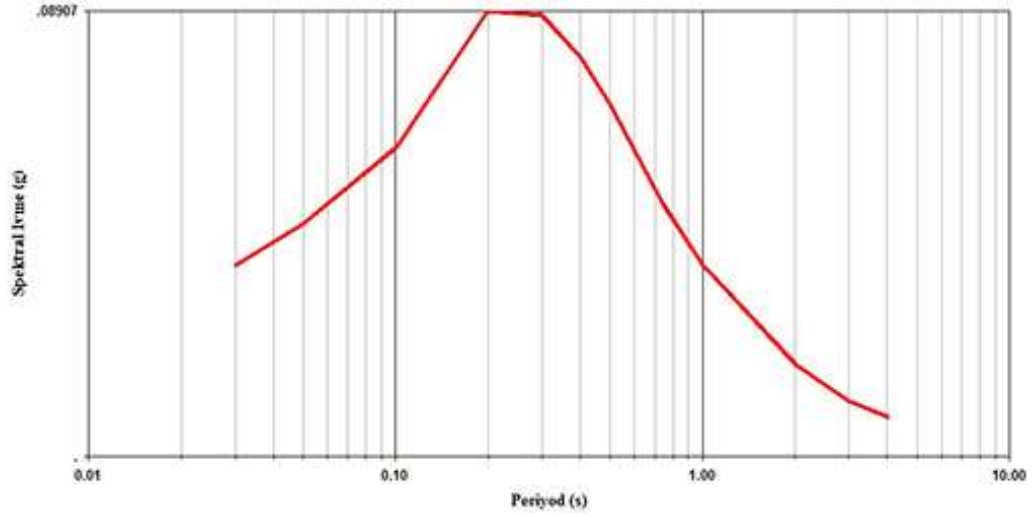
Gediz Fayı

Çalışmanın ilk aşamasında Gediz Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin İzmir il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.107).

Çizelge 4.107. Gediz Fayı olası depremi sonucunda İzmir il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalış İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.08321 g
B-A (2008)	0.0968 g
B-J-F (1997)	0.10657 g
C-B (2008)	0.09712 g
C-Y (2008)	0.05655 g
Ortalama	0.08 g

Gediz Fayı olası tasarım depreminin İzmir il merkezinde oluşturması beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre orta tehlike (0.08 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.133).

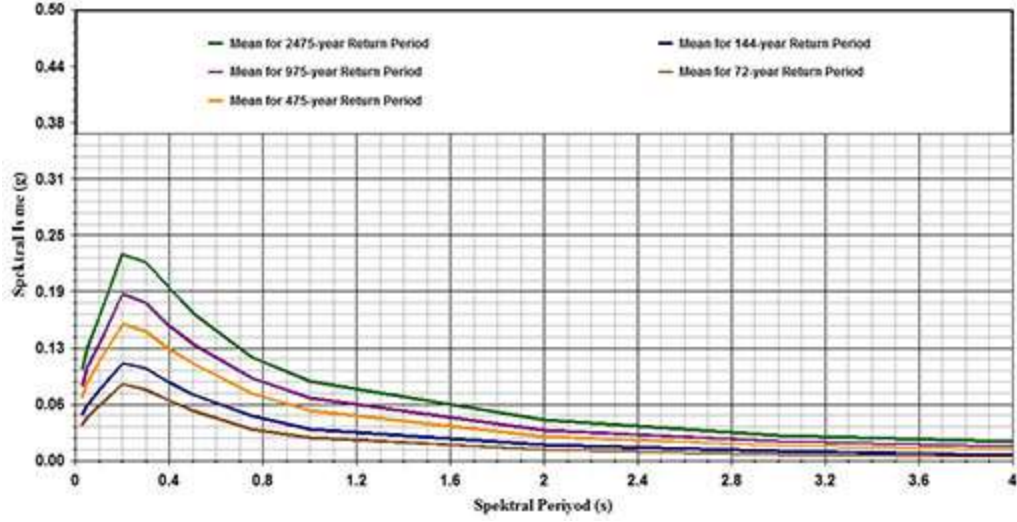


Şekil 4.133. Gediz Fayı olası depremi sonucunda İzmir il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmanın ikinci aşamasında Gediz Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin İzmir il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.108 ve Şekil 4.134).

Çizelge 4.108. Gediz Fayı olası depremi sonucunda İzmir il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalış İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	0.17 g	0.14 g	0.12 g	0.08 g	0.06 g
B-A (2008)	0.24 g	0.19 g	0.16 g	0.11 g	0.08 g
B-J-F (1997)	0.25 g	0.21 g	0.18 g	0.13 g	0.11 g
C-B (2008)	0.25 g	0.21 g	0.17 g	0.12 g	0.09 g
C-Y (2008)	0.14 g	0.10 g	0.08 g	0.06 g	0.05 g
Ortalama	0.21 g	0.17 g	0.14 g	0.10 g	0.07 g



Şekil 4.134. Gediz Fayı olası depremi sonucunda İzmir il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.14$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.109).

Çizelge 4.109. DBYBHY 2007'de tanımlanan deprem etkilerine göre Gediz Fayı olası depremi için İzmir il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	$1.50 \times TD$	TD	$0.5 \times TD$
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	0.21 g	0.14 g	0.07 g
DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri	0.21 g	0.14 g	0.07 g

Çizelge 4.109'da $TD=0.14$ alınarak DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 0.21 g, %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72 yıllık geri dönüş periyodu) 0.07 g olarak hesaplanmıştır. Bulunan sonuçların DBYBHY 2007 ile uyumlu olduğu gözlenmiştir.

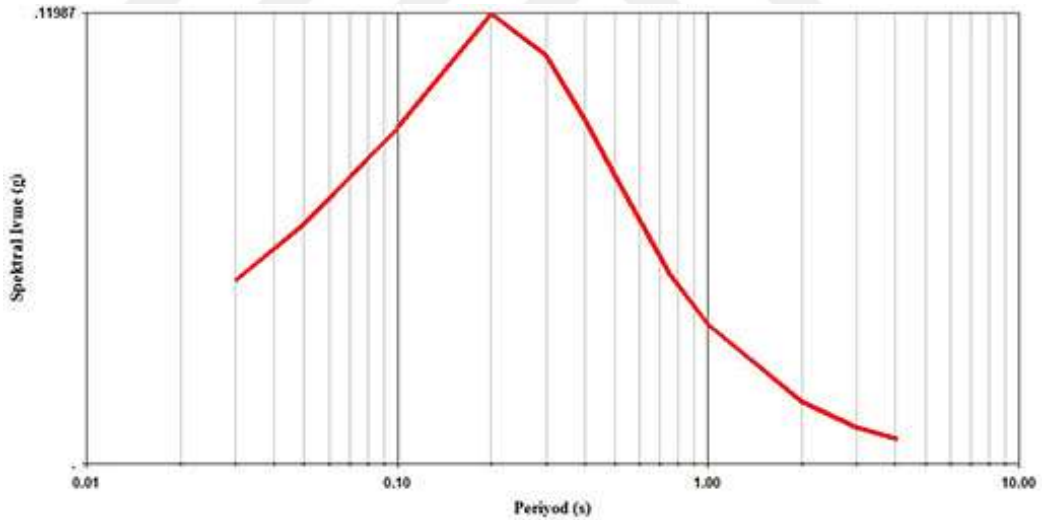
Büyük Menderes Fayı

Çalışmada Büyük Menderes Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin İzmir il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri ilk olarak deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.110).

Çizelge 4.110. Büyük Menderes Fayı olası depremi sonucunda İzmir il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalış İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.08878 g
B-A (2008)	0.135 g
B-J-F (1997)	0.15783 g
C-B (2008)	0.14176 g
C-Y (2008)	0.07599 g
Ortalama	0.11 g

Olası Büyük Menderes Fayı tasarım depreminin İzmir il merkezinde oluşturması beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre orta tehlike (0.11 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.135).

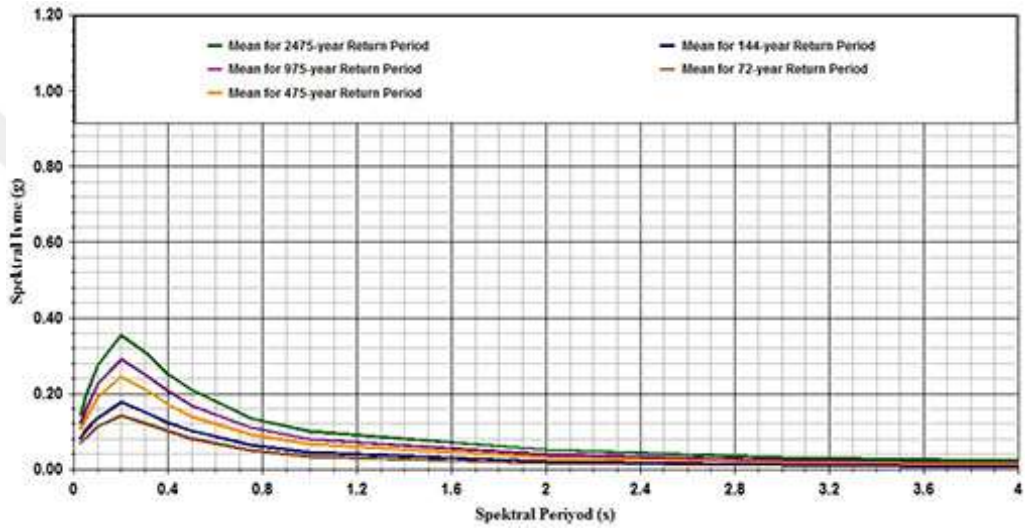


Şekil 4.135. Büyük Menderes Fayı olası depremi sonucunda İzmir il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada daha sonra Büyük Menderes Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin İzmir il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.111 ve Şekil 4.136).

Çizelge 4.111. Büyük Menderes Fayı olası depremi sonucunda İzmir il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalım İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	0.27 g	0.22 g	0.18 g	0.13 g	0.11 g
B-A (2008)	0.37 g	0.30 g	0.26 g	0.18 g	0.16 g
B-J-F (1997)	0.36 g	0.31 g	0.28 g	0.20 g	0.16 g
C-B (2008)	0.41 g	0.34 g	0.28 g	0.21 g	0.17 g
C-Y (2008)	0.24 g	0.19 g	0.16 g	0.11 g	0.09 g
Ortalama	0.33 g	0.27 g	0.23 g	0.16 g	0.13 g



Şekil 4.136. Büyük Menderes Fayı olası depremi sonucunda İzmir il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.23$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.112).

Çizelge 4.112. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Büyük Menderes Fayı olası depremi için İzmir il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	1.50xTD	TD	0.5xTD
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	0.33 g	0.23 g	0.13 g
DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri	0.34 g	0.23 g	0.11 g

Çizelge 4.112’de TD=0.23 alınarak DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 0.33 g beklenen değere oldukça yakın (0.34 g) bir değer vermiştir. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72 yıllık geri dönüş periyodu) 0.13 g beklenen değer üstünde fakat yakın (0.11 g) bir değer vermiştir.

4.3.15. Kocaeli il merkezi için tasarım ivme değerleri

Kocaeli il merkezi tasarım ivme değerlerinin belirlenebilmesi için yapılan çalışmada inceleme alanını etkilemesi muhtemel fay olarak Düzce Fayı ve Kuzey Anadolu Fayı belirlenmiştir.

Kabuller:

- ✓ Kocaeli ili çeşitli derecelerde (I. ve II.) deprem tehlikesi ile karşı karşıyadır. Yapılan çalışmada Kocaeli ilinin I. derece deprem bölgesinde yer aldığı kabul edilmiştir.
- ✓ Kayma Dalgası hızı $V_{S30}=180$ m/s ve $R=100$ km olarak kabul edilmiştir.

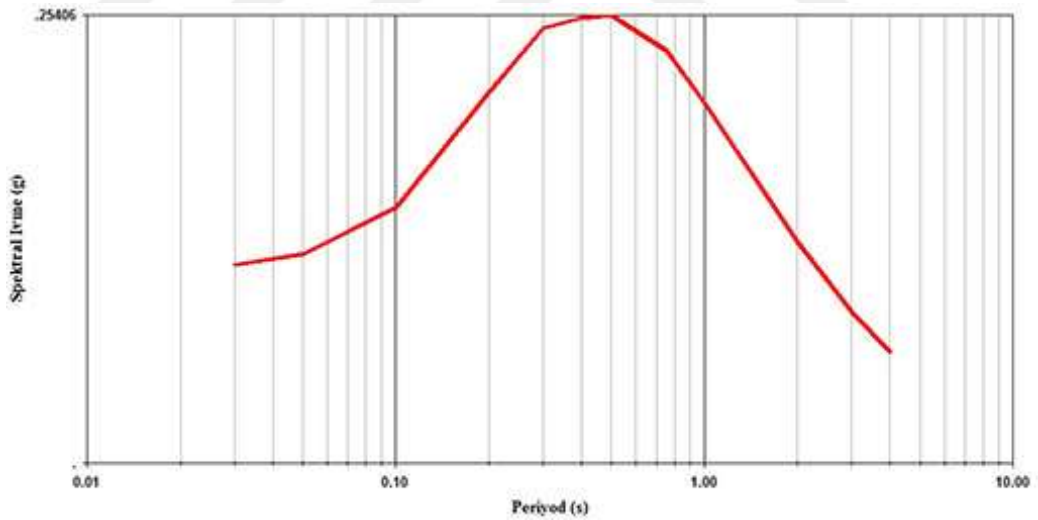
Düzce Fayı

Çalışmanın ilk aşamasında Düzce Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Kocaeli il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.113).

Çizelge 4.113. Düzce Fayı olası depremi sonucunda Kocaeli il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalış İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.30202 g
B-A (2008)	0.26298 g
B-J-F (1997)	0.26892 g
C-B (2008)	0.21314 g
C-Y (2008)	0.23731 g
Ortalama	0.25 g

Düzce Fayı olası tasarım depreminin Kocaeli il merkezinde oluşturması beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre yüksek tehlike (0.25 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.137).

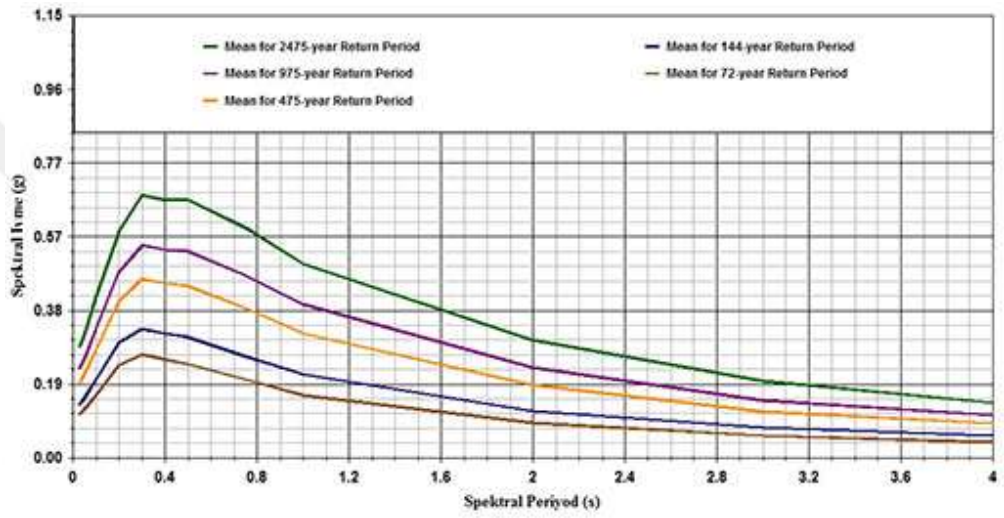


Şekil 4.137. Düzce Fayı olası depremi sonucunda Kocaeli il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmanın ikinci aşamasında Düzce Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Kocaeli il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.114 ve Şekil 4.138).

Çizelge 4.114. Düzce Fayı olası depremi sonucunda Kocaeli il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalım İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	0.57 g	0.48 g	0.41 g	0.29 g	0.23 g
B-A (2008)	0.91 g	0.75 g	0.63 g	0.46 g	0.37 g
B-J-F (1997)	0.57 g	0.48 g	0.41 g	0.30 g	0.25 g
C-B (2008)	0.56 g	0.47 g	0.40 g	0.29 g	0.24 g
C-Y (2008)	0.52 g	0.43 g	0.36 g	0.26 g	0.20 g
Ortalama	0.62 g	0.52 g	0.44 g	0.32 g	0.25 g



Şekil 4.138. Düzce Fayı olası depremi sonucunda Kocaeli il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.44$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.115).

Çizelge 4.115. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Düzce Fayı olası depremi için Kocaeli il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	1.50xTD	TD	0.5xTD
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	0.62 g	0.44 g	0.25 g
DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri	0.66 g	0.44 g	0.22 g

Çizelge 4.115’de TD=0.44 alınarak DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 0.62 g beklenen değer altında (0.66 g) bir değer vermiştir. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72 yıllık geri dönüş periyodu) 0.25 g beklenen değer üstünde (0.22 g) bir değer vermiştir.

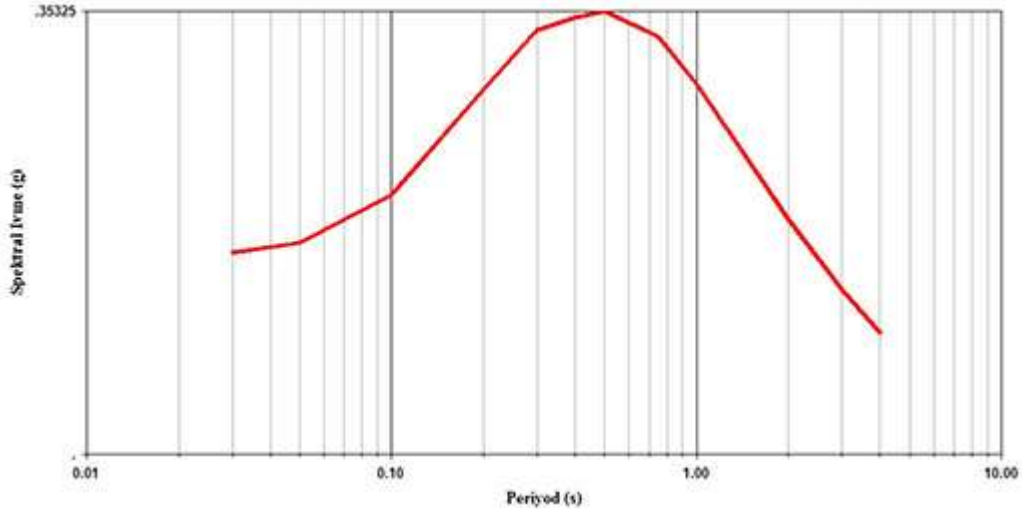
Kuzey Anadolu Fayı

Çalışmada Kuzey Anadolu Fayı’nda meydana gelebilecek bir depremin Kocaeli il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri ilk olarak deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.116).

Çizelge 4.116. Kuzey Anadolu Fayı olası depremi sonucunda Kocaeli il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalm İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.41595 g
B-A (2008)	0.32041 g
B-J-F (1997)	0.41856 g
C-B (2008)	0.29598 g
C-Y (2008)	0.34188g
Ortalama	0.35 g

Kuzey Anadolu Fayı olası tasarım depreminin Kocaeli il merkezinde oluşturmaları beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre yüksek tehlike (0.35 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.139).

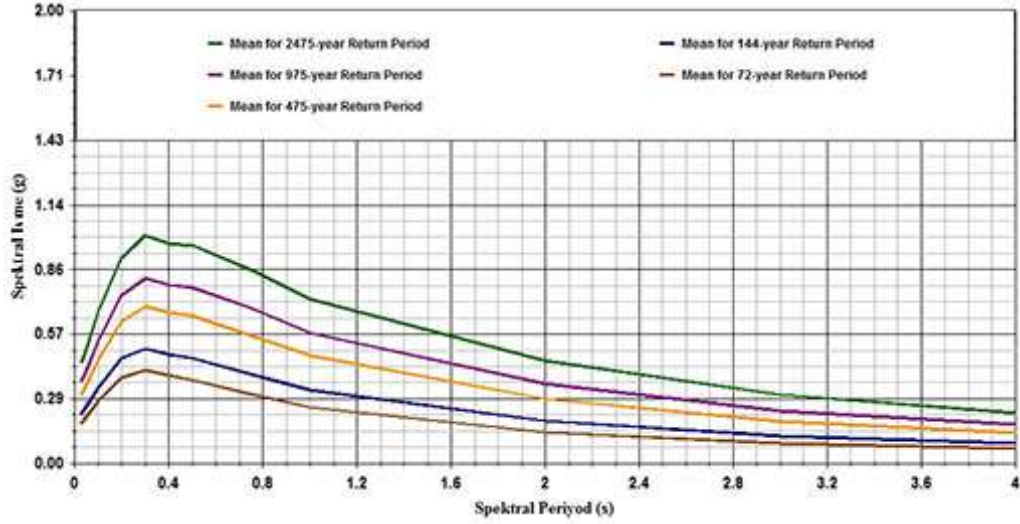


Şekil 4.139. Kuzey Anadolu Fayı olası depremi sonucunda Kocaeli il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada daha sonra Kuzey Anadolu Fayı'nda meydana gelebilecek bir depremin Kocaeli il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.117 ve Şekil 4.140).

Çizelge 4.117. Kuzey Anadolu Fayı olası depremi sonucunda Kocaeli il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalış İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	0.81 g	0.68 g	0.58 g	0.43 g	0.34 g
B-A (2008)	1.37 g	1.10 g	0.95 g	0.70 g	0.57 g
B-J-F (1997)	0.90 g	0.74 g	0.62 g	0.46 g	0.38 g
C-B (2008)	0.79 g	0.66 g	0.57 g	0.43 g	0.36 g
C-Y (2008)	0.74 g	0.62 g	0.53 g	0.40 g	0.32 g
Ortalama	0.90 g	0.76 g	0.65 g	0.48 g	0.39 g



Şekil 4.140. Kuzey Anadolu Fayı olası depremi sonucunda Kocaeli il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.65$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.118).

Çizelge 4.118. DBYBHY 2007'de tanımlanan deprem etkilerine göre Kuzey Anadolu Fayı olası depremi için Kocaeli il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	$1.50 \times TD$	TD	$0.5 \times TD$
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	0.90 g	0.65 g	0.39 g
DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri	0.97 g	0.65 g	0.32 g

Çizelge 4.118'de $TD=0.65$ alınarak DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 0.90 g beklenen değer in altında (0.97 g) bir değer vermiştir. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72

yıllık geri dönüş periyodu) 0.39 g beklenen değerin üstünde (0.32 g) bir değer vermiştir.

4.3.16. İstanbul il merkezi için tasarım ivme değerleri

İstanbul il merkezi tasarım ivme değerlerinin belirlenebilmesi için yapılan çalışmada inceleme alanını etkilemesi muhtemel fay olarak Marmara Denizi Fayları Doğu Kanadı ve Marmara Denizi Fayları Batı Kanadı belirlenmiştir.

