

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

**TÜRKİYE VE KAFKASLARIN DEPREMSELLİĞİ
DEPREM TEHLİKESİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hilal YALÇIN

Enstitü Anabilim Dalı : JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Levent GÜLEN

Haziran 2012

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ


**TÜRKİYE VE KAFKASLARIN DEPREMSELLİĞİ
DEPREM TEHLİKESİNİN İNCELENMESİ**


YÜKSEK LİSANS TEZİ

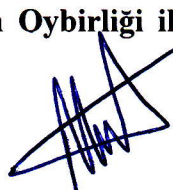
Hilal YALÇIN

Enstitü Anabilim Dalı : JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 04 / 06 / 2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Levent Gülen
Jüri Başkanı


Doç. Dr. Eşref Yalçınkaya
Üye


Doç. Dr. Murat Utkucu
Üye

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince tüm bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyip, bana inandığı, güvendiği, elindeki tüm imkânları sunarak en iyi şekilde çalışmamı sağladığı ve bu mesleği bana gerçekten sevdirdiği için öncelikle danışman hocam Sayın Prof. Dr. Levent Gülen'e teşekkürü bir borç bilirim.

Aynı zamanda bu süreç içerisinde tüm sorularımı sabırla cevaplayarak birçok şeyi öğrenmeme sebep olan, bu uzun soluklu çalışma içerisinde tezimin her aşamasında beni yönlendiren ve destekleyen Sayın Doç. Dr. Murat UTKUCU hocama teşekkürlerimi sunarım.

Proje içerisinde birlikte çalıştığımız, benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Mehmet Dinçer Köksal hocama ve değerli arkadaşım yüksek lisans ve proje öğrencisi Yiğit İnce'ye ve bende emeği geçen tüm Jeofizik Mühendisliği Bölümü hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Bu yoğun süreç içerisinde iş yükümü hafifleterek maddi ve manevi desteğini esirgemeyen Arş. Gör. Nihan ARIĞ, Arş. Gör. Emrah Budakoğlu, Arş. Gör. Hatice Durmuş başta olmak üzere tüm mesai arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Tezimde kullandığım verilerin toplanmasında emeği geçen B.Ü.KRDAE Deprem Mühendisliği çalışanları M. Betül Demircioğlu ve Karin Sesetyan'a, Sismoloji Laboratuvarı çalışanları ve özellikle Sayın Dr. Doğan Kalafat hocama teşekkürlerimi sunarım.

FBYLTEZ 2011-50-01-035 No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığına ve her türlü veriyi kullanıp paylaşabilmemi sağlayan uluslararası Earthquake Model of the Middle East Region (EMME) projesi Aktif Faylar ve Sismik Zonlar Gurubu koordinatörü olan yine Sayın Prof. Dr. Levent GÜLEN hocama teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan, her konuda beni destekleyen ve anlayış gösteren değerli eşim Battal Gazi Yalçın'a ve aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
TABLolar LİSTESİ.....	liii
ÖZET.....	Iv
SUMMARY.....	Ivi
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
DEPREMSELLİĞİN TANIMI VE ÖNEMİ.....	15
2.1. Giriş.....	15
2.2. Türkiye ve Kafkasların Depremselliği ve Tektonik Hareketliliği	20
2.3. Türkiye'nin Neotektonik Bölgeleri.....	23
2.3.1. Doğu Anadolu Sıkışma Bölgesi.....	23
2.3.2. Batı Anadolu Açılma Bölgesi.....	25
2.3.3. Orta Anadolu Ova Bölgesi.....	26
2.4. Büyük Fay Kuşakları Hakkında Genel Bilgiler ve Depremselliğin İncelenmesi.....	27
2.4.1. Kuzey Anadolu Fay Zonu.....	35
2.4.2. Doğu Anadolu Fay Zonu.....	47
2.4.3. Kuzey Doğu Anadolu Fay Zonu	51
2.5. Kıbrıs ve Helenik Yayı Çevresi Genel Sismik Aktivitesi.....	52

2.5.1. Kıbrıs ve yakın çevresinin depremselliği.....	55
2.6. Kafkasların Depremselliği.....	60
BÖLÜM 3.	
ÇALIŞMA YÖNTEMİ VE METHOD	78
3.1. Giriş.....	78
3.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS).....	90
3.2.1. CBS nasıl çalışır?.....	92
3.2.2. Coğrafi referanslar.....	92
3.2.3. Vektörel veri modelleri.....	93
3.2.4. Raster (hücreli) veri modelleri.....	93
3.3. Paleosismik Çalışmaların Önemi	95
3.4. Her Bir Sismik Zon İçin B Değerinin Hesaplanması.....	104
3.5. En Büyük Olasılık Yöntemi.....	110
BÖLÜM 4.	
TARTIŞMA VE SONUÇLAR	112
4.1. Türkiye İçin Sismik Kaynak Zonların Belirlenmesi, Uzaysal Parametrelerin Elde Edilmesi ve Mw=7 Büyüklüğündeki Deprem Tekrarlanma Zamanının Hesaplanması- Haritalanması.....	112
4.1.1. T1- Türkiye-Gürcistan sınırı deprem kaynak zonu analizleri	113
4.1.2. T2-Erzurum deprem kaynak zonu analizleri.....	116
4.1.3. T3-Bingöl-Karakoçan deprem kaynak zonu analizleri.....	119
4.1.4.T4-Malatya-Elbistan deprem kaynak zonu analizleri.....	121
4.1.5. T5-Göksun-Kozan deprem kaynak zonu analizleri.....	124
4.1.6. T6-Iğdır deprem kaynak zonu analizleri.....	126
4.1.7. T7-Kağızman deprem kaynak zonu analizleri.....	129
4.1.8. T8-Türkoğlu-Çelikhhan deprem kaynak zonu analizleri.....	131
4.1.9. T9- Siirt-Hakkari Deprem Kaynak Zonu analizleri.....	134
4.1.10. T10-KAF-Doğu Kesimi deprem kaynak zonu analizleri.....	136
4.1.11. T11- KAF-Batı Kesimi deprem kaynak zonları analizleri...	139

4.1.12. T12- Ezine Fayı deprem kaynak zonu analizleri.....	141
4.1.13. T13-Kızılırmak fay zonu deprem kaynak zonu analizleri....	144
4.1.14. T14-Ecemiş Fayı deprem kaynak zonu analizleri.....	146
4.1.15. T15- Tuz Gölü Fayı deprem kaynak zonu analizleri.....	149
4.1.16. T16-Mardin- Şırnak bölgesi deprem kaynak zonu analizleri	151
4.1.17. T17-Patnos Fayı deprem kaynak zonu analizleri.....	154
4.1.18. T18-Karayazı-Tutak-Çaldıran deprem kaynak zonu analizleri.....	156
4.1.19. T19-Balıkölü Fayı deprem kaynak zonu analizleri.....	159
4.1.20. T20-Türkiye-Ermenistan sınırı deprem kaynak zonu analizleri.....	161
4.1.21. T21-Aralık Fayı deprem kaynak zonu analizleri.....	164
4.1.22. T22- Van Fayı deprem kaynak zonu analizleri.....	166
4.1.23. T23-Doğu Hatay Fayı deprem kaynak zonu analizleri.....	169
4.1.24. T24-Kıbrıs Yayısı-Doğu-1 deprem kaynak zonu analizleri....	171
4.1.25. T25-Kıbrıs Yayısı Doğu-2 deprem kaynak zonları analizi....	174
4.1.26. T26-Girne Misis-Doğu deprem kaynak zonu analizleri.....	176
4.1.27. T27 Seydişehir Fayı deprem kaynak zonu deprem analizleri.	179
4.1.28. T28 Girne-Misis-Batı deprem kaynak zonu analizleri.....	181
4.1.29. T29-Paphos fayı deprem kaynak zonu analizleri.....	184
4.1.30. T30-Kıbrıs Yayısı-Batı deprem kaynak zonu analizleri.....	186
4.1.31. T31-Pliny Trench-Kuzey deprem kaynak zonu analizleri.....	189
4.1.32. T32-Pliny Trench Kuzey deprem kaynak zonu analizleri.....	191
4.1.33. T33-Pliny Trench deprem kaynak zonu analizleri.....	194
4.1.34. T34-Strabo Trench deprem kaynak zonu analizleri.....	196
4.1.35. T35-Burdur Graben deprem kaynak zonu analizleri.....	199
4.1.36. T36-Gökova Transfer Fayı deprem kaynak zonları analizi..	201
4.1.37. T37-Seferihisar fayı deprem kaynak zonu analizleri.....	204
4.1.38. T38-Büyük Menderes Graben deprem kaynak zonu analizleri.....	206

4.1.39. T39-Küçük Menderes Graben deprem kaynak zonu analizleri.....	209
4.1.40. T40-Gediz Graben deprem kaynak zonu analizi.....	211
4.1.41. T41-Sivaslı-Banaz Horst deprem kaynak zonu analizleri...	214
4.1.42. T42-Akşehir deprem kaynak zonu analizleri.....	216
4.1.43. T43-Balıkesir deprem kaynak zonu analizleri.....	219
4.1.44. T44-Kütahya deprem kaynak zonu analizleri.....	221
4.1.45. T45- Konya deprem kaynak zonu analizleri.....	224
4.1.46. T46- Sivrihisar deprem kaynak zonu analizleri.....	226
4.1.47. T47-Geyve-Gemlik deprem kaynak zonu analizleri.....	229
4.1.48. T48-Edremit deprem kaynak zonu analizleri.....	231
4.1.49. T49-Saros-Limnos deprem kaynak zonu analizleri.....	234
4.1.50. T50-Kelkit-Çoruh deprem kaynak zonu analizleri.....	236
4.1.51. T51-Karadeniz Marjin deprem kaynak zonu analizleri.....	239
4.1.52. T52-Istranca deprem kaynak zonu analizleri.....	241
4.2. Kafkaslar İçin Kaynak Zonların Belirlenmesi, a-b Değerlerinin ve A-B Değerlerinin ve Mw=7 Büyüklüğündeki Bir Depremin Tekrarlanma Zamanının Hesaplanması ve Haritalanması.....	244
4.2.1. Ermenistan bölgesi için kaynak zonlar, a ve b değerlerinin analizinin yapılması.....	245
4.2.2. E1-Javakhq deprem kaynak zonu analizleri.....	247
4.2.3. E2-Pambak Sevan Sunik Fayı deprem zonu analizleri.....	250
4.2.4. E3-Mrav deprem kaynak zonu analizleri.....	253
4.2.5. E4-Gıratagh Fayı deprem kaynak zonu analizleri.....	256
4.2.6. E5- Tashtun Fayı deprem kaynak zonu analizleri.....	259
4.2.7. E6-Garni Fayı deprem kaynak zonu analizleri.....	262
4.2.8. E7-Yerevan Fayı deprem kaynak zonu analizleri.....	265
4.2.9. E8-Sardapat Fayı deprem kaynak zonu analizleri.....	268
4.2.10. E9-Akhuryan Fayı deprem kaynak zonu analizleri.....	271
4.3. Azerbaycan Bölgesi İçin Kaynak Zonlar, a ve b Değerlerinin Analizinin Yapılması.....	274

4.3.1. A1- Makhachgala-Turkmenbashi deprem kaynak zonu analizleri.....	275
4.3.2. A2-Büyük Kafkaslar deprem kaynak zonu analizleri.....	278
4.3.3. A3-Büyük Kafkaslar-Siyazan deprem kaynak zonu analizleri...	281
4.3.4. A4-Vandam-Gaynar Gozluchay deprem kaynak zonu analizleri	284
4.3.5. A5- Kuzey Kur deprem kaynak zonu analizleri.....	287
4.3.6. A6-Kur deprem kaynak zonu analizleri.....	290
4.3.7. A7- Güney Kur-Ante Talish deprem kaynak zonu analizleri.....	293
4.3.8. A8- Küçük Kafkaslar deprem kaynak zonu analizleri.....	296
4.3.9. A9-Chaldash-Gamisdagh deprem kaynak zonu analizleri.....	299
4.3.10. A10- Kalbajar-Jabrayil deprem kaynak zonu analizleri.....	302
4.3.11. A11-Kafan- Komurkoydagh deprem kaynak zonu analizleri..	305
4.3.12. A12-Ardij-Mehri deprem kaynak zonu analizleri.....	308
4.3.13. A13-Sharur-Ordubad deprem kaynak zonu analizleri.....	311
4.3.14. A14-Araz Hattı deprem kaynak zonu analizleri.....	314
4.4. Gürcistan Bölgesi İçin Kaynak Zonlar, a ve b Değerlerinin Analizinin Yapılması.....	318
4.4.1. G1-Kuzeydoğu Gürcistan deprem kaynak zonu analizleri.....	320
4.4.2. G2- Kuzeybatı Gürcistan deprem kaynak zonu analizleri.....	323
4.4.3. G3-Ana Bindirme Fay zonu-Racha-Lechkhumi deprem kaynak zonu analizleri.....	326
4.4.4. G4-Ana Bindirme zonu-Lagodekhi deprem kaynak zonu analizleri.....	329
4.4.5. G5-Tkibuli deprem kaynak zonu analizleri.....	332
4.4.6. G6-Odishi deprem kaynak zonu analizleri.....	335
4.4.7. G7-Ozurgeti deprem kaynak zonu analizleri.....	338
4.4.8. G8 Qeda deprem kaynak zonu analizleri.....	341
4.4.9. G9-Surami deprem kaynak zonu analizleri.....	344
4.4.10. G10-Orkhevi deprem kaynak zonu analizleri.....	347
4.4.11. G11-Khrami deprem kaynak zonu analizleri.....	350
4.4.12. G12-Javakheti deprem kaynak zonu analizleri.....	353
4.4.13. G13-Abuli deprem kaynak zonu analizleri.....	356

4.4.14. G14-Tabatskuri deprem kaynak zonu analizleri.....	359
4.4.15. G15-Atskuri deprem kaynak zonu analizleri.....	362
4.4.16. G16-Ozurgeti-Qeda deprem kaynak zonu analizleri.....	365
4.4.17. G17-Teleti deprem kaynak zonu analizleri.....	368
KAYNAKLAR.....	378
ÖZGEÇMİŞ.....	408

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

- 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
- CBS: Coğrafi Bilgi Sistemi
- D : Derinlik
- DAFZ: Doğu Anadolu Fay Zonu
- GPS: Global Positioning System
- KAFZ: Kuzey Anadolu Fay Zonu
- KDAFZ: Kuzeydoğu Anadolu Fay Zonu
- m: Ortalama magnitüd
- M: Deprem magnitüdü
- Mb: Cisim dalgası magnitüdü
- Mc: Tamamlılık (süreklilik) magnitüdü
- Md: Süre magnitüdü
- ML: Lokal magnitüd
- Mmax: Maximum magnitüd
- Mmin: Minimum magnitüd
- mo: Kesme magnitüdü (minimum magnitüd)
- Ms: Yüzey dalgası magnitüdü
- Mw: Moment magnitüdü
- N: M veya daha büyük magnitüdüde depremin sayısı
- NM^a: En büyük artçı şok magnitüdüne sahip depremin kümülatif deprem sayısı eksenini kestiği nokta
- N_{Mmax} : Maximum magnitüde sahip depremin kümülatif deprem sayısı eksenini kestiği nokta
- Tr : Depremlerin tekrarlanma zamanı

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	1945 yılında Bakanlar Kurulu kararı ile yürürlüğe girmiş bulunan ilk resmi deprem bölgeleri haritası.....	3
Şekil 1.2.	İmar ve İskan Bakanlığı tarafından 1972 yılında yürürlüğe konan beş bölgeyi Türkiye deprem bölgeleri haritası.....	3
Şekil 1.3.	Spektral ivme değerleri değişimi haritası.....	4
Şekil 1.4.	Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası (T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı-Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı, 1996).....	5
Şekil 1.5.	Maden Tetkik Arama Enstitüsü-Türkiye Diri Fay Haritası.....	9
Şekil 2.1.	Yerkürede volkanlar, depremler ve sıradağların levha sınırları ile ilişkisi.....	17
Şekil 2.2.	İraksayan ve yakınsayan levha sınırları ve genel özellikleri.....	18
Şekil 2.3.	Levha sınırı türleri.....	19
Şekil 2.4.	Okyanus ortası sırtları.....	19
Şekil 2.5.	Türkiye'deki levha sınırları ve Ketin (1966) tarafından tanımlanmış olan Paleo-tektonik bölgeler.....	21
Şekil 2.6.	Türkiye'nin Neotektonik dönemini şekillendiren ana yapılar ve bölgeler.....	22
Şekil 2.7.	Karlıova ve çevresi için fay düzlemleri çözümlenmeleri.....	24
Şekil 2.8.	Türkiye ve çevresi sadeleştirilmiş tektonik haritası (Gülen, 2002) (KAF, Kuzey Anadolu Fayı; EAF, Doğu Anadolu Fayı; NEAF, Kuzey Doğu Anadolu Fayı; KJ, Karlıova Kavşağı; IA, Isparta Açığı; MBSR, Orta Karadeniz Ridge; MR, Akdeniz Ridge; Istranca Fay (SF)).....	27

Şekil 2.9.	Türkiye ve yakın çevresinde 1900-2012 yılları arasında $M \geq 4.0$ olan depremlerin kullanılmasıyla meydana gelmiş depremlerin episantr dağılım haritası (Homojen EMME Kataloğu, Zare, Tahran, İRAN, 2011'den yararlanılmıştır).....	28
Şekil 2.10.	Proje kapsamında derlenen homojen katalogdan yararlanılarak elde edilen Türkiye ve yakın çevresi için tarihsel deprem episantrlarını gösteren harita (Tarihsel EMME KATALOĞU)	29
Şekil 2.11.	Türkiye ve yakın çevresi için CMT–Harvard verilerinden yararlanılarak elde edilen 1976-2010 yılları arasında meydana gelen depremlerin odak mekanizma çözümleri.....	30
Şekil 2.12.	23 Ekim 2011 Van depreminin lokasyonları. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü tarafından belirlenen ve ana şok oluş zamanından sonraki 72 saat içinde oluşan artçı depremler.....	32
Şekil 2.13.	Türkiye'deki fay zonları, Kuzey Anadolu Fayı segmentleri ve üzerinde meydana gelmiş önemli depremler (Barka ve Kadinsky Cade, 1988; Barka, 1996 'dan derlenmiştir).....	42
Şekil 2.14.	Türkiye ve yakın çevresi için (faylar üzerinde hesaplanan kayma hızlarının) GPS verilerini GIS ortamında gösteren harita	45
Şekil 2.15.	Proje kapsamında hazırlanan Türkiye için kayma hızları ve yönünü gösteren harita.....	46
Şekil 2.16.	Doğu Akdeniz'in aktif tektoniği ve jeolojik yapısı.....	54
Şekil 2.17.	Kuzeydoğu Akdeniz Bölgesi için hazırlanan deprem kataloğundan yararlanılarak elde edilen tarihsel dönemde deprem dağılımını gösteren harita.....	55
Şekil 2.18	Kuzeydoğu Akdeniz Bölgesi için hazırlana deprem kataloğundan yararlanılarak elde edilen aletsel dönemde (1900–2010) yılları arasındaki deprem dağılımını gösteren harita.....	57
Şekil 2.19	Kıbrıs ve yakın çevresi için CMT –Harvard verilerinden yararlanılarak elde edilen 1976–2010 yılları arasında meydana gelen depremlerin odak mekanizma çözümleri.....	59

Şekil 2.20	Kafkaslar ve yakın çevresi için 1900–2010 yılları arasında meydana gelen depremlerin episantr dağılımlarını gösteren harita.....	60
Şekil 2.21	Proje kapsamında derlenen homojen katalogdan yararlanılarak elde edilen Kafkaslar ve yakın çevresi için tarihsel deprem episantrlarını gösteren harita (Tarihsel EMME KATALOĞU)...	62
Şekil 2.22	Kafkaslar ve çevresinin fiziki konumu.....	62
Şekil 2.23	Kafkaslar Bölgesi'nin ana tektonik birimleri.....	63
Şekil 2.24	Kafkaslar ve yakın çevresi için CMT –Harvard verilerinden yararlanılarak elde edilen 1976-2010 yılları arasında meydana gelen depremlerin odak mekanizma çözümleri.....	64
Şekil 2.25	Proje kapsamında Gürcistan için oluşturulan aktif faylar haritası	65
Şekil 2.26	Emme Projesi kapsamında Ermenistan için oluşturulan aktif faylar haritası.....	66
Şekil 2.27	EMME Projesi kapsamında Azerbaycan için oluşturulan aktif faylar haritası.....	69
Şekil 2.28	Çalışılan bölgede ölçülen GPS verilerini gösteren harita.....	70
Şekil 2.29	Kafkaslar, Doğu Türkiye, Kuzeybatı İran için GPS vektörleri...	71
Şekil 2.30	Ermenistan, Doğu Türkiye ve Kuzeybatı İran sınırlarındaki fay zonları.....	75
Şekil 3. 1	Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu Fayları'nın kesiştiği Karlıova Üçlü Ekleme ve çevresinde meydana gelen büyük depremlerin odak mekanizma çözümleri.....	81
Şekil 3. 2	Bölgesel bir fayın nasıl bir segment ya da (section) kesmelere ayrıldığını görsel olarak ifade edilmesi.....	81
Şekil 3. 3	Bölgesel bir fayın nasıl bir segment ya da (section) kesmelere ayrıldığının görsel olarak ifade eden ve fay kesmelerinin nasıl kodlandığının belirtilmesi.....	82
Şekil 3. 4	Fay kodu, fay kesmesi kodları, fay segment-section isimleri, fay tipleri parametreleri ile ilgili kolonların nasıl tanımlanacağını açıklaması.....	83
Şekil 3. 5	Fay tiplerini tanımlayan şekil.....	84

Şekil 3. 6	Odak mekanizma çözümü yapılan herhangi bir depremin fay parametreleri elde edilmesini, bilinen bir deprem yırtılmasının sonucu oluşan segmentin parametrelerinin değişmesiyle meydana gelen kesmeleri ve bu kesmelerin başlangıç ve bitiş noktalarının işaretlenmesini, fay tipinin de nasıl belirlendiğinin gösterilmesi.....	85
Şekil 3. 7	Karlıova Üçlü Eklemleri 'ne karşılık gelen yerde 1949 Elmalı depreminde meydana gelen kayma hızları verileri Reilinger ve diğ., 2006 ve Türkell ve diğ., 2003 tarafından belirlenen verilerle karşılaştırılarak belirlenmiştir. Ayrıca sismojenik zonun alt ve üst derinlik değer aralıkları bu bölge için Türkelli ve diğ., 2003 tarafından yapılmış referans değerine göre hazırlanmıştır. Referansa göre Elmalı segmentinin bulunduğu fay zonunun alt derinliği 0, üst derinliği ise 18 km olarak belirlenmiştir.....	86
Şekil 3.8	Farklı referansların derlenmesiyle fay segmentlerinin kayma hızları varsa hata miktarları, fayın maksimum yer değiştirme miktarlarının belirlenmesi.....	87
Şekil 3. 9	Referansların pdf dosyalarının bir araya getirilmesi ile oluşan kütüphanenin bir kısmının listesi.....	90
Şekil 3.10	Türkiye ve Kafkaslar için yukarıda bahsedilen formatlarda oluşturulan tüm aktif fay veri tabanları çalışmalarını bittikten sonra ortaya çıkan aktif fayların CBS ortamında çizimleri. Çalışmada birinci aşama sonucunda toplam 1668 adet fay kesmesinin parametre girişi yapılmış, 36932 km fay uzunluğu ARC-GIS ortamında tanımlanmıştır.....	91
Şekil 3.11	Yapılan tüm çalışmalar sonucu bölge için elde edilen birleştirilmiş deprem kaynak zonları modeli.....	92

Şekil 3.12	CBS ortamında herhangi bir fay kesmesinin üzerine tıkladığında o fay kesmesine ait tüm parametreler görülebilir. Örneğin; ‘Karlıova Fay Kesme’sinin üzerine geldiğimizde bu kesme ile ilgili tüm parametrelerin gösterilmesi.....	94
Şekil 3.13	ARC-GIS programında çizdirilen faylar başka bir katman şeklinde Google-Earth programına aktarılarak fayların lokasyonunun doğruluğunu tespit etmek için sağlama yapılmıştır.....	95
Şekil 3.14	Karakteristik tekrarlanma modeli için spesifik bir faylanma üzerindeki kümülatif magnitüd frekans dağılımı.....	102
Şekil 3.15	Paleosismik çalışmalar sonucunda Türkiye’deki belli başlı fay zonları boyunca araştırılan ‘trench’ isimleri ve lokasyonları....	104
Şekil 3.16	Frekans- magnitüd dağılımları için modellerin şematik gösterimi	107
Şekil 4.1	Türkiye’nin belli başlı deprem kaynak zonlarının kodlandırılması.....	113
Şekil 4.2	Türkiye’nin aktif fay ve deprem kaynak zonları.....	113
Şekil 4.3	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi.....	114
Şekil 4.4	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	114
Şekil 4.5	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	115
Şekil 4.6	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	115
Şekil 4.7	Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	116
Şekil 4.8	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	116

Şekil 4.9	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi.....	117
Şekil 4.10	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	117
Şekil 4.11	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	118
Şekil 4.12	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	118
Şekil 4.13	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	119
Şekil 4.14	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	119
Şekil 4.15	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi.....	120
Şekil 4.16	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	120
Şekil 4.17.	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	121
Şekil 4.18	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	121
Şekil 4.19.	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi.....	122
Şekil 4.20	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	122

Şekil 4.21	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	123
Şekil 4.22	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	123
Şekil 4.23	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	124
Şekil 4.24	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi.....	124
Şekil 4.25	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	125
Şekil 4.26	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	125
Şekil 4.27	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	126
Şekil 4.28	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	126
Şekil 4.29	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi.....	127
Şekil 4.30	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	127
Şekil 4.31	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	128
Şekil 4.32	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	128

Şekil 4.33	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	129
Şekil 4.34	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	129
Şekil 4.35	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi..	130
Şekil 4.36	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	130
Şekil 4.37	Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	131
Şekil 4.38	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	131
Şekil 4.39	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi...	132
Şekil 4.40	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	132
Şekil 4.41	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	133
Şekil 4.42	Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma sıklığını gösteren bölgesel değişim haritası.....	133
Şekil 4.43	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	134
Şekil 4.44	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	134
Şekil 4.45	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	135

Şekil 4.46	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	135
Şekil 4.47	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	136
Şekil 4.48	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	136
Şekil 4.49	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	137
Şekil 4.50	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	137
Şekil 4.51	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	138
Şekil 4.52	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	138
Şekil 4.53	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	139
Şekil 4.54	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	139
Şekil 4.55	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi..	140
Şekil 4.56	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	140
Şekil 4.57	Kaynak zonda $M=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	141
Şekil 4.58	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	141

Şekil 4.59	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	142
Şekil 4.60	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi...	142
Şekil 4.61	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	143
Şekil 4.62	Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	143
Şekil 4.63	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	144
Şekil 4.64	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi...	144
Şekil 4.65	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	145
Şekil 4.66	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	145
Şekil 4.67	Kaynak zonda M=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma sıklığını gösteren bölgesel değişim haritası.....	146
Şekil 4.68	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	146
Şekil 4.69	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	147
Şekil 4.70	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	147
Şekil 4.71	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	148

Şekil 4.72	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	148
Şekil 4.73	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	149
Şekil 4.74	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	149
Şekil 4.75	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	150
Şekil 4.76	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	150
Şekil 4.77	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	151
Şekil 4.78	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	151
Şekil 4.79	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi...	152
Şekil 4.80	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	152
Şekil 4.81	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	153
Şekil 4.82	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	153
Şekil 4.83	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	154

Şekil 4.84	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	154
Şekil 4.85	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	155
Şekil 4.86	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	155
Şekil 4.87	Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	156
Şekil 4.88	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	156
Şekil 4.89	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	157
Şekil 4.90	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi....	157
Şekil 4.91	Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	158
Şekil 4.92	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	158
Şekil 4.93	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	159
Şekil 4.94	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	159
Şekil 4.95	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	160
Şekil 4.96	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	160

Şekil 4.97	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	161
Şekil 4.98	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	161
Şekil 4.99	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	162
Şekil 4.100	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	162
Şekil 4.101	Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	163
Şekil 4.102	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	163
Şekil 4.103	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	164
Şekil 4.104	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	164
Şekil 4.105	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	165
Şekil 4.106	Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	165
Şekil 4.107	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	166
Şekil 4.108	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	166
Şekil 4.109	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	167

Şekil 4.110	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	167
Şekil 4.111	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	168
Şekil 4.112	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	168
Şekil 4.113	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	169
Şekil 4.114	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	169
Şekil 4.115	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	170
Şekil 4.116	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	170
Şekil 4.117	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası	171
Şekil 4.118	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	171
Şekil 4.119	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	172
Şekil 4.120	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	172
Şekil 4.121	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	173
Şekil 4.122	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	173

Şekil 4.123	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	174
Şekil 4.124	Karelej yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	174
Şekil 4.125	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	175
Şekil 4.126	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	175
Şekil 4.127	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	176
Şekil 4.128	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	176
Şekil 4.129	Karelej yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	177
Şekil 4.130	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	177
Şekil 4.131	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	178
Şekil 4.132	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	178
Şekil 4.133	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	179
Şekil 4.134	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	179

Şekil 4.135	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi	180
Şekil 4.136	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	180
Şekil 4.137	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	181
Şekil 4.138	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	181
Şekil 4.139	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi....	182
Şekil 4.140	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	182
Şekil 4.141	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	183
Şekil 4.142	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	183
Şekil 4.143	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	184
Şekil 4.144	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	184
Şekil 4.145	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	185
Şekil 4.146	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	185
Şekil 4.147	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	186

Şekil 4.148	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	186
Şekil 4.149	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	187
Şekil 4.150	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	187
Şekil 4.151	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	188
Şekil 4.152	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	188
Şekil 4.153	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	189
Şekil 4.154	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	189
Şekil 4.155	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	190
Şekil 4.156	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	190
Şekil 4.157	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	191
Şekil 4.158	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	191
Şekil 4.159	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	192

Şekil 4.160	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	192
Şekil 4.161	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	193
Şekil 4.162	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	193
Şekil 4.163	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi	194
Şekil 4.164	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	194
Şekil 4.165	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	195
Şekil 4.166	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	195
Şekil 4.167	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	196
Şekil 4.168	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	196
Şekil 4.169	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	197
Şekil 4.170	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	197
Şekil 4.171	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	198
Şekil 4.172	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	198

Şekil 4.173	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	199
Şekil 4.174	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	199
Şekil 4.175	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	200
Şekil 4.176	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası	200
Şekil 4.177	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	201
Şekil 4.178	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	201
Şekil 4.179	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	202
Şekil 4.180	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	202
Şekil 4.181	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	203
Şekil 4.182	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	203
Şekil 4.183	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	204
Şekil 4.184	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	204

Şekil 4.185	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	205
Şekil 4.186	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	205
Şekil 4.187	Kaynak zonda $M=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma sıklığını gösteren bölgesel değişim haritası.....	206
Şekil 4.188	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi	206
Şekil 4.189	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	207
Şekil 4.190	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	207
Şekil 4.191	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	208
Şekil 4.192	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	208
Şekil 4.193	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi	209
Şekil 4.194	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	209
Şekil 4.195	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	210
Şekil 4.196	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	210
Şekil 4.197	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	211
Şekil 4.198	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	211

Şekil 4.199	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	212
Şekil 4.200	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	212
Şekil 4.201	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	213
Şekil 4.202	Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	213
Şekil 4.203	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	214
Şekil 4.204	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	214
Şekil 4.205	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	215
Şekil 4.206	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	215
Şekil 4.207	Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	216
Şekil 4.208	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	216
Şekil 4.209	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	217
Şekil 4.210	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	217
Şekil 4.211	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	218

Şekil 4.212	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	218
Şekil 4.213	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	219
Şekil 4.214	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	219
Şekil 4.215	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	220
Şekil 4.216	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	220
Şekil 4.217	Kaynak zonda $M=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma sıklığını gösteren bölgesel değişim haritası.....	221
Şekil 4.218	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	221
Şekil 4.219	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	222
Şekil 4.220	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	222
Şekil 4.221	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	223
Şekil 4.222	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	223
Şekil 4.223	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	224
Şekil 4.224	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	224

Şekil 4.225	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	225
Şekil 4.226	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	225
Şekil 4.227	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	226
Şekil 4.228	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi	226
Şekil 4.229	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	227
Şekil 4.230	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	227
Şekil 4.231	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	228
Şekil 4.232	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	228
Şekil 4.233	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi....	229
Şekil 4.234	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	229
Şekil 4.235	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	230
Şekil 4.236	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	230
Şekil 4.237	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	231
Şekil 4.238	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	231

Şekil 4.239	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	232
Şekil 4.240	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	232
Şekil 4.241	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	233
Şekil 4.242	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	233
Şekil 4.243	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	234
Şekil 4.244	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	234
Şekil 4.245	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	235
Şekil 4.246	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	235
Şekil 4.247	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	236
Şekil 4.248	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	236
Şekil 4.249	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	237
Şekil 4.250	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	237
Şekil 4.251	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	238

Şekil 4.252	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	238
Şekil 4.253	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi	239
Şekil 4.254	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	239
Şekil 4.255	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	240
Şekil 4.256	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	240
Şekil 4.257	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	241
Şekil 4.258	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	241
Şekil 4.259	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	242
Şekil 4.260	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	242
Şekil 4.261	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	243
Şekil 4.262	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	243
Şekil 4.263	Kafkaslar’ın belli başlı birleştirilmiş deprem kaynak zonları modeli.....	244
Şekil 4.264	Kafkaslar’ın aktif fayları ve birleştirilmiş deprem kaynak zonlarının numaralandırılması.....	245
Şekil 4.265	Ermenistan bölgesi için 1900-2010 yılları arasındaki deprem dağılımları ve kaynak zonlara bölünmesi.....	245
Şekil 4.266	Ermenistan bölgesindeki kaynak zonların numaralandırılması.....	246

Şekil 4.267	Ermenistan Bölgesi için derinlik ve büyüklüklerine göre depremlerin dağılımları ve aktif fayların Zmap ortamında gösterilmesi.....	246
Şekil 4.268	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02°aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	247
Şekil 4.269	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	247
Şekil 4.270	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	248
Şekil 4.271	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	248
Şekil 4.272	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	249
Şekil 4.273	Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	249
Şekil 4.274	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	250
Şekil 4.275	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	250
Şekil 4.276	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	251
Şekil 4.277	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	251
Şekil 4.278	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	252
Şekil 4.279	Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	252
Şekil 4.280	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	253

Şekil 4.281	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	253
Şekil 4.282	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	254
Şekil 4.283	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	254
Şekil 4.284	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	255
Şekil 4.285	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	255
Şekil 4.286	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	256
Şekil 4.287	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	256
Şekil 4.288	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası	257
Şekil 4.289	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	257
Şekil 4.290	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	258
Şekil 4.291	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	258
Şekil 4.292	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	259
Şekil 4.293	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	259
Şekil 4.294	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	260

Şekil 4.295	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	260
Şekil 4.296	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	261
Şekil 4.297	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	261
Şekil 4.298	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	262
Şekil 4.299	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	262
Şekil 4.300	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	263
Şekil 4.301	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	263
Şekil 4.302	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	264
Şekil 4.303	Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	264
Şekil 4.304	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	265
Şekil 4.305	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	265
Şekil 4.306	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	266
Şekil 4.307	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	266

Şekil 4.308	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	267
Şekil 4.309	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	267
Şekil 4.310	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	268
Şekil 4.311	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	268
Şekil 4.312	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	269
Şekil 4.313	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	269
Şekil 4.314	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	270
Şekil 4.315	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	270
Şekil 4.316	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	271
Şekil 4.317	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	271
Şekil 4.318	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	272
Şekil 4.319	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	272
Şekil 4.320	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	273
Şekil 4.321	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	273

Şekil 4.322	Ermenistan kaynak zonları için hesaplanan a, b, Mc değerlerinin haritada gösterilmesi.....	274
Şekil 4.323	Azerbaycan bölgesinin EMME homojen deprem kataloğundan yararlanarak 1900-2010 yılları arasındaki deprem aktivitesi.....	274
Şekil 4.324	Azerbaycan bölgesindeki kaynak zonların numaralandırılması.....	275
Şekil 4.325	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	275
Şekil 4.326	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	276
Şekil 4.327	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	276
Şekil 4.328	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	277
Şekil 4.329	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	277
Şekil 4.330	Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	278
Şekil 4.331	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	278
Şekil 4.332	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	279
Şekil 4.333	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	279
Şekil 4.334	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	280
Şekil 4.335	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası	280
Şekil 4.336	Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	281

Şekil 4.337	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	281
Şekil 4.338	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	282
Şekil 4.339	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	282
Şekil 4.340	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	283
Şekil 4.341	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	283
Şekil 4.342	Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	284
Şekil 4.343	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	284
Şekil 4.344	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	285
Şekil 4.345	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	285
Şekil 4.346	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	286
Şekil 4.347	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	286
Şekil 4.348	Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	287
Şekil 4.349	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	287
Şekil 4.350	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	288

Şekil 4.351	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	288
Şekil 4.352	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	289
Şekil 4.353	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	289
Şekil 4.354	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	290
Şekil 4.355	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	290
Şekil 4.356	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.	291
Şekil 4.357	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	291
Şekil 4.358	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	292
Şekil 4.359	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	292
Şekil 4.360	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	293
Şekil 4.361	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelaj ağı	293
Şekil 4.362	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi	294
Şekil 4.363	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi	294
Şekil 4.364	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	295
Şekil 4.365	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	295

Şekil 4.366	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	296
Şekil 4.367	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	296
Şekil 4.368	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi	297
Şekil 4.369	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	297
Şekil 4.370	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkidenden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	298
Şekil 4.371	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	298
Şekil 4.372	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	299
Şekil 4.373	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	299
Şekil 4.374	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi	300
Şekil 4.375	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi....	300
Şekil 4.376	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkidenden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	301
Şekil 4.377	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	301
Şekil 4.378	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	302
Şekil 4.379	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	302
Şekil 4.380	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.	303

Şekil 4.381	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	303
Şekil 4.382	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	304
Şekil 4.383	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	304
Şekil 4.384	Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	305
Şekil 4.385	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	305
Şekil 4.386	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	306
Şekil 4.387	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	306
Şekil 4.388	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi	307
Şekil 4.389	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	307
Şekil 4.390	Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	308
Şekil 4.391	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	308
Şekil 4.392	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi	309
Şekil 4.393	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	309
Şekil 4.394	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	310
Şekil 4.395	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	310

Şekil 4.396	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	311
Şekil 4.397	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	311
Şekil 4.398	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi	312
Şekil 4.399	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	312
Şekil 4.400	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	313
Şekil 4.401	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	313
Şekil 4.402	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	314
Şekil 4.403	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	314
Şekil 4.404	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi	315
Şekil 4.405	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	315
Şekil 4.406	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	316
Şekil 4.407	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	316
Şekil 4.408	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	317
Şekil 4.409	Azerbaycan bölgesi kaynak zonları için a, b ve M_c değerlerini gösteren harita.....	317

Şekil 4.410	Gürcistan bölgesi için EMME homojen deprem kataloğundan yararlanılarak elde edilen 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin episantr dağılım haritası.....	318
Şekil 4.411	Tüm bölge için 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi	318
Şekil 4.412	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	319
Şekil 4.413	Gürcistan bölgesi için sismik kaynak zonları.....	319
Şekil 4.414	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02°aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	320
Şekil 4.415	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi	320
Şekil 4.416	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	321
Şekil 4.417	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	321
Şekil 4.418	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	322
Şekil 4.419	Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	322
Şekil 4.420	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	323
Şekil 4.421	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi	323
Şekil 4.422	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	324
Şekil 4.423	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	324
Şekil 4.424	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası	325

Şekil 4.425	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	325
Şekil 4.426	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02^0 aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	326
Şekil 4.427	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	326
Şekil 4.428	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	327
Şekil 4.429	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi	327
Şekil 4.430	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	328
Şekil 4.431	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	328
Şekil 4.432	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02^0 aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	329
Şekil 4.433	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	329
Şekil 4.434	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi	330
Şekil 4.435	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi....	330
Şekil 4.436	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	331
Şekil 4.437	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	331
Şekil 4.438	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02^0 aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	332

Şekil 4.439	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	332
Şekil 4.440	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi	333
Şekil 4.441	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	333
Şekil 4.442	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	334
Şekil 4.443	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	334
Şekil 4.444	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02^0 aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	335
Şekil 4.445	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi	335
Şekil 4.446	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	336
Şekil 4.447	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	336
Şekil 4.448	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	337
Şekil 4.449	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	337
Şekil 4.450	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02^0 aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	338
Şekil 4.451	Kaynak zonda $M=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma sıklığını gösteren bölgesel değişim haritası.....	338
Şekil 4.452	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	339

Şekil 4.453	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	339
Şekil 4.454	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	340
Şekil 4.455	Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	340
Şekil 4.456	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02 ⁰ aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	341
Şekil 4.457	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi	341
Şekil 4.458	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	342
Şekil 4.459	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	342
Şekil 4.460	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	343
Şekil 4.461	Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	343
Şekil 4.462	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02 ⁰ aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	344
Şekil 4.463	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi	344
Şekil 4.464	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	345
Şekil 4.465	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	345
Şekil 4.466	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	346

Şekil 4.467	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	346
Şekil 4.468	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02^0 aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	347
Şekil 4.469	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi	347
Şekil 4.470	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	348
Şekil 4.471	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	348
Şekil 4.472	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	349
Şekil 4.473	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	349
Şekil 4.474	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02^0 aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	350
Şekil 4.475	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi	350
Şekil 4.476	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	351
Şekil 4.477	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	351
Şekil 4.478	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	352
Şekil 4.479	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	352
Şekil 4.480	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02^0 aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	353

Şekil 4.481	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	353
Şekil 4.482	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	354
Şekil 4.483	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi.....	354
Şekil 4.484	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	355
Şekil 4.485	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	355
Şekil 4.486	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02^0 aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	356
Şekil 4.487	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi	356
Şekil 4.488	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	357
Şekil 4.489	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	357
Şekil 4.490	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	358
Şekil 4.491	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	358
Şekil 4.492	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02^0 aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	359
Şekil 4.493	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi	359
Şekil 4.494	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	360

Şekil 4.495	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	360
Şekil 4.496	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	361
Şekil 4.497	Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	361
Şekil 4.498	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02 ⁰ aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	362
Şekil 4.499	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi	362
Şekil 4.500	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	363
Şekil 4.501	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	363
Şekil 4.502	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	364
Şekil 4.503	Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	364
Şekil 4.504	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02 ⁰ aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	365
Şekil 4.505	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi	365
Şekil 4.506	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi	366
Şekil 4.507	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc).....	366
Şekil 4.508	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	367

Şekil 4.509	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	367
Şekil 4.510	b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02^0 aralıklarla yapılan karelaj ağı.....	368
Şekil 4.511	Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi	368
Şekil 4.512	Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c).....	369
Şekil 4.513	Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi.....	369
Şekil 4.514	Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.....	370
Şekil 4.515	Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası.....	370
Şekil 4.516	Gürcistan bölgesi kaynak zonları için elde edilen a, b, M_c değerlerinin gösterilmesi.....	371
Şekil 4.518	Türkiye’nin b değerlerine göre yapılmış deprem tehlike haritası	373
Şekil 4.519	Kafkasların b değerlerine göre yapılmış deprem tehlike haritası (Bütünleştirilmiş deprem kaynak zonu modeli).....	373
Şekil 4.520	Kafkasların b değerlerine göre deprem tehlike haritası.....	374

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1.	Türkiye ve civarında 1900-2010 yıllarında meydana gelmiş depremleri gösterilmesi.....	31
Tablo 2.2.	23 Ekim 2011 Van depreminin çeşitli sismoloji enstitü ve kuruluşlarınca bulunan odak ve kaynak parametreleri.....	32
Tablo 2.3	Bazı bilim adamlarına göre KAFZ’nda yer değiştirme hızları, toplam yer değiştirme miktarları ve yaş tahminleri.....	38
Tablo 3.1.	Fayın yukarıda da ifade edildiği gibi önce hangi ana fay zonuna ait olduğuna dair kodu, ana fay zonunun kodu ve kaç kesmeye ayrıldığına dair kodları, fayın ismi, segmentin ismi ve tanımlanan kesmenin isminin nasıl kodlandırılması.....	83
Tablo 3.2.	Sırasıyla; fayın uzanımı ile ilgili koordinatlar; kesmenin başlangıç ve bitiş noktasının coğrafik koordinatları (enlem-boylam), faylanmanın çeşidi, fayın uzunluğu (km cinsinden), fayın azimutu (derece), fayın eğimi, fayın rake açısı, fayın eğim yönü, fayın yatay ve dikey kayma hızları değerlerinin hazırlanması.....	84
Tablo 3.3.	Kayma hızları ve onların varsa tahmin edilen kayma hızı hata oranları her bir kesme için tanımlanması. Asismik kayma oranları, sismojenik zonun alt ve üst derinlik aralıkları, deprem yırtılmasına göre yatayda ve düşeyde de fayın maksimum atım değerlerinin gösterilmesi.....	87
Tablo 3.4.	Gösterilen kolonlar arasında tanımlanan her bir fay parametresinin farklı referansları, ayrı olarak hazırlanan referans data verisinde hangi referans olarak kodlandıysa, aktif fay data verisinde de o parametrenin referansının o kod ile gösterilmesi...	88

Tablo 3.5.	Aktif fay veritabanının referanslarının nasıl derlendiğinin gösterilmesi.....	88
Tablo 3.6.	Kodlanan referansların açıklamalarını gösteren data verisinin bir kısmının gösterilmesi.....	89
Tablo 3.7.	Data verisinde kodlanan referansların başlıklarının bir kısmının listelenmiş hali.....	89
Tablo 3.8.	Kuaternary dönemine ait Jeokronolojik methodların sınıflandırılması (Noller ve diğ., 2000).....	99
Tablo 3.9.	Moment Magnitudü (M), Ortalama Yerdeğıştirmeleri (AD), Maksimum atım (MD), ve Yüzey Kırığı Uzunluğu (SRL) için ampirik bağıntılar listesi. (Wells ve Coppersmith, 1994).....	101

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Depremsellik, Aktif faylar, a ve b değeri, Deprem tehlikesi.

Bu çalışma sismik aktivite bakımından dünyanın önde gelen bölgelerinden biri olan Türkiye ve Kafkaslar'ın depremselliğini ve deprem tehlikesinin ayrıntılı bir şekilde araştırılmasını konu edinmiştir. Çalışma genel olarak 2 başlık altında toplanmıştır. Bunlardan birincisi Türkiye ve Kafkaslar Bölgesi için ‘Aktif fay veri tabanının oluşturulması’ ve ikincisi ise çalışılan bölgede deprem kaynak bölgelendirilmesinin yapılması ve depremsellik parametrelerinin hesaplanmasıdır.

Çalışmada birinci aşama sonucunda toplam 1668 adet fay kesmesi tanımlanmış, toplam 36932 km uzunluğunda fayların parametreleri elde edilmiştir. Türkiye için aktif faylar veri tabanında 1070 fay kesmesinin fiziksel parametreleri tanımlanmıştır. 23356 km uzunluğunda fayların veri girdisi tam olarak yapılmıştır. Ermenistan için yine aynı formatta 1660 km fay tam olarak parametrelendirilmiş ve 20 adet fay kesmesi tanımlanmıştır. Azerbaycan için 402 adet fay kesmesi tanımlanmıştır. 6559 km uzunluğundaki fay girdileri tam olarak yapılmıştır. Gürcistan için ise 176 adet fay kesmesi tanımlanmış fiziksel parametreleri girilmiş, 5355 km uzunluğundaki fay girdileri tam olarak yapılmıştır. Dolayısıyla Türkiye ve Kafkaslar'da standart bir formatta ilk kez bu kadar ayrıntılı bir aktif fay veritabanı oluşturulmuş, sismik tehlike çalışmaları için önemli bir adım atılmıştır. Her fay kesmesi için elde edilen fiziksel parametrelerin kaynakları (makale, rapor, harita vb.) standart bir formatta bir araya getirilerek, pdf dosyalarından dijital bir kütüphane hazırlanmıştır.

İkinci aşamanın sonucunda ise Türkiye ve Kafkaslar Bölgesi için deprem tehlike haritaları oluşturulmuştur. Buna göre Türkiye için b değerleri genellikle 0.6-1.4 Kafkaslar için ise 0.8 ve 1.6 arasında değiştiği görülmüştür. En çok enerji açığa çıkaran bölgeler ise Türkiye'de Kuzey Anadolu Fay Zonu, Doğu Anadolu Fay Zonu, Helenik yayının doğusu, güney Marmara, Kıbrıs yayının batısı, Menderes Fay Zonu ve çevresi tespit edilirken, Kafkaslar'da ana bindirme fay zonları boyunca, Büyük Kafkaslar ve Küçük Kafkaslar Fay zonları olarak tespit edilmiştir.

ABSTRACT

SEISMICITY AND ASSESMENT OF EARTHQUAKE HAZARD FOR TURKEY AND THE CAUCASUS REGION

Key words: Seismicity, Active faults, a and b values, Earthquake hazard.

This study aims to investigate seismicity and earthquake hazard of Turkey and the Caucasuses which are one of the most seismically active regions of the world. This study consists of two main parts. The first part of the study is the compilation and determination of active fault parameters and construction of an Active Fault digital database. The second part is the delineation of seismic source zones and calculation of earthquake hazard parameters for each seismic source zone.

In this study a total of 1668 fault sections have been defined, and 36932 km of faults are fully parameterized to construct a digital active fault database. The total number of defined fault sections and the total fault lengths for each country are: 1070 and 23356 km for Turkey, 20 and 1660 km for Armenia, 402 and 6559 km for Azerbaijan, 176 and 5355 km for Georgia, respectively. A digital active fault map is also prepared in ARC-GIS format. The fact that the active fault database has a dynamic character that allows continuous updating, refinement and analysis is the most fruitful outcome of this study. The database also contains a digital library that includes pdf files of the relevant papers, reports and maps.

In the second part of the study, earthquake hazard maps have been prepared for Turkey and the Caucasus regions. The computed spatial distributions in b-values vary between 0.6 and 1.4 in Turkey. However, they vary between 0.8-1.6 in the Caucasus region. The most notable seismic energy release regions are the North Anatolian Fault Zone, the East Anatolian Fault Zone, the eastern Hellenic Arc, the western Cyprus Arc, Southern Marmara and the Menderes Fault in Turkey. The prominent seismic regions are the Main Thrust Zone, the Greater and the Lesser Caucasus Fault zones in the Caucasus region.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

İnsanlık tarihinden günümüze kadar çok büyük can ve mal kayıplarına yol açan doğal felaketlerle karşı karşıya kalmamız göz ardı edilemeyecek bir gerçektir. Bir toplumu sosyal ve ekonomik açıdan çok büyük kayıplara sürükleyen bu felaketlerden birisinin de başında deprem afetinin olduğunu hepimiz yaşayarak ve görerek öğrendik. Üzerinde yaşadığımız Türkiye ve komşumuz olan Kafkas ülkelerinde bu güne kadar hem sosyal açıdan hem de maddi hasarlara yol açmış birçok büyük depremlerin yaşanmasından dolayı buradaki depremsellik faaliyetlerinin bilimsel anlamda incelenmesi, dünyadaki tektonik aktivitesi en fazla olan bölgelerden biri olması sebebiyle adeta bir görev olmuştur.

Deprem tehlikesi, hasar ve can kaybı yaratabilecek büyüklükte bir depremden kaynaklanan yer hareketinin belli bir yerde ve belli bir zaman periyodu içerisinde belirlenmesi olarak tanımlanır ve deprem nedeni ile hasar, mal ve can kaybı ihtimali olarak tanımlanan, deprem riski kavramının önemli bir ögesini oluşturur. Gelecek depremlerin konumu, oluş zamanı, büyüklüğü ve diğer özellikleri belirsizlik arzettiği için deprem tehlikesi tayinlerinde olasılık hesaplarına dayalı tahminler önemli karar araçlarıdır (Erdik ve diğ., 2006). Son on yılda istatistiklere göre dünyada yarım milyon insan depremlerde ve tsunamilerde hayatını kaybetmiştir. Dolayısı ile gelişmekte olan ülkelerde kontrolsüzce artan nüfus ve kentleşme gelecek için büyük bir risk taşımaktadır. İnsanlık tarihinde birçok büyük deprem felaketi bu bölgelerde gerçekleşmiş ve buradaki birçok ülkeyi de etkilemiştir (Ambraseys ve Jackson, 1998; Nur, 2000; Ambraseys, 2009). Türkiye’de son on beş yıl içinde can ve mal kaybına neden olan çok sayıda deprem olmuştur. Bu depremlere örnek olarak 1992 Erzincan (M=6.8) (Barka ve Eyidoğan, 1993), 1995 Dinar (M=6.2) (Pınar, 1998), 1998 Adana (M=6.4) (Aktar ve diğ., 2000), 1999 İzmit (M=7.4) (Barka ve diğ., 2000; Gülen ve diğ., 2002), 1999 Düzce (M=7.1) (Utkucu ve diğ., 2003a), 2000 Orta (M=6.1)

(Utkucu ve diğ., 2003b), 2000 Sultandağ (M=6.0) (Taymaz ve Tan, 2001), 2002 Çay-Eber (M=6.4) ve Çobanlar (M=6.0) (Özer ve diğ., 2002), 2003 Pülümür ve 2003 Bingöl (M=6.4) (Pınar ve diğ., 2003) ve son olarak da 23 Ekim 2011 tarihinde meydana gelen Van Depremi verilebilir.

Deprem tehlikesi analizleri, belirlenmiş bir bölge için mevcut jeoloji ve depremsellik bilgilerine dayalı olarak yapılmaktadır. Deterministik yöntemlere nazaran, probabilistik (ihtimal hesaplarına dayalı) deprem tehlikesi analizleri jeolojik, jeofizik, sismolojik ve tarihsel verilerin daha uyumlu ve akılcı bir şekilde göz önüne alınması ile gerçekleştirilir. Genelde, ihtimal hesaplarına dayalı deprem tehlikesi belirlemelerinde kullanılan kuramsal modeller: (1) jeolojik ve sismolojik verilerden hareketle potansiyel deprem kaynaklarının tanımlanması, (2) deprem büyüklükleri için ihtimal dağılımının yapılması, (3) stokastik işlem modellemesi ve (4) yer hareketi azalım ilişkilerinin belirlenmesi aşamalarını içerir (Erdik, 2006).

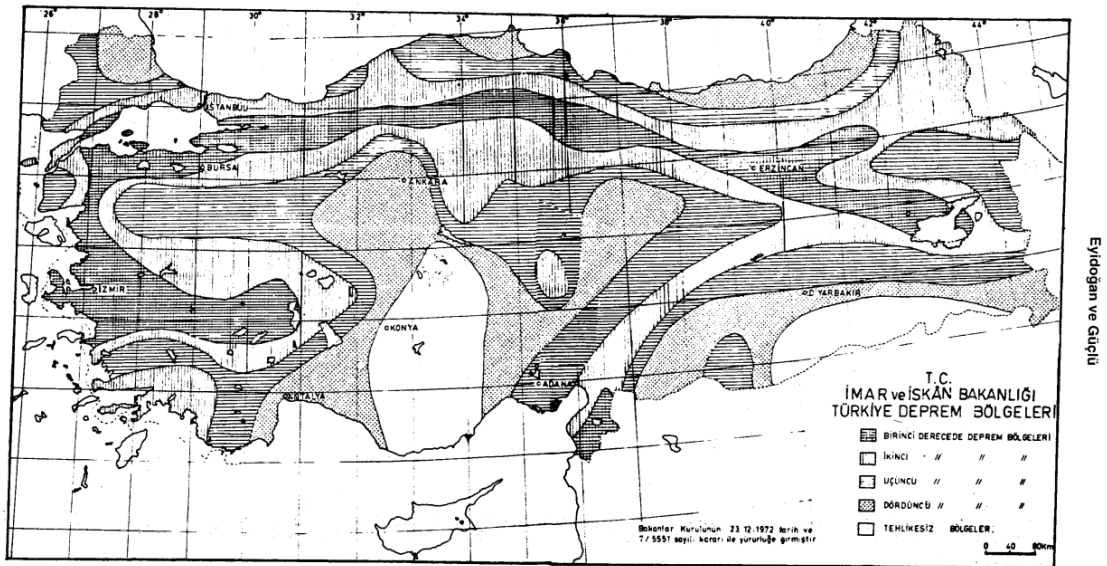
Ülkemiz ve yakın çevresi için depremsellik ve neo-tektonik yapının rasyonel bir yöntem kapsamında beraber değerlendirildiği genel kapsamlı probabilistik deprem tehlikesi çalışmaları ise Aslan (1972), Bath (1979), Yarar ve diğerleri (1980), Erdik ve Öner (1982), Erdik ve diğerleri (1982, 1985) ve Gülkan ve diğerleri (1993), Yılmaztürk ve diğerleri (1999), Erdik ve diğerleri (1999), Kayabalı ve Akın (2003), Bayrak ve diğerleri (2005), Bayrak ve diğerleri (2009) tarafından gerçekleştirilmiştir. Kafkaslar için ise; Bune ve Gorshkov (1980), P.Gülkan ve M.Yüçemen (1991), GSHAP projesi kapsamında Giardini ve Balassanian (1997), Balassanian ve diğerleri (1999), Erdik ve diğerleri (1999) çalışmalar yapmışlardır.

İlk resmi deprem tehlikesi bölgeleme haritası, 1940 tarihli birinci deprem şartnamesini takiben 1945 yılında hazırlanmış ve küçük değişikliklerle 1947 yılında ikinci deprem şartnamesi ile beraber yayınlanmıştır. 1998 yılında yürürlüğe konmuş bulunan ve halen geçerli olan deprem tehlikesi bölgeleme haritası Gülkan ve diğerleri (1993) tarafından hazırlanmış probabilistik tehlike haritasını baz alarak 5 adet deprem tehlike bölgesi belirtilmiştir. Bu bölgeler sırasıyla VIII ve daha büyük, VII, VI ve V MSK (Medvedev-Spouner-Karnik) deprem şiddeti değerlerine karşı gelmektedir.



Şekil 1.1. 1945 yılında Bakanlar Kurulu kararı ile yürürlüğe girmiş bulunan ilk resmi deprem bölgeleri haritası (Pampal ve Özmen, 2007).

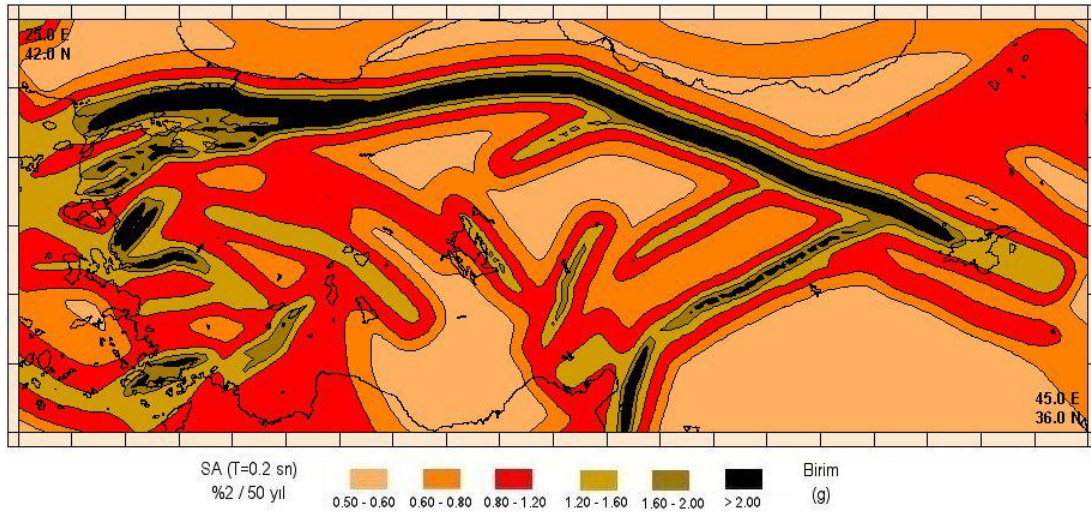
Daha sonraki tarihlerde, tehlikesiz olarak belirlenmiş bölgelerde meydana gelen depremler ve Avrupa Sismoloji Komisyonu'nun 1968 yılındaki tavsiyeleri üzerine üçüncü resmi deprem tehlikesi bölgeleme haritası hazırlanmış ve 1972 yılında yayınlanmıştır.



Şekil 1.2. İmar ve İskan Bakanlığı tarafından 1972 yılında yürürlüğe konan beş bölgeyi Türkiye deprem bölgeleri haritası. Beşinci derece bölge boş gösterilmiştir (Eyidoğan ve Güçlü, 1993).

Bu haritadaki deprem tehlike bölgelerinin belirlenmesinde geçmişte maruz kalmış maksimum deprem şiddetleri esas alınmış, ancak, sismo-tektonik yapı ve bu şiddetlerle ilgili yinelenme süreleri itibari olarak göz önüne alınmıştır. Harita sırasıyla IX ve daha büyük, VIII, VII, VI ve V şiddetlerine karşılık gelen beş tehlike bölgesini kapsamaktadır. Bu tip deterministik deprem tehlikesi haritalarının depremlerin oluşum frekansları (veya dönüş periyotları) ile ilgili bilgileri sağlayamamalarının doğurduğu eksiklikler diğer ülkelerde olduğu gibi 1970'li yıllardan itibaren ülkemizde de hissedilmiş ve bu konuda çalışmalar yapılmıştır. Çok sayıda yerel kapsamlı çalışmaların yanında Hattori (1979) ve Burton ve diğerleri (1984) sadece deprem istatistiklerine dayalı yaklaşımlarla Türkiye'deki deprem tehlikesini probabilistik açıdan belirlenmesi yolunda faaliyet göstermişlerdir (Erdik ve diğ., 2006).

Erdik ve diğerlerinin (1999) çalışmalarında tarihsel ve aletsel verilere göre Kuzey Anadolu Fayı ve Doğu Anadolu Fayları civarında yüksek ivme değerleri elde edilmiştir.

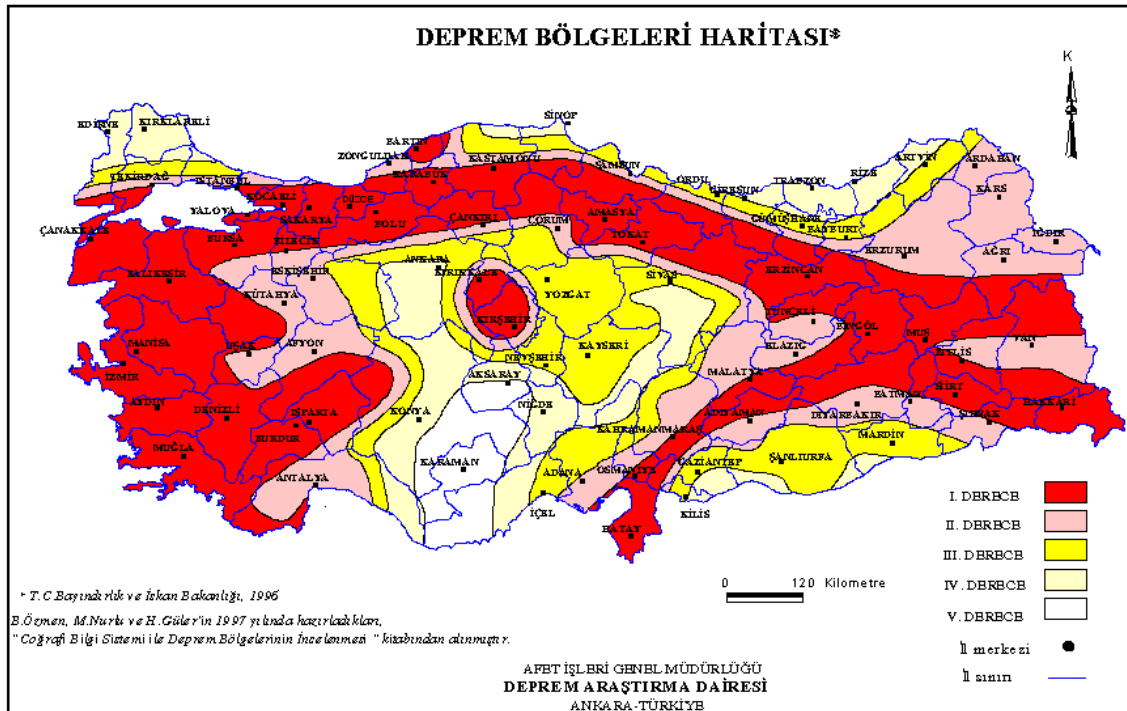


Şekil 1.3. Spektral ivme değerleri değişimi haritası (Demircioğlu ve diğ., 2007).

Fakat Bayrak ve diğerleri (2005) Doğu Anadolu Fay zonu için aynı değerleri elde etmemiştir ve bunu tarihsel verileri kullanmayışlarına bağlamışlardır. Kafkaslardaki çalışmalar ise bölgede sismik tehlikenin yüksek oranlarda çıktığını ve zemin ivme değerlerinin 0.3g-0.5g aralığında değiştiğini, probabilistik ve deterministik tehlike

haritalarının da gözlenen güçlü sismik aktiviteyle büyük bir uyum gösterdiğini öne sürmüşlerdir. Bu çalışmalarda bir yerdeki deprem tehlikesinin mertebesi deprem oluşumlarındaki büyüklük, zaman ve konuma doğrudan doğruya bağlı olmakla beraber, aynı zamanda bu oluşum parametrelerindeki belirsizliklerin de bir fonksiyonudur. Özellikle düşük aşılma olasılığı seviyelerinde bu belirsizlikler önemli bir etken olarak ortaya çıkmaktadır ve bu depremlerle ilgili kaynak bölgesi, oluşum frekansı, faylanma ve azalım belirsizliklerinin tehlike sonuçlarına yansıtılması gerekli olmaktadır.

Olasılık yöntemleri esas alınarak 1996 yılında Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü'nce Orta Doğu Teknik Üniversitesi tarafından Türkiye Deprem Bölgeleri haritası hazırlanmıştır.



Şekil 1.4. Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası (T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı-Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı, 1996)

Bu haritaya göre, Türkiye topraklarının %66'sı 1.inci ve 2.inci derece deprem bölgeleri, başka bir ifade ile aktif fay zonları içerisinde kalmakta ve nüfusun %71'i bu bölgelerde yaşamaktadır. Türkiye'nin doğal afetlerle ilgili istatistik verilerine bakıldığında, depremlerin en tahripkâr doğal afet sonucu doğurduğu görülmüştür.

1902-2003 yılları arasında, ülkede 137 adet hasar yapan deprem meydana gelmiş ve bu depremler sonucunda 83.908 kişi hayatını kaybetmiş, 171.283 kişi yaralanmış ve 493.824 konut yıkılmış veya ağır hasar görmüştür. Ayrıca depremler, Türkiye gibi bir tarih hazinesi olan ülkede, yerine konulması mümkün olmayan, tarihi yapı ve yerleşmelerin de yok olmasına neden olmuştur. Olasılık yöntemleri kullanılarak yapılan tahminler, Türkiye'de çeşitli hasarlara yol açan VII MSK şiddetindeki bir depremin bir yıl içerisinde olma olasılığının % 63 olduğu, IX şiddetindeki tahripkâr bir depremin beş yılda bir olma olasılığının ise yine % 63 olduğu sonucunu vermiştir. (Okay, 2000; Ergünay, 2007).

Bu çalışmada göz önünde bulundurulacak 3 önemli adım takip edilecektir. Bunlar;

- 1-Jeolojik ve sismolojik verilerin derlenmesi,
- 2-Bu verilerden hareketle sismik kaynakların belirlenmesi (deprem kaynak bölgelemesi),
- 3-Deprem kaynaklarındaki deprem oluşumlarının istatistiksel özelliklerinin ve depremsellik parametrelerinin belirlenmesi

Türkiye Neo-tektonik verileri ile ilgili temel kaynak MTA tarafından 1987 yılında hazırlanmış "Türkiye'nin Neotektoniği ve Diri Fayları" çalışması ve 1/ 1.000.000 ölçekli diri fay haritası ve 1992 tarihli ek-çalışmadır. Günümüzdeki bilgi birikimi, MTA tarafından üretilmiş olan 1992 tarihli haritanın çok ilerisindedir. Diri fayların seçiminde fayların uzunlukları, geliştirdikleri faylar morfolojideki etkinlikleri, tarihsel sismisitesi ve Neotektonik dönemdeki deformasyon açısından özellikleri dikkate alınmalıdır (Şaroğlu, 1992). Diri faylar tarihsel dönemlerde çeşitli büyüklüklerde deprem üretmiş faylardır. Bunlar, genellikle 2 milyon yıldan daha yaşlı olmayan genç çökelleri kesen faylanmalardır. Yüksek oranlarda deprem üretme riski bulunduğundan, bu faylarla ilgili, yeni ve ayrıntılı çalışmalarla daha net tanımlamalar yapılmıştır. Bu çalışmada "son 10 bin yıl içerisinde en çok hareket ederek deprem üretmiş olan kırık hatları "Diri Fay" olarak tanımlanmaktadır.

Faylanma deprem ilişkisi kurulmasına rağmen her fay deprem üretmemekte (aktif olmayan, ölü faylar ya da bazıları çok deprem üretirken (aktif, diri fay) diğerleri az

(az diri aktif fay) deprem üretmektedir. Aktif fay ya da diğer aktif jeolojik yapıların incelenmesi tektonik biliminin konusunu oluşturmaktadır. Neotektonik için önerilen bir tanım “Günümüzde aktif olan tektonik süreçlerin ve bu süreçlerin günümüzde gözlemlendiği şekli ile aktif olduğu jeolojik zaman aralığının ve netice olarak oluşan jeolojik yapıların incelenmesi” şeklindedir. Wallace (1986), Neotektonik terimini bir kenara atıp toplum için daha kullanışlı bir terim önermiştir. Toplum için kaygı oluşturacak gelecekte belli bir zaman dilimi içinde olması beklenen tektonik hareketler için “aktif tektonik” terimini önermiştir. Toplum yakın gelecekte hareket etmiş olsa bile kendisini ilgilendiren gelecekte aktif olmayacak bir fayla ilgilenmeyecektir. Ayrıca çok aktif bazı faylar sadece yıkıcı olmayan küçük depremler üretmektedir. Dolayısıyla aktif veya aktif değil tanımlaması çok basit kalarak nadiren kullanışlı olmaktadır. Yakın geçmişte aktifliğin derecesinin belirlenmesi ve “Holosen aktif” (10.000 yıl) gibi sayısal ifadesi üzerinde vurgulama yapılmıştır (Utkucu, Deprem Jeolojisi ve Mekanik Ders Notları).

Fay geometrisinin deprem kırılmasında önemli rol oynadığı birçok bilim adamı tarafından kabul edilen bir gerçektir (Segall ve Polard, 1980; Bakun ve diğ., 1980; Lindh ve Boore, 1981; King ve Nabelek, 1985; Sibson, 1986, Schwartz ve Coppersmith, 1986; Barka ve Kadinsky-Cade, 1987). Fay geometrisi terimi fayın basamak şeklindeki sıçramalarını (stepovers), ani doğrultu değiştirmelerini (bends) veya bu ikisinin bir arada olduğu farklı şekillerini kapsamaktadır. Her geometrik örneğinin kendisine ait karakteristik dinamik kırılma mekanizmasına sahip olduğu anlaşılmaktadır. Fay geometrisi ile her birinin kendisine ait karakteristik depremi olan, fay segmentleri belirlenebilir (Barka ve diğ., 1987). Paleosismolojik araştırmalar fay segmentlerinin davranışlarının fayın türüne, geometrisine, yapısal ve jeolojik özelliklere bağlı olduğunu göstermiştir.

Faylar, geometrik ve mekanik olarak çeşitli ölçeklerde segmentlere ayrılırlar. Segmentler, uzun bir fayda tek bir deprem sırasında defalarca kırılmış bir deprem kırığını temsil edebilir ve onlarca veya yüzlerce kilometre uzunluklarda olabilirler. Ya da tek bir faylanma olayı ile ilgili deprem kırığının bir kısmını teşkil edebilirler ve yalnızca birkaç km uzunlukta olabilirler. Veya bir fay düzlemi boyunca yer alan yerel homojen olmayan düzensizlikleri temsil edebilirler ve birkaç on ile birkaç yüz

metre uzunluklarda olabilirler. Bunlardan ilki, zaman içerisinde fayın davranışları hakkında bilgi veren ve yüzey deformasyonlarına neden olan oldukça büyük deprem tehlikesi sunan segmentleri temsil ederler (Coppersmith ve Schwartz, 1989; Schwartz, 1990).