Kabuller:

- ✓ İstanbul ili çeşitli derecelerde (I., II., III. ve IV.) deprem tehlikesi ile karşı karşıyadır. Yapılan çalışmada İstanbul ilinin I. derece deprem bölgesinde yer aldığı kabul edilmiştir.
- ✓ Kayma Dalgası hızı $V_{S30}=300$ m/s ve $R=100$ km olarak kabul edilmiştir.

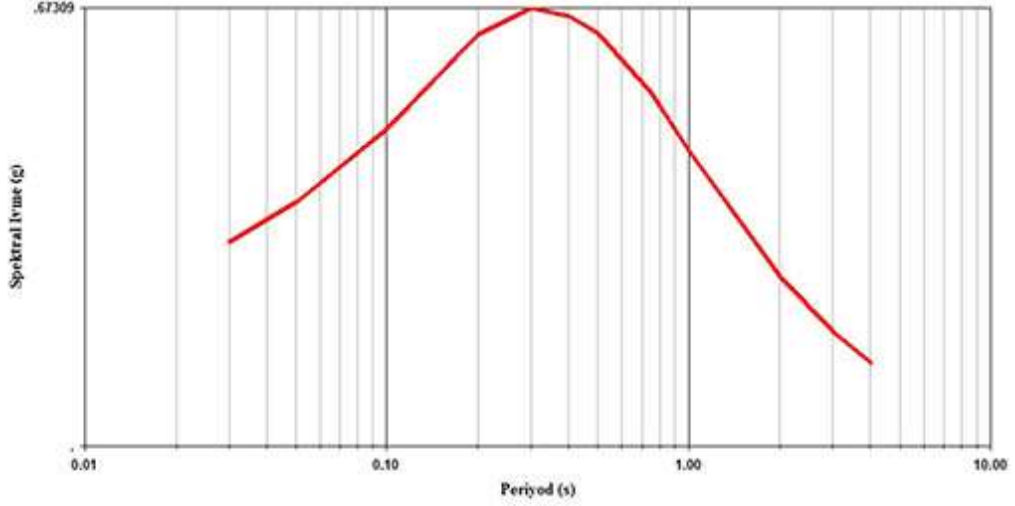
Marmara Denizi Fayları Doğu Kanadı

Çalışmada Marmara Denizi Fayları Doğu Kanadında meydana gelebilecek bir depremin İstanbul il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri ilk olarak deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.119).

Çizelge 4.119. Marmara Denizi Fayları Doğu Kanadı olası depremi sonucunda İstanbul il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalm İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.64169 g
B-A (2008)	0.61283 g
B-J-F (1997)	0.85443 g
C-B (2008)	0.56301 g
C-Y (2008)	0.72374 g
Ortalama	0.67 g

Marmara Denizi Fayları Doğu Kanadı olası tasarım depreminin İstanbul il merkezinde oluşturmaları beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre yüksek tehlike (0.67 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.141).

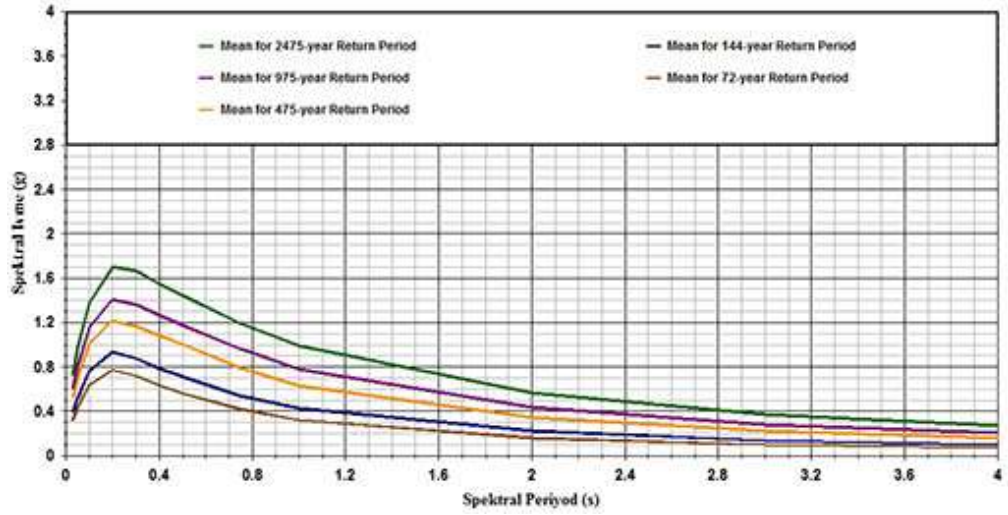


Şekil 4.141. Marmara Denizi Fayları Doğu Kanadı olası depremi sonucunda İstanbul il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada daha sonra Marmara Denizi Fayları Doğu Kanadında meydana gelebilecek bir depremin İstanbul il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.120 ve Şekil 4.142).

Çizelge 4.120. Marmara Denizi Fayları Doğu Kanadı olası depremi sonucunda İstanbul il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalışım İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	1.39 g	1.19 g	1.06 g	0.81 g	0.69 g
B-A (2008)	1.97 g	1.57 g	1.32 g	0.99 g	0.79 g
B-J-F (1997)	1.67 g	1.38 g	1.19 g	0.90 g	0.73 g
C-B (2008)	1.74 g	1.45 g	1.26 g	0.99 g	0.82 g
C-Y (2008)	1.73 g	1.44 g	1.25 g	0.96 g	0.80 g
Ortalama	1.70 g	1.40 g	1.21 g	0.93 g	0.76 g



Şekil 4.142. Marmara Denizi Fayları Doğu Kanadı olası depremi sonucunda İstanbul il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=1.21$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.121).

Çizelge 4.121. DBYBHY 2007'de tanımlanan deprem etkilerine göre Marmara Denizi Fayları Doğu Kanadı olası depremi için İstanbul il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	$1.50 \times TD$	TD	$0.5 \times TD$
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	1.70 g	1.21 g	0.76 g
DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri	1.81 g	1.21 g	0.60 g

Çizelge 4.121'de $TD=1.21$ alınarak DBYBHY 2007'ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 1.70 g beklenen değer in altında (1.81 g) bir değer vermiştir. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72

yıllık geri dönüş periyodu) 0.60 g beklenen değerin üstünde (0.76 g) bir değer vermiştir.

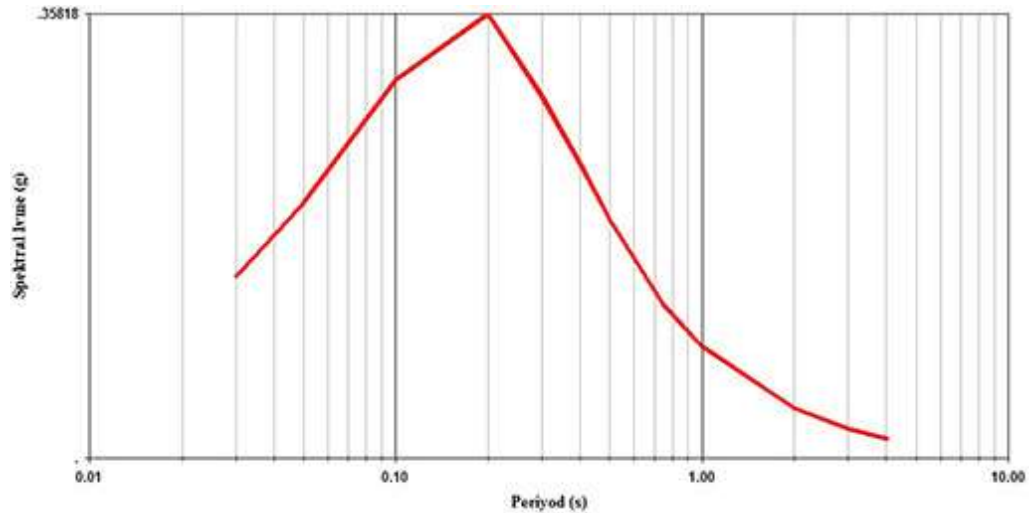
Marmara Denizi Fayları Batı Kanadı

Çalışmada Marmara Denizi Fayları Batı Kanadında meydana gelebilecek bir depremin İstanbul il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri ilk olarak deterministik olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.122).

Çizelge 4.122. Marmara Denizi Fayları Batı Kanadı olası depremi sonucunda İstanbul il merkezinde deterministik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalış İlişkisi	İvme Değeri (g)
A-S (2008)	0.28178 g
B-A (2008)	0.35788 g
B-J-F (1997)	0.36067 g
C-B (2008)	0.44764 g
C-Y (2008)	0.34291 g
Ortalama	0.35 g

Marmara Denizi Fayları Batı Kanadı olası tasarım depreminin İstanbul il merkezinde oluşturması beklenen ivme değeri European Seismological Commission'a (ESC) göre yüksek tehlike (0.35 g) olarak belirlenmiştir ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 4.143).

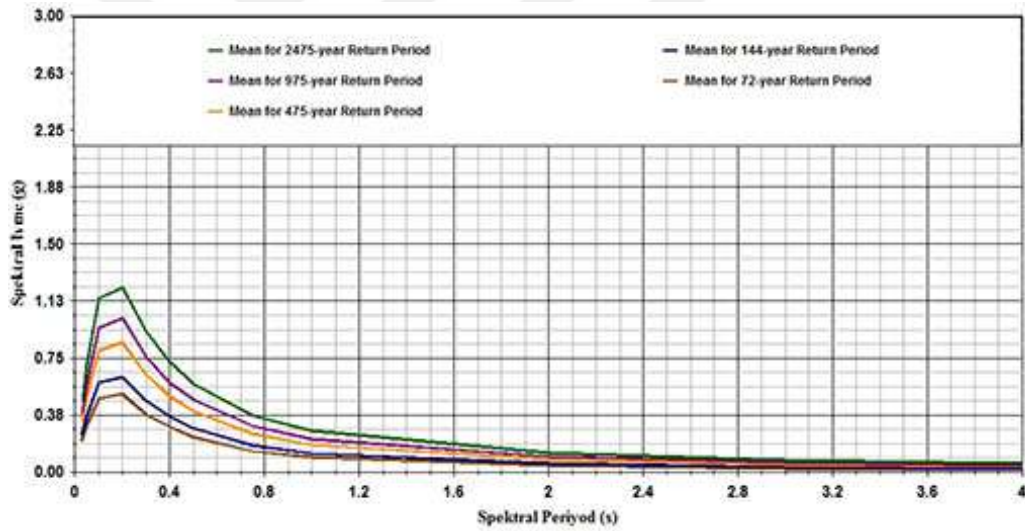


Şekil 4.143. Marmara Denizi Fayları Batı Kanadı olası depremi sonucunda İstanbul il merkezi için deterministik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada daha sonra Marmara Denizi Fayları Batı Kanadında meydana gelebilecek bir depremin İstanbul il merkezinde meydana getireceği ivme değerleri probabilistik olarak hesaplanmış ve grafik ile gösterilmiştir (Çizelge 4.123 ve Şekil 4.144).

Çizelge 4. 123. Marmara Denizi Fayları Batı Kanadı olası depremi sonucunda İstanbul il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerleri

Azalışım İlişkileri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 975 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 144 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
A-S (2008)	1.10 g	0.90 g	0.77 g	0.57 g	0.46 g
B-A (2008)	1.07 g	0.88 g	0.75 g	0.55 g	0.45 g
B-J-F (1997)	0.87 g	0.73 g	0.65 g	0.51 g	0.43 g
C-B (2008)	1.46 g	1.22 g	1.05 g	0.77 g	0.65 g
C-Y (2008)	1.28 g	1.06 g	0.89 g	0.65 g	0.52 g
Ortalama	1.15 g	0.95 g	0.82 g	0.61 g	0.50 g



Şekil 4.144. Marmara Denizi Fayları Batı Kanadı olası depremi sonucunda İstanbul il merkezi için probabilistik analiz ile elde edilen %5 sönümlü elastik spektral ivme spektrumu

Çalışmada Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (DBYBHY, 2007) göre $TD=0.82$ g alınarak gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır (Çizelge 4.124).

Çizelge 4. 124. DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerine göre Marmara Denizi Fayları Batı Kanadı olası depremi için İstanbul il merkezinde probabilistik analiz ile elde edilen ivme değerlerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Kriteri	Dönüş Periyodu 2475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 475 yıl (g)	Dönüş Periyodu 72 yıl (g)
DBYBHY 2007 tasarım deprem ilişkisi	1.50xTD	TD	0.5xTD
Probabilistik analiz ile elde edilen ortalama ivme değerleri	1.15 g	0.82 g	0.50 g
DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri	1.23 g	0.82 g	0.41 g

Çizelge 4.124’de TD=0.82 alınarak DBYBHY 2007’ye göre beklenen ivme değerleri hesaplanmıştır. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %2 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer hareketi ivmesi (2475 yıllık geri dönüş periyodu) 1.15 g beklenen değer in altında (1.23 g) bir değer vermiştir. Yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %50 aşılma olasılığı ile beklenen maksimum yatay yer ivmesi (72 yıllık geri dönüş periyodu) 0.50 g beklenen değer in üstünde (0.41 g) bir değer vermiştir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında Batı Anadolu ve civarı için (35.00^0 - 42.00^0 K Enlem ve 26.00^0 - 32.00^0 Boylam) depremsellik, depremsellik parametreleri, gerilme ve deformasyon alanlarının değişimi, olası bir senaryo ve bu senaryoya bağlı oluşacak deprem sonucunda yerel tepki spektrumları belirlenmiştir.

Çalışmada ilk olarak homojen iki ayrı katalogun kullanılmasıyla çalışma alanının depremselliği ve depremsellik parametreleri belirlenmiştir. Kullanılan ilk katalog olan uluslararası katalog 1964-2015 yılları arasındaki deprem verilerinin ISC ve NEIC kataloglarından alınması ve gerekli işlemlerin uygulanması sonucunda homojenize hale getirilmesi ile oluşturulmuştur. Ulusal katalog olarak adlandırılan diğer katalog ise 1900-2015 yılları arasındaki deprem verilerinin KRDAE kataloglarından alınıp uygun dönüşümlerin yapıp homojenize hale getirilmesi ile elde edilmiştir. Her iki katalogun homojen hale getirilmesiyle depremlerin zamana ve uzaya göre dağılımları incelenmiş ve daha sonra gerekli depremsellik parametrelerinin hesaplanabilmesi için inceleme alanı $725 (0.25^{\circ}K \times 0.25^{\circ}D \ r=0.25)$ alt bölgeye ayrılmıştır. Bir bölgenin depremselliğini yansıtan en önemli parametreler olarak kabul edilen deprem aktivite oranı “ λ ”, Gutenberg-Richter bağıntısındaki “ b ” parametresi ve en büyük bölgesel magnitüd “ m_{max} ” değeri her iki katalog için de bütün alt bölgelerde hesaplanmıştır. Ancak inceleme yapılan alt bölgelerde yeterli sayıda deprem bulunmadığı durumlarda gerekli hesaplamalar yapılamadığı için o alt bölgeler değerlendirme dışında tutulmuştur. Bu hesaplamalar doğrultusunda elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- ✓ Homojenize hale getirilen katalog için güvenilir alt magnitüd sınırını ifade eden M_c değeri depremsellik ile ilgili yapılan çalışmalar için önemli bir parametredir. M_c değerinin bölge ve zamanın bir fonksiyonu olarak değişim göstermesi göz önünde bulundurulduğunda bu değer in yanlış yorumlanmasının depremsellik parametrelerinin de yanlış değerlendirilmesine yol açacağı unutulmamalıdır. Yapılan analiz sonucunda uluslararası katalog için M_c değerinin 1964-1998 yılları arasında 4.9 ve 1998-2015 yılları arasında ise 4.3 olduğu belirlenmiştir. Ulusal katalog analizi ise M_c değerinin 1900-1975 yılları arasında 4.9 ve 1975-2015 yılları arasında ise 3.6 olduğunu göstermiştir. Yıllar içerisindeki gözlenen bu değişim; 1960

sonrası dönemde deprem ile ilgili teknolojinin ilerlemesi ve 1999 depremlerinden sonra bölgedeki kayıt istasyon sayılarının artmasına bağlı olarak düşük magnitüdlü depremlerin kayıtlarının artması ile ilişkili bir durumdur.

- ✓ Depremsellik parametrelerinden ilk olarak deprem aktivite oranı “ λ ” belirlenmiştir. Uluslararası katalog için 629 alt bölgede $0.07 < \lambda < 11.87$ aralığında bulunan “ λ ” ortalama değeri $\lambda_{ort}=2.45$ olarak hesaplanmıştır. Ulusal katalog için ise 663 alt bölgede yapılan hesaplamalar sonucunda $0.033 < \lambda < 9.614$ aralığında hesaplanan “ λ ” ortalama değeri ise $\lambda_{ort}=2.59$ olarak bulunmuştur. “ λ ” değeri deprem sayısı/yıl sayısı kavramı arasındaki ilişkiyi belirleyen bir parametre olarak tanımlandığı için değerin büyük olması bölgedeki deprem etkinliğinin yüksek olduğunu göstermektedir. Her iki katalogdan elde edilen değerlerin birbiri ile karşılaştırılması etki ettikleri zaman aralığının farklı olması nedeniyle doğru olmayacaktır. Bunun yerine oluşturulan dağılım haritalarının bölgenin bilinen deprem geçmişine göre değerlendirilmesinin daha doğru olacağı düşünülmektedir. Sonuç olarak ulusal katalog dağılım haritasında 17 Ağustos 1999 Depremi’nin yaşandığı alanın düşük “ λ ” değeri vermesi dışında her iki katalogun da hem birbiri ile hem de bölge ile genel olarak uyumlu olduğunu söyleyebiliriz. Tespit edilen bu durum ise kullanılan ulusal katalogun ilk 60 yıllık periyodunda genellikle büyük magnitüdlü depremler kaydedilirken küçük magnitüdlü depremlerin kaydedilememesi ile ilintili olarak ortaya çıkmaktadır.
- ✓ Depremlerin uzaya göre değişimlerinin değerlendirilmesiyle çalışma alanının çoğunluğunda sığ odaklı depremlerin meydana geldiği ancak Fethiye, Rodos, Girit ve Antalya Körfezi civarında ise derin depremlerin yoğunlaştığı görülmektedir.
- ✓ Çalışmada “b” parametresi sırası ile her iki katalog için En Küçük Kareler (EKK), En Büyük Olasılık (EBO) ve Kal-Tek (KT) yöntemleri kullanılarak hesaplanmıştır. EKK yöntemi uluslararası katalog için 596 alt bölgede $0.02 < b < 1.52$ aralığında ve $b_{ort}=0.61$ olarak hesaplanırken ulusal katalog için ise 623 alt bölge için $0.15 < b < 1.15$ ve $b_{ort}=0.66$ olarak bulunmuştur. EBO yöntemi uluslararası katalog için 629 alt bölge için $0.43 < b < 1.80$ aralığında ve $b_{ort}=0.82$ olarak hesaplanırken ulusal katalog için ise 663 alt bölge için $0.33 < b < 1.80$ aralığında ve $b_{ort}=0.77$ olarak bulunmuştur. KT yöntemi

uluslararası katalog için 562 alt bölgede $0.59 < b < 1.15$ aralığında ve $b_{ort}=0.84$ olarak elde edilirken ulusal katalog için 596 alt bölgede $0.60 < b < 1.09$ ve $b_{ort}=0.79$ olarak bulunmuştur.

- ✓ Elde edilen “b” değerleri Türkiye geneli için literatürde verilen ortalama “b” değeri ($b_{ort}=0.90$) ile karşılaştırıldığında çalışma alanının yüksek gerilme birikimine sahip olduğu görülmektedir. Ancak “b” değeri kullanılarak yapılan çalışmalarda önemli olan matematiksel sonuç değil bölgenin sismisitenin uzaysal dağılımının yakalanıp yakalanamamasıdır. Kullanılan yöntemlerden elde edilen dağılımların incelenmesi sonucunda; doğrudan elde edilen “b” değerlerinin uzaysal dağılımından bölge içi sismite hakkında yorum yapmanın belirli eksikliklere yol açtığı, sismisite haritalarının oluşturulmasında “a” parametresinin sabit olarak kabul edildiği KT yönteminin daha uygun sonuçlar verdiği görülmüştür.
- ✓ Yapılan “b” değeri belirleme çalışmasında kullanılan katalogun ve yöntemin sonuçlar üzerinde ne kadar etkili olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre bölge için klasik yöntemlerden EBO yönteminden ve alternatif metot olarak kullanılan KT yönteminden elde edilen “b” değeri dağılımının bölge için daha uygun olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle çalışmada son olarak bölge için beklenen en büyük magnitüd değerini temsil eden “ m_{max} ” parametresinin belirlenebilmesi için sırası ile bu iki yöntemden elde edilen “b” değerleri kullanılarak farklı araştırmacılar için geliştirilen “ m_{max} ” belirleme metotlarından yararlanılmıştır. Böylelikle farklı “b” değerlerinin “ m_{max} ” değerleri ve dağılımları üzerindeki etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.
- ✓ Uluslararası katalog için EBO yönteminden elde edilen “b” değerlerine bağlı olarak bölge için $M_w=4.9-5.0$ büyüklüğündeki depremlerin olağan bir durum olduğu ve $M_w=6.2-6.3$ büyüklüklerinin ise bölge için ortalama değerler olduğu görülmüştür. KT yönteminden elde edilen “b” değerlerine bağlı olarak bölge için en küçük “ m_{max} ” değeri $M_w=4.6$ olarak bulunurken bölge ortalamasının $6.1 \leq M_w \leq 6.4$ aralığında değişim gösterdiği görülmüştür. KT yönteminden elde edilen değerlerin EBO yöntemine göre daha hassas sonuçlar vermesi dağılımın daha homojen olmasına olanak sağlamıştır. Bu değerlere göre oluşturulan “ m_{max} ” dağılım haritalarının kendi içlerinde birbiri ile uyumlu sonuçlar vermesi katalog, kullanılan “b” değeri yöntemleri ve uygulanan “ m_{max} ” yöntemlerin birbiri ile örtüşmesi anlamına gelmektedir.