Her bir deprem kırığı ile ilgili segmentlerin ayırt edilmesi oldukça zor ve segmentasyon modellemesi ile ilgili metodlar daha henüz gelişme aşamasındadır. Bir fay boyunca orta ve büyük magnitüdü depremlerin tekrarlı oluşumları, bireysel segmentlerin uzunlukları hakkında ipuçları vermektedir. Birbirini izleyen depremlerde fayın aynı yerlerindeki kayma miktarlarının dağılımları, benzer veya farklı şekilde gelişebilmektedir. Komşu segmentler, aynı zamanda birlikte kırılabilmektedir. Yüzeyde görünen geometrik ya da yapısal bariyerlerde deprem kırıkları durdurulmakta veya engellenmemektedir. Ya da alt segmentler, beklenen maksimum veya karakteristik depremden daha küçük depremler üreterek kırılmaktadırlar. Bu yüzden, bir fay uzunluğu boyunca geçmiş depremlerin tarihlerinin belirlenebilmesi, her bir depremdeki kayma miktarları, bu kayma miktarlarının fay boyunca dağılımları ve kayma hızları gibi paleosismolojik veriler, segmentlerin ayırt edilmesinde ve deprem tekrarlanmaları ile ilgili modellemelerin yapılmasında oldukça önemli bilgiler vermektedirler (Coppersmith ve Schwartz, 1989; Schwartz, 1990).

Türkiye'de günümüzde bilinenden çok daha fazla sayıda diri fay bulunduğu, diri fay özellikleri ortaya çıkarıldığında üzerinde durulması gereken bir gerçektir. Türkiye'de günümüze kadar yapılmış olan çalışmalar çok yetersizdir. Türkiye'deki en önemli diri (aktif) fayları bulunduran Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun ve Doğu Anadolu Fay Zonu'nun ancak onda biri kadar bir bölümünün gerekli nitelikte haritaya alınmış olması bu konunun daha öte tartışılmasını gereksiz kılmaktadır (Arpat ve Şaroğlu, 1972). Bu çalışmalarda ilk adım Şaroğlu (1991) tarafından yapılan Türkiye diri fay haritasıdır.



Şekil 1.5. Maden Tetkik Arama Enstitüsü-Türkiye Diri Fay Haritası (Şaroğlu, 1991)

Bu harita paleosismolojik çalışmaların temelini teşkil etmiş ve büyük katkılarda bulunmuştur. Bu amaçla Türkiye’de yapılmış tüm çalışmaların biraraya getirilmesi ile bu referanslarda yer alan tüm diri faylar neotektonik ve paleotektonik döneme ait faylar ve tektonik yapıların harita üzerinde gösterilmesi ve paleosismolojik çalışmaların da yapılması gerekir (Şekil 1.5).

Buradan yola çıkarak Türkiye ve Kafkaslar Bölgesi’nde deprem tehlike analiz çalışmalarının birinci ve en önemli basamağı olan çalışma alanında aktif fayların yeniden derlenmesi ve bunu yaparken de bölgenin jeolojisi, aktif tektoniği, paleosismolojik bilgi kaynakları, tarihsel ve aletsel dönem depremselliği ve GPS çalışmaları gibi jeodezik çalışmaların sonuçları gibi bilgi ve verilerin derlenmesi çalışmaları yapılmıştır. Sismisite verisi, aletsel tarihsel ve tarih-öncesi dönemlere ait olmak üzere üç kısımdan meydana gelir. Tarihsel depremler ile ilgili bilgiler, çeşitli kataloğlardan elde edilebilir. Bu kataloğların kapsadığı periyodun uzunluğu, ne kadar uzun olursa, depremlerin oluşum zamanları ve yerleri ile ilgili bilgilerin güvenilirliği de o derecede azalmaktadır. Diğer taraftan tarih-öncesi depremlere ait oldukça kesin ve güvenilir bilgiler, son yıllar içerisinde oldukça büyük gelişmeler gösteren paleosismolojik çalışmalar ile elde edilebilmektedir. Tarihsel ve tarih-öncesi döneme ait depremlerin detaylı bir şekilde incelenmesi, bir bölgedeki depremlerin

tekrarlanma aralıkları, diri fayların ortaya çıkarılması, diri faylar ile ilgili segmentlerin ayırt edilmesi ve her bir segment ile ilgili deprem modellerinin yapılabilmesine olanak sağlar.

Bu çalışmada diğer çalışmalardan farklı olarak 1992' den bu yana en kapsamlı ve en güncel veriler saptanarak referanslarıyla beraber Türkiye ve Kafkaslar için aktif fay veri tabanı oluşturulmuş faylar segmentlere ve fay kesmelerine bölünerek her fay kesmesinin kinematik parametreleri belirlenmiş bu yönüyle sismik tehlike hesabının en doğru olabilecek şekilde yapılmasına olanak sağlamıştır. Fay kesmesi olarak adlandırılan veri tabanı, magnitüdü $M_w \geq 5.5$ olan depremleri üretme potansiyeline sahip olduğu bilinen ya da düşünülen fayların geometrileri (doğrultu, eğim, sapma (rake) açısı, eğim yönü, sismojenik kabuk kalınlığı), türleri ve kayma hızları gibi bilgileri içermektedir. Segment içinde fayın herhangi bir fiziksel parametresi değiştiğinde bu yeni bir fay kesmesi olarak tanımlanmıştır. Bu format esnek ve dinamik bir karaktere sahip olması açısından da önemlidir. Ayrıca veri tabanının dinamik olması sağlanarak güncel deprem veri girişine de olanak sağlanmıştır.

Çalışmanın ikinci aşamasında bölgede 1900–2010 yılları arasında oluşturulan homojen katalogdan (Kalafat ve diğ., 2011) yararlanarak bölgenin depremselliğin tanımlanmasına yardımcı olmak için deprem episantırlarının belirlenmesi, odak mekanizma çözümlerinin yapılması ve magnitüd-frekans ilişkilerini saptayarak bununla ilgili problemlerin yorumlanması sağlanmıştır.

Deprem tehlikesinin belirlenmesinin en önemli unsurlarından biri deprem kaynak bölgelendirmesidir. Deprem tehlikesi haritalarının hazırlanmasında diri fay haritaları ve bu haritalarda yansıtılan diri fayların deprem etkinlik düzeylerinin belirlenmesi bu haritaların temel veri tabanını oluşturur. Diri fayların segmentasyon modellerinin, yer değiştirme hızlarının, karakteristik deprem tarihçelerinin ve en büyük deprem potansiyellerinin belirlenmesi gerekir.

Deprem kaynakları genellikle jeo-tektonik elemanların özellikleri ile deprem oluşumlarının ve kaynak mekanizmalarının homojenliklerine göre ayrılır. Kaynak bölgelemesi için: genel kabuk yapısı; genel tektonik yapı; bölgesel deformasyon

şekil ve hızları, GPS ve diğer jeodezik veriler; bölgesel deformasyonu kontrol eden ana fayların özellikleri; bu faylardaki büyük depremlerle ilgili paleo-sismik veriler ve yinelenme periyotları ve neo-tektonik elemanların etkinlik ve yetkinliklerine ilişkin bilgiler gerekli olmaktadır (Erdik, 2006). Makro-sismik verilere dayalı sismo-tektonik haritalar ve paleo-sismik veriler fay hatları ile depremler arasındaki ilişkiyi belirleyen en önemli araçtır. Konu ile ilgili güncel bilgi birikimi herhangi bir standart uygulamaya izin vermemekte, aksine değişik akılcı kriterlere dayalı olarak bulunacak alternatif kaynak bölgelendirmelerini teşvik edecek durum taşımaktadır. Nitekim birçok ülkede yapılan ulusal nitelikli deprem tehlikesi bölgelendirmeleri değişik yaklaşımlar arasında bir uzlaşımı yansıtmaktadır (Muir-Wood, 1993; Basham ve diğ., 1995).

Dünyanın değişik yerlerindeki mikro-plakalar (Anadolu gibi) içinde çok sayıda küçük fayların ve kırık zonlarının yer aldığı bilinmektedir. Bu mikro-plakalar içinde yer alan depremlerin faylarla ilişkisi ancak yırtılma ve diğer makro-sismik verileri sağlayan ender sayıda büyük depremler için mümkün olmaktadır. Çok yoğun olarak incelenmiş yörelerde bile fay hatları ile ilişkisi ancak olaydan sonra kurulabilen büyük depremlerin (1994 Northridge gibi) meydana geldiği görülmektedir. Bu durumda sadece son yüzyılda oluşmuş deprem-fay ilişkileri göz önüne alınarak mikro-plaka içi kaynakların ayrılması gerçekçi olmamaktadır. Mikro-plaka içlerinin belirli bir muhafazakârlıkla bulunacak arka-plan deprenselliğini yansıtacak şekilde dünya çapında olarak bölgelendirilmesi akılcı bir yaklaşımdır.

Tarihi, makro-sismik ve aletsel deprem verilerinin değerlendirilmesi deprem tehlikesi belirlemelerinin ana unsurunu oluşturur. Bu veriler deprem kaynak bölgelerinin; frekans-aletsel büyüklük, aletsel büyüklük-yırtılma ve azalım ilişkilerinin; en büyük deprem potansiyelinin; sismik boşluk ve periodisitelerin ve arka plan sismisitesinin belirlenmesinde önem taşır. Deprem tehlikesi açısından önem taşıyan makro-sismik merkez ve diğer verilere ait derlemeler Ambraseys (1988), Eyidoğan ve diğerleri (1991) ve Erdik (1996) tarafından yapılmıştır. Özellikle Ambraseys (1988) Ambraseys ve Finkel (1995) ve Ambraseys (2009) tarafından yapılan çalışmalar ülkemizde meydana gelmiş tarihi depremlerle ilgili değerli bilgileri sağlamaktadır. Deprem kataloğunun seçiminde çalışmada kullanılacak azalım ilişkisi ve fay yırtılma

boyu ilişkisinde kullanılan deprem büyüklüğü tanımı ile katalogda kullanılan tanımın aynı olmasına dikkat edilmesi gerekmektedir.

Üçüncü aşamada ise çalışmanın bir ve ikinci aşamalarından yola çıkılarak elde edilen magnitüd-frekans bağıntılarından Türkiye ve Kafkaslar Bölgesi için farklı deprensellik gösteren tektonik bölgeler saptanmış ve deprem sabitleri (a ve b değerleri gibi) elde edilerek, sismik tehlikenin hesaplanmasında ve yorumlanmasında temel çalışma oluşturulmuştur.

Magnitüd-deprem sayısı ilişkilerinden elde edilen b değeri deprem oluşumunun fiziği ile ilgili olduğundan depremlerin istatistiksel analizinde önemli bir parametre olarak kullanılmaktadır (Mogi, 1962a; Scholz, 1968; Alptekin, 1978). Depremin önceden belirlenmesi çalışmalarında önemli bir yer tutmaktadır.

Bir bölge için deprem tehlikesinin belirlenmesinde deprem istatistiğinin temel bağıntısı olan Gutenberg-Richter (1954) bağıntısı sıklıkla kullanılmaktadır. Magnitüd-frekans ilişkisi olarak bilinen bu bağıntı deprenselliğin tanımlanmasında olumlu sonuçlar vermiştir.

$$\text{Log } N = a - bM \quad (1.1)$$

Burada M magnitüdü, N magnitüdü M veya daha büyük olan depremlerin bir yıldaki sayısını a ve b değerleri de regresyon katsayılarını göstermektedir. Bu bağıntıdan elde edilen b değeri deprem oluşumunun fiziği ile doğrudan ilgili olduğundan deprensellik analizlerinde önemli bir sabittir ve deprenselliğin yorumlanmasında önemli bir yer tutmaktadır (Mogi, 1962a; Scholz, 1968). Burada a parametresi gözlem dönemine, incelenen bölgenin genişliğine ve gözlem süresindeki deprem etkinliğine bağlı olup ortalama yıllık sismisite aktivitesinin indeksi olarak kabul edilmekte ve sismik aktivitenin seviyesine bağlı olarak değişmektedir (Alptekin, 1978). b katsayısı ise kayaçların deformasyonu ve dolayısı ile deprem oluşumunun fiziği ile ilgili olup, b değerlerinin zaman ve bölgeye göre değişimleri sismologların ilgisini çekmiştir (Bayrak, 2004). Yapılan incelemelerde dünya ölçüsünde b değerinin 0.4–1.8 arasında olduğu ve sismotektonik kuşağın yaşına bağlı olarak

değiştirdiği belirtilmiştir (Miyamura, 1962). Miyamura Pasifik ve Alpin orojenik kuşaklarında (ada yayları dâhil) 1.0–1.8 gibi yüksek b değerleri, kıtasal rift kuşaklarında 0.6-0.7 arasında b değerleri ve yaşlı kalkan bölgelerinde daha küçük b değerleri elde edilmiştir. Guo ve Ogata (1997), ise b değerinin 0.7–1.3 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Yeryüzündeki sismik olarak aktif bölgelerin çoğu için $b=1$ olarak kabul edilir (Frohlich ve Davis, 1993). Gutenberg ve Richter (1954) sığ depremler için $b=0.90\pm 0.02$, orta ve derin odaklı depremler için $b=1.2\pm 0.2$ değerini bulmuşlardır. Bu ölçümler dünya ölçüsündeki deprem istatistiğine dayanmakta olup $M>6-6.5$ depremler için geçerlidir (Alptekin, 1978). Buna göre büyük bir b değerinin zayıf bir gerilme azalmasını, düşük bir b değerinin yüksek bir gerilme düşümünü (stress drop) gösterdiği anlaşılmıştır (Lomnitz ve Singh, 1976). Laboratuvar deneylerinde malzemenin heterojenliğinin veya çatlak yoğunluğunun artmasının b değerinin artmasına neden olduğu bulunurken (Mogi, 1962) uygulanan makaslama gerilimindeki bir artış (Scholz, 1968; Urbancic ve diğ., 1992), ya da etkin gerilimdeki bir artış (Wyss, 1973) b değerini azaltır. Artçı sarsıntılar büyük b değeri gösterirler, çünkü mevcut gerilme ana şok ile boşalmıştır. Okyanus sırtlarındaki depremlerin yitim kuşaklarındaki depremlerden daha büyük b değerine sahip olması okyanus sırtlarındaki gerilme yığılmasının daha az oluşu ile açıklanabilir (Lomnitz ve Singh, 1976). Volkanik bölgelerde, yüksek b değerleri mağma odaları yakınlarında ve fazla çatlaklı hacimlerde gözlenmiştir (Wiemer ve McNutt, 1997; Wyss ve diğ., 1997; Wiemer ve diğ., 1998). Doğrultu atımlı fay zonlarında daha derinlerdeki gerilim artışına bağlı olarak b değeri derinlikle azalır (Mori ve Abercrombie, 1997; Wiemer ve Wyss, 1997). Bazı araştırmacılar, b değerinin gerilme, gerilme heterojenitesi veya fay düzleminin karmaşıklığı ile kontrol edildiğini (Enescu ve Ito, 2002) tektonizmaya ve depremselliğe bağlı olarak değişim gösterdiğini ifade etmişlerdir (Frohlich ve Davis, 1993). Buna göre deprem kırığı üzerinde kayma serbestliğinin fazla olduğu yerlerde yüksek b değerleri bulunmuştur (Wiemer ve Katsumata 1999; Sobiesiak 2000). Fayların krip (creep) kısımlarında yüksek b değerleri gözlenirken (Amelung ve King, 1997; Wiemer ve Wyss, 1997), fayların pürüz (asperite) kısımlarında düşük bir b değeri ($b<0.6$) gözlenmiştir (Utkucu, 2005). Buna rağmen b değerlerinin sismotektonik bölgelendirmede kullanılması tamamen çözümlenmiş bir problem değildir. Çünkü hesaplanan b

değerleri kullanılan verilere ve yöntemlere bağlı olarak değişimler göstermektedir (Alptekin, 1978).

Dünya'nın en yüksek deprem tehlikesinin olduğu bölgelerden biri olan Türkiye ve Kafkaslar bölgesi yoğun nüfuslu kentleri, yüksek ekonomik değerli enerji rezervleri, endüstri tesisleri ve jeopolitik olarak da önem taşıması ile dünya siyasi ve ekonomi hayatında önemli bir yere sahiptir.

Bu çalışmada Türkiye ve Kafkaslar 'da geçmişte meydana gelen depremlerin ve oluşturdukları afetlerin sonuçlarının değerlendirilmesi, sismik tehlike analizinin yeniden yapılması, olası yapısal hasar riski ve ekonomik kayıpların belirlenmesi ile bunlara ilişkin iyileştirme ve değerlendirme çalışmalarının yapılması hedeflenmektedir. Bu çalışmanın sonunda ülkelerin aktif fay haritaları birleştirilerek Türkiye ve Kafkaslar Bölgesi için sayısal aktif fay haritaları ArcGIS ortamında oluşturulmuştur. Çalışılan bölge için aktif faylara ait geometri ve kayma hızı gibi veriler yeniden gözden geçirilecek, yenileri eklenecek, aynı formatta veri tabanı oluşturularak homojen ve dinamik bir veri tabanı elde edilecektir. Buradan yola çıkılarak güncel bir depremsellik analizleri yapılacak, depremsellik parametreleri elde edilecektir. Elde edilen tüm parametrelerin bölgesel tektonizmaya göre değişimleri incelenecek, bölgenin aktif tektonik yapısı ile olan ilişkileri tartışılacak ve deprem tehlikesine karşı önlem alınmaya çalışılacaktır.

BÖLÜM 2. DEPREMSELLİĞİN TANIMI VE ÖNEMİ

2.1. Giriş

Yerkürenin levha hareketlerinden kaynaklanan sismik aktivitesi, depremlerin insan hayatı üzerindeki sosyal ve ekonomik etkileri arttıkça bilim adamlarının da daha çok ilgi alanlarına girmeye başlamıştır. Literatürde sıkça kullanılan depremsellik kelimesi genel olarak depremlerin zaman ve uzay ortamında dağılımları olarak ifade edilir (Alptekin, 1978). Bir bölgede meydana gelen depremlerin büyüklüğü ve tekrarlanma sayısı, o bölgenin depremselliğini (sismisitesini) ifade eder (Ketin,1977).

Tarihte ilk depremsellik çalışmalarının 1911’lerde Oldham ve Monteuss de Ballore tarafından yapıldığı düşünülmektedir (Purcaru, 1975; Richter, 1958). Bir bölgenin sismik hareketliliğini göstermek için genel olarak deprem episantırları çizilir. Bu episantırlar depremlerin büyüklüklerine göre farklı sembollerle ifade edilerek hangi bölgenin daha riskli olduğu ortaya konulabilmektedir. Aynı şekilde bu bilim adamları da depremlerin tarihsel oluşumlarını, depremlerin zaman ve uzay içerisindeki büyüklüğü bilgilerini gösteren episantır haritalarını hazırlamışlardır. Bu ilk çalışmalardan sonra depremsellik üzerine olan çalışmalar hızla ilerlemiş ve depremlerin oluşum fiziği ve genel yapısı hakkındaki bilgilerimiz daha da artmıştır. Richter magnitüd (büyüklük) ölçeğinin (Richter, 1958) ortaya çıkması ile bir bölgenin depremselliğini ortaya çıkarmak için yaygın olarak kullanılan magnitüd ile enerji arasında bir ilişki kurulması olasılığı ortaya çıkmış ve depremsellik çalışmalarında büyük bir aşama kaydedilmiştir.

Daha önce de bahsedildiği gibi depremsellik, oluşumunun uzay ve zaman içerisindeki dağılımı ile ilgili problemleri içermektedir. Tarihsel olarak depremsellik ile ilgili araştırmalar 3 ana yönde gelişmiştir (Purcaru, 1975).

1. Benioff (1951) tarafından başlatılan yamulma (strain) boşalımı ve bununla ilgili olarak ortaya çıkan "tektonik akı" (St. Amand, 1956) kavramının deprenselliğın tanımlanmasında kullanılması.

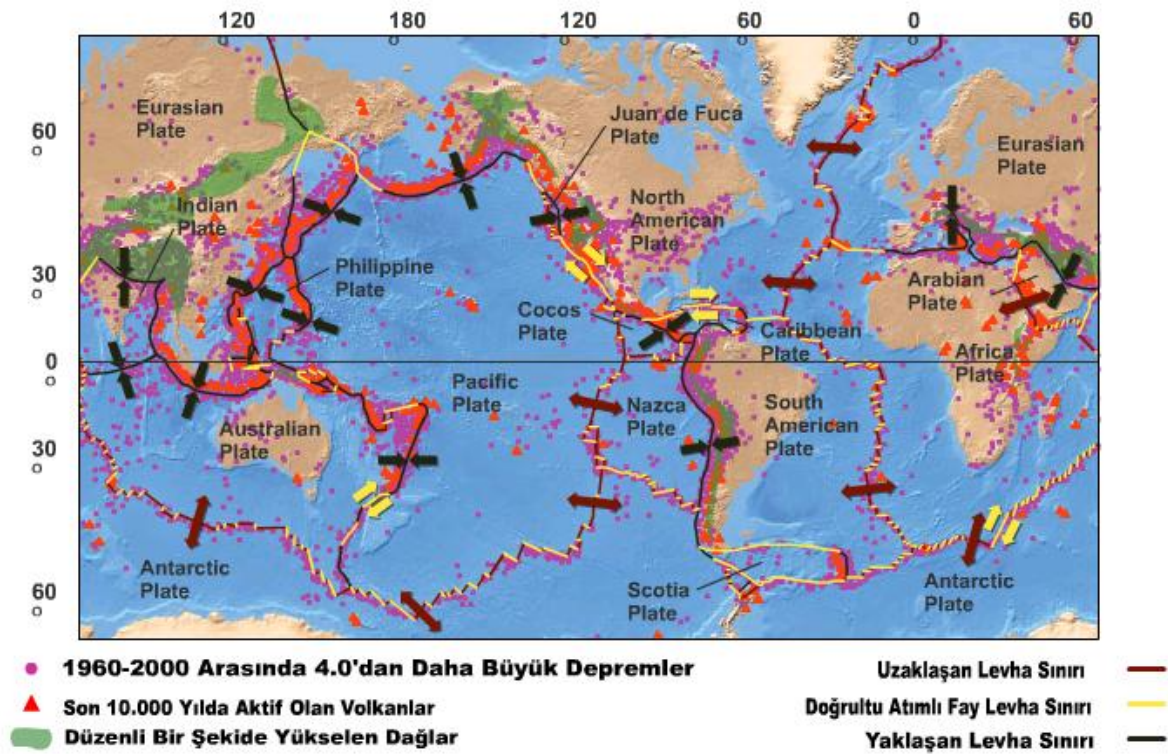
2. Depremlerden açığa çıkan, birim alan ve zamana karşılık gelen toplam "sismik enerji" nin deprenselliğın tanımında kullanılması (Bath, 1956). Ullmann ve Maaz (1966) deprem enerjisini kullanarak deprenselliğın farklı tanımını vermişlerdir.

3. Deprensellikte Gutenberg-Richter bağıntısı (Gutenberg ve Richter, 1954) olarak da bilinen $\log N(M) = a - bM$ frekans-magnitüd bağıntısının kullanılması.

Buna paralel olarak daha sonraları depremlerde enerji – frekans bağıntıları incelenmiştir (Riznichenko, 1958). Bu çalışma Sovyet sismologlarınca geniş ölçüde kullanılmıştır.

Yukarıda sözü edilen yaklaşımların her birinin pratik uygulamalar için kendilerine özgü yöntemleri vardır. Bununla birlikte, bu yaklaşımlardan her biri deprenselliğın ancak belirli bir ölçüde yansıtılabilir ve deprem oluşumunun fiziğine yönelik bazı sabitler belirlenebilir. Riznichenko (1958) deprensellik çalışmalarında sismik rejim kavramını ortaya atmıştır. Sismik rejim; uzay ve zaman içerisinde göz önüne alınan farklı büyüklüklerdeki depremlerin tümü olarak tanımlanmaktadır. Aki (1968) deprenselliğın yer içerisinde depremleri oluşturan süreçler olarak tanımlamıştır. Kaila ve diğerleri (1972) ise verilen bir dönem için tanımlanan deprensellik ile daha geniş anlamdaki uzun dönem için tanımlanan deprensellik arasında bir ayırım yapılması gerekliliğini belirtmişlerdir. Bu yaklaşımları da dikkate alarak Purcaru (1975) deprenselliğın uzay ve zaman içerisindeki tüm depremlerin oluşumunu ve etkilerini açıklayan genel olay olarak tanımlamıştır. Buna göre deprensellik; deprem olaylarını ve bunların etkilerini içeren sismik alanın tamamı olarak kabul edilmektedir. Sismik faaliyet, deprem odakları dağılımı, deprensellik düzeyi, sismik faaliyet indeksi, deprem oluşum frekansı gibi ölçütler çok boyutlu olan sismik alanı tanımlayan parametrelerdir (Alptekin, 1978).

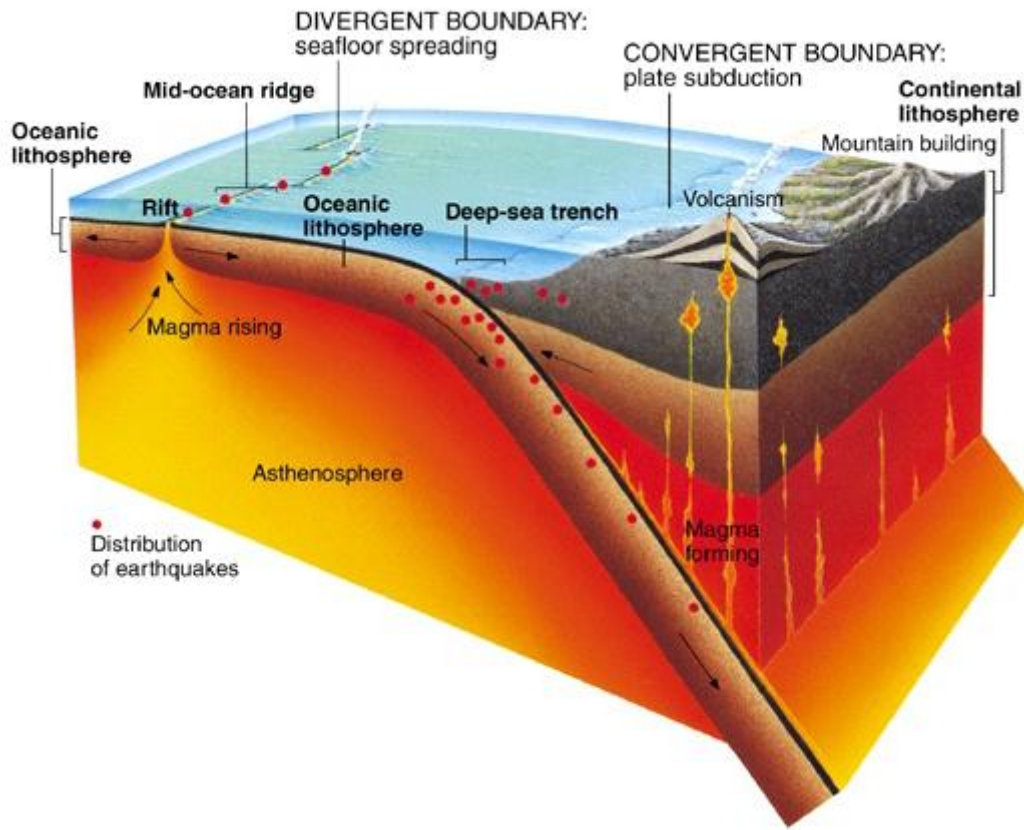
Depremlerin oluşumu ile tektonik faaliyetler arasında doğrudan bir ilişki olduğu artık kabul edilen bir gerçektir. Deprem episantırlarının yeryüzündeki dağılımları yerin yapısını daha iyi anlamamıza yardımcı olmuş ve deprenselliğin tanımlanmasında büyük yankı uyandırmıştır. Depremlerden, deniz jeofiziğinden ve GPS verilerinden elde edilen verilere göre ‘‘Levha Tektoniği’’ kuramı daha iyi anlaşılmıştır. 1961-1967 yılları arasında bütün dünyada meydana gelen 30.000 depremin episantırları bir harita üzerine çizildiğinde bunların genellikle levha sınırlarını izledikleri ve özellikle iki kuşak üzerinde toplandıkları dikkati çeker.



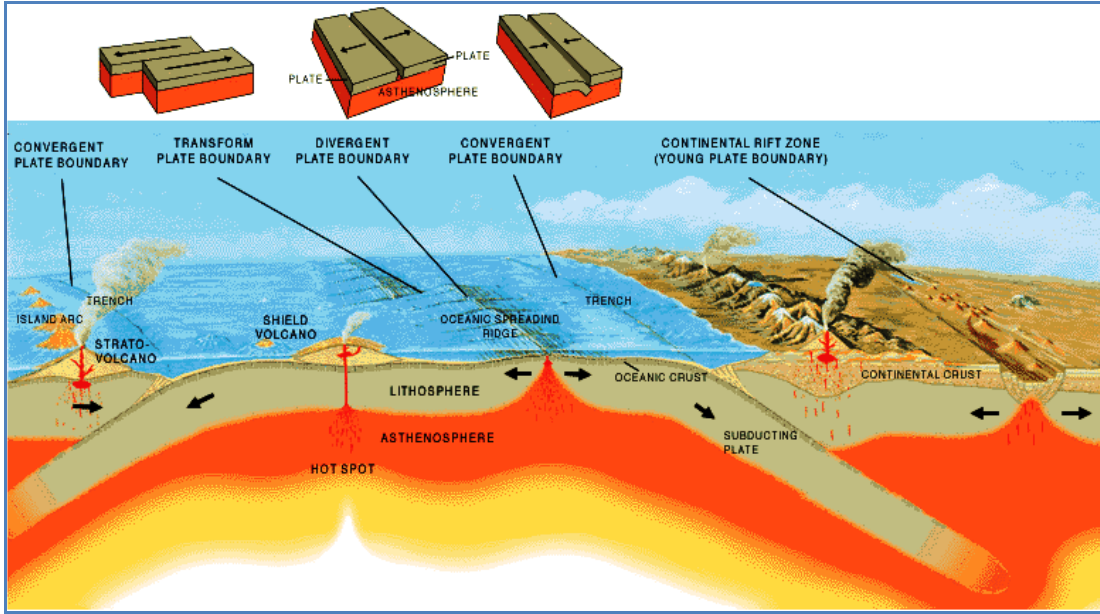
Şekil 2.1. Yerkürede volkanlar, depremler ve sıradağların levha sınırları ile ilişkisi (Koral-Jeolojiye Giriş-Levha Tektoniği Ders Notları).

Bu kuşaklardan birisi ve en belirgin olanı Pasifik okyanusunu çevreleyen Pasifik Kuşağı; diğeri Cebeli Tarık'tan Endonezya adalarına kadar uzanan ve Türkiye ile yakın komşularını içerisine alan Akdeniz-Himalaya kuşağındadır. Dünyadaki tüm depremlerin %68'i Pasifik kuşağında %21'i Akdeniz-Himalaya kuşağında ve geri kalan %11'i ise diğer kıtalarda yer almaktadır. Bütün dünyada bir yılda açığa çıkan deprem enerjisinin (10^{25} erg) %80'i Pasifik kuşağından yayılır (Ketin, 1977). Levha

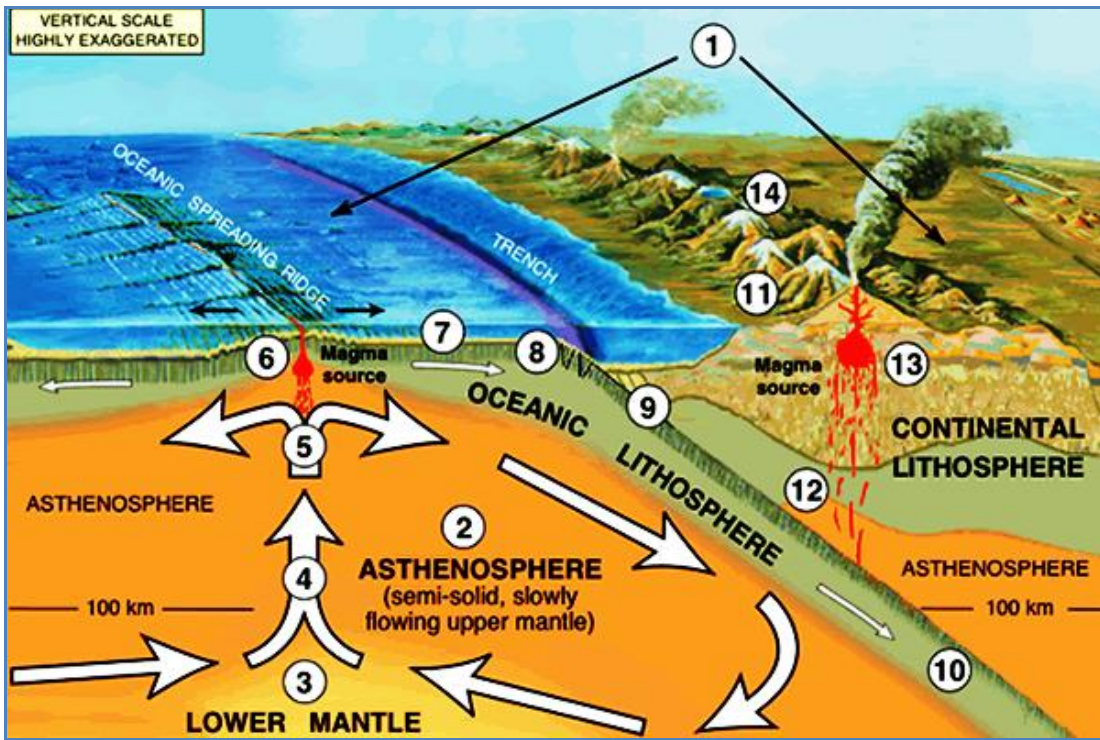
Tektoniği kuramına göre yerküremiz yaklaşık olarak 100 km'lik kalınlığa sahip üst kısmı çok sayıda katı (rijit) levhalar veya bloklardan oluşmuştur. Bu levhalar veya bloklar birbirlerine göre hareket halindedirler ve aralarındaki sınırlar yerküremizin deprem kuşaklarıyla belirlenmiştir. Günümüze değin başlıca üç türlü levha sınırı tanımlanmıştır. Bunlar, okyanus sırtları (kabartıları), dalma/batma (veya yitme) kuşakları ve dönüşüm fayları (trans form faylar) dır.



Şekil 2.2. İraksayan ve yakınsayan levha sınırları ve genel özellikleri (Koral-Jeolojiye Giriş-Levha Tektoniği Ders Notları).



Şekil 2.3. Levha sınırı türleri (Gülen, Tektonik Ders Notları, 2012)



Şekil 2.4. Okyanus ortası sırtları (Gülen, Tektonik Ders Notları, 2012)

Okyanus sırtları boyunca depremler dar bir şerit içinde ve sığ odaklı olacak şekilde oluşurlar ($h < 70 \text{ km}$). Buralarda deprem kasırgaları (earthquake swarms) olağandır. Okyanus sırtları, mantodan yukarı çıkan malzeme ile genç litosferin oluştuğu

yerlerdir. Dalma/batma kuşakları boyunca odakları sığ, orta derinlikte (70-300 km) ve derin (300-700 km) olan depremler oluşur. Bu kuşaklar yaşlı litosferin manto içerisine dalarak yitirildiği yerlerdir. Yitme bölgelerinde orta ve derin odaklı depremler “Benioff kuşağı” olarak bilinen eğik bir deprem kuşağı oluşturur. Bu depremler derin odaklıdır. Başlıca levha sınırlarından başka, kıtaların çarpıştığı yerlerde depremler geniş kuşaklar içinde oluşurlar ve buralardaki deformasyonun karmaşık olduğuna işaret ederler (Alptekin, 1973).

Bu bölgelerde depremsellik farklılıklar gösterir. Bazı bölgelerde sıkça büyük magnitudlü depremlerle sarsıldıkları halde, diğer bölgeler daha az sayıda ve daha hafif depremlerden etkilenirler. Böylece kıtalar ve ülkeler depremsellikleri birbirinden farklı bölgelere ve zonlara bölünebilmekte, deprem bölgeleri veya deprem zonları haritaları yapılmaktadır. Türkiye’de diri faylar boyunca segmentlerin ayırt edilmesi, gelecekte oluşması muhtemel depremlerin tehlike analizleri ve sismik zonlamaların yapılmasında esas teşkil edecek deprem kırık uzunluklarını denetleyen kırık başlangıç ve bitiş noktalarını belirtmesi açısından oldukça büyük önem teşkil etmektedir.

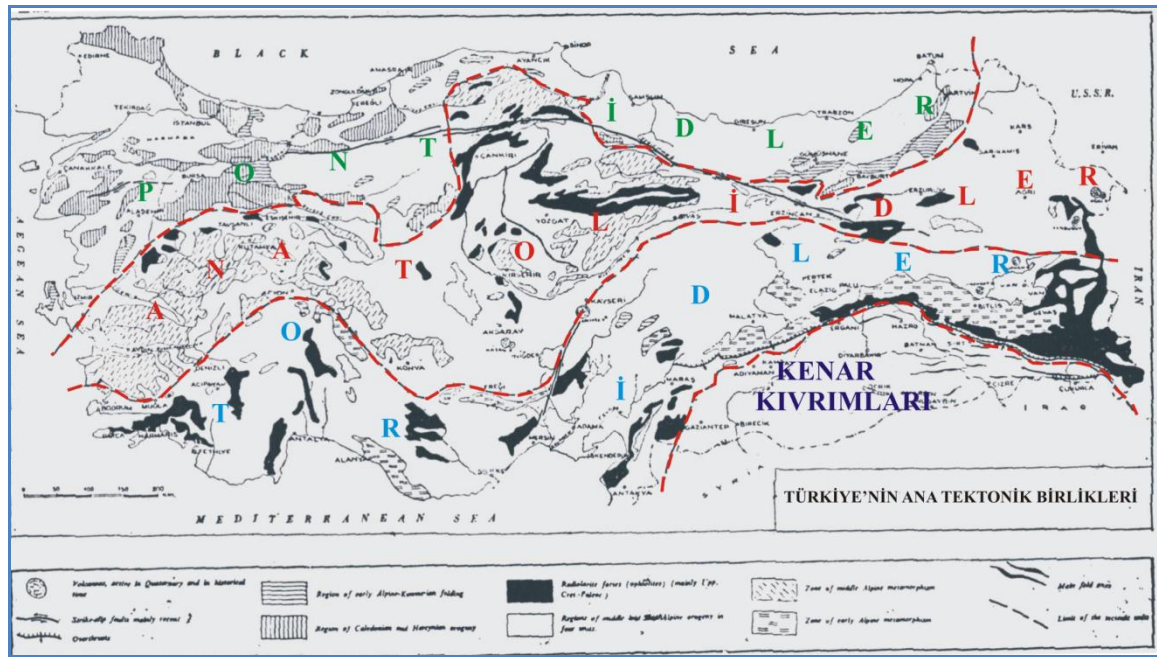
2.2. Türkiye ve Kafkasların Depremselliği ve Tektonik Hareketliliği

Türkiye ve yakın çevresi, Azor yarım adalarından başlayarak, uzak doğuda Endonezya’ya kadar uzanan Alpin deprem kuşağının, Akdeniz bölgesindeki, en aktif kısmını teşkil eder. Türkiye ve yakın çevresinde meydana gelen deprem episantırları haritaları incelendiğinde sismik aktivitenin en fazla doğrultu atımlı faylarla ilişkili olduğu görülmekle birlikte, Türkiye ve çevresindeki faaliyetin çoğunluğunun Ege Denizi civarında ve Kuzey Anadolu Kırık Kuşağında yer aldığı görülmektedir (Şekil 2. 9).

Ketin’e göre Alpin sıradağlar kuşağı içerisinde yer alan Türkiye, bu kuşağın genel nitelikleri yanı sıra kendine has bir takım jeolojik özellikleri de içermektedir. Kuzeyde Avrasya (Avrupa-Asya) ve güneyde Afrika-Arabistan levhaları (plakaları) arasında kalan Türkiye’nin jeolojisi bu iki levhanın hareketlerine ve bu levhalar

arasında yer almış olan Eski Tetis ve Yeni Tetis okyanusunun jeotektonik evrimine bağlı olarak gelişmiştir (Eyidoğan ve diğ., 1991).

Ketin (1964, 1966), Türkiye'deki paleotektonik birlikleri (yaşlı tektonik) dağ kuşaklarının gelişmeleri sürecine dayalı olarak kuzeyden güneye doğru dört birimle sınırlamıştır.

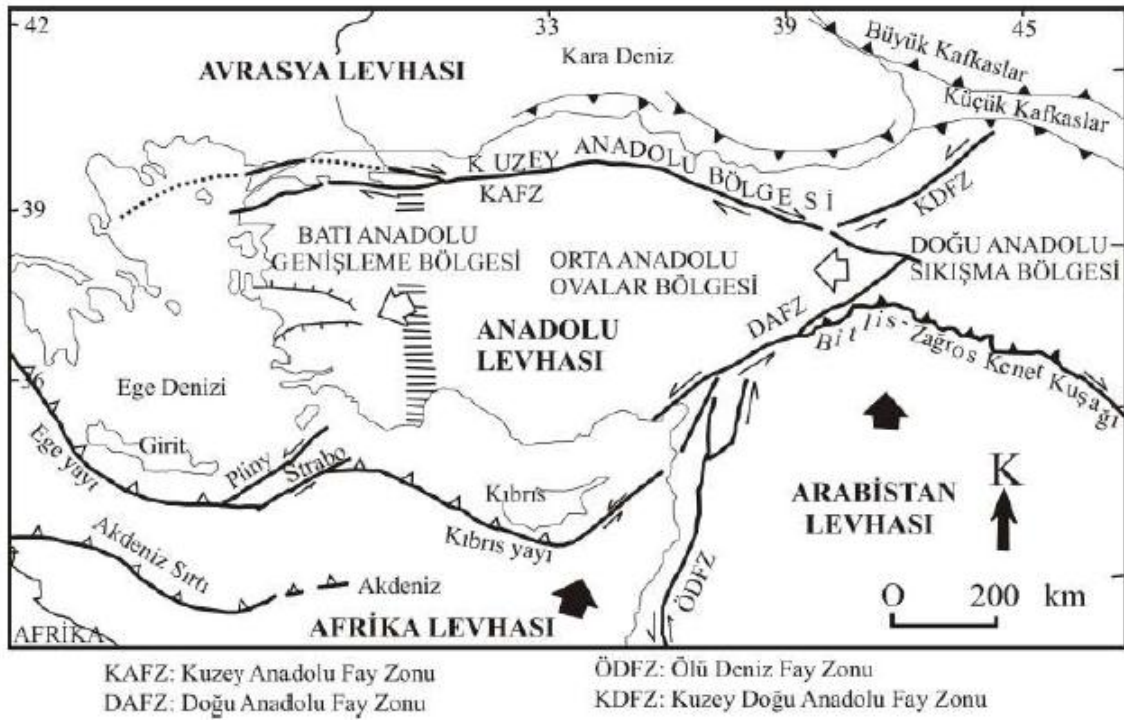


Şekil 2.5. Türkiye'deki levha sınırları ve Ketin (1966) tarafından tanımlanmış olan Paleo-tektonik bölgeler

Bunlar:

1. Kuzey ve kuzeybatı Anadolu sıradağları
2. İç Anadolu sıradağları
3. Güney ve doğu Anadolu sıradağları-Toridler (Toroslar)
4. Güneydoğu Anadolu sıradağları –Kenar Kıvrımları Bölgesi'dir.

Şengör (1979) yapısal ve deformasyon özelliklerine göre Türkiye'yi, Miyosen 'den bu yana (12 my) gelişen 3 ana Neotektonik (genç tektonik) bölgeye ayırmıştır.



Şekil 2.6. Türkiye'nin Neotektonik dönemini şekillendiren ana yapılar ve bölgeler (Şengör, 1980).

Bu bölgeler:

1. Doğu Anadolu Sıkışma Bölgesi
2. Batı Anadolu Açılma Bölgesi
3. Orta Anadolu Ovalar Bölgesi

Şengör (1980), bu üç ana Neotektonik bölgeden başka ayrıca üç ufak çaplı neotektonik bölge önermektedir (Şekil 2.6).

- a) Karadeniz kıyı bölgesi
- b) Trakya Bölgesi
- c) Adana/Kilikya havzası-Isparta açısı sistemidir.

2.3. Türkiye'nin Neotektonik Bölgeleri

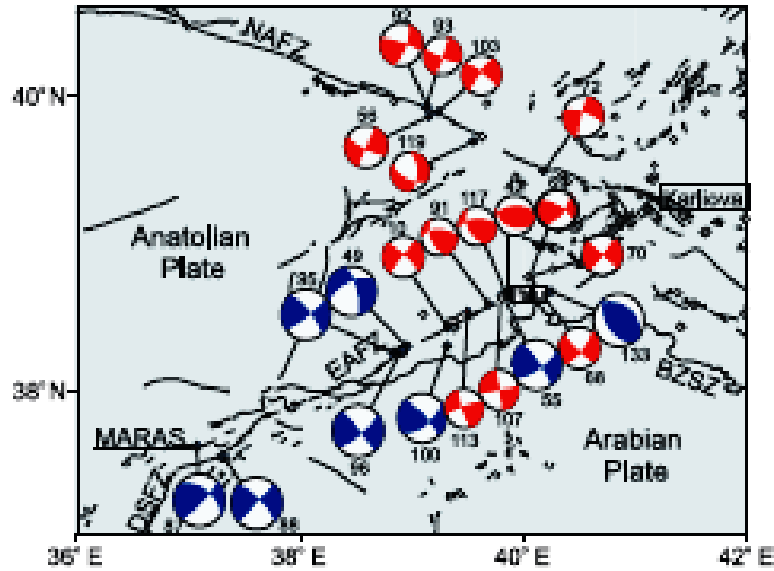
2.3.1. Doğu Anadolu Sıkışma Bölgesi

Avrasya ve Arabistan levhalarının çarpışması ve devam eden kıtasal yakınsama nedeniyle Doğu Anadolu son 10 my'dan bu yana önemli sıkışmalı bir tektonik deformasyona maruz kalmıştır. Afrika, Arap ve Avrasya levhalarının etkileşimde bulunduğu bölgede GPS çalışmalarından çıkarılan kabuksal hız alanı Arap, Anadolu ve Zagros – Merkez İnan gibi geniş bir yeryüzü alanının 20-30 mm/yıl arasında değişen hızlarda saat yönünün tersinde döndüğüne işaret etmektedir. Doğu Anadolu Bölgesini batıda Kuzey Anadolu Fayı, Kuzey Doğu Anadolu Fayı ve Doğu Anadolu Fayı sınırlamaktadır. Jackson ve McKenzie (1988), bu bölgedeki ve kuzeydeki Kafkaslar 'da kuzey-güney yönlü sıkışma hızını 30mm/yıl olarak bulmuşlar ve buradaki deformasyonun %10-40'nın depremlerle ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca GPS ölçümlerine göre Doğu Anadolu Fay zonu üzerinde ortalama kayma hızı 10 ± 2 mm/yıl olarak saptanmıştır (McClusky ve diğ., 2003). Ancak GPS hız alanı Doğu Anadolu ve Küçük Kafkaslar'da sıkışma (kabuksal kısalma) olmadığını önermektedir (McClusky ve diğ., 2000; Reilinger ve diğ., 2006). Kabuksal yakınsamanın sadece %10'u çarpışma zonu içinde kısalma ile karşılanmaktadır. Kısalmanın çoğu Zagros ve Büyük Kafkaslar bindirme zonları boyunca ve çarpışma zonundan uzaklaşacak yönde Doğu Anadolu'da yatay kabuksal nakil ile karşılanmaktadır. Sıkışma, bölgede dağlar arası çöküntü havzaları, yanal atımlı faylar, açılma çatlakları, kıvrımlı bindirmeli alanlar ve Pliyo-Kuvaterner (2 my) yaşlı volkanik aktivite oluşturmuştur.

Güney Anadolu bölgesinde bindirme hareketleri ile oluşan ters faylanmaların etkin olduğu görülmektedir (Eyidoğan, 1983). Bindirmeler kuzeyden güneye doğru olmuş, yaşlı birimler daha genç birimler (Oligosen-Üst Eosen) üzerine 15-20 km bindirmişlerdir.

Jeofizik çalışmalar sonucu elde edilen gravite (Özelçi, 1973), ısı akışı (Tezcan, 1972) sismik dispersiyon verileri (Ezen, 1983) gibi jeofizik veriler Doğu Anadolu'da yer kabuğu kalınlığının 40-45 km arasında olduğunu göstermektedir. ETSE projesi

kapsamında (Eastern Turkey Seismic Experiment) yapılan çalışmalar, fay düzlemi çözümlenmeleri Karlıova çevresinin doğusunun ve batısının sismojenik olarak ayrı bir karakter sergilediğini, batısında Anadolu plakasının çok az bir içsel deformasyon ile batıya doğru bir kaçış yaşadığını, sismik aktivitenin daha çok plaka sınırları boyunca Doğu Anadolu Fayı ve Kuzey Anadolu fayları üzerinde yoğunluk gösterdiğini öne sürmektedir (Şekil 2.7). Buna göre bu çevrede tam doğrultu atımlı faylanma mekanizmaları görülürken, ters faylanmalar ise Karlıova'nın güneybatısında Palu yakınlarında Arabistan ve Avrasya plaka sınırında küçük bir alanda görülmüştür (Örgülü ve diğ., 2003).



Şekil 2.7. Karlıova ve çevresi için fay düzlemleri çözümlenmeleri (Örgülü ve diğ., 2003)

Bu bölgenin tarihsel (MS.1900 öncesi) ve aletsel deprem kayıt dönemlerinde (MS. 1900 sonrası) deprem bakımından etkin olduğu anlaşılmaktadır. Çoğunlukla sığ (10-15) derinliklerde oluşan bu bölge depremlerinin büyük olanları ($M_s=6.0$), yeryüzünde fay kırıkları oluşturmaktadırlar. Katalog verilerine göre (Ergin ve diğ., 1967; Ergin ve diğ., 1972; Güçlü ve diğ., 1986; Alsan ve diğ., 1975) Güneydoğu Anadolu bindirme kuşağı içinde depremlerin sığ olmaları ve bölgedeki geleneksel yapı türünün depreme dayanıklı olmaması nedeniyle büyüklüğü $M_s=5.5$ olan depremler hasar ve kayıplara neden olmaktadır.

Doğu Anadolu Fayı (DAF) dışında bu bölgede belli başlı etkin faylar ve tektonik unsurlar bir şunlardır; Horasan-Narman fayı, Çaldıran Fayı, Balık Gölü Fayı, Tutak ve Karayazı fayı, Erzurum fayı, Çobandede Fayı, Posof Fayı ve Van Fayı 'dır (Eyidoğan ve diğ., 1991).

2.3.2. Batı Anadolu Açılma Bölgesi

Neotektonik dönemin başlangıcı ile birlikte batı Anadolu ve özellikle Ege bölgesi yoğun bir kuzey-güney yönlü gerilmeye uğramıştır. Şengör (1980)'e göre batı Anadolu ve Ege'deki graben sistemleri Doğu Anadolu Sıkışma bölgesi gibi Avrasya-Arabistan çarpışmasının bir yan ürünüdür ve doğu Anadolu'daki sıkışma hareketinin Kuzey Anadolu Fayı ile batıya taşınması sonucu oluşmuştur. Günümüzde de sürmekte olan açılma ve gerilme hareketleri sonucu batı Anadolu'da birbirine koştut (D-B, KB-GD doğrultulu) pek çok graben, küçük çaplı havzalar ve yanal atımlı faylar oluşmuştur. Bu bölgedeki büyük çaplı grabenler olarak Büyük ve Küçük Menderes vadileri, Saros, Edremit, Kerme (Gökova), Gemlik, İzmit Körfezleri, İznik gölü ve Marmara denizinin büyük bir bölümü sayılabilir.

Batı Anadolu'da yer kabuğu 25–30 km kalınlıktadır. Bölgede Tersiyer yaşlı kalkalkali ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı alkali volkanizma ve yüksek ısı akısı belirtileri vardır. Ege'de hemen hemen doğu-batı yönünde uzanan grabenlerin kenar faylarının derinlere doğru eğimlerinin 30°-35° dereceden 5-10 dereceye kadar azalan listrik (kürek biçimli) normal faylar olarak davrandığı belirtilmiştir (Eyidoğan ve Jackson, 1985). Bu tür bir hareket mekanizmasının, Ege graben bölgesinde %100 e varan kuzey –güney yönlü bir açılmaya neden olduğu belirlenmiştir.

Batı Anadolu'daki birçok büyük deprem fay izleri oluşturmuşlardır. Sığ olan bu depremler Rodos ve Antalya körfezi açıklarında 90 km derinliklere kadar yer alabilmektedir (Jackson ve McKenzie, 1984). Ege bölgesindeki graben sistemleri çok sayıda küçük deprem kümeleri oluşturmaktadır.

Büyük depremlerin odak mekanizması çözümleri ve sismik momentleri kullanılarak yapılan bir çalışmada (Eyidoğan, 1988), güneybatı Anadolu'nun yılda 13.5 mm hızla kuzey–güney yönünde açıldığını ve 0.5 mm/yıl 'lık bir hızla incelendiği bulunmuştur. Marmara Bölgesi ise daha yavaş olmakla birlikte (2.7 mm/yıl) kuzey-güney yönünde açılmaktadır. İncelemeler batı Anadolu'da depremlerin yer kabuğunun en üstteki 8–10 km'lik kırılğan bölümünde yer aldığını, bunun altında yer kabuğunun daha sünek bir yapıda bulunması olasılığının yüksek olduğunu göstermektedir (Eyidoğan, 1988).

Batı Anadolu'da belli başlı etkin fay kuşakları ve kırıkları şunlardır:

Eskişehir, Sultandağ, Büyük Menderes, Alaşehir, Gediz, Simav, Demirci, Soma-Akhisar ve Kerme fayları ile Aksu bindirmesidir (Eyidoğan ve diğ., 1991).

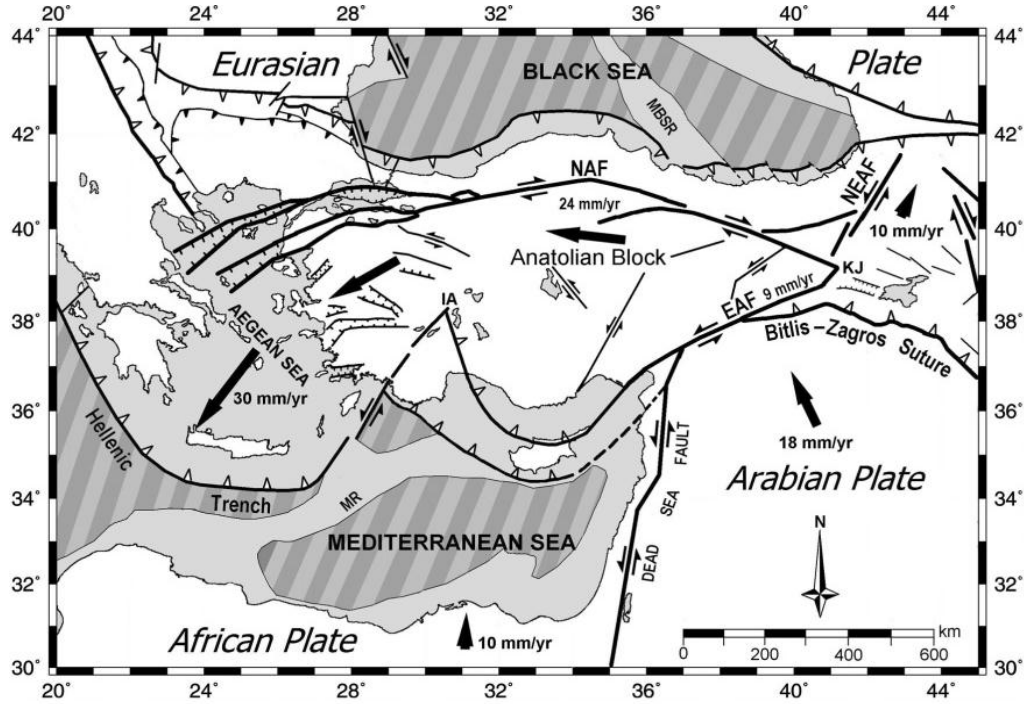
2.3.3. Orta Anadolu Ova Bölgesi

Doğu Anadolu Sıkışma bölgesi ile Batı Anadolu Açılma bölgesi arasında kalan Orta Anadolu Ova Bölgesi, kuzeyde Kuzey Anadolu Fayı güneyde ise Toros sıradağları ile sınırlanır. Bölgenin en belirgin morfolojik yapısını belirleyen Konya ve Tuz Gölü havzalarının batı Anadolu graben sistemine aşamalı olarak geçiş gösterdiği belirtilmiştir (Şengör, 1980). Bölgede belirlenen tipik yapısal unsurlar, bazılarının varlıkları geçen yüzyıldan beri bilinen, kabaca KD-GB ve KB-GD yönlü büyük faylardır (Tuz Gölü Fayı, Ecemiş Fayı). Bu fayların yanal atımlı oldukları belirlenmiştir (Şengör, 1980). Orta Anadolu bölgesinin tarihsel ve aletsel dönemleri incelendiğinde çok sayıda büyük deprem olmadığı görülmektedir (Eyidoğan ve diğ., 1991).

Kuzey Anadolu Fayı'nın kuzeyinde kalan Karadeniz kıyı bölgesinin deprem etkinliği azdır. Bu bölgenin Kuzey Anadolu Fayı'na yakın olan bölgelerinde oluşan depremler, bu faya bağlantılı faylar olabilir (Eyidoğan ve diğ., 1991).

Adana–Kilikya havzası ve Isparta açısı sistemlerinin tarihsel ve aletsel dönemde çeşitli depremlerle etkinlik kazanmış oldukları yapılan çalışmalardan anlaşılmaktadır (Eyidoğan ve diğ., 1991).

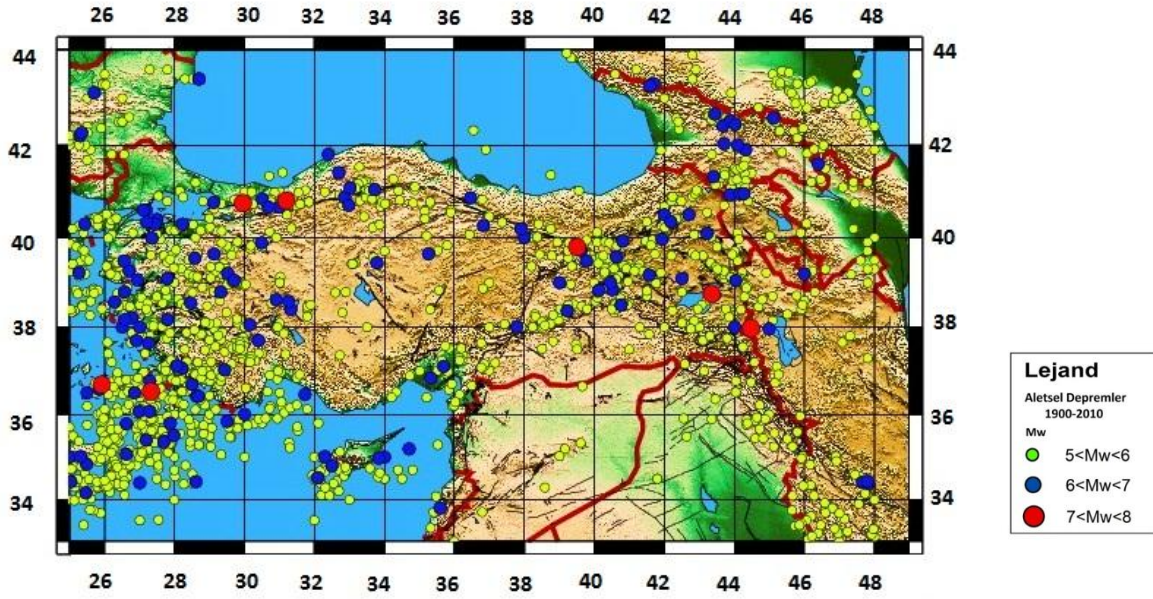
2.4. Büyük Fay Kuşakları Hakkında Genel Bilgiler ve Depremselliğin İncelenmesi



Şekil 2.8. Türkiye ve çevresi sadeleştirilmiş tektonik haritası (Gülen, 2002) (KAF, Kuzey Anadolu Fayı; EAF, Doğu Anadolu Fayı; NEAF, Kuzey Doğu Anadolu Fayı; KJ, Karlıova Kavşağı; IA, Isparta Açı; MBSR, Orta Karadeniz Ridge; MR, Akdeniz Ridge; Istranca Fay (SF))

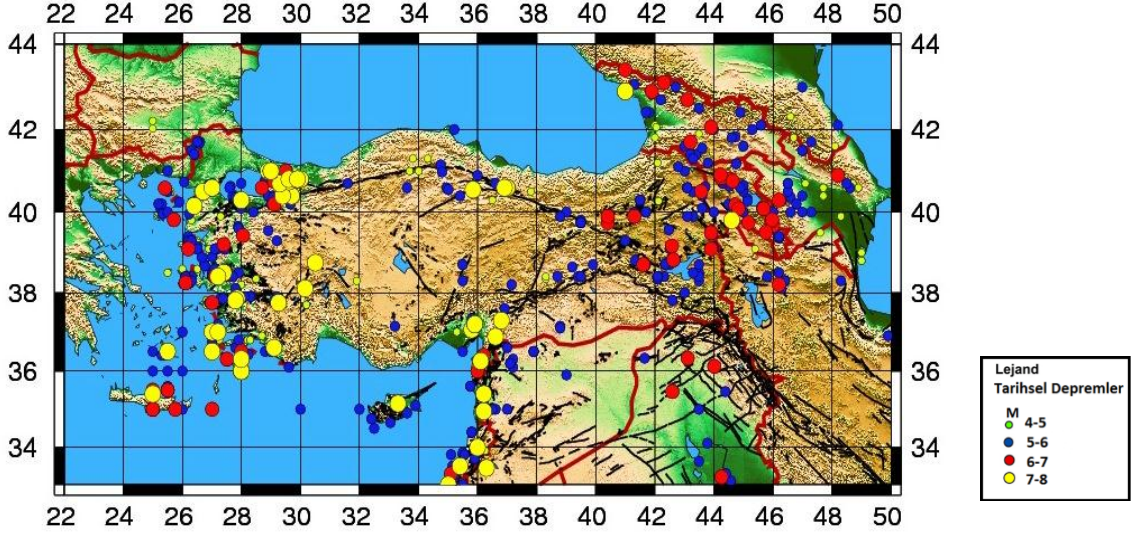
Türkiye'nin Başlıca Fay Zonları

1. Kuzey Anadolu Fay zonu
2. Bitlis Bindirme Kuşağı
3. Doğu Anadolu Fay Zonu
4. Batı Türkiye'nin açılmalı tektonizması
5. Kuzeydoğu Anadolu Fay Zonu



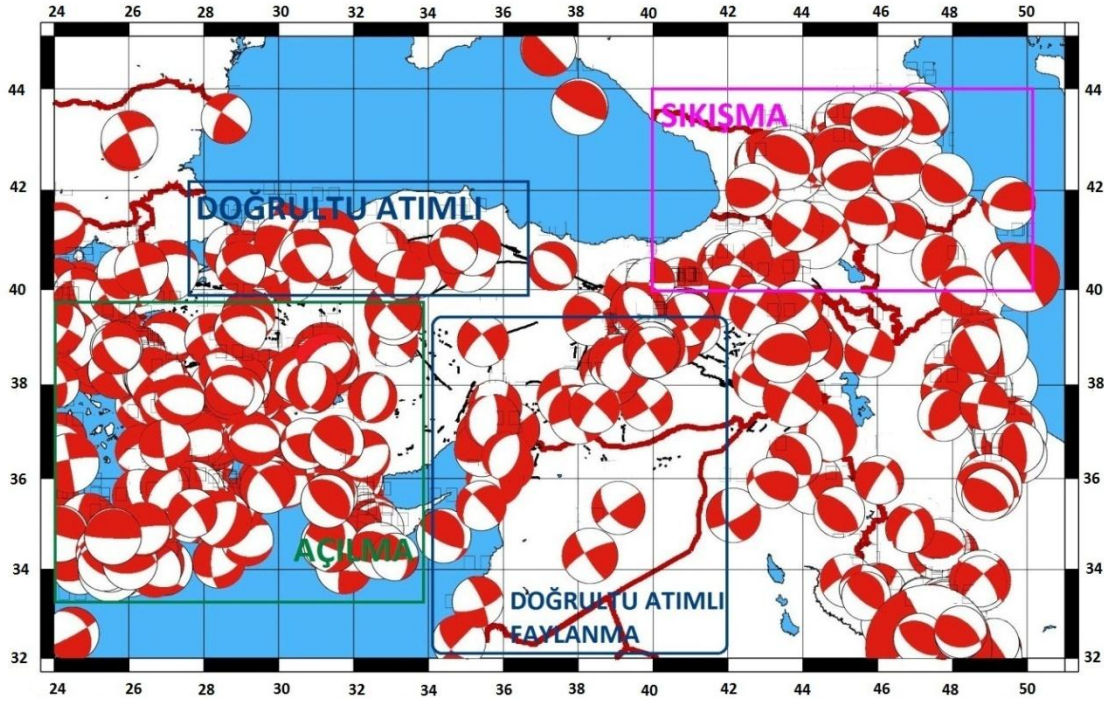
Şekil 2.9. Türkiye ve yakın çevresinde 1900-2012 yılları arasında $M \geq 4.0$ olan depremlerin kullanılmasıyla meydana gelmiş depremlerin episantır dağılım haritası (Homojen EMME Kataloğu, Zare, Tahran, İRAN, 2011'den yararlanılmıştır)

Depremlerin oluşumu levha tektoniği ile açıklanabilmekte olup, Türkiye ve yakın çevresinin sismotektoniği, Avrasya, Afrika ve Arap levhaları ve bunlar arasındaki Ege, Anadolu, Doğu Anadolu levhalarının göreceli hareketleriyle temsil edilmiştir. (McKenzie 1972, Alptekin 1973). Arabistan levhasının, Avrasya levhasına göre kuzey-kuzeybatı yönünde yaklaşık 24 mm/yıl bir hızla hareket etmesi, Anadolu ve Doğu Anadolu levhalarının sırasıyla batı ve doğuya doğru kaçışlarına sebep olarak, kuzeyde Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ), güneydoğuda Doğu Anadolu Fay Zonu (KDAFZ) üzerinde doğrultu atımlı hareketlere neden olmaktadır (Ketin, 1948; McKenzie, 1972; Alptekin, 1973; Gülen ve diğ., 1987; DeMets ve diğ., 1990; Öncel, 2000, McClusky ve diğ., 2003., Reilinger ve diğ., 2006). Bu hareketler aynı zamanda, KAFZ'nun doğu ucunda ve Kafkaslar Bölgesinde bir sıkışmaya ve batı Anadolu'da bir genişlemeye neden olmaktadır.



Şekil 2.10. Proje kapsamında derlenen homojen katalogdan yararlanılarak elde edilen Türkiye ve yakın çevresi için tarihsel deprem episanturlarını gösteren harita (Tarihsel EMME KATALOĞU, ZARE, IIEES, Tahran, IRAN, 2012.)

Türkiye’de aletsel döneme ait veriler, 1900’lü yıllardan sonra deprem istasyonlarının kurulması ile başlamıştır. Diğer yandan, Türkiye’de tarihsel depremler ile ilgili kayıtlar Milattan Önce 2000 yıllarına kadar uzanmaktadır. Bu tarihsel deprem kayıtları ile ilgili, (Pınar ve diğ., 1952; Ergin ve diğ., 1967 ve 1971; Shebalin ve diğ., 1974; Alsan ve diğ., 1975; Erdik ve diğ., 1978; Soysal ve diğ., 1981) tarafından derlenmiş birçok kataloglar bulunmaktadır. Tarih-öncesi depremlere ait bilgiler, (Okumura ve diğ., 1994; Gerede, Erzincan, Suşehri ve Havza; Demirtaş, 1994, 1995.; Mudurnu Vadisi ve Dinar-Çivril Fayı; Barka 1994-Erzincan; Ikeda 1988-İznik-Mekece; Ikeda ve diğ., 1991-Mudurnu Vadisi segmenti, gibi) birkaç araştırmacı tarafından Türkiye’de 1990’lı yılların başlarında başlayan ve paleosismolojik çalışmaların temelini teşkil eden trench (hendek) çalışmaları ile elde edilmeye başlanılmıştır.



Şekil 2.11. Türkiye ve yakın çevresi için CMT–Harvard verilerinden yararlanılarak elde edilen 1976-2010 yılları arasında meydana gelen depremlerin odak mekanizma çözümleri

Kuzey Anadolu Fay Kuşağında oluşan depremler sık odaklı olup, kuşak boyunca görülen sağ yönlü yanal yer hareketleri ile ilişkilidir. Son yıllarda elde edilen modern sismik veriler Kuzey Anadolu Fay Kuşağında deprem göçünün doğudan batıya doğru kaydığını göstermektedir (Karnik, 1971; Ambraseys, 1970; Tuksal, 1976, Barka 1992). Depremsellik haritalarının incelenmesinden Kuzey Anadolu Kuşağı boyunca görülen deprem episantırlarının Kuzey Ege Denizi'nde devam ettiği görülmüştür. Kuşağın batıya yakın kesiminde İsmet Paşa mevkiinde yılda 1–2 cm ye ulaşan bir krip olayı saptanmıştır (Aytun, 1972).

Kuzey Anadolu Fayı'nın batı uzanımı oldukça karışık görünmektedir. Kuzeybatı Anadolu'da ve kuzey Ege Denizi'nde hem doğrultu atımlı hem de normal eğim atımlı fay çözümleri mevcuttur. McKenzie (1972) Yunanistan'daki depremler için ters ve normal fay çözümleri bulmuştur. Kuzey Ege Denizi'ndeki doğrultu atımlı fay çözümleri, Kuzey Anadolu Fayı boyunca görülen sağ yönlü yanal yer hareketlerinin batıda Ege Denizi'nde de devam ettiğine işaret etmektedir (Lyberis, 1984; Taymaz ve diğ., 1991).

Türkiye ve çevresindeki en önemli doğrultu atımlı faylar sağ yönlü Kuzey Anadolu Fayı ve bunun sol yönlü eşleniği olan Doğu Anadolu Fayı'dır. Bu faylar Karadeniz, Afrika ve Arabistan levhaları arasındaki sıkışık durumdan batıya kayarak kurtulmaya çalışan Ege-Anadolu levhasının kuzey ve doğu sınırlarını oluştururlar (Alptekin, 1973, Şengör ve Yılmaz, 1981). Kuzey Anadolu Fayı bir tek kırık düzlemi olmayıp birçok fay parçalarından oluşan bir kırık kuşağı niteliğindedir (Allen, 1969; Ketin, 1976; Barka ve Kadinsky-Cade, 1988; Barka, 1993). Doğu Anadolu'da Karlıova yakınlarında Kuzey Anadolu Fayı ile kesişen Doğu Anadolu Fayı güneyde Ölü Deniz Fay sistemi ile birleşmektedir (Arpat ve Şaroğlu, 1975).