- ✓ Ulusal katalog için EBO yönteminden elde edilen “b” değerlerine bağlı olarak $4.5 \leq M_w \leq 4.8$ aralığındaki depremlerin bölge için olağan olduğu ve benzer şekilde $6.5 \leq M_w \leq 6.7$ değerlerin ise bölge için ortalama değerler olduğu belirlenmiştir. KT yönteminden elde edilen “b” değerlerine bağlı olarak ise $M_w=5.2-5.3$ büyüklüğündeki depremlerin olağan bir durum olduğu ve $6.6 \leq M_w \leq 6.8$ büyüklüğündeki depremlerin ise bölge için ortalama değerler olduğu belirlenmiştir. Elde edilen değerlere göre oluşturulan dağılım haritalarının kullanılan “b” değeri yöntemlerine uygun olarak birbiri ile uyumlu oldukları görülmüştür. Ulusal katalogdaki ortalama “ m_{max} ” değerlerindeki bu artışa bağlı olarak da bölge ile daha uyumlu “ m_{max} ” dağılımlarının elde edildiği görülmüştür. Ancak daha uygun bir dağılımın oluşmasına neden olan bu durumu sadece kullanılan iki katalog arasındaki inceleme dönemi farklılığına bağlı olarak daha fazla deprem kaydı ile açıklamak eksik yorum yapılmasına sebep olacaktır. Bu yorumlamada ulusal kataloğun 1900-1960 yılları arasında daha çok $M \geq 5$ büyüklüğündeki depremleri kaydetmesinin bölge için daha düşük “b” değeri elde edilmesine dolayısı ile de “ m_{max} ” hesaplamalarında daha büyük magnitüd değerlerinin oluşmasına yol açacağı gerçeği göz ardı edilmemelidir.
- ✓ Çalışmada “ m_{max} ” değeri yorumları bölge için daha sıklıkla karşılaştırılması muhtemel değerler olarak belirlenen en küçük “ m_{max} ” ve ortalama “ m_{max} ” değerleri kullanılarak yapılmıştır. Ancak bölge için en büyük bölgesel magnitüd “ m_{max} ” değerinin her iki katalog için de $M_w=8.0-8.2$ aralığında değişim gösteren oldukça büyük değerler vermiş olması da göz ardı edilmemelidir. Çünkü bu büyüklükte bir depremin çalışma alanının büyük çoğunluğunu etkileyebilecek sosyo-ekonomik sorunların oluşmasına neden olacağı kaçınılmaz bir gerçektir.
- ✓ Günümüzde depremler tarihsel ve aletsel dönem olmak üzere iki ayrı zaman diliminde incelenmektedir. 1900 ve öncesini içeren tarihsel dönemde meydana gelen depremler hakkındaki bilgiler genellikle o bölgede yaşayan insanların gözlemleri sonucu oluşturulan tarihsel ve arkeolojik kaynaklardan elde edilmektedir. Bu nedenle tarihsel dönemde özellikle fazla hasara yol açan önemli depremlere ait bilgiler daha fazla bulunmaktadır. Yine bu dönemde meydana gelen depremlerin lokasyonu ve büyüklüğü hakkındaki bilgiler ise depremin yol açtığı hasara bağlı olarak belirlenmektedir.

Tamamen göreceli olan bu durum bölgedeki yapı kalitesi ve zemin ile ilgili özelliklere bağlı olarak bölgeden bölgeye değişmektedir. Tarihsel dönemde meydana gelen depremlerin bu tür belirsizliklere sahip olması ihtimali göz önünde bulundurularak yapılan depremsellik çalışmalarında sadece 1900 ve sonrasını içeren aletsel dönemde meydana gelen depremlere ait verilerin kullanılmasının daha doğru olduğu düşünülmektedir. Ancak yine de tarihsel döneme ait depremler kullanılmak isteniyorsa depremsellik çalışmalarında belirlenen en düşük seviyedeki hata paylarının (lokasyon 25 km'den az ve büyüklük 0.3'den küçük) sağlandığından emin olunmalıdır.

- ✓ Günümüzde depremler ile ilgili çeşitli araştırmacılar ve kuruluşlar tarafından hazırlanan birçok önemli katalog bulunmaktadır. Yapılmak istenen depremsellik çalışmalarının amacına uygun olarak farklı yöntemlerin bu katalog verilerine uygulanmasıyla istenilen depremsellik parametrelerini belirlemek mümkündür. Ancak literatürde yer alan depremsellik çalışmaları incelendiği zaman kullanılan kataloğun özellikleri, kataloğu homojenize hale getirirken uygulanan işlem basamakları ve kullanılan yöntem gibi değişkenlerin göz önünde bulundurulmadan aynı çalışma alanı içerisinde yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçların birbiri ile karşılaştırıldığı görülmektedir. Yapılan bu tez çalışmasında ise katalogların zaman dilimleri arasındaki farklılık ve ortak magnitüd ölçeğine (M_w) dönüştürülürken kullanılan ampirik bağıntıların birbirinden farklı olması nedeniyle her iki katalogdan elde edilen sonuçlar birbiri ile değil bölgenin bilinen depremselligi ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak her iki katalog verisinden elde edilen değerlerin ve dağılımların genel hatları ile bölgenin aktif tektoniği ve deprem geçmişiyle uyumlu sonuçlar vermesine rağmen iki farklı kataloğun yorumlanması esnasında doğan tartışmalı durumlar göz önünde bulundurulduğunda bu tür çalışmalarda katalogların birbiri ile karşılaştırılmasının doğru olmayacağı düşünülmektedir.
- ✓ Literatürde yer alan depremsellik çalışmalarında görülen en önemli hatalardan biri de çalışma alanına ait depremsellik parametrelerinin belirlenmesi esnasında bölgenin etkin olan fay türlerine, odak mekanizması çözümlerine ve geçmiş deprem etkinliğine göre farklı sismik kaynak bölgelere ayrılması işlemidir. Bu işlem sonucunda birbirinden farklı sayıda depreme ev sahipliği yapan birbirinden farklı boyuttaki alt alanlar meydana

gelmektedir. Bu durumun bölge içinde meydana gelen depremlerin homojen bir dağılım göstermesine engel olacağı ve dolayısı ile de elde edilen verilerin bölgenin genel durumu için değil sadece oluşturulan alt alanlar için kullanılmasının daha doğru olacağı düşünülmektedir. Bu nedenle yapılan çalışmada olduğu gibi çalışma alanının büyüklüğüne bağlı olarak standart büyüklükte alt alanlar oluşturularak bölgenin sismisitesinin incelenmesinin daha doğru olduğu düşünülmektedir.

Çalışmanın ikinci aşamasında Batı Anadolu'da (35.00° - 42.00° K ve 26.00° - 32.00° D) 1900-2015 yılları arasında meydana gelmiş $M_w \geq 6.0$ olan depremler kullanılarak 100 barlık bir bölgesel gerilme ve K30B yönlü açılma rejimine göre bölgedeki gerilme ve deformasyon alanları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu hesaplamalar doğrultusunda elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- ✓ Coulomb gerilme analizinden 0, 5, 10 km derinlikler için elde edilen sonuçlara göre bölgedeki gerilme dağılımı ve gerilme artışının daha çok sığ derinliklerde olduğu ve derinlikle azaldığı görülmektedir.
- ✓ Çalışma alanı içerisinde oluşturulan Coulomb gerilme dağılımlarının incelenmesiyle yüksek gerilme birikimlerinin bölgedeki tektonik yapı ve aktif faylar ile örtüştüğü görülmektedir. Böylelikle Coulomb gerilme analizi yönteminin büyük depremlere yol açabilecek büyük gerilme alanlarının tespit edilmesinde yardımcı bir yöntem olarak kullanılabileceğini söylemek mümkündür.
- ✓ Çalışma alanında yüzeydeki asal gerilmelerin oluşturduğu deformasyon değişimlerinin belirlenebilmesi için sırası ile sadece x, sadece y ve sadece z düzlemi doğrultusundaki deformasyon değişimleri haritalanmıştır. Sonuç olarak bölge için x ve y yönlü kuvvetlerin etkisinin daha fazla olduğu görülmüş ve bu nedenle xy yönlü deformasyon değişiminin de incelenmesi gerektiği düşünülmüştür. Elde edilen xy yönlü değişimin bölgede oluşmuş depremlerle, aktif faylarla ve Türkiye'nin batıya kaçışı ile açıklanan tektonik oluşum ile oldukça uyumlu olduğu görülmektedir.
- ✓ Çalışma alanı içerisinde 1900-2015 yılları arasında $M_w \geq 6.0$ olan depremlerin yüklediği gerilmelerin değerlendirilmesi sonucunda bölgede son yıllarda meydana gelen en büyük depremlerden biri olan 19 Mayıs 2011 $M_w=5.9$ büyüklüğündeki Simav Depremi'nin Coulomb gerilme analizinde yüksek

gerilme alanı olarak karakterize edilen bölgede meydana geldiği görülmektedir.

- ✓ Çalışma alanı için yapılan “b” değeri dağılım haritaları ile Coulomb gerilme analizi haritalarının karşılaştırılması sonucunda ise uyumlu sonuçlar elde edilmiştir. Düşük “b” değerine sahip alanların yüksek Coulomb gerilme birikimine sahip alanlar olarak ortaya çıkması sonucuna bağlı olarak da Coulomb gerilme analizinin yapılamadığı alanlar için o alana ait “b” değerleri üzerinden Coulomb gerilme birikimi yorumunun yapılmasının da yanlış bir yöntem olmayacağını ifade etmek mümkündür.

Çalışmanın son aşamasında olası bir deprem sonrasında belirli il merkezleri (Isparta, Afyonkarahisar, Burdur, Denizli, Kütahya, Eskişehir, Bursa, Çanakkale, Bolu, Düzce, Muğla, Aydın, Manisa, İzmir, Kocaeli, İstanbul) için oluşması beklenen tehlike düzeyleri ve yerel tasarım spektrumları belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun için öncelikle çalışma alanının depremselliği ve tektonik özellikleri incelenerek çalışma alanında deprem üretmesi muhtemel olan fayların, bu faylara ait depremsellik parametrelerinin ve fiziksel parametrelerin belirlenmesi gerekmektedir. Elde edilen bu parametrelere bağlı olarak literatürde yer alan farklı araştırmacılar tarafından geliştirilen azalım ilişkileri kullanılarak deterministik ve probabilistik analizlerle il merkezleri için ivme değeri-tehlike düzeyleri arasındaki ilişki ve yerel tasarım ivme spektrumları belirlenmiştir. Bu hesaplamalar doğrultusunda elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- ✓ Çalışmada olası bir depremde il merkezlerini etkilemesi beklenen faylar üzerinde meydana gelebilecek en büyük magnitüdü değeri vasıtasıyla olası senaryo depremler tanımlanmıştır. Deterministik hesaplamalar sonucunda bulunan ivme değerlerinin değerlendirilmesi sonucunda ise il merkezlerinin çoğunun orta ve yüksek tehlike ile karşı karşıya olduğu görülmüştür.
- ✓ Çalışmada il merkezleri için 2475 yıl, 975 yıl, 475 yıl, 144 yıl ve 72 yıl tekrarlama süreleri için olasılıksal spektral ivme değerleri elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre aşılma olasılığı %2, %10 ve %50 olan depremler için elde edilen modellemenin il merkezleri için uygun spektral ivme değerleri olup olmadığı incelenmiştir. Bu aşılma olasılıkları dünya çapında kabul edilen değerler olup Türkiye Deprem Yönetmeliğinde Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında kullanılan tasarım deprem ilişkisini belirleyen değerlerdir. Çalışma sonunda tüm Türkiye için geçerli olan bu tasarım

depremi ilişkisinin incelenen il merkezlerinin bazıları için uyumlu (Eskişehir, Bursa, Çanakkale, İzmir, Manisa) bazıları için uyumsuz (Kütahya, Bolu, Düzce, Muğla, İstanbul) bazıları için de hem uyumlu hem de uyumsuz (Isparta, Afyonkarahisar, Burdur, Denizli, Aydın, Kocaeli) sonuçlar verdiği görülmüştür. Bölgenin tektonik özellikleri ve bölgeyi etkilemesi muhtemel fayların özellikleri önemli girdi parametreleri olarak kullanıldıkları için olasılıksal hesaba dayalı çalışmalarda belirlenmiş olan bu genel ilişkinin özel sahalarda karşılanmaması olağan bir durumdur. Bu nedenle bu tür çalışmalarda tüm ülke için geçerli olan bir ilişki katsayısını kullanmak yerine inceleme yapılacak sahaya uygun parametrelerin belirlenmesiyle o saha koşullarına özgü değerlerinin belirlenmesinin daha doğru olduğu düşünülmektedir.

- ✓ Bu tür çalışmalarda öncelikle yerel verilere dayalı yer hareketi azalım ilişkilerinin geliştirilmesi bu mümkün değilse var olan azalım ilişkilerinden uygun olanlarının seçilmesi gerekmektedir. Bu nedenle yer hareketinin tanımlanması çalışmalarında bu çalışmada olduğu gibi fayın türüne ve fayın özelliklerine bağlı parametreleri göz önünde bulunduran azalım ilişkilerinin seçilmesi önerilmektedir. Böylelikle bölgenin jeolojisi ve tektonik yapısına uygun ve doğru sonuçlar elde edilecektir.

Yoğun deprem aktivitesine sahip ülkemizde can kayıplarının ve ekonomik kayıpların en az seviyeye indirilmesini sağlamak için ülke genelinde öncelikli bölgeler ve çalışma alanları belirleyerek bu tür çalışmaların yaygınlaşmasını desteklemek son derece önemlidir. Çünkü bu tür çalışmalardan elde edilecek sonuçların diğer yer bilimleri ve deprem mühendisliği araştırmalarında elde edilecek bulgularla birleştirilmesiyle, yerel ölçekte bir veri merkezi oluşturarak deprem zararlarının en az seviyeye indirilmesini sağlamak mümkündür.

KAYNAKLAR

- Abrahamson, N.A. ve Silva W.J., 1997. Empirical Response Spectral Attenuation Relations for Shallow Crustal Earthquakes, *Seismological Research Letters*, 68, 1, 94-127.
- Abrahamson, N.A. ve Silva W.J., 2008. Summary of the Abrahamson and Silva Ground-Motion Relations Earthquake Spectra, 24, I, 67-97.
- Adatepe, F. ve Erel, L., 2005. İznik Tarihsel Dönem Deprem Verilerinin İrdelenmesi. *İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi*, 19, 2, 131-150.
- Akçığ, Z., 1988. Batı Anadolu'nun yapısal sorunlarının gravite verileri ile irdelenmesi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 31, 63-70.
- Aki, K., 1965. Maximum Likelihood Estimate of b in the formula $\log N = a - bM$ and its confidence limits. *Bulletin of the Earthquake Research Institute, University of Tokyo*, 43, 237-239.
- Aki, K., 1968. Seismicity and Seismological Method, *Tectonophysics*, 6, 41-58.
- Akkar, S. ve Çağnan, Z., 2010. A Local Ground Motion Predictive Model for Turkey and its Comparision with other Regional and Global Ground-Motion Models. *Bulletin of the Seismological Society of America*.
- Akyol, N., Palas, F. ve Sındırgı, P., 2012. Türkiye, Batı Anadolu Depremleri İçin Büyüklük-Frekans İlişkisinin İstatistiksel Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 14, 1, 39-54.
- Allen, C.R., Amanp, P., Richter, C.F., Nordquist, J.M., 1965. Relation Between Seismicity and Geological Structure in the S. California Region. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 55, 752-797.
- Alp, H., Özçelik, S., Sezgin, N. ve Pınar, A., 2006. 2000-2002 Yıllarında Afyon-Sultandağ Bölgesindeki Depremlerin ($M_w \geq 5.8$) Etkileşimi. *İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi*, 19, 1, 101-112.
- Alptekin, Ö., 1973. Focal mechanism of earthquakes in western Turkey and their tectonic implications, PhD thesis, New Mexico Institute of Mining and Technology Socorro, New Mexsico.
- Alptekin, Ö., 1978. MAgnitude-Frequency Relationships and Deformation Release fort he Earthquakes in and around Turkey. Thesis for Prpmoting to Associate Professor Level, Karadeniz Technical University, 107s., Trabzon.
- Alptekin, Ö., 1981. Arama Jeofiziğinde Gravite Ve Sismik (Ders Notları). Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Trabzon.

- Alsan, E., Tezuçan, L. Ve Bath, M., 1975. An Earthquake Catalogue for Turkey for the Interval 1913-1970. Kandilli Observatory Seismological Department and Sweden Seismological Institute, Report No:7-75.
- Altınok, Y., 1991. Batı Anadolu Deprem Riskinin Semi-Markov Model İle Değerlendirilmesi. JEOFİZİK 5, 135-140.
- Altunel, E. ve Barka, A.A., 1998. Eskişehir Fay Zonunun İnönü-Sultandere Arasında Neotektonik Aktivitesi. Türkiye Jeoloji Bülteni, 41,41-52.
- Altunel, E., Barka, A. Ve Akyüz, S., 1999. Paleoseismicity of the Dinar Fault, SW Turkey. TerraNova, 11, 297-302.
- Ambraseys, N.N. ve Finkel, C.F., 1991. Long Term Seismicity of İstanbul and of the Marmara Region. Terra Nova 3, 527-539.
- Ambraseys, N.N., 2002. The Seismic Activity of the Marmara Sea Region over the last 2000 years. Bulletin of the Seismological Society of America, 92, 1-18.
- Ambraseys, N.N., Douglas, J., Sarma, S.K., Smith, P.M., 2005. Equations for the Estimation of Strong Ground Motions from Shallow Crustal Earthquakes Using Data from Europe and the Middler East: Horizontal Peak Ground Acceleration and Spectral Acceleration. Bulletin of Earthquake Engineering, 3:1-53.
- Ambraseys., N.N., Simpson, K.A., Bommer, J.J., 1996. Prediction of Horizontal Response in Europe. Earthquake Engineering and Structral Dynamics, 25, 371-400.
- Angelier, J., Dumont, J.F., Karamanderesi, H., Poisson, A., Şimşek, S. Ve Uysal, S., 1981. Analyses of Fault Mechanisms and Expansion of Southwestern Anatolia since the Late Miocene. Tectonophysics, 75,1-9.
- Ansal, A., 1997. İstanbul İçin Tasarım Deprem Özelliklerinin Belirlenmesi. Prof.Dr. Rıfat Yazar Sempozyumu Kitabı, 1, 233-244.
- Ansal, A., 1998. The Effect of Local Soil Conditions in Earthquake Characteristics. Protect International Seminar on Natural Disaster Reduction for Roads in Mediterranean Countries, İstanbul, 221-226.
- Ansal, A.M., 1999. Geotechnical Factors during 17 August Kocaeli Earthquake. European Association Earthquake Engineering Task Group, Asymmetric and Irregular Structures, Istanbul, Turkey, 2, 415-424.
- Applied Technology Council, 1978. Tentative Provisions for the Development of Seismic Regulations for the Buildings. ATC 3-06, Applied Technology Council, Palo Alto, California, United States of Amreica.

- Armijo, R., Meyer, B., King, G., Rigo, A. ve Papanastassiou, D., 1996. Quaternary evolution of the Corinth rift and its implications for Late Cenozoic evolution of the Aegean, *Geeophys. J. Int.*, 126, 11-53.
- Arpat, E. ve Bingöl, E., 1969. The rift system of the western Turkey, thoughts on its development, *Bull. Miner. Res. Explor. Inst. Turk.*, 73, 1-9.
- Atkinson, G.M. ve Boore, D.M., 2003. Empirical Ground-Motion Relations for Subduction Zone Earthquakes and their Application to Cascadia and other Regions. *Bulletin of the Geological Society of America*, 93(4).
- Aydan, Ö., 2001. İstanbul Boğazı Denizaltı Geçişi İçin Tıp Tünel ile Kalkan Tünelin Uygunluğunun Karşılaştırılması. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 25(1),1-17.
- Aydan, Ö., Sedaki, M. ve Yazar, R., 1996. The Seismic Characteristic of Turkish Earthquakes. *Eleventh World Conference on Earthquake Engineering*, 23-28 June, Acapulco, Mexico.
- Ayday, C., 2008. Eskişehir Yerleşim Yerin Sismik Tehlike Analizi. TMMOB Eskişehir İl Koordinasyon Kurulu TMMOB Eskişehir Kent Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 230-235, 28-29 Şubat, Eskişehir.
- Badgley, P.C., 1965. *Structral and Tectonic Principles*: Harper&Row, 521s, New York.
- Bağcı , G., Yatman, A., Özdemir, S., Altın, N., 2000. Türkiye’de Hasar Yapan Depremler, *Jeofizik Bülteni*, 37, 91-93.
- Bağcı, G., 1996. Earthquake Occurences in Western Anatolia by Markov Model [Markov Modeli İle Batı Anadolu’da Deprem Oluşumları]. *Jeofizik* 10, 67-75.
- Barka, A. A., Reilinger, R. ve Emre, Ö., 2000. Active tectonics features of Western Anatolian: Some results of GPS measurement, *International earth Sciences Colloquim on the Aegean Region*, Abstract, 9, İzmir.
- Barka, A. ve Nalbant, S.S., 1997. 1700 ve Sonrası Marmara Depremlerinin Kırılma Stresinin Modellenmesi. *Aktif Tektonik Araştırma Grubu 1. Toplantı Sunum ve Poster Özleri*. 08-09 Aralık 1997, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Barka, A. ve Reilinger, R., 1997. Active Tectonics of Eastern Mediterranean Region: Deduced from GPS, Neotectonics and Seismicity Data, *Annali Di Geofisica*, 3, 587-610.
- Barka, A.A., Reilinger, R., Şaroğlu, F., Şengör, A. M. C., 1995. The Isparta Angle: Its Importance in the Neotectonics of the Eastern Mediterranean Region, *International Earth Science Colloquium on the Aegean Region (IESCA) Proceedings*, 1, 3-18.

- Başokur, A.T., Gökten, E., Seyitoğlu, G., Varol, B., Ulugergerli, E.U., Işık, V., Candansayar, E., Tokgöz, E., 2002. Jeoloji ve Jeofizik Çalışmalar Işığında 03.02.2002 Çay (Afyon) Depremi'nin Mekanizması, Hasarın Nedenleri ve Bölgenin Deprem Etkinliği. Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, 56s, Ankara.
- Bath, M., 1956. The Problem of Earthquake Magnitude Determination. Building Cost Information Service, 19, 5-95.
- Bayrak, E., 2012. Batı Anadolu Bölgesinin Deprem Tehlikesinin Farklı Yöntemler Kullanılarak İncelenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 121s, Trabzon.
- Bayrak, Y., Bayrak, E., Atay, N., 2011. En Büyük Olasılık Yöntemi Kullanılarak Batı Anadolu'nun Farklı Bölgelerinde Aletsel Dönem İçin Deprem Tehlike Analizi. 1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 11-14 Ekim 2011, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Bekler, T., Demirci, A., Özden, S., Kalafat, D., 2011. 1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 11-14 Ekim 2011, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Beliceli, A., Çona, A., Çoban, F., 2005. Balıkesir Bölgesinin Deprem Riski ve Depremsellik Açısından İncelenmesi. Deprem Sempozyumu Kocaeli 2005, 23-25 Mart, Kocaeli.
- Benioff, H., 1951. Earthquakes and Rock Creep (Part I: Creep characteristics of Rocks and Origin of Aftershocks) Bulletin of the Seismological Society of America, 41, 31-62.
- Benjamin, J.R. ve Associates. 1988. A Criterion for Determining Exceedance of the Operating Basis Earthquake. EPRI Report No:NP-5930, Electric Power Research Institute, Palo Alto, California.
- Beyaz, T., 2004. Zemin Etkisinden Arındırılmış Deprem Kayıtlarına Göre Türkiye İçin Yeni Bir Deprem Enerjisi Azalım Bağıntısının Geliştirilmesi. Ankara Üniversite Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 224s., Ankara.
- Bingöl, E., 1976. Batı Anadolu'nun jeotektonik evrimi: Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi, 86, 14-35.
- Blumenthal, M., 1963. Le Systeme Structral du Taurus Sud-Anatolien Livre à la mémoire du Proffesseur P. Falltot. Société Géologique de France, 2, 611-622, Paris.
- Boore, D.M. ve Atkinson, G., 2008. Ground Motion Prediction Equations for the Average Horizontal Component of PGA, PGV, and 5%-damped PSA at Spectral Periods Between 0.01 s and 10.0 s, Earthquake Spectra, 24, 1, 99-138.

- Boore, D.M., Joyner, W.B., Fumal, T.E., 1993. Estimation of Response Spectra and Peak Accelerations from Western North American Earthquakes. United States Geological Survey, 93-509, 72.
- Boore, D.M., Joyner, W.B., Fumal, T.E., 1997. Equations for Estimating Horizontal Response Spectra and Peak Acceleration from Western North American Earthquakes. A Summary of Recent Work. Seismological Research Letters, 68(1), 128-153.
- Boray, A., Şaroğlu, F. Ve Emre, Ö., 1985. Isparta Büklümünün Kuzey Kesiminde Doğu-Batı Daralma İçin Bazı Veriler. Jeoloji Mühendisleri Dergisi, 28, 9-20.
- Bozkurt, E. ve Sözbilir, H., 2004. Geology of the Gediz Graben: New Field Evidence and Tectonic Significance, Geological Magazine, 141, 63-79.
- Bozkurt, E., 2000. Timing of Extension on the Büyük Menderes Graben, Western Turkey and its Tectonic Implications. Geological Society, Special Publications, 173, 385-403, London.
- Bozkurt, E., 2001. Neotectonics of Turkey – a Synthesis. Geodinamica Acta, 14, 3-30.
- Bozkurt, E., 2003. Origin of NE-Trending Basins in Western Turkey. Geodinamica Acta, 16, 61-81.
- Brunn, J.H., 1976. L'arc Concave Zagro-Taurique Et Les Arcs Convexes Taurique Et Egeen, Collision Et Induits, Bulletin de la Société Géologique de France, 7, 2, 553-567.
- Burton, P. W., 1979. Seismic Risk In Southern Europe Through India Examined Gumbel's Third Distribution of Extreme Values. Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society 59, 259-280.
- Campbell, K. ve Bozorgnia, Y., 2008. NGA Ground Motion Model for the Geometric Mean Horizontal Component of PGA, PGV, PGD and 5%damped Linear Elastic Response Spectra for Periods ranging from 0.01 s to 10 s, , Earthquake Spectra, 24, 1, 139-171.
- Campbell, K.W. ve Bozorgnia, Y., 1994. Near-Source Attenuation of Peak Horizontal Acceleration from Worldwide Accelerograms Recorded from 1957 to 1993. Proceedings of the Fifth United States National Conference on Earthquake Engineering, III, 283-292.
- Campbell, K.W., 1981. Near Source Attenuation of Peak Horizontal Acceleration. Bulletin of the Seismological Society of America, 71(6), 2039-2070.
- Campbell, K.W., 1985. Strong Motion Attenuation Relations: A Ten-Year Perspective. Earthquake Spectra 1(4), 759-804.

- Campbell, K.W., 1989. The Dependence of Peak Horizontal Acceleration on Magnitude, Distance and Site Effects for Small-Magnitude Earthquakes in California and Eastern America. *Bulletin of the Geological Society of America*, 79 (5), 1311-1346.
- Campbell, K.W., 1997. Empirical Near-Source Attenuation Relationship for Horizontal and Vertical Components of Peak Ground Acceleration, Peak Ground Velocity and Pseudo-Absolute Acceleration Response Spectra. *Seismological Research Letters*, 68 (1), 154-179.
- Canitez, N. ve Üçer, S. B., 1967. Computer determinations for the fault plane solutions in and near Anatolia, *Tectonophysics*, 4, 235-244. CASSIDY, J. F., 1992, Numerical experiments in broadband receiver function analysis. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 82, 1453-1474.
- Chiou, B. ve Youngs, R., 2008. An NGA Model for the Average Horizontal Component of Peak Ground Motion and Response Spectra. *Earthquake Spectra*, 24(1), 173-215.
- Clough, R.W. ve Penzien, J., 1975. *Dynamics of Structures*. McGraw-Hill, 634, New York.
- Crampin, S. Ve Üçer, B., 1975. The Seismicity of the Marmara Sea Region of Turkey, *Geophysical Royal Journal Astronomical Society*, 40, 269-288, London.
- Çakır, Z., Barka, A. ve Akyüz, S., 2003. Coulomb Gerilme Etkileşimleri ve 1999 Marmara Depremleri. *İstanbul Teknik Üniversitesi İtÜ dergisi/d mühendislik*, 2, 4, 99-111.
- Çeken, U., 2007. Marmara Bölgesinin Kuvvetli Yer Hareketi Azalım İlişkisi Modeli, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeofizik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 213s., Sakarya.
- Çevikbilen, S. ve Taymaz, T., 2012. Earthquake Source Parameters Along the Hellenic Subduction Zone and Numerical Simulations of Historical Tsunamis in the Eastern Mediterranean. *Tectonophysics*. 536-537, 61-100.
- Das, S. ve Scholz, C. H., 1981. Off-Fault Aftershock Clusters Caused by Shear Stress Increase. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 71, 5, 1669-1675.
- Demirtaş, R., 2010. Aydın ili, Nazilli İlçesi Yerleşim Alanından Geçen Büyük Menderes Çöküntüsüne Ait Fay Zonunun Aktif Tektonik, Paleosismolojik ve Yüzey Faylanması Tehlikesi Zonu (Fay Tampon Bölge) Açısından Değerlendirilmesi. *Erdem Yerbilimleri, Rapor*.
- Demirtaş, R., 2011. Afyonkarahisar ili, Sandıklı İlçesi Akin Göleti Deprem Tehlike ve Risk Analizi Raporu.

- Demirtaş, R., 2011. Afyonkarahisar İli, Sandıklı İlçesi Akin Göleti Deprem Tehlike ve Risk Analizi Raporu, 105 s.
- Demirtaş, R., İravul, Y., Yaman, M., 2002. 3 Şubat 2002 Eber ve Çay Depremleri. Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Daires Başkanlığı (<http://Sismo.Deprem.Gov.Tr/Turknet/Raporlar/Eberson.Pdf>)
- Deng, J. Ve Sykes, L. R., 1996. Triggering Of 1812 Santa Barbara Earthquake by a Great San Andreas Shock: Implications for Future Seismic Hazards in Southern California. Geophysical Research Letters , 23 (10), 1155-1158.
- deprem.gov.tr
- Dewey, J. ve Şengör, A., 1979. Aegean and surrounding regions. Complex multiplate and continuum tectonics in a convergent zone, Geol. Soc. of American Bull., 90, 84-92.
- Dewey, J.F. ve Şengör, A.M.C., 1979. Aegean and Surrounding Regions: Complex Multiple and Continuum Tectonics in Aconvergent Zone. Geological Society of America Bulletin 90, 84-92.
- Dewey, J.F., 1988. Extensional Collapse of Orogens. Tectonics, 7, 1123-1139.
- Dikmen, Ü., 2004. Zeminlerde Sismik Dalga Sönümünün Küresel Türev Yaklaşımı İle Modellenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, 158s., Ankara.
- Dirik, K., Türkmenoğlu, A., Tuna, N., Dirican, M., 2003. Datça Yarımadası'nın Neotektoniği, Jeomorfolojisi ve Bunların Eski Medeniyetlerin Yerleşimi ve Gelişimi Üzerindeki Etkisi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi AFP-Department of Archaeometry, 00-07-03-13 Kod No'lu Proje, 66s, Ankara.
- Doğan, A. ve Emre, Ö., 2006. Ege Graben Sistemi'nin Kuzey Sınır: Sındırgı-Sincanlı Fay Zonu. 59. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 20-24 Mart 2006, Bildiri Özleri Kitabı, 83-84, Ankara.
- Douglas, J., 2011. Ground-Motion Prediction Equations 1964-2010. Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM).
- DPT, 1999. Devlet Planlama Teşkilatı 1999 Raporu.
- Drawinski, M., Ding, G., Wen, K.L., 1996. Analysis of Spectral Ratios for Estimating Ground Motion in Deep Basins. Bulletin of the Seismological Society of America, 86, 646-654.
- Dumont, J. F., Uysal, S., Şimşek, S., Karamanderesi, H., Letouzey, J., 1979. Formation of the Grabens in Southwestern Anatolia. Bulletin of the Mineral Research and Exploration Institute Turkey, 92, 7-18.

- Emre, Ö., Özalp, S., Doğan, A., Özaksoy, V., Yıldırım, C., Göktaş, F., 2005. İzmir Yakın Çevresinin Diri Fayları ve Deprem Potansiyelleri. Maden Tetkik Arama Rapor No:10754, 80s, Ankara.
- Emre, T., 1996. Gediz grabeninin jeolojisi ve tektoniği, turkish Journ. of Earth Sciences, V.5, 171-186.
- Eravcı, B., Yaman, M., Tepeuğur, E., Erkmen, C., Aktan, T., Albayrak, H., Demirstaş, R., 2007. Batı Anadolu Çöküntü Bölgesi'nin Paleosismoloji Projesi. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi Rapor No:5691-1, Devlet Planlama Teşkilatı DPT 2002 K 120050 Sonuç Raporu, 135 s, Ankara.
- Erdik, M., Ansal, A., Aydınoğlu, N., Barka, A., Işıkara, A.M., Yüzüğüllü, Ö., Avcı, J., Özel, O., Alpay, Y., Birgören, G., 2000. İzmir Deprem Senaryosu ve Deprem Master Planı, İzmir Büyükşehir Belediyesi, (<http://www.izmir-bld.gov.tr/eski/izmirdeprem/izmirrapor.htm>), İzmir.
- Erdik, M., Şeşeyan, K., Demircioğlu, M.B., Durukal, E., 2006. Ulaştırma Bakanlığı Demiryolları, Limanlar ve Havameydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü Kıyı Yapıları, Demiryolları ve Havameydanları İnşaatları Deprem Teknik Yönetmeliği İçin Deprem Tehlikesi Belirlemesi. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı, 48s, İstanbul.
- Eren, 2009. Neotektonik Ders Notları, Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 124s., Konya.
- Ergin, K., Güçlü, U. ve Aksay, G., 1971. Türkiye ve Dolaylarının Deprem Kataloğu. İstanbul Teknik Üniversitesi, Arz Fiziği Enstitüsü Yayınları, 24, İstanbul.
- Ergin, K., Güçlü, U. ve Uz, Z., 1967. Türkiye ve Civarının Deprem Kataloğu (M.S. 11-1964). İstanbul Teknik Üniversitesi, Arz Fiziği Enstitüsü Yayınları, 24, İstanbul.
- Ergin, K., Güçlü, U., Uz, Z., 1967. Türkiye ve Civarının Deprem Kataloğu (1965-1970). İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Arz Fiziği Enstitüsü Yayını, 28.
- Firuzan, E., 2008. Statistical Earthquake Frequency Analysis for Western Anatolia. Turkish Journal of Earth Science, 17, 741-762.
- Frohlick, C. Ve Davis, S., 1993. Telesismic b-Values: or, Much About 1.0. Journal of Geophysical Research, 98, 631-644.
- Fukushima, Y. ve Tanaka, T., 1990. A New Attenuation Relation for Peak Horizontal Acceleration of Strong Earthquake Ground motion in Japan. Bulletin of the Seismological Society of America, 84p., 757-783.

- Glover, C. Ve Robertson, A.H.F., 1998. Neotectonics Intersection of the Aegean and Cyprus Tectonics Arcs: Extensional and Strike-Slip Faulting in Isparta Angle, SW Turkey. *Tectonophysics*, 298, 103-132.
- Goldsworthy, M., Jackson, J. ve Haines, J., 2002. The continuity of active faults in Greece, *Geophys. J. Int.*, 148, 596-618.
- Gökce, V., 2007. Güneybatı Türkiye’de Depremsellik ve Deprem Tehlike Analizi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 81s., Isparta.
- Gökten, E., 1994. Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Yapısal Jeoloji Ders Notları. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi Yayınları, No:11 Ankara.
- Görgün, E., 2015. 19 Mayıs 2011 Mw 6.0 Simav-Kütahya Depreminin Kaynak Parameterleri ve Coulomb Gerilim Değişimleri, 3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 14-16 Ekim 2015, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Görür, N., Şengör, A.M.C., Sakıncı, M., Tüysüz, O., Akkök, R., Yiğitbaş, E., Oktay, F.Y., Barka, A., Sarıca, N., Ecevitoglu, B., Demirbağ, E., Ersoy, Ş., Algan, O., Güneysu, C., Aykol, A., 1995. Rift Formation in the Gökova Region, Southwest Anatolia: Implications for the Opening of the Aegea Sea. *Geological Magazine*, 132, 637-650.
- Guidoboni, E., Comastri, A., Traina, G., 1994. Catalogue of Ancient Earthquakes in the Mediterranean Area up to the 10th century. *Instituto Nazionale di Geofisica*, 502 p., Roma.
- Gutenberg, B. ve Richter, C.F., 1944. Frequency of Earthquakes in California. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 34, 185-188.
- Gutenberg, B. ve Richter, C.F., 1954. Earthquake Magnitude, Intensity, Energy and Acceleration. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 63, 501-516.
- Gülal, E., Soykan, M., Dolmaz, N., Erdoğan, S., Kalyoncuoğlu, Y., Yılmaz, İ., Erdoğan, H., Baybura, T., Elitok, Ö., Aykut, O., Ata, E., Akpınar, B., Tiryakioğlu, İ., Gümüş, K., Anadolu, N., Öcalan, T., Telli, A. K., Taktak, F. 2011. Güneybatı Anadolu Bölgesindeki Blok Hareketleri ve Gerilim Alanlarının GNSS Ölçümleri İle Belirlenmesi. TÜBİTAK, Proje No: 108Y298.
- Gülkan, P. ve Kalkan, E., 2002. Attenuation Modeling of Recent Earthquakes in Turkey. *Journal of Seismology*, 6, 397-409.
- Gülkan, P., Koçyiğit, A., Yüçemen, M.S., Doyuran, V., Başöz, N., 1993. A Seismic Zones Map of Turkey Derived from Recent Data. Middle East Technical University, Earthquake Engineering Research Center, 93-01, Ankara.

- Güzel, M., 2009. Mikrobölgeleme Çalışmalarında Jeolojik, Jeofizik, Jeoteknik Verilerin Birlikte Kullanımı (Kuzey Adana Örneği). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 182s., Adana.
- Hancock, P. L. ve Barka, A., 1987. Kinematic indicators on active normal faults in Western Turkey. *Journ. of Structural Geology*, 9/5-6, 573-584.
- Hancock, P.L. ve Barka, A.A. 1987. Kinematic Indicators on Active Normal Faults in Western Turkey. *Journal of Structural Geology*, 9, 415-430.
- Harris, R.A. ve Simpson, R.W., 1992. Changes In Static Stress On Southern California Faults After The 1992 Landers Earthquake. *Nature* 360, 251-254.
- Harrison, R.W., Newell, W.L., Batıhanlı, H., Panayides, I., Mcgeehin, J.P., Mahan, S.A., Özhür, A., Tsiolakis, E., Necdet. M., 2004. Tectonic Framework and Late Cenozoic Tectonic History of the Northern Part of Cyprus: Implication for Earthquake Hazards and Regional Tectonics. *Journal of Asian Earth Science* 23, 191-210.
- Hatcher, R.D., 1995. *Structural Geology Principles, Concepts and Problems*. Second Edition, Prentice Hall, 524s.
- Hazidimitriou, P.M., Papadimitriou, E.E., Mountrakis, D.M., Papazachos, B.C., 1985. The Seismic Parameter b of the Frequency-Magnitude Relation and its Association with the Geological Zones in the Area of Greece. *Tectonophysics*, 120, 141-151.
- Hoşgören, M.Y., 2000. İstanbul ve Deprem, *Türk Coğrafya Dergisi*, 35, 1-24.
- <http://akademi.itu.edu.tr/>
- <http://avnidincer.8m.com/yerkure.html>
- <https://tr.wikipedia.org/wiki/1999depremi>
- Hubbert, M.K. ve Rubey, W.W., 1959. Role of fluid pressure in mechanics of overthrust faulting. *Bulletin of the Geological Society of America*, 70, 115-166.
- Hundt, K.W., Seeber, L. ve Pacheco, J. 1989. Cross-Fault Triggering In The November 1987 Superstition Hills Earthquake Sequence, Southern California. *Geophysical Research Letters*, 16, 199-202.
- Idriss, I.M., 2008. A NGA Empirical Model for Estimating the Horizontal Spectral Values Generated by Shallow Crustal Earthquakes. , *Earthquake Spectra*, 24, 217-242.
- İnan, E., Çolakoğlu, Z., Koç, N., Bayülke, N. ve Çoruh, E., 1996. 1976-1996 Yılları Arası İvme Kayıtları Olan Deprem Kataloğu. T.C. Bayındırlık ve İskan

Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı, 98s., Ankara.

Jackson, J.A. ve McKenzie, D.P., 1984. Active Tectonics of the Alpine-Himalayan Belt Between Western Turkey and Pakistan. *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*, 77, 185-264.

Jackson, J.A. ve McKenzie, D.P., 1988. The Relationship Between Plate Motions and Seismic Moment Tensor and Rates of Active Deformation in the Mediterranean and Middler East. *Geophysical Journal*, 93, 45-73.

Jacques, E., King, G. C. P., Tapponnier, P., Ruegy, J. C. Ve Manighetti, I., 1996. Seismic Activity Triggered by The November 1978 Events in the Asal Rift, Djibouti. *Geophysical Research Letters*, 23, 18, 2481-2484.

Jaeger, J.C. ve Cook, N.G.W., 1971. *Fundamentals of rock mechanics*, 2nd ed., Chapman and Hall, London.

Jaeger, J.C. ve Cook, N.G.W., 1979. *Fundamentals of Rock Mechanics*, 3rd edition, London, Chapman and Hall.

Jaumè, S. C. ve Sykes, L. R., 1992. Change in the State of Stress on The Southern San Andreas Fault Resulting From The California Earthquake Sequence of April to June 1992. *Science* 258, 1325-1328.

Joyner, W.B. ve Boore D.M., 1981. Peak Horizontal Acceleration and Velocity from Strong Motion Records Including Records from the 1979 Imperial Valley, California Eartquake. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 71, 2011-2038.

Joyner, W.B. ve Boore, D.M., 1988. Measurement, Characterization and Prediction of Stron Ground Motion: Earthquake Engineering and Soil Dynamics, 2, Recent Advences in Ground Motion Evaluation, 43-102.

Kahraman, S., Baran, T., Saatçi, İ. A, 2007. Batı Anadolu Örneğinde Bölge Sınırları Seçiminin Deprem Tehlikesinin Belirlenmesine Etkileri. *Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı Bildiriler Kitabı*, 335-346, İstanbul.

Kahraman, S., Baran, T., Saatçi, İ. A., Şalk M., 2008. Veri Kalitesi ve Bölge Sınırları Seçiminin Deprem Tehlikesi Hesabına Etkisi. 1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 11-14 Ekim 2011, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Kaila, K.L., Gaur, V., Narain, H., 1972. Quantitative Seismicity Maps of the India, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 62, 1119-1132.

Kalafat, D. ve Öz, G., 2001. 15 Aralık Sultandağı-Bolvadin (Afyon) Depremi, Türkiye 14. Jeofizik Kongre ve Sergisi, Genişletilmiş Özetler Kitabı.

- Kalafat, D., 1996. Anadolu'nun Tektonik Yapılarının Deprem Mekanizmaları Açısından İrdelenmesi, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 217s, İstanbul.
- Kalafat, D., 2010. Türkiye Deprem Kataloğunun İstatistik Açısından Değerlendirilmesi: Örnek Çalışma-Statistical Evaluation of Turkey Earthquake Catalog: Case Study, Boğaziçi Üniversitesi Yayınları, 1039, 87s., İstanbul.
- Kalkan, E. ve Gülkan, P., 2004. Site-Dependent Spectra Derived from Ground Motion Records in Turkey. Earthquake Spectra, 20, 4.
- Kalyoncuoğlu, Ü.Y., 2007. Evaluation of Seismicity and Seismic Hazard Parameters in Turkey and Surrounding Area Using a New Approach to the Gutenberg-Richter Relation. Journal of Seismology, 11/2, 131-148.
- Karaca, H. ve Yüccemen, M.S., 2011. Yer Hareketi Tahmin Denklemlerinin Eskişehir Şehri İçin İstatistiksel Olarak Uygunluğunun Belirlenmesi. 1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 11-14 Ekim 2011, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Karnik, V., 1968. Seismicity of European Area, Part I. Academia, Praha.
- Karnik, V., 1971. Seismicity of European Area, Part II. Academia, Praha.
- Kazmacı, İ.G. ve Kanbur, M.Z., 2015. Isparta Bölge Hastanesi'nin Sismik Tehlike Analizi. International Burdur Earthquake&Environment Symposium (IBEES2015), 7-9 May, Mehmet Akif Ersoy University, Burdur.
- Keçeli, A.D., 1990. Zemin Emniyet Gerilmesinin Sismik Metodlar İle Tayini. Jeofizik Dergisi, 4, 83-92, Ankara.
- Kılıç, N.C.A ve Kalyoncuoğlu, Ü.Y., 2015. İzmir İli ve Çevresi İçin Coulomb Gerilme Değişimi ve Depremselliğin Bölgesel Dağılımı. 3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 14-16 Ekim 2015, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Kılıç, N.C.A., 2015a. İzmir İli ve Çevresinin Depremselliğinin Maksimum Magnitüd (M_{MAX}) Değerinin Belirlenmesi. Genç Yerbilimciler Kongresi, 5-7 Haziran 2015, İzmir.
- Kılıç, N.C.A., 2015b. Determination of Earthquake Hazard Parameters Using Different Earthquakes Catalogues in İzmir. 8th Congress of the Balkan Geophysical Society (BGS), 04-08 October 2015, Chania, Greece.
- Kızılbüğa, S., Yalçın, H., Horasan, G., 2015. Isparta İlinin Olasılıksal Yöntem ile Sismik Tehlikesinin Tahmini. 5th International Earthquake Symposium, 10-12 June, Kocaeli.