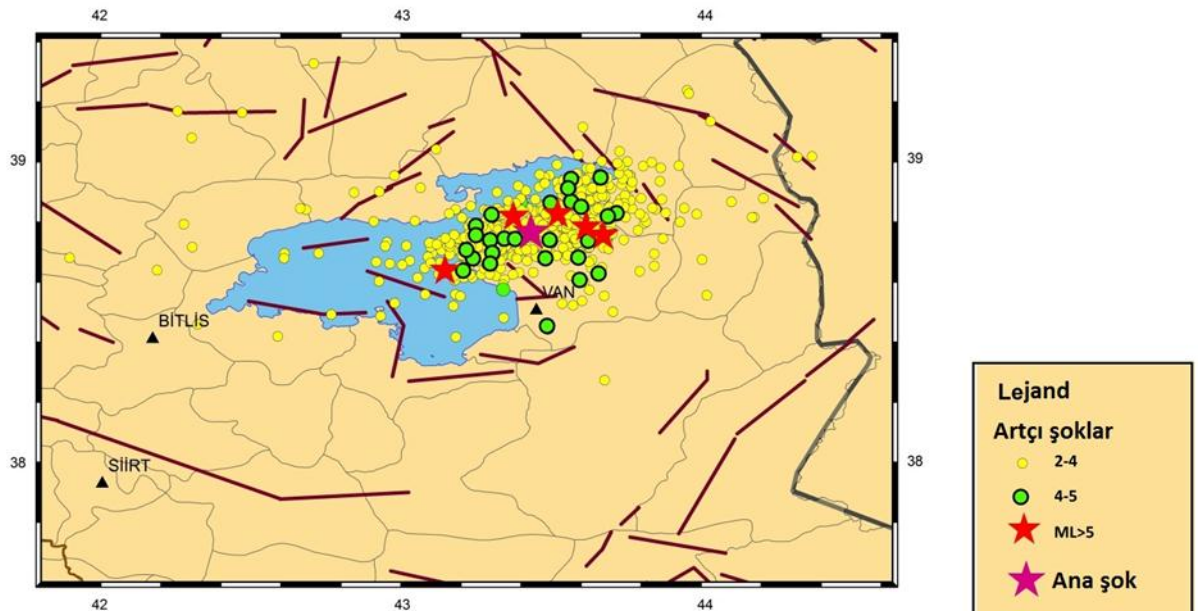
Tablo 2.1. Türkiye ve civarında 1900-2010 yıllarında meydana gelmiş Mw=7 den büyük depremlerinin gösterilmesi

TÜRKİYE ve CİVARI DEPREM KATALOĞU (1900 - 2010) M ≥ 4.0													
Tarih			Zaman			Koordinat		Derinlik	Magnitüd				
Gün	Ay	Yıl	Saat	Dak.	San.	Enlem-K	Boylam-D	Km.	Ms	Mb	Md	Ml	Mw
11	8	1903	4	32	5,4	36	23	80	7,9	7,1	7,2	7,2	7,3
4	4	1904	10	25	5,5	41,8	23,1	18	7,5	6,8	6,9	6,9	7
8	11	1905	22	6	0	40,3	24,4	14	7,4	6,7	6,9	6,8	7
26	6	1926	19	46	38,8	36,54	27,33	100	7,7	6,9	7,1	7	7,2
6	5	1930	22	34	31,7	37,98	44,48	70	7,6	6,9	7	7	7,1
26	12	1939	23	57	20,9	39,8	39,51	20	7,9	7,1	7,2	7,2	7,7
9	7	1956	3	11	42,6	36,69	25,92	10	7,4	6,7	6,9	6,8	7
17	8	1999	0	1	38,6	40,76	29,95	17	7,7	6,1	6,7	7,3	7,5
12	11	1999	16	57	19,8	40,81	31,19	10	7,4	6,2	6,5	6,8	7,2

Bu büyük depremlere ek olarak da 23 Ekim 2011 tarihinde 13:41:21 meydana gelen Van Depremi verilebilir. 23 Ekim 2011 depreminin episantrı Van şehir merkezinin yaklaşık 30 km kuzey batısında yer almaktadır. Depremin çeşitli sismoloji enstitü ve kuruluşlarınca bulunan odak ve kaynak parametreleri tabloda verilmiştir. İlk edinilen bilgiler, depremin esas etkisinin Van ve Erciş şehir merkezleri ile ve bu şehir merkezleri arasında kalan kırsal alanda yoğunlaştığını göstermektedir. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, depremde hayatını kaybedenlerin sayısının 461, yaralı sayısının 1352 kişi, yıkılan bina sayısının 2262 olduğunu bildirmiştir. Depremin ardından birçok artçı deprem meydana gelmiştir (Şekil 2.12). Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE) web sayfasından elde edilen bu artçı depremlerden 5 tanesi ML>5.0 büyüklüğüne sahiptir.

Tablo 2.2. 23 Ekim 2011 Van depreminin çeşitli sismoloji enstitü ve kuruluşlarınca bulunan odak ve kaynak parametreleri (23 Ekim 2011 Van Depremi (Mw=7.2) Hakkında Ön Rapor-Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 2011).

	KOERI	USGS	GFZ	EMSC	AFAD	Harvard CMT	
Tarih- Saat	13:41:21	10:41:21.73	10:41:22.22	10:41:22.0	10:41:20.81		
Enlem (°)	38.758	38.710	38.72	38.86	38.689		
Boylam (°)	43.360	43.446	43.55	43.48	43.4657		
Derinlik (km)	5	16	10	10	19.02		
Büyükük	6. 6 MI	7.3 Mw	7.1 Mw	7.3 Mw	6.7 MI		
M ₀ x10 ¹⁹ Nm		9.9	4.7				
Strike (°)		D1	D2	D1	D2	D1	D2
		80	272	94	268		
Dip (°)		71	19	54	36	36	60
Rake (°)		86	101	94	85	60	110



Şekil 2.12. 23 Ekim 2011 Van depreminin lokasyonları. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü tarafından belirlenen ve ana şok oluş zamanından sonraki 72 saat içinde oluşan artçı depremler

KAFZ'da sağ yönlü doğrultu atımlı hareketlerin Miyosen 'den sonra başladığı bilinmektedir (Şengör, 1979). KAFZ 'nun, Adapazarı ve Karlıova arasındaki (31°-41°E) bölümü morfolojik olarak çok iyi tanımlıdır (Allen, 1969). Bu bölüm, 1000-1100 km toplam uzunluğa sahiptir (Ambraseys, 1970; Allen, 1980). Ancak fay zonunun Marmara denizi ve Kuzey Ege Denizindeki uzantılarıyla birlikte toplam uzunluğunun 1500-1600 km ye ulaştığı anlaşılmaktadır (Barka ve Kadinsky-Cade , 1988). Fay zonunun Erzincan'dan Mudurnu vadisinin batı ucuna kadar olan yaklaşık 900 km 'lik bölümü 1939 ve 1967 arasında oluşan ve episantırları batıya doğru göç eden altı büyük deprem ile kırılmıştır (Ambraseys, 1970; Barka, 1992). KAFZ, Adapazarı'ndan başlayarak Marmara ve Kuzey Ege denizine doğru üç kola ayrılır (Barka ve Kadinsky-Cade, 1998). KAFZ'nda görülen sağ yanal hareketlerin fay zonunun sol yönlü doğrultu atımlı hareketlerin gözlemlendiği DAFZ ile kesiştiği Karlıova'daki üçlü eklem (41°E) ötesinde doğuya doğru devam ettiği görüşleri vardır, fakat bu bölgede kırıklar KAFZ'nda olduğu gibi sürekli değildir (Jackson,1992). Karlıova'dan başlayan DAFZ Hatay'ın güneyinde Ölü Deniz Fay Zonu ile birleşir (Lyberis ve diğ., 1992).

McKenzie tarafından tanımlanan Ege levhasının GB ya doğru hareket ettiği savunulmuştur (Taymaz ve diğ., 1991). Ancak son yıllarda GPS (Global Position Systems) ölçülerine dayandırılan yorumlara göre (Oral, 1994; Reilinger ve diğ., 1995 ; McClusky ve diğ., 2003, Reilinger ve diğ., 2006) Ege Anadolu bloğu yaklaşık olarak saatin tersi yönünde 12° lik bir dönme hareketiyle batıya doğru kaymaktadır (Oral, 1994). Alptekin (1973) bu bloğu Ege-Anadolu levhası olarak isimlendirilmiş ve batı Anadolu'daki normal faylanmaların levha içi deformasyonları yansıttığını savunmuştur. GPS ölçülerinin gösterdiği diğer bir sonuçta KAFZ 'nun Karlıova'da bitmediği, Van gölünü de içine alacak şekilde doğuya doğru devam etmektedir (Oral, 1994). Ölçülen GPS verilerine göre sırasıyla Kuzey Anadolu Fayı 24mm/yr, Doğu Anadolu Fayı ise 9mm/yr kayma oranını göstermektedir ve kayma yönleri Anadolu bloğu için saat yönünün tersine bir dönme yapmaktadır (Oral ve diğ., 1995; Reilinger ve diğ., 1997; McClusky ve diğ., 2000; Reilinger ve diğ., 2006).

Ege Denizi ve Doğu Akdeniz civarında deprem kuşağı oldukça aktif ve geniş olup hem sığ odaklı ($h < 50 \text{ km}$), hem de orta derinliklerde ($50 \text{ km} < h < 200 \text{ km}$) olan depremleri içerir (Ergin ve diğ., 1967; Alptekin, 1973, Papazachos ve Papaioannou, 1999; Harrison ve diğ., 2004; Ambraseys, 2009). Bölgede yay şeklinde iki deprem kuşağı tanımlanmakla beraber bunlardan biri Ege Denizi adalar yayı ile ilişkilidir ve bir diğeri ise Kıbrıs yay kuşağıdır. Yay şeklindeki bu kuşaklar güneybatı Burdur civarında kesişirler. Bu kavşak çevresinde zaman zaman orta şiddette depremler oluşmaktadır. 1971 Burdur depremi bunlardandır. Kıbrıs'ın batısında Antalya baseninin altında dalma batmanın gerçekleştiği kesimde derin depremlerin dağıldığını görmekteyiz (Jackson ve McKenzie, 1984; Ben Avraham ve diğ., 1988; Ambraseys ve Adams, 1993). Bu bölge anı zamanda genç sığ sedimanların sıkışmalı deformasyona uğraması ile de karakterize edilir (Anastakis ve Kelling, 1991). Burada transform faylar boyunca doğrultu atımlı aktivite meydana geldiği, Kıbrıs'ın batısındaki yakınsamanın Antalya Basen'ine transfer edildiği öne sürülür ki (Papazachos ve Papaianou, 1999); bu model de sismik olayların derinlik dağılımını ifade etmede başarısız kalmıştır.

Ana tektonik hatlar boyunca oluşmuş depremlerin sayıları birbirleri ile karşılaştırıldığında, Helenik-Kıbrıs Yayı bölgesi ile Ege Graben Sistemi içerisinde meydana gelmiş depremlerin sayıca oldukça fazla oldukları gözlenmektedir. Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı boyunca, Arap plakası ile Avrasya plakası çarpışmış ve Arap plakasının Afrika kıtasına göre olan kuzeye doğru hareketi yavaşlatılmıştır. Bunun sonucu olarak, Arap plakasının kayma hızında bir azalma olmuştur (McClusky ve diğ., 2003, Reilinger ve diğ., 2006). Bu çarpışmanın ileri aşamasında, çarpışma zonunun kuzeyinde bir birleşik fay sistemi oluşturan Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu Fayları meydana gelmiştir. Bu sağ ve sol yönlü doğrultu atımlı faylar boyunca, Anadolu bloku batıya doğru hareket etmeye başlamıştır. Diğer taraftan, Afrika plakasının Helenik-Kıbrıs yayı boyunca Avrasya plakasının altına dalması devam etmiştir. Bu plaka hareketlerinin sonucu olarak, dalma-batma zonu boyunca ve Ege graben sistemi içerisinde odak derinlikleri 0-60 km ile 60-300 km arasında değişen çok sayıda sığ ve orta odaklı depremlerin meydana oluşmaktadır (Spakman, 1988). Diğer yandan Ege Graben Sistemi içerisinde büyüklükleri değişen birçok bloklar yer almaktadır ve bu blokların kenarları küçük doğrultu atım bileşenli normal

faylar ile sınırlandırılmıştır. Bunun sonucu olarak da bölge oldukça karışık bir tektonik görünüm sunmaktadır (Alptekin, 1973; Şengör ve Dewey, 1985).

Doğu Anadolu fayı ve Doğu Anadolu Sıkışma bölgesinde ise deprem sayılarında belirgin farklılıklar görülmektedir. Bu farklılıklar özellikle günümüz de açık bir şekilde gözlenmektedir. Arap plakasının kuzeye doğru olan devam eden hareketi yalnızca Bitlis Kenet kuşağı ve Doğu Anadolu ve Kuzey Anadolu fayları boyunca telafi edilememiştir. Bu hareketin sonucu, Anadolu bloku ve Doğu Anadolu Sıkışma bölgesi içsel deformasyona uğramaya başlamıştır. Bu yüzden Doğu Anadolu sıkışma bölgesinde birçok KD-GB ve KB-GD doğrultulu ters atım bileşenli sol ve sağ yönlü doğrultu atımlı faylar meydana gelmiştir. Geçen yüzyıl içerisinde bu faylardan bazıları üzerinde önemli derecede hasarlara ve yüzey faylanmasına neden olmuş depremler meydana gelmiştir.

Türkiye'deki önemli normal fayların çoğu Batı Anadolu'da bulunur. Batı Anadolu yaygın deprenselliği ile dikkati çeker. McKenzie (1970 ve 1972) Batı Anadolu'daki kabuk hareketlerinin Türkiye ve Ege gibi iki küçük plakanın yatay hareketleri ile açıklanabileceğini savunmuştur. Ancak bu bölgedeki deprensellik tipik levha sınırlarındaki deprenselliğe benzememekte ve bölgede düşey yer hareketlerinin olduğu varsayılmıştır. Bu bölgedeki depremler sığ odaklı olup episantrları genellikle doğu-batı doğrultusunda uzanan grabenler sistemi ile ilişkilidir. Bu faylar aktif bir grabenler sistemi oluştururlar ve Ege-Anadolu levhasının iç kısımlarında deformasyonun sürmekte olduğunu gösterirler (Alptekin, 1973). Batı Anadolu'daki bütün fay düzlemi çözümleri normal eğim atımlı faylanma göstermekte olup bölgede yer kabuğunun genişlediğine işaret etmektedir. Batı Anadolu'da görülen yaygın deprensellik Ege-Anadolu plakasının iç kısımlarında düşey hareketlerin devam ettiğini göstermektedir.

2.4.1. Kuzey Anadolu Fay Zonu

Alpin Deprem Kuşağı'nın ve Türkiye'nin en önemli kırık zonunu oluşturan Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ), sismik olarak dünyanın en diri fay zonlarından birisidir. KAFZ, doğuda Doğu Anadolu Fayı ile kesiştiği Karlıova üçlü eklem noktasından

başlar, orta kesimi civarında dışa bükey bir yay yaparak Mudurnu Vadisi segmentinin batı ucuna kadar devam eder. Mudurnu Vadisi segmentinin batısında iki ana kola ayrılarak, kuzeydeki kol Sapanca, oradan Armutlu yarımadasının kuzey kenarını izleyerek Marmara Denizi içerisinde Saros Körfezine doğru uzanır. KAFZ, Marmara Denizi'nin kuzeyinden ve güneyinden geçerek kuzey Ege Denizi'ne kadar doğrultu atımlı ve normal faylanma göstererek üç kola ayrılır ve devam eder. (McKenzie, 1972; Barka ve Kadinsky-Cade, 1988). Adapazarı'nın batısından itibaren Marmara Bölgesi'nin fay zonu, doğudaki belirgin morfolojisini ve tek ana fay görünümünü kaybederek dallanma özelliği gösterir (Şaroğlu, 1988). Güneyde yer alan kol ise Geyve-Mekece-İznik boyunca uzanarak oradan da Bandırma ve daha sonra Biga yarımadasını izleyerek Ege denizine doğru devam eder. Karlıova'nın doğusundaki ve Adapazarı'nın batısındaki uzanımları çok iyi anlaşılabilmiş olmamakla birlikte sağ yönlü doğrultu atımlı hareketlerin bu sınırların ötesinde de devam ettiği son yıllarda meydana gelen depremlerin odak mekanizmalarından ve GPS çalışmalarından anlaşılmaktadır (Jackson ve McKenzie, 1984; Oral,1994). McKenzie (1992), KAFZ'ndaki sağ yönlü faylanmanın Karlıova'nın doğusundan İran'ın batısına kadar uzanmakta olduğunu ancak KAFZ'nun ana bölümdeki kadar sürekli olmadığını tartışmıştır. Kuzey Anadolu fayının toplam uzunluğu Ambraseys'e (1970) göre 1000, Şaroğlu'na (1988) göre 1200, Allen'e (1980) göre 1100 km civarında olup, toplam atım miktarı 25 km ile 85 km arasında değişmektedir (Şengör 1979; Barka ve Gülen, 1987, Armijo ve diğ., 1999, Şengör ve diğ., 2003). Ancak, fay zonunun doğu ve batı uzanımı hakkındaki son çalışmalar fay zonunun doğuda Karlıova'nın ötesinde Van Gölü'nden başlayarak batıda Marmara Denizi'ni geçip, kuzey Ege Denizi'ne kadar uzandığı ve toplam uzunluğunun 1500-1600 km'yi bulduğu göstermiştir (Ketin, 1976; Barka ve Kadinsky-Cade, 1988). Doğuda fay 100 m ile birkaç yüz metre arasında değişen genişliklerde oldukça dar çizgisel görünümler ve ters bileşenli özellikler gösterirken, batıya doğru fay zonunun genişliği artarak 5 km ye ulaşır ve normal atım bileşenli özellikler sunmaktadır. Fay orta kısımda dış bükey bir kavis yaparak fayın kilitlenmesine neden olacak şekilde Anadolu bloğunun güneybatıya doğru dönmesine (rotasyona) neden olmaktadır.

Türkiye’de meydana gelen önemli oranda can ve mal kaybına neden olan depremlerin büyük bir kısmının KAF zonuna bağlı olarak geliştiği gözlenmiştir. KAF zonundaki depremlerin zaman içerisindeki dağılımlarına bakıldığında aktivitenin fayın orta kısımlarından başladığı ve sonra batı ve doğu uçlarına ilerlediği görülmektedir. Kuzey Anadolu Fayı’nın orta kesimleri ile doğu ve batı uçları, paleosismolojik olarak oldukça belirgin farklılıklar göstermektedir. Bu yüzden fayın bu farklı kesimleri, farklı davranışlar sunmaktadır. Fayın bu farklı kesimlerinde farklı davranışlar göstermesini denetleyen birtakım faktörler bulunmaktadır. Bu faktörler fayın o kısımlarındaki jeolojik, yapısal, geometrik ve mekanik özellikleriyle ilgilidir. Ayrıca bu özellikler, fay segmentlerinin başlangıç ve bitiş noktalarını denetlemektedir. Bu faktörler, üst kabuk alt kabuk geçişi arasındaki pürüz (asperities) ve engel (barries) modellemesi ile açıklanmaktadır (Aki, 1984). Bu pürüz ve engellerin büyüklükleri, hem deprem büyüklüklerini hem de bu bölgedeki deprem tekrarlanmalarını kontrol etmektedir.

Tarihsel dönemde Marmara Bölgesi ve civarı çok sayıda hasar yapıcı depremlerden etkilenmiştir (Ambrasseys, 1988; Ambraseys ve Finkel, 1991; Ambrasseys ve Jackson, 1998; Ambraseys, 2009). Bu depremler arasında 1719, 1754, 1878 ve 1894 depremleri İzmit Körfez bölgesi ve civarında meydana gelmiştir (Ambraseys ve Finkel, 1991). Kuzey Anadolu Fayının Hendek, Abant, Gerede, Düzce, Kurşunlu ve Mudurnu segmentlerine bakıldığında hasar yapıcı depremlerin meydana geldiği görülür. Bunlardan bazıları 1943 Hendek (M=6.3), 1944 Gerede (MS=7.3), 1951 Kurşunlu (MS=6.7), 1957 Abant (MS=7.0) ve 1967 Mudurnu (MS=7.1) depremleridir (Çetin, 2004).

KAFZ’nun sağ yanal atımlı fay özelliği kazanmadan önce onun yerine birbirinden bağımsız hareket eden çok sayıda aktif fayların varlığı, KAFZ boyunca belirlenen doğrultu, atım, yaş ve diğer parametreler hakkında çok farklı değerlerin belirlenmesine yol açmıştır (Şaroğlu, 1988).

Sağ yönlü hareketin baskın olduğu Kuzey Anadolu Fayı üzerinde Miyosen ya da Pliyosen (13-14 my) den bu yana 25 ile 120 km ye kadar değişen büyüklükte yer değiştirmeler gözlenmiştir (Ketin, 1969; Bergougnan, 1976, Seymen, 1975; Şengör,

1979, Barka ve Hancock, 1984; Şengör ve diğ., 1985). Barka ve Gülen (1987), Kuzey Anadolu Fayı üzerinde bu düzeye gözlenen yer değiştiriminin doğudan batıya doğru gittikçe azaldığını vurgulamışlardır.

Jeolojik gözlemler Kuzey Anadolu Fayı üzerindeki yer değiştirme hızı için 0.5-0.8 cm/yıl düzeyinde değerler verirken (Tokay, 1973; Seymen, 1975; Barka ve Hancock, 1984), sismolojik incelemeler 1-11cm/yıl arasında değişen yer değiştirme hızı vermektedirler (Brune, 1968; McKenzie, 1972; Canitez ve Ezen, 1973; Toksöz ve diğ., 1979).

Tablo 2.3. Bazı bilim adamlarına göre KAFZ’nda yer değiştirme hızları, toplam yer değiştirme miktarları ve yaş tahminleri (Öncel ,O.A., 2000-Fraktal Analiz ile Türkiye’deki Doğrultu Atımlı Fayların Yapısal ve Sismolojik Özelliklerinin Belirlenmesi Tez’inden alınmıştır)

Kaynaklar	Jeolojik Veri (cm/yıl)	Jeofizik Veri (cm/yıl)	Jeodezik Veri (cm/yıl)	Toplam Ofset (km)	Yaş	İncelenen Bölüm
Pavoni, 1961				350-400	Kretase	
Brune, 1968		11				
Ketin, 1969				10	Pliyosen	
Kopp ve diğ., 1969		30			Oligosen	
Ambraseys, 1970		2.9				
McKenzie, 1972		4				
Canitez, 1973		1-2				
Canitez ve Ezen, 1973		1-2				
Tokay, 1973	1-1.5			60-80	Orta Pliyosen	Gerede-Ilgaz arası
North, 1974		3.2				
Arpat ve Şaroğlu, 1975	1-1.5			85±5	Burdigaliyen	
Seymen, 1975	0.5			100-120		

Bergougnan, 1975				100	Alt Kretase	
Tatar, 1978				50-60	Pliyosen	
Toksöz ve diğ., 1979		6-12				
Barka, 1981	0.45-0.5			25±5	Pliyosen	Havza-Ladik
Kasapoğlu ve Toksöz, 1983	1.5					
Barka ve Hancock, 1984	0.45-0.5			25±5	Alt Pliyosen	Havza-Ladik
Şaroğlu, 1985				7.5	Pliyosenden sonra	
Şengör ve diğ., 1985				85±5	Miyosenden sonra	
Dewey ve diğ., 1986	0.39-0.89			85±5	Miyosenden sonra	
Hempton, 1987					Pliyosenden sonra- Pliyosen başı	
Barka ve Gülen, 1988	0.5-1			35		
Turcotte ve Schubert, 1988		1.5				
Jackson ve McKenzie, 1988		3.1				
Taymaz ve diğ., 1991		3.1-4.8				
Oral, 1992			2.5			
Lyberis ve diğ., 1992		4.8				
Ayhan ve diğ., 1993		4.6				
Kiratzi, 1993		2.3				30°-41°D
Kiratzi, 1993		1.6				30°-35°D
Kiratzi, 1993		2.7				35°-41°D
Westaway, 1994		1.5-1.9		50-60	5my	24°-40°D

Neugebauer,1995				21		Adapazarı- Bolu
Stranb ve Kahle		1.7±0.3				24°-31°D

Son yüzyılı aşkın süre içerisinde içerisinde (1900-2010) oluşmuş deprem serisi birçok araştırmacının dikkatlerini Kuzey Anadolu fayının üzerinde yoğunlaştırmıştır. Bu aralık içerisinde magnitudü 7,0' dan büyük yüzeyde faylanma oluşturmuş 10 deprem meydana gelmiştir.

Fay zonunun yaşı hakkındaki tahminler, Miyosen'den Pliyosen'e kadar değişmektedir (Barka ve Gülen, 1987; Barka ve Kadinsky-Cade, 1988; Armijo ve diğ., 1999). Ketin'in gözlemlerine göre KAFZ'nun yaşı, Pliyosen'den erken ve en çok Miyosen olup, Erzincan'dan Marmara Denizi'ne kadar olan bölümde değişir. Şaroğlu'na göre ise Üst Pliyosen 'de bu zon trans form ve sağ yönlü doğrultu atımlı fay özelliğini kazanmıştır (Öncel, 2000).

Türkiye'de paleosismolojik çalışmaların yeni olması nedeniyle Kuzey Anadolu fayında deprem tehlikesini belirleyecek herhangi bir kesin segmentasyon ayrımı yapılamamıştır. Bu segmentlerin deprem tehlikesini kesin olarak ortaya koyabilmek için bu segmentlerin başlangıç ve bitiş noktalarının belirlenmesi, uzunlukları, her bir segmentin kayma hızları, her bir depremde oluşmuş kayma miktarları ve her bir segment için en son büyük depremden bu zamana kadar geçen zaman miktarları gibi paleosismolojik araştırmalar ile elde edilebilecek parametrelerin titizlikle saptanması gerekmektedir.

Bu çalışma ile sadece Kuzey Anadolu Fayı değil Türkiye'nin ve Kafkasların tüm önemli fay zonları için yukarıda belirtilen parametreler titizlikle saptanarak Türkiye ve Kafkasların depremselliği araştırılmıştır.

1900–2010 yılları arasında oluşmuş depremlerin (Ms 6.5) yüzey kırık uzunlukları, Kuzey Anadolu fayında farklı davranışlar gösteren farklı segmentlerin bulunduğunu ortaya koymuştur. KAFZ'da depremsel olmayan bu davranış (Aytun, 1972) dünyada krip olayının yaşandığı iki faydan birisidir. Diğeri ise Kaliforniya'daki San Andreas

Fayı'dır. Bu depremlerin dışmerkezleri, genellikle bu segmentlerin uç kısımlarında yoğunlaşmıştır. Depremlerin dağılımları incelendiğinde, Kuzey Anadolu fayında 10 civarında sismik segmentin var olduğu söylenebilir. Bu segmentlerin büyük olanlarını, 360 km uzunluktaki Erzincan, 280 km uzunluktaki Lâdik-Tosya ve 160 km uzunluktaki Gerede-Bolu ve 1912 Saros segmentleri oluşturmaktadır. Diğer yandan fayın İsmetpaşa bölümünde yıllık 1–2 cm asismik kayma (creep) gösteren bir segmenti bulunmaktadır. Gözlenen en büyük krip oranı 1-1.5 cm/yıldır. İsmet Paşa yakınlarında 1.2.1944 ve 13.8.1951 depremleri ile ilgili yer değiştirmeler olmuş ancak 1944 depreminden sonra 1951'e kadar sismik olmayan kayma (krip) gözlenmiştir. Dewey'e (1976) göre 1944-1950 arasında 30 cm'lik krip oluşmuştur. 1951 depremindeki kayma miktarı bilinmemekte fakat 1959-1969 arasındaki krip 12 cm, 1969 -1971 arasındaki krip 2 cm, Ağustos 1971 ile Mayıs 1972 arasındaki krip miktarı ise 2.1 cm'dir (Dewey, 1976). Fayın bazı büyük ana segmentleri ise kilitlemiş durumdadır. Diğer zaman aralıklarındaki krip miktarlarını yansıtmayacak yayınlanmış bilgi mevcut değildir (Öncel, 2000).

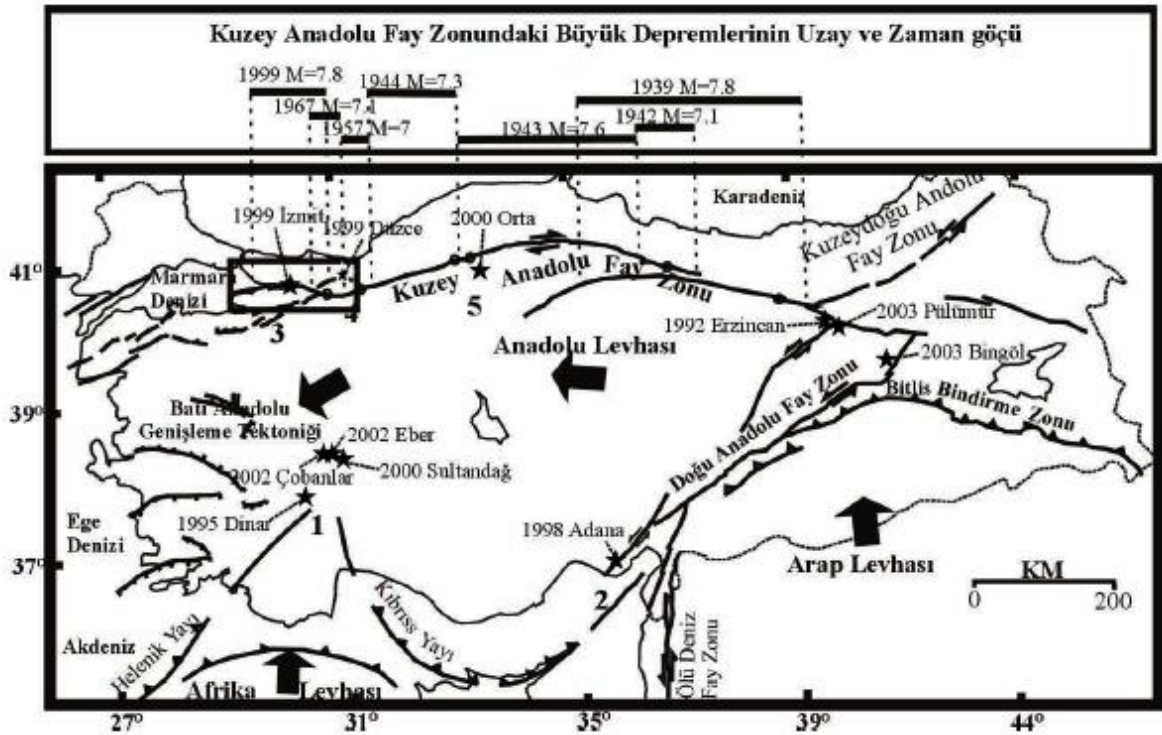
Kuzey Anadolu Fay zonundaki depremlerin zaman içerisindeki dağılımlarına baktığımızda, aktivitenin fayın doğu kısımlarından başladığı ve daha sonra batı ve doğu uçlarına doğru ilerlediği açıkça görülmektedir. Kuzey Anadolu fayı, bu tür paleosismolojik çalışmalar açısından incelenecek olursa, deprem tehlike analizleri daha kolay bir şekilde ortaya konabilir.

Diğer taraftan, fayın farklı kesimlerinin farklı davranışlar göstermesi ve deprem tekrarlanma aralıklarının farklı farklı olması, diğer bir denetleyici faktör olan fayın bu kesimlerindeki geometrik özelliklerden kaynaklanmaktadır. Fayın doğu kesiminde, Kuzey Anadolu fayı birleşik fayını teşkil eden Doğu Anadolu fayı ile kesişmektedir. Ayrıca, fayın doğu kesimlerinde artan gerilme yüklemesi sonucu kenarları doğrultu atımlı faylar ile sınırlandırılan bir takım blokların çıkmasına neden olmaktadır. Fayın doğu kesimi bu şekilde özellikler gösterirken, batı kesiminde fay kollara ayrılmaktadır.

Fayın doğu kesimi, sıkışma etkisi altında kalırken batı kesiminde çekilmeye maruz kalmaktadır. KAF boyunca şimdiye kadar oluşan depremlerin odak mekanizma

sonuçları bu farklı gerilme rejimleri altında bulduklarını kanıtlamaktadır. Bu depremlerden elde edilen P ve T eksenlerinin yönleri, faydaki hâkim olan ana sıkışma yönünün, KB-GD olduğuna işaret etmiştir. Elbette bu özelliklere bağlı olarak, bu kısımların da deprem tekrarlanma aralıkları değişmektedir.

Sonuç olarak, bu farklı davranışlar Kuzey Anadolu fayında farklı deprem modelleri gösteren birkaç büyük ana sismik segment ile belirli sayıda da kısa uzunluklara sahip küçük segmentlerin varlığına işaret etmektedir. Genel olarak fayın orta kesimlerinde, Erzincan segmenti (1939 deprem kırığı), Lâdik-Tosya segmenti (1943 deprem kırığı) ve Gerede segmenti (1944 deprem kırığı) gibi uzunlukları 150 km-350 km arasında değişen üç ana segment ile bu segmentlerin doğu ve batı ucunda uzunlukları 100 km'nin altında olan kısa uzunlukta segmentler yer almaktadır.



Şekil 2.13. Türkiye'deki fay zonları, Kuzey Anadolu Fayı segmentleri ve üzerinde meydana gelmiş önemli depremler (Barka ve Kadinsky Cade, 1988; Barka, 1996 'dan derlenmiştir) (Çetin, 2004)

Ayrıca bu üç ana segment içerisinde de daha kısa uzunluklara sahip alt-segmentler bulunmaktadır. Dolayısıyla ana segmentlerdeki depremlerin tekrarlanma aralıkları

200-250 yıl gibi oldukça uzun bir zamanı kapsarken, daha kısa uzunluklardaki segmentlerde depremler 50-100 yıl gibi daha kısa zaman aralıklarına sahiptirler. Ayrıca, komşu ana fay segmentleri arasında düşük kayma bölgelerinde zaman olarak birbirlerine yakın depremler meydana gelmektedir. Bu açıdan Kuzey Anadolu fayının Erzincan, Lâdik-Tosya ve Gerede segmentleri gibi büyük segmentler, değişmez kayma modeli (Uniform Slip Model) göstermektedir. Diğer yandan Varto, Yenice-Gönen, Geyve gibi 100 km'den daha kısa uzunluklara sahip olan segmentler de karakteristik deprem modeli (Characteristic Earthquake Model) sunmaktadırlar.

Kuzey Anadolu fayının 1940–1960 aralığı içerisinde yoğun bir sismik aktiviteye maruz kaldığı oldukça dikkat çekicidir. Bu durum, faydaki belli bir zaman aralığı içerisindeki deprem kümelenmesini yansıtmaktadır. Aynı deprem kümelenmesi, 994–1045 ve 1667–1668 deprem serilerinde (Ambraseys, 1975; Ambraseys ve Finkel, 1988) açıkça görülmektedir.

1900–1995 yılları arasında Kuzey Anadolu fayının doğu ve batı uçları yakınlarında kırılmadan kalmış muhtemel üç sismik boşluk olduğu öne sürülmüştür (Toksöz ve diğ., 1979; Barka ve diğ., 1987; Gülen ve diğ., 2002). Bu sismik boşluklar:

- 1- Yedisu Sismik Boşluk (Tanyeri (Erzincan doğusu)-Elmalıdere arası),
- 2- Geyve segmenti (Geyve-Mekece-İznik),
- 3-Marmara (Şarköy- Armutlu yarımadası arasında Marmara Denizi içerisinde uzanan segment).

Yedisu sismik boşluğunda en son 23.07.1784 tarihinde büyük bir deprem meydana gelmiştir. Deprem 5.000 kişinin ölmesine neden olmuş ve 90 km uzunluğunda bir yüzey faylanması gelişmiştir. Depremin maksimum şiddeti VIII olarak belirtilmiştir (Ambraseys 1975; Barka ve diğ., 1987). Özellikle fayın doğu kısmında, 45 km kırık oluşturmuş 13 Mart 1992 Erzincan depremi (Demirtaş ve Yılmaz, 1993; Demirtaş ve diğ., 1994), bu sismik boşluklardan doğuda yer alan Yedisu sismik boşluğunda oluşabilecek muhtemel bir büyük depremin habercisi olabilir. Marmara sismik boşluğunda (İstanbul) en son 10.07.1894 tarihinde IX şiddetinde büyük bir deprem meydana gelmiştir. Deprem Adapazarı ile İstanbul arasında kalan bölgede oldukça

büyük hasarlara neden olmuştur (Öcal, 1968). Depremin Armutlu yarımadasının kuzey kesiminde uzanan Kuzey Anadolu fayının yaklaşık 100 km'lik bir kısmını kırdığı tahmin edilmektedir. Geyve sismik boşluğunda en son büyük deprem MS 29 yılında meydana gelmiş IX şiddetindeki bir depremdir (Ergin ve diğ., 1967). Bununla birlikte bu depremden sonra 120, 350, 368, 985 ve 1895 yıllarında şiddetleri V ile VIII arasında birkaç deprem meydana gelmiştir.

Günümüzden yaklaşık 10 milyon yıl önce (Miyosen) Afrika Levhasına göre kuzey batıya doğru daha hızlı hareket eden Arabistan Levhasının Türkiye Levhasıyla çarpışmasıyla Türkiye'nin neotektonik rejimi başlamıştır. Türkiye'nin doğusunda kıta-kıta çarpışmasıyla oluşan kuzeybatı yönlü basınç gerilmeleri, aynı dönemde Ege Bölgesinde gelişen kuzey-güney doğrultulu çekme gerilmeleriyle dengelenmiştir.

Günümüzden yaklaşık 4-5 milyon yıl önce (Pliyosen) ise Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu Faylarının oluşmasıyla Türkiye Levhası daha küçük levhacıklara bölünmüştür. (Anadolu Levhası, Karadeniz Levhası, Van Levhası gibi). Doğu Anadolu Bölgesi'nde levhacıkların faylı levha sınırları boyunca kuzeybatı ve kuzeydoğuya doğru oluşturdukları sürekli göreceli hareketler bu sınırlarda kümeleşen depremleri üretmiştir. Kuzey Anadolu Fayı doğudaki basınç gerilmesi veya ters fayların hüküm sürdüğü bir bölgeyi, batıda Ege-Marmara Bölgesi'nde çekme gerilmesi veya normal fayların egemen olduğu bir diğer tektonik bölgeye bağlayan transfer fay niteliğindedir.

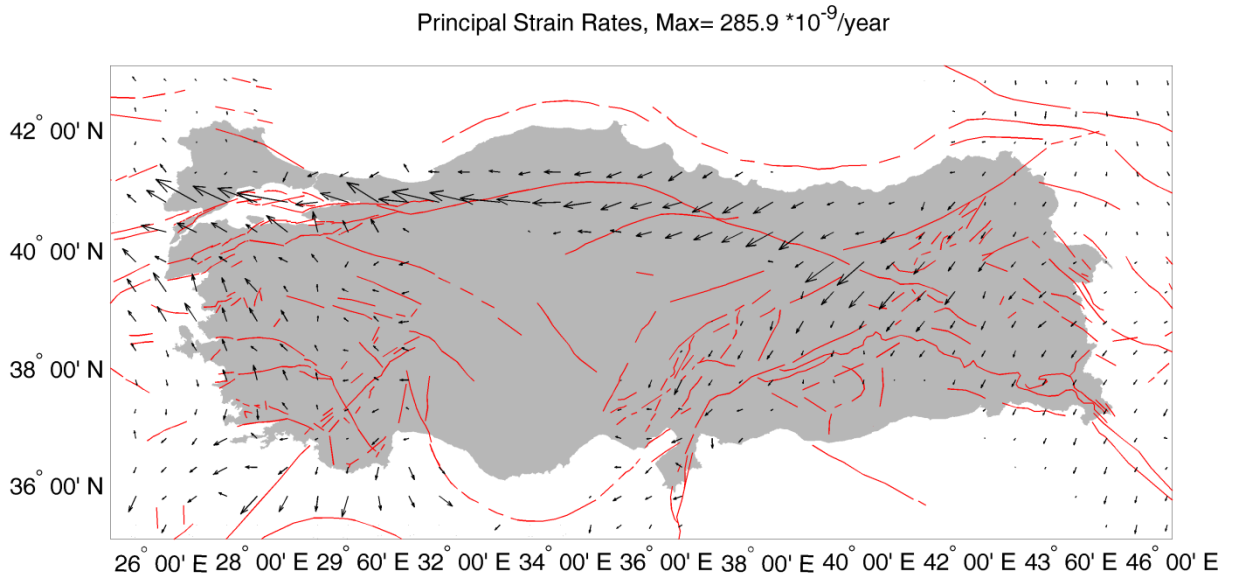
Anadolu Levhasının Kuzey Anadolu Fayı boyunca oluşturduğu doğudan batıya doğru 24 ± 1 mm/yıl lık güncel kaçma hareketi veya saat yelkovanı tersi yönündeki dönme hareketi jeodezik olarak Global Positioning System (GPS) ölçümleri ile saptanmıştır (McClusky ve diğerleri, 2000, 2003; Reilinger ve diğ., 2006). Jeolojik olarak da Kuzey Anadolu Fayının 4-5 milyon yıldan beri oluşturduğu 80-100 km lik toplam sağ yanal atım, jeodezik ölçümlerle tam bir uyum gösterir. Jeodezik çalışmalarla (özellikle GPS hız alanı) ile belirlenecek levha hareketleri bu tür haritaların deprem tehlikesini ifade etme çözümlülüğü artacaktır.



Şekil 2.14. Türkiye ve yakın çevresi için (faylar üzerinde hesaplanan kayma hızlarının) GPS verilerini GIS ortamında gösteren harita (Reilinger ve diğ., 2006)

Faylar üzerinde hesaplanmış kayma hızları (slip rates) fayların etkinliğinin ve diriliğinin sınıflanmasında ve deprem tekrarlanma zamanları hakkında fikir edinilmesinde çok önemlidir (Sibson, 1983, 2003).

Fay kayma (slip) vektörü fayın karşıt blokları üzerinde önceden bitişik olan noktaların birbirine göre hareketinin miktarını ve yönünü gösteren bir vektördür ve fay düzlemi üzerinde ölçülür. Düşey ve yatay bileşenleri olabilir.



Şekil 2.15. Proje kapsamında hazırlanan Türkiye için kayma hızları ve yönünü gösteren harita (KOERI, 2010-EMME PROJESİ)

Anadolu Levhasının Karadeniz Levhasına göre Kuzey Anadolu Fayı boyunca batıya doğru olan sürekli hareketi, sismik bir harekettir. Başka deyişle deprem üreten bir harekettir. Kuzey Anadolu Fayının birçok yerinde kuzey ve güneydeki fay blokları uzun zamandan beri birbirine kilitlenmiş olup, kırık boyunca herhangi bir hareket yoktur. Ancak plakalar göreceli hareketlerine devam etmektedirler. Plakaların sürekli hareketlerine fay zonundaki kayaçlar bükülerek elastik deformasyonla uyum sağlarlar. Ancak biriken bu elastik deformasyon kayaçların elastik limit sınırını aştığı zaman rijit kabuk artık daha fazla bükülemez ve ani bir şekilde kırılır ve birikmiş enerji boşalarak deprem oluşturur. Kırılma kinetik teorisine göre uzun zaman aralığında gerçekleşen kayaç kırılması olayında kayaçların niteliği, kayaçlara uygulanan gerilmeler ve ısı faktörleri önemli rol oynamaktadır.

Bu faktörler Kuzey Anadolu Fayı boyunca doğudan batıya doğru kabuk yapısında değişiklik gösterdiği için doğuda Varto'dan batıya doğru Bolu'ya kadar tek ve dar bir fay hattı halinde uzanan Kuzey Anadolu Fayı Bolu'dan sonra Marmara Bölgesi'nde kuzey (Bolu-Adapazarı-İzmit-İstanbul) ve güney (Bolu-Balıkesir-Bursa-Çanakkale) kolları halinde geniş bir fay sistemine dönüşmektedir. Kuzeybatı Amerika'da kıta

kenarına paralel uzanan San Andreas Fayının San Francisco Körfezinde, körfezi batıdan ve doğudan kuşatacak şekilde San Andreas ve Hayward Fayları olarak kollara ayrılması bu tür doğrultu atımlı fayların ortak bir geometrik özelliğini yansıtır. San Andreas ve Hayward faylarının derin sismik profillerini inceleyen Nishigami (2000) bu iki fayın düşük viskozite özelliği gösteren alt kıtasal kabukta (20-25 km) yatay bir fayla bağlantılı olduklarını ve bu fay düzlemi boyunca fay diplerine karşılıklı olarak stres transferi yaptıklarını ileri sürmüştür.

2.4.2. Doğu Anadolu Fay Zonu

Türkiye'nin en büyük ve en önemli kırık zonlarından diğeri olan DAFZ yaklaşık 400 km uzunluğa sahip ,orta Miyosen 'de (yaklaşık 12 milyon yıl önce) oluşmuş aktif bir fay zonedir (Şengör ve diğ., 1985; Dewey ve diğ., 1986). Bu fay zonu, Karlıovada başlar ve güney batıda Antakya'ya kadar uzanarak Ölü Deniz Fay zonu ile birleşir. Ayrıca Adana Baseni'ne yakın Kahramanmaraş civarında üçlü birleşimi meydana getirir. Bu üçlü birleşim Arabistan, Afrika ve Avrasya levhalarının birleştiği yerdir.

DAFZ'nun yapısal ve geometrik özellikleri büyük ölçüde sismolojik gözlemlerle belirlenmiştir (McKenzie, 1972, 1978; Jackson ve McKenzie, 1984). KD-GB yönünde kırılmış faylarda gözlenen depremlerin odak mekanizmaları sol yönlü doğrultu atımlıdır (Arpat ve Şaroğlu, 1971; McKenzie, 1976; Hempton, 1982). Bu çalışmalardan edinilen sonuç, DAFZ'nun tamamen sol yönlü gelişen bir faylanma özelliği gösterdiği ve KAFZ ile eşlenik bir yapı oluşturarak Anadolu levhasının batıya doğru hareketine katkı sağladığıdır (Öncel, 2000).

Doğu Anadolu fayı, sismik olarak suskun olduğu zamanlarda, birleşik fayı olan Kuzey Anadolu fayı tarafından kuzeydoğu ucunun ötelenmesiyle, Karlıova birleşim noktasının güneybatısında birkaç küçük kol gelişmiştir. Güneydoğuda yer olan kol, kuzeybatıda olana göre daha gençtir (Tirifonov, 1995). Doğu Anadolu fayının Karlıova'dan güneybatı doğru olan ana ana kısımdaki kayma hızı yıllık 5 mm civarındadır. DAFZ'nda levha hareketleri ve jeolojik bilgilere dayandırılan yer değiştirme miktarları 1.9-3.5 cm/yıl'dır. Araştırmalar, doğu Anadolu'daki tektonik kinematik nedeniyle Avrasya-Suriye (Arab levhası ucu) arasındaki hareketin ancak

ufak bir bölümünün Kuzey Anadolu Fayı üzerinden açığa çıktığını ortaya koymuştur (Dewey ve diğ., 1986; Jackson ve McKenzie, 1988; Taymaz ve diğ., 1991b; Lyberis ve diğ., 1992). Bingöl ile Karlıova arasında gözlenen toplam yer değiştirmeden (22-27 km) yaklaşık 0.5cm/yıl olarak bulunur. (Arpat ve Şaroğlu, 1975; Yalçın, 1978). Sismolojik verilerden DAFZ için tahmin edilen yer değiştirme değerleri; 0.4-0.6 cm/yıl (Kasapoğlu ve Toksöz, 1984; Ezen ,1987), 0.6 cm/yıl (Kiratzi, 1993), 3.4 cm/yıl (Taymaz ve diğ., 1991), 2.5-3.5 cm/yıl arasında ortalama 2.9 cm/yıl (Taymaz ve diğ., 1991), 1.9 cm/yıl (Lyberis ve diğ., 1992), 1.5 cm/yıl (Kempler, 1994) gibi farklı değerlerdir. DeMets ve diğ., (1990)'nin Nuvel-1 levha modeline göre yer değiştirme 335° bir doğrultuya ve yaklaşık 2.7 cm/yıl bir büyüklüğe sahiptir. Genel olarak, DAFZ boyunca jeolojik ve sismolojik verilere dayandırılmış yer değiştirme büyüklükleri, 0.4-3.5 cm/yıl arasında değişmektedir (Öncel, 2000).

Depremlerin yer-zaman diyagramı, fayın önce orta kısımlarına yakın bir yerden kırıldığını ve kırılmanın daha sonra doğu ve batı uçlarında yer alan segmentlerine doğru kaydığını göstermektedir. Faydaki ana sıkışma yönü KD-GB olarak elde edilmiştir.

Doğu Anadolu fayında son dört yüzyılda ve 1900–2010 yılları arasında oluşmuş yıkıcı deprem dağılımları ve mikro deprem aktivitesi, Doğu Anadolu Fayının Karlıova-Ceyhan arasında kalan kısmında toplam 3 tane sismik boşluk bulunduğuna işaret etmektedir (Demirtaş ve Yılmaz, 1996). Bunlar;

- 1- Andırın sismik boşluğu (Ceyhan-Türkoğlu),
- 2- Türkoğlu sismik boşluğu (Türkoğlu-Çelikhan),
- 3- Hazar gölü segmenti'dir.

Yukarıda da belirtildiği gibi, Doğu Anadolu fayı, yüzyılımızda ve önceki yüzyıl içerisinde olduğu gibi sismik olarak oldukça suskun bir dönem geçirmektedir. Bu faydaki sismik boşlukların dağılımları, muhtemelen Kuzey Anadolu Fayındaki 1939–1967 deprem serisine benzer bir deprem serisinin önümüzdeki yüzyıl içerisinde oluşabileceğini göstermektedir. Bu fayın kısa bir süre içerisinde tamamen kırılmasına neden olabilecek 1939 Erzincan depremine benzer bir büyük deprem tetikleme rolü

üstlenebilir. Bu yüzden Doğu Anadolu fayının bu işaret edilen sismik boşlukları civarında çalışmaların yoğunlaştırılması, deprem tehlikesinin belirlenmesi ve zararlarının en aza indirgenmesi açısından oldukça büyük önem taşımaktadır.

Diğer taraftan, her üç sismik boşlukta özellikle başta Andırın civarında olmak üzere Ergani ve Hazar gölü civarında 1989'dan bu yana her yıl Ms 4.0 büyüklüğünde birkaç deprem oluşmuştur. Dünyanın değişik bölgelerinde geçmişte oluşmuş depremler üzerindeki haberci olaylara (precursory) ait çalışmalar, kırılacak segment uzunluğu ile habercilerin süresi arasında doğrudan bir bağlantı olduğu sonucunu ortaya koymuştur. Buna en iyi örnek olarak günümüzde meydana gelen 1 Ekim 1995 Dinar depremi verilebilir. Dinar depreminde 10 km uzunluğunda bir kırık oluşurken, haberci olaylar 30 gün öncesinde ortaya çıkmaya başlamıştır (Demirtaş ve Yılmaz, 1996).

Andırın sismik boşluğunu içinde yer alan Adana-Ceyhan-Maraş yörelerinde 290, 517, 524, 561, 1114, 1514 ve 1855 yıllarında şiddetleri V ile IX arasında değişen büyük depremler meydana gelmiştir (Ergin ve diğ., 1967). Diğer yandan Türkoğlu sismik boşluğunda olduğu tahmin edilen en son 1874 yılında şiddeti VIII olan büyük bir deprem meydana gelmiştir (Öcal, 1968). Hazar gölü sismik boşluğunda 1866 yılında en son VIII şiddetinde büyük bir deprem meydana gelmiştir (Öcal, 1968). Doğu Anadolu fayı kuzeydoğu ucunda dönemsel olarak Kuzey Anadolu fayı tarafından kesilmesi sonucu, ana fay doğrultusuna paralel birkaç küçük faylanmalar gelişmiştir. Bu faylanmalar, Karlıova birleşim noktasının güneybatısında açık bir şekilde görülmektedir. Fayın güneydoğuda yer alan kolu, kuzey batısına göre daha genç olanı teşkil etmektedir (Tirifonov, 1995).

DAFZ'yla ilişkili fay zonlarının doğrultuları ve uzunlukları, fay zonunun özellikleriyle ilgili bilgiler vermektedir. Bu fay zonlarından bazıları, Adıyaman (210 km), Elazığ (100 km), Ovacık (160 km; KD-GB), Malatya (160 km, K25°D), Sürgü (DB), Elbistan (110 km, K20°D), Yeniköy-Yenioluk (340km, K56°D), Tavla (175 km, DB), Göksu (130 km, K25°D, Savrun-Kozan (210 km, K45°D), Kozluk –Narlı (300 km) fay zonlarıdır (Gökçe, 1992).

Bitlis bindirme Kuşağı Orta Miyosen 'de Arabistan levhası ile Avrasya levhasının çarpışmasının ürünü olan Bitlis-Zagros Bindirme ve Kıvrımlı Kuşağının Türkiye sınırları içerisinde kalan bölümüdür. Bitlis Bindirme Kuşağı genellikle Doğu Toros dağlarının güney eteklerini izleyerek doğu-batı doğrultusunda uzanmaktadır. Maraş ve Adıyaman çevresinden başlayan bu kuşak Çüngüş-Ergani-Lice-Kulp-Sason-Kozluk ve Pervari'den geçerek İran'da Zagros Kuşağında birleşir. 6 Eylül Lice depremi (Eyidoğan, 1980, 1983a, 1983b) ve bazı saha gözlemleri (Arpat, 1975) bindirmenin tarihsel ve aletsel dönemde yer yer etkin olduğunu göstermektedir. Bindirme hareketine sol yanlı doğrultu atım bileşeninin de eşlik etmesi diğer önemli bir noktadır.

Bitlis bindirme kuşağının 100 km kuzeyinden başlayarak DAFZ'ndaki sol yönlü hareketler Hazar Gölü'ne kadar uzanır (Hempton, 1983). DAFZ'nun bir bölümü, Gölbaşı'ndan Maraş'a kadar olan bölgesi tanımlar. Bu bölümde fay zonu K50°D VE K85°D doğrultularına sahiptir. Ayrıca bu bölümde gözlenen oblik geometri ,Arabistan ve Anadolu levhalarının sınırı boyunca K-G yönündeki daralmadan kaynaklanır (Lyberis ve diğ., 1992). DAFZ üzerinde alınan jeolojik kesitlerde, Maraş ve Gölbaşı arasında görülen hakim yapılarda Mezozoik, Eosen ve Neojen formasyonlarına sahip bindirmeler gözlenmiştir (Lyberis ve diğ., 1992). DAFZ'nu Gölbaşı bölgesinde, Bitlis bindirme kuşağının doğu-batı yönünde açılmasıyla kesilmektedir. DAFZ'nun doğu ve batı bölümlerinde Bitlis bindirme kuşağında ± 50 km 'lik yanal atımlar gözlenmiştir. Ancak bu büyüklükteki bir yanal atım DAFZ için çok büyüktür (Perinçek ve diğ., 1987; Erdoğan, 1975), DAFZ'na göre doğu ve batı bölümünde kalan Bitlis bindirmesindeki çökel fasiyeslerinden DAFZ için ± 20 km'lik bir yanal atım tahmin etmiştir (Öncel, 2000).

Bölgede gözlenen en büyük depremler, 4 Aralık 1905 Malatya depremi ($M_s = 6.8$) ve 1971 Bingöl depremidir ($M_s=6.9$). 14 Haziran 1964 Malatya depremi ($M_s=5.7$) birçok araştırmacı tarafından ayrıntılı olarak incelenmiştir (Canitez, 1969; McKenzie, 1972; Büyükaşıkoglu, 1979; Eyidoğan, 1983). Bu depremin kaynak mekanizması çözümlerinden, normal faylanma (Canitez, 1969; McKenzie, 1972; Eyidoğan, 1983), doğrultu atımlı faylanma (Büyükaşıkogulları, 1979) gibi farklı çözümler bulunmuştur. DAFZ 'nda son 1000 yıl içinde $I_0 \geq 7.0$ şiddetindeki depremler

(Ambraseys, 1970 ve 1988) yerleşim bölgelerinde önemli ölçüde hasara neden olmuştur (Soysal ve diğ., 1981). Tarihsel dönemde meydana gelen bazı depremlerin büyüklükleri belirsizdir. Bu depremlerin çoğu fayın kuzey doğu ve güney doğu uçlarına yakın olduğundan, ana fay zonu boyunca gelişen tali fay parçaları ile ilişkilendirilmeleri güçtür (Barka ve Kadinsky-Cade, 1988).

2.4.3. Kuzey Doğu Anadolu Fay Zonu

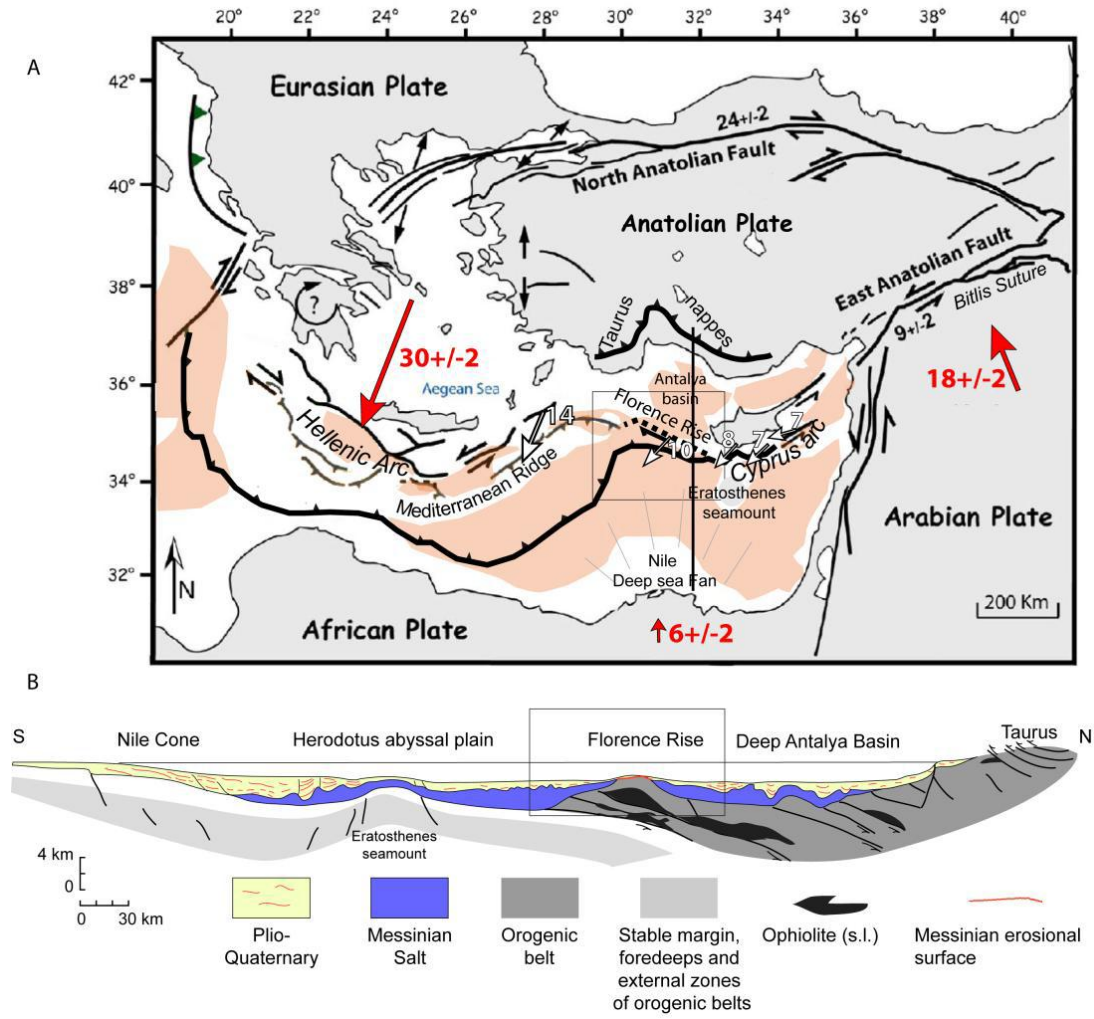
“KDAFZ, Kuzey Doğu Anadolu Bloğu'nun kuzey sınırını oluşturan sol yönlü doğrultu atımlı bir fay zonudur. Bu fay zonu KD yönünde Kafkasya'ya kadar uzanır. Bu fay zonu boyunca doğudan batıya doğru gidildikçe deprem etkinliğinde bir azalma görülür. KDAFZ, kuzeyde Gürcistan'da Borzhomi ve Akhaltsikhe arasında Kura Nehri'ne ve Doğu Anadolu'da da Merehevi ve Çoruh nehrine kadar uzanır. Fay zonunun bu bölümü literatürde Borzhomi-Kazbeg Fayı olarak da geçer (Philip ve diğ., 1989). Kuzey Doğu Anadolu bloğu içinde 1983–1985 arasında oluşan beş depremin kayma vektörleri sol yönlü KDAFZ'na veya aynı şekilde Borzhomi-Kazbeg Fayı'na paraleldir (Jackson, 1992). Büyük Kafkaslarda Borzhomi'nin kuzey doğusuna (~41.5°K) kadar devam eden KDAFZ doğudan batıya doğru jeolojik yapıları ayırır (Philip ve diğ.,1989). Bu yoruma göre fay zonu bir ölçüde transform fay gibi davranmakta ve gözlenen kayma vektörleri kuzeydoğuda Büyük Kafkaslardaki bindirmelerle benzerlik göstermektedir” (Öncel, 2000). Bu yorumun doğruluğunu araştırmak için daha önce KDAFZ'nda olan depremlerin odak mekanizması çözümlerinden bulunan kayma vektörleri, Büyük Kafkasların doğusunda ki kayma vektörleriyle karşılaştırılmıştır. Kafkasların doğusu ve KDAFZ'ndaki kayma vektörlerinin yaklaşık paralel oldukları görülmüştür (Jackson, 1992). Bu gözlemler Philip ve diğ., (1989)'nin KDAFZ veya Borzhomi-Kazbeg Fayı ile temsil olunan sol yanal atımlı sistemin önemli ölçüde transform fay olduğu görüşünü doğrulamaktadır (Jackson, 1992). Bu bölgede gözlenen en büyük ve bölgenin tektoniği hakkında önemli bilgiler veren depremlerden biri de 30 Ekim 1983 tarihli Horasan, diğer ismiyle Narman depremidir. Bu depreme ilgili yapılan saha gözlemlerinden kaynak mekanizması çözümünden KD-GB doğrultuya sahip, KB'ya eğimli sol yan atımlı bir faylanma ile ilgili olduğu anlaşılmıştır. Bu depreme ait 2880 tane artçı sarsıntı kaydedilmiştir. Gözlenen en büyük sarsıntılardan ikisi (18

Eylül 1984, Ms=5.6; 18 Ekim 1984, Ms=4.8) yaklaşık bir yıl sonra meydana gelmiştir (Eyidoğan, 1990).

2.5. Kıbrıs ve Helenik Yayı Çevresi Genel Sismik Aktivitesi

Kıbrıs Doğu Akdeniz'in kuzeyinde doğu-batı yönünde ($34^{\circ}\text{E}-36^{\circ}\text{E}$) 225 km uzunlukta, kuzey-güney yönünde ise ($32^{\circ}\text{N}-35^{\circ}\text{N}$) 95 km genişliğinde bir adadır (Papazachos ve Papaioannou, 1999). Doğu Akdeniz'in aktif tektoniği genelde Arabistan – Afrika levhaları ile Avrasya levhası arasındaki çarpışma sonrası K-G yakınlaşmaları sonucunda gelişmektedir (Gülen ve diğ., 1987; Çağnan ve Tanırcan, 2010). Arabistan, Afrika ve Avrasya plakalarının yakınlaşmaları sonucu oluşan çarpışma Bitlis Bindirme Kuşağı boyunca yer alır (McKenzie, 1972, 1978; Jackson ve McKenzie, 1984; Şengör ve diğ., 1985, Gülen ve diğ., 1987; Gülen, 1999). Kıbrıs yayı ise kuzeyde Anadolu Plakası ve güneyde Afrika ve Arabistan plakaları arasında oluşan bir plaka sınırıdır. Afrika Arabistan ve Avrasya arasındaki plaka hareketleri küçük blokların ana plakalardan bağımsız hareketleri yüzünden Doğu Akdeniz'de karışık bir tektonik yapı haline gelir (Wdowinski ve diğerleri., 2005). Güney Anadolu'da Ölüdeniz Fayı ile Doğu Anadolu Fayı'nın kesiştiği ve Arabistan, Afrika ve Avrasya levhalarının birleştiği yerde "Maraş Üçlü Eklemleri" (MÜE) olarak adlandırılan kısım bu karmaşık tektonizmayı karakterize eden bölgedir. Dolayısı ile kıtasal deformasyonun türünü ve ilişkili olan tektonik yapıları anlayabilmemiz için özellikle analiz edilmesi gereken Maraş Üçlü Eklemleri ve çevre yapıları örnek alınarak, bu türlerin aralarındaki ilişkilerin incelenmesi ve herhangi bir kıtasal çarpışma sırasında hangi yapıların oluşabileceği, her yapının çarpışma sırasındaki rolü, meydana geliş sırası ve kısalmanın hangi yapıda ne kadar meydana geldiği gibi önemli bilgiler elde edilebilir. Dar bir alan kaplamasına rağmen MÜE bu kıtasal çarpışmanın en önemli noktasını oluşturur. Bu alan, içeri doğru sokulan (indenter) Arabistan levhasının kuzeybatı köşesini ve aynı zamanda deforme olan komşu Afrika ve Avrasya levhalarını kapsamaktadır (Gülen ve diğ., 1987). Anadolu bloğu, Avrasya ve Arap plakaları arasındaki yakınsamadan dolayı Helenik ve Kıbrıs yayına doğru güneybatı yönlü bir kaçış yaşamaktadır (Jackson ve McKenzie, 1984). Afrika plakasının Doğu Akdeniz'deki kuzey yönlü hareketinde okyanusal kabuk ile, Ege-Anadolu kıtasal litosferin ara yüzeyi, kuzey yönlü dalan Helenik Yayı ve güneyde

Kıbrıs dalma batma zonunu oluşturmaktadır (Gülen, 1999). Afrika plakasının Ege-Anadolu plakası altına daldığını kanıtlayan diğer jeofizik verilerin başlıcaları; odağı normalden daha derinlerde olan depremlerin varlığı (Caputo ve diğ., 1970) negatif serbest hava gravite anomalileri (Robinowitz ve Ryan, 1970), ada yaylarının iç bükey kısımlarında görülen volkanizma, Doğu Akdeniz'de ısı akısının düşük oluşu (Ryan ve diğ., 1970), Ege adalar yayının iç bükey kısmında Pn hızının düşük ve Sn dalgalarının yayılımının iyi olmayışı (Papazachos ve Comniakis, 1971) olarak sıralanabilir (Alptekin, 1973). Helenik dalma/batma zonu sismik tomografi çalışmalarıyla kapsamlı olarak incelenilebilmiştir (Spakman ve diğ., 1988; Ligdas ve diğ., 1990; Wortel ve Spakman 1992, 2000 ; Papazachos ve diğ., 1995; Gülen ve Kuleli, 1995; Facenna ve diğ., 1997, 2006). Ege bölgesi arka bir yay olarak karakterize edilir ve açılmalı tektonik bir rejime sahiptir. Doğu-batı uzanımlı normal faylar, alkali volkanizmaya bağlı olan açılma rejimi, yüksek sismik aktivite ve dilatasyon gösteren depremlerin odak mekanizma çözümleri bunun en önemli kanıtlarıdır (Alptekin, 1973; McKenzie, 1978; Woodside, 1977; Büyükaşikoğlu, 1979; Rotstein ve Kafka, 1982; Dewey ve Şengör, 1979; Eyidoğan, 1988; Gülen, 1990; Robertson, 1990; Taymaz ve diğ., 1991, Imprescia ve diğ., 2011).



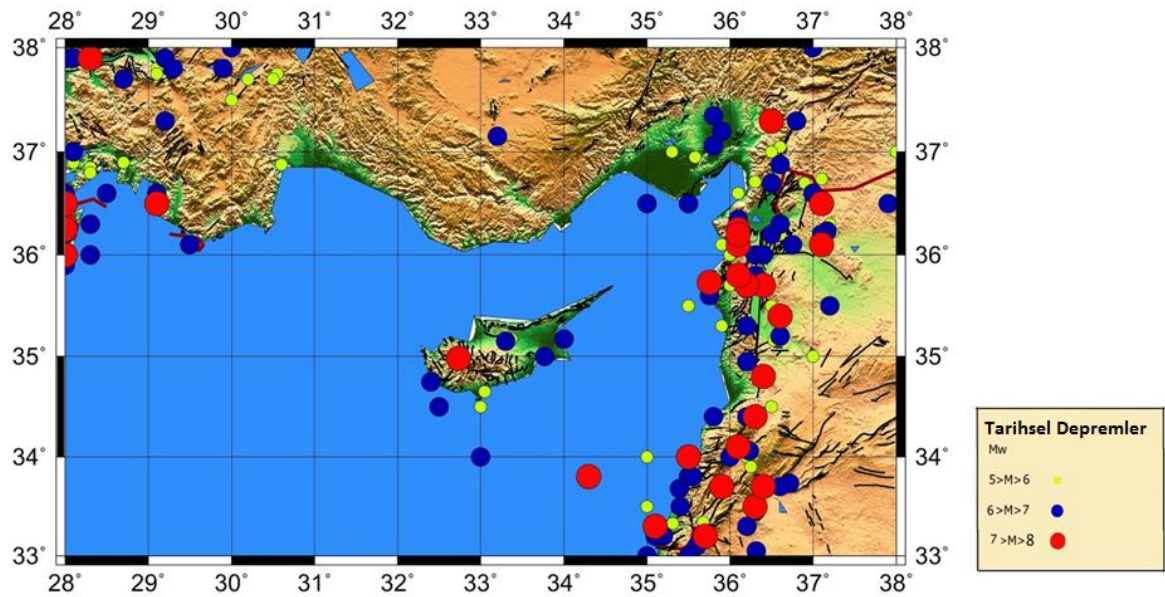
Şekil. 2.16. Doğu Akdeniz'in aktif tektoniği ve jeolojik yapısı (Sellier ve diğ., 2012)

Afrika ve Arabistan plakalarının kuzey yönlü hareketlerinin arasındaki hız farkı (sırasıyla 10 mm/yr ve 18 mm/yr), sol yönlü doğrultu atımlı Ölü Deniz Fayı'nı ve Afrika ve Arabistan levhaları arasındaki plaka sınırını oluşturmaktadır (Garfunkel ve diğ., 1981; Quennel, 1984; Gülen ve diğ., 1987; Cagnan ve Tanırcan, 2010; Sellier ve diğ., 2012). Kıbrıs yayı kuzeyde Anadolu plakası güneyde Afrika ve Sinai plakaları arasında biçimlenirken, batıda Hellenik yayı ve doğuda Doğu Anadolu fayı ve Ölü Deniz ile bağlantılıdır (Wdowinski ve diğ., 2005). Eratosthenes SeaMount, Kıbrıs'ın güneyinde bulunan Akdeniz okyanus kabuğunun, kuzeye doğru dalımı için önemli bir mekanik bariyer oluşturur (Woodside, 1977; Clube ve Robertson, 1986; Payne ve Robertson, 1995; Glover ve Robertson, 1998). 1995 ($M_s=5.8$) ve 1996 ($M_s=6.8$) Kıbrıs depremleri odak mekanizma çözümleri Kıbrıs'ın batısındaki aktif açılmayı öne sürer (Pınar ve Kalafat, 1999; Imprescia ve diğ., 2011) ve bu rotasyonel

açılımlı dönme tektoniğinin nedeni Eratosthenes Seamount ile Kıbrıs'ın çarpışmasından ileri gelmektedir (Gülen, 1999).

2.5.1. Kıbrıs ve yakın çevresinin depremselliği

Kıbrıs'ta son yüzyıl içinde çok hareketli olmayan bir sismik aktivite yaşanmıştır. Ancak gözlenen sismisitenin uzun zaman dilimlerindeki depremselliğin temsilcisi olmayacağı öne sürülmüştür (Jackson ve McKenzie, 1984, 1988). Kıbrıs'ın depremselliği üzerine bugüne kadar çok yayın yapılmıştır (Ambraseys, 1965, 1992; Galanopoulos ve Delibasis, 1965; Papazachos, 1973; Neophytou, 1979; Ben-Menahem, 1979; Ambraseys ve Adams, 1992; Pantazes, 1993). Aletsel dönem boyunca (1901–1997) Kıbrıs'ta $M=6.0$ büyüklüğünde 7 adet güçlü ve tarihsel dönemde de bilinen 15 yıkıcı depremin var olduğunu öne sürmüşlerdir.