- Kijko, A. ve Sellevoll, M. A., 1989. Estimation of Earthquake Hazard Parameters from Incomplete Data Files, Part I, Utilization of Extreme and Complete Catalogues with Different Threshold Magnitudes. Bulletin of the Seismological Society of America, 79, 645-654.
- Kijko, A. ve Sellevoll, M. A., 1992. Estimation of Earthquake Hazard Parameters From Incomplete Data Files, Part II, Incorporation of Magnitude Heterogeneity. Bulletin of the Seismological Society of America, 82, 120-134.
- Kijko, A., 2004. Estimation of the Maximum Earthquake Magnitude, m_{max} . Pure and Applied Geophysics, 161, 8, 1655-1681.
- King, G.C.P., Stein, R.S. ve Lin, J., 1994. Static Stress Changes And The Triggering Of Earthquakes. Bulletin Of The Seismological Society Of America, 84, 935-953.
- Kocaefe, S.S., 1981. Batı Anadolu aktüel tektoniği ve Ege-Anadolu plakaları arası yapısal ilişkinin saptanması, Hacettepe Üniversitesi Yer Bilimleri Fakültesi, Doktora Tezi, 160s., Ankara.
- Koçyiğit, A. Ve Özacar, A., 2003. Extensional Neotectonic Regime Through the NE Edge of the Outher Isparta Angle, SW Turkey: New Field and Seismic Data. Turkish Journal of Earth Sciences 12, 67-90.
- Koçyiğit, A., 1983. Hoyran Gölü (Isparta Büklümü) Dolayının Tektoniği. Türkiye Jeoloji Kurultayo Bülteni, 26, 1-10.
- Koçyiğit, A., 1984. Güneybatı Türkiye ve Yakın Dolayında Levha İçi Yen Tektonik Gelişim [A New Intracontinental Tectonic Regime in Southwest Turkey and its Close Vicinity]. Bulletin of Turkey 27, 1-16.
- Koçyiğit, A., 2000. Güneybatı Türkiye'nin Depremselliği. Batı Anadolu'nun Depremselliği Sempozyumu, 30-39, 24-27 Mayıs, İzmir.
- Koçyiğit, A., Yusufoglu, H., Bozkurt, E., 1999. Evidence from the Gediz Graben for Episodic Twostage Extension in Western Turkey. Journal of Geological Society, London, 156, 605-616.
- Koçyiğit, A., Yüccemen, M.S., Ulusay, R., Yakut, A., Erdik, M., Emre, Ö., Erkmen, C., Yılmaz, N., 2010. Deprem Tehlike Analizleri ve Haritaları Çalışma Grubu Strateji Raporu, 56s.
- Koçyiğit, A., Yüccemen, M.S., Ulusay, R., Yakut, A., Erdik, M., Emre, Ö., Erkmen, C., Yılmaz, N., 2010. Deprem Tehlike Analizleri ve Haritaları Çalışma Grubu Strateji Raporu.
- Konak, N., 1982. Smav Dolayının Jeolojisi ve Metamorf Kayaçlarının Evrimi. İstanbul Yerbilimleri, 3, 313-337.

- Kramer, S.L., 1996. Geoteknik Deprem Mühendisliği. (Çeviren: Kayabalı, K. 2003). Gazi Kitabevi, 708s., Ankara.
- Kurt, H., Demirbağ, E., Kuşcu, İ., (1999). Investigation of Submarine Active Tectonism in the Gulf of Gökova, SW Anatoli-SE Aegean Sea, by Multi-Channel Seismic Reflection Data, Tectonophysics, 305, 477-496.
- Le Pichon, X. ve Angelier, J., 1979. The Aegean Arc and Trench System: A key to the Neotectonic Evolution of the Eastern Mediterranean Area. Tectonophysics, 60, 1-42.
- Le Pichon, X. ve Angellier, J., 1981. The Aegean Sea. Philo-Sophical Transactions of Royal Society, 3000, 357-372, London.
- Le Pichon, X., Chamot-Rooke, N., Lallemand, S., Noomen, R. ve Veis, G., 1995. Geodetic determination of the kinematics of central Greece with respect to Europe, J., Geophys. Res., 100, 12675-12690.
- Lenk, O., Türkezer, A., Ergintav, S., Kurt, A. İ., Belgen, A. 2003. Monitorng the kinematics of Anatolia using permanent GPS network stations, Turkish Jour. Of earth Sci. 12, 55-65.
- Manakou, M.V. ve Tsapanos, T.M., 2000. Seismicty and Seismic Hazard Parameters Evaluation in the Island of Crete and Surrounding Area Inferred from Mixed Data Files. Tectonophysics, 321, 157-178.
- McClusky, S., Balassanian, S., Barka, A., Demir, C., Ergintav, S., Georgiev, I., Gürkan, O., Hamburger, M., Hurst, K., Kahle, H., Kastens, K., Kekelidze, G., King, R., Kotzev, V., Lenk, O., Mahmoud, S., Mishin, A., Nadariya, M., Ouzounis, A., Paradissis, D., Peter, Y., Prilepin, M., Reilinger, R., Sanlı, I., Seeger, H., Tealeb, A., Toksöz, M. N., Veis, G., 2000. Global Positioning System constrains on plate kinematics and Dynamics in the Eastern Mediterranean and Gucalus: Journal of Geophysical Research, V. 105, B3, 5695-5719.
- McGuire, R.K., 2005. EZ-FRISK Versions 7 Manual, Risk Engineerig.
- McKenzie, D. P., 1972. Active tectonics of the Mediterranean region. Geophysical Journal of Royal Astronomical, 30, 109-185.
- McKenzie, D. P., 1972. Active tectonics of the Mediterranean region, Geophy. J. Roy. Astr. Soc., 30, 109-185.
- McKenzie, D. P., 1978. Active tectonics of the Alpine-Himalayan belt: the Aegean Sea and surrounding regions. Geophysical Journal of Royal Astronomical Society 55, 217-254.
- McKenzie, D. P., 1978. Active tectonics of the Alpine-Himalayan belt: the Aegean Sea and surrounding regions. Geophysical Journal of Royal Astronomical Society 55, 217-254.

- McKenzie, D.P., 1978. Active Tectonics of the Alpine-Himalayan Belt: The Aegean Sea and Surroundings Region. *Geophysical Journal of Royal Astronomical Society*, 12, 221-225.
- Mercier, J.L., 1981. Extensional-Compressional Tectonics associated with the Aegean Arc: Comparison with the Andean Cordillera South of Peru-North Bolivia, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A* (300), 337-355.
- Meulenkamp, J.E., Wortel, W.J.R., Van Wamel, W.A., Spakman, W., Hoogerduyn, S.E., 1988. On the Hellenic Subduction Zone and Geodynamic Evolution of Crete in the Late Middle Miocene, *Tectonophysics*, 146, 203-215.
- Miyamura, S., 1962. Magnitude-Frequency Relations and its Bearing to Geotectonics. *Proceedings of the Japan Academy*, 38, 27-30.
- Mogi, K., 1967. Earthquakes and Fractures. *Tectonophysics*, 5, 35-55.
- Mori, J. ve Abercrombie, R.E., 1997. Depth Dependence of Earthquake Frequency-magnitude Distributions in California. *Journal of Geophysical Research*, 102, 15081-15090.
- Nalbant, S. S., 1996. Depremlerin Oluşturduğu Deformasyon ve Gerilme Alanlarının Modellenmesi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, 111s., İstanbul.
- Newmark, N.M. ve Hall, W.J., 1982. Earthquake Spectra and Design. EERI Monograf, 103 s., Berkeley, California.
- Nyst, M. ve Thatcher, W., 2004. New Constraints on active tectonic deformation of the Aegean, *Journal of Geophysical Research*, 109, B11406.
- Okay, A.I. ve Satır, M., 2000. Coeval Plutonism and Metamorphism in a Latest Oligocene Metamorphic Core Complex in Northwest Turkey, *Geological Magazine*, 137, 495-516.
- Olsson, R., 1999. An Estimation of Maximum b-Value in the Gutenberg-Richter Relation. *Journal of Geodynamics*, 27, 547-552.
- Ordaz, M., Aguilar, A., Arboleda, J., 2003. CRISIS2003, Version 1.2.100, Program for Computing Seismic Hazard, Instituto de Ingenieria, UNAM, Mexico.
- Ozalp, S., Emre, Ö., Duman, T.Y., Şaroğlu, F., Özaksoy, V., Elmacı, H., Koç, G., 2009. Çivril Graben Sistemi: Morfotektonik Yapısı ve Diri Fay Özellikleri, GB Türkiye. 62. Jeoloji Kurultayı, 13-17 Nisan 2009, MTA-Ankara, Türkiye.
- Öcal, N., 1968. Türkiye'nin Sismisitesi ve Zلزele Coğrafyası 1850-1960 Yılları için Türkiye Zلزele Kataloğu. Milli Eğitim Bakanlığı İstanbul Rasathanesi Sismoloji Yayınları, 8, İstanbul.

- Özbey, C., Sarı, A., Manuel, L., Erdik, M., Fahjan, Y., 2004. An Empirical Attenuation Relationship for Northwestern Turkey Ground Motion Using a Random Approach. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 24, 115-125.
- Özmen, B., 2000. 17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi Depremi'nin hasar Durumu (Rakamsal Verilerle). Deprem Raporu, TDV/DR 010-53.
- Özmenek, Ş.G., 1996. Marmara Bölgesinin Deprem Risk Analizi (39.50°-41.50°K, 28.00°-32.00°K). Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli.
- Pampal ve Özmen, 2007. Türkiye'nin Deprem Bölgeleri Haritaları ve Deprem Yönetmeliklerinin Tarihsel Gelişimi Gerçeği, Ümit Ofset Matbaacılık, 1007 s., Ankara.
- Papazachos, B. C., 1974. Dependence of the Seismic Parameter b on the Magnitude Range. *Pure and Applied Geophysics*, 112, 1059-1065.
- Papazachos, B. C., 1999. An Alternative Method for a Reliable Estimation of Seismicity with an Application In Greece And The Surrounding Area. *Bulletin of Seismology Society of America* 89, 111-119.
- Papazachos, B.C. ve C.B., Papazachou, 1997. The Earthquakes of Greece, Ziti Publication Thessaloniki, 304p, Greece.
- Papazachos, B.C., Karakostas, V.G., Papazachos, C.B., Scordilis, E.M., 2000. The geometry of the Wadti-Benioff Zone and Lithospheric Kinematics in the Hellenic Arc, *Tectonophysics*, 319, 275-300.
- Papazachos, B.C., ve Papaioannou, C.H.A., 1999. Lithospheric Boundaries and Plate Motions in the Cyprus Area. *Tectonophysics* 308, 193-204.
- Papazachos, B.C. ve Comniakis, P.E., 1971. Geophysical and Tectonic Features of the Aegean Arc. *Journal of Geophysical Research*, 76, 35, 8517-8533.
- Paradisopoulou, P. M., Papadimitriou, E. E., Karakostas, V. G., Taymaz, T., Kiliş, A. ve Yolsal, S., 2010. Seismic Hazard Evaluation in Western Turkey as Revealed by Stress Transfer and Time-Dependent Probability Calculations. *Pure and Applied Geophysics*, 167, 1013-11048.
- Paton, S., 1992. The Relationship Between Extension and Volcanism in Western Turkey, the Aegean Sea and Central Greece. PhD Thesis, Cambridge University.
- Patton, S., 1992. Active normal faulting, drainage patterns and sedimentation in southwestern Turkey, *Journal of the Geological Soc. of London*, 149, 1031-1044.

- Pınar, A., Honkura, Y. ve Kuge, K., 2001. Seismic Activity Triggered by the 1999 Izmit Earthquake and its Implications for the Assessment of Future Seismic Risk. *Geophysical Journal International*, 146, F1-F7.
- Pınar, E. ve Lahn, E., 2001. Türkiye Depremleri İzahlı Kataloğu. Yıldız Teknik Üniversitesi Vakfı Yayınları, II. Basım, 2001.007, Yıldız Teknik Üniversitesi Basın Yayın Merkezi, İstanbul.
- Pınar, N. ve Lahn, E., 1952. Türkiye Depremleri İzahlı Kataloğu. Bayındırlık Bakanlığı, Yapı ve İmar İşleri Reisliği, 6, Ankara.
- Poisson, A., Yağmurlu, F., Bozcu, M., Şentürk, M., 2003. New Insights on the Tectonic Setting and Evolution Around the Apex of the Isparta Angel. *Journal of Geology*, 38, 257-282.
- Polat, O., Gök, E. ve Doğuser, Y., 2008. Earthquake Hazard of the Aegean Extension Region (West Turkey). *Turkish Journal of Earth Science*, 17, 593-614.
- Poyraz, S.A. ve Kalafat, D. (2013). Sismoloji’de CBS Uygulamaları. *Jeofizik*, 18, 47-58.
- Price, S.P. ve Scott, B., 1994. Fault-Block Rotations at the Edge of a Zone of Continental Extension, Southwest Turkey. *Journal of the Structural Geology*, 16-381-392.
- Purcaru, G., 1975. A New Magnitude- Frequency Relation for Earthquakes and a Classification of Relation Types. *Geophysical Royal Journal Astronomical Society*, 42, 61-79, London.
- Ramsay, J. G., 1967. Folding and fracturing of rocks, McGraw-Hill, New York.
- Reasenber, P. A. ve Simpson, R. W., 1992. Response Of Regional Seismicity to the Static Stress Change Produced By The Loma Prieta Earthquake. *Science* 255, 1687-1690.
- Richter, C.F., 1958. Elementary Seismology. Classic Book, 578p. San Francisco.
- Riznichenko, Y.V., 1959. Methods for Large-Scale Determination of Focus Coordinates of Nearby Earthquakes and Velocities of Seismic Waves in the Focal Region. Society for the Scientific Study of Reading, 4.
- Robinson, R. ve McGinty, P., 1999. The Enigma of the Arthur’s Pass, New Zealand, Earthquake, 2: The Aftershock Distribution and its Relation to the Regional and Induced Stress Fields. *Journal of Geophysical Research*.
- Rubey, W.W. ve Hubbert, M.K., 1959. Role of fluid pressure in mechanics of overthrust faulting, II. Overthrust belt in geosynclinal area of western Wyoming in light of fluid-pressure hypothesis. *Bulletin of the Geological Society of America*, 70, 167-206.

- Sadigh, K., Chang, C.Y., Egan, J.A., Makdisi, F., Youngs, R.R. 1997. Attenuation Relationship for Shallow Crustal Earthquakes Based on California Strong Motion Data. *Seismological Research Letters*, 68 (1), 180-189.
- Sarıca, N., 2000. The Plio-Pleistocene Age of Büyük Menderes ve Gediz Grabens and Their Tectonic Significance on N-S Extensional Tectonics in West Anatolia: Mammalian Evidence from the Continental Deposits, *The Journal of Geology*. 35, 1-24.
- Sayıl, N. ve Osmañşahin, İ., 2007. An Investigation of Seismicity for Western Anatolia. *Natural Hazards*, 44, 51-64.
- Scholz, C.H., 1968. The Frequency-Magnitude Relation of Microfracturing in Rocks and its Relation to Earthquakes. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 58, 399-415.
- Scordilis, E.M., 2006. Empirical Global Relations Converting M_s And M_b To Moment Magnitude. *Journal of Seismology* 10, 225-236.
- Seçkin, S., Gök, E., Polat, O., 2007. Farklı Azalım İlişkisi Modellerine Göre Ege Bölgesi'nin Deprem Tehlikesi. *Aktif Tektonik Araştırma Grubu 11. Çalıştayı*, 8-9 Kasım, TÜBİTAK MAM Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü Gebze-Kocaeli.
- Sertçelik, F. ve Başer, O., 2010. Güney Ege Bölgesi'nde Yapay ve Doğal Kaynaklı Titreşimlerin Ayırt Edilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Dergisi*, 31 (3), 233-245.
- Seyitoğlu, G. ve Scott, B. C., 1991. Late Cenozoic crustal extension basin formation in west Turkey, *Geological Magazine*, 128, 155-166.
- Seyitoğlu, G. ve Scott, B. C., 1996. The age of the Alaşehir graben (west Turkey) and its tectonic implications, *Geological Journal*, 31, 1-11.
- Seyitoğlu, G. ve Scott, B.C., 1991. Late Cenozoic Crustal Extension and Basin Formation in West Turkey. *Geological Magazine*, 128, 155-166.
- Seyitoğlu, G. ve Scott, B.C., 1992. The age of the Büyük Menderes Graben (West Turkey) and Its Tectonic Implications. *Geological Magazine*, 129, 239-241.
- Seyitoğlu, G. ve Scott, B.C., 1996. Late Cenozoic Extensional Tectonics in West Turkey: Tectonic Escape vs. Back-arc Spreading vs. Orogenic Collapse. *Journal of Geodynamics*, 22: 145-153.
- Seyitoğlu, G., Tekeli, O., Çemen, İ., Şen, Ş., Işık, V., 2002. The Role of the Flexural Rotation/Rolling Hinge Model in the Tectonic Evolution of the Alaşehir Graben, Western Turkey. *Geological Magazine*, 139, 15-26.
- Sezer, L.İ., 2003. Marmara Bölgesi'nde Deprem Aktivitesi ve Riski, *Ege Coğrafya Derisi*, 12, 29-38, İzmir.

- Shebalin, N.V., Karnik, V., Hadzievski, D., 1974. Catalogue of Earthquakes of the Balkan Region. UNDP-UNESCO Survey of the Seismicity of the Balkan Region. Part I and Part II, 600, Skopje.
- Simpson, R.W. ve Reasenber, P.A., 1994. Earthquake-induced static-stress changes on central California faults. United States Geological Survey, 1550-F, 55-89.
- Soysal, H., Sipahioğlu, S., Kolçak, D., Altınok, Y., 1981. Türkiye ve Çevresinin Tarihsel Deprem Kataloğu, M.Ö.2100-M.S.1900. TÜBİTAK Temel Bilimler Araştırma Grubu 341, 87s, İstanbul.
- Sözbilir, H. Ve Emre, T., 1996. Menderes Masifi'nin Neotektonik Evriminde Oluşan Supradetachment Havzalar ve Rift Havzaları. 49. Türkiye Jeoloji Kurultayo Bildiri Özleri, 30-31, Ankara.
- St. Amand, P., 1956. Two Proposed Measures of Seismicity. Bulletin of the Seismological Society of America, 46, 1, 41-45.
- Stein, R. S. ve Lisowski, M. J., 1983. The 1979 Homestead Valley Earthquake Sequence, California: Control of Aftershocks and Postseismic Deformation. Journal of Geophysical Research, 88, 6477-6490.
- Stein, R. S., King, G. C. P. Ve Lin, J., 1992. Change in Failure Stress on the Southern San Andreas Fault System Caused By The 1992 Magnitude=7.4 Landers Earthquake. Science 258, 1328-1332.
- Stein, R. S., King, G. C. P. Ve Lin, J., 1994. Stress Triggering of the 1994 M=6.7 Northridge, California, Earthquake by its Predecessors. Science, 265, 1432-1435.
- Stewart, I.S. ve Hancock, P.L., 1990. What is a fault scarp? Episodes 13, 256-263.
- Şahin, Ş., 2004. Güneybatı Anadolu'da Gerilme Dağılımı ve Burdur Fayına Olan Etkisi. İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi, C. 17, 1, 1-9.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö., Boray, A., 1987. Türkiye'nin Diri Fayları ve Depremselliği. Maden Tetkik Arama ve Genel Müdürlüğü, Rapor No:8174, Ankara.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö., Boray, A., 1992. 1:1000000 Türkiye Diri Fay Haritası, Maden Tetkik Arama, Ankara.
- Şen, G. ve Akyol, E., 2006. Mevcut Azalım İlişkilerinin Ege Bölgesi Depremleri İçin Kullanılabilirliği. Yedinci Uluslararası İnşaat Mühendisliğinde Gelişmeler Kongresi, 13-13 Ekim, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Şengör, A.M.C., 1987. Cross-faults and differential stretching of hanging walls in regions of low-angle normal faulting: examples from western Turkey. Coward, M. P., Dewey, J.F. ve Hancock, P. (Ed) Continental extensional tectonics. Geological Society, London, Special Publication, 28, 575-589.

- Şengör, A.M.C., Görür, N. ve Şaroğlu, F., 1985. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study. In: Biddle, K. T. And Christie-Blick, N. (Eds.), Strike-slip deformation, Basin Formation and Sedimentation. Society of Economic Mineralogist and Paleontologists Special Publication 37, 227-264.
- Şengör, A.M.C., 1979. The North Anatolian Transform Faults: Its Ages, Offset and Tectonic Significance, Journal of Geology Society, 136, 269-282.
- Şengör, A.M.C., 1980. Türkiye'nin Neotektoniğinin esasları, Türkiye Jeoloji Kurumu Konferans Serisi, 2.
- Şengör, A.M.C., 1982. Ege'nin Neotektonik Evrimini Yöneten Etkenler. Batı Anadolu'nun Genç Tektoniği ve Volkanizması Paneli, Türkiye Jeoloji Kurultayı, 71s.
- Şengör, A.M.C., Görür, N., Şaroğlu, F., 1985. Strike-slip Faulting and Related Basin Formation in Zones of Tectonic Escape: Turkey as a Case Study, in Strike-slip Faulting and Basin Formation, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication, 227-264.
- Tabban, A. ve Gencoğlu, S., 1975. Deprem ve Parametreleri, Deprem Araştırma Bülteni, 11:7-83.
- Taymaz, T. ve Tan, O., 2001. Source Parameters of June 6, 2000 Orta-Çankırı (Mw=6.0) and December 15, 2000 Sultandağ-Akşehir (Mw=6.0) Earthquakes Obtained from Inversion of Teleseismic P and ShBody Wave Forms. Symposia on Seismotectonics of the North-Western Anatolia-Aegean and Recent Turkish Earthquakes, 8 May 2001, Atlas, 96-107, Turkey.
- Taymaz, T., Jackson, J. A. ve McKenzie, D., 1991. Active tectonics of the North and central Aegean Sea, Geophys. J. Int., 106, 433-490.
- Tekin, F. Ve Hafızoğlu, E., 2011. Batı Anadolu'daki Önemli Fay Zonları ve Depremselliğe Etkileri. Soma Meslek Yüksekokulu Dergisi, 1, 4-11.
- Temiz, U. ve Gökten, Y. E., 2011. M_s 6.8 19 Nisan 1938 Akpınar (Kırşehir) Depreminin Coulomb Gerilme Analizi. Türkiye Jeoloji Bülteni, 54, 3.
- Terzaghi, K., 1962. Theoretical Soil Mechanics. John Wiley and Sons, New York.
- Toda, S., Stein, R., Lin, J., Sevilgen, V., 2010. Coulomb, User Guide.
- Tsapanos, T.M., Galanopoulos, D.G., Burton, P.W., 1994. Seismicity in the Hellenic Volcanic Arc: Relation Between Seismic Parameters and the Geophysics Fields in the Reion, Geophysical Journal International, 117, 1677-1687.
- Tunçel, A., 2008. Sismik Kırılma Yöntemi Ve Mikrotremör Ölçümlerinden Elde Edilen Dinamik Zemin Parametrelerinin Karşılaştırılması. Dokuz Eylül

Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi, 160 s., İzmir.