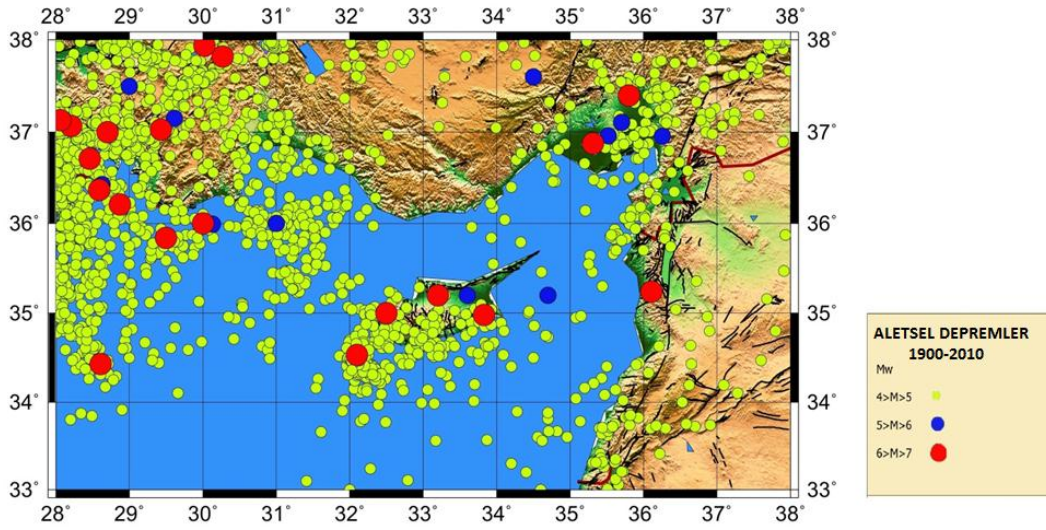
Şekil 2.17. Kuzeydoğu Akdeniz Bölgesi için hazırlanan deprem kataloğundan yararlanılarak elde edilen tarihsel dönemde deprem dağılımını gösteren harita

Bu depremlerin çoğu sığ odaklı ($h < 60 \text{ km}$) birkaç tanesi de orta derinliklerdeki soklardır. Küçük ve büyük depremlerin episantır dağılımları haritalanmıştır (Galanopoulos ve Delibasis, 1965, Ambraseys, 1992). Depremlerin merkezlerinin oldukça dağınık olduğu saptanmıştır (Papazachos ve Papaioannou, 1999). Aynı

zamanda depremlerin odak mekanizma çözümleri de yayımlanmıştır (Comninakis ve Papazachos, 1972; Mercier ve diğ., 1973; McKenzie, 1978; Rotstein ve Kafka, 1982; Korrat ve diğ., 1996) ancak bu çözümlerden bazıları uzak alanlarda kısa periyotlu aletlerle küçük magnitudlü depremlerin ilk dalga varışlarından yola çıkılarak yapıldığından güvenilir değildir. Çoğu depremin episantırları denizde olması ve yeterli lokal ağların olmayışından dolayı sağlıklı analiz edilememiştir. Bunun için Kıbrıs yayı boyunca sismisite tekrar ele alınmıştır (Papazachos ve Papaioannou, 1999). Ayrıca Kıbrıs'ta kabuk hareketlerinin uzaysal ortamda jeodezik olarak izlenmesi ve deniz jeofiziği çalışmalarının ışığında plakaların göreceli hareketlerinin iyi bir şekilde izlenmesiyle Kıbrıs için tektonik bir çerçeve çizilmesine yardımcı olmuştur. Özellikle 1990'ların 2. yarısı boyunca yükselen sismik aktivite yay boyunca aktif faylanmalar için yeni gözlemler sağlamıştır. Ancak Kıbrıs yayının tektonik çerçevesi ile ilgili olan cevapları birçok soruyu da beraberinde getirmiştir.

Akdeniz'in doğu kısmı (30°E boylamının doğusu) düşük-orta derecede bir sismik aktivite ile ifade edilir. Kıbrıs yayı boyunca deprensellik düzeyinin geometrik olarak benzer olduğu Helenik yayı ile karşılaştırıldığında daha düşük olduğu ileri sürülmüştür (Jackson and McKenzie, 1984, 1988). Bugüne kadar Kıbrıs yayı boyunca 1976-2004 yılları arasında $M_b > 4.5$ olan depremler için Harvard CMT çözümleri ve 2003'te Salamon ve diğerleri tarafından P dalgası ilk varışlarından analiz edilen fay düzlemi çözümleri (1900-2001) $M_l > 4$ olan sığ depremler için (0-40m). Kıbrıs yayı boyunca faylanmanın yönü ve türü saptanmadan önce yay boyunca büyük depremlerin düzensiz dağıldığını ve bunların soldan sağa doğru yayın kuzeybatı köşesinde, Kıbrıs'ın güneybatısında, güneydoğusunda ve Kıbrıs yayının Ölü Deniz ve Doğu Anadolu ve Fayı kesişimindeki Türkiye'nin doğusu ve civarında kalan bölgelerde yoğunlaşmıştır (Wdowinski ve diğ., 2005). Kuzeybatıdaki deprem kümelenmesi ($M < 5$) için 6 küçük deprem normal ters ve doğrultu atımlı faylanmalar gösterirken, Kıbrıs'ın güneybatısı doğrultu atımlı ve ters faylanmalarla karakterize edilir. Bu kümelenme içindeki en büyük deprem M_w 6.8 olan Paphos depremidir ki KB-GD yönlü doğrultu atımlı faylanma görülür (Arvidsson, 1998; Philidou ve diğ., 2004, Pınar ve Kalafat, 1999). Bu kümelenme içinde diğer çözümler küçük magnitudlü depremlerle uyumludur.

Kıbrıs'ın güneydoğusu $M \leq 6$ depremleri için hem N-S hem de KD-GB yönlü, ağırlıklı olarak ters faylanma gösteren bir deprem kümelenmesi görülmektedir. Kuzeydoğuda ise Adana Havza'sının kuzeydoğusunda doğrultu atımlı ve normal faylarla karakterize edilen bir kümelenme oluşur. Bu kümedeki en büyük deprem merkez üssü Adana olan $M=6.2$ olan KB-GD yönlü doğrultu atımlı 30 km derinliği olan depremdir (Aktar ve diğ., 2000). Diğer çözümler $M < 6$ dan küçük depremlerdir.



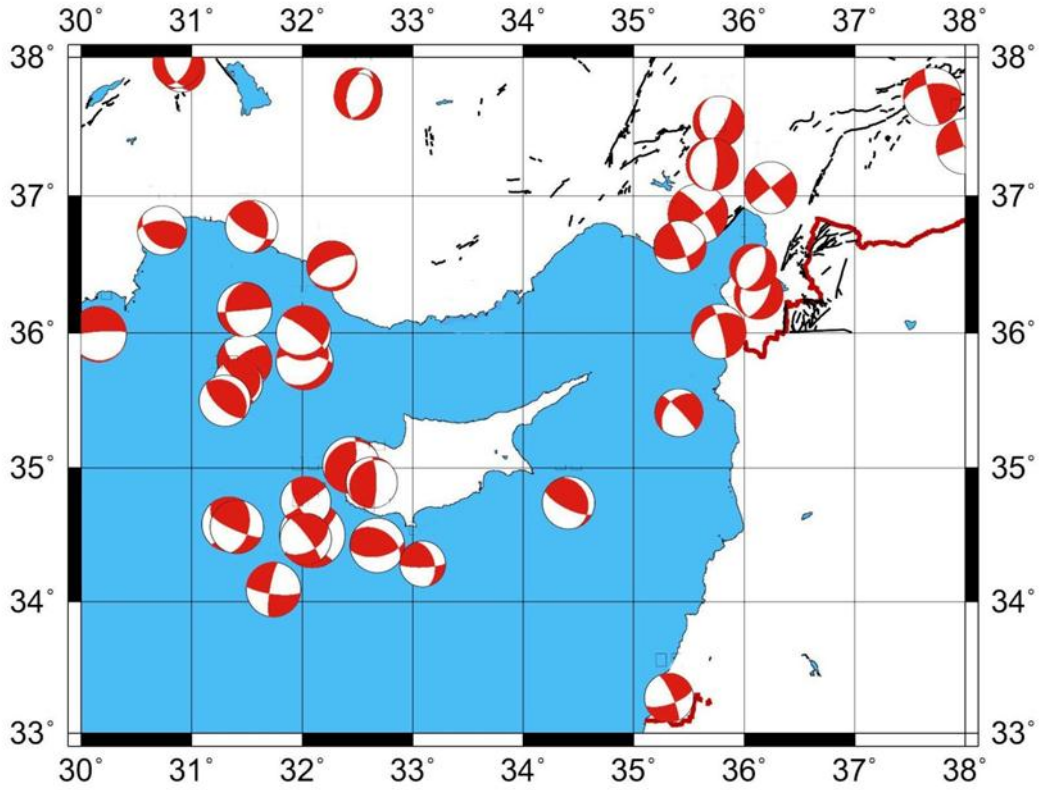
Şekil 2.18. Kuzeydoğu Akdeniz Bölgesi için hazırlanan deprem kataloğundan yararlanılarak elde edilen aletsel dönemde (1900–2010) yılları arasındaki deprem dağılımını gösteren harita

$M > 3$ olan depremler için Doğu Akdeniz kataloğunun incelenmesiyle episantır derinlikleri için iyi bir kontrol yapılarak Kıbrıs yayının doğu izi boyunca sismik hareketlilik gösterdiğini, büyük magnitudlü depremlerin sığ ve orta derinlikte kümелendiğini ancak birkaç derin olayın da yaşandığını da vurgulanmıştır (Engdahl ve diğ., 1998). Bununla birlikte yayın batı kısmının sığ sismisiteden yoksun olduğunu (Jackson ve McKenzie, 1984, 1988) belirtilmiş, büyük depremler için çok uzun bir süre tekrarlanma olasılığının olmadığı için deprem eksikliği hakkında atıflar yapılmıştır (Ambraseys ve Adams, 1993; Engdahl ve diğ., 1998). Ancak yayın orta ve doğu kısımlarına doğru sismik aktivitenin azaldığını buna bağlı olarak Anadolu ve Afrika plakaları arasındaki yakınsamanın aynı şekilde azaldığı öne sürülmüştür (Arvidsson ve diğ., 1998). Özellikle de Kıbrıs'ın batısında Antalya baseninin altında

dalma batmanın gerçekleştiği kesimde derin depremlerin dağıldığını görmekteyiz (Jackson ve McKenzie, 1984; Ben Avraham ve diğ., 1988; Ambraseys ve Adams, 1993). Bu bölge aynı zamanda genç sığ sedimanların sıkışmalı deformasyona uğraması ile de karakterize edilir (Anastakis ve Kelling, 1991). Burada transform faylar boyunca doğrultu atımlı aktivite meydana geldiği, Kıbrıs'ın batısındaki yakınsamanın Antalya Basen 'ine transfer edildiği öne sürülür ki (Papazachos ve Papaianou, 1999); bu model de sismik olayların derinlik dağılımını ifade etmede başarısız kalmıştır.

Doğu Akdeniz 'de plaka ve kabuk hareketlerinin GPS hızları ile tespit edilip, plaka ve kabuk hareketlerinin izlenmesi de bölgenin genel sismik aktivitesi için çok önemli ilerlemeler kaydetmiştir. Ege, Anadolu, Kafkaslar üzerinde 10 yıllık GPS ölçümleri özetlenmiş, bölgede plaka hareketlerinin izlenmesini geliştirmek için bu çalışmalara ek olarak Afrika ve Asya plakalarının dataları da kullanılmıştır (McClusky, 2003). Bundan yola çıkılarak Anadolu'nun merkez olarak içsel deformasyonunun plaka hareketleriyle uyumlu olarak hızının 2mm/yr-1 olduğu tespit edilmiştir (McClusky, 2000). Güneybatı Kıbrıs sismik aktivitesi fazla olan bölgelerden biridir ve Doğu Akdeniz'de ve KD-GB yönlü sağ yanal atımlı ve sıkışmalı faylanma ile karakterize edilir (Arvidsson ve diğ., 1998). Arkın doğu kısmı boyunca Doğu Anadolu Fayı'na göre göreceli hareketin ağırlıklı olarak sol yanal atımlı ve yakınsama hızının da 9 ± 1 mm/yr-1 olarak belirlenmiştir (McClusky ve diğ., 2000). Faylanma yönü doğu yayı boyunca beş adet mekanizma çözümüne göre kabaca KD-GB yönündedir ve göreceli hareketin plaka hareketi yönüne paraleldir.

Bu jeodezik çalışmalar Doğu Akdeniz'de Kıbrıs yayı boyunca göreceli plaka hareketlerinin KD-GB yönünde gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. Tektonik değişikliklerin yay geometrisi tarafından belirlendiğini ancak plakalar arası göreceli hareketinde kesin bir geometrisinin olmadığını yaygın olarak kabul edilen bir görüştür (Papazachos ve Papaioannou, 1999).

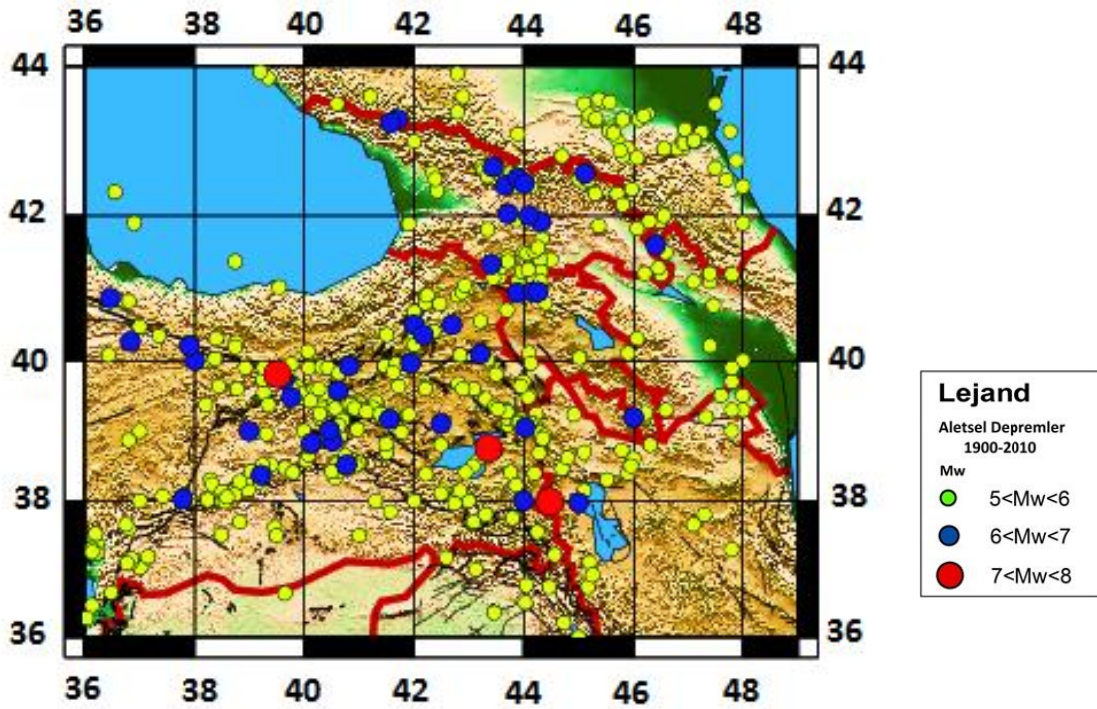


Şekil 2.19. Kıbrıs ve yakın çevresi için CMT –Harvard verilerinden yararlanılarak elde edilen 1976–2010 yılları arasında meydana gelen depremlerin odak mekanizma çözümleri

Deniz jeofiziği çalışmaları ise gösteriyor ki; Kıbrıs Doğu Akdeniz için okyanusal kabuğun içine gömülü bir kıta parçasıdır (Ben Avraham ve diğ., 1976). Bu yapıların Genç Kıbrıs'ın Kıbrıs aktif marjini altında Geç Miyosen –Erken Pliocene 'den beri itmeye başladığını ve çapraz bir tektonizma içinde olduğunu gösteriyor (Robertson, 1998; Ivanow ve diğ., 1992). Batı arkında (yakınsayan Anadolu-Afrika plakaları arasında) ise hiçbir jeolojik yapı bulunmamıştır. Batı segmenti Afrika plakasının Anadolu plakasının altına daldığı yerdedir. Orta ve batı segmentinin arasındaki geçiş KD-GB yönü boyunca yırtılma şeklinde olur ki bu büyük doğrultu atımlı fayları üretir.

2.6. Kafkasların Depremselliği

Avrasya ve Arabistan kıtasal çarpışma bölgeleri olan Doğu Türkiye, Kafkaslar, İran Platosu dünyanın en yüksek sismik aktivitesine sahip ve hızlı bir şekilde deforme olabilen kıtasal bölgelerdir (Tan ve Taymaz, 2006). Geniş bir deformasyon alanına sahip olan sınırlı bölgede kıtasal çarpışma, doğrultu atımlı faylanma ve kabuk uzantısı, ayrıca sismisite ve volkanizma gibi doğal süreçleri inceleyebilmemiz açısından eşsiz bir yerdir. Avrasya-Arabistan kıtasal çarpışması çoğunlukla Güney Doğu Anadolu'da ve Kafkaslar'da büyük bindirme zonları boyunca uzanırken, Doğu Anadolu ve Kuzeybatı İran'da büyük doğrultu atımlı fay zonları büyük yıkıcı depremler üretir.

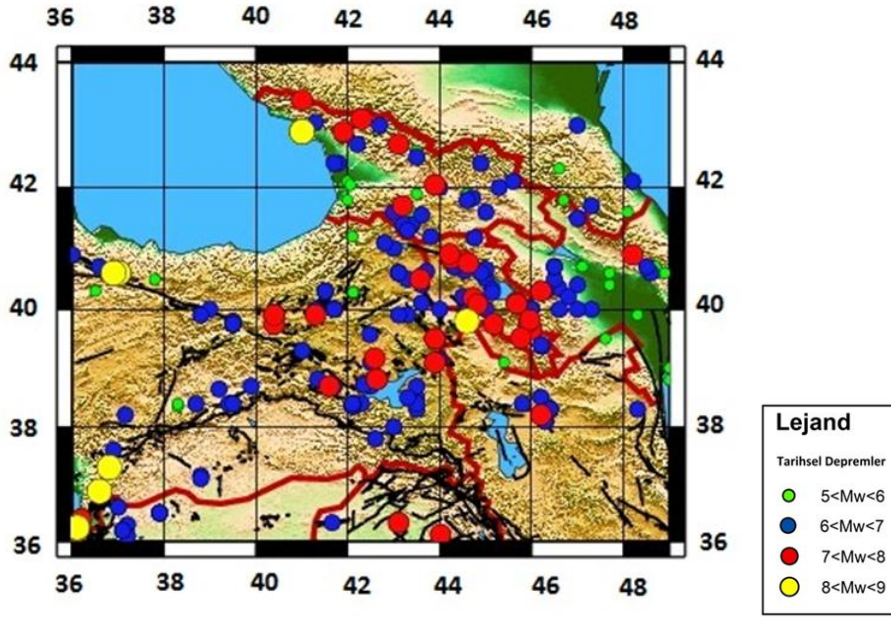


Şekil 2.20. Kafkaslar ve yakın çevresi için 1900–2010 yılları arasında meydana gelen depremlerin episantır dağılımları

Kafkasya'nın deprenselliği ilk olarak Nowroozi (1971) tarafından incelenmiştir. Nowroozi bu yörede genel olarak KB-GD doğrultusundaki bölgesel deprem kuşağını yanal olarak kesen üç deprem kuşağı tanımiş ve ana deprem kuşağının doğrultusundaki bu değişmelerin bölgedeki genç tektonik olaylarla ilgili olabileceğini düşünmüştür. Kafkasya'daki fay-düzlemi czmleri genellikle küçük açılı ters faylanma belirtmektedirler.

Sismik aktivite sonucu kısılmanın ne kadar olduğu güvenilir olduğu veri azlığı ve yetersiz gözlem nedeniyle tam olarak belli değildir. Buna ek olarak Doğu Anadolu'daki kıtasal crpişma ve Batı Türkiye'nin ve Ege'nin altındaki Afrika plakasının kuzey yönlü dalma batma zonu bölgede kıtasal kabuğun açılmasına sebebiyet vermektedir. Doğu Türkiye Arabistan plakasının kuzey yönlü hareketinin Avrasya plakasına göreceli hareketi sebebiyle kabuksal kısılma ve kalınlaşmaya maruz kalmaktadır. Bitişik plakaların göreceli plaka hareketlerinin birbirleri aralarındaki dinamik etkileri geniş ölçüde kıtasal deformasyonla karşılansa da büyük ana fay zonlarında buna bağlı depremlerin olduğunu görmekteyiz. 1960'lardan beri aletsel olarak birkaç büyük deprem olmuştur.

Kafkasya ve cvre bölgelerde meydana gelmiş depremlerin kaynak mekanizmaları ve yırtılma gözlemleri telesismik geniş bantlı sismograflar tarafından kayıt edilmiştir. Bu depremlerin czmlerine bakıldığı zaman Kafkaslardaki bindirme fay zonları ve eğim yönleri depremlerin sığ olduklarını ve sismojenik zonun kalınlığını en fazla 20 km olduğunu gösterir. Kuzey-Güney yönündeki deformasyonun Küçük ve Büyük Kafkaslar'da toplamda 1 mm/yıl olduğunu göstermektedir (Tan ve Taymaz, 2006).

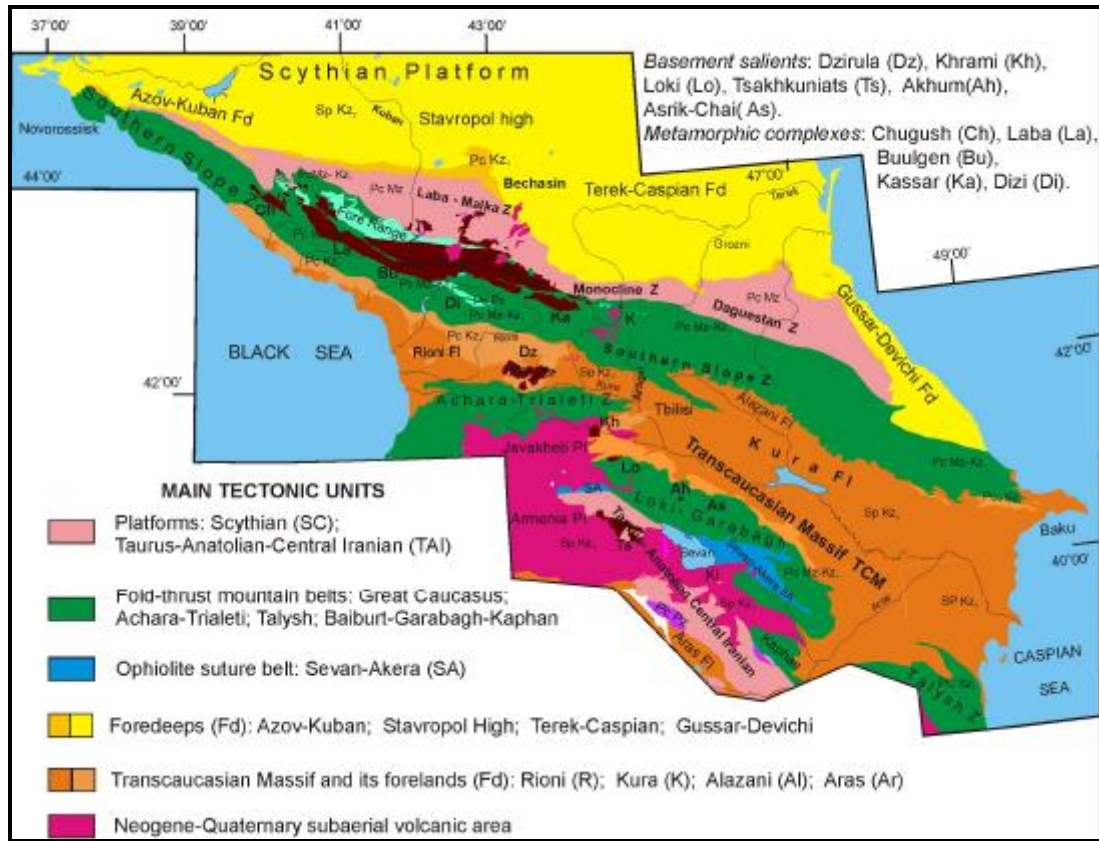


Şekil 2.21. Proje kapsamında derlenen homojen katalogdan yararlanılarak elde edilen Kafkaslar ve yakın çevresi için tarihsel deprem episantırları (Tarihsel EMME KATALOĞU, Zare, 2012)

Kafkasya karmaşık etkileşimler ile farklı jeolojik birimlerinden oluşur. Zonenshain ve Le Pichon (1986) Kafkasya'nın yapısını 3 ana jeolojik yapı olarak tarif etmiştir.



Şekil 2.22. Kafkaslar ve çevresinin fiziki konumu (Adamia ve diğ., 2011).

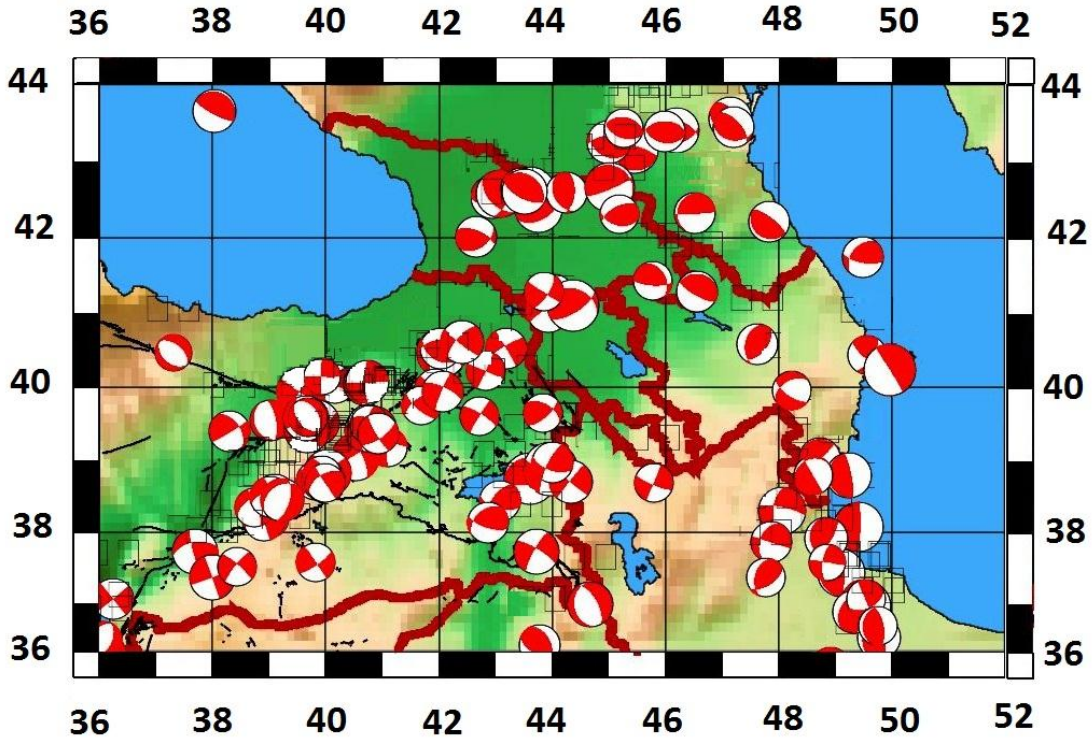


Şekil 2.23. Kafkaslar Bölgesi'nin ana tektonik birimleri (Adamia ve diğ., 2011).

- 1-Küçük Kafkaslar'daki Jura ve Kretase volkanik kemeri
- 2-Dzirula masifi
- 3-Büyük Kafkaslar'daki antiklinoryum.

Küçük Kafkaslar'daki kalk-alkalin volkanik kemer nedeniyle Kretase yaşlı ada yayı faaliyettedir. Dzirula masifi (geç paleozoyik) Hersiniyen çekirdeği ve onun tortul kapak Jura-Kretase dizisini oluşturur. Büyük Kafkaslar ise bir antiklinoryumdur ve merkezinde Paleozoyik katlanmış bir çekirdek vardır.

Kabuk batıda ve doğuda sırasıyla Karadeniz ve Güney Hazar Havzası, (Kazmin, 2002) tarafından sınırlanır. Basenin batı kıyısında kuzey-güney yönlü kıvrımları, incelenen depremlerin yerdeğiştirmelerinin kayma vektörleri ile tanımlanmasıyla geliştirilmiştir. Benzer kıvrımlar ve batı yönlü bindirmeler basenin doğu yanında ve Batı Türkmenistan'da daha belirgindir.



Şekil 2.24. Kafkaslar ve yakın çevresi için CMT–Harvard verilerinden yararlanılarak elde edilen 1976-2012 yılları arasında meydana gelen depremlerin odak mekanizma çözümleri

Bu nedenle, Güney Hazar havzası (Kopp, 1997) doğu-batı yönünde sıkışmaktadır. Güney Hazar kabuğu Apsheron eşiği altında sıkışma ve deformasyona ve muhtemelen de Elbruz yayının güney yönlü hareketine yol açar (Mangino, 1996).

Arabistan ve Avrasya arasında kısılma 12 milyon yıl önce başladı (Şengör, ve diğ., 1985; Dewey ve diğ., 1986). Öte yandan Küçük Kafkasya'nın kuzey sınırında 3.5 milyon yıl önce çarpışma başladı (Philip ve diğ., 1989). Arabistan-Avrasya plakaları Kafkasya segmentinde Alp kıvrım kuşağında güçlü bir kısılma oluşturur. Burada, Arap yarımadasının karşısında kemer genişliği 500-600 km civarındadır. Kafkaslardaki doğu ve batı dizimi yaklaşık 800-1000 km genişler ve Karadeniz ve Güney Hazar baseni Mesozoyik-Senozoyik arka yayını oluşturur. Maksimum sıkışma eksen ve kısılma Türkiye'den Trans Kafkasya'ya kadar takip edilebilir ve Arpaçay ve Garni Alavar doğrultu atımlı faylarının sınırladığı kama şeklindeki blok ile çakışmaktadır (Trifonov ve diğ., 1996). Kuzey-Kuzeydoğu yönlü eksen Transkafkaslar ile Büyük Kafkaslar arasında Tiflis'in doğusunda Kombori Nehrinde yakınsayan alanda geçer. Eksen buradan Büyük Kafkaslar'dan Dağıstan'ın kıyısına

Terek-Hazar burnunda meydana gelen sedimanların bindirmesiyle oluşan tektonik bir ada şeklini oluşturur (Sobornov, 1996)(Şekil 2.22).



Şekil 2.25. Proje kapsamında Gürcistan için oluşturulan aktif faylar haritası

Bugün Doğu Anadolu yüksek platoları ve Büyük Kafkaslar gibi yüksek dağ sıraları bölgeyi sarmıştır. Buralarda bazı rampa havzaları dağların arasında oluşmuştur (Rioni, Alazani, Kura gibi). Bu basenler bir yandan diğer bindirme ve ters faylarla sınırlandırılmış ve 6 km kalınlıkta sığ deniz ve kıta sedimanlarıyla karakterize edilmektedir (Koçyiğit ve diğ., 2001). Küçük ve Büyük Kafkaslar ‘da başlıca yapılar batı-kuzey-batı uzanımlıdır ve odak mekanizma çözümleri birincil olarak bindirme faylarının dağlara paralel olduğunu vurgulamakta ve kuzey yönlü sığ olarak dalmalar göstermektedir (Jackson ve McKenzie, 1984; Tan ve Taymaz, 2004). Odak mekanizma çözümleri Arabistan ve Avrasya plakaları sınırları boyunca gözlenen yakınsamanın neredeyse bölümlenmiş olarak kısılmanın bir kısmının bindirmelerle Büyük Kafkaslar ‘da, diğer bir kısmının ise Doğu Türkiye’de sağ yanal doğrultu atımlı hareket ile karşılandığını göstermektedir (Taymaz ve diğ., 1991b; Jackson, 1992). Kuzey yönlü bindirmeler ya da naplar ile karakterize edilir ki; bu da Büyük Kafkasya’nın güney yamacında geniş bir deformasyonu ifade eder. Kuzey yamacı ise hafifçe kuzey yönlü dalma gösteren Monoklin sınırlardır. (Philip ve diğ., 1989). Buna karşılık doğuda Büyük Kafkaslar ‘da bindirme fayları her iki taraftaki dağların altına dalarlar. Geç Kuvaterner volkanitleri Büyük Kafkasların batı kısmı boyunca

izole yerlerde meydana gelmiştir (Philip ve diğ., 1989). Elbruz (5642 m) Kafkasların orojenik kemerinin en yüksek noktasını oluşturmaktadır ve belki hala aktiftir (Tan ve Taymaz, 2006).

Dört ana doğrultu atımlı fay yerel tektoniği kontrol etmektedir. Anadolu plakası sağ yanal atımlı Kuzey Anadolu Fayı ile sol yanal atımlı Doğu Anadolu Fayı arasında uzanmaktadır ve batıya doğru bir kaçış yaşamaktadır. İran bloğu Ana fay zonu boyunca doğuya doğru kaçarken (McKenzie, 1972; Taymaz ve diğ., 1991b; McClusky ve diğ., 2000, 2003), sağ yanal atımlı Kuzey Anadolu Fayı zonunun yer değiştirmeleri doğuda Karlıova Üçlü Eklemine kadar devam etmektedir (Çaldıran ve Tebriz Fayı gibi).



Şekil 2.26. Emme Projesi kapsamında Ermenistan için oluşturulan aktif faylar haritası

Bölgenin diğer doğrultu atımlı fayı ise Kuzeydoğu Anadolu Fayı'dır ki Karlıova'dan Büyük Kafkasların güney sınırına kadar uzanır. Philip'e göre (1989) Borjomi – Kazbeg olarak adlandırılan bu zon Büyük Kafkaslara kadar devam eder ve bölgeyi ikiye ayırır:

1-Batı Büyük Kafkaslar

2-Doğu Büyük Kafkaslar

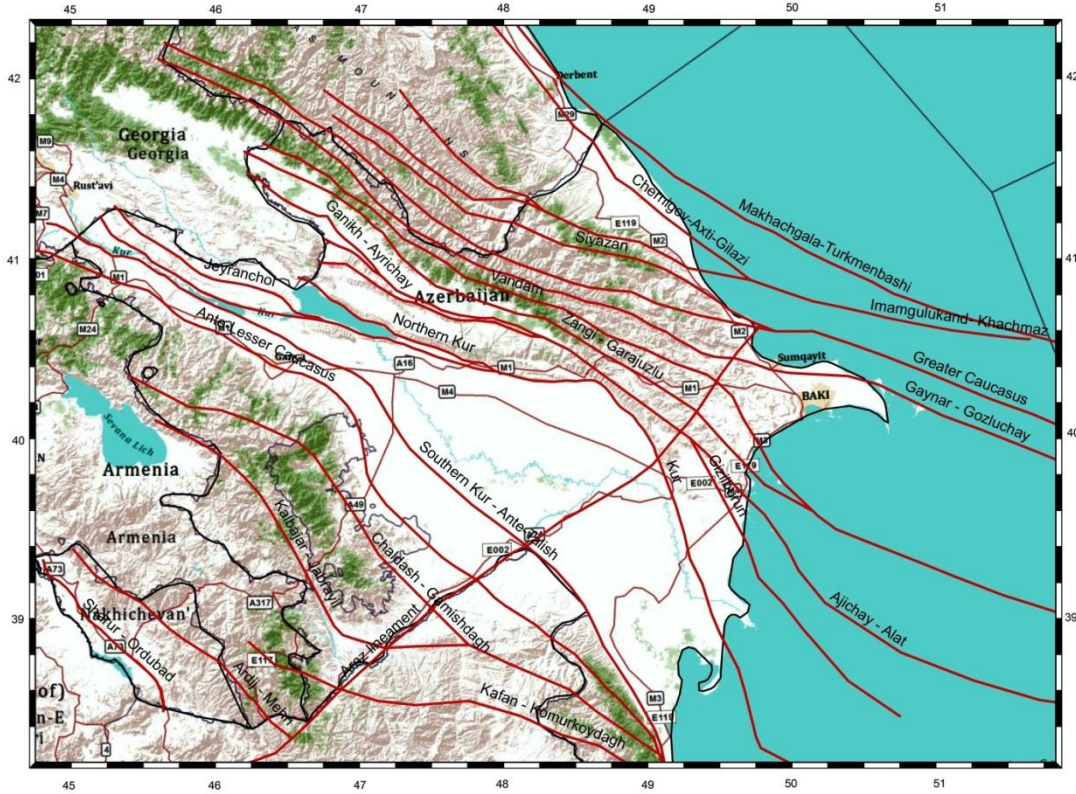
Moho'nun izobath eğrileri batı ve doğu bölgelerinde (Shengelaya, 1978) arasında sol yanal bir deplasman olduğunu göstermektedir. Sarker ve Abers (1998) tektonik iller arasında büyük ölçekli sınırlar olduğunu, Kafkasya'da görülenler gibi bunun keskin sınırlarda sismik soğurulma (attenuation) değişimlerine yol açacağını ve Büyük Kafkaslar topoğrafyasındaki önemli kesimin kabuksal kalınlaşmadan çok azalan yoğunluk ile desteklenmekte olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bölgenin tektoniği esas olarak Arabistan plakasının Avrasya plakasına karşı yaklaşık $\sim 25-30$ mm/yr NUVEL-1 yakınsayarak Kuzey İran üzerinden kuzey güney yönde sıkıştırması ile karakterize edilir (DeMets ve diğ., 1990, 1994). En son GPS ölçümlerine göre Kuzey Arabistan platformunun Avrasya plakasına göre oranı $N25 \pm 5^\circ W$ doğrultusunda 18 ± 2 mm/yr ve Kafkasya da kısalma oranı, ± 2 mm/ yıl olarak verilmiştir (McClusky ve diğ., 2000, 2003). Bu kısalma oranı yüksek olduğundan sadece depremler ile izah edilemez dolayısıyla bölgedeki asismik deformasyonun en önemli göstergesidir (Jackson ve McKenzie, 1988; Philip ve diğ., 1989; Jackson ve Ambraseys, 1997; Reilinger ve diğ., 1997; McClusky ve diğ., 2000). Büyük ve Küçük Kafkaslar arasında kurulan GPS istasyonları üzerinde yapılan ölçümlerde kayma hızları kuzeydoğu yönlü ve 5 ile 6 (\pm) mm/yr civarında tespit edilmiştir ve kısalmanın %60 oranında Büyük Kafkaslar içinde gerçekleştiğini göstermektedir (McClusky ve diğ., 2000, 2003). Arabistan ve Avrasya plakaların çarpışması sırasıyla, Anadolu ve İran plakası ve Bitlis-Zagros dağları bindirme zonlarından güneye doğru, Büyük ve Küçük Kafkaslar 'da büyük bir itme ile yanal bir kaçış yaşamaktadır. Küçük Kafkaslar ve Bitlis masifi arasındaki bölge volkanik platolarla yükselir, deformasyon ise dağınık doğrultu atımlı faylar ile karakterize edilir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Şengör ve diğ., 1985; Dewey ve diğ.; 1986; Taymaz ve diğ., 1991b). Arap plakasının hareketi Bitlis Bindirme Zonu'nun kuzeyine doğru transfer olmaktadır, Doğu Anadolu ise dağıtılan deformasyon ile karakterize edilmektedir. Türkiye'nin merkezi ise batı yönlü yer değiştirmeleri ve saat yönünün tersi dönme gösteren tutarlı plaka hareketleri ile karakterize edilir. Diğer bir ifadeyle Kuzey Anadolu Fayı, Doğu Anadolu Fayı, Kuzeydoğu Anadolu Fayı ve Küçük ve Büyük Kafkaslar Avrasya ve Arabistan plakaları arasındaki gözlenen hareket için uyumludur.

Deprem episantırları dağılımı aktif deprem bölgelerini göstermektedir (Şekil 2.20). Her ne kadar Küçük Kafkaslar, Doğu Büyük Kafkaslar, Kuzeydoğu Anadolu Fayı depremler açısından çok fazla aktif olsa da Büyük Kafkasların batısı birkaç deprem üretmiştir. Bu yüzden sadece Kuzeydoğu Anadolu Fayı Kafkasların doğusuna giden kuzey yönlü Arap plakasının oluşturmuş olduğu önemli bir parçadır (Jackson, 1992). Diğer yandan yapılan sismisite çalışmalarında yakınsayan levhalarda deformasyonun çok az bir yüzdesinin depremler yüzünden olduğu sonucu ortaya çıkmıştır (Taymaz ve diğ., 1991b). $M > 7$ den büyük tarihsel depremler az sıklıkta rastlanmasına rağmen Ambraseys (1970, 1971, 1975, 1988, 1989) ve Adams (1989) bölgede $M < 7$ den küçük ama yıkıcı birçok tarihsel deprem tayin etmişlerdir. Ambraseys ve Jackson (1998) sonuç olarak kosismik kayma gösteren ve bugün suskun görünen birçok bölgenin tarihsel zamanlarda aktif olduğunu ve bazen birden fazla aktivite gösterdiğini önermektedir.

Ermenistan Güneydoğu Türkiye ve Kuzeybatı İran aktif fay zonlarının hâkim olduğu ve bir dizi doğal afetlere uğrayan yerlerdendir. Özellikle Ermenistan'ın kuzeyi Pambak-Sevan-Sunik Fay zonu boyunca depremler, birçok doğal ve insan yapımı heyelan, volkanik patlamalar, zehirli atıklar, korkunç yıkım ve can kaybına yol açabilecek felaketleri barındırmaktadır. Örneğin, Ağrı Dağı'nda Ermenistan, Türkiye, İran ve Azerbaycan'ın kesiştiği kavşakta geniş aktif faylarla sınırlı çek-ayır havzasında 1840 yılında Ağrı Volkanik Dağı'nın patlaması, heyelanlar, seller, toprağın çökmesi ve sıvılaşma eşliğinde bir deprem meydana geldi (Karakhanian ve diğ., 2004). Depreme ilişkin ikincil afetler deprem etkisi ile ilgili olarak da hasar, can ve mal kaybını daha çok arttırmaktadır.

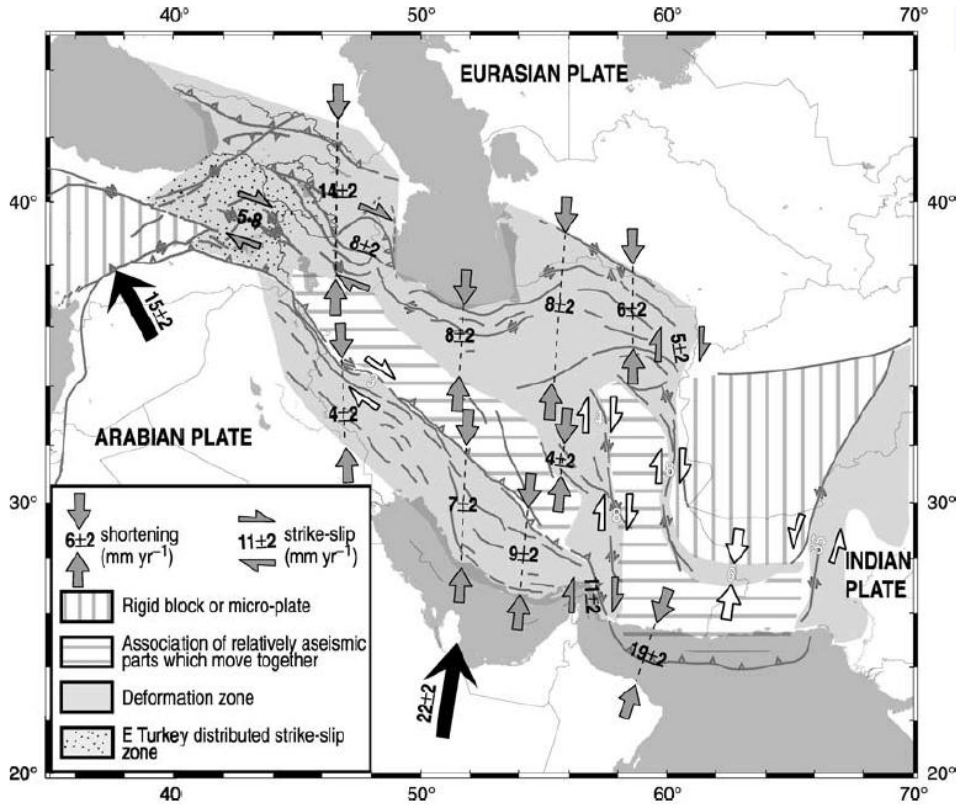
Kuzey Tebriz-Gailatu fay sistemi sınır bölgelerindeki KB İran, Doğu Türkiye, Azerbaycan ve Güney Ermenistan için büyük bir sismik tehlike oluşturmaktadır. Kuzey Tebriz fayı boyunca sağ yanal doğrultu atımlı hareketler çok güçlü depremlerin oluşmasına neden olmakta ve yaklaşık nüfusu 1.2 milyon olan Tebriz şehrini tehdit etmektedir (Karakhanian ve diğ., 2004).

Bu örnekler özellikle bu ülkelerin kesiştiği kavşakların sismik tehlike açısından ne kadar önemli olduğunu ve incelenmesi gerekliliğini ortaya koymuştur.



Şekil 2.27. EMME Projesi kapsamında Azerbaycan için oluşturulan aktif faylar haritası

Ermenistan, Güneydoğu Türkiye ve Kuzeybatı İran; Arabistan litosferik çarpışma zonunun merkezinde bir bölgedir ve yoğun sismik aktivite, faylanma, güçlü depremler ve aktif volkanizma gibi sebeplerle kuzey-güney yönünde kısılma doğu-batı yönünde de bir açılma göstermektedir (Dewey ve diğ., 1986; Taymaz ve diğ., 1991). Arabistan ve Avrasya plakaları arasındaki kıtasal çarpışma sonucu Anadolu bloğu batıya doğru kaçmakta ve İran bloğu doğu yönlü itilmektedir. Arabistan-Avrasya plakalarının yakınsama oranı 28-37 mm/yr (NUVEL-1A, DeMets ve diğ., 1990), ancak ortalama kısılmanın sebebi %80-90 asismik deformasyondan kaynaklanır (Chase, 1978; Minster ve Jordan, 1978; Shoja-Taheri ve Niazi, 1981; Jackson ve McKenzie, 1988; DeMets ve diğ., 1990). Son GPS verileri sınırlarda kabuktaki kısılmayı 10 ± 2 mm/yr olarak vermişlerdir (Reilinger ve Barka, 1997).

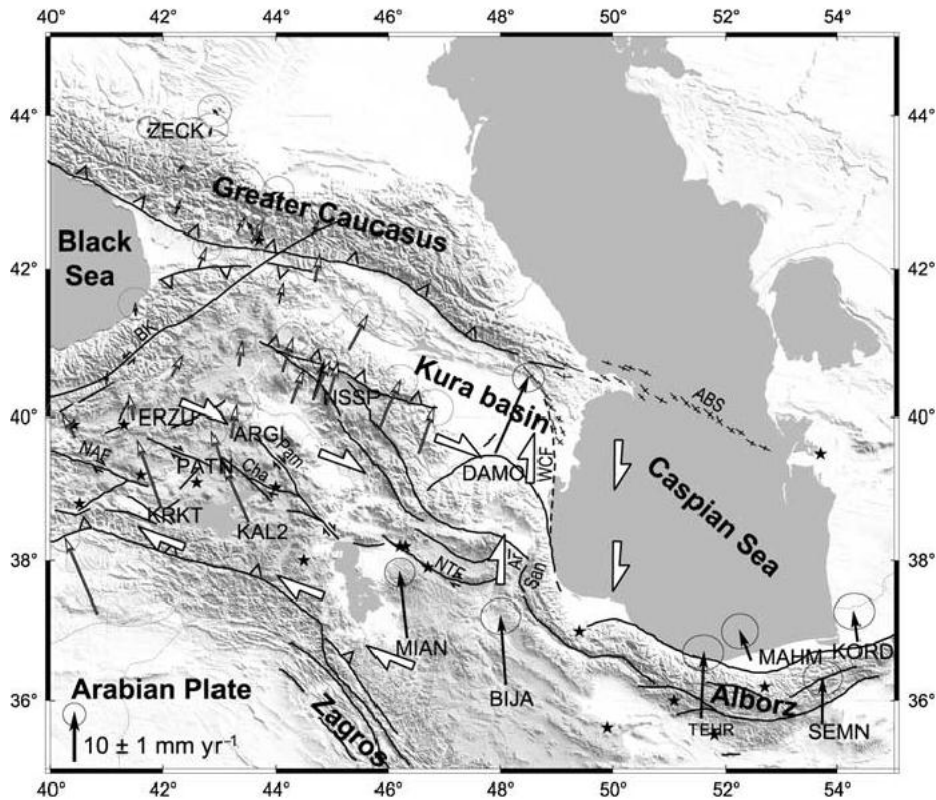


Şekil 2.28. Çalışılan bölgede ölçülen GPS verilerini gösteren harita (Vernant ve diğ., 2004). Siyah oklar Arabistan Plakasının Avrasya Plakasına göre gerçek hareketini göstermektedir. Gri oklar GPS verilerine göre deformasyon oranını göstermektedir. Doğu Türkiye için veriler Mc. Clusky (2000) 'den alınmıştır. Beyaz oklar Chaman Fayı ve ilişkili olduğu deformasyon verilerini göstermektedir (Sella ve diğ., 2002). Tüm veriler mm yr^{-1} cinsinden verilmiştir

Çalışılan bölgede tektonik deformasyonu GPS ölçümleriyle çok iyi bir şekilde analiz eden diğer çalışmalar sırasıyla; DeMets ve diğerleri (1994, 1999); Sella ve diğerleri (2002); Kremer ve diğerleri (2003) ; Vernant ve diğerleri (2004) örnek olarak verilebilir.

Arabistan-Avrasya yaklaşması sonucu deformasyon ilk başta İran'ın güneyinde Zagros Bindirme Kuşağı Boyunca meydana gelmiştir (Jackson ve McKenzie, 1984) ve deformasyonun bir kısmının kuzeyde Elbruzlar, Talesh ve Kafkaslar dağlarına transfer olmaktadır. Elbruz ve Talesh dağları Güney Hazar bloğunu kuzeyden ve güneyden çevrelemektedir. Sella ve diğerleri (2002) Arabistan plakasının Avrasya'ya göre yakınsamasının ve gravitasyonel cisim kuvvetlerinin Zagros ve Kafkaslar'daki kalınlaşma ile karşılandığını öne sürmüşlerdir. İran plakalar arasındaki kinematiği ve

dinamiği anlayabilmemiz açısından ideal bir doğal laboratuvardır (Vernant, 2004). Ülkenin batı kısmında deformasyon birkaç kıvrım boyunca ve bindirme kemeri boyunca uzanır. Zagros'un merkezi kuzey-güney yönünde 7 ± 2 mm yr^{-1} kısalmayla karşılaşılır. Kısalma oranı Zagros'un batısında azalır. Bunun sebebi "Main Recent Fay" (MRF) zonu boyunca faylanmalardır. Merkez İran Bloğu'nun kuzeyi Elbruz sıradağları kuzey-güney 8 ± 2 mm yr^{-1} sıkıştırmasıyla oluşur. Güney Hazar kıyısı boyunca Avrasya'ya göre kabaca kuzey yönlü hareket 6.5 ± 2 mm yr^{-1} civarındadır (Şekil 2.17). İran'ın kuzeybatısında sağ yanal hareket Kuzey Tebriz Fay sistemi olarak lokalize edilmiştir ki; bu İran'ın batı kısmında deformasyon birkaç dağ kemeri boyunca Merkez İran bloğu boyunca dağılır. Doğu Türkiye Arabistan-Avrasya yaklaşmasının bir kısmı Jackson (1992)'a göre Kafkaslar'da yakınsama Kuzeydoğu Türkiye'de ise doğrultu atımlı fay zonları olarak karşılaşılır (McClusky ve diğ., 2000).



Şekil 2.29. Kafkaslar, Doğu Türkiye, Kuzeybatı İran için GPS vektörleri (Vernant ve diğ., 2004). ABS: Apsheron Balkan Sills, Ar: Ardebil Fayı, BK: Borzhomi-Kazbeg Fayı, Cha: Çaldıran Fayı, NAF: Kuzey Anadolu Fayı, NTF: Kuzey Tebriz Fayı, Pam: Pambak-Sevan Fayı, San: Sangavar Fayı, WCF: Batı Hazar Fayı, Tarihsel depremler ($M > 7$) siyah yıldızlarla gösterilmiştir

Güney Hazar Baseni Avrasya ve Arabistan kıtasal çarpışma zonunda yer alan asismik bir bloktur (Şekil 2.18). Bu olağandışı blokta sırasıyla alt kabuk (15-18) km ve üst kısmında (15-20 km) sedimanter bir istif bulunmaktadır (Mangino ve Priestley 1998; Brune ve diğ., 2003). Bu okyanusal tabanın kalıntısı için birçok görüş ileri sürülmüştür. Bilim Adamları Geç Mesozoyik'ten bir parça yada Tersiyer'in erken zamanlarından kalan bir basen olarak (Berberian, 1981, 1983; Zonenshain ve Le Pichon, 1986; Philip, 1986), Tethis okyanusunun bir kalıntısı (Dercourt ve diğ., 1986; Nadirov ve diğ., 1997) yada çek-ayır bir basen olduğunu öne sürmüşlerdir. Deformasyon üst kabuk sıradağların çevresi boyunca yoğunlaşmıştır (Axen ve diğ., 2001; Jackson ve diğ., 2002). Güney Hazar Baseni'nin doğusunda Kopet Dağ sırasında ancak 1 GPS istasyonu KHAS (Şekil 2.29) olduğundan Kopet Dağ üzerinde kısalma kabaca 6.5 ± 2 mm yr⁻¹ (Şekil 2.28) olarak hesaplanmıştır. Diğer taraftan SHR istasyon verilerine göre dağın kemerinde deformasyonun dağıldığını görmekteyiz. Turan kalkanı etrafında GPS istasyonlarının azlığından dolayı Aşkabad Fayı üzerinde uzun dönem hareketleri tahmin edilememiştir (Vernant ve diğ., 2004).

Kuzey Anadolu Fayı, Doğu Anadolu, Levant, Zagros, Alborz ve kanatlardaki diğer aktif faylar Arabistan çarpışma bölgesindeki blokları tanımlamaktadır. Bu faylar 700 km'den 1700 km ye kadar uzanır yatay kayma oranları 7-30 mm/yr olarak karakterize edilir (Ambraseys ve Jackson, 1998). Çok sayıdaki büyük depremler ($M=7,5-7,7$) yüzlerce yıllık tekrarlanma aralıkları ile bu faylar ile ilişkili bulunmuştur (Jackson ve McKenzie, 1988; Ambraseys ve Melville, 1982; Ambraseys ve Jackson, 1998; Reilinger ve Barka, 1997).

Ermenistan, Doğu Türkiye ve Kuzeybatı İran kıtasal çarpışma zonunun merkezidir. Bu bölgedeki jeodinamik ve sismik aktivite karmaşıktır ve hala tam olarak anlaşılmamıştır. Hala aktif büyük doğrultu atımlı ve ters faylanmalarda beklenen maksimum magnitüd ve tekrarlanma aralıkları tam olarak tahmin edilememektedir. Fayların uzunlukları 350-500 km aşmazken ve kayma oranları 4 mm/yr 'dan 0.5 mm/yr'a değişmesine rağmen, $M=7.2-7.5$ büyüklüğündeki depremler bu faylarla ilişkilidir (Nikonov ve Nikonova, 1986; Trifonov ve diğ., 1994; Philip ve diğ., 2001; Berberian, 1994, 1997; Guidoboni ve Traina, 1995, 1996; Shebalin ve diğ., 1997; Karakhanian ve diğ., 1997a, b, 2002).

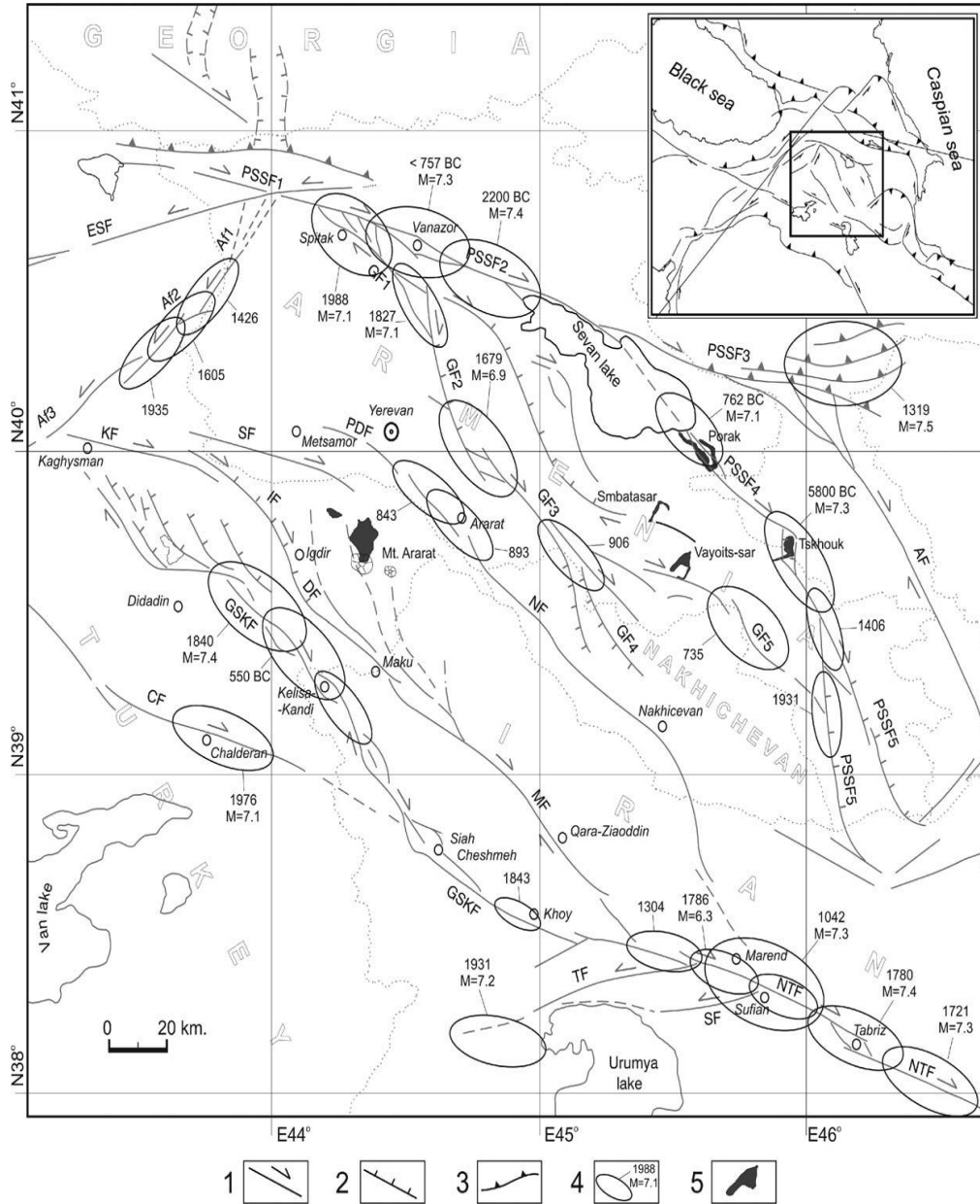
Paleosismik çalışmalar sonucu Philip ve diğerleri tarafından (2001) Ermenistan fayları boyunca GPS verilerine istinaden uzun tekrarlanma aralıkları öne sürülmüştür ($2.24 \pm 2 \text{ mm yr}^{-1}$ - 3000-4000 yıl). Tekrarlanma sıklığı Kuzey Tebriz Fayı'nda daha kısa olarak belirlenmiştir (~250 yıl, Berberian ve Yeats, 1999).

Kuzey Ermenistan, Doğu Türkiye ve Kuzeybatı İran'da faylar yapısal olarak kuzey yönlü bükülme şeklinde ark bir yapı gösterir. Yay içinde deformasyon doğu-batı yönünde ters ve bindirme, oblik doğrultu atımlı fayların yanısıra kuzey-güney yönlü normal faylarla karakterize edilir.

Ark'ın dış kısmı 2 aktif fay ile tanımlanır: Zheltorechensk-Sarighamish Fayı (ESF) ve Pambak-Sevan-Sunik fayı (PSSF). Zheltorechensk Sarıkamış fayı sol-yanal doğrultu atımlı bir yapıdır ve PSSF ise sağ yanal doğrultu atımlı faydır. Arkın iç kısmı sol yanal doğrultu atımlı Akhourian fault (AF), ve sağ yanal doğrultu atımlı Garni fault (GF) ile temsil edilmektedir. İçteki fay çifti yayın dışında kuzeybatı kısmının sonunda yayın dış kısmına bağlanır. Yayın güney kısmı Ararat Vadisi'nin sınırında aktif faylarla temsil edilir ve Sardarapat fayı (SF), Nahçıvan fayı (NF), Doğubeyazıt fayı (DF), Maku (MF), Gailatu Siah Cheshmeh, Khoy fayı (GSKF) (Karakhanian ve diğ., 2004).

Bu fayların belli başlı karakteristik yapıları birçok yayında açıklanmıştır. (Trifonov ve diğ, 1990; Philip ve diğ, 1989; Rebai ve diğ, 1993; Trifonov ve diğ, 1994; Berberian, 1981, 1994, 1997; Karakhanian, 1993; Karakhanian ve diğ, 1997b; Philip ve diğ, 2001). Bununla birlikte bu fayların birçoğunun geometrisi kinematığı, kayma oranları tam olarak belirgin değildir dolayısıyla da sismik tehlike analizleri de tam olarak kesin değildir. Özellikle İran Türkiye Ermenistan ve Azerbaycan'ın olduğu kavşakta durum böyledir. Bölgedeki son yıkıcı depremler; (M = 7.1) Çaldıran, 1983 (M = 6.8) Narman, 1988 (M = 7.0) Spitak ve 1990 (M = 7.3) Roudbar- Manjil depremleridir. 20.yy'da volkanik faaliyetler Güneydoğu Türkiye'de Nemrut ve Tendürek volkanları, Kuzey-batı İran'da Sabalan yanardağlarıyla sınırlıdır. Bölgesel deformasyon oranları düşünüldüğünde 20.yy'da kayıt edilen sismik ve volkanik aktivite güvenilir bir sismik tehlike çalışması için yeterli değildir. Ayrıca tarihsel ve

paleosismik bilgiler bundan önceki yüzyıllarda büyük depremlerin varlığına ışık tutmuştur (Stepanyan, 1964; Ambraseys ve Melville, 1982; Berberian, 1994, 1997; Guidoboni ve Traina, 1995, 1996; Shebalin ve diğ., 1997., Philip ve diğ., 2001). Bu depremlerin birçoğuna da volkanik patlamalar, büyük heyelanlar, nehir göçleri ve diğer doğal olaylar eşlik etmiştir (Ambraseys ve Melville, 1982; Karakhanian ve diğ., 1997a, b, 2002; Philip ve Karakhanian, 1999). Sismik tehlike çalışmalarında depremin toprak kayması, deprem sarsıntısı, zemin çökme ve sıvılaşma gibi ikincil etkileri değerlendirilmesi gereken en önemli konularıdır. Çünkü deprem kaynaklı bir heyelan büyük yıkım ve can kayıplarının nedeni olabilir. Örneğin; 1920 (M= 8.5) Gansu (China), 1948 (M= 6.9) Khait (Pamirs) 1970 (M= 7.7) Peru'da (Huascaran) depremlerinde olduğu gibi (Keefer, 1994; Jibson ve diğ., 1994; Jibson, 1996; Yeats ve diğ., 1997). Büyük heyelanlar, volkanik patlamalar ve depremin diğer ikincil etkileri deprem sırasında çok büyük zarar ve kayıplara yol açabildiğinden tahmin edilen sismik tehlike seviyesini aşabilir.



Şekil 2.30. Ermenistan, Doğu Türkiye ve Kuzeybatı İran sınırlarındaki fay zonları (Karakhanian ve diğ., 2004) 1-Doğru atımlı kaymalar. 2-Normal faylanmalar. 3-Bindirmeler. 4-Büyük deprem episantırları. 5-Holosen jeolojik zamanında meydana gelen volkanik patlamaların tetiklediği depremler. Bölgedeki faylar ve kısaltmaları; Pambak Sevan Sunik Fay (PSSF), Kağızman Fayı (KF), Sardarapat Fayı (SF), ParackarDvin (PDF) ve Nahcivan (NF), Maku Fayı (MF), İğdır Fayı'dır (IF), Gailatu-Siah Cheshmeh-Khoy Fayı (GSKF) faylarıdır.

Yukarıdaki şekilde görüldüğü üzere Pambak Sevan Sunik Fay'ı 5 büyük fay segmenti olarak incelenmiştir. Bunlar; 90 km uzunluğundaki Arpi-Vanadzor segmenti (PSSF1), 115 km uzunluğunda Vanadzor –Artanish segmenti (PSSF2), 120

km uzunluğundaki Artanish-Mrav segmenti (PSSF3), 110 km uzunluğundaki Artanish-Tskhouk segmenti (PSSF4), 120 km uzunluğundaki Tskhouk-Zanghezour segmentidir (PSSF5) (Şekil 2.30).

Pambak-Sevan Sunik Fay'ı toplam 490 km uzunluğunda Arpi Gölü'nün güneydoğusundan Araks vadisine uzanır. Fayın ayrı ayrı tüm segmentleri 1989-1990, 1993-1994 ve 1997-2001 yıllarında çalışılmıştır (Trifonov ve diğ., 1990, 1994; Philip ve diğ., 1992, 2001; Karakhanian ve diğ., 1997a, b, 2002). Bu fay zonu boyunca sağ yanal doğrultu atımlı faylanmalar gözlenmiştir. Bu faylanmalar genellikle düşey ve ters bileşenli hareketlerle ilişkili olmuştur. (Trifonov ve diğ., 1994; Philip ve diğ., 2001; Karakhanian ve diğ., 1997b). Bu fay zonu çok güçlü tarihsel depremlerle karakterize edilir. Bunlardan en önemlileri 915 (M~6.0), 1407 (M~7.0), 1187 ve 1853 yıllarında (M~6.0) meydana gelmiştir (Karakhanian, 1993; Shebalin ve diğ., 1997). En büyük tarihsel deprem Artanish-Mrav segmenti (PSSF3) üzerinde 1139 yılında gerçekleşen (M~7.5-7.7) depremdir. Bu deprem çok büyük heyelan ve toprak kaymalarına yol açmış, çok büyük yıkım ve kayıplar olmuştur (Nikonov ve Nikonova, 1986). 20. yy' da ise en büyük felaket 1931 yılında Tshouk-Zanghezour segmentinde (PSSF5) gerçekleşen (M=6.5) deprem olmuştur.

Diğer önemli fay sistemlerinden Sardarapat ve Nahcivan Fay sistemleri eşelon segmentlere sahiptir. Bunlar Kağızman Fayı (KF), Sardarapat Fayı (SF), ParackarDvin (PDF) ve Nahcivan (NF) faylarıdır (Şekil 2.30). 70-75 km uzunluğundaki Sardarapat segmenti en aktif segmentlerdendir. Ağrı çöküntüsünün yüzeyinde 40-70 m üstündedir. Ağrı çöküntüsü Ermenistan, Türkiye, İran ve Azerbaycan sınırında kavşakta yer almaktadır. Yılmaz ve diğ., (1998)' lerine göre Ağrı çöküntüsü sol yanal bir çek ayır havzasıdır. İki eşelon sol yanal doğrultu atımlı sistem boyunca uzanmaktadır. Ağrı çöküntüsünün yapısını analiz etmek ve deprem tehlike çalışmaları için 1993 te Türkiye'de, 1996'da İran'da, 1997-2000 yıllarında ise Ermenistan'da arazi çalışmaları yapılmıştır. Ağrı Havzası büyük bir çek ayır havzası yapısında olup kuzeybatı yönlü uzamıştır. Genişliği 235 km olup kuzeydoğu kanadında Ağrı çek ayır havzası ile temsil edilir ve Sardarapat - Nahcivan aktif fayları buna eşlik etmektedir. Güneybatı kanadını ise Doğubayazıt ve Maku aktif Fayları oluşturmaktadır. Bu faylar ayrı ayrı Berberian (1976, 1981, 1997) ve Barka

ve Kadinsky-Cade (1988) tarafından tanımlanmıştır. Balık Gölü Fayı ise Maku ve Doğubayazıt fayının 10-20 km güneydoğusunda yer almaktadır (Berberian, 1976, 1997; Karakhanian ve diğ., 1996). Uydu görüntüleri Maku Fayı'nın (MF) Ağrı çöküntü havzasının güneybatı kanadından geçtiğini gösterir (Şekil 2.30). Maku ve Doğubayazıt sağ yanal doğrultu atımlı faylarının kuzeybatısında atkuyruğu fay yapısı şeklinde oluşan bir sistem vardır (Karakhanian ve diğ., 2002). Bu saçılımlar sağ yanal doğrultu atımlı faylara ek olarak normal bileşenli faylardır. En büyük ve en tipik olanı Iğdır çöküntüsünün yanındaki Iğdır Fayı'dır (IF) (Şekil 2.30). Tchalenko (1977), Arpat ve Iz (1977), Barka ve Kadinsky-Cade (1988) ayrı ayrı Balıkgölü ve Chesmeh – Khoy fay sistemlerini incelemişlerdir. Berberian (1997) ve Karakhanian ve diğ., 1996 bu fayları tek bir sistem olarak tanımlamışlardır. Fay segmentleri kuzey-kuzeybatı yönünde eğilimli olarak ve basamaklı bir yapıda uzanmaktadır) (Şekil 2.30). Balık Gölü'nün yanında kuzeybatısı ucunda normal bileşenli birçok faylanma ile fay atkuyruğu şeklindeki faylanma gösterir. Balık Gölü'nün güneydoğusunda GSKF sistem Doğu Beyazıt fayını 10-20 km geçmektedir. Havza tipi dört çek-ayır sistemi vardır. Siah-Cheshmeh Isagülek köyünün yakınında Çaldıran fayı GSKF sistemine katılır (Berberian, 1997). Güneydoğuda ise GSKF fay zonu Khoy şehrinden geçer ve büyük geniş çöküntülerle Kuzey Mishu fayıyla birleşir.

BÖLÜM 3. ÇALIŞMA YÖNTEMİ VE METHOD

3.1. Giriş

Bu çalışmada ilk olarak deprem tehlike analiz çalışmalarının en önemli basamağı olan sismik kaynak zonları tanımlanmıştır. Sismik kaynak zonları tanımlanırken, bölgenin jeolojisi, aktif tektoniği, paleosismik verileri, tarihsel ve aletsel dönem deprenselliği ve GPS çalışmaları gibi jeodezik çalışmaların sonuç bilgileri gerekmektedir. Yapılacakları sınıflandırmak gerekirse;

1. Bölgesel Aktif Fayların Tanımlanması: Aktif tektonik ile ilgili haritaların bilgisayar ortamında ve soft ortamda her tür formatının (pdf vs.) bir araya getirilmesi.

Fayların GIS formatında oluşturulması (ARCGIS - shape file format).

Fayların koordinatlarının dijitize edilmesi.

a) "FAY KESMESİ " veri seti oluşturulması: $M_w \geq 5.5$ olacak şekilde deprem üretebilecek aktif fayların bir araya getirilerek, fayların geometrileri ve kayma oranları hakkındaki bilgileri her çeşit referansları bir araya getirilerek dinamik değiştirilebilir, yenilenebilir bir data setinin oluşturulması

2. Gerilme ve Kayma Hızları Modeli: Dijital haritalar ve dataların derlenmesi. Jeolojik, sismik ve jeodezik metodlarla elde edilen kayma hızı değerlerinin birbiriyle karşılaştırılarak sağlıklı bir gerilme ve kayma hızı veri tabanı oluşturulması.

3. Sismik Kaynak Zonlarının Tanımlanması: Bölgenin jeolojisi, aktif tektoniği, sismisite kayıtlarının derlenmesi (paleo+tarihsel+aletsel), GPS gözlemlerinden elde edilen jeodetik dataların incelenmesi sonucu oluşturulan bölümdür.

4. Deprem Aktivitesinin Analizi: Deprem aktivitesinin belirlenmesi, geçmiş depremlerin episantr haritalarının hazırlanması, deprem istatistiklerinin yapılması, b değeri hesaplanması.

Bölgesel probabilistik deprem tehlikesinin belirlenmesinde en önemli işlerden biri deprem kaynak bölgelendirmesidir.

Bu hususta, makro-sismik verilere dayalı sismo-tektonik haritalar, paleo-sismik verilerin fay hatları ile depremler arasındaki ilişkiyi belirleyen en önemli araçlar kabul edilmesi ve deprem kaynakları tektonik elemanların özellikleri ile deprem oluşumlarının ve kaynak mekanizmalarının homojenliklerine göre ayrılması gerekir (Erdik ve diğ., 2006). Bu kapsamda genel kabuk yapısı; genel tektonik yapı; bölgesel deformasyon şekil ve hızları, GPS ve diğer jeodezik veriler; bölgesel deformasyonu kontrol eden ana fayların özellikleri; bu faylardaki büyük depremlerle ilgili paleo-sismik veriler ve yinelenme periyotları ve neo-tektonik elemanların etkinlik ve yetkinliklerine ilişkin bilgiler kullanılmıştır.