- Türker, T., 2014. Batı Anadolu Bölgesi ve Civarı İçin Deprem Tehlike Parametrelerinin Bayes Yaklaşımı Yöntemi İle Değerlendirilmesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeofizik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 96s, Trabzon.
- UDAP, 2005. Ulusal Deprem Araştırma Programı (Strateji, Araştırma Alanları ve AR-GE Konuları) Hazırlık Programı.
- Ullman, W. ve Maaz, R. (1966). A New Method for Computation of Seismicity. Pure and Applied Geophysics, 63, 15-22.
- Uluğ, A., Duman, M., Ersoy, Ş., Özel, E. ve Avcı, M., (2005). Late Quaternary Sea-Level Change, Sedimentation and Neotectonics of the Gulf of Gökova: Southeastern Aegean Sea, Marine Geology, 221, 381-395.
- Ulusay, R., Tuncay, E., Sonmez, H. ve Gökçeoğlu, C., 2004. An Attenuation Relationship BAsed on Turkish Strong Motion Data and Iso-Acceleration Map of Turkey. Engineering Geology, 74, 265-291.
- Utkucu, M., Budakoğlu, E., Durmuş, H., 2011. Marmara Bölgesinde (KB Türkiye) Depremsellik ve Deprem Tehlikesi Üzerine Bir Tartışma. Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, 32 (3), 187-212.
- Utkucu, M., Çetin, C., Alptekin, Ö., 2005. 12 Kasım 1999 Düzce Depremi Artçı Depremlerinden Hesaplanan b ve p Değerlerinin Uzaysal ve Zamansal Dağılımı ve Gelecekteki Sismik Tehlike Açısından Değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Dergisi, 26 (1), 75-91.
- Utkucu, M., Nalbant, S.S., McCloskey, J., Steacy, S., Alptekin, Ö., 2003. Slip Distribution and Stress Changes Associated with the 1999 November 12, Düzce (Turkey) earthquake (Mw=7.1). Geophysical Journal International, 153, 229-241.
- Üçer, S. B., 1968. The fault plane solutions of Muğla earthquake on May 23, 1961. Milli Eğitim Bakanlığı Kandilli Rasathanesi Yayını, 20.
- Vanmarcke, E.H., 1976. Structural Response to Earthquakes. Seismic Risk and Engineering Decisions, Elsevier, 8, 287-338, Amsterdam.
- Vannucci, G. ve Gasperini, P., 2003. A Database of Revised Fault Plane Solutions for Italy and Surrounding Regions. Computer&Geosciences, 29, 903-909.
- Vidal, N., Alvarez-Marón, J., Klaeschen, D., 2000. The Structure of the Africa-Anatolian Plate Boundary in the Eastern Mediterranean. Tectonics, 19, 723-739.

Wang, J.H., 1988. B-Values of Shallow Earthquakes in Taiwan. Bulletin of the Seismological Society of America, 78, 1243-1254.

web.deu.edu.tr

Wiemer, S. Ve Wyss, M., 1997. Mapping the Frequency-Magnitude Distribution in Asperities: An improved Technique to calculate recurrence times. Journal of Geophysical Research, 102, 15115-15128.

Wiemer, S., 2001. A Software Package to Analyze Seismicity: Zmap, Seismological Research Letters, 72(2),374-383.

www. wikipedia.org

www.afad.gov.tr

www.emsc-csem.org

www.ibb.gov.tr

www.koeri.boun.edu.tr

www.seismology.harvard.edu

Yağmurlu, F. ve Şentürk, M., 2005. Güneybatı Anadolu'nun Güncel Tektonik Yapısı. Türkiye Kuvaterner Sempozyumu V, İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 02-03 Haziran 2005, 55-61, İstanbul.

Yağmurlu, F., Savaşın, Y., Ergün, M., 1997. Relation of Alkine Volcanism and Active Tectonism within the Evolution of the Isparta Angle, SW Turkey. The Journal of Geology, 105, 717-728.

Yalçın, G., Gülen, Levent, Utkucu, M., 2013. Türkiye ve Yakın Çevresinin Aktif Fayları Veri Bankası ve Deprem Tehlikesinin Araştırılması, Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, 34(3), 133-160.

Yalçın, H., Kutunis, M., Özbayraktar, G., 2013a. Bursa Şehri Yerel Tasarım Spektrumunun Olasılıksal Sismik Tehlike Analizi İle Elde Edilmesi. 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 25-27 Eylül, Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay.

Yalçın, H., Özaltan, İ., Kurnazi T.F., 2013b. Gediz Fayı ve Yakın Çevresinin Deprem Tehlike Analizi. 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 25-27 Eylül, Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay.

Yalçınkaya, E. ve Alptekin, Ö., 2003. Dinar'da Zemin Büyütmesi ve 1 Ekim 1995 Depreminde Gözlenen Hasarla İlişkisi. Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, 27, 1-13.

- Yalçınkaya, E., 2013. Deprem İstatistiği (Depremsellik ve Parametreleri), İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü Ders Notları. İstanbul.
- Yang, C.Y., 1986. Random Vibration of Structures. John Wiley and Sons, 295s., New York.
- Yılmaz, Y., 1997. Geology of Western Anatolia In: Schindler, C ve Pfister, M. (Eds.) Active tectonics of Northwestern Anatolia-The Marmara Poly Project; A Multidisciplinary approach by Space Geodesy, Geology, Hydrogeology, Geothermics and Seismology. Vdf. Hochschulverlag, 31-53, Zurich.
- Yılmaz, Y., 2000. Tectonics and geological development of Western Anatolia, International Earth Sciences Colloquium on the Aegean Region, Abstract, 16, İzmir.
- Yılmaz, Y., Genç, S.C., Gürer, F., Bozcu, M., Yılmaz, K., Karacık, Z., Altunkaynak, Ş., Elmas, A., 2000. When Did the Western Anatolian Grabens Begin to Develop? Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area, Geological Society Special Publication 173, Geological Society, 353-384, London.
- Yolsal, S., 2008. Girit-Kıbrıs Yayları ve Ölü Deniz Fay Zonu Çevresinde Oluşan Depremlerin Kaynak Mekanizması Parametreleri Kayma Dağılımları ve Tarihsel Tsunami Simülasyonları. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 523s, İstanbul.
- Yolsal, S., ve Taymaz, T., 2010. Gökova Körfezi Depremlerinin Kaynak Parametreleri ve Rodos-Dalaman Bölgesinde Tsunami Riski. İstanbul Teknik Üniversitesi itüdergisi/d mühendislik, 9, 3,53-65.
- Youngs, R.R., Chiou, S.J., Silva, W.J., Humpert, J.R., 1997. Strong Ground Motion Attenuation Relationship for Subduction Zone Earthquakes. Bulletin of the Geological Society of America 68 (1), 58-73.
- Yücemen, M.S. ve Deniz, A., 2006. Eskişehir Yöresi İçin Deprem Tehlikesinin Stokastik Yöntemlerle Belirlenmesi. Yapı Mekaniği Semineri, Bildiriler Kitabı, Osman Gazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Yücemen, S., 1982. Sismik Risk Analizi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi İdari Bilimler Fakültesi Yayını, 41, Ankara.
- Zanchi, A., Kissel, C. ve Tapırdamaz, C., 1990. Continental deformation in western Turkey: A structural and paleomagnetic approach: Proceedings of the International Earth Sciences Colloquium on the Aegean Region, 357-367.

EKLER

EK A. Çizelgeler



EK A. Çizelgeler

Çizelge A. 1. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K Enlem ve 26.00°-32.00° D Boylam) tarihsel dönemde meydana gelen depremler

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Şiddet	Açıklama	Referans
M.Ö. 496	38.40	26.20	Sakız Adası	VIII	Heredot'a göre Lade deniz savaşından hemen önce olan bu depremde bir okulun damı çökmüş ve 120 öğrenciden sadece biri kurtulmuştur.	web.deu.edu.tr
M.Ö. 304	-	-	İzmir-Aydın	VII	-	Eravcı vd. (2007)
M.Ö. 222	36.50	28.00	Rodos-Kıbrıs (Tsunami)	X	-	KOERI
M.Ö. 185	36.00	28.00	Rodos-Kıbrıs	IX	-	KOERI
M.Ö. 65	37.75	29.25	Honaz-Denizli	VII	-	Eravcı vd. (2007)
M.Ö. 31	37.85	27.85	Aydın	VIII	-	Eravcı vd. (2007)
M.Ö. 26	37.85	27.85	Aydın	IX	-	KOERI
M.Ö. 20	-	-	Denizli- Akhisar-Sakız Adası	VIII	-	Eravcı vd. (2007)
11	37.80	27.80	Aydın	VIII	-	Eravcı vd. (2007)
17	38.40	27.50		X	İzmir, Efes, Aydın, Manisa, Alaşehir, Sart Gediz ve Büyük Menderes nehirlerinin vadilerinde tahribat yaratmıştır. Batı Anadolu'da Efes'le birlikte 13 önemli İyon şehri tamamen yıkılmıştır	Emre vd. (2005)

Çizelge A. 1. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) tarihsel dönemde meydana gelen depremler (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Şiddet	Açıklama	Referans
24.11.29	40.40	27.70	İznik-İzmit	IX	-	KOERI
33	40.40	29.70	İznik-Kocaeli-Bursa ve civarı	VIII	-	Adatepe ve Erel (2005)
44	38.20	27.40	Manisa	VIII	Efes Depremi	Ergin vd., (1967)
60	37.90	29.20	Pamukkale-Honaz- Denizli	IX	-	KOERI
68	37.74	27.40	Denizli	VII	-	Eravcı vd. (2007)
02.01.69	40.40	29.70	İznik-İzmit	VII	-	Adatepe ve Erel (2005)
105	38.90	27.00	Çandarlı Körfezi- Yunanistan	VIII	Eusebios'a göre; Aliaga, Limni Adası, Çandarlı ve Nemrut Limanı bir depremle harap olmuştur.	Emre vd. (2005), KOERI
110	37.00	26.00	İzmir-Efes	IX	-	KOERI
120	40.40	29.70	İznik-İzmit	VIII	-	Adatepe ve Erel (2005)
155	36.30	28.00	Rodos-Muğla- Fethiye	X	-	KOERI
160-165	38.41	27.20	İzmir	VI	-	Ergin vd. (1967)
03.05.170	40.10	28.00	Bandırma-Erdek- Gemlik	IX	-	KOERI
176-177	38.60	26.65	Milet-Sakız Adası- Sisam Adası	VII	Bu depremde tamamen hasar gören İzmir Marcus Aurelius'un emri ile yeniden inşa edilmiştir.	Emre vd. (2005)
177	38.40	27.10	İzmir-Sakız-Sisam	X	-	KOERI

Çizelge A. 1. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) tarihsel dönemde meydana gelen depremler (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Şiddet	Açıklama	Referans
178	38.30	27.10	-	VIII	İzmir harap olmuş; zeminde çatlaklar açılmış ve küçük iç liman kapanmıştır. Şehir tekrar inşası için 10 yıl süreyle vergilerden muaf tutulmuştur.	Emre vd. (2005)
190	38.66	26.75	Foça	VI	-	Ergin vd. (1967)
253	39.10	27.15	Bergama	IX	Bergama'da ağır hasar meydana gelmiştir. Bergama Müze Müdürü Osman Bayatlı'ya göre meşhur Asklepeyon bu depremde yıkılmıştır.	Lahn ve Pınar (1952)
262	-	-	Batı Anadolu (Tsunami)	IX	-	Eravcı vd. (2007)
325	41.00	29.00	İstanbul	IX	-	KOERI
350	40.80	30.00	İzmit-İznik	VIII	-	Adatepe ve Erel (2005)
24.08.358	40.75	29.90	Kocaeli-İznik-İstanbul (Tsunami)	IX	-	KOERI
362	40.75	29.60	İznik-İzmit-İstanbul	VIII	-	Adatepe ve Erel (2005)
427	41.00	29.00	İstanbul-İzmit-İznik	IX	-	KOERI

Çizelge A. 1. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) tarihsel dönemde meydana gelen depremler (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Şiddet	Açıklama	Referans
08.12.447	40.80	29.60	İstanbul-İzmit	IX	Artçı sarsıntıları 40 gün sürmüş bir depremdir. İstanbul'un kara surlarındaki 57 burç hasar görmüştür. İmparator Konstantin tarafından yaptırılan onarım çalışmaları 2 ayda tamamlanmıştır. Bu onarım ile ilgili yazıt Mevlevihane kapısında bulunmaktadır.	KOERI Hoşgören (2000)
468	-	-	İzmir-Aydın-İstanköy	VIII	-	Eravcı vd. (2007)
25.09.478	40.80	29.00	İstanbul	IX	-	KOERI
494	37.90	29.20	Denizli	VIII-IX	-	Eravcı vd. (2007)
06.09.543	40.35	27.80	Erdek-Bandırma (Tsunami)	IX	Erdek'te tahribat yaratmış yüzeyde yarıklar açılmıştır. Denizde sismik dalgalar oluşmuş özellikle Bandırma ve Erdek'de hasar meydana gelmiştir.	KOERI Ergin vd. (1967)
15.08.553	40.75	29.10	İstanbul-Kocaeli	X	-	KOERI
15-16.08.555	41.04	28.98	-	X	İstanbul kentini çeviren surlarda ve bazı kiliselerde önemli hasar ve yıkılmalar meydana gelmiştir. Ege Adaları'nda ve Anadolu'nun geniş bir kısmında hissedilen bu deprem Marmara Denizi'nde sismik dalgalar oluşturmuştur.	Hoşgören (2000)
688	38.40	27	İzmir	IX	20000 kişi hayatını kaybetmiştir.	Lahn ve Pınar (1952)

Çizelge A. 1. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) tarihsel dönemde meydana gelen depremler (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Şiddet	Açıklama	Referans
700	-	-	Pamukkale	-	Denizli Müze Müdürlüğü'nün yaptığı Bizans Dönemi'ne ait araştırmalara göre Pamukkale'de hasar tespit edilmiştir.	Eravcı vd. (2007)
715	40.40	29.70	İznik-İstanbul	IX	-	KOERI
740	40.80	29.00	-	VIII	İstanbul'da büyük hasara yol açmış bir depremdir. Aya İrini Kilisesi dahil bir çok bina hasar görmüş, İstanbul surları harap olmuştur. İmparator III: Leon surların onarımı için özel bir vergi koymuş ve fon oluşturmuştur. Bu onarım faaliyeti surlarda bulunan 11 adet yazıtla belgelenmiştir.	
16.05.865	41.00	29.00	İstanbul	IX	-	KOERI
26.10.986	41.00	29.00	İstanbul (Tsunami)	IX	-	KOERI
01.1010	41.00	29.00	-	VIII	Artçı sarsıntıları 2-3 ay sürmüş bir depremdir. Dış merkezi Sarayburnu kıyısı yakınlarında yer alan bu depremde bugünkü Fatih Camii'nin yerinde bulunan Havarium Kilise'si yıkılmıştır.	Hoşgören (2000)
1039	38.40	27.30	-	VIII	Birçok bölge ve şehir bu deprem dolayısıyla hasar görmüştür. Birçok insan ölmüştür.	Emre vd. (2005)
1040	38.40	27.30	İzmir	VII	-	Ergin vd. (1967)
23.09.1064	40.40	28.90	İznik-Bandırma-İstanbul (Tsunami)	IX	-	KOERI

Çizelge A. 1. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) tarihsel dönemde meydana gelen depremler (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Şiddet	Açıklama	Referans
08.08.1304	36.50	27.50	Rodos-Girit- Kıbrıs	X	-	KOERI
23.09.1344	41.00	29.00	İstanbul	IX	-	KOERI
03.1354	40.70	27.00	Gelibolu- Bolayır-Malkara	IX	-	KOERI
1358	-	-	Pamukkale	-	-	Eravcı vd. (2007)
20.03.1389	38.40	26.30	İzmir ve Sakız Adası (Tsunami)	VIII	Palermo ve Vatikan'daki kütüphanelerde bulunan iki yazma eserde Castro'nun büyük bölümünün bu depremde harap olduğu ve bu depremin birçok binayı çatlatıp kırdığı belirtilir. İzmir, Foça (Phocaea) kulesi ve Ikaria Adası da (Sisam Nomos'u) harap olmuştur.	Emre vd. (2005), KOERI
1462	41.00	29.00	İstanbul	IX	-	KOERI
03.10.1481	36.00	28.00	Rodos- Güneybatı Anadolu (Tsunami)	IX	-	KOERI
18.08.1493	36.75	27.00	İstanköy Adası	IX	-	KOERI

Çizelge A. 1. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) tarihsel dönemde meydana gelen depremler (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Şiddet	Açıklama	Referans
14.09.1509	40.75	29.00	İstanbul- Edirne	IX	Artçı sarsıntıları 45 gün süren depremde kimi kaynaklara göre 5000 kişi kimi kaynaklara göre 13000 kişi hayatını kaybetmiştir. 109 cami ile 1070 ev yıkılmıştır. Ayasofya'nın bir minaresi ile Topkapı Sarayı'nın Bahçekapı'ya kadar olan surları yıkılmıştır. Galata Kulesi tahrip olmuş ve Galata surları yıkılmıştır. Bu arada Kız Kulesi de yıkılmış, Yoros Kalesi zarar görmüştür. Marmara kıyılarında tsunami olayı meydana gelmiştir. Padişah II. Beyazıd, İstanbul'un yeniden imarı konusunda divan toplamış ve bu divanda her evden bir kişinin çağrılmasına ve hane başına 22 akçe vergi konulmasına karar verilmiştir. Onarım işlerinde çalıştırılmak üzere Anadolu ve Rumeli'den paralı işçi toplatılmıştır. 1 Haziran 1510'da bitirilen bu imar çalışmalarlarıyla ilgili olarak Silivri ve Edirne Kapı'larına birer yazıt konulmuştur.	Hoşgören (2000) KOERI
1595	38.50	27.90	Turgutlu- Salihli- Manisa	VIII	-	Eravcı vd. (2007)
1639	38.41	27.20	İzmir	VI	-	Ergin vd. (1967)
1644	38.41	27.20	İzmir	VII	-	Ergin vd. (1967)

Çizelge A. 1. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) tarihsel dönemde meydana gelen depremler (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Şiddet	Açıklama	Referans
1645-1646	-	-	Büyük Menderes Vadisi		Deprem, Nazilli'deki binaların yıkılmasına ve 500 kişinin ölmesinde neden olmuştur. Kuyucak ve Yenice köylerinde heyelanlar meydana gelmiştir.	Demirtaş (2010)
09.06.1651	37.80	29.30	Honaz-Denizli	VIII	-	Eravcı vd. (2007)
23.02.1653	37.90	28.30	Aydın	IX	Hasar bölgesi, kuzeyde Ezine'den güneyde Mandalya Körfezi'ne kadar, batıda İzmir ve Adalar'dan doğuda Alaşehir ve Denizli'ye kadar uzanır. Depremde 3000 kişi hayatını yitirmiş ve birçok kişi de yaralanmıştır. Hafif şiddette artçı depremler 40 gün boyunca devam etmiştir.	KOERI, Lahn ve Pınar (1952), Demirtaş (2010)
20.05.1654	38.50	27.10	-	VIII	Deprem İzmir'de birçok kule ve caminin yıkılmasına ve birçok evin çökmesine, birçok da can kaybına neden olmuştur. Birçok kent sakini evlerini bırakıp açıkta kamp yapmışlardır. 25 Haziran'a kadar artçı sarsıntılar hissedilmiştir.	Emre vd. (2005)
06.02.1659	41.00	29.00	İstanbul	IX	-	KOERI
02.06.1664	38.41	27.20	-	VII	Genel panik yaratan ve birkaç evi yıkan bir depremdir.	Emre vd. (2005)
1668	38.41	27.20	-	IX	İzmir'de tahribat yapmış, yangınlar çıkmıştır. 2000 kişinin öldüğünden bahsedilir.	Emre vd. (2005)

Çizelge A. 1. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) tarihsel dönemde meydana gelen depremler (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Şiddet	Açıklama	Referans
23.01.1674	38.40	26.30	Sakız Adası	VII	Gezgin Johan Michael Wansleben'e göre geceyarısından sonra bir çok ev ve sarayı çatlatan çok fena bir deprem meydana gelmiştir. İzmir'de ve Ege'de hissedilen bu depremi diğer küçük sarsıntılar takip etmiştir.	Maravelakis, 1938 Papazachos, 1997
14.02.1680	38.40	27.20	-	VII	İzmir'e 10 mil uzaklıktaki 3 kasaba yerle bir olmuştur. İzmir'den 1.5 saat uzaklıktaki bir dağ Carbon köyünün üzerine çökmüştür (heyelan).	Emre vd. (2005)
1684	38.30	26.20	Sakız Adası	VI	Gezgin Mansuette de Nautenil'e göre Sakız Adası'nda gece ve gündüz iki veya üç kere olmak üzere çok kuvvetli depremler meydana gelmiştir.	Maravelakis, 1938 Papazachos, 1997
18.12.1687	38.41	27.20	İzmir	V	-	Ergin vd. (1967)
10.07.1688 12.07.1688	38.40	27.90	İzmir	X	İzmir'de büyük tahribat meydana gelmiştir. Depremden sonra yapılan ölçümlerde İzmir'de deniz kıyısı, karanın yaklaşık 60 cm çökmesi sonucunda karaya doğru ilerlemiş ve yaklaşık 100 ayak genişliğinde bir kanal oluşmuştur. Kıyıdan içlere doğru gidildikçe hasarın azaldığı gözlenmiştir. Depremin hissedildiği Turgutlu, Alaşehir ve Manisa'da ise hafif hasarlar meydana gelmiştir. Bu depremle ilgili hazırlanmış bir Fransız raporunda şehirde 15000-16000 kişinin hayatını kaybettiği ve çok sayıda kişinin de deprem sonrası çıkan yangınlarla perişan olduğu belirtilmiştir. Bir kısım halk İzmir'i terk ederek civar köylere yerleşmiştir.	Ergin vd. (1967)

Çizelge A. 1. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) tarihsel dönemde meydana gelen depremler (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Şiddet	Açıklama	Referans
13.01.1690	38.60	27.40	-	VII/6.4	Bu deprem İzmir ve ona yakın alanlarda hasara neden olmuştur. Sahil boyunca hasar yaratan deprem içerlere doğru etkisini arttırmıştır.	Emre vd. (2005)
25.02.1702	37.80	29.10	-	VIII	-	Eravcı vd. (2007)
03.07.1709	-	-	Foça	-	Eski Foça kalesi tahrip olmuştur. Kale içindeki 30-40 evde bu depremde ağır hasar görmüştür.	Ergin vd. (1967)
1717	-	-	Denizli-Sarayköy-Honaz	-	6000 kişi hayatını kaybetmiştir.	Eravcı vd. (2007)
25.05.1719	40.70	29.50	İstanbul-İzmit-Karamürsel	IX	Dışmerkezi Hersek Deltası'nın güney kenarı yakınında yer alan etkili bir depremdir. Öğlene doğru meydana gelen ve 3 dakika süren depremde bazı camilerin mineralleri yıkılmış bazılarının ise kubbeleri çatlamış ve çökmüştür. Kara surlarının Edirnekapı'da Mihrimah Sultan Camii karşısındaki bölümü ile Marmara surlarının Yedikule-Ahırkapı arasındaki kısmının duvar ve burçları hasar görmüştür. Sirkeci'de Topkapı Sarayı surlarının Haliç'e ulaştığı yerde bulunan Yalı Köşkü civarındaki kayıkhanelerden bir kısmı yıkılmıştır. Onarım işleri Padişah III. Ahmet ve Sadrazam Damat İbrahim Paşa tarafından yaptırılmıştır (1722).	Hoşgören (2000) KOERI

Çizelge A. 1. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) tarihsel dönemde meydana gelen depremler (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Şiddet	Açıklama	Referans
09 (10).1723	38.40	27.00	-	VIII	İzmir'e gelen bir misafire göre depremde iki ay sonra sarsını 60 evi yerle bir edip insanları öldürmüştür. Baykara (1974) aynı depremi 1723 yılı ekim ayında vermiş ve ilaveten 500 kişinin hayatını kaybettiğini belirtmiştir.	Baykara (1974) Emre vd. (2005)
23.12.1738	38.50	26.30	Sakız Adası	VI	Bir notta 9 Aralık saat 12'de Sakız Adasının tamamında olduğu kadar etrafında da büyük bir depremin meydana geldiği yazılmıştır. 12 Aralık gecesinden birincisinden daha kuvvetli ikinci bir deprem meydana gelmiş ve ada sakinleri büyük bir korku yaşamıştır. Daha sonra hafif sarsıntılar meydana gelmiştir.	web.deu.edu.tr
04.04.1739	38.40	27.20	İzmir	IX	Eski ve Yeni Foça'da hasar büyüktür. Başka raporlara göre, İzmir'deki hasar geniş çapta denizin kenarındaki "Avrupa Kesimi"nde oluşmuştur. İzmir'de ölenlerin sayısı 80'i geçmemiştir. Sarsıntı Eski Foça'nın dörtte üçünün tamamen yıkılmasına ve toprağın açılıp içinden bitüm çıkmasına neden olmuştur. Deltanın Gediz Nehri'nin ağzındaki kısmı depremde çökmüş ve depremde sonra sular altında kalmıştır. Sakız Adası'nda birçok ev harap olmuş ve bir kısım insanda ölmüştür.	Emre vd. (2005), KOERI
01.05.1739	38.41	27.20	İzmir	VI	-	Ergin vd. (1967)
07.06.1751	37.75	27.00	Sisam Adası- Ege Denizi	X	-	KOERI

Çizelge A. 1. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) tarihsel dönemde meydana gelen depremler (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Şiddet	Açıklama	Referans
29.07.1752	41.70	26.50	Edirne-Havsa	IX	-	KOERI
07.1754	38.41	27.20	İzmir	VI	-	Ergin vd. (1967)
02.09.1754	40.80	29.40	İzmit Körfezi—İstanbul	IX	-	KOERI
13.01.1763	38.41	27.20	İzmir	VI	-	Ergin vd. (1967)
05.09.1766	38.41	27.20	İzmir	VI	-	Ergin vd. (1967)
08.08.1771	38.41	27.20	İzmir	VI	-	Ergin vd. (1967)
22.05.1766	41.00	29.00	İstanbul (Tsunami)	IX	Dışmerkezi Sarayburnu kıyısının hemen doğusunda yer alan bir depremdir. Artçı sarsıntıların 8 ay kadar sürdüğü depremde 300 kişinin hayatını kaybetmiştir. Saraylar, surlar, camiler ve diğer yapılarda önemli hasarlar meydana gelmiştir. Kocamustafa Paşa Camii'nin kubbesinden hasar oluşmuştur. Eyüp'teki Eyüp Sultan ve Şah Sultan camileri tamamen yıkılmıştır. Davutpaşa ve Rüstempaşa camileri ise büyük hasar görmüştür. Mihrimah Sultan Camii'sinin minareleri yıkılmış e de kubbesi çökmüştür. Aynalıkavak Sarayı yıkılırken Topkapı ve Beşiktaş saraylarında hasar meydana gelmiştir. Kapalıçarşı'da oldukça büyük hasar meydana gelmiştir. Çemberlitaş'taki Vezir Hanı tamamen yıkılmıştır. Marmara Denizi kıyılarında tsunami oluşmuştur.	Hoşgören (2000) KOERI

Çizelge A. 1. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) tarihsel dönemde meydana gelen depremler (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Şiddet	Açıklama	Referans
24.11.1772	38.80	26.70	Foça	VIII	Deprem ve deprem etkisiyle oluşan dalgalar Foça Kalesi'nin 5 kapısını ve camisini tamamen yıkmıştır. Midilli'de Birkaç ev yıkılmıştır. Sakız Adası'nda da deprem hissedilmiş fakat bir hasar meydana gelmemiştir.	Emre vd. (2005)
16-18-19.06.1778	-	-	İzmir	-	Depremler İzmir'de hasar yaratmıştır.	web.deu.edu.tr
3-5.07.1778	38.40	26.80	İzmir	IX	15 saniye süren bu deprem hemen hemen İzmir'i tamamıyla harap etmiştir. Bazı yerlerde zemin açılmıştır. İki kaptan İzmir'e 18 mil uzaklıkta Urla'da toprağın yarılp açıldığını rapor etmişlerdir. Efes'in yakınlarında adı verilmeyen bir dağda zemin çatlakları rapor etmişlerdir. Hasar Seydiköy ve daha batıya doğru yayılmıştır. Toplamda bu depremlerdeki can kaybı 200 kişiden fazladır. 16 Haziran'da İzmir'de hasara yol açan ön sarsıntıdan sonra en büyüğüdür. Art sarsıntılar ilave zararlar vererek aylarca sürmüştür. Birçoğu İzmir'in güneybatısında daha kuvvetli hissedilmiştir.	Emre vd. (2005)
01.10.1778	-	-	İzmir	-	3-5 Temmuz depreminde hasar görüp tamir edilmeyen iki cami, beş ev, bir han ve hamam yıkılmıştır.	deu.edu.tr
1801	-	-	İzmir	-	Bu deprem hakkında çok fazla bilgi olmamasına rağmen şehrin hemen bütün camileri, sonraki yıllarda yeniden yapılracasına tamir edildiği için oldukça şiddetli bir deprem olduğu düşünülmüştür.	deu.edu.tr

Çizelge A. 1. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) tarihsel dönemde meydana gelen depremler (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Şiddet	Açıklama	Referans
1801	-	-	İzmir	-	Bu deprem hakkında çok fazla bilgi olmamasına rağmen şehrin hemen bütün camileri, sonraki yıllarda yeniden yapılrçasına tamir edildiği için oldukça şiddetli bir deprem olduğu düşünülmüştür.	deu.edu.tr
03.1820	38.40	26.20	Sakız Adası	VII	Bir fırtına esnasında meydana gelen deprem çok fazla hasara neden olmuştur.	deu.edu.tr
18.10.1843	36.25	27.50	Rodos-Ege Denizi	IX	6000 kişi hayatını kaybetmiştir.	KOERI
12.10.1845	39.10	26.20	Midilli Adası	X	-	KOERI
1845	38.60	27.50	Manisa-İzmir	VIII	-	Eravcı vd. (2007)
21.06.1846	37.75	27.00	Sisam Adası-Söke	IX	-	KOERI
29.06.1847	37.85	27.80	Aydın-Tire	VI	-	Eravcı vd. (2007)
27.10.1848	37.84	27.80	Aydın	V	-	Eravcı vd. (2007)
09.07.1850	37.80	27.80	Aydın	VI	-	Eravcı vd. (2007)
13.10.1850	38.40	27.20	-	VIII	İzmir, Manisa, Turgutlu, Bayındır, Ödemiş ve Tire’de çok şiddetli bir şekilde hissedilmiştir.	Emre vd. (2005)

Çizelge A. 1. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) tarihsel dönemde meydana gelen depremler (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Şiddet	Açıklama	Referans
1850	38.40	27.50	İzmir- Kemalpaşa- Turgutlu	VIII	-	Eravcı vd. (2007)
28.02.1851	36.50	29.10	Fethiye- Muğla- Rodos (Tsunami)	IX	Üst merkezinin Rodos ile Fethiye arasındaki denizaltı grabeninde bulunduğu tahmin edilmektedir.	KOERI, Lahn ve Pınar (1952)
28.02.1855	40.20	29.00	Bursa- Kemalpaşa	IX	Deprem gündüz saatlerinde oluşmuş yaklaşık 50 saniye sürmüştür. Bursa'da 3300 dükkan ve ev yıkılmış 220 kişi yaşamını yitirmiştir. Gün bitimine kadar 5 artçı şok olduğu belirtilmiştir. Özellikle Uluabat Gölü civarında hasar daha fazla görülmüştür. Gölün güneyinde kaya düşmeleri gözlenirken, diğer lokalitelerde yeraltı sularının yüzeye fışkırdığı belirtilmiştir. Bu deprem İnegöl, Yenişehir, Kütahya, Afyonkarahisar, Akşehir, Gelibolu, Trakya ve İstanbul'da hissedilmiştir.	KOERI Ambraseys ve Finkel (1991)

Çizelge A. 1. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) tarihsel dönemde meydana gelen depremler (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Şiddet	Açıklama	Referans
11.04.1855	40.20	29.10	Bursa	X	28 Şubat 1855'teki depremden 44 gün sonra gece 01.30'da şiddetli bir deprem daha olmuş, yaklaşık 2 saat sonra da 30 saniye süren ve öncekine nazaran daha şiddetli olan ana şok meydana gelmiştir. Bursa'da etrafa kükürt kokusu yayılmıştır. Yangın ve yıkımdan dolayı depremin oluşturduğu en büyük hasar Bursa'da görülmüş, Bursa içinde yaklaşık 1300 kişi, Bursa dışından 300 kişi yaşamını kaybetmiştir. Sonraki 15 sat içinde 150 artçı sarsıntı hissedilmiştir. Çok sayıda hamam ve Timurkapı, Geyvehanı kapısı, Şadırvanlı Kapı çarşıları ile Bursa Kalesi yıkılmıştır. Ayrıca yerlerde çatlak ve yarıkların oluştuğu, suların fişkırdığı ve Uludağ'dan yoğun bir şekilde kaya düşmelerinin olduğu belirtilmiştir.	KOERI
12.10.1856	36.25	28.00	Rodos-Karpatos-Girit	X	-	KOERI
13.11.1856	38.25	26.25	Rodos-Ege Denizi	IX	-	KOERI
1860	39.40	29.95	Kütahya-Manisa-İzmir	VI	-	Eravcı vd. (2007)

Çizelge A. 1. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) tarihsel dönemde meydana gelen depremler (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Şiddet	Açıklama	Referans
03.11.1862	38.40	27.70	Turgutlu-Manisa	X	Deprem Turgutlu Kasabası'ndaki tüm evleri yerle bir etmiştir. 280 kişi hayatını kaybetmiştir. Afyonkarahisar'da, Isparta ve civarında ve en fazla 300km uzaklığa kadar da hissedilmiştir. 13 Kasım'da meydana gelen art sarsıntıda Afyonkarahisar'daki evlerde çatlaklar meydana gelmiş; İzmir, Aydın, Nazilli, Denizli, Sakız Adası ve Midilli Adası'nda hissedilmiştir.	Emre vd. (2005), KOERI
22.04.1863	36.50	28.00	Rodos	IX	-	KOERI
23.07.1865	39.40	26.20	Midilli-Çanakkale-Gelibolu	IX	-	KOERI
11.10.1865	38.30	26.20	Sakız Adası	VIII	Deprem Sakız Adası'nda birçok evin ve binanın harap olmasına neden olmuştur. Sarsıntılar Kasım sonuna kadar daha az şiddette devam etmiştir	
02.02.1866	38.40	26.00	Sakız Adası	VIII	Sakız Adası'ndaki evlerde hasara yol açan deprem Rodos'a kadar hissedilmiştir. 20 Mart'a kadar birçok artçı sarsıntı meydana gelmiştir. Deprem 19 Ocak'ta Sakız Adası'ndaki birçok evi hasara uğratan bir ön sarsıntının arkasından gelmiştir.	deu.edu.tr
07.03.1867	39.10	26.50	Midilli Adası	IX	500 kişi hayatını kaybetmiştir.	KOERI
13.01.1873	40.40	27.00	Sisam Adası-Ege Denizi-İzmir-Aydın	IX	-	Eravcı vd. (2007)

Çizelge A. 1. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) tarihsel dönemde meydana gelen depremler (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Şiddet	Açıklama	Referans
01.02.1873	37.75	27.00	Sisam Adası-İzmir-Aydın	IX	-	KOERI
03.05.1875	38.10	30.10	Dinar-Çivril	IX	1300 kişi hayatını kaybetmiştir.	KOERI, Lahn ve Pınar (1952)
10.1875	40.20	26.40	Çanakkale	IX	-	KOERI
13.05.1876	38.80	30.50	Afyon	IX	Birçok kişi hayatını kaybetmiştir.	KOERI
09.04.1878	37.85	27.85	Aydın-İzmir	VI	-	Eravcı vd. (2007)
29.07.1880	38.60	27.10	Menemen-Emiralem-İzmir	IX	İzmir ve Gediz çukurlarında, Menemen, Bornova, Karşıyaka'da fazla miktarda hasar yapmıştır. İzmir-Turgutlu demiryolu yarıklarla kesilmiştir. Bu deprem İzmir ile Gediz arasında 100 evin yıkılmasına 30 kişi hayatını kaybetmesine neden olmuştur.	Emre vd. (2005), KOERI, Lahn ve Pınar (1952)
03.04.1881	38.25	26.10	Sakız Adası-Ege Denizi-Çeşme-İzmir-Aydın	X	Deprem sonucunda 4000 kişi hayatını kaybetmiştir. Artçılar 1882 yılına kadar sürmüştür.	Eravcı vd. (2007), KOERI

Çizelge A. 1. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) tarihsel dönemde meydana gelen depremler (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Şiddet	Açıklama	Referans
15.10.1883	38.30	26.30	Çeşme-Ege Denizi	IX	Çeşme Yarımadası'nın batı kıyısında bulunan bütün köylerde ağır hasarlar meydana gelmiştir. Deprem sonucunda 1500 kişi hayatını kaybetmiştir.	KOERI, Lahn ve Pınar (1952)
01.11.1883	38.30	26.30	İzmir Körfezi- Çeşme Yarımadası	VIII	Toprakta yarıklar açılmıştır.	Emre vd. (2005)
29.02.1885	37.20	27.20	Ege Denizi	IX	-	KOERI
06.1885	37.85	28.20	Nazilli- Bozdoğan- Aydın	VI	-	Eravcı vd. (2007)
1885	38.84	28.50	Akşehir- Manisa	VI	-	Eravcı vd. (2007)
04.1886	37.80	29.10	Denizli	VI	-	Eravcı vd. (2007)
01.1887	37.80	29.10	Denizli ve geniş çevresi	VII	-	Eravcı vd. (2007)
11.1887	37.74	27.60	-	VI	-	Eravcı vd. (2007)
10.1888	38.20	28.00	İzmir- Aydın- Ödemiş	VII	-	Eravcı vd. (2007)

Çizelge A. 1. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) tarihsel dönemde meydana gelen depremler (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Şiddet	Açıklama	Referans
25.10.1889	39.30	26.30	Midili Adası-Sakız Adası-İzmir	IX	-	KOERI
14.12.1890	37.90	27.10	Efes	VIII	Efes'te 35 ev çökmüş ve de 150-200 ev hasar görmüştür.	deu.edu.tr
10.07.1894	40.60	28.70	Prens Adası- İstanbul	X	Dışmerkezi Marmara Denizi'nde Armutlu'nun 14 km kadar kuzeybatısında bulunan yıkıcı bir depremdir. İstanbul'u etkileyen bu depremde şehir 3 kez sallanmıştır. Bükreş, Yanya, Girit ve Konya'yı içine alacak şekilde çok geniş bir sahada hissedilen bu depremde İstanbul İli sınırları içinde (Yalova hariç) 474 kişi hayatını kaybetmiş, 482 kişi de yaralanmıştır. Deprem nedeniyle cami, mescid, kilise, okul vb. yapılar orta ve ağır derecede hasar görmüşlerdir. Örneğin; Büyükada'daki Aya Yorgi Manastırı tümüyle yıkılmış ve Aya İrini Kilisesi ağır hasar görmüştür. Kartal-Çanakkale arasındaki denizaltı telgraf kablosu kopmuştur. Marmara Denizi'nin yaklaşık olarak Büyükçekmece ile Darıca arasında kalan kuzeydoğu kıyılarında tsunami olayı gözlenmiştir. bu kıyılarda deniz suları önce 50-100 m kadar çekilmiş daha sonra ise dev dalgalar şeklinde kıyılara hücum etmiştir.	Hoşgören (2000) KOERI
19.08.1895	37.80	27.80	Aydın	IX	Aydın'da 3-5 saniye süren doğu-batı doğrultulu bir depremdir.	KOERI, Lahn ve Pınar (1952)

Çizelge A. 1. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) tarihsel dönemde meydana gelen depremler (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Şiddet	Açıklama	Referans
13.11.1896	37.80	27.80	Aydın	V	-	Eravcı vd. (2007)
02.1898	37.90	28.00	Aydın-Köşk	VI	-	Eravcı vd. (2007)
20.09.1899	37.90	28.10	Nazilli- Aydın Denizli- Uşak	IX	Büyük Menderes Grabeni'nde geniş tahribata neden olan deprem bütün Ege Bölgesi'nde şiddetli bir şekilde hissedilmiştir.	KOERI, Lahn ve Pınar (1952)
12.1899	37.75	29.10	Denizli	VI	-	Eravcı vd. (2007)
1899	38.50	27.30	Bornova	VI	-	deu.edu.tr

Çizelge A. 2. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) aletsel dönemde meydana gelen depremler ($M \geq 5.0$)

Tarih/Saat	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Büyüklik	Açıklama	Referans
19.01.1909	38.00	26.50	Foça	6.0 (M_s)	Depremi merkezi Güzelhisar, Menemen ve Foça arasındadır. Deprem sonucunda 8 kişi hayatını kaybetmiş, 700 ev yıkılmış, 1000 ev hasar görmüştür.	Emre vd. (2005)
09.08.1912	40.65	27.20	Mürefte (Tekirdağ)	7.3 (M_s)	Dışmerkezi Şarköy-Mürefte arasında, Mürefte'ye 4 km, Şarköy'e ise 9 km kadar uzaklıkta olan ve dolayısıyla en çok Şarköy ve Mürefte'yi etkileyen yıkıcı depremdir. Trakya'da toplam 2836 kişi hayatını kaybetmiş, 7353 kişi de yaralanmıştır. 24.980 yapı çeşitli derecelerde hasar görmüştür. İstanbul'da oldukça şiddetli hissedilen deprem nedeniyle çeşitli binalarda hasar meydana gelmiştir.	Hoşgören (2000)
04.10.1914	38.00	30.00	Burdur	6.9 (M_s)	Dışmerkezi Burdur gölünün içinde yer alan yıkıcı bir depremdir. Artçı sarsıntılar en az altı gün boyunca devam etmiştir. Bu depremin şiddeti Konya, Ilgın, Yenişehir, Akşehir, Denizli, Antalya, Çivril, Seydişehir, Denizli, Alayşehir, Bolvadin ve Kütahya'da hissedilmiş ama buralarda herhangi bir etkisi olmamıştır. Asıl etkisini Burdur ve Isparta'da göstermiştir. Depremde 4000'den fazla kişi hayatını kaybetmiştir. Depremden hemen sonra yangın çıkmış ve oldukça büyük bir hasara neden olmuştur. Duvar, Yasıköy, İlyas, Kılın., Gönen ve Barla arasında KD doğrultusunda uzanan 90 km uzunlukta ve 30 km genişlikte bir alan içerisinde yer alan 17000 ev tamamen yıkılmıştır. Deprem sonrasında Burdur'da evlerin %90'ı, tarihi eserlerin çoğu ve 22 m yükseklikteki saat kulesi; Keçiborlu'da evlerin %82'si hasar görmüştür. Isparta'da evlerin %55'i, Büyük Camii ve diğer kamu binaları çökmüştür	KOERI

Çizelge A. 2. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) aletsel dönemde meydana gelen depremler ($M \geq 5.0$) (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Büyüklik	Açıklama	Referans
07.08.1925	38.10	29.80	Dinar (Afyon)	5.9 (M_s)	Dinar ve köyleri bu depremten dolayı hasar görmüştür. Sarayköy, Denizli, Çal ve Çivril'de çok şiddetli olarak algılanmıştır. Deprem sonucunda 3 kişi hayatını kaybetmiş ve de 2043 binada çeşitli derecelerde hasar gözlenmiştir.	KOERI, Pınar ve Lahn (1952)
31.03.1928	38.20	27.40	Torbalı (İzmir)	6.4 (M_w)	Depremi merkezi Torbalı'da Küçük Menderes ile İzmir K-G çukurlarının birleştiği yerdedir. Depremde 50 kişi hayatını kaybetmiş ve de 2500 binada çeşitli derecelerde hasar gözlenmiştir.	Emre vd. (2005), KOERI
19.07.1933	38.19	29.79	Çivril (Denizli)	5.7 (M_s)	Deprem sonucunda 20 kişi hayatını kaybetmiş 200 binada hasar tespit edilmiştir.	KOERI
04.01.1935	40.40	27.49	Erdek (Balıkesir)	6.4 (M_s)	Deprem sonucunda 5 kişi hayatını kaybetmiş 600 binada hasar tespit edilmiştir.	KOERI
22.09.1939	39.07	26.94	Dikili (İzmir)	6.6 (M_s)	Depremi merkezi Dikili'ye çok yakın olup, Dikili ile Midilli arasındadır. 1000 ev yıkılmış, 41 kişi hayatını kaybetmiş, 68 kişi de yaralanmıştır.	www.izmirde.biz
23.05.1941	37.07	28.21	Muğla	6.6 (M_s)	Can kaybının yaşanmadığı depremde 200 hasarlı bina tespit edilmiştir.	KOERI
15.11.1942	39.55	28.55	Bigadiç (Balıkesir)	6.1 (M_s)	Deprem sonucunda 16 kişi hayatını kaybetmiş 2187 tane binada hasar tespit edilmiştir.	KOERI
25.06.1944	38.79	29.31	Gediz (Uşak)	6.0 (M_s)	Deprem sonucunda 21 kişi hayatını kaybetmiş 3476 tane binada hasar tespit edilmiştir.	KOERI
06.10.1944	39.48	26.56	Ayvalık (Balıkesir)	6.8 (M_s)	Deprem sonucunda 30 kişi hayatını kaybetmiş 5500 tane binada hasar tespit edilmiştir.	KOERI