Kaynak bölgeleri sismik özellikleri mümkün olduğunca homojen sahalar şeklinde tanımlanırken;

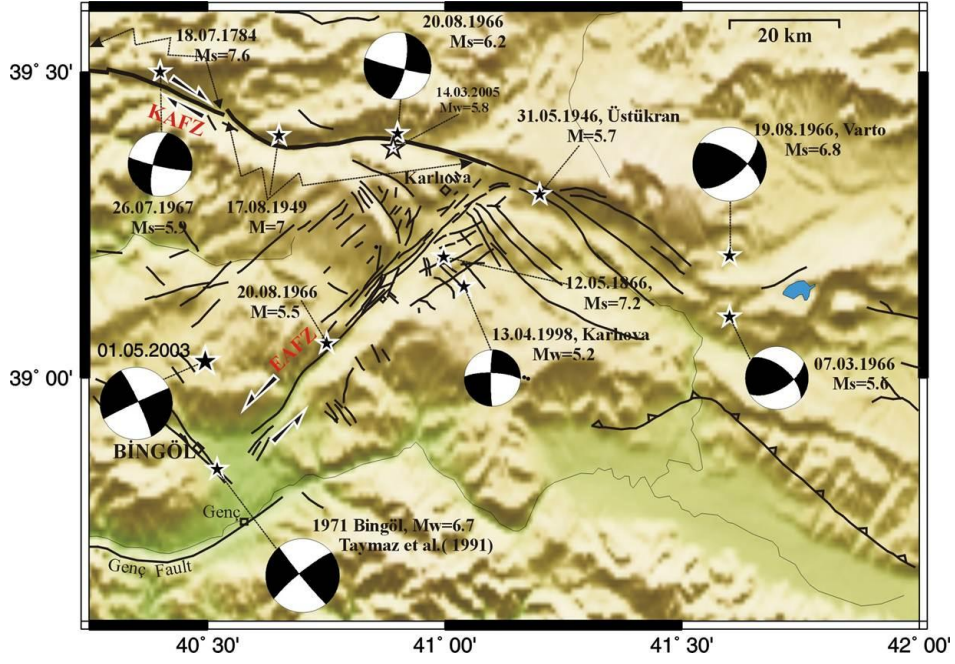
1. Kaynak bölgeleri sismik özellikleri mümkün olduğunca homojen sahalar şeklinde tanımlanması
1. Farklı sismik potansiyele sahip kaynak bölgeleri arasındaki sınır, daha aktif olanına yakın bir şekilde belirlenmesi
2. İstatistiksel olarak yeterli sayıda güvenilir depremlerin bulunduğu bölgelerde, sınırlar, tektonik verilerle desteklenerek, sismik veriler esasına göre belirlenmesi,
3. Yeterli deprem kayıtlarının olmadığı ya da bu kayıtların güvenilirliği konusunda kuşkular bulunması durumunda sınırların belirlenmesinde en belirgin tektonik verilere başvurulması gerekir (Erdik ve diğ., 2006).

Çalışmada belirli bir formatta Aktif faylar – Sismik zonlar veri tabanı seti oluşturularak proje içinde yer alan Kafkas ülkelerinden de aynı formatta aktif faylar veri tabanı setinin hazırlanması istenmiştir. Böylelikle, bölgesel aktif fayların

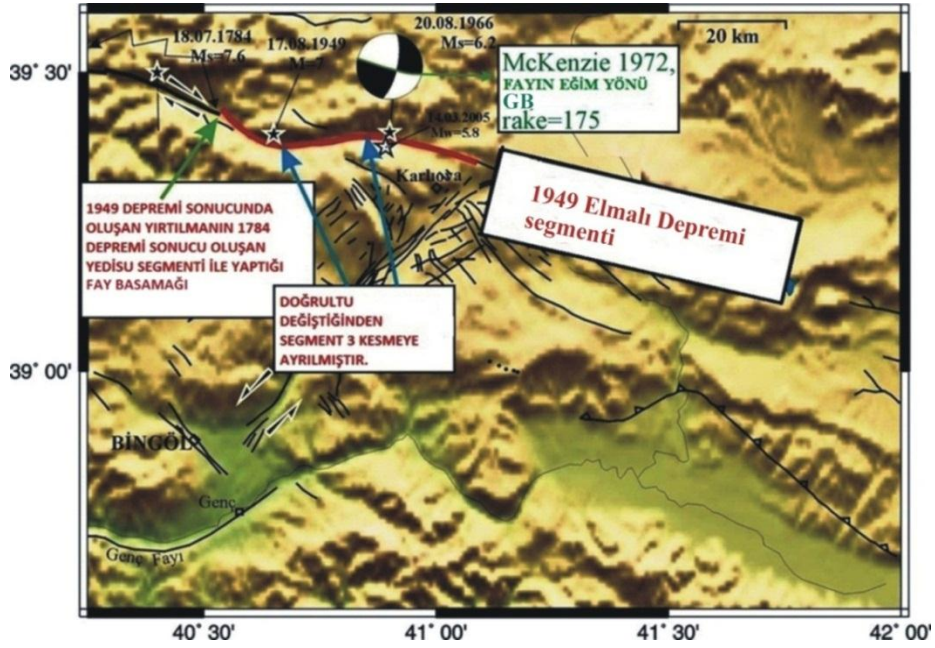
çalışmada geliştirilen standart veri tabanı temelinde derlenmesi ile projenin ilk ve en önemli basamağı tamamlanmış oldu.

Veri tabanında aktif faylar segmentlere, segmentler de “kesme” lere (sections) ayrılmıştır. Fay kesmesi veri tabanı (fault section database) olarak adlandırılan veri tabanı magnitüdü $M_w \geq 5.5$ olan depremleri üretme potansiyeline sahip olduğu bilinen ya da düşünülen fayların geometrileri (doğrultu, eğim, rake açısı, eğim yönü, sismojenik kabuk kalınlığı), türleri ve kayma hızları gibi bilgileri içermektedir. Bu format esnek ve dinamik bir karaktere sahip olması açısından da önemlidir. Böylelikle yenilenebilir ve geliştirilebilir olacaktır. Fay kayma (slip) vektörü fayın karşıt blokları üzerinde önceden bitişik olan noktaların birbirine göre hareketinin miktarını ve yönünü gösteren bir vektördür ve fay düzlemi üzerinde ölçülür. Düşey ve yatay bileşenleri olabilir. Yönelimi ya da düşey ve yatay bileşen miktarları rake açısı ile verilebilir. Rake açısı, fay düzlemi üzerinde kayma vektörünün fayın izi yani doğrultusu ile fay düzlemi üzerinde yaptığı açıdır. Fay yüzeyi üzerindeki yiv veya oluklar fay çizikleri veya kertikleri (slickensides) olarak isimlendirilir ve en son kayma olayının rake açısını belirlemekte kullanılabilir.

“Fay kesmesi” fay segmentinden farklıdır. Çünkü segment sözcüğü uçlarında karakteristik deprem kırılmalarının sınırlandığı fay uzunluğu ya da parçası olarak ele alınır. Yerbilimciler fay segmentini tekrarlanan deprem modellerinin kesişiminde kullanırlar. Fay Kesmesi fay hakkında daha temel ve fiziksel anlamı olan bir tanım içerir. Fay segmenti birden fazla fay kesmesi içerebilir. Bir fay segmenti boyunca fay geometrisinde, kayma hızlarında ya da kayma türlerinde (sismik, asismik kayma) gözlenen değişimlere bağlı olarak o fay segmenti gerekli sayıda fay kesmelerine ayrılır.

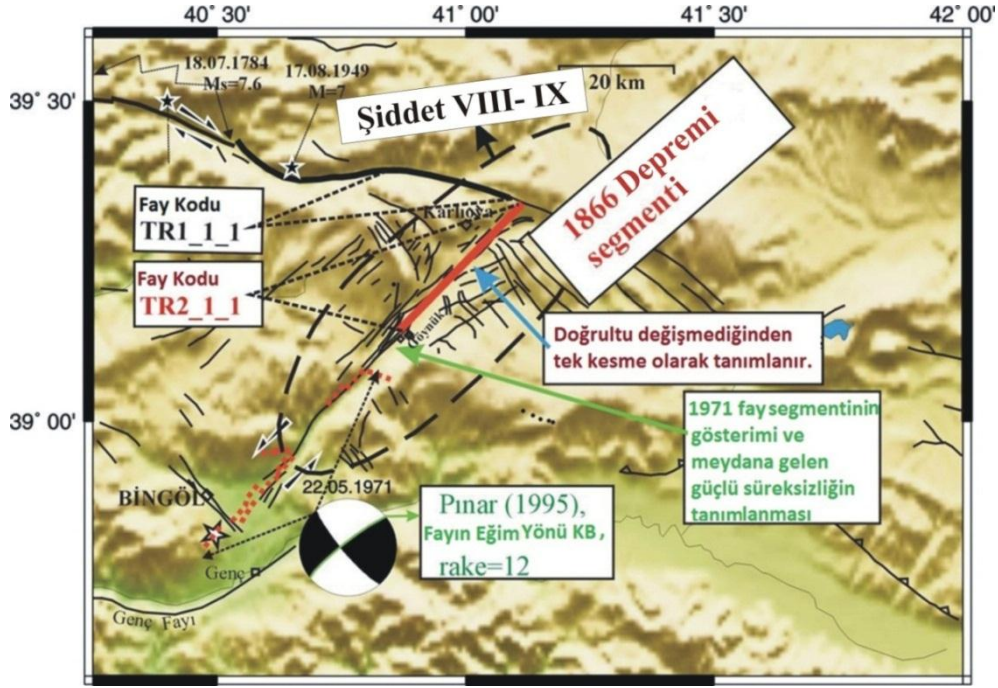


Şekil 3.1. Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu Fayları'nın kesiştiği Karlıova Üçlü Eklemleri ve çevresinde meydana gelen büyük depremlerin odak mekanizma çözümleri



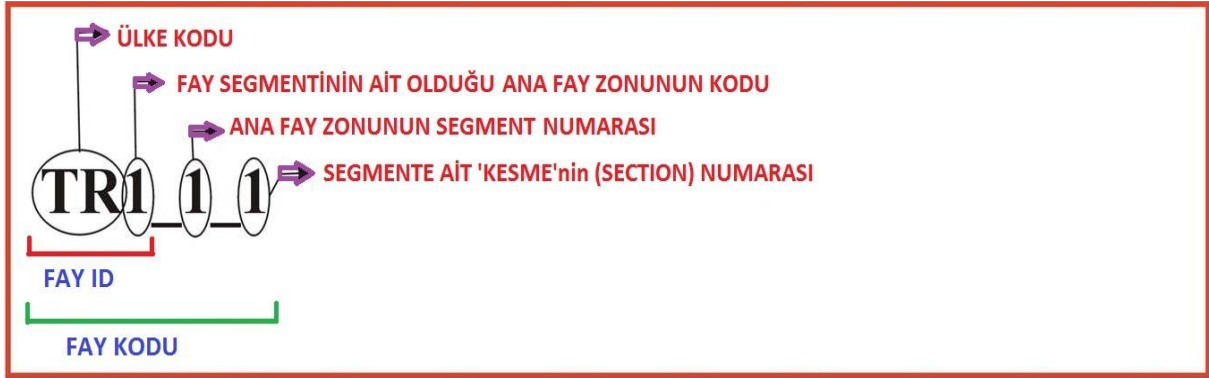
Şekil 3.2. Bölgesel bir fayın nasıl bir segment ya da (section) kesmelere ayrıldığını görsel olarak ifade edilmesi

Karlıova Üçlü Ekleminde gerçekleşen 1949 Elmalı depremi kırılması bir segment olarak ele alınmış ve bu segment boyunca fayın doğrultusu 2 yerde önemli ölçüde değiştiği için segment 3 'kesme 'ye (section) ayrılmıştır.



Şekil 3.3. Bölgesel bir fayın nasıl bir segment ya da (section) kesmelere ayrıldığına görsel olarak ifade eden ve fay kesmelerinin nasıl kodlandığını belirtilmesi

Veri tabanı, her bir fay kesmesi için uç nokta coğrafik koordinatlarını, uzunluğunu, doğrultu, eğim ve rake açılarını, eğim yönünü, kayma hızını ve bileşenlerini, varsa asismik kayma büyüklüğünü, sismojenik zonun alt ve üst derinlik değerlerini ve faylanma türü bilgisini içermektedir. Böylelikle bu yeni veri tabanı 36 kolonluk bir parametre başlığına sahip olmuştur. Her bir parametre bilgisinin dayandığı referans bilgisi numaralarla kodlanmıştır. Ayrıca referans listesi fay veri tabanı setinden farklı olarak ayrı bir veri tabanı hazırlanmıştır. Tüm referansların pdf dosyaları elektronik ortamında saklanarak dijital bir kütüphane hazırlanmıştır.



Şekil 3.4. Fay kodu, fay kesmesi kodları, fay segment-section isimleri, fay tipleri parametreleri ile ilgili kolonların nasıl tanımlanacağına açıklanması

Burada fayın yukarıda da ifade edildiği gibi önce hangi ana fay zonuna ait olduğuna dair kodu, ana fay zonunun kodu ve kaç kesmeye ayrıldığına dair kodları, fayın ismi, segmentin ismi ve tanımlanan kesmenin ismi kodlanmıştır.

Tablo 3.1. Fayın yukarıda da ifade edildiği gibi önce hangi ana fay zonuna ait olduğuna dair kodu, ana fay zonunun kodu ve kaç kesmeye ayrıldığına dair kodları, fayın ismi, segmentin ismi ve tanımlanan kesmenin isminin kodlandırılması

FAULTCODE	FAULTID	SEGMENTID	SECTIONID	FAULTNAME	SEGNAME	SECTNAME
TR1_1_1	TR1	TR1_1	TR1_1_1	NAF	1949_ELMALI_EARTHQUAKE	KARLIOVA
TR1_1_2	TR1	TR1_1	TR1_1_2	NAF	1949_ELMALI_EARTHQUAKE	KAYNARPINAR
TR1_1_3	TR1	TR1_1	TR1_1_3	NAF	1949_ELMALI_EARTHQUAKE	YEDISU_EAST

Veri tabanı uluslararası kullanılabilirliğinin sağlanması için İngilizce olarak hazırlanmıştır. Veri tabanı hazırlanırken örneğin; Kuzey Anadolu Fay Zonu TR1 olarak ifade edilmiş, 1949 depreminde oluşan tek segment 3 kesmeye (Karlıova, Kaynarpinar, Yedisu_East) olarak ayrılmış ve numaralandırılmıştır. Kesme isimleri kesmelerin geçtiği köy ya da kasabaların isimlerine göre isimlendirilmiştir.

Tablo 3.2. Sırasıyla; fayın uzanımı ile ilgili koordinatlar; kesmenin başlangıç ve bitiş noktasının coğrafik koordinatları (enlem-boylam), faylanmanın çeşidi, fayın uzunluğu (km cinsinden), fayın azimutu (derece), fayın eğimi, fayın rake açısı, fayın eğim yönü, fayın yatay ve dikey kayma hızları değerlerinin hazırlanılması

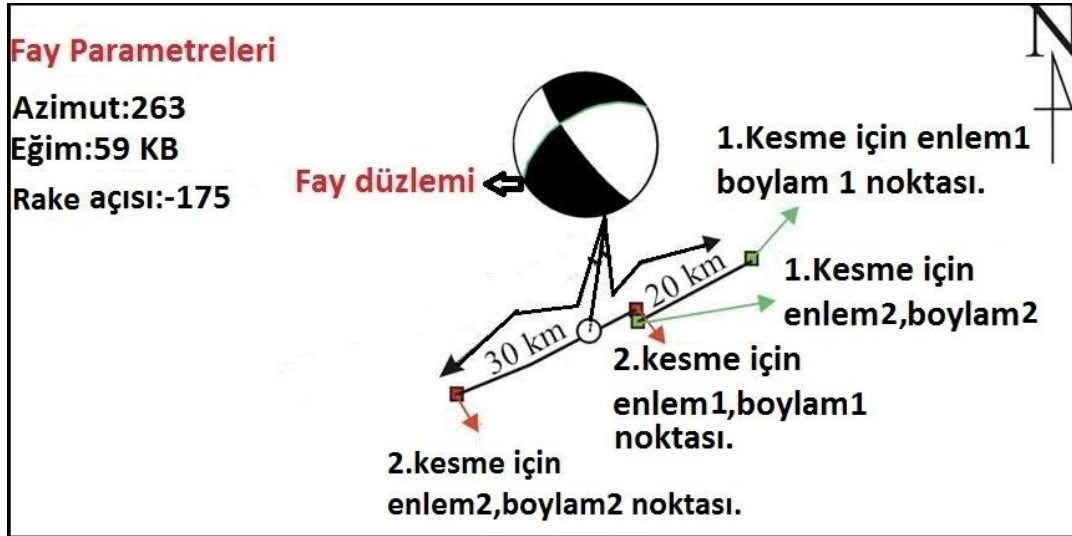
LAT1	LON2	LAT2	FAULTTYPE	LENGTH	STRIKE	DIP	RAKE	DIPDIRECT	HORSLIPRAT	VERSLIPRAT
39,31780	40,87830	39,39247	RL	23,3	111	85	175	201	-25.3	5.8
39,39450	40,67934	39,37540	RL	17,4	83	85	175	173	-25.3	5.8
39,41405	40,70120	39,35339	RL	14,8	117	85	175	207	-25.3	5.8

Sırasıyla; fayın uzanımı ile ilgili koordinatlar; kesmenin başlangıç ve bitiş noktasının coğrafik koordinatları (enlem-boylam), faylanmanın çeşidi, fayın uzunluğu (km cinsinden), fayın azimutu (derece), fayın eğimi, fayın rake açısı, fayın eğim yönü, fayın yatay ve dikey kayma hızları değerleri kolonları başlıkları altında veri tabanı hazırlanmıştır.

Fay tipi belirlenirken fay kesmeleri boyunca fay hareketi olarak tanımlanabilir. Aşağıda belirtilen sembollerle vs. tanımlanmıştır.

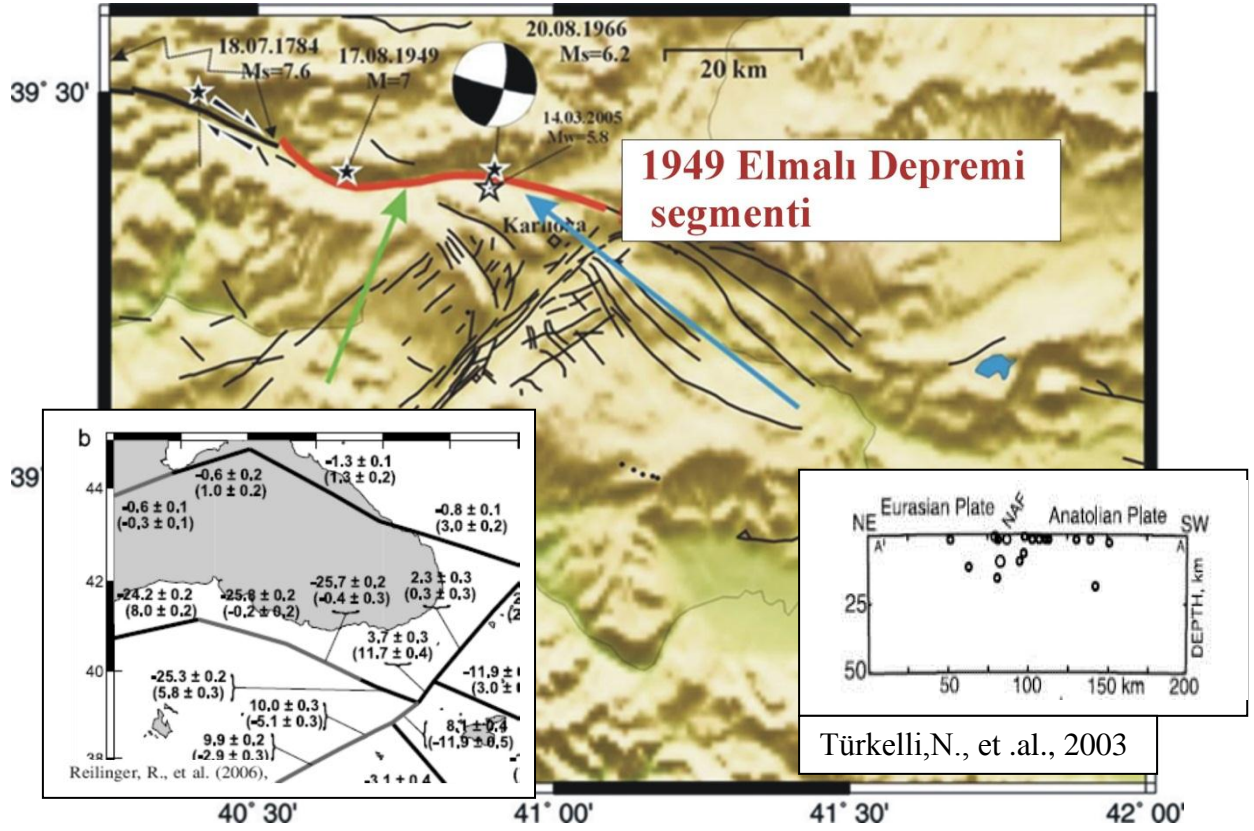
RL	Sağ yanal atımlı faylar
LL	Sol yanal atımlı faylar
N	Normal Faylar
R	Ters / Bindirme Faylar
RLN	Sağ yanal ve az miktarda normal bileşene sahip oblik fay

Şekil 3.5. Fay tiplerini tanımlayan şekil



Şekil 3.6. Odak mekanizma çözümü yapılan herhangi bir depremin fay parametreleri elde edilmesini, bilinen bir deprem yırtılmasının sonucu oluşan segmentin parametrelerinin değişmesiyle meydana gelen kesmeleri ve bu kesmelerin başlangıç ve bitiş noktalarının işaretlenmesini, fay tipinin de nasıl belirlendiğinin gösterilmesi

Yukarıdaki şekilde odak mekanizma çözümü yapılan herhangi bir depremin fay parametreleri elde edilmiş, bilinen bir deprem yırtılmasının sonucu oluşan segmentin parametrelerinin değişmesiyle meydana gelen kesmeleri ve bu kesmelerin başlangıç ve bitiş noktaları işaretlenmiş ve fay tipi de belirlenmiştir.



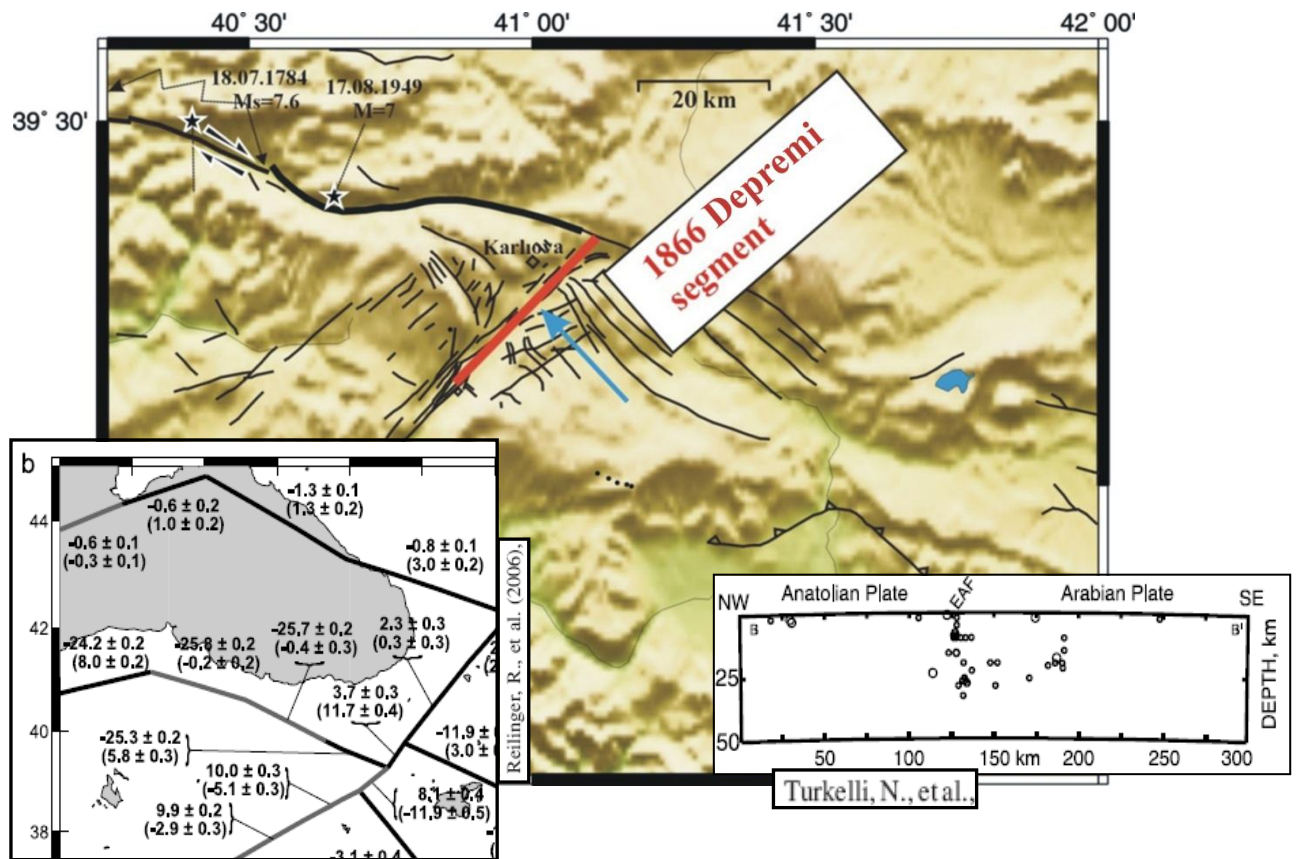
Şekil 3.7. Karlıova Üçlü Ekleminin karşılık gelen yerde 1949 Elmalı depreminde meydana gelen kayma hızları verileri Reilinger ve diğ., 2006 ve Türkelli ve diğ., 2003 tarafından belirlenen verilerle karşılaştırılarak belirlenilmesi. Ayrıca sismojenik zonun alt ve üst derinlik değer aralıkları bu bölge için Türkelli ve diğ., 2003 tarafından yapılmış referans değerine göre hazırlanmıştır. Referansa göre Elmalı segmentinin bulunduğu fay zonunun alt derinliği 0, üst derinliği ise 18 km olarak belirlenmiştir

Kayma hızları ve onların varsa tahmin edilen kayma hızı hata oranları her bir kesme için tanımlanmıştır. Asismik kayma oranları, sismojenik zonun alt ve üst derinlik aralıkları, deprem yırtılmasına göre yatayda ve düşeyde de fayın maksimum atım değerleri bu başlıklar altında rapor edilmiştir.

Tablo 3.3. Kayma hızları ve onların varsa tahmin edilen kayma hızı hata oranları her bir kesme için tanımlanması. Asismik kayma oranları, sismojenik zonun alt ve üst derinlik aralıkları, deprem yırtılmasına göre yatayda ve düşeyde de fayın maksimum atım değerlerinin gösterilmesi

HORSLIPRAT	VERSLIPRAT	HORSLPRERR	VERSLPRERR	ASEISSLPRT	TOPDEPTH	BOTDEPTH	MAXHORDISP	MAXVERDISP
-25.3	5.8	0,20	0,30	0,00	0,00	18,000	-9999,9	-9999,900
-25.3	5.8	0,20	0,30	0,00	0,00	18,000	-9999,9	-9999,900
-25.3	5.8	0,20	0,30	0,00	0,00	18,000	-9999,9	-9999,900

Örneğin; bu segmente ait herhangi bir değer olmadığında değerler -9999,9 olarak girilmiştir. Bunun nedeni bir sonraki aşamada Mmax ve b değerlerini hesaplamada kullanılacak olan programın yazılımına uygun olması açısından bu şekilde doldurulmuştur. Ayrıca parametreler elde edilirken bazılarında doğrultu, rake açısı, eğim ve eğim yönü hesaplanırken araştırmacılar kendi tecrübeleriyle hesap yapıyorlarsa hesaplanan parametrenin referansı “EJ (Expert Judgement)” olarak tanımlanmıştır.



Şekil 3.8. Farklı referansların derlenmesiyle fay segmentlerinin kayma hızları varsa hata miktarları, fayın maksimum yer değiştirme miktarlarının belirlenilmesi

Yukarıdaki şekilde farklı referansların derlenmesiyle fay segmentlerinin kayma hızları varsa hata miktarları, fayın maksimum yer değiştirme miktarları belirlenmiştir. Örneğin; 1866 depremi sonucu oluşan tek segmentin kayma hızının karşılığı Reilinger ve diğ., 2006 makalesinde gösterildiği gibi yatayda kayma hızı $8,1 \text{ mm/yr}^{-1}$, Türkelli ve diğ., 2003 yılında yapılan çalışmaya göre üst derinlik 0, alt derinlik 20 km olarak tanımlanmıştır.

Tablo 3.4. Gösterilen kolonlar arasında tanımlanan her bir fay parametresinin farklı referansları, ayrı olarak hazırlanan referans veri tabanında hangi referans olarak kodlandıysa, aktif fay veri tabanında da o parametrenin referansının o kod ile gösterilmesi

REFLENGTH	REFSTRIKE	REFDIP	REFRAKE	REFHORSLPR	REFVERSLPR	REFTOPD	REFBOTD	REFMAX	REFMAXVERD
TR1_TR2	TR1_TR2	TR3	TR3_TR4	TR5	TR5	TR6	TR6		
TR1_TR2	TR1_TR2	TR3	TR3_TR4	TR5	TR5	TR6	TR6		
TR1_TR2	TR1_TR2	TR3	TR3_TR4	TR5	TR5	TR6	TR6		

Şekilde gösterilen kolonlar arasında tanımlanan her bir fay parametresinin farklı referansları, ayrı olarak hazırlanan referans veri verisinde hangi referans olarak kodlandıysa, aktif fay verisinde de o parametrenin referansı o kod ile gösterilmiştir. Şekilde yatayda ve düşeyde maksimum atım değerleri girilmediğinden referansları da boş bırakılmıştır.

Tablo 3.5. Aktif fay veritabanının referanslarının nasıl derlendiğinin gösterilmesi

	AUTHORS			JOURNAL,BOOK ETC.					
REFERENCE_CODE	LAST NAME	ET_AL.	YEAR	NAME	VOLUME	NUMBER	PAGE	doi	TITLE

Yukarıdaki şekilde gösterildiği üzere tüm referanslar referans kodu, yazarların ismi, eserin yılı, eserin ismi hangi dergi yada kitapta yayınlandığı, yayının basıldığı dergi

yada kitap numarası, sayısı, sayfa sayısı, varsa doi numaraları ve yayın konusunun başlığı adı altında referans veri tabanı oluşturulmuştur. Ayrıca referansların tam metinleri pdf formatında saklanarak ortak dijital bir kütüphane oluşturulmuştur.

Tablo 3.6. Kodlanan referansların açıklamalarını gösteren veri tabanının bir kısmının gösterilmesi

	AUTHORS			JOURNAL,BOOK ETC.				
REFERENCE_CODE	LAST NAME	ET_AL.	YEAR	NAME	VOLUME	NUMBER	PAGE	doi
TR1	Saroglu	yes	1992	Phys.Earth Planet.Interior	37		227_264	
TR2	Barka Cadinsky Cade	yes	1988	Tectonics	7	3	663-684.	
TR3	McKenzie	yes	1972	Geophys. J.R. astr. Soc	30		109-185	

Tablo 3.7. Veri tabanında kodlanan referansların başlıklarının bir kısmının listelenmiş hali

TITLE
Active fault map of Turkey. Publ. Miner. Res. Explor. ins. Turk., Ankara, Turkey.
Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity
Active tectonics of the Mediterreanean region

TR1.pdf	07.01.2003 23:43	Adobe Acrobat D...	732 KB
TR2.pdf	09.08.2010 14:17	Adobe Acrobat D...	1.589 KB
TR3.pdf	04.01.2011 14:39	Adobe Acrobat D...	4.020 KB
TR5.pdf	09.08.2010 14:18	Adobe Acrobat D...	19.205 KB
TR6.pdf	09.08.2010 14:19	Adobe Acrobat D...	389 KB
TR7.pdf	30.12.2010 15:41	Adobe Acrobat D...	448 KB
TR8.pdf	04.01.2011 14:52	Adobe Acrobat D...	7.921 KB
TR9.pdf	09.08.2010 12:31	Adobe Acrobat D...	1.670 KB
TR10.pdf	09.08.2010 12:32	Adobe Acrobat D...	2.379 KB
TR11.pdf	04.01.2011 14:57	Adobe Acrobat D...	1.359 KB
TR14.pdf	09.08.2010 12:33	Adobe Acrobat D...	3.895 KB
TR15.pdf	30.12.2010 16:05	Adobe Acrobat D...	595 KB
TR16.pdf	09.08.2010 12:34	Adobe Acrobat D...	2.695 KB
TR17.pdf	09.08.2010 12:35	Adobe Acrobat D...	1.305 KB
TR19.pdf	09.08.2010 12:36	Adobe Acrobat D...	1.063 KB
TR20.pdf	09.08.2010 12:36	Adobe Acrobat D...	813 KB
TR21.pdf	09.08.2010 12:37	Adobe Acrobat D...	836 KB
TR22.pdf	09.08.2010 12:38	Adobe Acrobat D...	317 KB
TR23.pdf	09.08.2010 12:39	Adobe Acrobat D...	596 KB
TR24.pdf	09.08.2010 12:40	Adobe Acrobat D...	1.061 KB
TR25.pdf	09.08.2010 12:41	Adobe Acrobat D...	881 KB
TR26.pdf	09.08.2010 12:40	Adobe Acrobat D...	2.242 KB
TR27.pdf	09.08.2010 12:41	Adobe Acrobat D...	18.488 KB
TR28.pdf	09.08.2010 12:42	Adobe Acrobat D...	24.284 KB
TR29.pdf	09.08.2010 12:43	Adobe Acrobat D...	1.700 KB
TR31.pdf	09.08.2010 12:44	Adobe Acrobat D...	1.049 KB

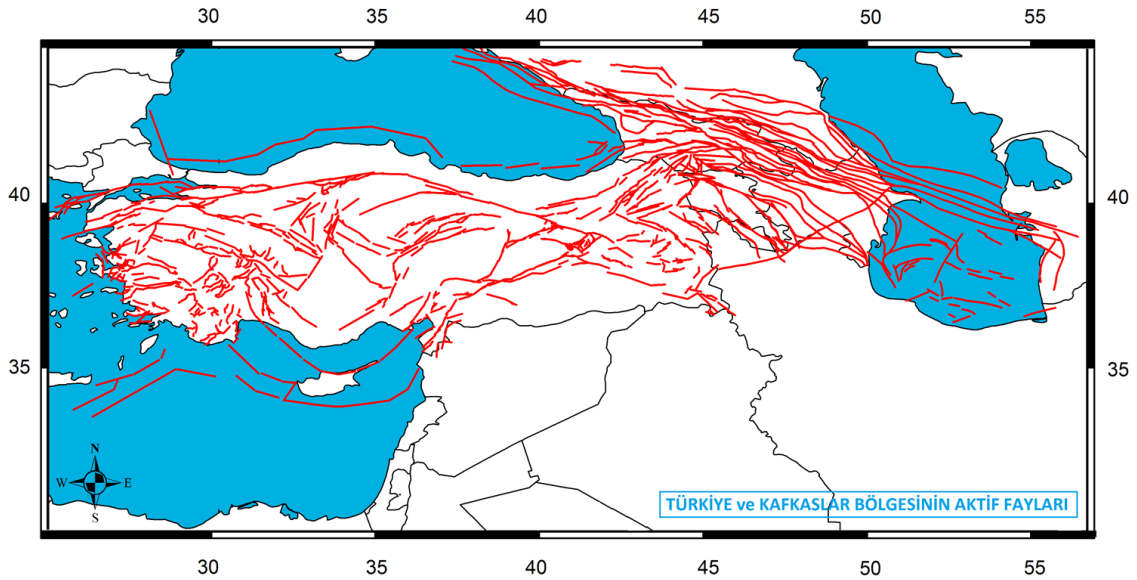
Şekil 3.9. Referansların pdf dosyalarının bir araya getirilmesi ile oluşan kütüphanenin bir kısmının listesi

Çalışmanın tüm Türkiye, Azerbaycan, Gürcistan ve Ermenistan için aktif fay verisi tamamlandıktan sonra Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılım programı kullanılarak fayların dijital hali ARC-GIS 10 programı kullanılarak çizdirilmiştir (Şekil 3.9).

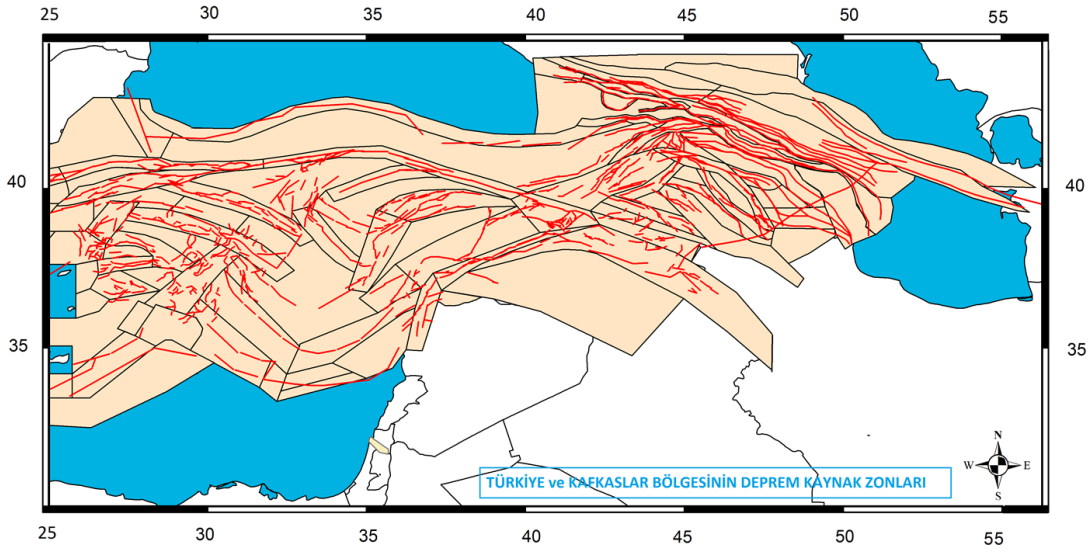
3.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

İngilizce Geographical Information Systems (GIS) ifadesinin Türkçe 'ye çevrilmiş hali olup, kullanıcıların çok farklı disiplinlerden olması nedeniyle, bu kavram da değişik şekillerde tanımlanmaktadır. Özellikle CBS' nin dünyada konumsal bilgi ile

ilgilenen kişi, kurum ve kuruluşlar arasında geniş bir merak uyandırması, gelişmelerdeki hızlı değişiklikler, özellikle ticari beklentiler, farklı uygulama ve fikirler, CBS'nin standart bir tanımının yapılmasına henüz izin vermemiştir. CBS, bazı araştırmacılara göre konumsal bilgi sistemlerin tümünü içeren ve coğrafi bilgiyi irdeleyen bir bilimsel kavram, bazılarına göre; konumsal bilgileri dijital yapıya kavuşturan bilgisayar tabanlı bir araç, bazılarına göre de; organizasyona yardımcı olan bir veri tabanı yönetim sistemi olarak nitelendirilmektedir. "Coğrafi Bilgi Sistemleri; konuma dayalı gözlemlerle elde edilen grafik ve grafik-olmayan bilgilerin toplanması, saklanması, işlenmesi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir bilgi sistemidir.



Şekil 3.10. Türkiye ve Kafkaslar için yukarıda bahsedilen formatlarda oluşturulan tüm aktif fay veri tabanları çalışmaları bittikten sonra ortaya çıkan aktif fayların CBS ortamında çizimleri. Çalışmada birinci aşama sonucunda toplam 1668 adet fay kesmesinin parametre girişi yapılmış, 36932 km fay uzunluğu ARC-GIS ortamında tanımlanmıştır



Şekil 3.11. Yapılan tüm çalışmalar sonucu bölge için elde edilen birleştirilmiş deprem kaynak zonları modeli

3.2.1. CBS nasıl çalışır?

CBS yeryüzüne ait bilgileri, coğrafik anlamda birbiriyle ilişkilendirilmiş tematik harita katmanları gibi kabul ederek saklar. Bu basit ancak konumsal bilgilerin değerlendirilmesi açısından son derece güçlü bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, örneğin, dağıtım görevi üstlenmiş taşıma araçlarının optimum yük dağıtımından, planlamaya dayalı uygulamalara ait detay kayıtlarına, atmosferdeki değişimlerin modellenmesine kadar birçok gerçek dünya probleminin çözümüne imkan sağlar.

3.2.2. Coğrafi referanslar

Coğrafi bilgiler, enlem-boylam şeklindeki coğrafi koordinat ya da ulusal koordinatlar gibi kesin değerleri veya adres, bölge ismi, yol ismi gibi tanımlanan referans bilgileri içerirler. Bu coğrafi referanslar objelerin konumlandırılmasına yani koordinatı bilinen bir pozisyona yerleştirilmelerine imkân sağlar. Böylece ticari bölgeler, araziler, orman alanları, yeryüzü kabuk hareketleri ve yüzey şekillerinin analizleri konuma bağlı olarak belirlenir. Coğrafi referans konumu belirlerken, konum verisi yani koordinat bilgisi seçilecek veri modeline bağlı olarak ifade edilir. Bu ifade şekli CBS' de iki farklı konumsal veri modeli biçimindedir. Bunlar "vektörel (vector)" ve "hüresel (raster)" veri modelleridir.

3.2.3. Vektörel veri modelleri

Vektörel veri modelinde, nokta, çizgi ve poligonlar (x,y) koordinat değerleriyle kodlanarak depolanırlar. Nokta özelliği gösteren bir elektrik direği tek bir (x,y) koordinatı ile tanımlanırken, çizgi özelliği gösteren bir yol veya akarsu şeklindeki coğrafik varlık birbirini izleyen bir dizi (x,y) koordinat serisi şeklinde saklanır. Poligon özelliğine sahip coğrafik varlıklar, örneğin imar adası, bina, orman alanı, parsel veya göl, kapalı şekiller olarak, başlangıç ve bitişinde aynı koordinat olan (x,y) dizi koordinatlar ile depolanır. Vektörel model coğrafik varlıkların kesin konumlarını tanımlamada son derece yararlı bir modeldir. Ancak, süreklilik özelliği gösteren coğrafik varlıkların, örneğin toprak yapısı, bitki örtüsü, jeolojik yapı ve yüzey özelliklerindeki değişimlerin ifadesinde daha az kullanışlı bir model olarak bilinir.

3.2.4. Raster (hücresel) veri modelleri

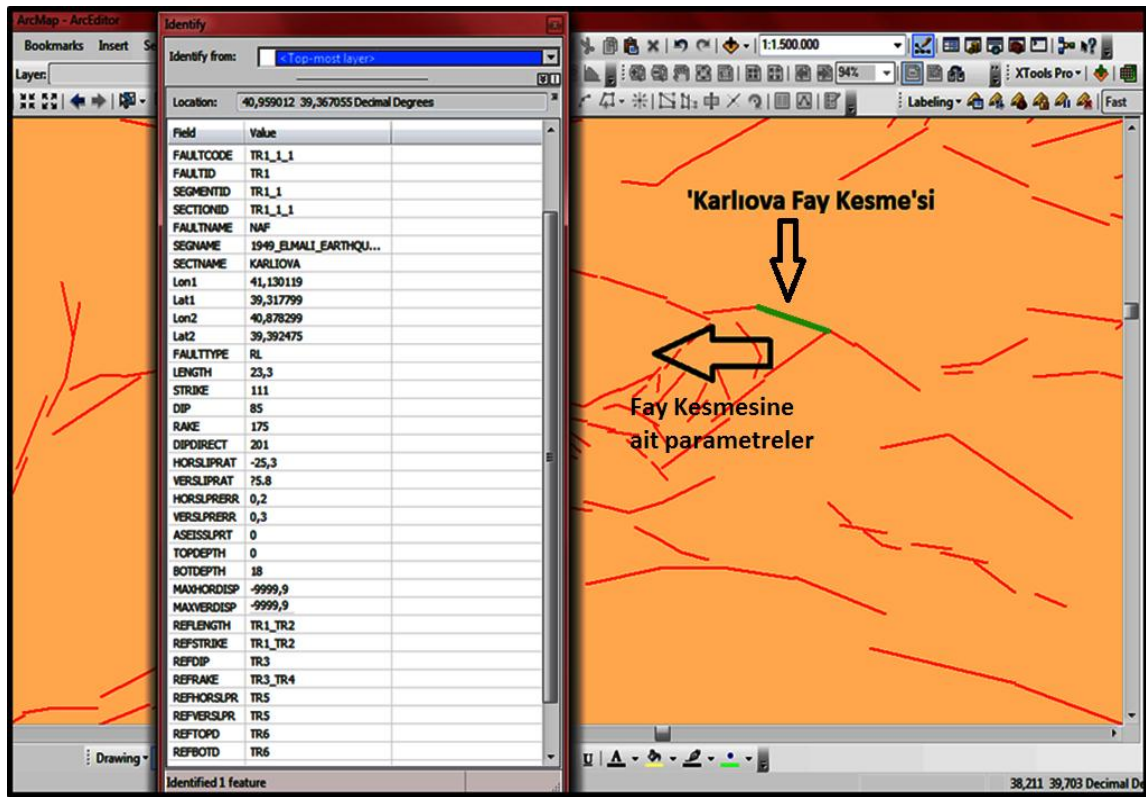
Hücresel ya da diğer bir deyişle raster veri modeli daha çok süreklilik özelliğine sahip coğrafik varlıkların ifadesinde kullanılmaktadır. Raster görüntü, birbirine komşu grid yapıdaki aynı boyutlu hücrelerin bir araya gelmesiyle oluşur. Hücrelerin her biri piksel (pixel) olarak ta bilinir. Fotoğraf görüntüsü özelliğine sahip raster modeller, genellikle fotoğraf ya da haritaların taranması (scanning) ile elde edilirler. Vektör ve raster veri modellerinden biri genelde CBS uygulama biçimine göre tercih edilerek kullanılır. Ancak günümüzde her iki model aynı anda da kullanılabilir. Bu tür bir kullanım şekli CBS' de hybrid (melez) veri modeli olarak bilinmektedir (Coğrafya Dünyası web sitesi).

Çalışma yapılırken tüm bu veri modelleri kullanılarak faylar dijitize edilmiştir. Fotoğraf görüntüsüne sahip raster veriler haritaların taranması ile elde edilmiş, faylar koordinatlandırılmıştır. Aynı şekilde veri tabanındaki enlem boylam bilgileri, başlangıç ve bitişinde aynı koordinat olan (x,y) dizi koordinatlar ile depolanmış ve vektör veri olarak kullanılmıştır.

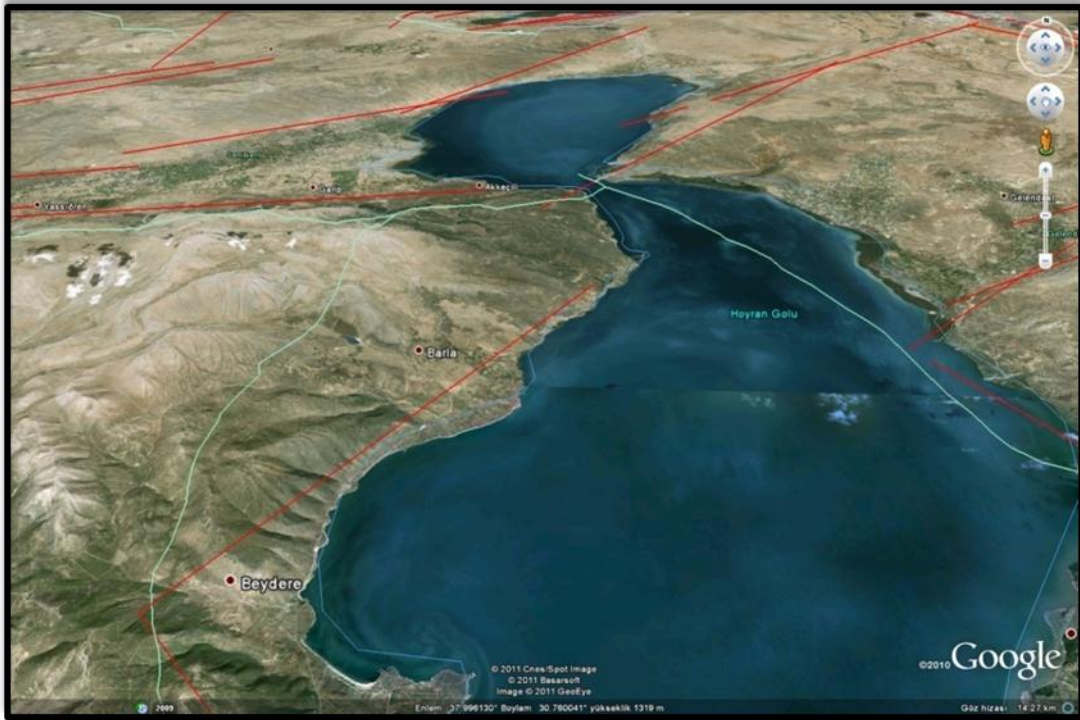
Bilgisayar teknolojilerindeki gelişmeler, objelerin sadece koordinatı ile değil aynı zamanda öznitelik bilgileri ile birlikte depolanmasına olanak tanımıştır. Başlangıçta

bu veriler grafik ve grafik olmayan bilgiler olarak ayrı ayrı depolanabilmekte, birbiriyle ilişkilendirememekte idi. Fakat Coğrafi Bilgi Sistemi grafik ve grafik olmayan bilgileri ilişkilendirmeyi ve bu veriler üzerinde çeşitli sorgulamalar ve analizler yapabilmeyi başarmıştır.

Faylar kesmelerin üzeri tıklandığında o kesmeye ait tüm veri tabanı, fiziksel parametreler görülecek şekilde hazırlanmıştır (Şekil 3.11).



Şekil 3.12. CBS ortamında herhangi bir fay kesmesinin üzerine tıklandığında o fay kesmesine ait tüm parametreler görülebilir. Örneğin; ‘‘Karloiova Fay Kesme’sinin üzerine geldiğimizde bu kesme ile ilgili tüm parametrelerin gösterilmesi



Şekil 3.13. ARC-GIS programında çizdirilen faylar başka bir katman şeklinde Google-Earth programına aktarılarak fayların lokasyonunun doğruluğunu tespit etmek için sağlamanın yapılması

3.3. Paleosismik Çalışmaların Önemi

Paleosismoloji depremlerin meydana gelmesinden on yıllarca, yüzyıllarca, bin yıllarca sonra yapılan sismolojik çalışmalardır (Yeats ve Prentice, 1996). Paleosismik çalışmalar kayıt edilen tarihsel depremlerin desteğiyle, aletsel ve tarihsel dönemden önce meydana gelen çalışmalar üzerinde yoğunlaşır (Sieh 1981; Wallace, 1981; McCalpin ve Nelson, 1996). Paleosismik araştırmalar karakteristik fayların meydana gelmesi ve sismojenik davranışı hakkında bizlere çok önemli ipuçları sağlamaktadır. Ayrıca sismik tehlike çalışmalarının bu anlamda önemli ayağını oluşturur ve pratik yöntemler sağlar (Reiter, 1995). Paleosismik depremler fay zonlarının ya da sismik veya tektonik bakımdan aktif olan bölgelerin jeolojik ve çevresel koşullarının analizi yapılarak detaylı incelenmesini oluşturur. Bu araştırmalar fayın son hareketleri, önceki depremlerin tarihleri, tekrarlanma aralıkları, ortalama kayma oranları, onlarca yıldan yüzyıllar arasındaki aralıkta depremin etkileri hakkında bilgiler sağlar. Paleosismik veri geçmiş depremlerin magnitüdlerinin hesaplanmalarından yola çıkarak

gelecekteki depremlerin magnitüdleri hakkında tahminler ve fay yırtığının alanı hakkında duyarlı tanımlamalar yapmamızı sağlar (WGCEP, 1988; Reiter, 1991). Birkaç istisna hariç depremler fayların hareketiyle üretilir (Bolt, 1999). Bu yüzden paleosismik araştırmalar direk ya da dolaylı olarak fayların ve onların yüzey kırıklarının izleriyle ilişkilidir. Paleosismik araştırmaların yöntemleri birkaç jeolojik alt disiplin olarak düşünülebilir. Ayrıca paleosismoloji sismolojinin, aktif tektonizmanın ve deprem jeolojisinin bir alt disiplini olarak düşünülür. Paleosismoloji 1960 ların sonu 1980 lerin ortasında farklı bir disiplin olarak ortaya atılmıştır. Paleosismolojik çalışmalara rehberlik eden ve eleştirel yayınların başında Wallace (1981, 1986), Sieh (1981), Crone ve Omdahl (1987), Vittori ve diğ., 1991, Pantosti ve Yeats (1993), Prentice (1996) ve diğ., (1994), Serva ve Slemmons (1995), Yeats ve Prentice (1996), ve Pavlides ve diğ., 1999, Yeats ve diğ., 1997 gelmiştir ve depremlerin jeolojisi, tektoniği, paleosismik çalışmaları konu edinen kapsamlı yayınlar olmuşlardır. Paleosismik çalışmaların metodları; stratigrafik analiz, Kuvaterner jeolojisi, toprak bilimi, jeomorfoloji, mühendislik jeolojisi, jeokronoloji ve yapısal jeoloji olarak sıralanabilir.

Gelecekteki depremlerin konum, büyüklük ve oluş zamanlarında belirsizlikler mevcuttur. Deprem oluşumlarını modellemede kullanılan stokastik modeller bu belirsizliği yansıtır. Deprem tehlikesi hesaplarında kullanılan deprem oluşum modelleri: probabilistik (hafızalı veya hafızasız), deterministik ve prediktif olmak üzere üç grupta toplanabilir. En yaygın olarak kullanılan probabilistik model basit Poisson modelidir. Bu model deprem oluşumlarının hafızasız olduğunu ve bir kaynak bölgesi içinde depremlerin gerek konum ve gerekse zaman açısından birbirinden bağımsız olarak meydana geldiğini kabul eder. Zaman-bağımsız modellerden birisi de jeolojik bilgilerdeki belirsizliğin ağırlık faktörleri ile değerlendirildiği Bayes modelidir.

Zaman-bağımlı (hafızalı) modeller zaman-tahminli modeller, kayma-tahminli modeller ve semi-Markov modelleridir. Bu hafızalı modellerden en yaygın olarak kullanılanı “karakteristik deprem” modelidir (Youngs ve Coppersmith, 1985). Bu modeller ancak üzerinde çok çalışılmış fay hatları (San Andreas Fayı gibi) ve sadece karakteristik depremlerden kaynaklanacak deprem tehlikesi için geçerli olmakta ve

fay segmentasyonu ve yinelenme sürelerinden kaynaklanan belirsizlikler bu modellerin Poisson modelinin yerini almasına müsaade etmemektedir. (Erdik ve diğ., 2006).

Özellikle San Andreas ve kısmen Kuzey Anadolu Fay Hattında yapılmış paleo-sismik etüdler bu fayların çoğunlukla aletsel büyüklükleri dar bir aralık arasında kalan “karakteristik” depremler ürettiğini ve bu depremlerin yinelenme sürelerinin tesadüfi olmadığını göstermektedir. Schwartz ve Coppersmith (1984) tarafından önerilen karakteristik deprem modeli California, Mexico ve Japonya’da başarı ile uygulanmaktadır. Büyük fay hatlarındaki karakteristik depremlerin aletsel büyüklük ve yırtılma boylarının tayini: fay uzunluğu, uzun vadedeki kayma hızı, en yakın tarihli karakteristik depremdeki atım ve geçmiş karakteristik depremlerin oluş tarihleri gibi verilere dayanılarak yapılmaktadır. Karakteristik depremler, Gutenberg-Richter frekans-deprem büyüklüğü bağıntısına dayalı olarak (küçük depremlerden extrapolasyonla) bulunandan daha fazla sıklıkta meydana gelmekte ve frekans-büyüklük ilişkilerinin bu noktada yükseltilmesini gerektirmektedir. Konu ile ilgili güncel bilgi düzeyi orta ve küçük aletsel büyüklüğü olan depremler ve büyük kaynak bölgeleri için Poisson modelinin gerçekçi sonuçlar sağladığını, ancak uzun fay hatları üzerinde yer alan büyük depremlerin modellenmesi için semi-Markov ve karakteristik deprem oluşumu modellemelerinin daha uygun olduğunu göstermektedir. Nitekim Stein ve Barka (1995) tarafından yapılmış çalışmalar Kuzey Anadolu Fay hattında meydana gelmiş olan her 10 depremden 9 tanesinin bir önceki deprem nedeni ile yırtılmaya hazır duruma geldiğini göstermektedir. Türkiye’de karakteristik deprem oluşumuna dayalı yinelenme (renewal) stokastik modelinin kullanıldığı çalışmalar Marmara bölgesi ile kısıtlı kalmıştır (Atakan ve diğ. 2002; Erdik ve diğ. 2004).

Poisson modeli her durumda diğer modellere nazaran daha emniyetli tarafta (konservatif) deprem tehlikesi sonuçları doğurmaktadır (Jordanovski ve Todorovska, 1995). Kiremidjian (1982) tarafından yapılan bir çalışmada Poisson ve Markov Modelleri karşılaştırılarak "Sık ve orta büyüklükte deprem oluşumlarını içeren bölgelerdeki deprem tehlikesinin tahmini için Poisson modeli yeterlidir. Seyrek fakat çok büyük deprem oluşumlarına haiz bölgelerde ise Poisson modelinin kullanılması

kısa vadedeki deprem tehlikesi tahminlerinde gerçekten daha büyük, uzun vadedeki deprem tehlikesi tahminlerinde ise gerçekten daha küçük aşılma olasılıklarına yol açmaktadır" denilmektedir. Konu ile ilgili güncel bilgi düzeyi orta ve küçük aletsel büyüklüğü olan depremler ve büyük kaynak bölgeleri için Poisson modelinin gerçekçi sonuçlar sağladığını, ancak uzun fay hatları üzerinde yer alan büyük depremlerin modellenmesi için semi-Markov ve karakteristik deprem oluşumu modellemelerinin daha uygun olduğunu göstermektedir. Bu nedenle USGS tarafından tüm ABD için geliştirilmiş probabilistik tehlike haritalarında, Avrupa ve Japonya ulusal kapsamlı probabilistik deprem tehlikesi çalışmalarında basit Poisson modeli kullanılmıştır (Erdik ve diğ., 2006).

Paleosismik araştırmalarda ilk basamak;

1. Fayın tanımlanması

a) Tektonik deformasyonun tanımlanması: Dünya ve yüzeyinde çevresel değişiklikler ve tektonik deformasyonun sebep olduğu değişiklikleri araştırmak için fayları inceleyen paleosismik metotlardan biridir.

b) Jeokronoli uygulaması: Yer'in yüzeyi, yapısı ve analiz süreçlerinin kronolojik sınıflamasını araştırır. Jeokronoloji paleosismik depremlerin araştırılması, fay atımlarının ortalama kayma değerlerinin zamanlarının belirlenmesi bakımından önemlidir. Paleosismik çalışmalarda ortak olarak en çok kullanılan jeokronolojik method; yüksek çözünürlüklü yaş tayini metodudur. Fay zonlarındaki Kuvaterner dönemi gömülü bitki örtüsü ve hayvan varlığı, toprağın yapısı gibi materyaller incelenerek jeokronolojik sınıflaması yapılır (Lettis ve Kelson, 2000).

Tablo 3.8. Kuvaterner dönemine ait jeokronolojik methodların sınıflandırılması (Noller ve diğ., 2000)

Classification of Quaternary Geochronologic Methods (Adapted from Noller <i>et al.</i> , 2000a)					
Sidereal	Isotopic	Radiogenic	Chemical and Biologic	Geomorphic	Correlation
Dendrochronology	Radiocarbon	Fission track	Amino acid racemization	Soil-profile development	Stratigraphy
	Uranium series	Thermoluminescence	Rock-varnish cation ratio	Rock-varnish development	Paleomagnetism
Varve chronology	²¹⁰ Pb	Optically stimulated luminescence	Obsidian and tephra hydration	Scarp morphology and landform modification	Tephrochronology
	U-Pb, Th-Pb				Paleontology
Historical records		Electron-spin resonance	Soil chemistry	Rate of deformation	Tectites and microtectites
	K-Ar and ³⁹ Ar- ⁴⁰ Ar		¹⁰ Be accumulation in soils	Rate of deposition	Climate correlation
Sclerochronology and growth rings	Cosmogenic isotopes	Infrared stimulated luminescence	Lichenometry	Rock and mineral weathering	Astronomical correlation
				Geomorphic position	Stable isotopes
					Archeology

2. Depremlerin kronolojisinin saptanması:

Büyük depremlerin oluşturduğu etkiler stratigrafik kayıtlarda korunarak ve tanımlanarak jeolojik, jeomorfik, çevresel ve arkeolojik analizler yapılarak araştırılır. Depremlerin majör etkileri sarsıntıya bağlı olarak yüzey kırığı, yüzeyin deformasyonu, zeminin kayması vb. gibi olabilir. Depremlerin kronolojisi karakteristik faylar boyunca aktif tektonizmaya sahip bölgelerde çoklu paleosismik depremlerin belirtilerinin tanımlanması ve zaman olarak sınıflandırılmalarıyla geliştirilebilir. Birçok Kuvaterner fayı tarih öncesi döneme aittir ve zamanı bilinmemektedir. Çok iyi çalışılmış Kaliforniya'daki San Andreas Fayı ve Türkiye'deki Kuzey Anadolu Fay Hattı'nda bile sadece bir düzineye yakın paleosismik depremin kronolojisi vardır. Kosismik süreçler depremler tarafından üretilen özelliklerle aynı olabilirler (Ricci Lucchi, 1995; Obermeier 1996). Ortak sunulan görüş; paleosismik belirsizlik en az yüzey kırıklarının gözlemlenmesiyle elde edilir. Bu aşamalar deprem kronolojisinin tayini için çok önemlidir.

- a) Yüzey kırığı araştırmaları
- b) Bölgesel kosismik deformasyonun araştırılması
- c) Zemin sarsıntıları ve ikincil etkilerinin saptanması

3. Kaymanın Ölçülmesi:

Kaymanın ölçümü ya da yüzeydeki yer değiştirme, paleosismik depremlerin magnitüdü ve deformasyonun ortalama oranı hakkında bilgi sağlar. Fayın kayma oranı sismik momentin serbestlemesi için üst bir sınır sağlar (Youngs ve Coppersmith, 1985; WGCEP, 1995). Paleo depremlerinden kaynaklanan kaymalar depremler arasındaki tekrarlanma aralıkları ve geçmişteki yüzey kırıkları magnitüd hesabı için de bir üst değer tanımlar. Kaymanın ölçülmesinde;

a) Kayma oranının saptanması: Fayın kayma oranı V , ölçülen atım miktarı (yer değiştirme) D , fay zonu boyunca kaymanın gerçekleştiği zaman aralığı;

$$V=D/T \quad (3.1)$$

Jeologlar; kayma miktarını ölçebilmek için fay boyunca iyi tanımlanmış, gözlenebilen tarihlenebilir özellikler bulmalıdırlar.

b) Olay başına kayma oranının belirlenmesi çok önemlidir çünkü olay başına kayma miktarı önceki depremlerin magnitüdülerinin hesaplanabilmesi ve deprem zaman aralıklarının tahmin edilebilmesi (ortalama kayma değerleri biliniyorsa) bakımından çok önemlidir. Kayma dağılımı çoğu zaman segment sınırlarının lokasyonları ve karakteristik kaymanın yerlerini eğer herhangi biri varsa ortaya koyar (Ward, 1997).

4. Paleosismik depremlerin magnitüdülerinin hesaplanması:

Genelde depremin etkisi onun büyüklüğü ile doğru orantılıdır (Slemmons ve dePolo,1986). Bu yüzden kaymanın değeri, tektonik deformasyon veya ikincil etkileri paleosismik kayıtlarda saklıdır ve bu kayıtlar farklı alanlarda paleosismik olayın büyüklüğü hakkında sınır bir değer verir. Paleo depremlerinin büyüklüğü; yırtılma uzunluklarının farklı zamanlardaki paleosismik kronolojisi ya da olay başına kayma ölçümlerinden tahmin edilebilir. Tarihsel depremlerin magnitüdü ve yırtılmanın uzunluğu, ortalama kayma değeri, maksimum atım miktarı aralarındaki deneysel bağıntılar (Wells ve Coppersmith, 1994) bize paleo depremlerinin magnitüdünü hesaplamada yol gösterir. Ayrıca Hemphill-Haley ve Weldon (1999)

paleosismik ölçümlerde kaymadan yola çıkarak magnitüd hesaplamak için yeni deneysel bağıntılar geliştirmişlerdir.

Tablo 3.9. Moment Magnitüdü (M), Ortalama Yer değiştirmeleri (AD), Maksimum atım (MD), ve Yüzey Kırığı Uzunluğu (SRL) için deneysel bağıntılar listesi (Wells ve Coppersmith, 1994)

Equation ^b	Slip Type ^c	a (sa) ^d	b (sa) ^d	Standard deviation	Correlation coefficient
$M = a + b \times \log(\text{AD})$	SS	7.04(0.05)	0.89(0.09)	0.28	0.89
	R ^e	6.64(0.16)	0.13(0.36)	0.50	0.10
	N	6.78(0.12)	0.65(0.25)	0.33	0.64
	All	6.93(0.05)	0.82(0.10)	0.39	0.75
$M = a + b \times \log(\text{MD})$	SS	6.81(0.05)	0.78(0.06)	0.29	0.90
	R ^e	6.52(0.11)	0.44(0.26)	0.52	0.36
	N	6.61(0.09)	0.71(0.15)	0.34	0.80
	All	6.69(0.04)	0.74(0.07)	0.40	0.78
$M = a + b \times \log(\text{SRL})$	SS	5.16(0.13)	1.12(0.08)	0.28	0.91
	R ^e	5.00(0.22)	1.22(0.16)	0.28	0.88
	N	4.86(0.34)	1.32(0.26)	0.34	0.81
	All	5.08(0.10)	1.16(0.07)	0.28	0.89

Yer değiştirmeler metre cinsindedir. Yüzey kırığı uzunlukları km cinsindedir.

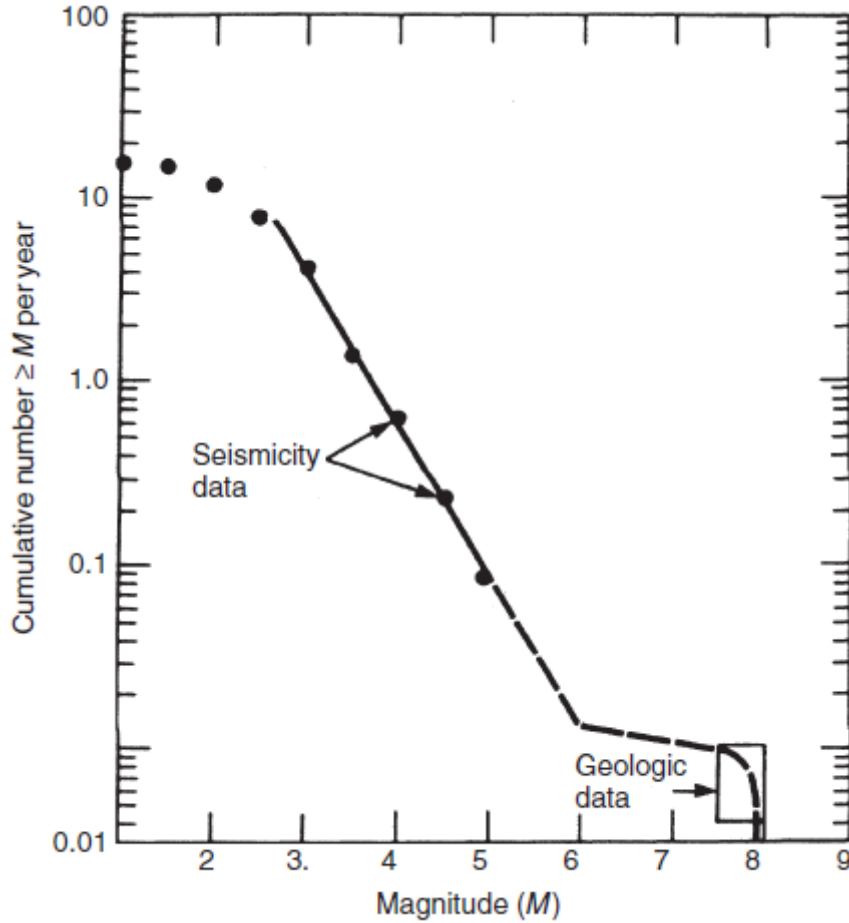
SS=Doğrultu atımlı fay R=Reverse N=Normal All=Tüm fay çeşitleri

5.Sismik tehlike çalışmaları için modellerin belirlenmesi ve belirsizliklerin saptanması

a) Segmentasyon: Kendi çalışmamızda yapıldığı üzere fiziksel özellikleri tanımlanabilir fay segmentlerini ‘kesme’(fault section) lere ayırmak (Schwartz ve Coppersmith, 1986; Slemmons,1995) ve üretebileceği maksimum magnitüdüleri bazı deneysel formüllere dayanarak elde etmek bu aşamanın işlemleridir.

b) Karakteristik depremlerin araştırılması: Karakteristik deprem modeli paleosismik verinin gelişmesinde fay kırığı ve deprem tekrarlanma çalışmalarında en etkili yöntemdir. (Schwartz ve Coppersmith, 1984). Modelin temel ilkesi karakteristik depremlerde meydana gelen yüzey faylanması gösteren kaymalardır. Karakteristik depremler karakteristik kaymaların sonucudur. Karakteristik kayma fay üzerinde

gerçekleşirse sismik moment dağılımı aynı magnitüde sahip birbirini tekrarlayan karakteristik depremlerle açığa çıkar. Karakteristik kayma karakteristik depremlerin tekrarlanmalarıyla magnitüd – frekans eğrilerinde anormal bir bükülme oluşturur.



Şekil.3.14. Karakteristik tekrarlanma modeli için spesifik bir faylanma üzerindeki kümülatif magnitüd frekans dağılımı (Schwartz ve Coppersmith, 1984)

c) Sismik tehlike hesaplamaları ve depremlerin tekrarlanma periyotlarının hesaplanması:

Tekrarlanma periyodu, T_r , aynı fayın peşpeşe meydana gelen yırtılmalarının arasındaki zaman farkıdır. Aktif fayların sismik parametrelerini tanımlamada T_r çok önemlidir (Somerville ve Moriwaki, 2003). Paleosismik araştırmalar T_r 'yi hesaplamada ana kaynaklardan biridir. Başlı başına tekrarlanma zaman aralıkları ya da ortalama zaman aralıkları direk olarak peş peşe meydana gelen yüzey kırıklarının

zamanlanmasından yola çıkılarak da hesaplanabilir. İyi çalışılmış bir fay zonu olan San Andreas fay zonunda yapılan paleosismik çalışmalarda fay boyunca birkaç lokasyon için ortalama zaman aralıklarını bulunabilmiştir (WGCEP, 1995, 1999). Ancak çoğu fay içinse paleosismik veri yetersiz olabilmektedir. Eğer paleo depremleri bunun için uygun değilse tekrarlanma aralığı şu deneysel bağıntı ile elde edilebilir.

$$Tr=D/V \quad (3.2)$$

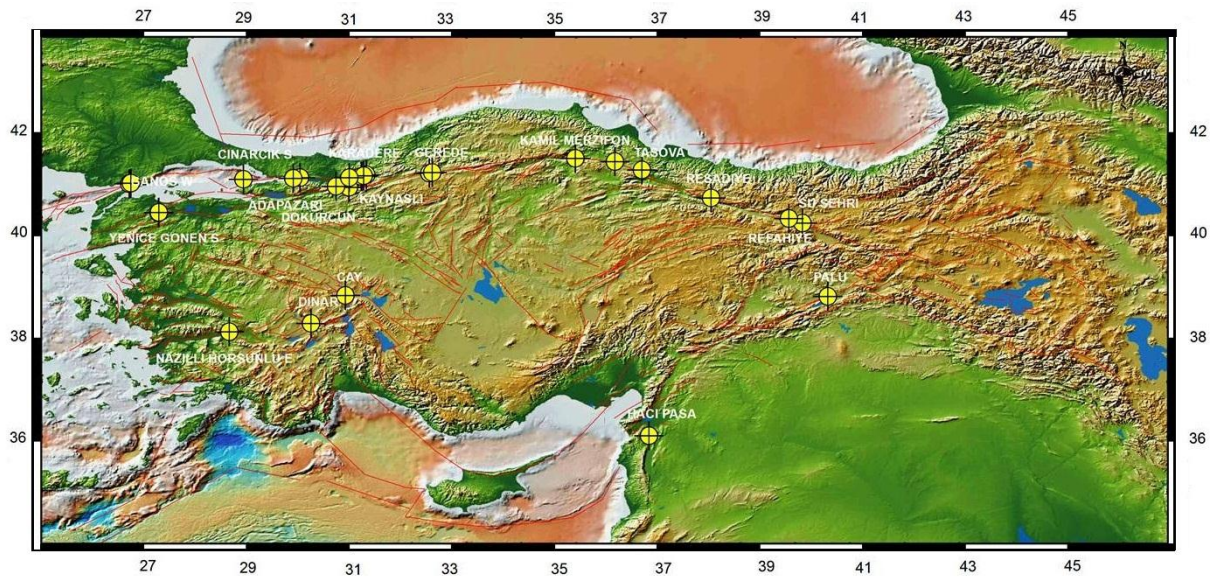
Burada V; Kayma oranını, D ise ortalama atım miktarını belirtir. Kayma değeri gözlem süresi boyunca sabitse herhangi bir krip durumu yoksa tekrarlanma aralığı yer değiştirmenin lineer bir fonksiyonu olarak kabul edilir. Eğer yer değiştirme sabit değerlerde olursa (karakteristik depremlerde) tekrarlanma aralıkları tahmin edilebilir. Yukarıdaki formül tahmin modelidir ki; Shimazaki ve Nakata (1980)'nın Japonya'daki yükselmiş kıyı gözlemlerinin geliştirilmesiyle elde edilmiş bir modeldir. Karakteristik model ile zaman tahmin modeli uyumlu ise, sonuç periyodik tekrarlanma modelidir.

d) Uzaysal ve mekânsal ortamda yırtılma örneklerinin belirlenmesi: Faylanmanın fiziği hakkında bilgi verir (Ward,1997) ve gelecekteki depremin lokasyonu ve büyüklüğü hakkında bir şablon hazırlanmasına yardımcı olur.

e) Paleosismik verideki belirsizliklerin saptanması: Paleosismik çalışmanın güvenilirliği çalışmanın metoduna, çalışılan alanın karakteristiğine ve araştıracının perspektifine göre değişim göstermektedir. Bu yüzden paleosismologlar bu hataları en aza düşürebilmek için birkaç methodu birden kullanarak karşılaştırma yaparak verileri toparlamalıdır (International Handbook of Earthquake and Engineering Seismology Part A-Paleoseismology-Bölüm 30).

Database hazırlanırken fay kesmesi veri tabanından yola çıkılarak bu veri tabanında bulunan aktif faylar boyunca yapılan paleosismik çalışmalardan elde edilen geçmiş deprem tarihlerini, yer değiştirme miktarlarını ve deprem tekrarlanma zamanlarını içeren bir "Paleosismik Veri tabanı "hazırlanmıştır. Bu çalışmada da kullanılan

kaynaklar referans veritabanında gösterilmiş ve kaynakların pdf dosyaları bir elektronik kütüphanede toplanmıştır. Özellikle paleo verilerinde kaynak ve açıklamalar büyük önem taşımaktadır. Fay geometrisini ve tarihsel yüzey kırıklarının tespiti anlamamızın son depremin nerede ve neden sonlandığı ve dolayısı ile muhtemelen bir sonraki depremin nerede başlayacağı ile ilgili önemini ortaya koymaktadır. Paleosismolojik veriler bölgenin deprem tarihçesinin belirlenmesine katkıda bulunması açısından önemlidir. Tarihi verileri kullanarak deprem riskinin incelenmesindeki temel amaç, bölgedeki aktif tektonik unsurların belirlenmesi ve bölgenin uzun süreli sismik etkiye ne kadar maruz kaldığı hakkında bir varsayım elde etmek olduğundan geçmişte meydana gelen depremlerin konumu ve boyutu ile ilgili bilgiler aktif oldukları bilinen büyük tektonik yapıları belirginleştirir” (Ambraseys ve Finkel, 2006).



Şekil 3.15. Paleosismik çalışmalar sonucunda Türkiye'deki belli başlı fay zonları boyunca araştırılan "trench" isimleri ve lokasyonları (Köksal, 2010- 3. Emme Çalıştay, Amman)

3.4. Her Bir Sismik Zon İçin b Değerinin Hesaplanması

Çalışmada 32° - 44° enlemleri 22° - 52° boylamları arasında sınırlandırılmış bölge için M.S.1900–2010 yıllarını kapsayan Türkiye-Kafkaslar bölgesi için hazırlanan kapsamlı homojen deprem katalog analiz edilmiştir. Ayrıca çalışma içinde bulunan

Kafkas ülkelerinin kendi bilim adamlarının hazırladıkları homojen deprem katalogları da güncel olarak işlenmiş ve istatistiksel analizleri yapılmıştır. Aletsel dönem (1900) başlangıcından günümüze değin (2010) Türkiye’de ve yakın çevresinde (32°-45°K Enlemleri / 23°-48°D Boylamları arası) meydana gelmiş büyüklüğü $M \geq 4.0$ olan tüm depremleri bir veri seti içerisinde Kandilli Rasathanesi Ulusal Deprem İzleme bölümünden temin edilmiş ve Türkiye için alan kaynakların a, b değerleri ve tamamlılık büyüklükleri bu katalogdan yararlanılarak hesaplanmıştır. Kafkaslar’daki zonlar için hesaplanan parametreler ise uluslararası Earthquake Model of the Middle East (EMME) projesi kapsamında hazırlanan homojen katalog kullanılarak analiz edilmiştir.

Bölgenin genel sismik aktivitesi göz önünde bulundurularak depremlerin yoğun olarak kümелendiği bölgeler ve faylanmaların yönü ve türlerine göre çalışılan bölge alan kaynaklara bölünmüş ve her bir sismik zon için depremlerin episantr dağılımları analiz edilerek deprensellik sabitleri (a ve b değerleri) tespit edilmiştir. b ve TL (tekrarlanma aralığı) değeri uzaysal dağılımlarının hesaplanmalarında kullanılan kareajlama aralıklarının ve veri dairesi yarıçaplarının değişmesinin sonuçlara etki etmesi kaçınılmazdır. Yapılan çalışmada her zon için çok farklı b değerleri elde edilmiştir. Bu depremin oluş sayısı, meydana gelen artçılar o bölgenin fay düzleminin karmaşık yapıda olması, gerilme heterojenliğine göre farklılıklar göstermiştir. Bazen deprem sayısının çok az olduğu zonlarda b değeri haritalanamamıştır. Çalışmada yapılan uzaysal dağılım hesaplamalarında kullanılan kareajlama aralıkları ve veri daire yarıçaplarının farklı değerleri için de hesaplamalar yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bunun için veri tabanı Zmap programının (Wiemer, 2001) okuma formatına uygun hale getirilerek alan kaynaklarda b değerleri incelenmiştir.

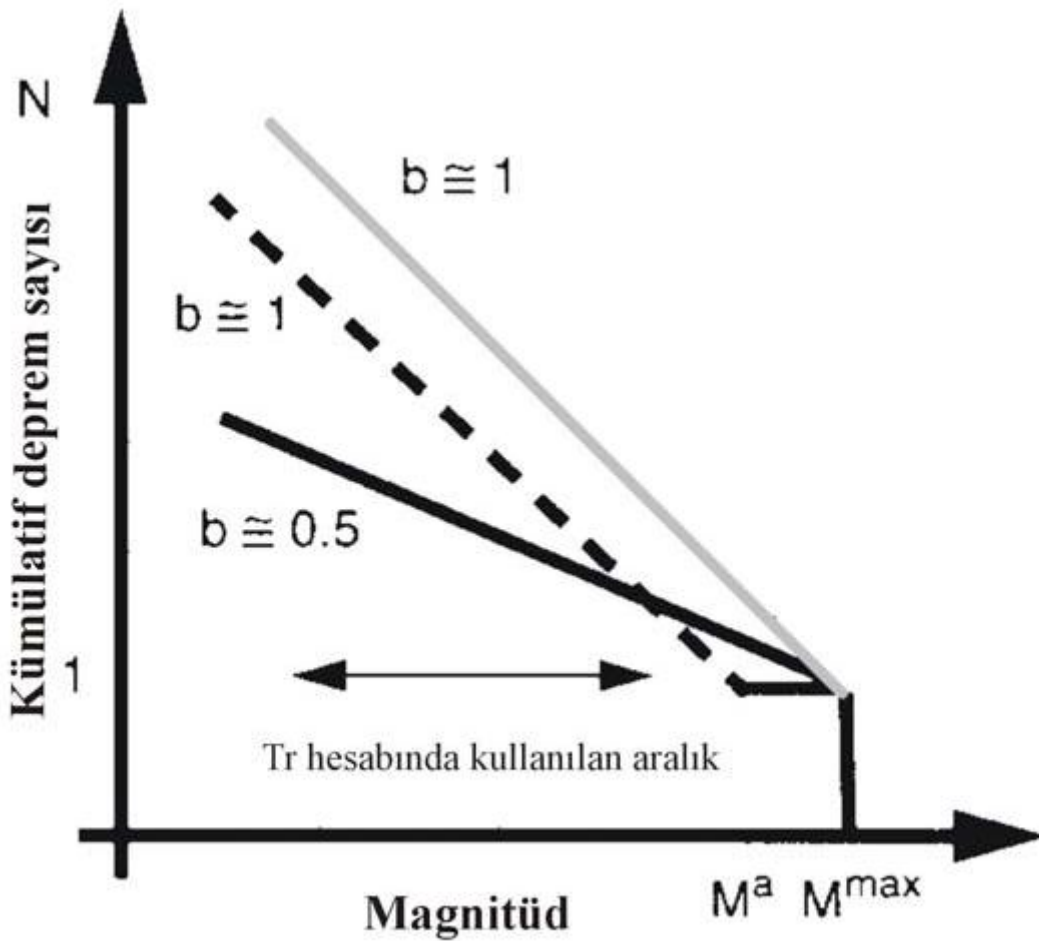
Gutenberg-Richter (1954) tarafından tanımlanan;

$$\text{Log } N = a - bM \quad (3.3)$$

Bilindiği üzere a değeri deprem etkinliğini ifade etmektedir ki, a değeri gözlem dönemi ve incelenen alanın genişliğine bağlıdır. a değeri magnitüd-frekans

bağıntısında $\log N$ eksenini kestiği noktadır. B değerinin ise depremlerin magnitüd-oluşum sayılarının logaritmaları ($\log N$) arasındaki eğim miktarıdır ve depremin oluşum fiziği ile doğrudan ilişkili olduğundan daha önce de bahsetmiştik. Dolayısı ile depremlerin istatistiksel analizleri ile elde edilen b değeri bize gelecekte olabilecek depremleri öngörme adına önemli bir parametredir (Mogi 1962a; Scholz, 1968). b değerinin gerilme heterojenliği, gerilme veya fay düzlemlerinin karmaşıklığı ile kontrol edildiği Enescu ve Ito (2002) ve tektonizma ve sismisiteye bağlı olarak değişim gösterdiği Frochlis ve Davis (1993) tarafından belirtilmiştir. Yapılan laboratuvar (Scholz, 1968) ve arazi (Urbancic ve diğ., 1992) çalışmalarında b değerinin gerilme ile ters orantılı olarak değiştiği gözlenmiştir.

Gutenberg-Richter ilişkisindeki maksimum b-değeri, tahmini deprem oluşumlarının deneysel kurallarından ve deprem boyutunun güç yasası dağılımının boyutsal tanımından yapılır. Olsson (1999), orta ölçekli ve büyük şoklar için maksimum b değerinin yaklaşık 1.5 civarında olabileceğini göstermiştir. Fakat limit hatasının da düşünülerek bu değerin 1.64'e kadar ulaşabileceğini, küçük olaylar için ise maksimum b değerinin daha küçük olabileceğini göstermiştir. Reasenberg ve Jones (1989), artçı şokların yaklaşık 1.0 civarındaki bir b değeri ile Gutenberg-Richter ilişkisine uyum sağladığını belirtmiştir. Guo ve Ogata (1997), b değerinin 0.7-1.3 arasında, bazı araştırmacılar ise (Wiemer ve Katsumata, 1999; Olsson, 1999) $b=0.6-1.4$ arasında, Utsu (1971) ise b değerinin kabaca 0.3-2.0 arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. (Çetin, 2004).



Şekil 3.16. Frekans- magnitüd dağılımları için modellerin şematik gösterimi (Wiemer ve Wyss, 1997) Gri çizgi standart T_r (tekrarlanma zamanı) hesabı için farz edilen dağılımdır: $N_{M_{max}=1}$ de kesen $b \approx 1$ eğrisidir (Gutenberg-Richter, 1944). Kesikli çizgi birçok doğrultu atımlı faylar için tüm bir kırık bölgesi kullanılarak yapılan dağılımı gösterir (Wesnousky, 1994; Stirling vd., 1996), $N_{M^a=1}$ de kesen $b \approx 1$ eğrisidir. Burada M^{a0} en büyük artçı şokun magnitüdüdür. Siyah çizgi $N_{M_{max}=1}$ de kesen düşük bir değerle yaklaşık $b=0.5$ olan asperitelerdeki dağılımı gösterir. Bu dağılım T_r hesabında kullanılması önerilen dağılımdır (Wiemer ve Wyss, 1997).

Fay zonlarındaki karmaşık bölgelerde b değerleri küçüktür (Amelung ve King, 1997; Wiemer ve Wyss, 1997). Bu bölgeler atımın kaybolduğu veya nasıl davrandığı bilinmeyen, çatallaşmaların görüldüğü yerler olarak açıklanabilir (Wyss ve diğ., 2000). Wiemer ve Katsumata (1999)ın yaptığı çalışmada artçı sarsıntıların b katsayılarındaki değerleri ile ana şok sırasında oluşan kırılma boyunca gözlenen atımlar arasında doğrusal bir ilişki saptanmıştır. Bu ilişkiye göre atım miktarının azaldığı

yerlerde, düşük b değerleri bulunur. Yüksek malzeme heterojenitesi veya çatlak yoğunluğu yüksek b değerleri ile ifade edilir ve ısı dağılımında olan yükselim yüksek b değerine neden olabilir (Mogi, 1962c).

Malzemenin heterojen olduğu bölgelerde b değeri yüksek çıkar. Malzeme heterojenliği incelenen bölgeyi oluşturan kayaçların malzeme özelliklerinin çok fazla değişken olmasından kaynaklanır. Bu malzeme özellikleri kayaçların içerdiği kırık yoğunluğu, kırılma direnci ve gözenek sıvı basıncı gibi parametreler olabilirler. Örneğin, çok kırıklı döküklü bir yapı içeren kayaçlar küçük depremleri oldukça fazla sayıda üretebileceklerinden, büyük bir b değeri gözlenir. Artçı sarsıntı verilerinden bulunan b değeri, malzeme heterojenliğini karakterize etmez. Bu nedenle, tarihsel dönem verileri ile bulunacak b değerinden farklıdır. Dolayısıyla malzeme heterojenliğine bağlı olarak b değerlerinde değişim gözlenir (Wiemer, Katsumata, 1999). Bu gözlemler, artçı deprem serileri için hesaplanan b değerlerinin büyük bir değişim aralığı göstereceği ve artçı serilerin b değerlerinin faylanmanın karmaşık yapısını temsil edeceğini gösterir. Artçı sarsıntı serilerinin b değerlerinin uzay ve zaman içindeki dağılımlarının ayrıntılı çalışılmasının, artçı deprem risk değerlendirmesi için önemli olduğu vurgulanmıştır (Wiemer, Katsumata, 1999). Wiemer ve Katsumata (1999), b değerinin bölgesel dağılımını ana şok boyunca S dalgası dağılımı ile karşılaştırmışlar ve en büyük S dalgası enerjisi bölgesinin yüksek b değeri ile ilişkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Magnitüd-deprem sayısı dağılımındaki bölgesel değişimler zamana bağlı değişimlerden daha önemlidir (Urbancic vd., 1992; Wiemer vd., 1998). b değerlerindeki yükselim ana şok tarafından üretilen gözenek basıncındaki zamana bağlı bir yükselimden kaynaklanıyor olabilir ve bu değişim haritası, b değerlerinin artçı şok dizilerinde genel olarak daha yüksek olmadığını gösterir (Wiemer ve Katsumata, 1999).

Bunlara rağmen, b değerinin fiziksel anlamı net değildir. Çünkü hesaplanan değerler kullanılan verilere ve yöntemlere bağlı olarak değişir (Alptekin, 1978). Bir bölge için b değeri yalnızca bölgedeki küçük ve büyük depremlerin kısmi oranlarını yansıtmaz, aynı zamanda bölge civarındaki gerilme şartları ile de ilişkilidir. b değerleri sismotektonik açıdan oldukça önemli bilgiler verir. Bununla birlikte b değerlerindeki hata eksik kataloglardan kaynaklanabilir. Bender (1983), b değerinin aralık boyutu,

maksimum magnitüd, örnekleme boyutu ve veri uyum teknikleri üzerinde bağıllığını gösteren detaylı çalışmalar yapmıştır. Kagan (1999), b değeri hesabının sistematik hatalardan güçlü bir şekilde etkilendiğini belirtmiştir. Ayrıca, Wiemer vd. 'ne (1998) göre b değerindeki değişimler; magnitüd ölçeğine, derinliğe ve diğer faktörlere bağılı olarak %50 veya daha fazla olabilir. b değerlerindeki değişimi etkileyebilecek olasılıklar şunlar olabilir:

- a) Sismik katalogların tamamlılığı,
- b) b değerinin odak derinliğine bağıllığı,
- c) b değeri hesabında kullanılan teknik,
- d) Belirgin kaynak bölgelerindeki b değerlerinin hâkimiyeti (Çetin, 2004).

B değerindeki bazı farklılıklar değişik sismik bölgeler arasında gözlenir ve bu farklılıkların önemi ile ilgili pek çok tartışma vardır. Küçük bir artçı şok bölgesi için bile b-değeri önemli değişimler gösterebilir. Minimum b değeri, bölgedeki gelecek bir deprem için olası bir yere işaret edebilir (Westerhaus ve diğ., 2002).

Gutenberg-Richter ilişkisindeki b değerinin sismik değerlendirmelerdeki önemi ve deprem tahmininde öncü anomali olarak kullanılabilirliğinin yanında, gerilme birikimi, çatlak yoğunluğu ve heterojenite derecesi gibi sismojenik malzemedeki mekanik karakterlerin bir tamamlayıcısıdır (Voidomatis vd., 1990). Ogata vd., (1991), b değeri tahminindeki değişimlerin sismik dalga hızları ile uyum sağladığını, yüksek ve düşük b değerleri bölgesinin sırasıyla düşük ve yüksek P-dalgası hızları ile ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca tüm b değerleri değişiminin, bölgenin daha sığ kısımlarında P dalgası kısmi hız süreksizliklerinin yapısı ile uyum içinde olduğunu yüksek ve düşük b değerlerini, sırasıyla yüksek ve düşük S dalgası soğurulma eğrileriyle ilişkilendirmişlerdir (Çetin, 2004).

3.5. En Büyük Olasılık Yöntemi

Bu çalışmada b değerinin belirlenmesinde en büyük olasılık yöntemi kullanılmıştır (Aki, 1965).

$$b = \frac{\log_{10} e}{\langle m \rangle - m_0} \quad 3.4$$

Burada $\langle m \rangle$ ortalama magnitüd ve m_0 ise incelenen zaman aralığında deprem kataloğunun tamamlılık düzeyini gösteren minimum magnitüd veya kesme magnitüdüdür. Minimum magnitüd değeri M_{min} , tamamlılık magnitüdü M_c 'ye eşit ya da ondan büyük olarak alınır. En büyük olasılık yöntemi, yapay (suni) olarak düşük b değerlerine neden olabilen algılama eşiğindeki artışlara karşı daha fazla hassas olabilir. Bu çalışmada kullanılan ZMAP (Wiemer, 2001) paket bilgisayar programı ile en büyük olasılık yöntemi ya da en küçük kareler yöntemi ile hesaplanan b değerleri genel olarak birbirlerine % 10 hata oranı ile uyarlar (Utkucu ve diğ., 2011).

Bir bölge için G-R bağıntısı, hedeflenen bir magnitüd (M_h) için o bölgedeki deprem tekrarlanma zamanı (TR)

$$Tr = \frac{\Delta t}{10^{(a-bM_h)}} \quad 3.5$$

bağıntısı ile kolayca hesaplanabilir (Wiemer ve Wyss, 1997). Burada ΔT depremsellik kataloğunun kapsadığı zaman aralığını temsil etmektedir. Ancak bölgesel depremsellikten belirlenecek G-R bağıntısından hesaplanacak deprem tekrarlanma zamanları güvenilir olmayacaktır (Wiemer ve Wyss, 1997). Çünkü b değeri uzaysal olarak daha ayrıntılı (1 km'ye varan ayrıntıda) incelendiğinde, 1 değerinden önemli sapmalar olduğu görülmüştür (Wiemer ve Wyss, 1997; Westerhaus ve diğ., 2002). Dolayısıyla, bölgesel depremsellikten yapılacak belirlemelerde uzaysal olarak değişmekte olan b değerlerinin ortalamasını içeren bir G-R bağıntısı ve bu bağıntıdan belirlenmiş bir deprem tekrarlanma zamanı (TR) bulunacaktır. Bölgesel ölçekte uzanan fay zonlarının deprem üretme davranışını

yerel ölçeklerde uzanan pürüzler (asperity) belirlediğinden yerel olarak ayrıntılı bulunacak G-R ilişkilerinden deprem tekrarlanma zamanları 3.5 no.lu bağıntı ile daha güvenilir belirlenebilir (Wiemer ve Wyss, 1997; Wyss ve Matsumura, 2002). Pürüzler, fay zonu üzerinde belirgin gerilme birikim yerleri olduğundan anomali olarak düşük b değerlerine neden olacaktırlar (Wiemer ve Wyss, 1997; Öncel ve Wyss, 2000; Wyss ve Matsumura, 2002; Motaghi ve diğ., 2010). Böylelikle, 3.5 no.lu bağıntı ile hesaplanacak deprem tekrarlanma zamanı yerel deprem tekrarlanma zamanı (TL) olarak isimlendirilmektedir (Utkucu ve diğ., 2011).

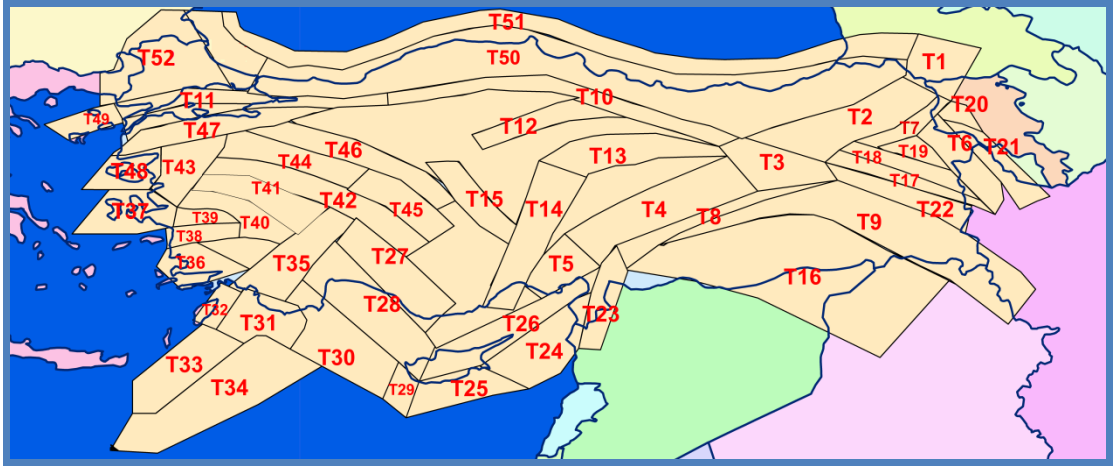
b değerleri değişimi kırılan fay zonları boyunca derinlik boyutunda haritalanarak yorumlanmaya çalışılacaktır. Gutenberg-Richter (G-R) ilişkisi geliştirilerek bu ilişkilerden b parametresi belirlenecektir. b değerlerinin bölgesel değişimlerinin yer yüzeyi üzerinde haritalanması işlemi yapıldıktan sonra elde edilen tüm parametreler birlikte tartışılacak, depremlerin genel davranışları ile tektonik yapılar arasındaki ilişkiler irdelenecek ve elde edilen sonuçlar deprem tehlikesi açısından değerlendirilmeye çalışılacaktır.

BÖLÜM 4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

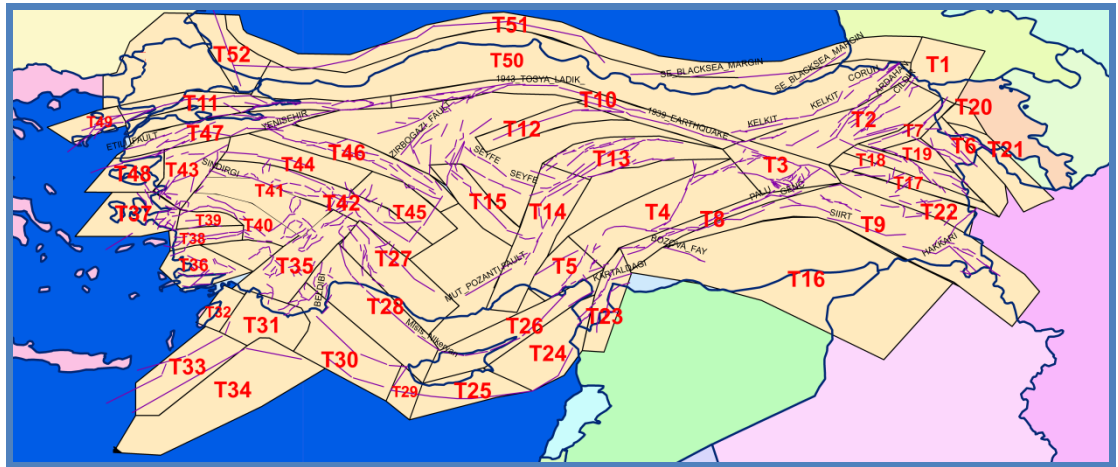
4.1. Türkiye İçin Sismik Kaynak Zonların Belirlenmesi, Uzaysal Parametrelerin Elde Edilmesi ve Mw=7 Büyüklüğündeki Depremin Tekrarlanma Zamanının Hesaplanması-Haritalanması

Türkiye ve yakın çevresi; sismisite, aktif faylar, jeoloji, GPS gözlemleri ve kayma hızı bilgileri gibi verilere göre kaynak zonlara bölünmüş ve Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü Ulusal Deprem İzleme Merkezi'nden temin edilen 1900-2010 yılları arası Türkiye ve yakın çevresinde (32-45°K Enlemleri / 23-48°D Boylamları arasında meydana gelmiş büyüklüğü $M \geq 4.0$ olan 9184 adet tüm aletsel dönem depremleri analiz edilerek kaynak zonların b değeri değişimleri haritalanmış, a ve b değerleri, tamamlılık büyüklükleri hesaplanmıştır (Bkz. Bölüm 12.3.4). Ayrıca kaynak zonlara düşen depremlerin yıllara göre dağılımları, kümülatif deprem grafikleri, büyüklüklerine göre deprem sayısı ve dağılımları analiz edilmiş, her bir deprem kaynak zonu için G-R bağıntısı, hedeflenen bir magnitüd ($M_w=7$) için o bölgedeki deprem tekrarlanma zamanı (TR) değişim haritaları elde edilmiştir (Bkz Bölüm 12.3.5).

Çalışmanın bazı bölümlerinde ise kaynak zona düşen veri sayısı azlığından b, a değerleri ve tamamlılık magnitüdüleri hesaplanamamış bu yüzden bu kaynak zonlarında 32°-44° enlemleri 22°-52° boylamları arasında sınırlandırılmış bölge için M.S.1900-2011 yıllarını kapsayan Türkiye-Kafkaslar bölgesi için hazırladığımız kapsamlı homojen deprem katalog analiz edilmiştir. Kaynak zonları için 0.02*0.02 olacak şekilde grid alanı oluşturulmuş, her grid alanının en fazla 100 km çapı çevresinde en yakın depremler en az 50 olay olacak şekilde b değeri analizleri yapılmıştır.



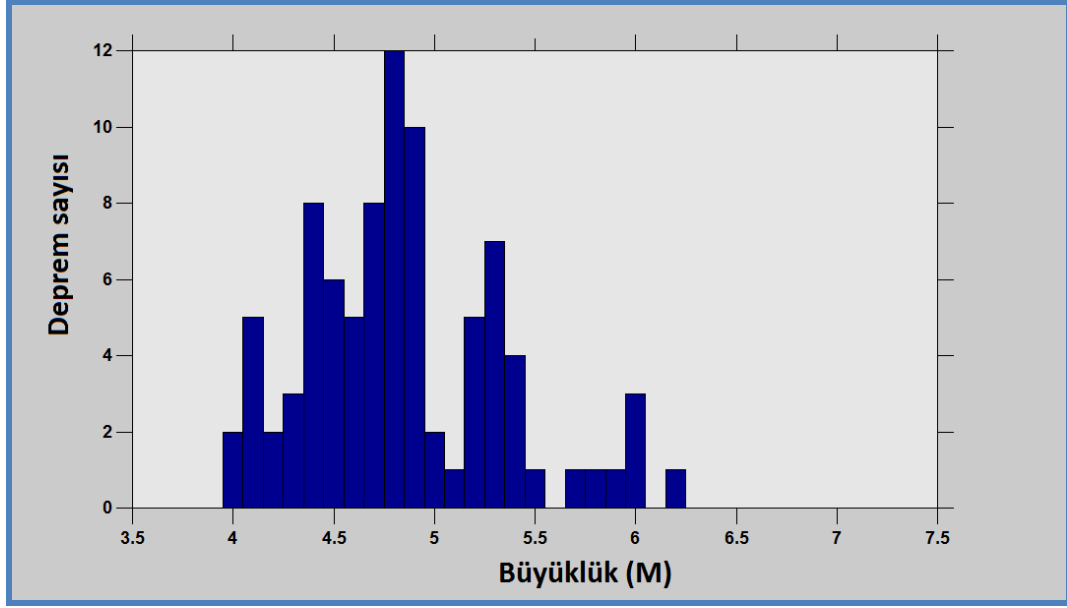
Şekil 4.1. Türkiye'nin belli başlı deprem kaynak zonlarının kodlandırılması



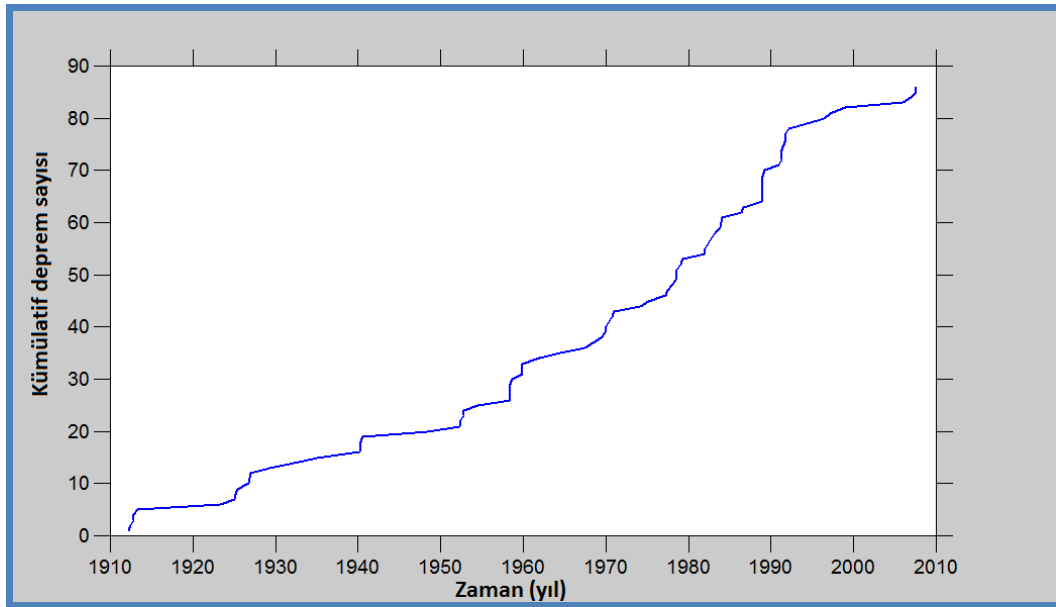
Şekil 4.2. Türkiye'nin aktif fay ve deprem kaynak zonları

4.1.1. T1- Türkiye-Gürcistan sınırı deprem kaynak zonu analizleri

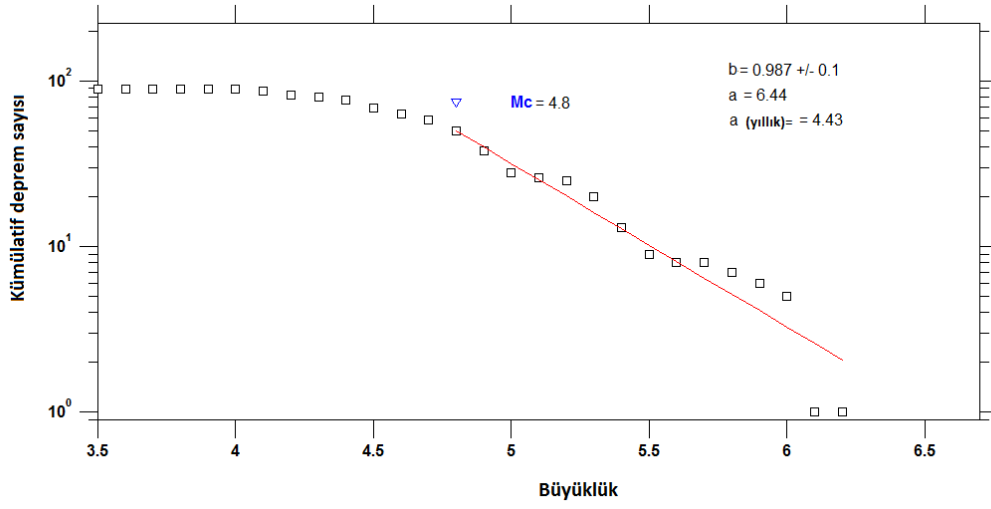
Bu bölge ve 13. bölge dâhil olmak üzere analiz için Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü Ulusal Deprem İzleme Merkezinden aldığımız aletsel dönem (1900) başlangıcından günümüze değin (2010) Türkiye'de ve yakın çevresinde (32-45°K Enlemleri / 23-48°D Boyamları arası) meydana gelmiş büyüklüğü $M \geq 4.0$ olan tüm depremlerden oluşan bir veri seti kullanılmıştır.



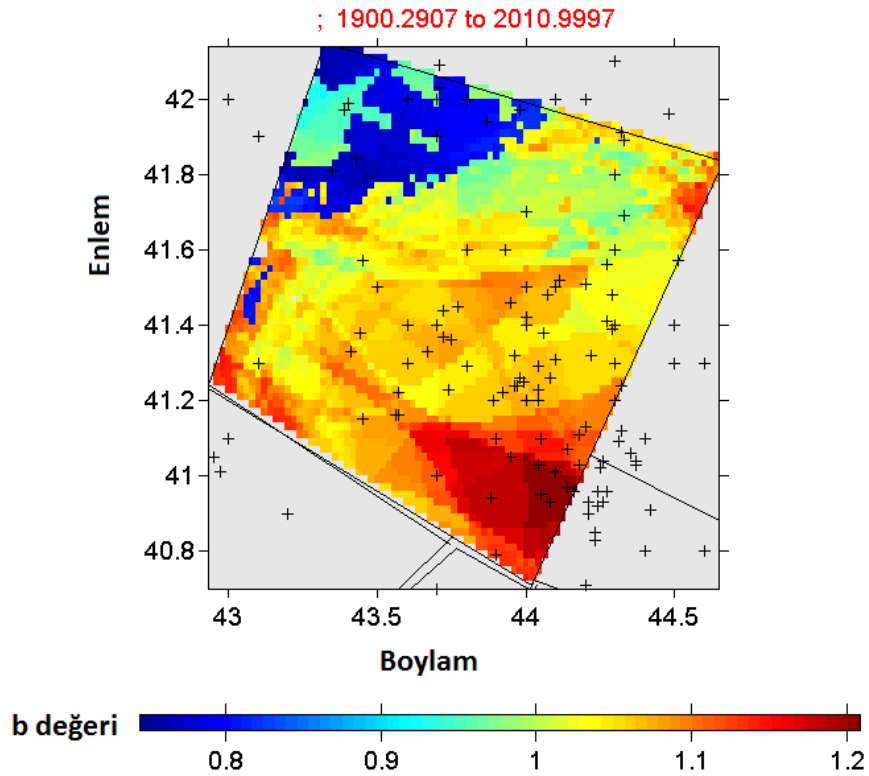
Şekil 4.3. Karelej yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi



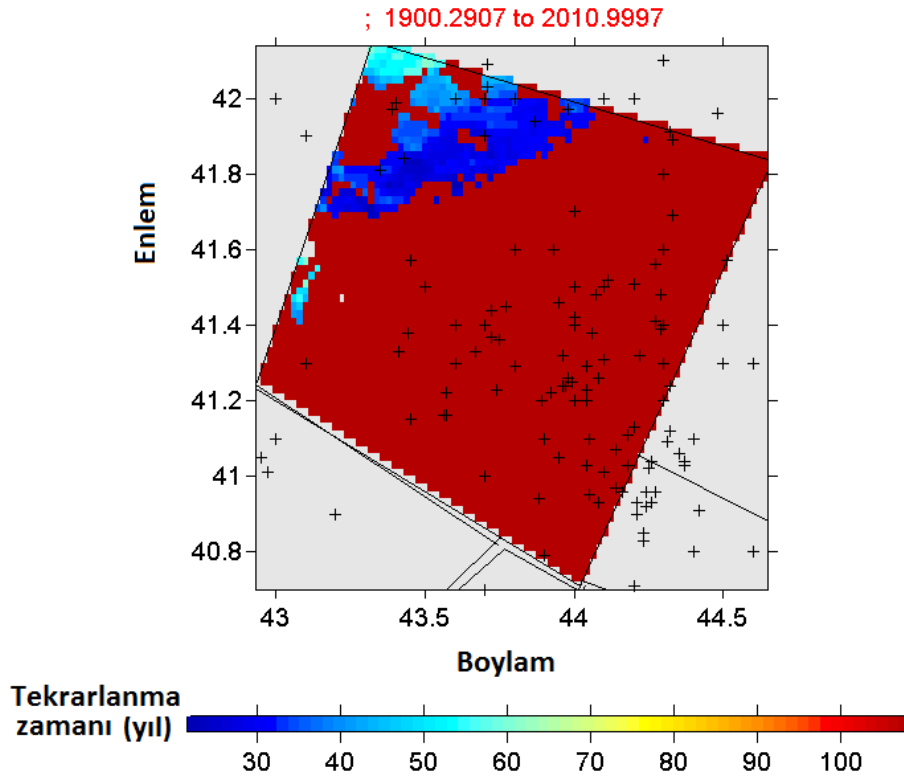
Şekil 4.4. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



Şekil 4.5. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

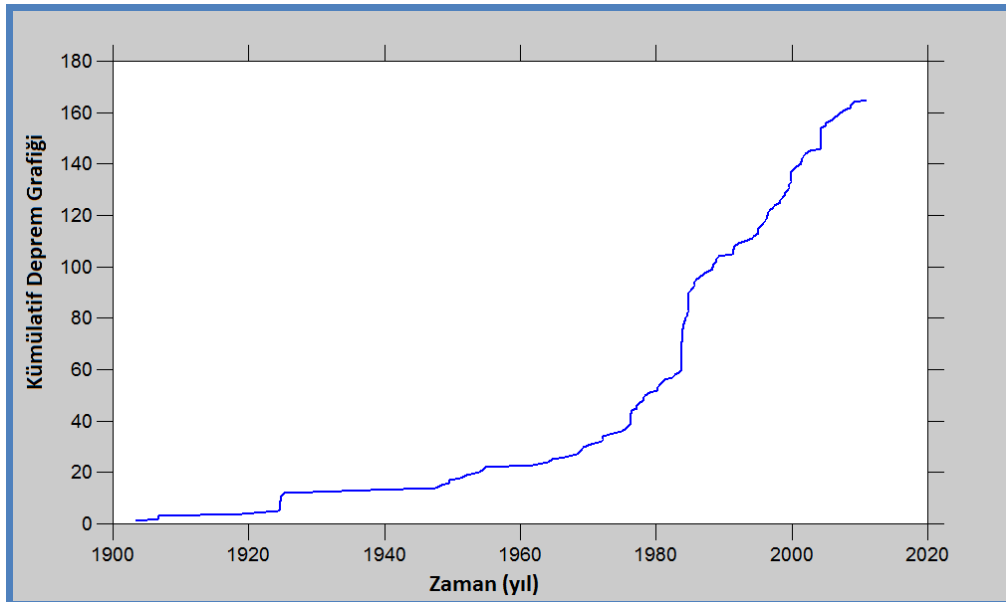


Şekil 4.6. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

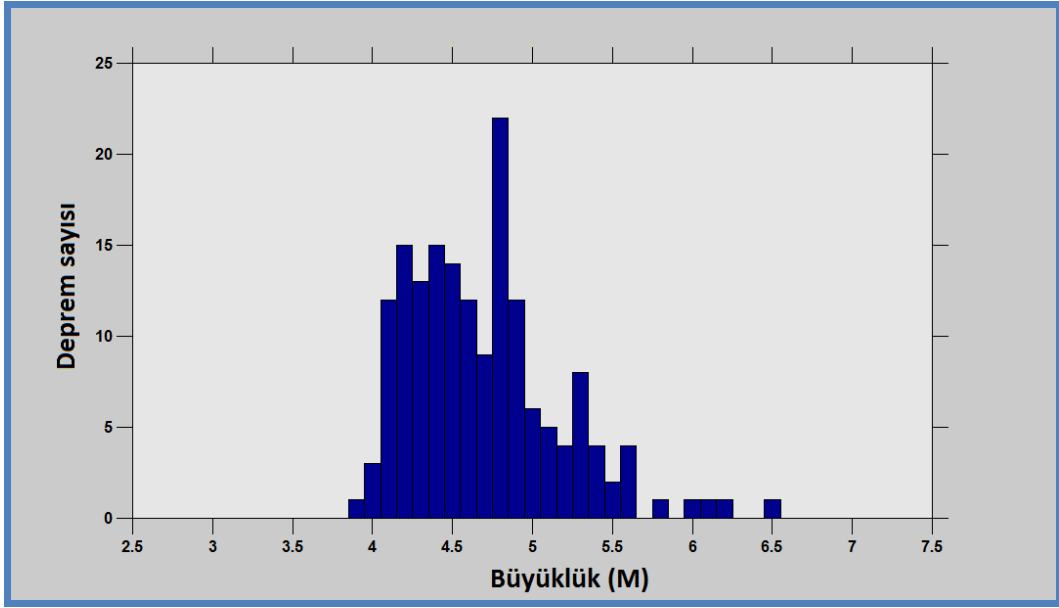


Şekil 4.7. Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

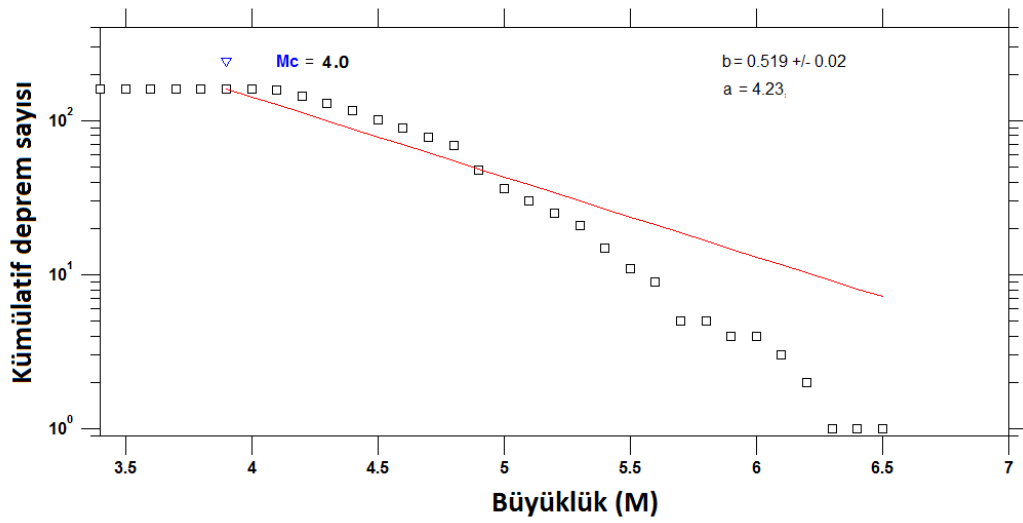
4.1.2. T2-Erzurum deprem kaynak zonu analizleri



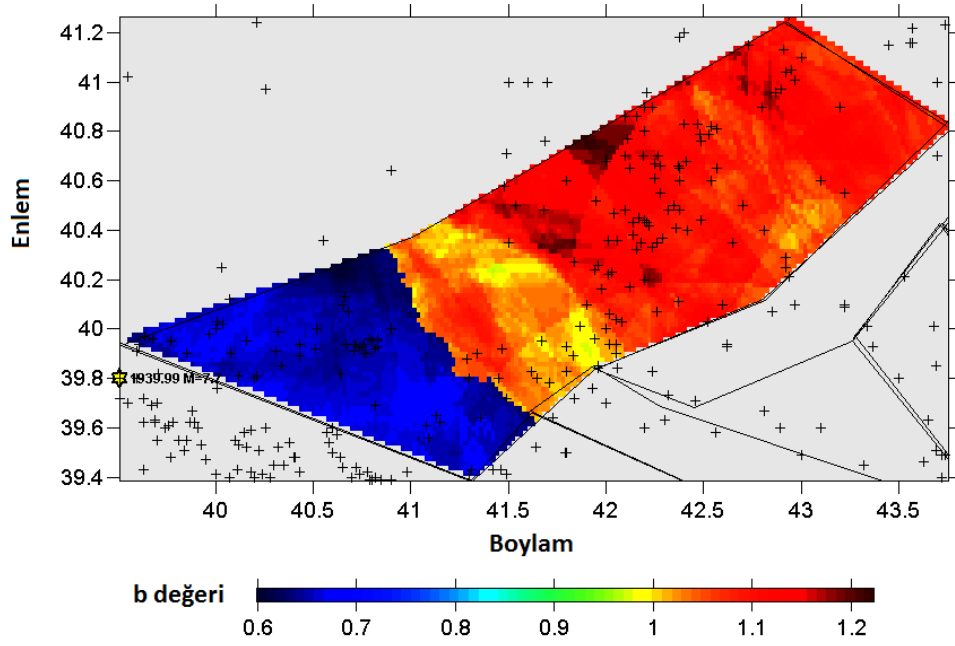
Şekil 4.8. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



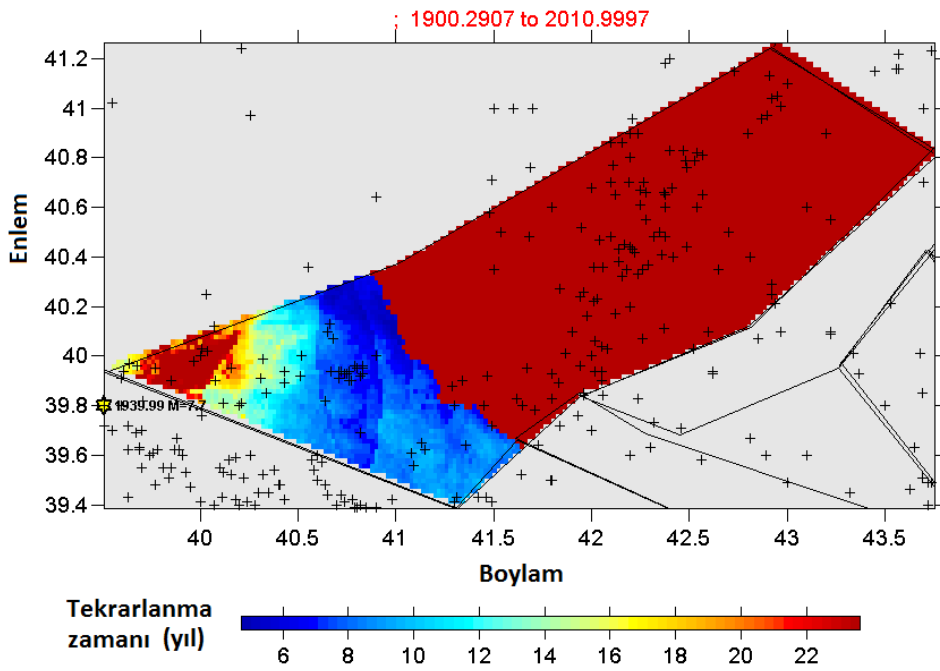
Şekil 4.9. Karelaaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.10. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

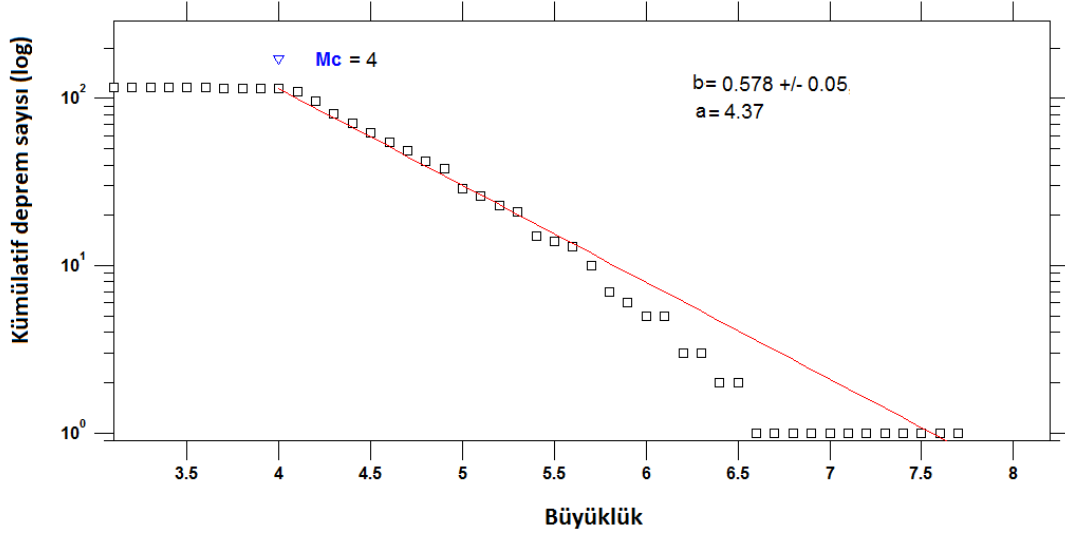


Şekil 4.11. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

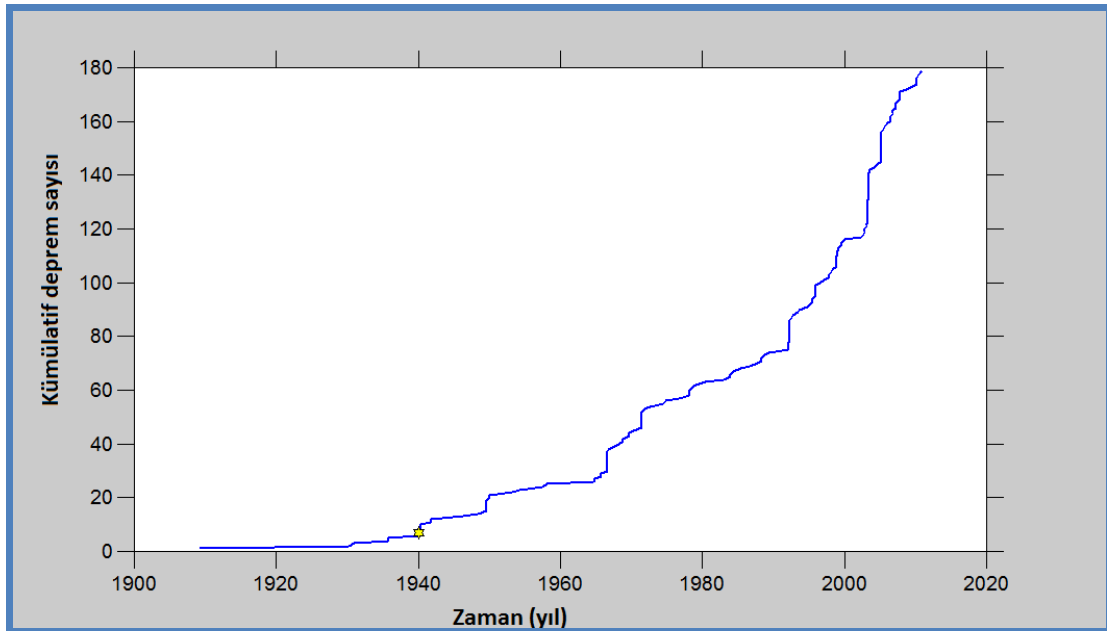


Şekil 4.12. Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

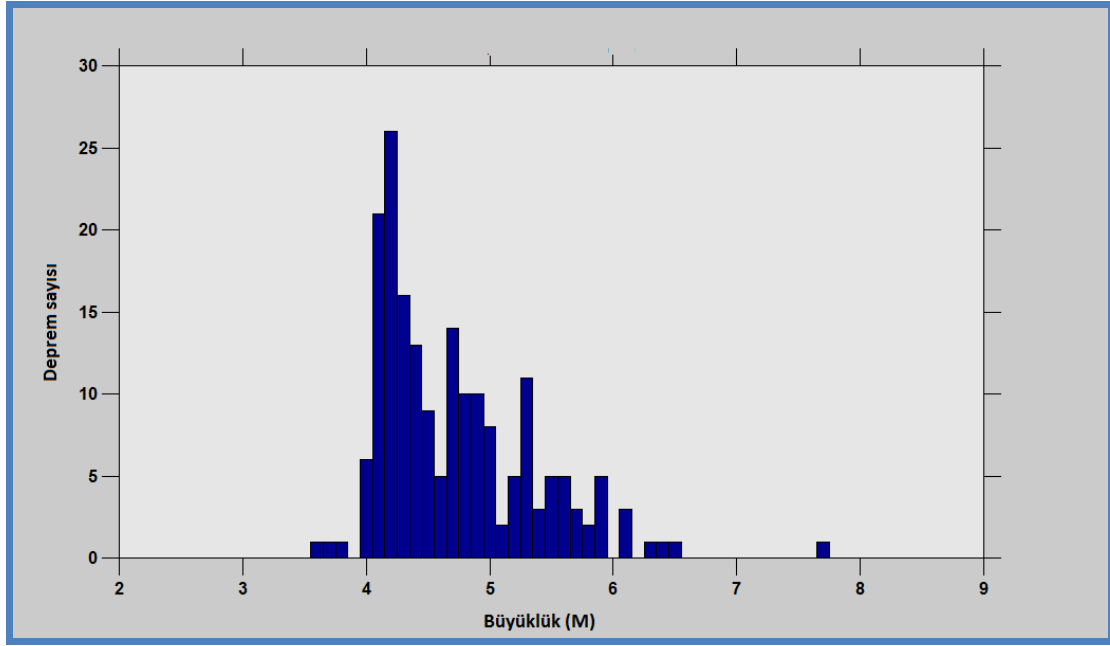
4.1.3. T3-Bingöl-Karakoçan deprem kaynak zonu analizleri



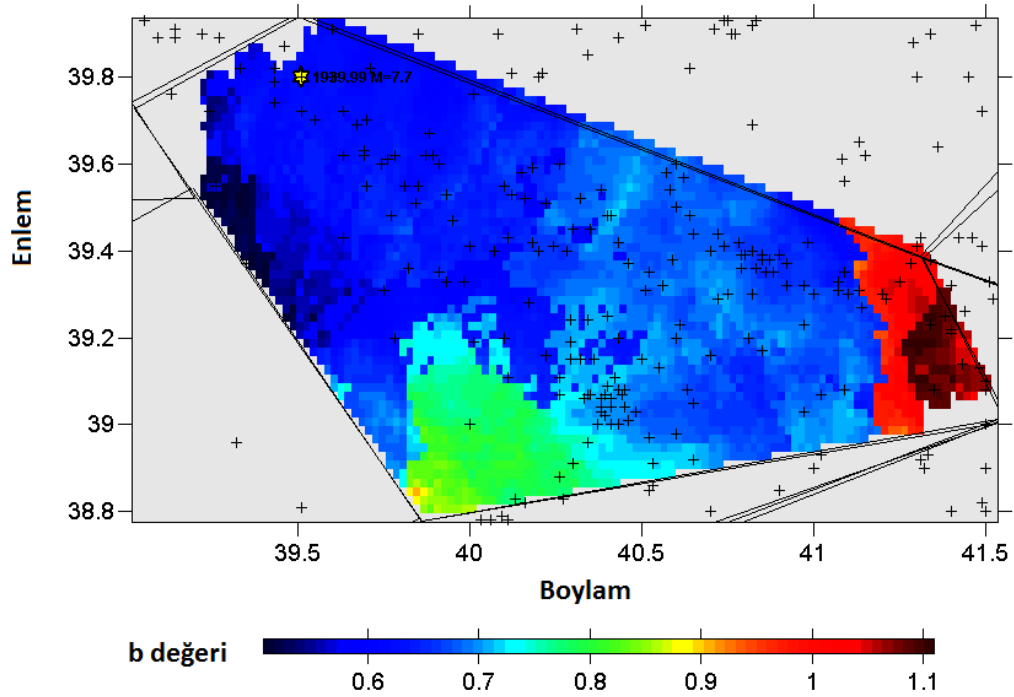
Şekil 4.13. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)



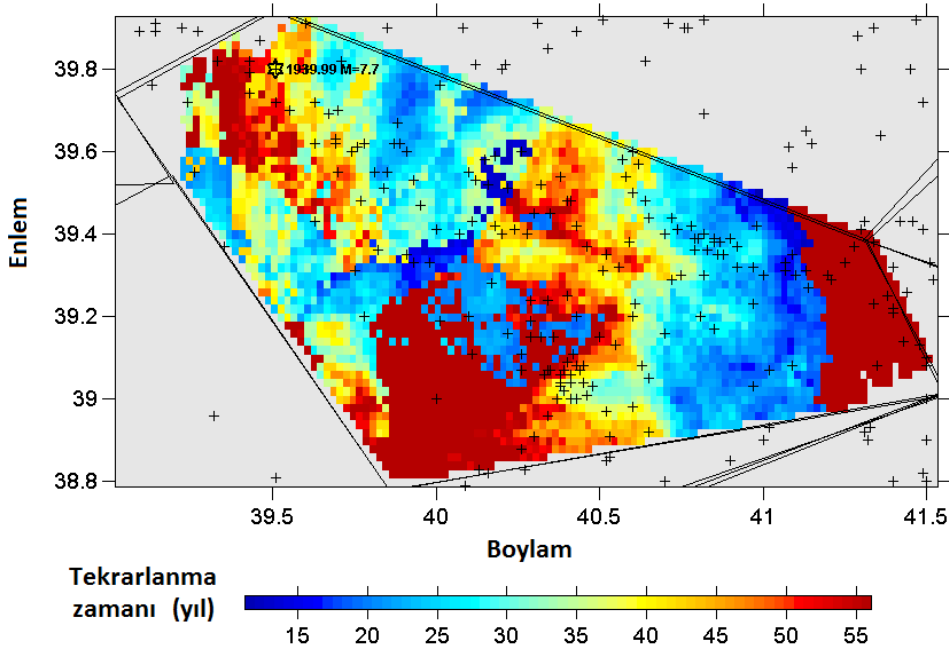
Şekil 4.14. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



Şekil 4.15. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi

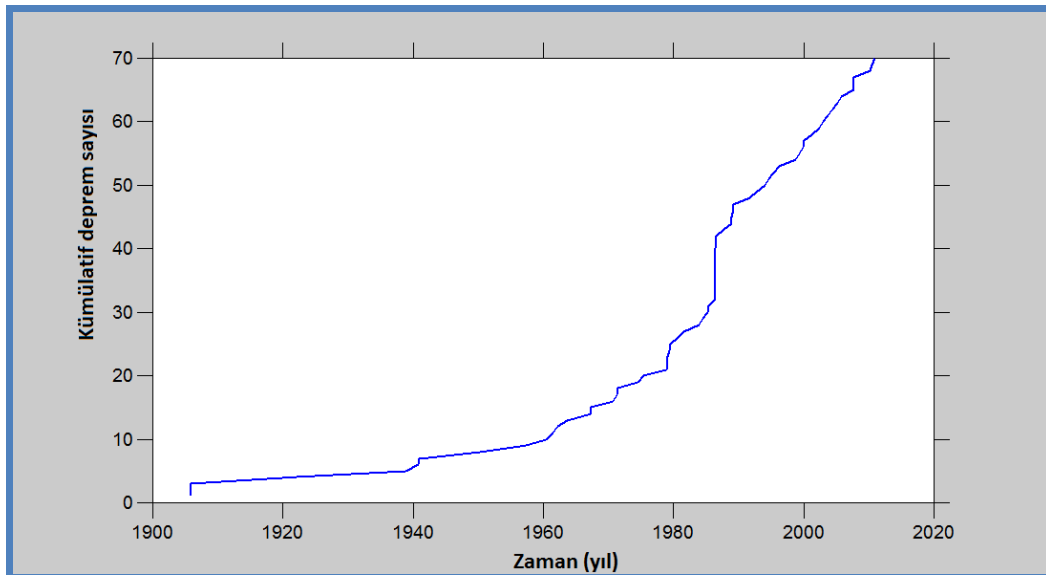


Şekil 4.16. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

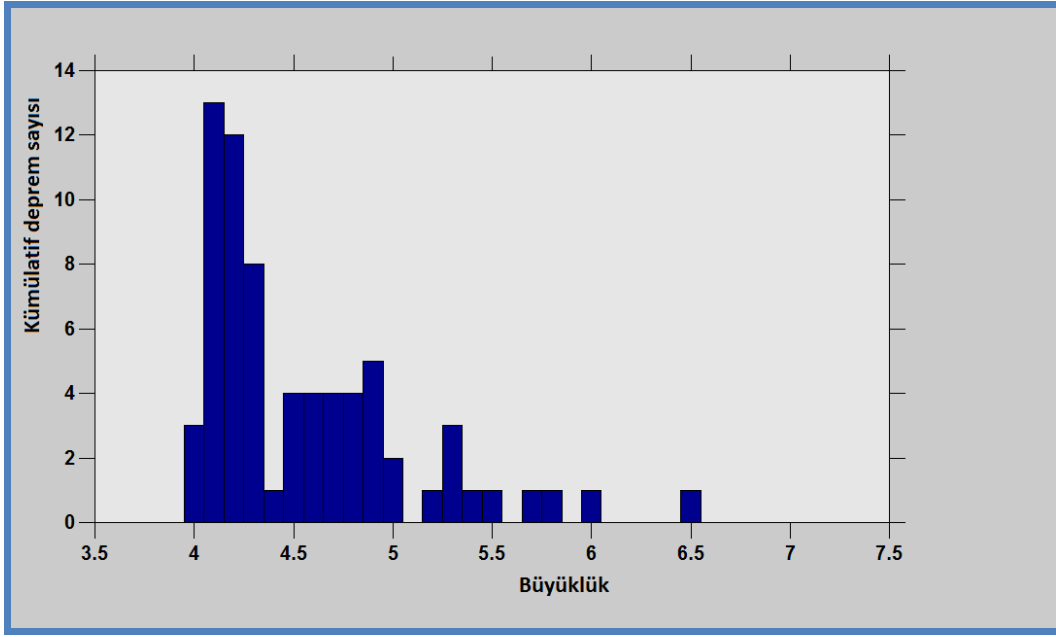


Şekil 4.17. Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

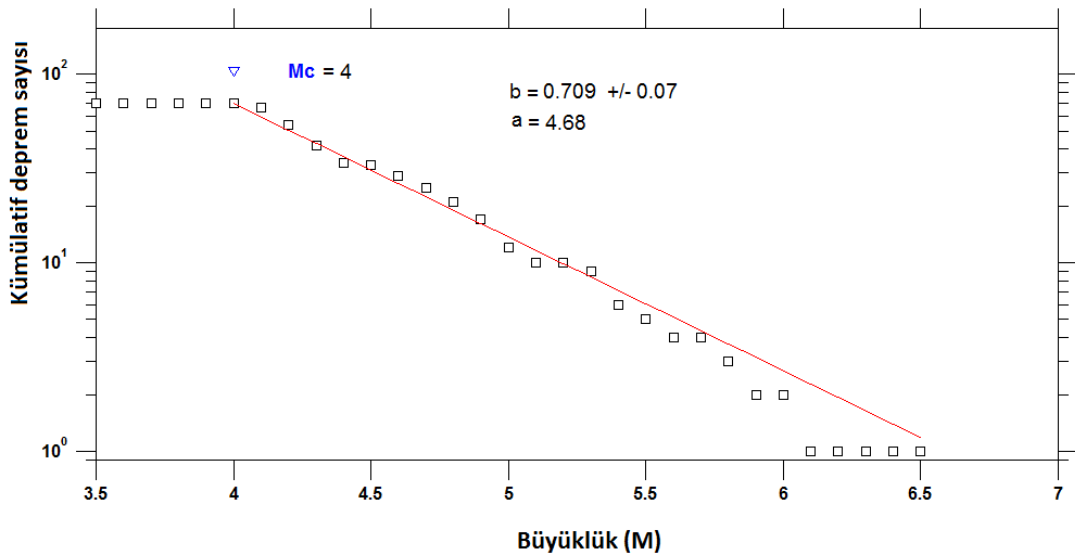
4.1.4.T4-Malatya-Elbistan deprem kaynak zonu analizleri



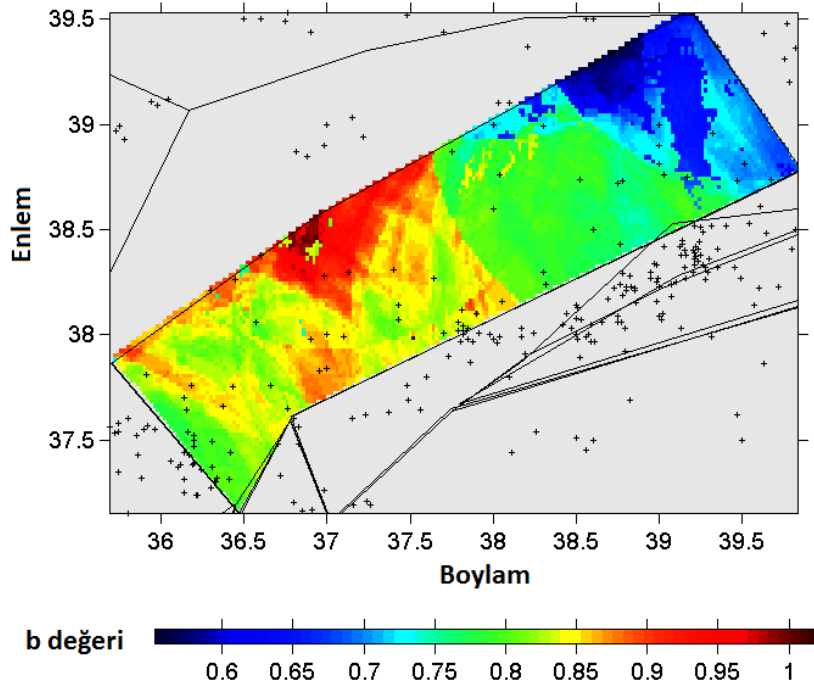
Şekil 4.18. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



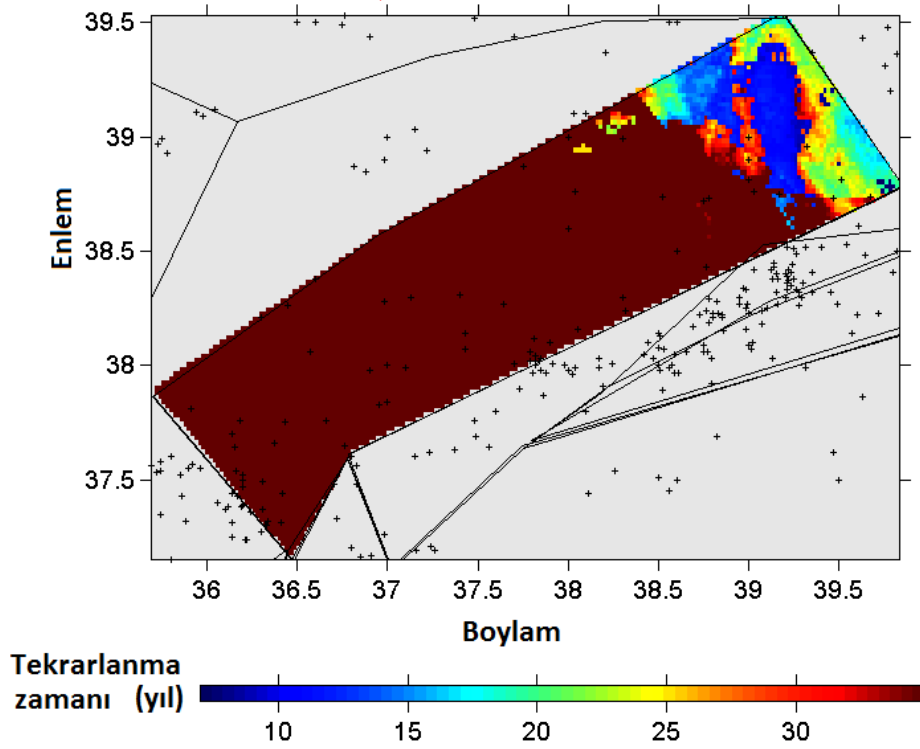
Şekil 4.19. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.20. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