Çizelge A. 2. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) aletsel dönemde meydana gelen depremler ($M \geq 5.0$) (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Büyüklik	Açıklama	Referans
23.07.1949	38.58	26.23	Karaburun (İzmir)	6.7 (M_w)	Deprem sonucunda Karaburun-Çeşme yarımadasının doğusu, Mordoğan ile yarımadaının kuzey burnu arasında, denize giren çevresinde, Çeşme yarımadasında ve çevresindeki köylerde oldukça ağır hasar meydana gelmiştir. Sakız Adası'nda da hasar gözlenmiş ve denizde çok şiddetli hareketler gözlenmiştir. 7 kişi hayatını kaybederken, 2200 ev de yıkılmış ya da çeşitli derecelerde hasara uğramıştır.	Emre vd. (2005), Paradisopoulou vd. (2010)
18.03.1953	39.99	27.36	Yenice (Çanakkale)	7.2 (M_s)	Deprem sırasında Yenice ile Gönen arasında yüzeyde izlenebilen 50 km uzunlukta bir kırık hattı gelişmiştir. 265 kişi hayatını kaybederken 6750 hasarlı bina tespit edilmiştir.	Herece (1990), KOERI
02.05.1953	38.48	26.57	Karaburun	5.0 (M)	Depremi merkezi Karaburun yarımadasının kuzeyi olup, Dikili, Urla, Menemen, Çeşme, Bergama ve Foça'da şiddetlice hissedilmiştir. Yaklaşık olarak 300 ev hasar görmüştür.	Emre vd. (2005)
16.07.1955	37.66	27.19	Söke-Balat (Aydın)	6.0 (M_w)	Depremi merkezi Ege Denizi'ndedir. Deprem Ege adalarında, İzmir ve ilçelerinde, Kuşadası ve yakın yerleşim birimlerinde hissedilmiştir. Deprem sırasında 23 kişi de hayatını kaybederken 470 hasarlı bina tespit edilmiştir.	Emre vd. (2005), KOERI, McKenzie (1972,1978)
20.02.1956	39.89	30.49	Eskişehir	6.4 (M_s)	Depremi merkez üssü Eskişehir'in yaklaşık 10 km batısında yer alan Çukurhisar yakınlarındadır. 1 kişinin hayatını kaybettiği depremde 2819 binada hasar tespit edilmiştir.	KOERI
25.04.1957	36.42	28.68	Fethiye-Rodos (Muğla)	7.1 (M_s)	Deprem sonucunda 3200 binada hasar tespit edilirken 67 kişi hayatını kaybetmiştir.	KOERI

Çizelge A. 2. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) aletsel dönemde meydana gelen depremler ($M \geq 5.0$) (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Büyüklik	Açıklama	Referans
26.05.1957	40.67	31.00	Abant (Bolu)	7.1 (M_s)	Deprem Bolu'dan başlayıp batıda Akyazı'ya kadar uzanan 40 km'den fazla bir alandaki köylerde hasar ve can kaybına neden olmuştur. Deprem 5000 yapının ağır hasar görmesine, 52 kişinin ölümüne ve 101 kişinin ise yaralanmasına neden olmuştur.	KOERI
25.04.1959	36.94	28.58	Köyceğiz (Muğla)	5.9 (M_s)	Ana şok ve kuvvetli art sarsıntı ile Köyceğiz Gölü ve çevresinde önemli hasarlar yapmıştır. 775 binanın hasar görmesine neden olmuş bir depremdir.	KOERI
23.05.1961	36.80	28.70	Fethiye- Rodos (Muğla)	6.3 (M_s)	Deprem 61 yapının hasar görmesine neden olmuştur.	KOERI
18.09.1963	40.77	29.12	Çınarcık (İstanbul)	6.3 (M_s)	Çınarcık, Yalova ve yöre köylerde yıkıcı etki yapan deprem denizde de hissedilmiş, kıyılarda dalgalar neden olmuştur. Deprem sonucu 230 yapı ağır hasar, 852 yapı orta hasar, 2560 yapı hafif hasar görmüş 1 kişi hayatını kaybetmiştir.	Bağcı vd. (2000)
30.01.1964	37.40	29.70	Tefenni (Burdur)	5.7 (M_s)	Can kaybının yaşanmadığı depremde 39 yapıda hasar kaydedilmiştir.	KOERI
06.10.1964	40.30	28.23	Manyas (Balıkesir)	7.0 (M_s)	23 kişinin hayatını kaybettiği depremde 5398 yapıda hasar kaydedilmiştir.	KOERI
13.06.1965	37.85	29.32	Denizli	5.7 (M_s)	14 kişinin hayatını kaybettiği depremde 488 yapıda hasar kaydedilmiştir.	KOERI

Çizelge A. 2. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) aletsel dönemde meydana gelen depremler ($M \geq 5.0$) (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Büyüklik	Açıklama	Referans
22.07.1967	40.67	30.69	Mudurnu (Adapazarı)	6.8 (M_s)	Bu depremin 1939 Erzincan Depremi ile başlayan ve Kuzey Anadolu Fayı'nı takip ederek batıya yönelen deprem hareketliliğinin bir parçası olduğu kabul edilmektedir. Deprem sonucunda 89 kişi hayatını kaybederken 7116 yapıda hasar tespit edilmiştir.	KOERI
23.03.1969	39.10	28.40	Demirci (Manisa)	5.9 (M_s)	Can kaybının yaşanmadığı depremde 945 adet hasarlı bina tespit edilmiştir.	KOERI
28.03.1969	38.55	28.46	Alaşehir (Manisa)	6.5 (M_s)	Deprem sonucunda 41 kişi hayatını kaybetmiş, 186 kişi yaralanmış ve de 4372 yıkık ve ağır hasarlı bina tespit edilmiştir.	Eravcı vd. (2007)
06.04.1969	38.50	26.40	Karaburun (İzmir)	5.9 (M_s)	Can kaybının yaşanmadığı depremde 1360 hasarlı bina tespit edilmiştir.	KOERI
28.03.1970	39.21	29.51	Gediz (Kütahya)	7.2 (M_s)	Merkezi Kütahya'nın batısındaki Gediz yöresinde meydana gelen deprem sonucunda Batı Anadolu sarsılmıştır. Yaklaşık 3000 km ² 'lik genişliğindeki sarsıntı alanında 3500 ev yıkılmış, 7000 ev ağır olmak üzere 10.600'den fazla bina da hasara uğramıştır. 33.000 aile yaklaşık olarak 80.000 kişi barınaksız kalmış, 6 sn. süren depremde 800 kişi hayatını kaybetmiş ve 520 kişi de yaralanmıştır.	KOERI www. wikipedia.org
19.04.1970	39.10	29.70	Gediz (Kütahya)	5.8 (M_s)	Can kaybının yaşanmadığı depremde 1360 hasarlı bina tespit edilmiştir.	KOERI
23.04.1970	39.10	28.70	Demirci (Manisa)	5.6 (M_s)	Can kaybının yaşanmadığı depremde 411 hasarlı bina tespit edilmiştir.	KOERI

Çizelge A. 2. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) aletsel dönemde meydana gelen depremler ($M \geq 5.0$) (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Büyüklik	Açıklama	Referans
12.05.1971	37.64	29.72	Burdur	5.9 (M_s)	57 kişinin hayatını kaybettiği depremde 3227 hasarlı bina tespit edilmiştir. Kışla, Yarıklı ve Buğdüzü köylerinde ciddi hasar yaratmıştır. Burdur ve çevresinde hasarla birlikte, geçici ve kalıcı çevresel etkiler de yaratmıştır. Yerköy ile Hacılar arasındaki alanda gerilme kırıkları oluşmuştur.	KOERI
05.07.1983	40.33	27.21	Biga (Çanakkale)	6.1 (M_s)	Deprem sonucunda 3 kişi hayatını kaybetmiş ve de 85 hasarlı yapı tespit edilmiştir.	KOERI, www.ibt.gov.tr
24.04.1988	40.88	28.24	Kuzey Marmara	5.1 (M_s)	Tüm Marmara kıyıları ile İstanbul'da kuvvetli bir şekilde hissedilmiştir. Deprem can kaybına yol açmamıştır. Zeytinburnu, Bakırköy ve Sarıyer ilçelerinde bazı binaların camlarının kırıldığı ve duvarlarda sıva çatlaklarının meydana geldiği belirtilmiştir.	Hoşgören (2000)
06.11.1992	38.16	26.99	Doğanbey (İzmir)	6.0 (M_s)	Doğanbey yarımadasında meydana gelen deprem kuzeyde Manisa, Balıkesir, Bursa, Adapazarı ve İstanbul'un bazı ilçelerinde, güneyde ise Denizli, Söke, Aydın, Nazilli, Kuşadası'nda hissedilmiştir. 55 yapıda hasar tespit edilmiştir.	KOERI
28.01.1994	38.69	27.49	Manisa	5.1 (M_s)	Can kaybının yaşanmadığı depremde 44 yapıda hasar tespit edilmiştir.	KOERI

Çizelge A. 2. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) aletsel dönemde meydana gelen depremler ($M \geq 5.0$) (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Büyüklik	Açıklama	Referans
01.10.1995	38.13	30.08	Dinar (Afyon)	6.1 (M_w)	Depremde 90 kişi hayatını kaybetmiş ve 200'den fazla kişi yaralanmıştır. Dinar'daki hayati sistemlerin hepsinin etkilendiği deprem sonucunda 4340 bina ağır, 3712 bina orta ve 6104 bina hafif derecede hasar görmüştür. Deprem, 55-60 km uzunlukta KB-GD doğrultulu Dinar-Çivril fay hattının Dinar-Yapağılı köyü arasında kalan 10-15 km'lik kısmını yırtmıştır.	Demirtaş (2011)
17.08.1999	40.70	29.91	Gölcük (Kocaeli)	7.4 (M_w)	Deprem tüm Marmara Bölgesi'nde, Ankara'dan İzmir'e kadar geniş bir alanda hissedilmiştir. İstanbul, Kocaeli, Sakarya, Bolu, Bursa, Eskişehir ve Yalova şehirlerde ağır hasar ve can kayıpları meydana gelmiştir. En fazla ölü sayısı ve ağır hasar Kocaeli ve Sakarya illerinde olmuştur. Resmi raporlara göre 17.840 ölüm, 23.781 yaralı oldu. 505 kişi sakat kaldı. 285.211 ev ve 42.902 iş yeri hasar gördü. Yaklaşık 16 milyon insan, depremden değişik düzeylerde etkilenmiştir. Deprem gerek büyüklüğü, gerek etkilediği alanın genişliği, gerekse sebep olduğu maddi kayıplar açısından son yüzyılın en büyük depremlerinden biridir. Deprem sonucunda bölge alt yapısında büyük hasarlar ortaya çıkmıştır. Bu hasarlar ağırlıklı olarak bölgede yer alan karayolu ve demiryolu ulaştırmasıyla enerji dağıtım ve haberleşme sektörlerinde meydana gelmiştir.	AFAD, Özmen (2000), www.wikipedia.org
21.09.1999	40.69	27.58	Tekirdağ (Marmara Denizi)	5.0 (M_d)	-	KOERI

Çizelge A. 2. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) aletsel dönemde meydana gelen depremler ($M \geq 5.0$) (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Büyüklik	Açıklama	Referans
05.10.1999	36.80	28.14	Marmaris (Muğla)	5.2 (M_d)	-	KOERI
12.11.1999	40.79	31.21	Düzce (Bolu)	7.5 (M_s)	30 sn. süreyle etkili olan deprem, pek çok ilin yanı sıra Ukrayna'dan da hissedildi. En fazla hasar Düzce ve Bolu illeriyle Kaynaşlı kasabasında ağır hasara ve can kaybına neden olmuştur. Zemin büyütme olgusu nedeni ile Düzce'deki hasar daha belirgindir. Kaynaşlı'da ise bina yıkımı ve ağır hasarlar yapısal nedenlerle oluşmuştur. 17 Ağustos 1999 Gölcük depreminin ardından yapılan Coulomb gerilme analizi çalışmaları Gölcük depreminin, Marmara Denizi'ndeki faylarla olduğu kadar, Düzce depremini oluşturan fay üzerinde de büyük gerilme artışına neden olduğu belirtilmiştir. 763 kişinin hayatını kaybettiği depremde 35.519 yapıda hasar tespit edilmiştir.	KOERI, Utkucu vd. (2003)
15.12.2000	38.60	31.20	Sultandağ (Afyon)	5.8 (M_s)	Deprem yaklaşık olarak 1000 km ² 'lik bir alanda etkili olmuştur. Sultandağ-Bolvadin depremi, Sultandağ-Akşehir Zonu'ndaki KB-GD gidişli diri fay parçasının yeniden kırılması sonucu meydana gelmiştir. Deprem yaklaşık 10-15 km uzunlukta bir yırtılma oluşturmuş ve artçı depremler bu kırık boyunca yoğunlaşmıştır. Hasar sadece Akşehir gölünün güneydoğusunda Adsız Kasabası ile Yaşarlar Köyü civarında yoğunlaşmıştır. 6 kişinin hayatını kaybettiği depremde 547 yapıda hasar tespit edilmiştir.	Alp vd. (2006), Kalafat ve Öz (2001), KOERI,

Çizelge A. 2. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) aletsel dönemde meydana gelen depremler ($M \geq 5.0$) (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Büyüklik	Açıklama	Referans
03.02.2002	38.50	31.20	Çay-Sultandağı (Afyon)	6.4 (M_s)	3 Şubat 2002'de yaklaşık iki saat ara ile iki adet deprem meydana gelmiştir. 2002 yılında meydana gelen depremler, Isparta bölükünün uç noktası olan, normal faylanma bileşeni içeren Sultandağ Fayı üzerinde gerçekleşmiştir. 44 kişinin hayatını kaybettiği depremde 547 yapıda hasar tespit edilmiştir.	KOERI, Özçelik vd. (2005)
10.04.2003	38.26	26.83	Urla (İzmir)	5.6 (M_l)	Urla ve Seferihisar'da evlerin duvarlarında çatlaklar oluşmuştur.	KOERI, deprem.gov.tr
23.07.2003	38.17	28.85	Buldan (Denizli)	5.2 (M_l)	-	KOERI
26.07.2003	38.06	28.89	Buldan (Denizli)	5.6 (M_l)	-	KOERI
04.08.2004	37.00	27.60	Gökova Körfezi	5.4 (M_l)	-	KOERI
21.12.2004	37.04	28.20	Ula (Muğla)	5.1 (M_s)	Deprem Gökova, Ula, Marmaris, Muğla ve yakın çevresinde kuvvetlice hissedilmiştir. Deprem can ve mal kaybına neden olmamıştır.	KOERI
24.01.2005	35.80	29.90	Kaş Açıkları-Akdeniz	5.5 (M_l)	Deprem özellikle Kaş, Kale, Finike, Kumluca, Antalya, Muğla ve Denizli çevresinde hissedilmiştir.	KOERI
30.01.2005	35.77	29.62	Akdeniz	5.3 (M_s)	-	KOERI
17.10.2005	38.13	26.50	Sığacık Körfezi-Seferihisar (İzmir)	5.7 (M_l)	İzmir ve yakın çevresini kuvvetlice etkilemiş olan depremlerde can kaybı olmamış ancak bazı binalarda çatlamlar şeklinde hasarlar tespit edilmiştir.	Emre vd. (2005), KOERI

Çizelge A. 2. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) aletsel dönemde meydana gelen depremler ($M \geq 5.0$) (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Büyüklik	Açıklama	Referans
17.10.2005	38.16	26.52	Sığacık Körfezi- Seferihisar (İzmir)	5.9 (M_I)	İzmir ve yakın çevresini kuvvetlice etkilemiş olan depremlerde can kaybı olmamış ancak bazı binalarda çatlamlar şeklinde hasarlar tespit edilmiştir.	Emre vd. (2005), KOERI
17.10.2005	38.14	26.61	Sığacık Körfezi- Seferihisar (İzmir)	5.6 (M_I)	İzmir ve yakın çevresini kuvvetlice etkilemiş olan depremlerde can kaybı olmamış ancak bazı binalarda çatlamlar şeklinde hasarlar tespit edilmiştir.	Emre vd. (2005), KOERI
21.10.2005	38.15	26.67	Sığacık Körfezi- Seferihisar (İzmir)	5.9 (M_d)	Deprem Urla, Seferihisar ve İzmir çevresinde kuvvetli olarak hissedilmiştir.	AFAD
20.10.2006	40.25	27.97	Kuş Gölü- Manyas (Balıkesir)	5.2 (M_I)	Deprem tüm Marmara Bölgesi'nde hissedilmiştir.	KOERI
29.10.2007	37.06	29.31	Çameli (Denizli)	5.1 (M_s)	-	KOERI
15.07.2008	35.96	27.86	Akdeniz	6.3 (M_s)	-	KOERI
17.02.2009	39.10	29.00	Simav (Kütahya)	5.0 (M_I)	Deprem özellikle Simav, Demirci, Şaphane, Emet, Hisarcık, Tavşanlı, Kütahya, Altıntaş, Uşak, Yalova ve yakın çevresinde hissedilmiştir.	KOERI
19.06.2009	35.08	28.38	Akdeniz	5.6 (M_s)	-	KOERI
22.12.2009	35.61	31.45	Akdeniz	5.4 (M_s)	-	KOERI

Çizelge A. 2. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) aletsel dönemde meydana gelen depremler ($M \geq 5.0$) (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Büyüklik	Açıklama	Referans
03.11.2010	40.42	26.33	Saros Körfezi	5.3 (M_I)	Deprem Çanakkale ili ve çevresi başta olmak üzere, İstanbul'un Avrupa yakası ve Marmara Denizi kıyısında bulunan bazı yerleşim birimlerinde hafif şiddette hissedilmiştir.	KOERI
01.04.2011	35.58	26.63	Girit-Akdeniz	6.3 (M_I)	Deprem Güney Ege ve Batı Akdeniz kıyılarında hissedilmiştir.	KOERI
08.05.2011	36.49	27.04	Oniki Adalar (Akdeniz)	5.1 (M_I)	-	KOERI
19.05.2011	39.13	29.10	Simav (Kütahya)	5.9 (M_I)	Deprem Kütahya ili ve çevresi başta olmak üzere Ege ve Marmara bölgelerinde de hissedilmiştir. Kütahya ve ilçelerinde kuvvetli, İstanbul, Yalova, Bursa, Balıkesir, Çanakkale, İzmir, Manisa, Uşak, Eskişehir, Afyonkarahisar ve Ankara'da hafif şekilde hissedilmiştir. Deprem nedeniyle 2 kişi hayatını kaybetmiş, yaklaşık 100 kişi de yaralanmıştır. 2549 hasarlı bina tespit edilmiştir.	KOERI
28.05.2011	39.12	29.04	Simav (Kütahya)	5.0 (M_s)	-	KOERI
25.07.2011	40.81	27.73	Marmara Denizi	5.2 (M_I)	Deprem sığ odaklı olup özellikle Batı Marmara'da, Tekirdağ, Çanakkale ve İstanbul'da hissedilmiştir.	KOERI
05.12.2011	38.80	26.23	Midilli Adası-Ege Denizi	5.1 (M_I)	Deprem sığ odaklı olup özellikle İzmir, Çanakkale, Balıkesir ve Tekirdağ civarında hissedilmiştir.	KOERI

Çizelge A.2. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) aletsel dönemde meydana gelen depremler ($M \geq 5.0$) (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Büyüklik	Açıklama	Referans
01.05.2012	38.65	26.65	İzmir Körfezi (Ege Denizi)	5.0 (M_1)	Deprem İzmir ve ilçelerinde hissedilmiştir.	KOERI
03.05.2012	39.17	29.08	Tokat- Hisarcık (Kütahya)	5.1 (M_1)	Deprem Kütahya başta olmak üzere Batı Anadolu ve Marmara Bölgesi'nde de hissedilmiştir.	KOERI
07.06.2012	40.84	27.92	Marmara Ereğlisi Açıkları (Tekirdağ)	5.1 (M_1)	Deprem özellikle Marmara Ereğlisi, Tekirdağ, Edirne, Kırklareli, İstanbul'un Avrupa yakası ve yakın çevresinde kuvvetlice hissedilmiştir.	KOERI
10.06.2012	36.45	28.90	Ölüdeniz Açıkları- Fethiye (Muğla)	6.0 (M_1)	Deprem Güneybatı Anadolu ve Akdeniz kıyılarında kuvvetli olarak hissedilmiştir.	KOERI
25.06.2012	36.43	28.94	Ölüdeniz Açıkları- Fethiye (Muğla)	5.3 (M_1)	Deprem özellikle Fethiye, Dalaman, Marmaris ve Güneybatı kıyıları boyunca hissedilmiştir.	KOERI
09.07.2012	35.50	28.98	Akdeniz	6.0 (M_1)	Deprem Marmaris, Antalya, Konya, Mersin ve Adana'da hissedilmiştir.	KOERI
08.12.2013	36.16	31.24	Antalya Körfezi- Akdeniz	5.0 (M_1)	Deprem başta Antalya ili ve ilçeleri, Mersin ve Konya'da hissedilmiştir.	KOERI

Çizelge A.2. Çalışma alanında (35.00°-42.00° K ve 26.00°-32.00° D) aletsel dönemde meydana gelen depremler ($M \geq 5.0$) (Devam)

Tarih	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Yer	Büyüklik	Açıklama	Referans
28.12.2013	36.00	31.30	Antalya Körfezi-Akdeniz	6.0 (M_1)	Deprem başta Antalya ili ve ilçeleri, Mersin, Konya, Isparta, Adana olmak üzere tüm Güneybatı Ege ile Akdeniz kıyılarında ve Kıbrıs'ta hissedilmiştir.	KOERI
24.08.2014	37.68	30.62	Ağlasun (Burdur)	5.1 (M_1)	Deprem özellikle Burdur ve Isparta çevresinde kuvvetlice hissedilmiştir.	KOERI

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Nazlı Ceyla ANADOLU KILIÇ

Doğum Yeri ve Yılı : Ankara, 1985

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : nazlianadolu@sdu.edu.tr

Taranmış

Fotoğraf

Eğitim Durumu

Lise : Ayrancı Anadolu Lisesi

Lisans : SDÜ, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği

Yüksek Lisans : SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeofizik Mühendisliği

Mesleki Deneyim

SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü 2009-2015

SDÜ Yalvaç Teknik Bilimler MYO 2015-Halen

Yayınları

Anadolu, N.C. ve Kalyoncuoğlu, Ü.Y., 2010. Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Depremselliği ve Deprem Tehlike Analizi, S.D.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 14, 1- 84-94.

Kalyoncuoğlu, Ü.Y., Elitok, O., Dolmaz, M.N., Anadolu, N.C., 2011. Geophysical and Geological Imprints of Southern Neotethyan Subduction between Cyprus and the Isparta Angle, SW Turkey.

Anadolu, N.C. ve Kalyoncuoğlu, Ü.Y., 2012. Isparta İli Anadolu Mahallesinde Yer Alan Mevcut Binaların Deprem Risk Analizi, 1. Yer Bilimleri Sempozyumu, 18-20 Ekim 2012, Isparta.

Anadolu, N.C. ve Kalyoncuoğlu, Ü.Y., 2013. Estimation of the Maximum Magnitude (Mmax) in Turkey. 4th International Geoscience Student Conference, 25-29 April 2013, Berlin, Germany.

Kılıç, N.C.A., 2015. İzmir İli ve Çevresinin Depremselliğinin ve Maksimum Magnitüd (Mmax) Değerinin Belirlenmesi, Genç Yerbilimciler Kongresi, 5-7 Haziran 2015, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Kılıç, N.C.A., 2015. Determination of Earthquake Hazard Parameters Using Different Earthquakes Catalogues in İzmir. 8th Congress of the Balkan Geophysical Society (BGS), 4-8 October 2015, Chania, Crete, Greece.

Kılıç, N.C.A. ve Kalyoncuoğlu, Ü.Y., 2015. İzmir İli ve Çevresi İçin Coulomb Gerilme Değişimi ve Depremselliğin Bölgesel Dağılımı, 3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı (3. TDMSK), 14-16 Ekim 2015, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