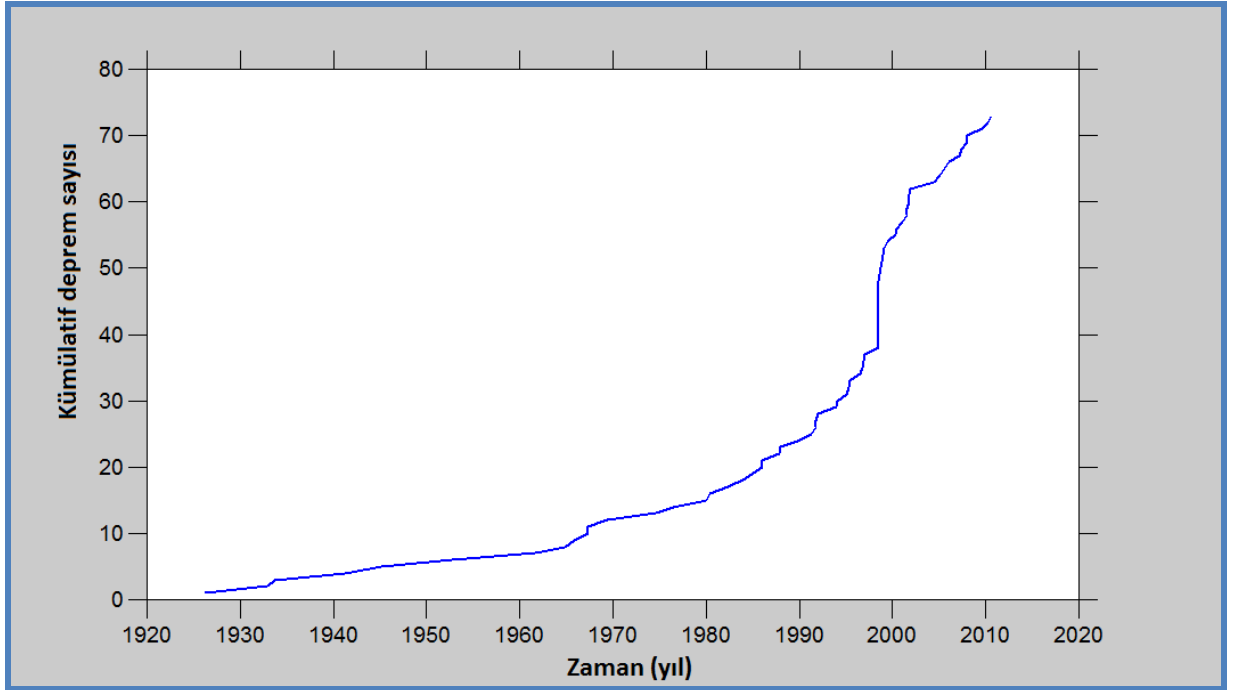


Şekil 4.21. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

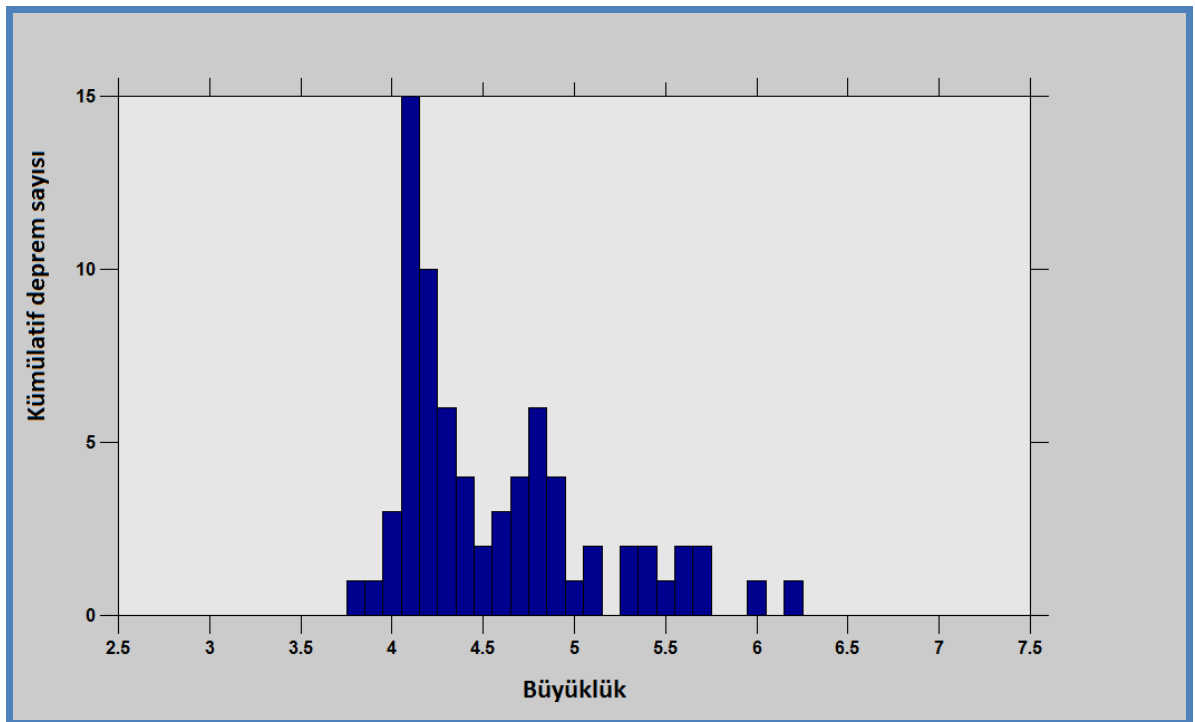


Şekil 4.22. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

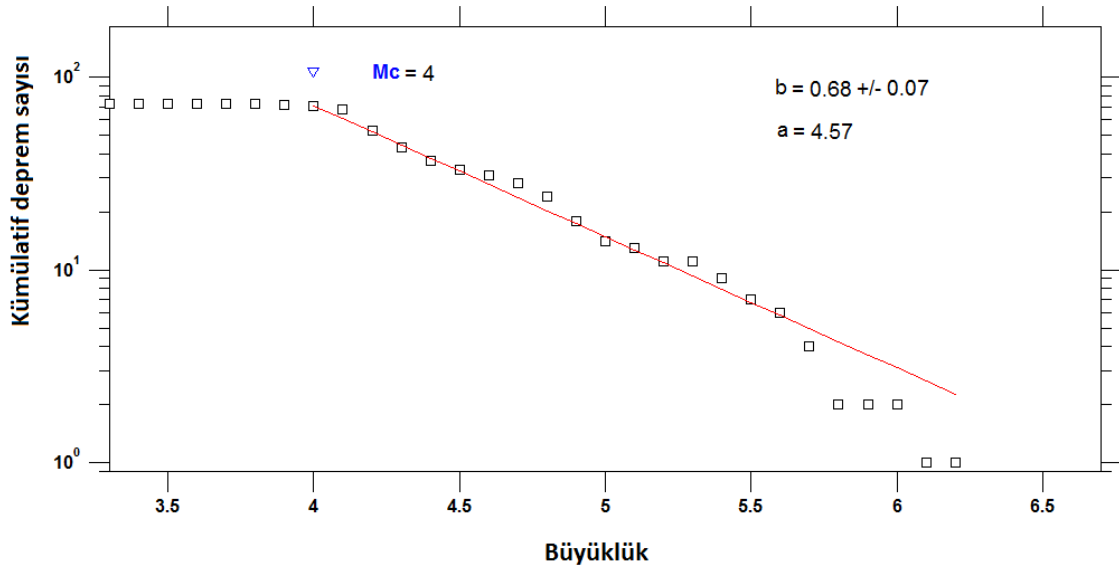
4.1.5. T5-Göksun-Kozan deprem kaynak zonu analizleri



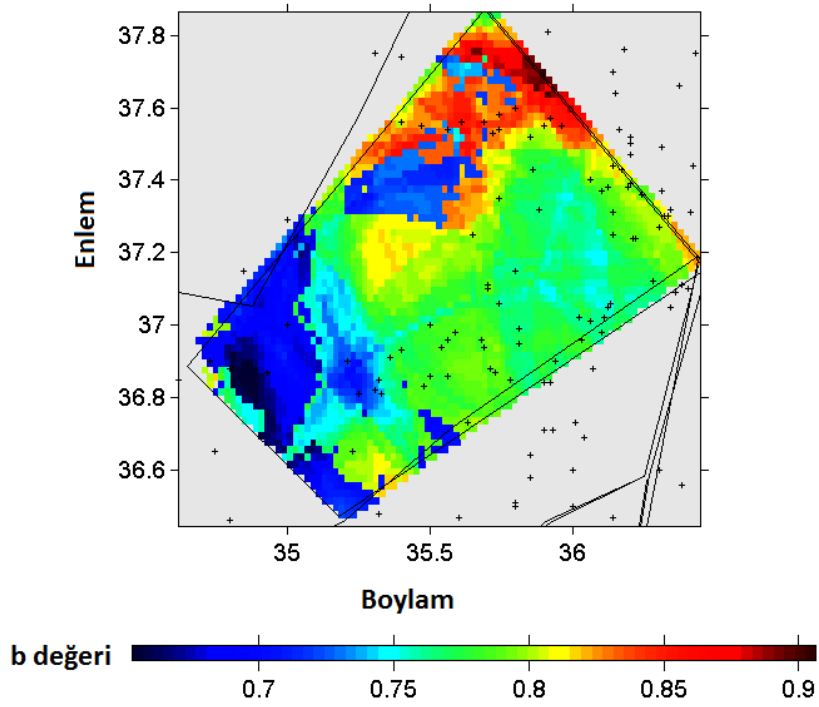
Şekil 4.23. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



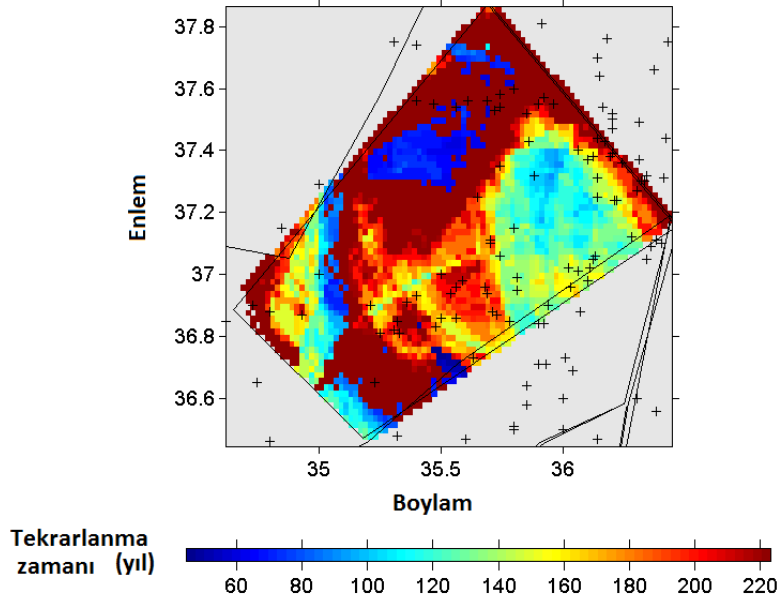
Şekil 4.24. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.25. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

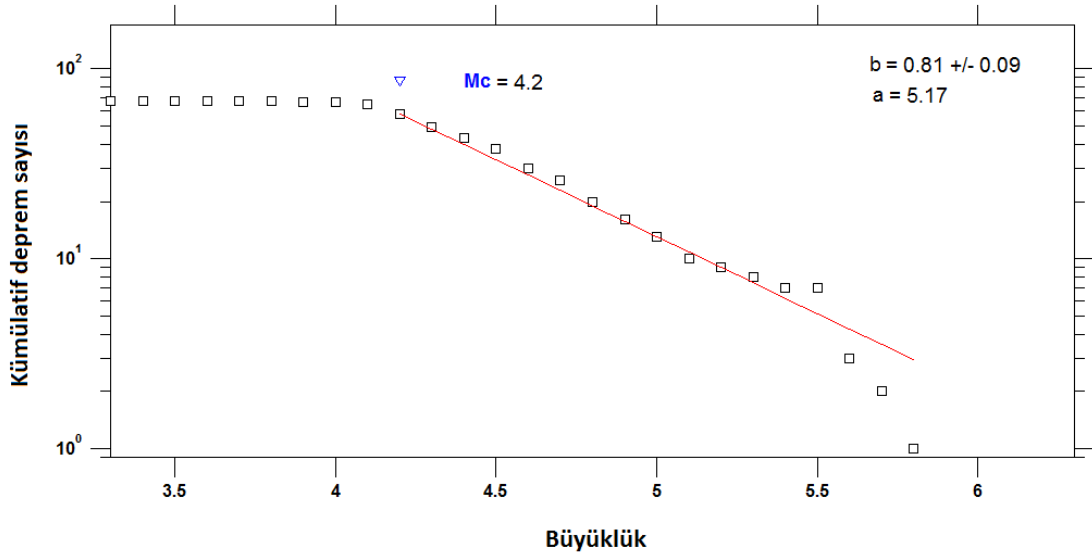


Şekil 4.26. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

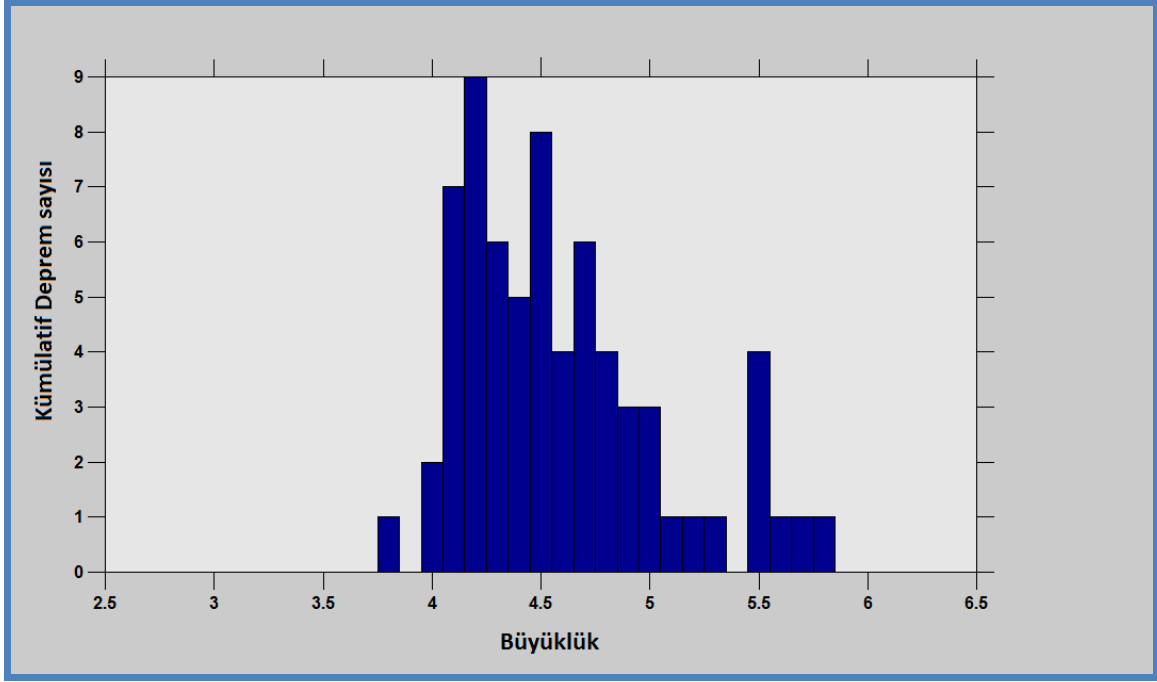


Şekil 4.27. Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

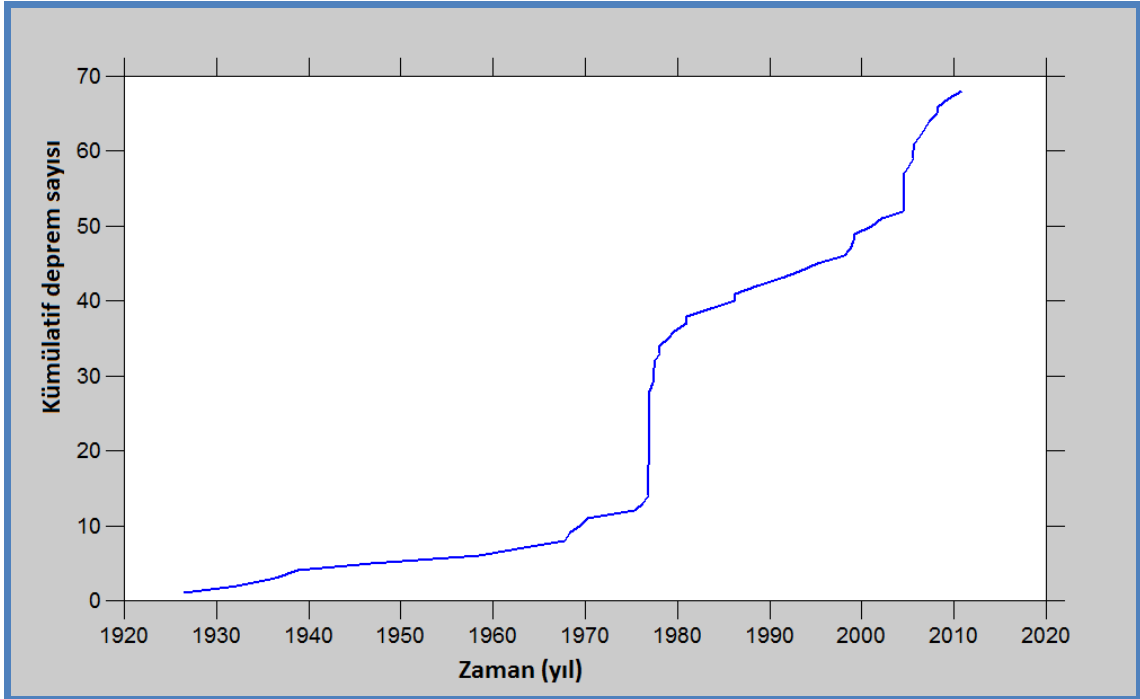
4.1.6. T6-Iğdır deprem kaynak zonu analizleri



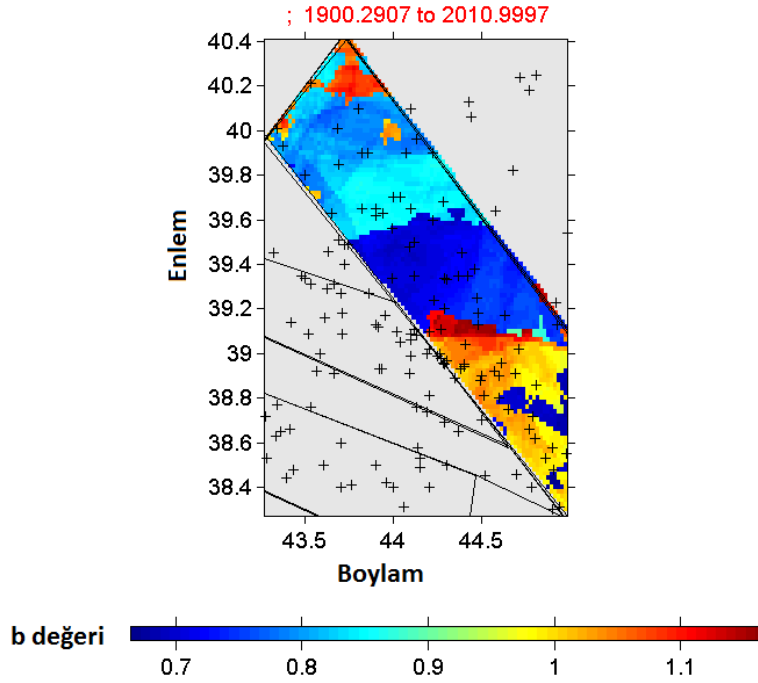
Şekil 4.28. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc)



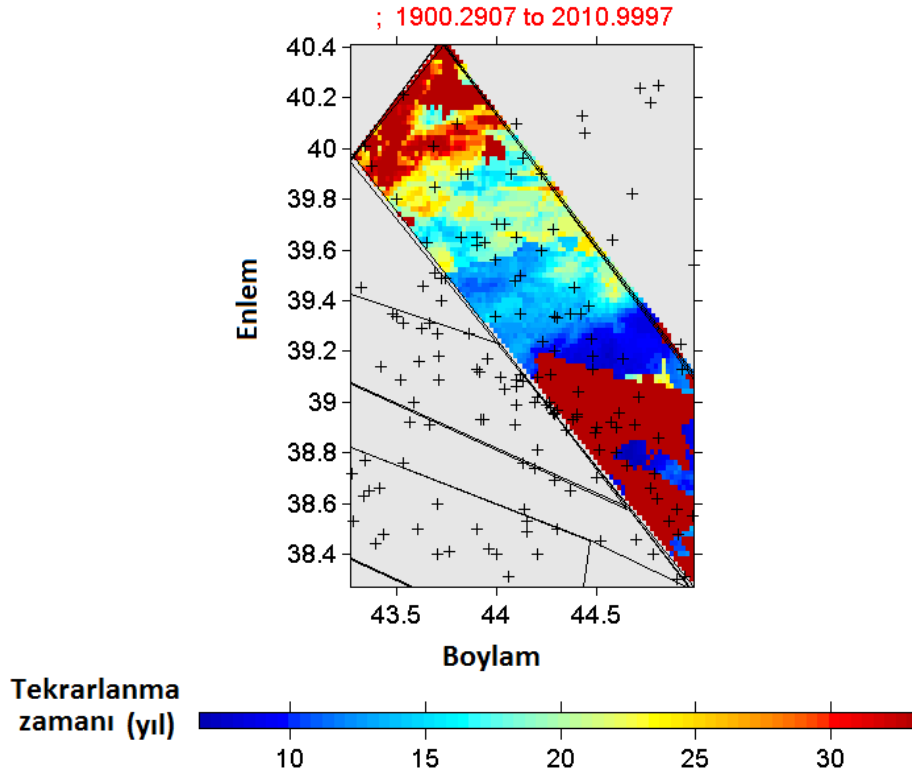
Şekil 4.29. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.30. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi

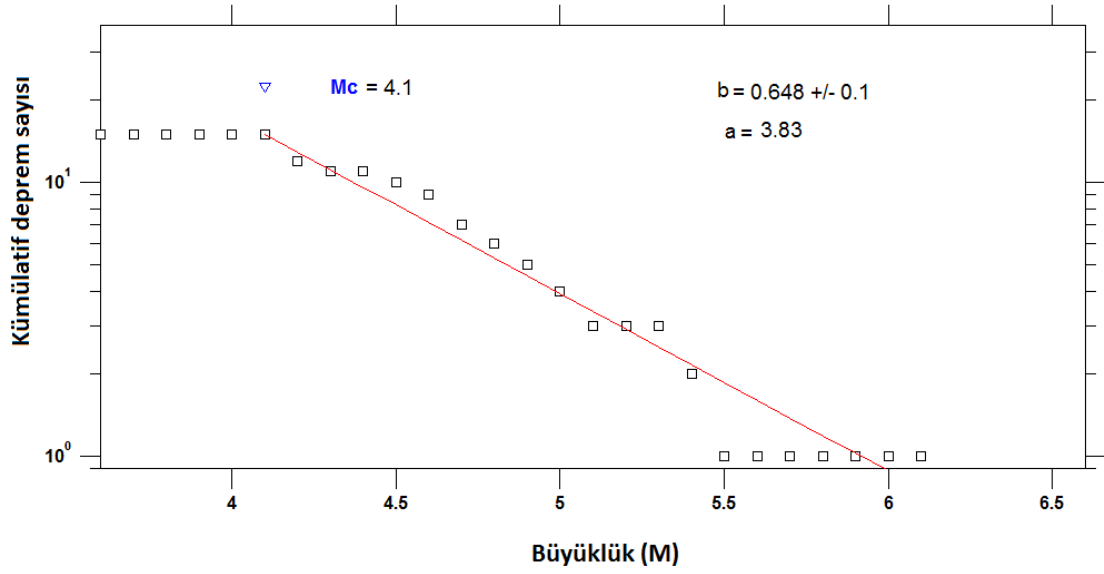


Şekil 4.31. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

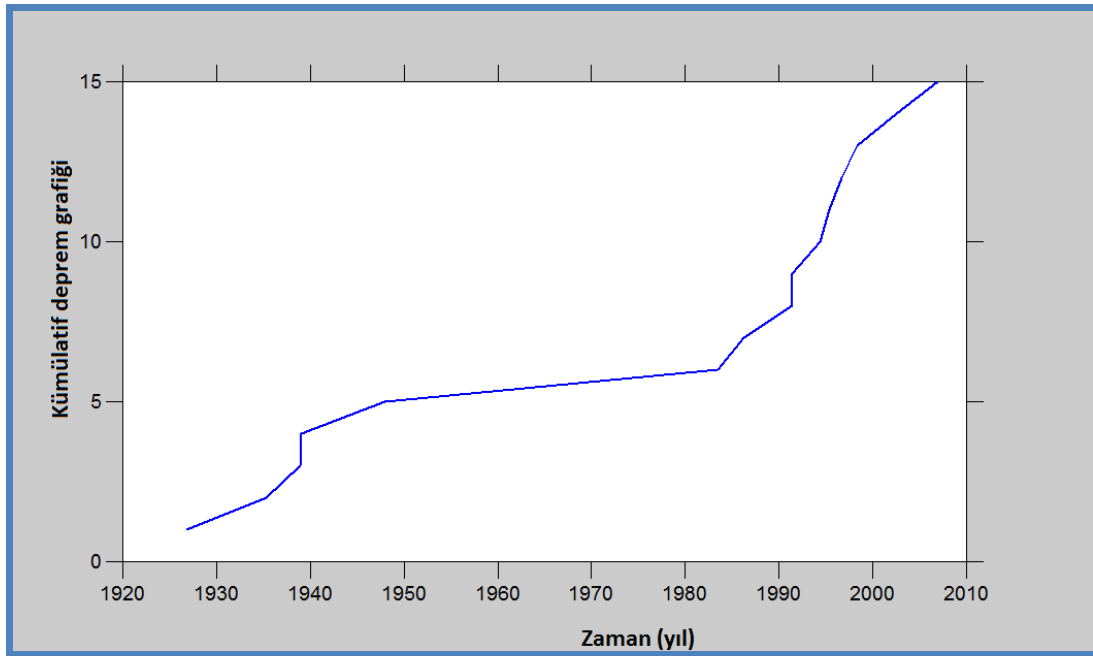


Şekil 4.32. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

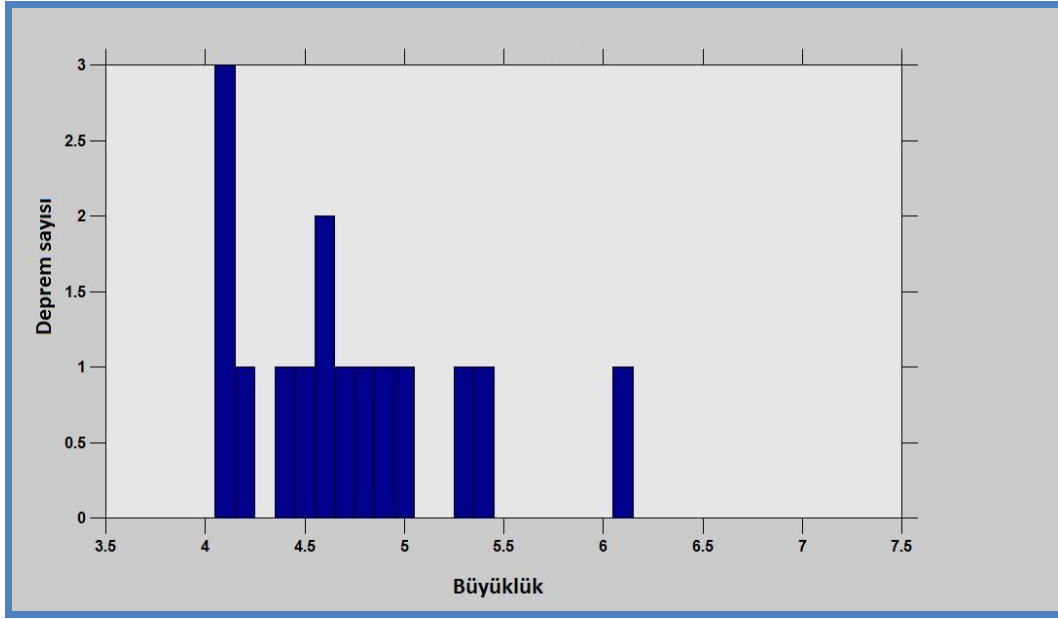
4.1.7. T7-Kağızman deprem kaynak zonu analizleri



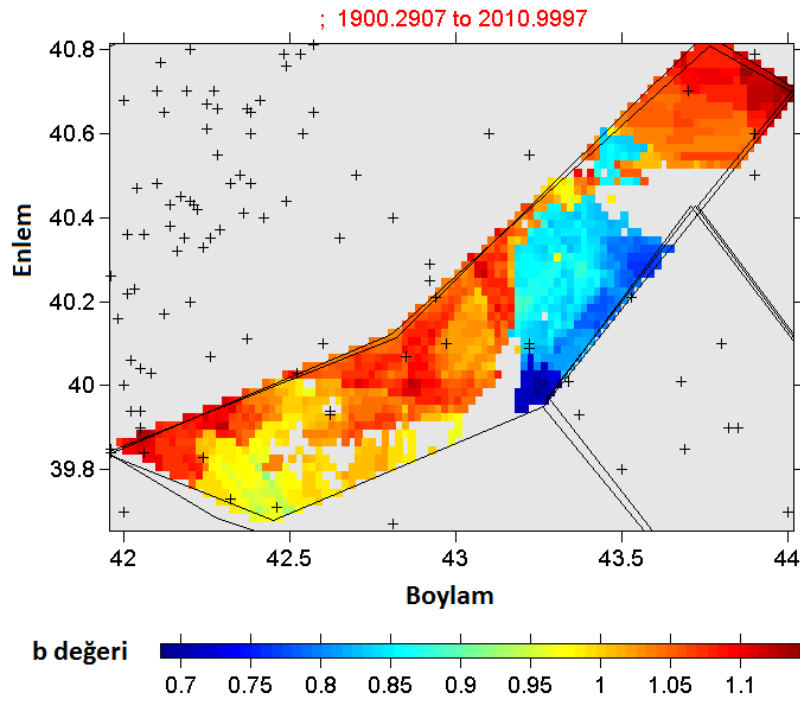
Şekil 4.33. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkidenden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)



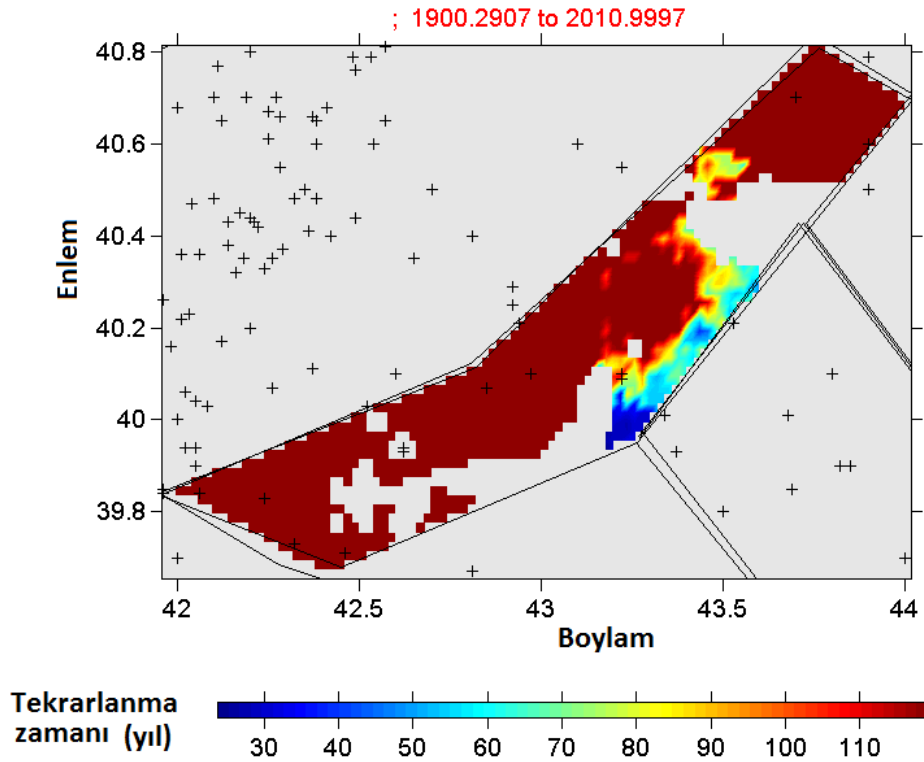
Şekil 4.34. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



Şekil 4.35. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi

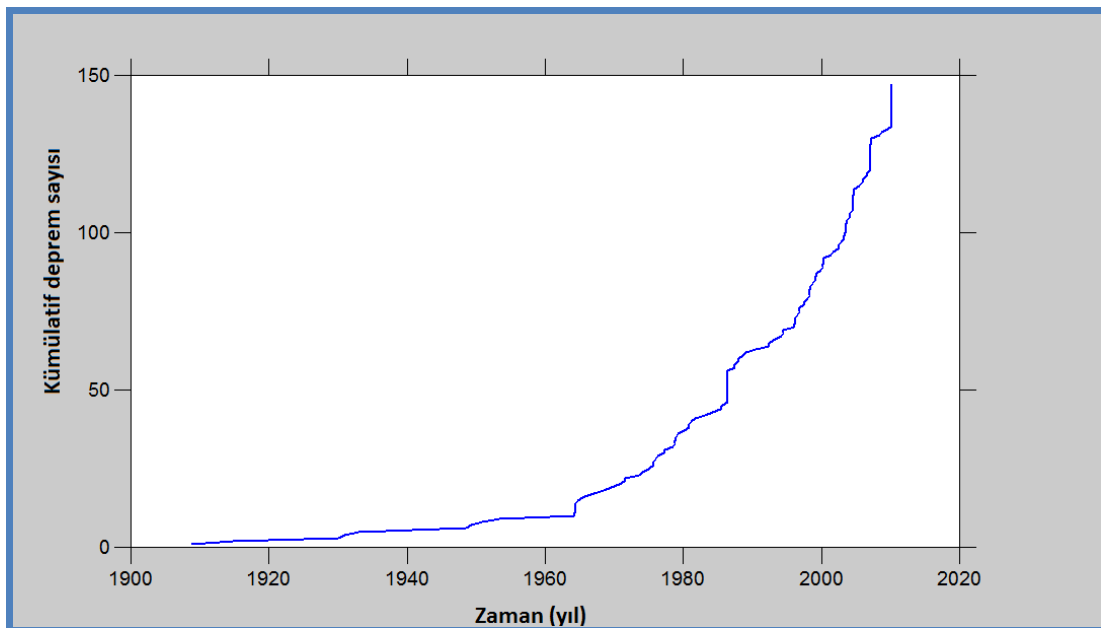


Şekil 4.36. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

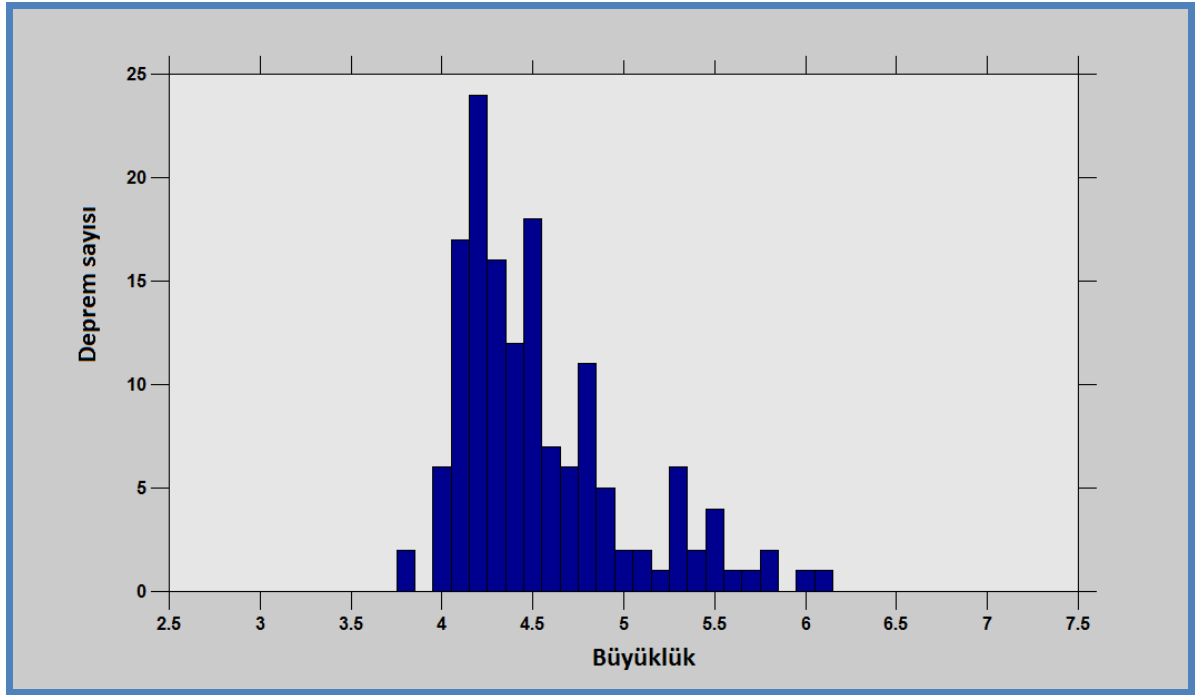


Şekil 4.37. Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

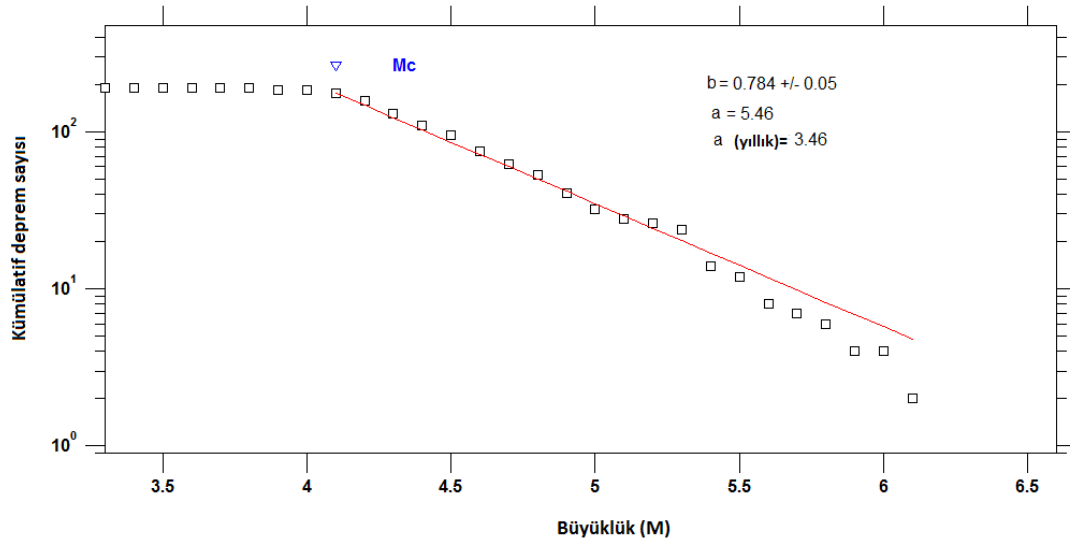
4.1.8. T8-Türkoğlu-Çelikhan deprem kaynak zonu analizleri



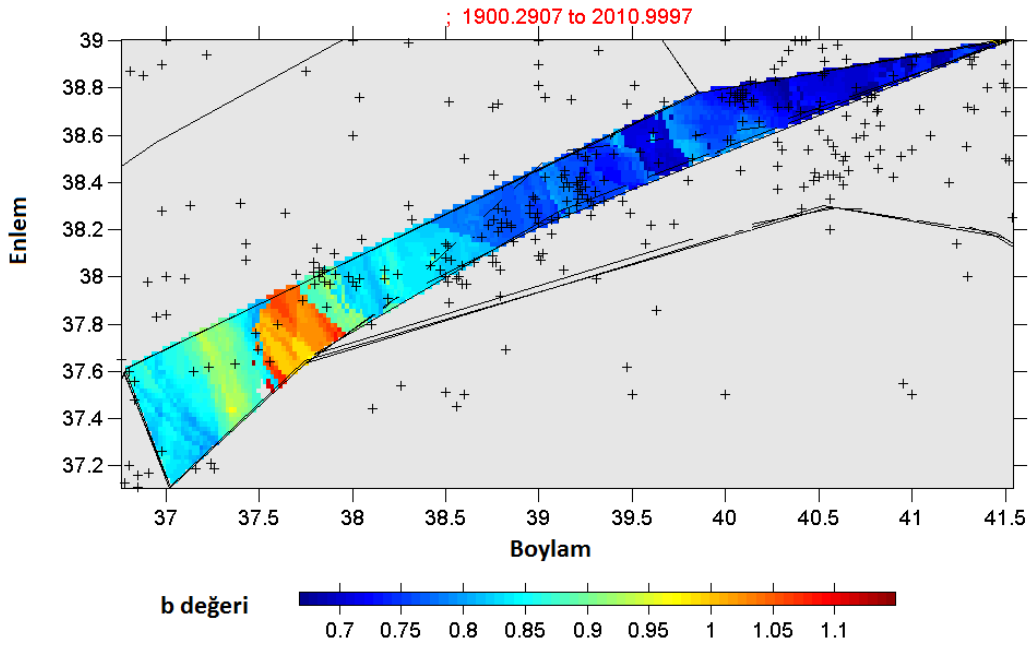
Şekil 4.38. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



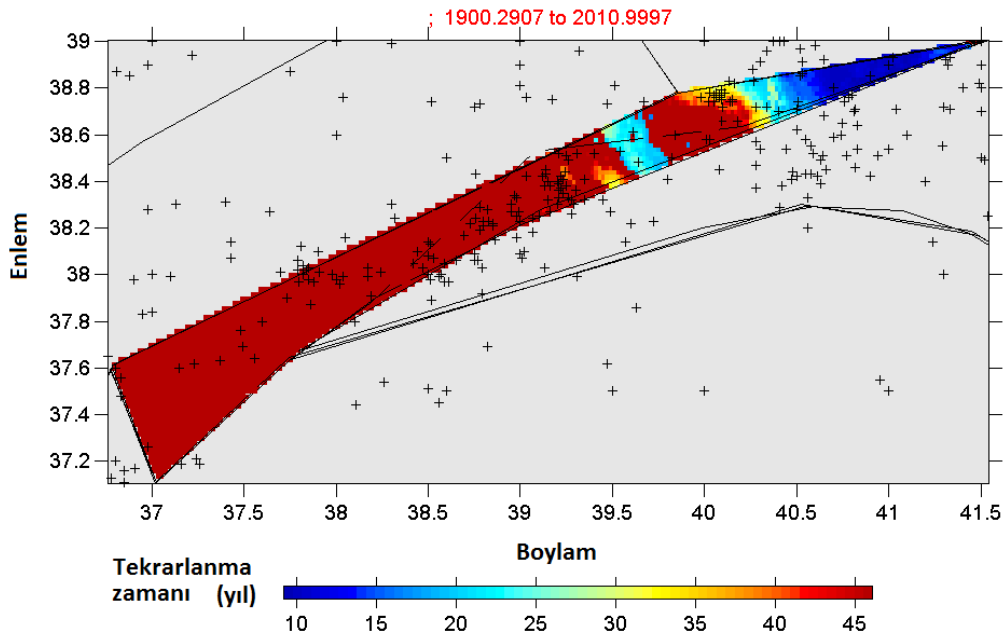
Şekil 4.39. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.40. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkidenden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

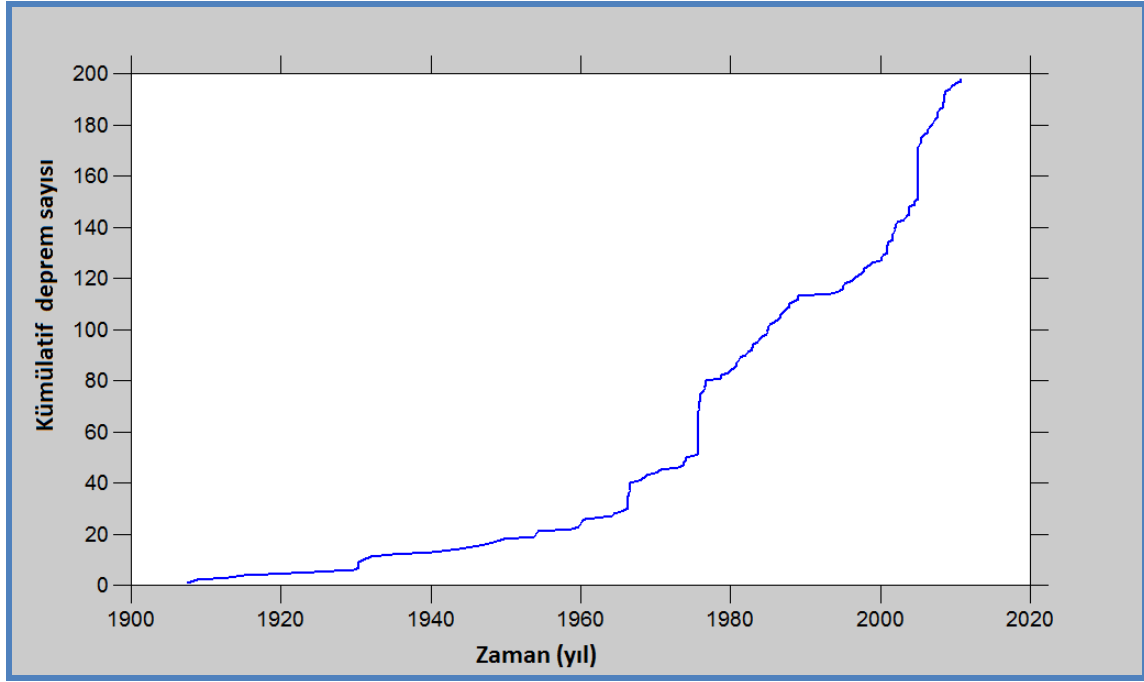


Şekil 4.41. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

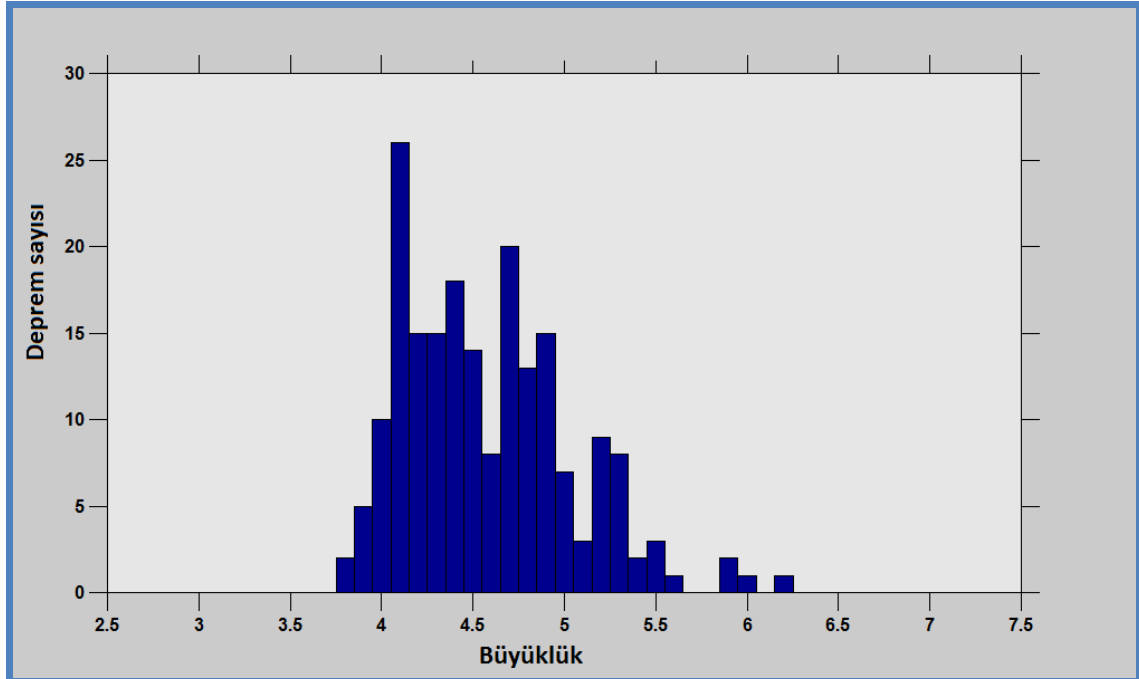


Şekil 4.42. Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

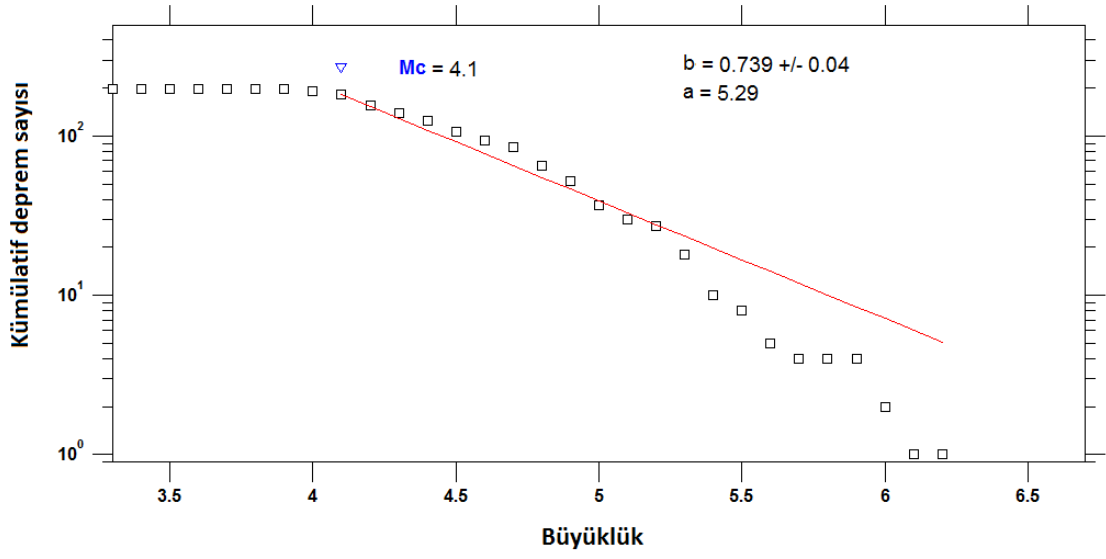
4.1.9. T9- Siirt-Hakkari Deprem Kaynak Zonu analizleri



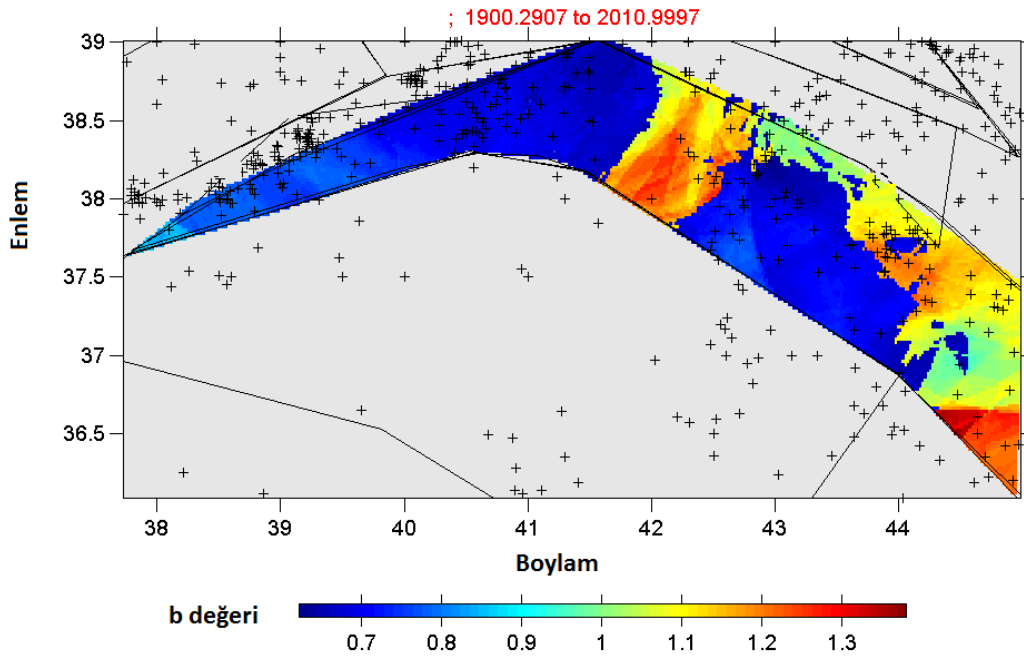
Şekil 4.43. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



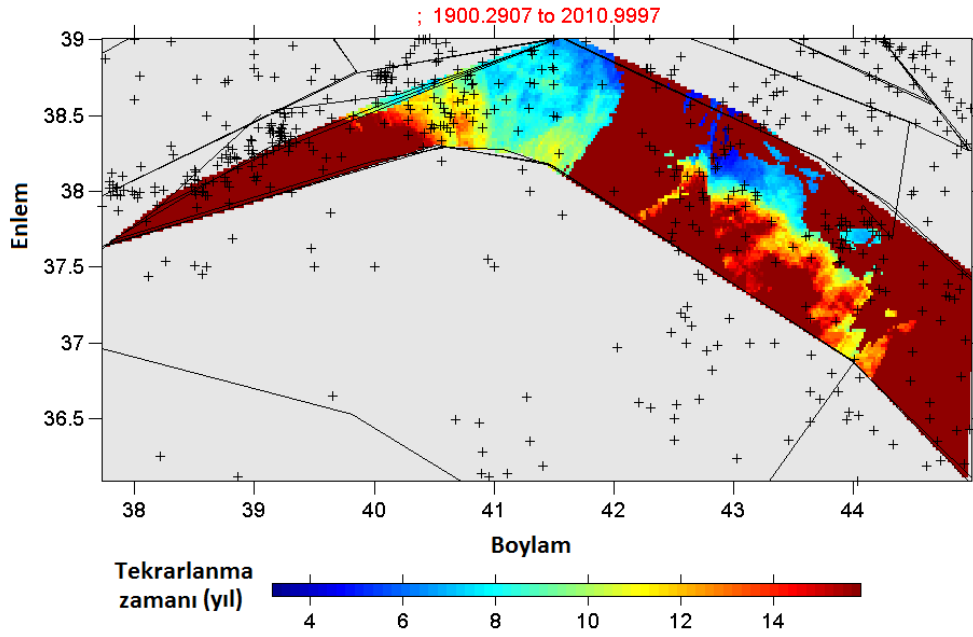
Şekil 4.44. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.45. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

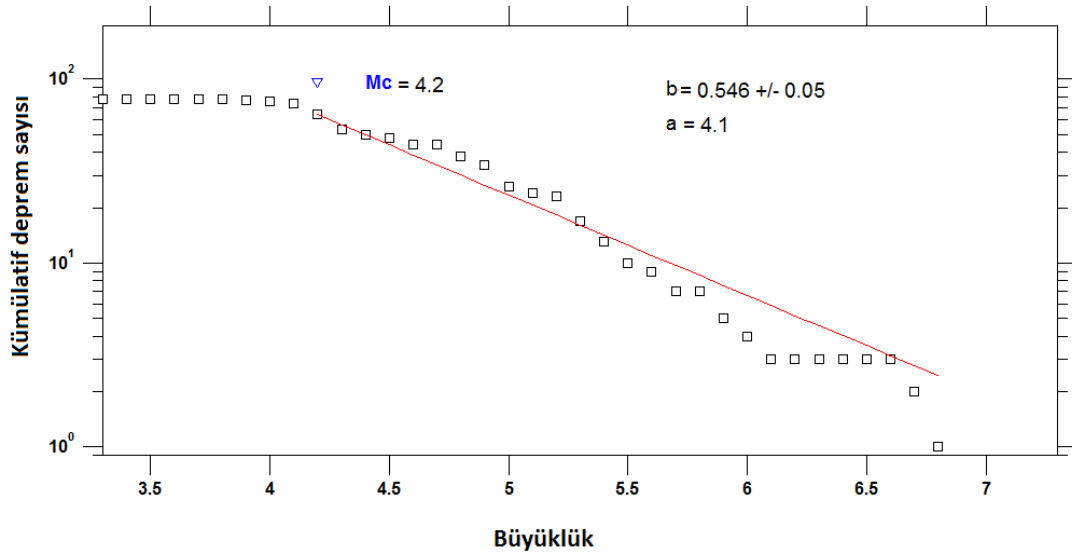


Şekil 4.46. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

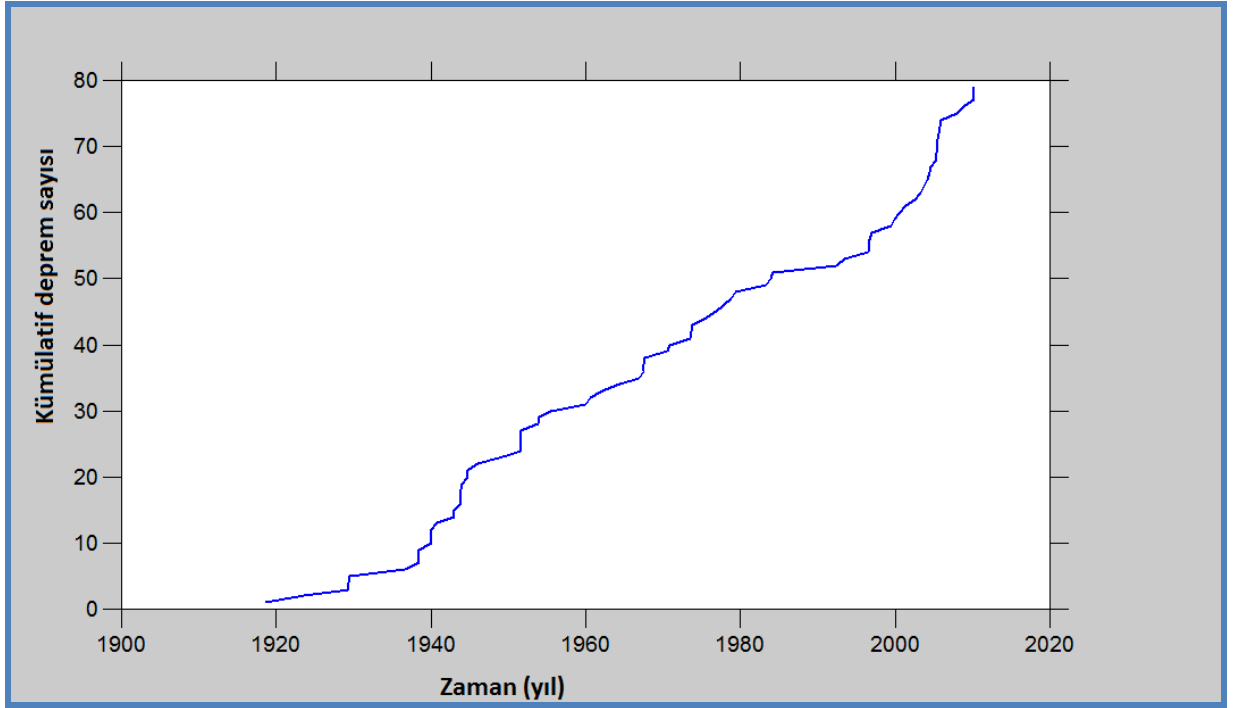


Şekil 4.47. Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

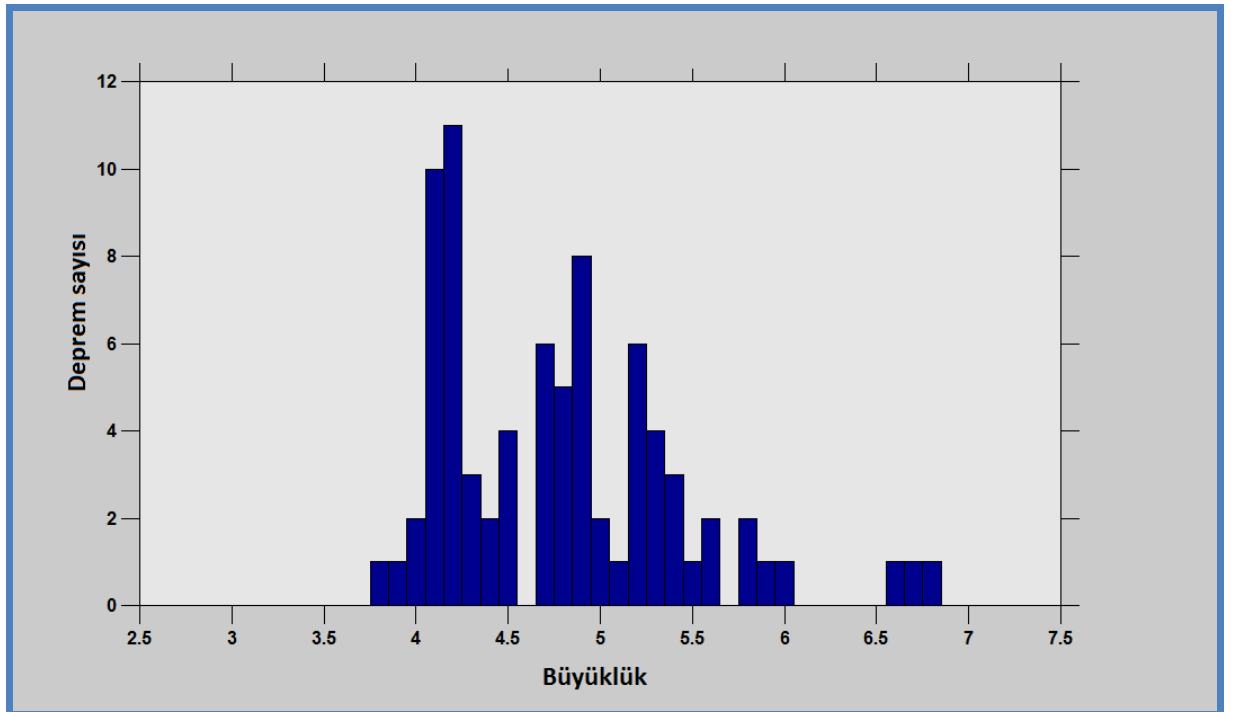
4.1.10. T10-KAF-Doğu Kesimi deprem kaynak zonu analizleri



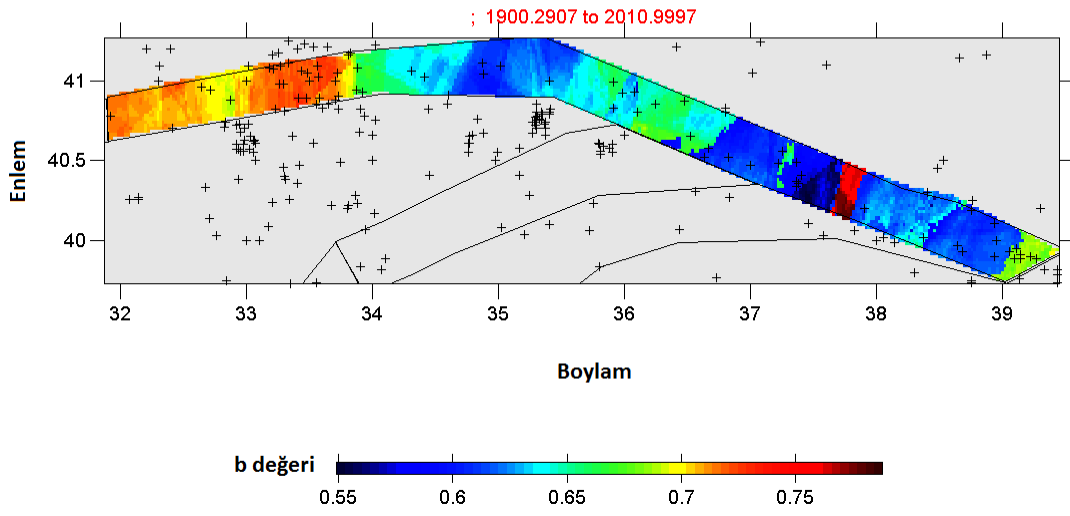
Şekil 4.48. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkidenden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc)



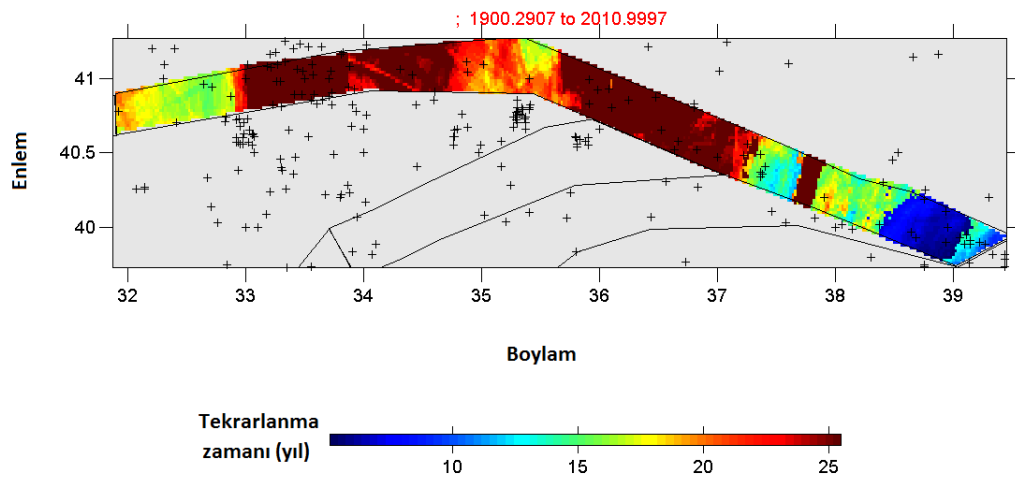
Şekil 4.49. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



Şekil 4.50. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi

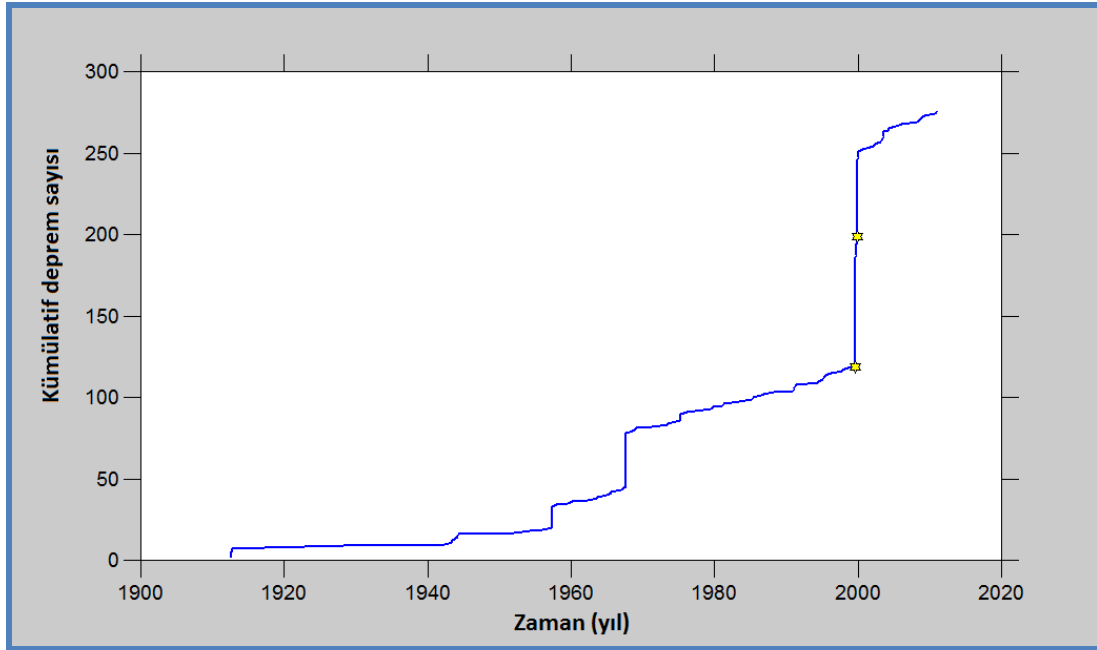


Şekil 4.51. Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

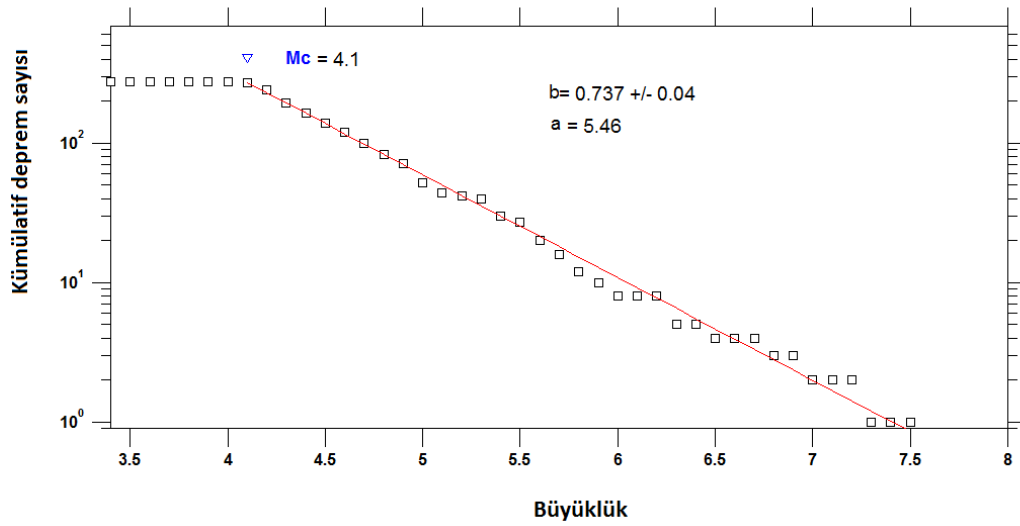


Şekil 4.52. Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

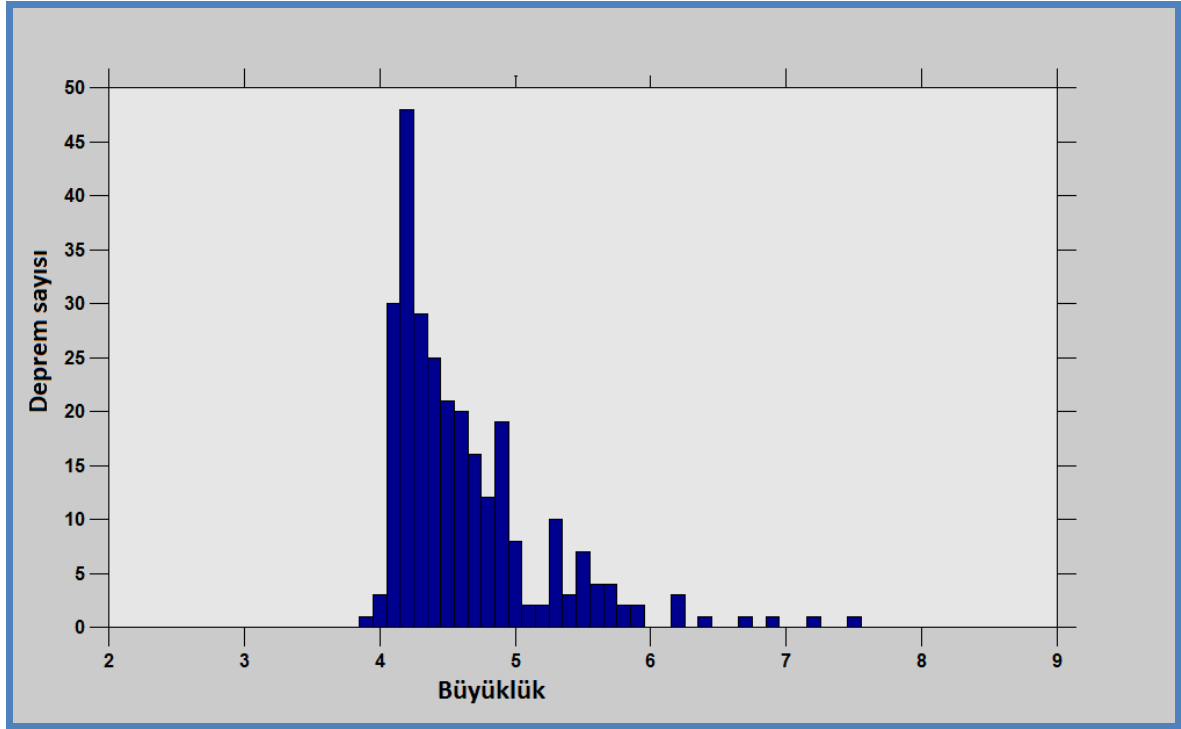
4.1.11. T11- KAF-Batı Kesimi deprem kaynak zonları analizleri



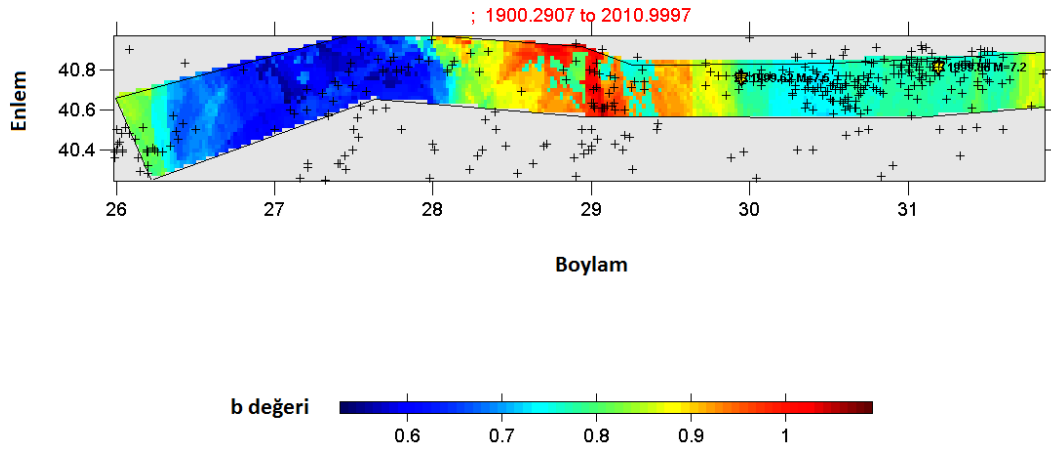
Şekil 4.53. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



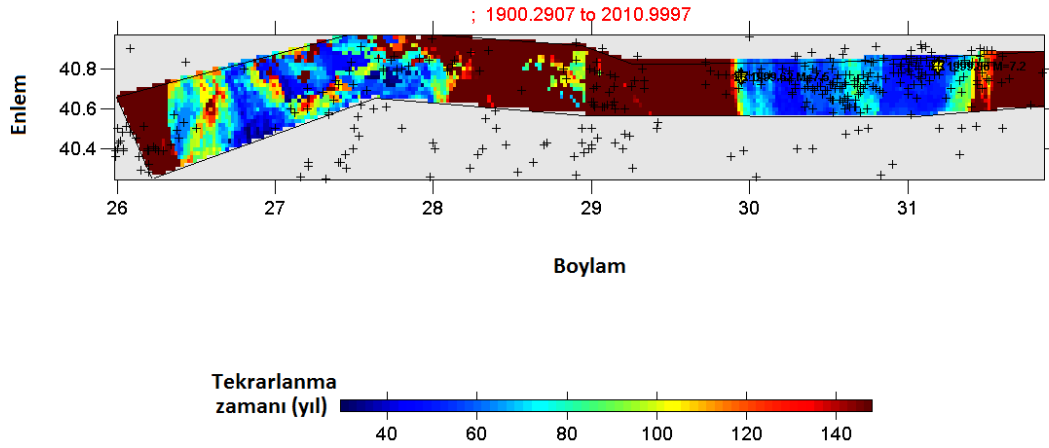
Şekil 4.54. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)



Şekil 4.55. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi

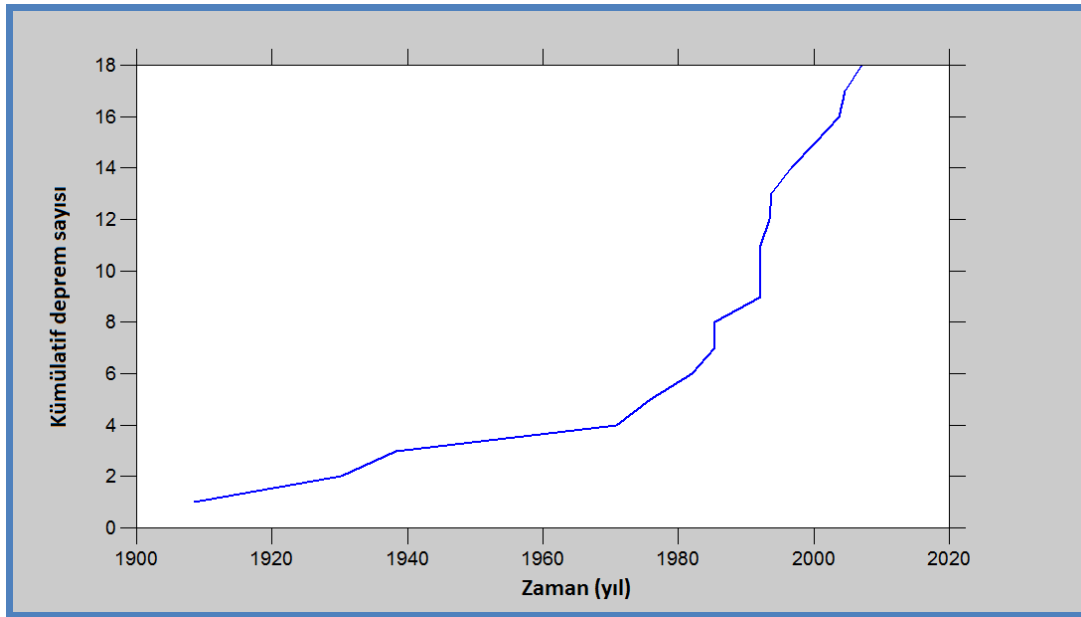


Şekil 4.56. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

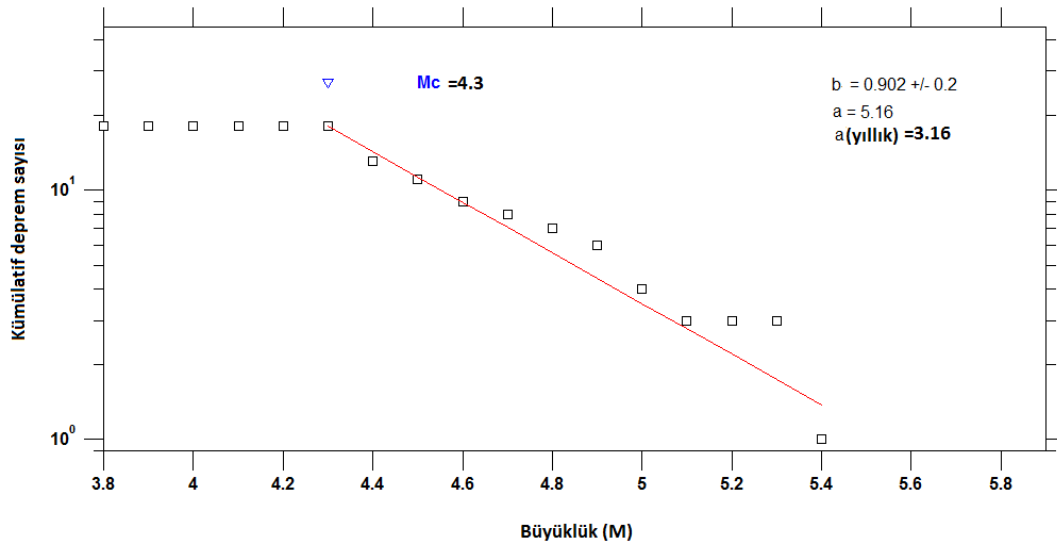


Şekil 4.57. Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

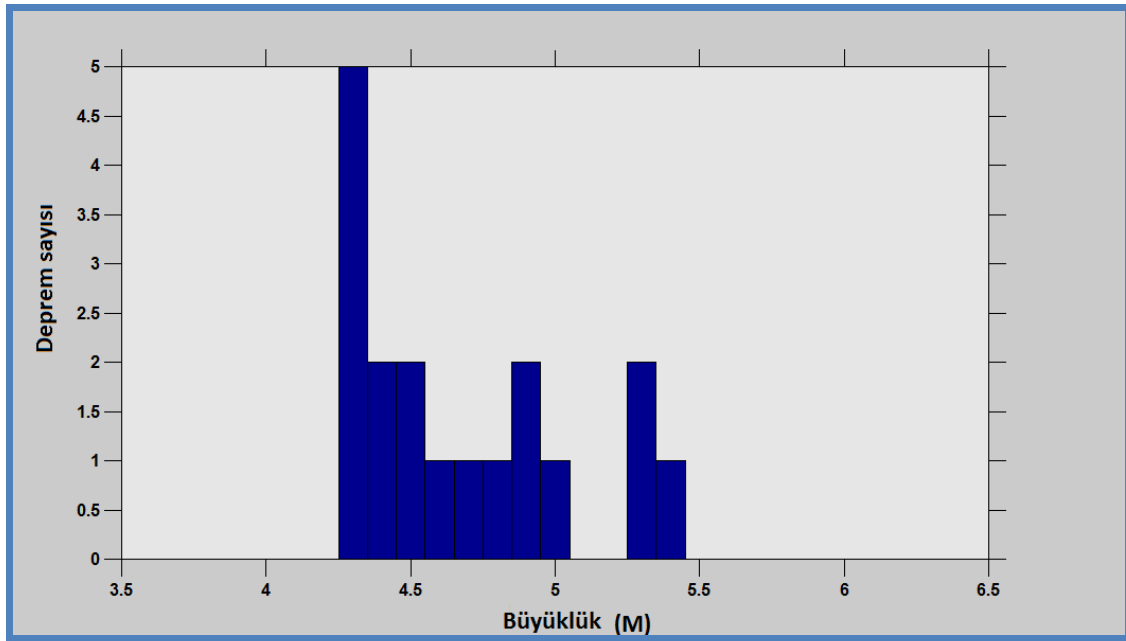
4.1.12. T12- Ezine Fayı deprem kaynak zonu analizleri



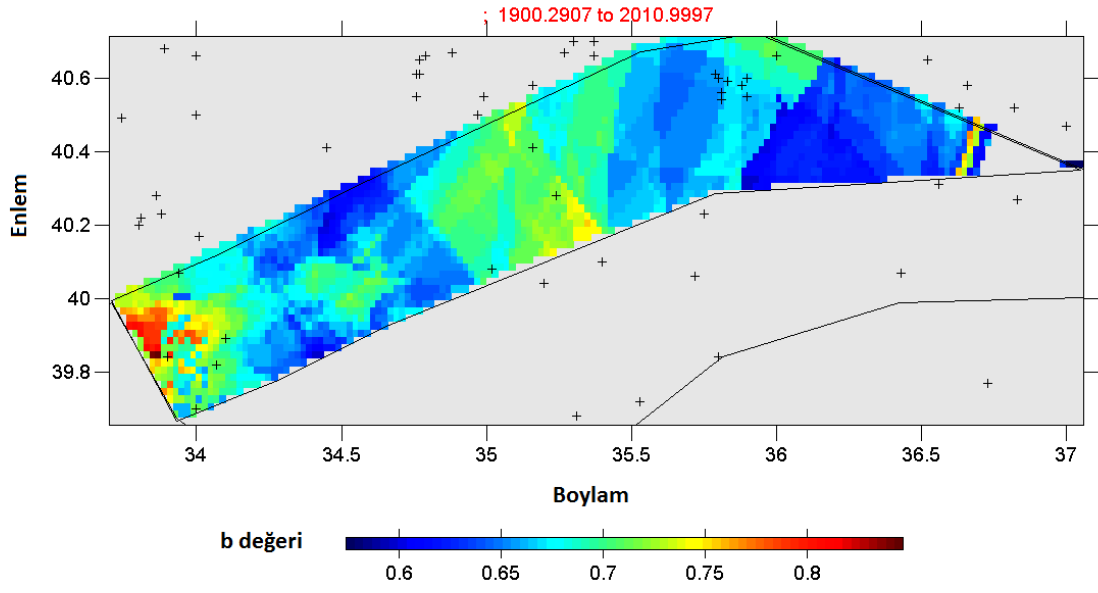
Şekil 4.58. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



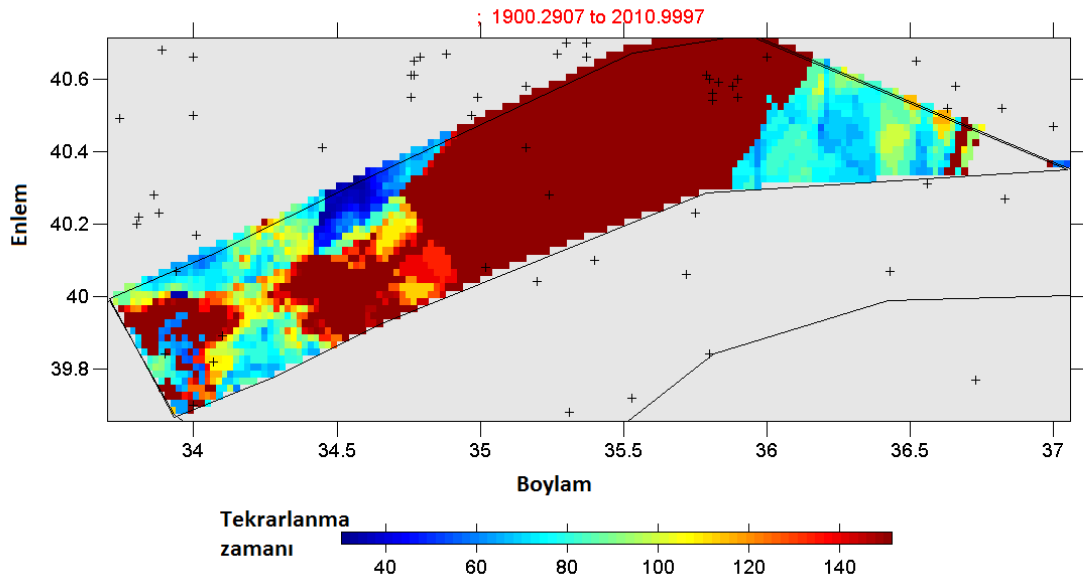
Şekil 4.59. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)



Şekil 4.60. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



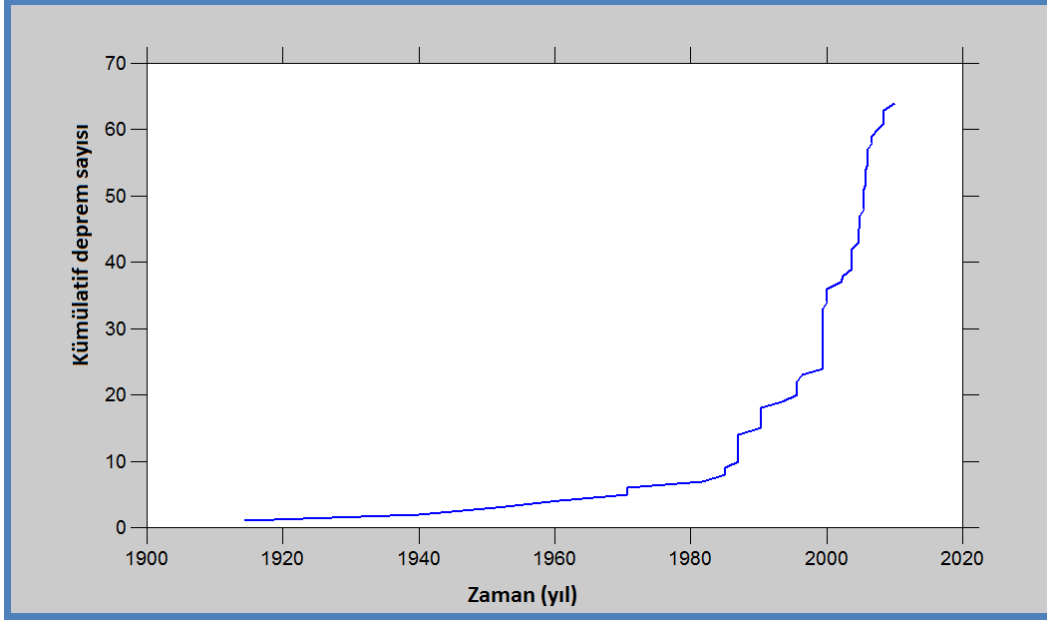
Şekil 4.61. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası



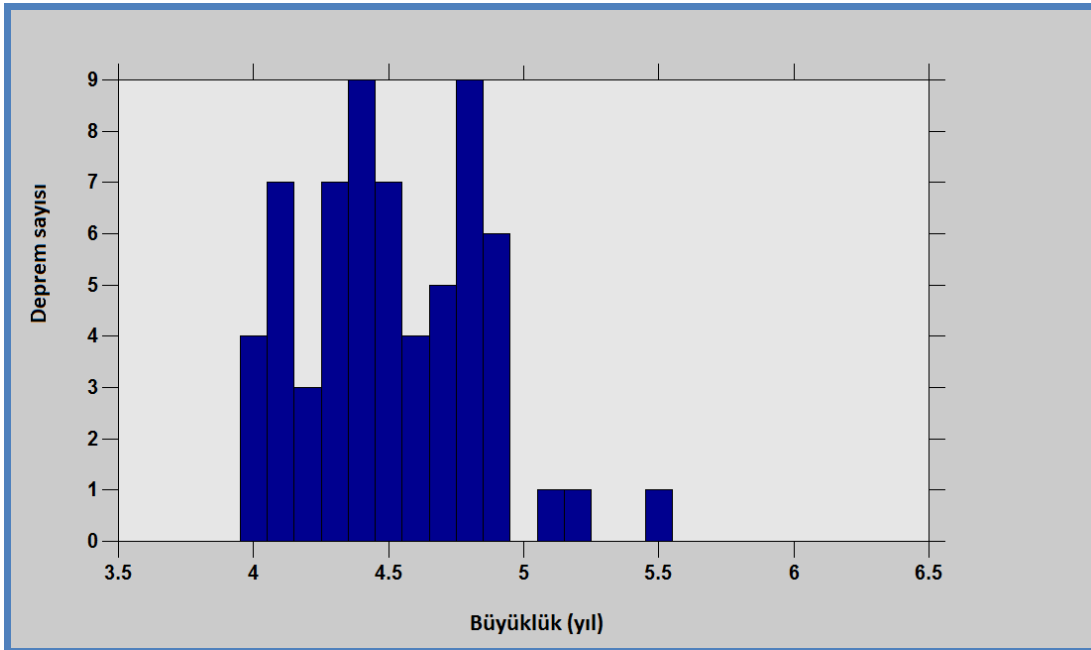
Şekil 4.62. Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

4.1.13. T13-Kızılırmak fay zonu deprem kaynak zonu analizleri

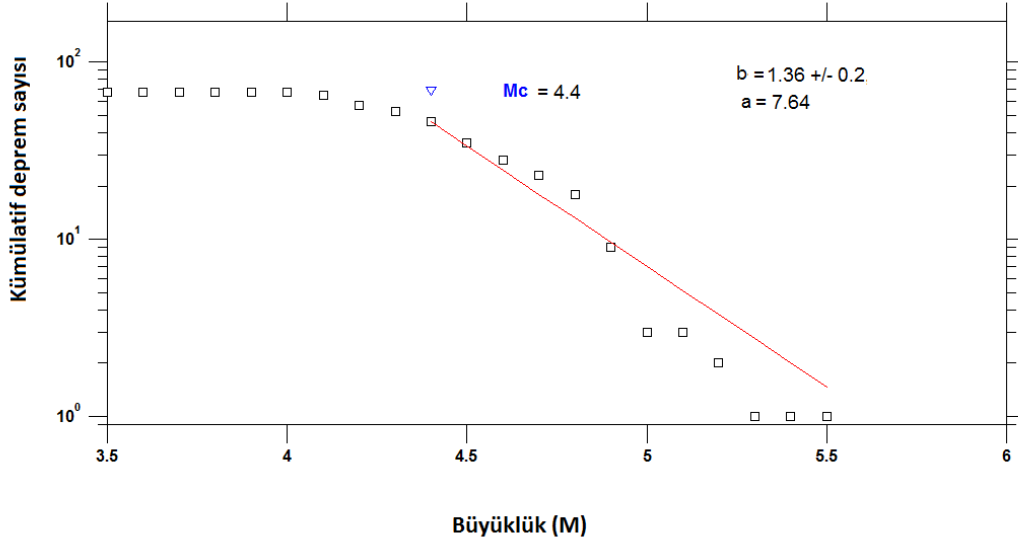
Bu aşamada M.S.1900-2010 yıllarını kapsayan Türkiye-Kafkaslar bölgesi için hazırladığımız kapsamlı homojen deprem kataloğu analiz edilmiştir.



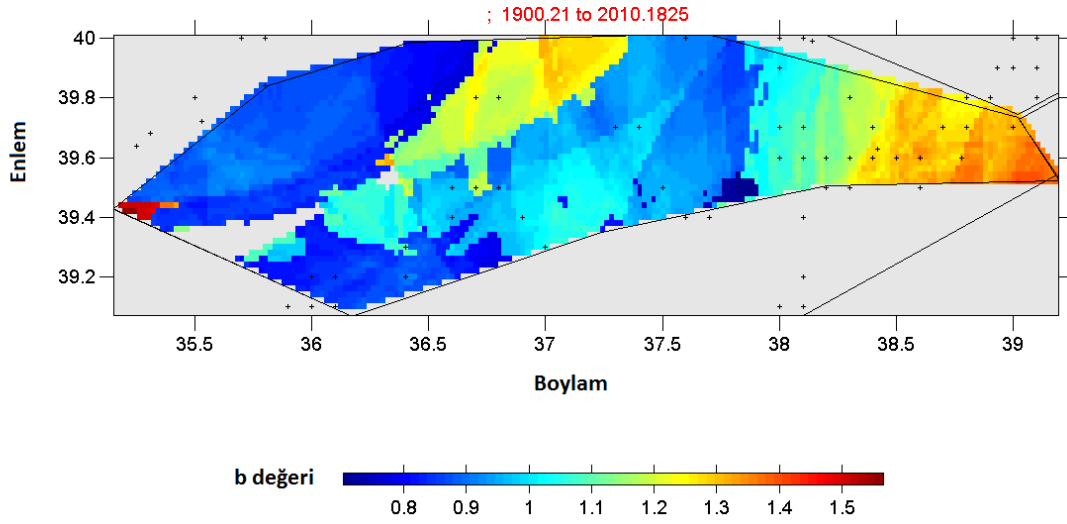
Şekil 4.63. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



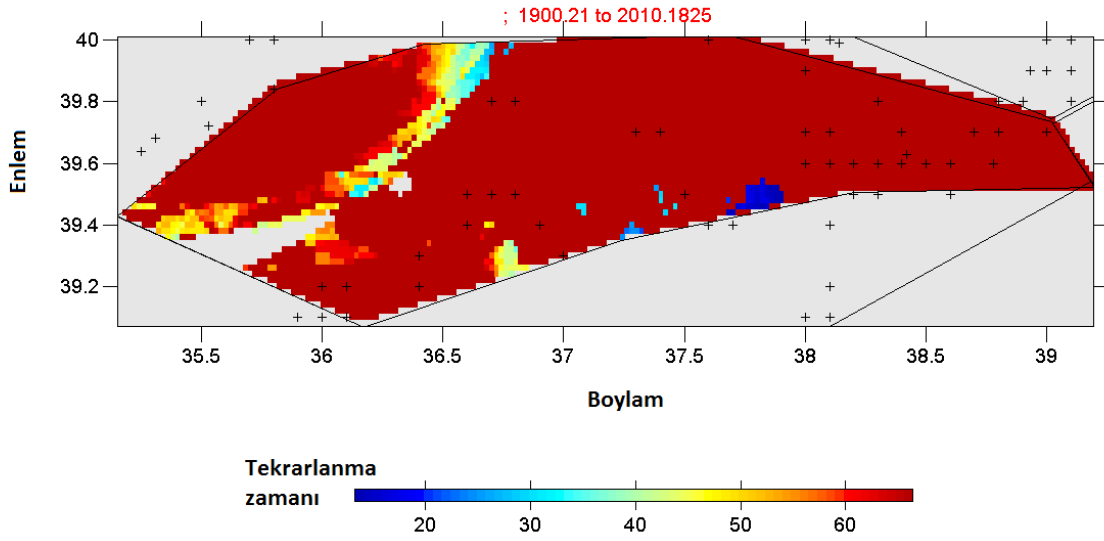
Şekil 4.64. Karelej yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.65. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkinden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)



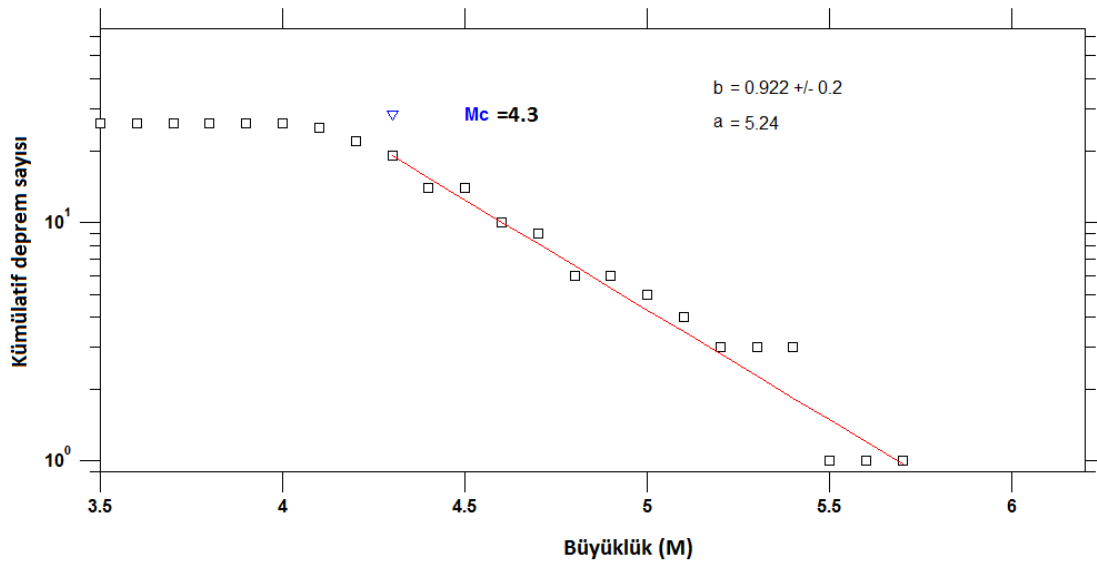
Şekil 4.66. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası



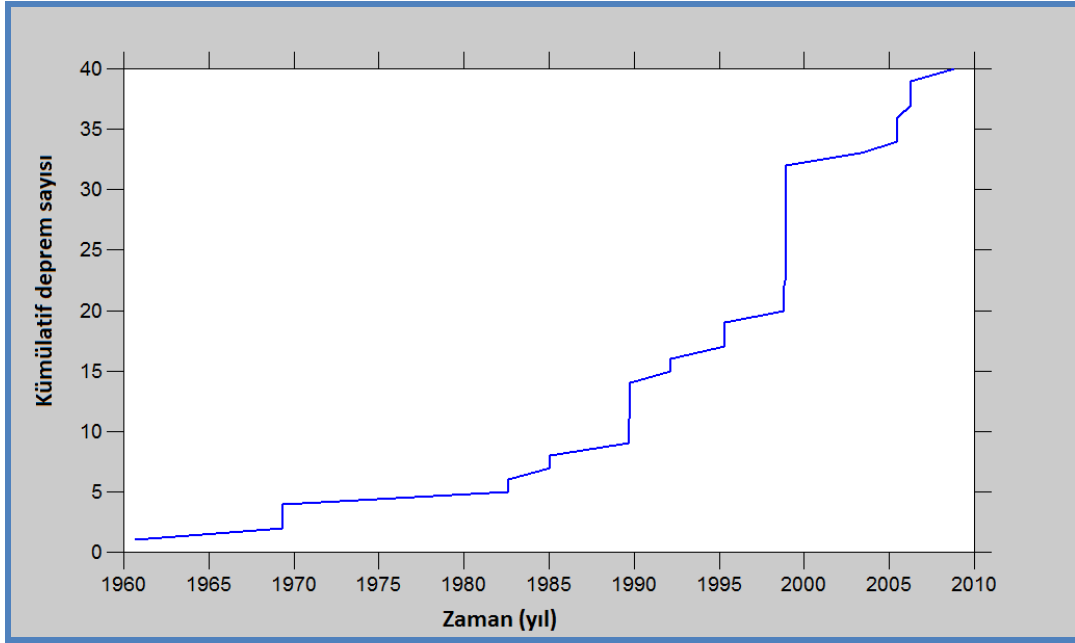
Şekil 4.67. Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

4.1.14. T14-Ecemiş Fayı deprem kaynak zonu analizleri

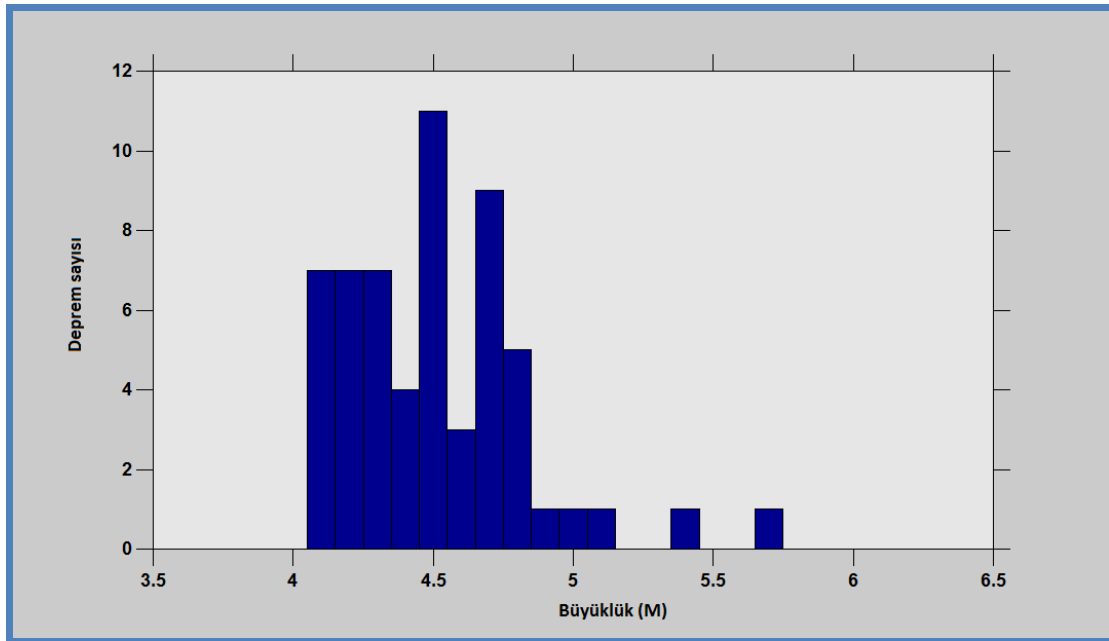
Bu aşamada M.S.1900–2010 yıllarını kapsayan Türkiye-Kafkaslar bölgesi için hazırladığımız kapsamlı homojen deprem kataloğu analiz edilmiştir.



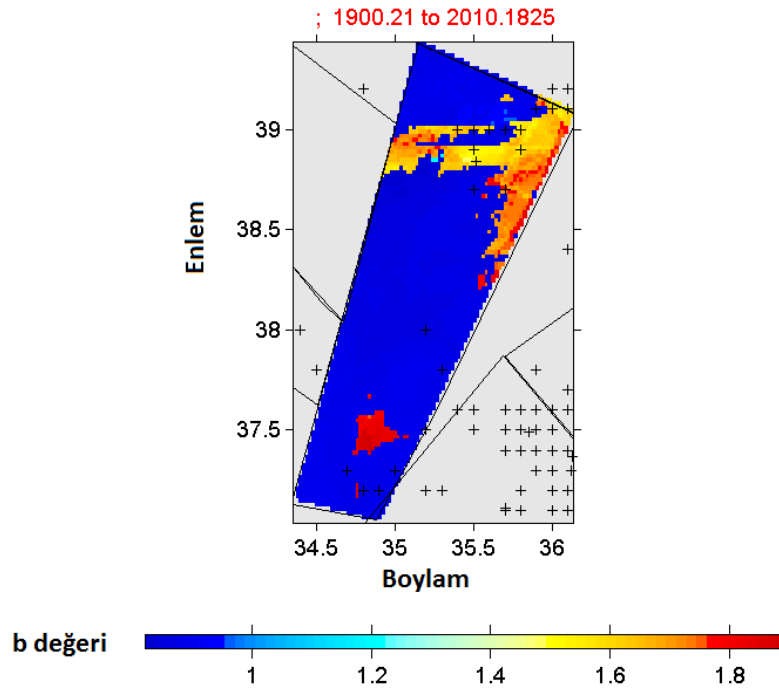
Şekil 4.68. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkinden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc)



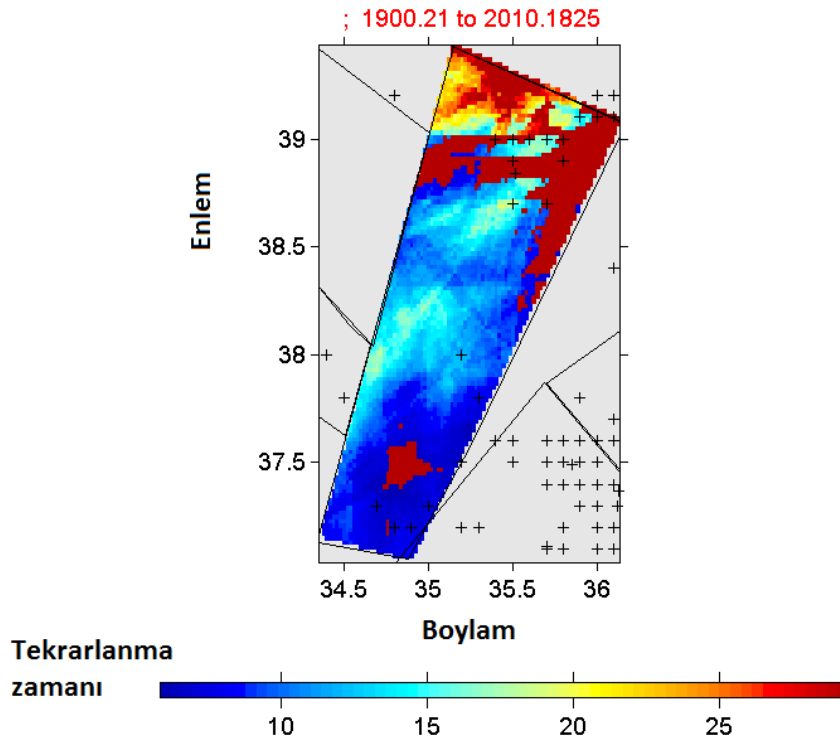
Şekil 4.69. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



Şekil 4.70. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



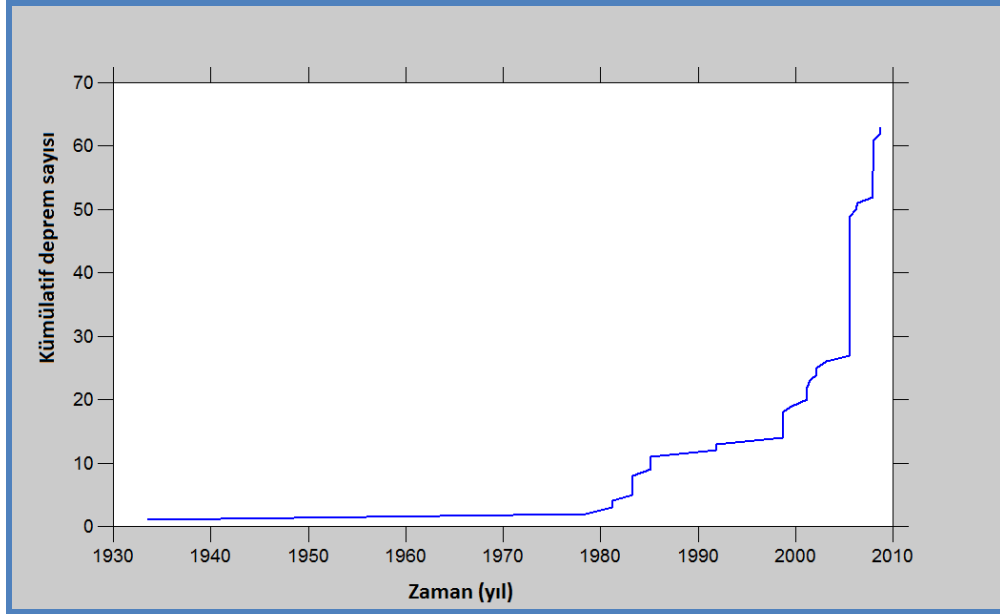
Şekil 4.71. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası



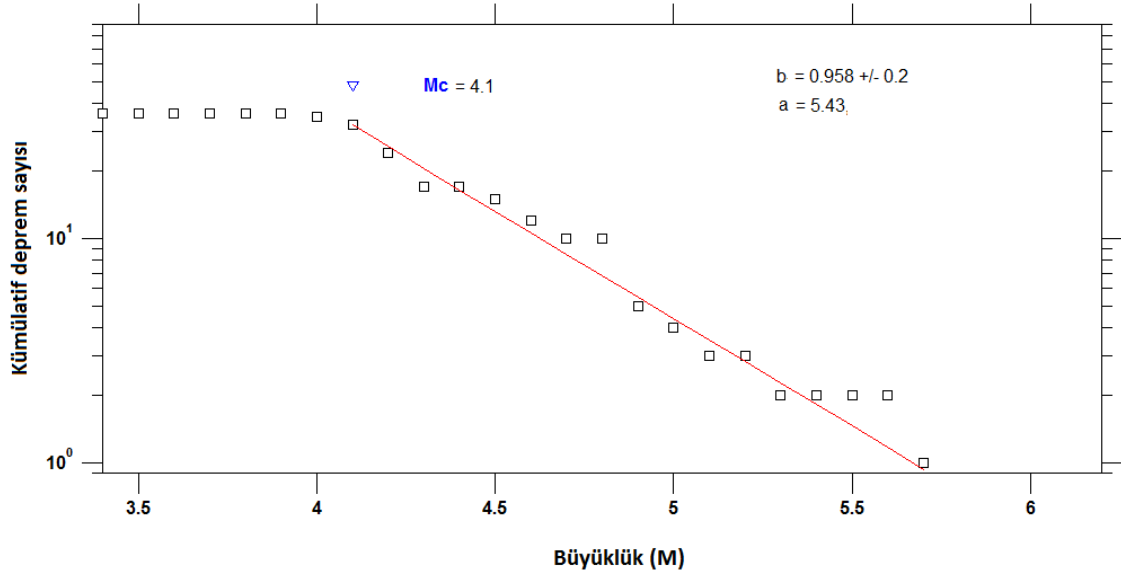
Şekil 4.72. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

4.1.15. T15- Tuz Gölü Fayı deprem kaynak zonu analizleri

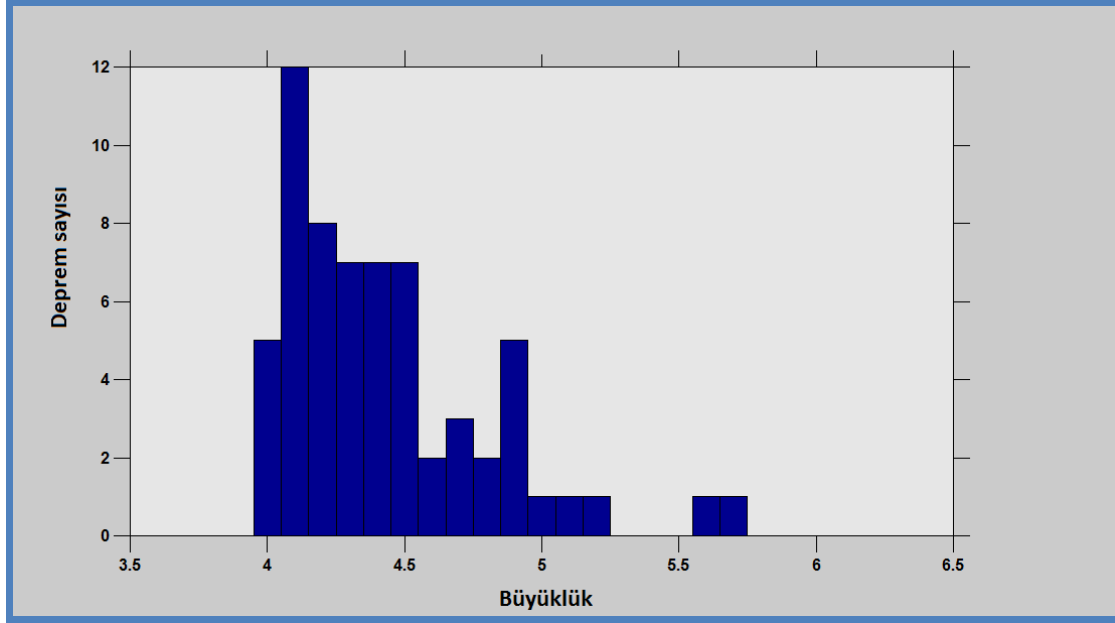
Bu aşamada M.S.1900-2010 yıllarını kapsayan Türkiye-Kafkaslar bölgesi için hazırladığımız kapsamlı homojen deprem kataloğu analiz edilmiştir.



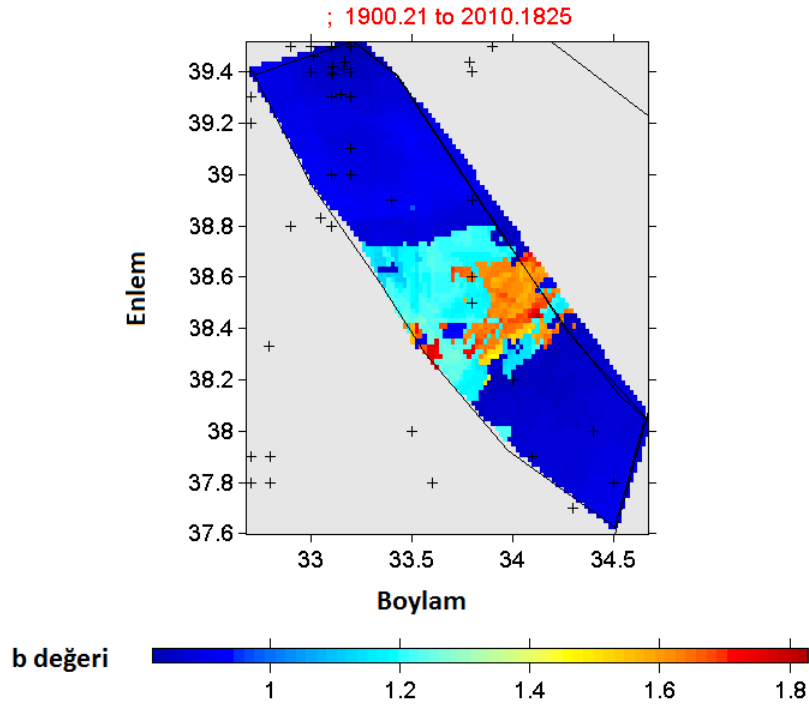
Şekil 4.73. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



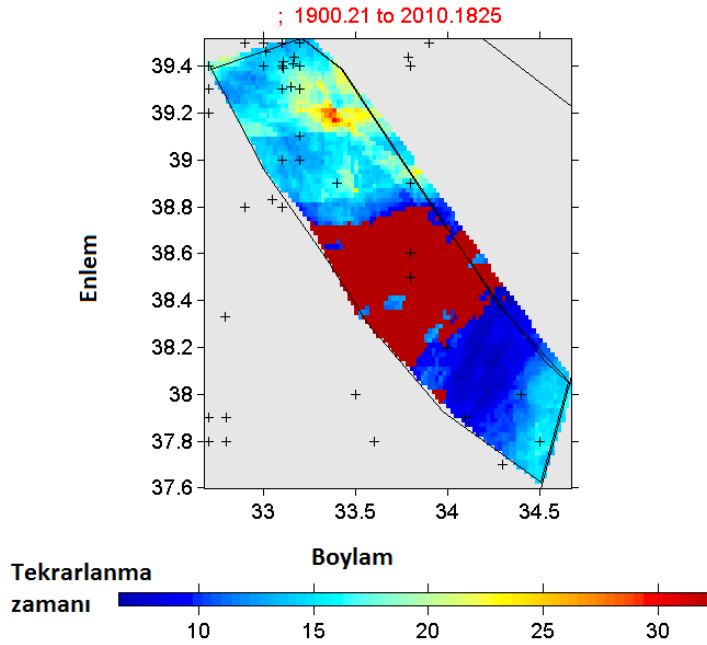
Şekil 4.74. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc)



Şekil 4.75. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



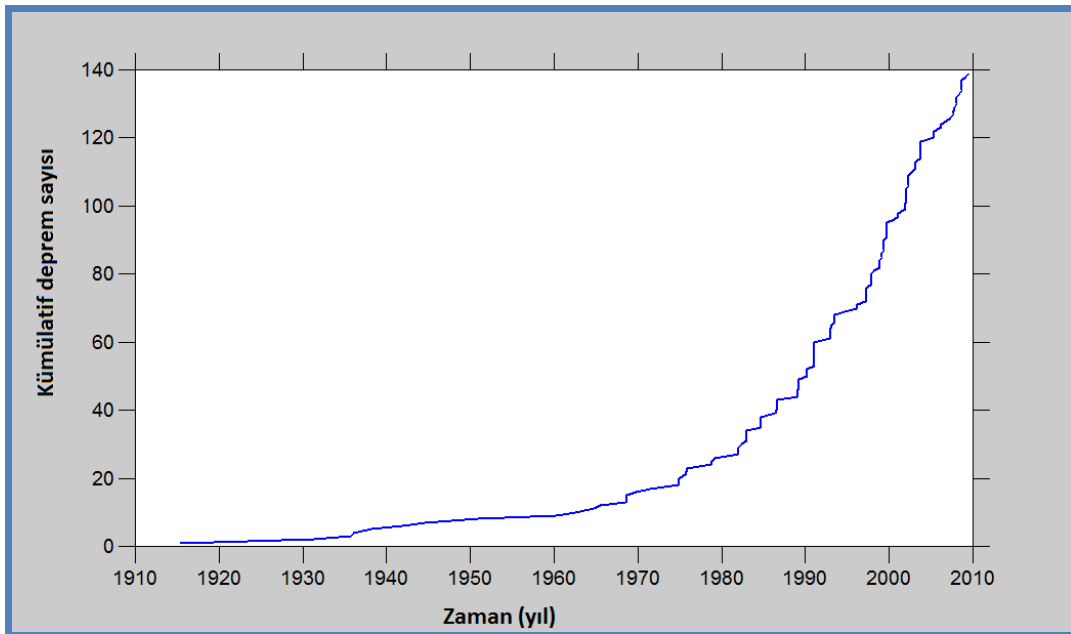
Şekil 4.76. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası



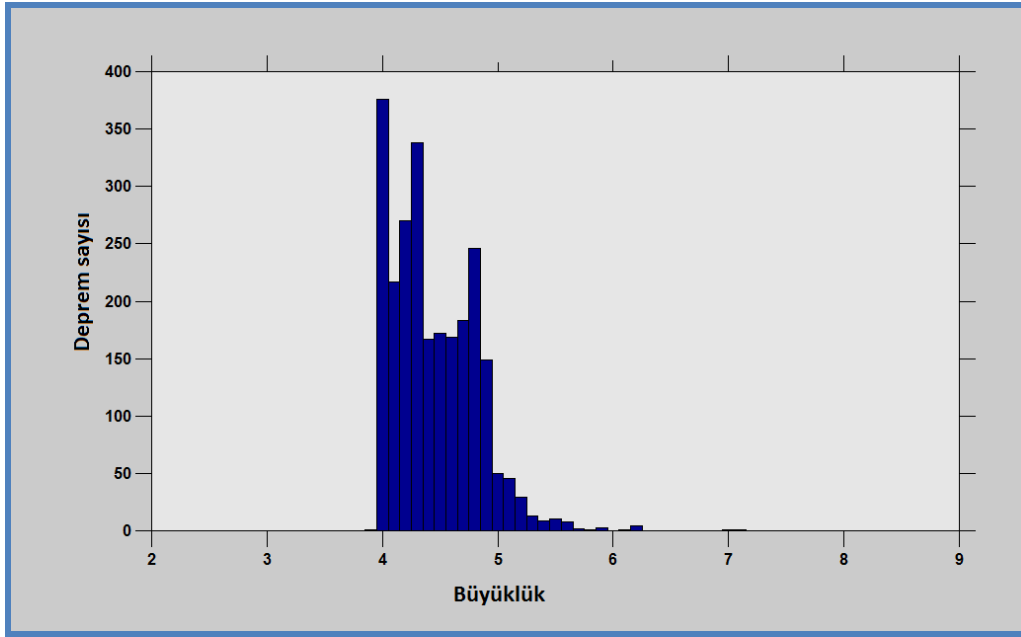
Şekil 4.77. Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

4.1.16. T16-Mardin- Şırnak bölgesi deprem kaynak zonu analizleri

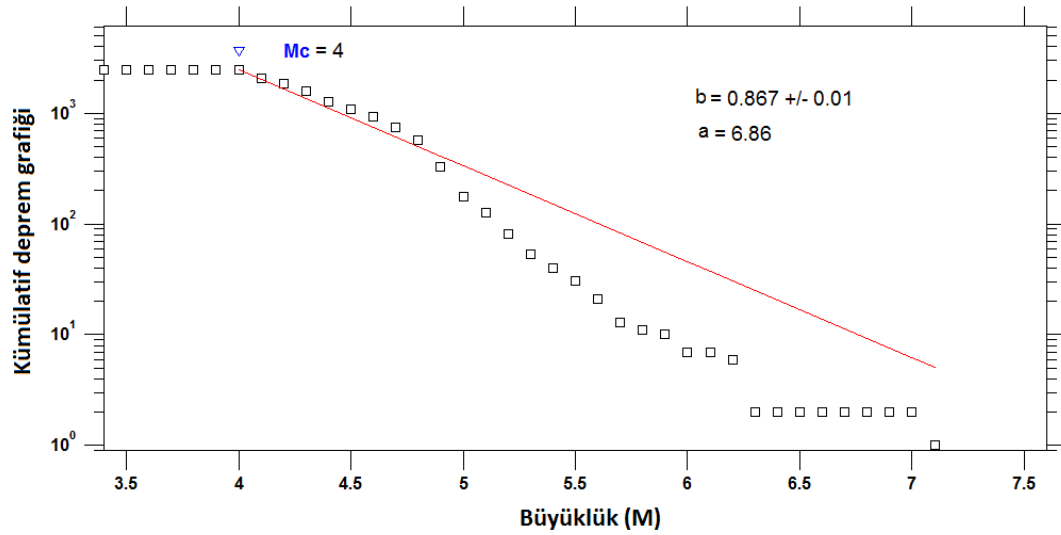
Bu aşama için M.S.1900-2010 yıllarını kapsayan Türkiye-Kafkaslar bölgesi için hazırladığımız kapsamlı homojen deprem kataloğu analiz edilmiştir.



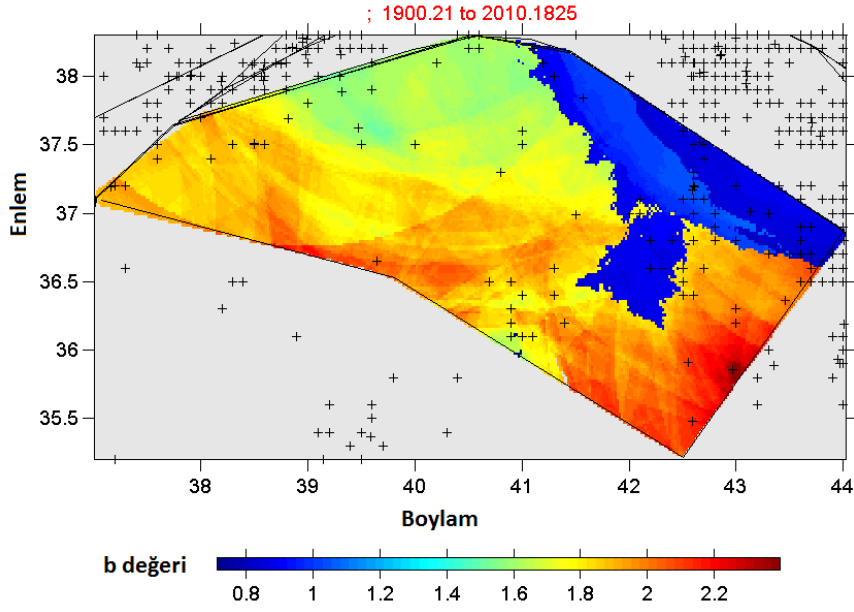
Şekil 4.78. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



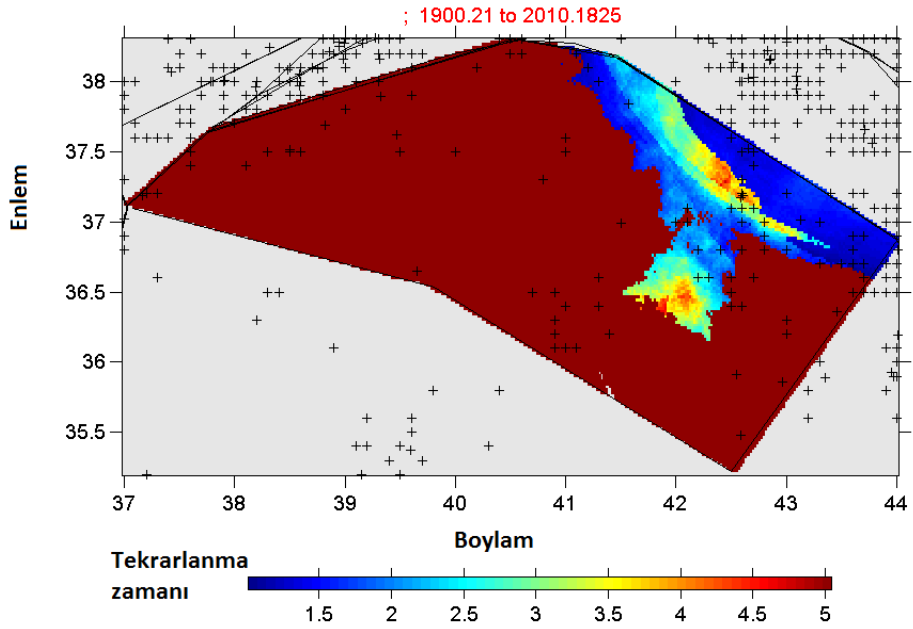
Şekil 4.79. Karelej yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.80. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)



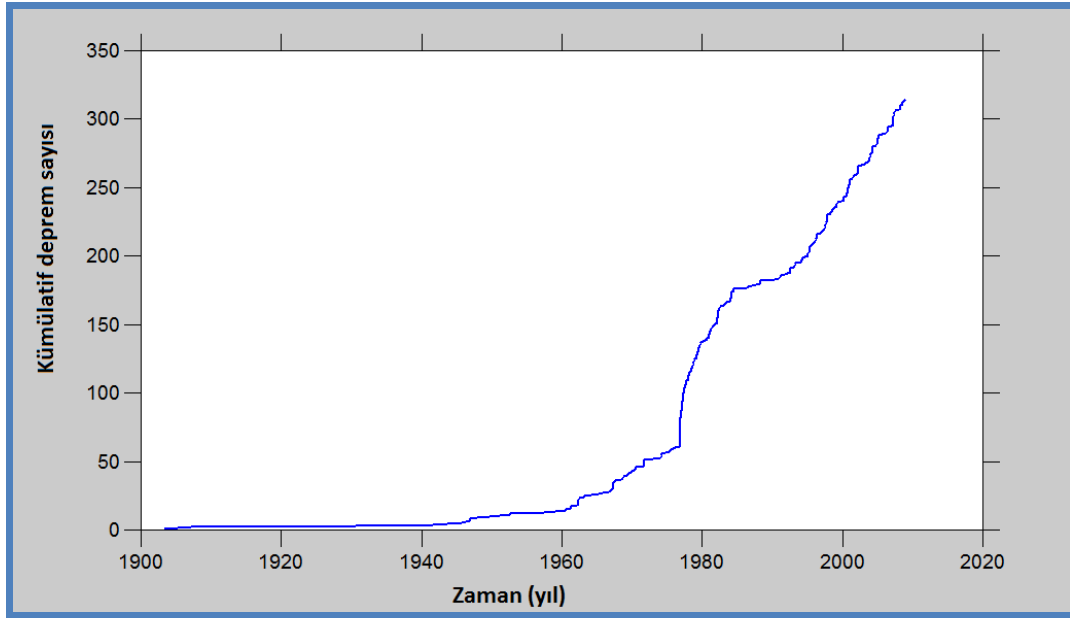
Şekil 4.81. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası



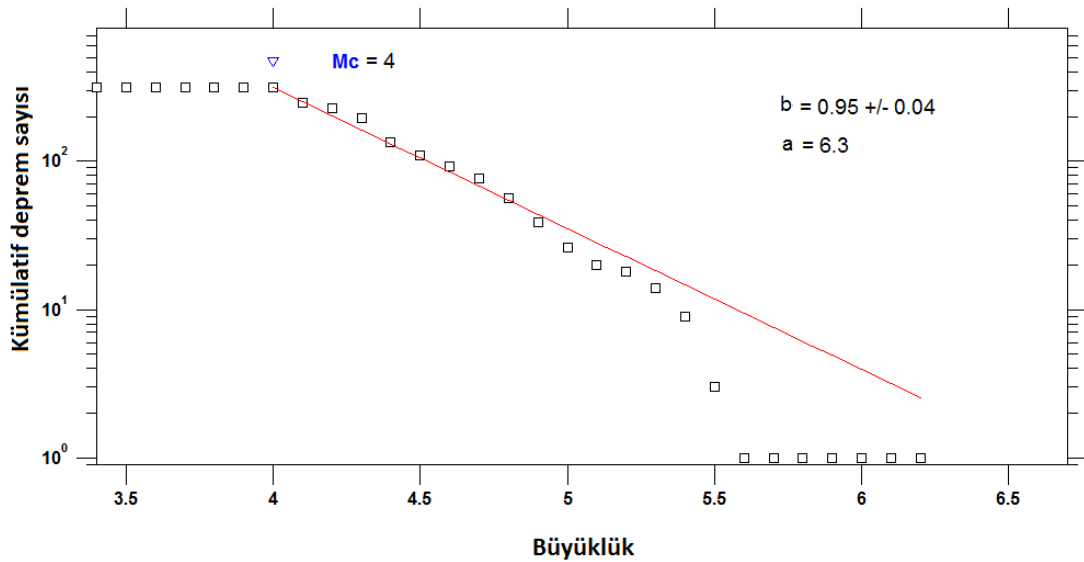
Şekil 4.82. Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

4.1.17. T17-Patnos deprem kaynak zonu analizleri

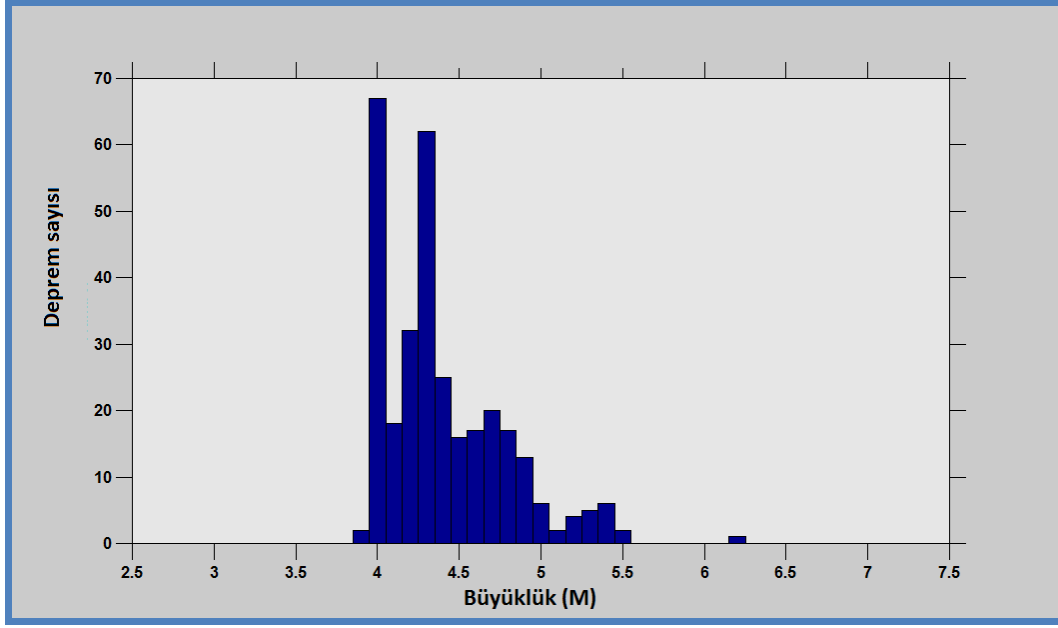
Bu aşamada M.S.1900-2010 yıllarını kapsayan Türkiye-Kafkaslar bölgesi için hazırladığımız kapsamlı homojen deprem kataloğu analiz edilmiştir.



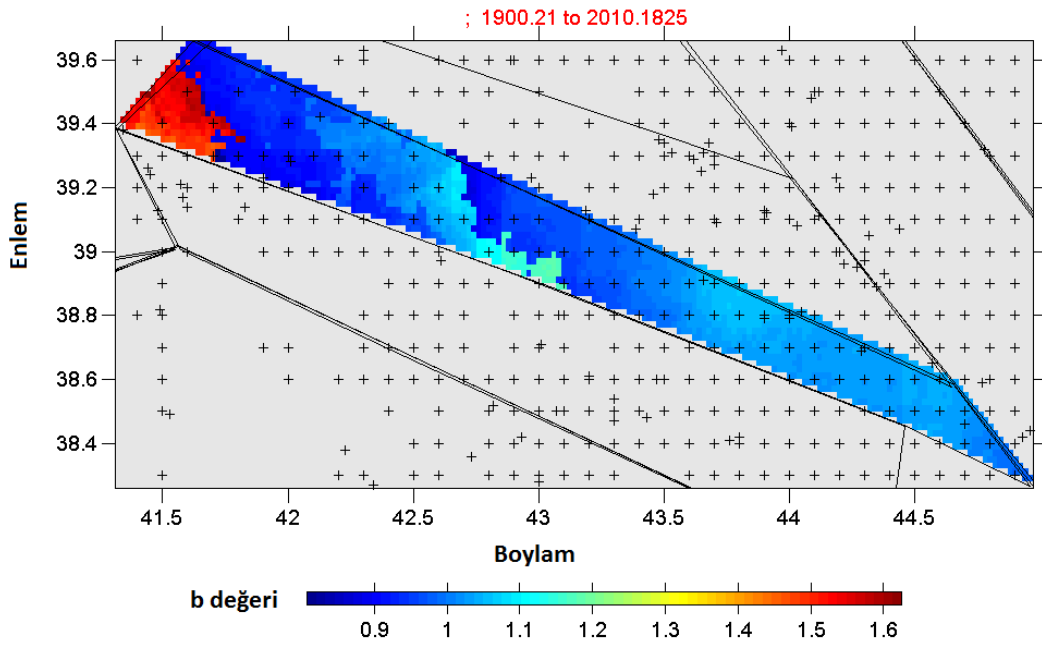
Şekil 4.83. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



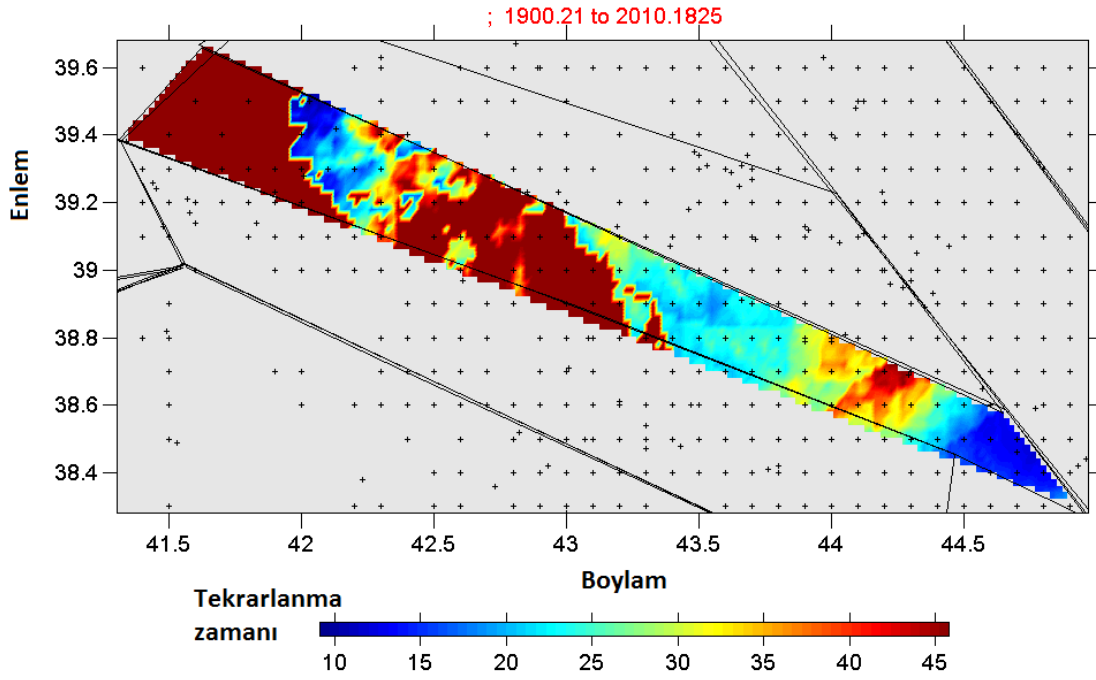
Şekil 4.84. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)



Şekil 4.85. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



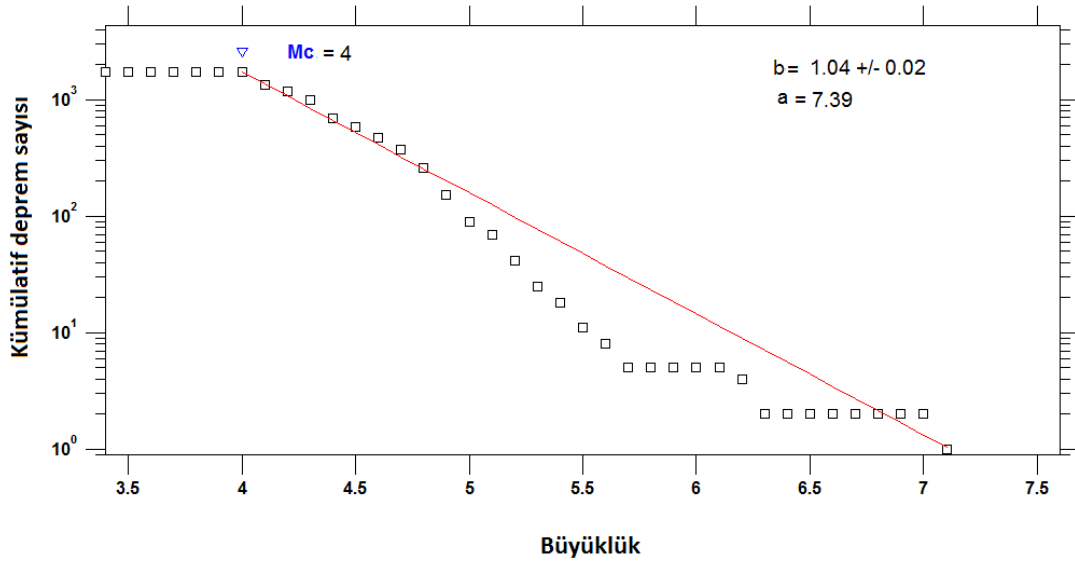
Şekil 4.86. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası



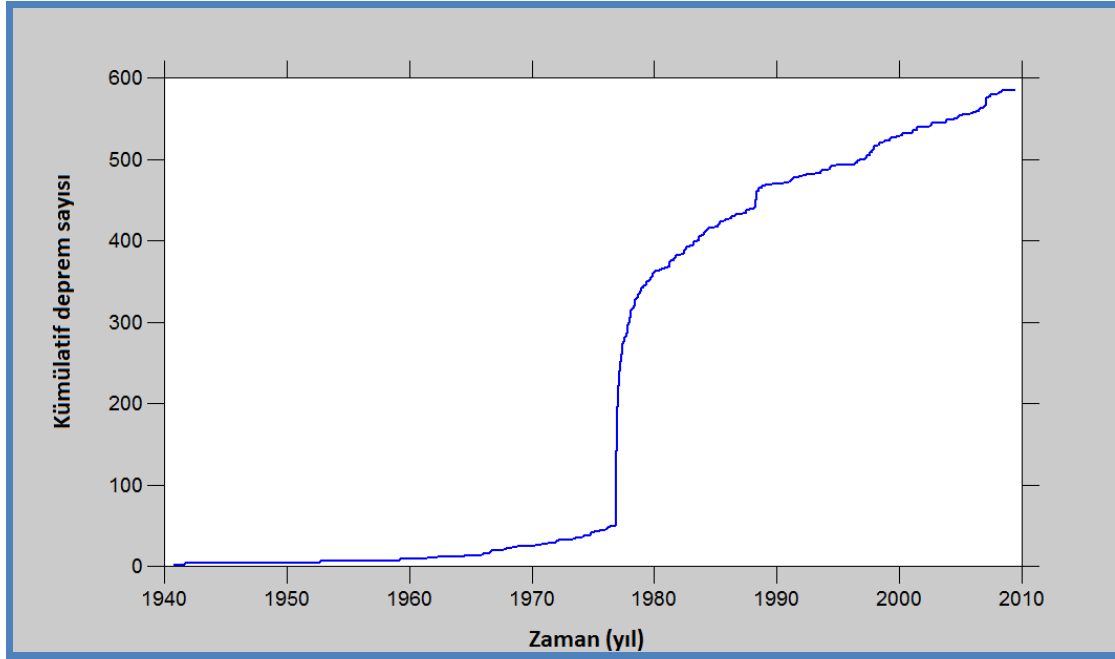
Şekil 4.87. Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

4.1.18. T18-Karayazı-Tutak-Çaldıran deprem kaynak zonu analizleri

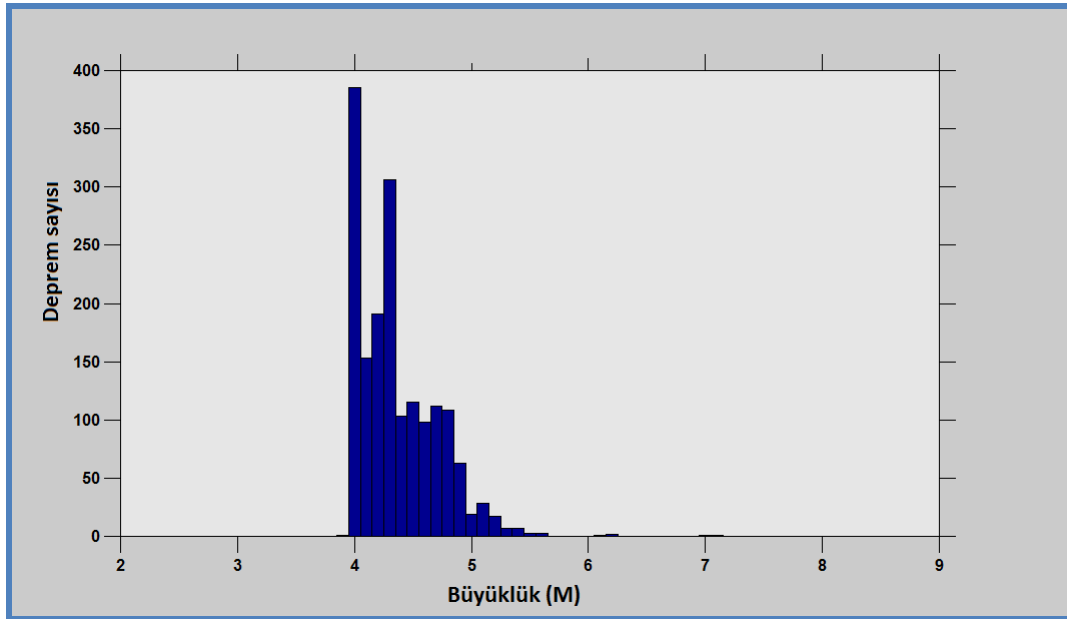
Bu aşamada M.S.1900-2010 yıllarını kapsayan Türkiye-Kafkaslar bölgesi için hazırladığımız kapsamlı homojen deprem kataloğu analiz edilmiştir.



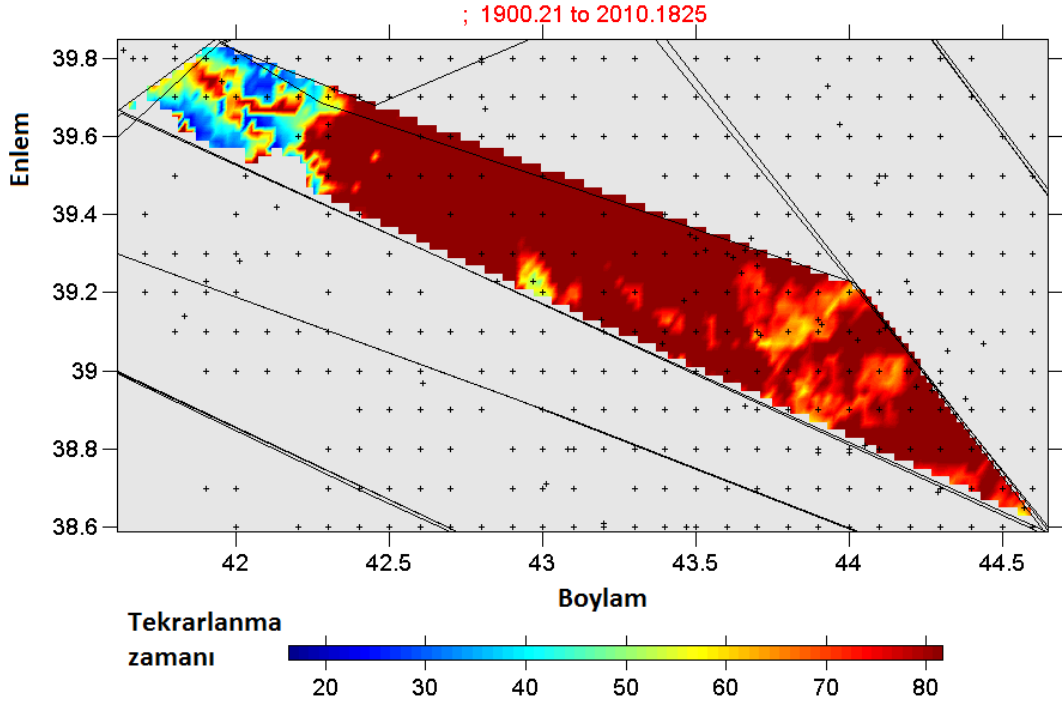
Şekil 4.88. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkinden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)



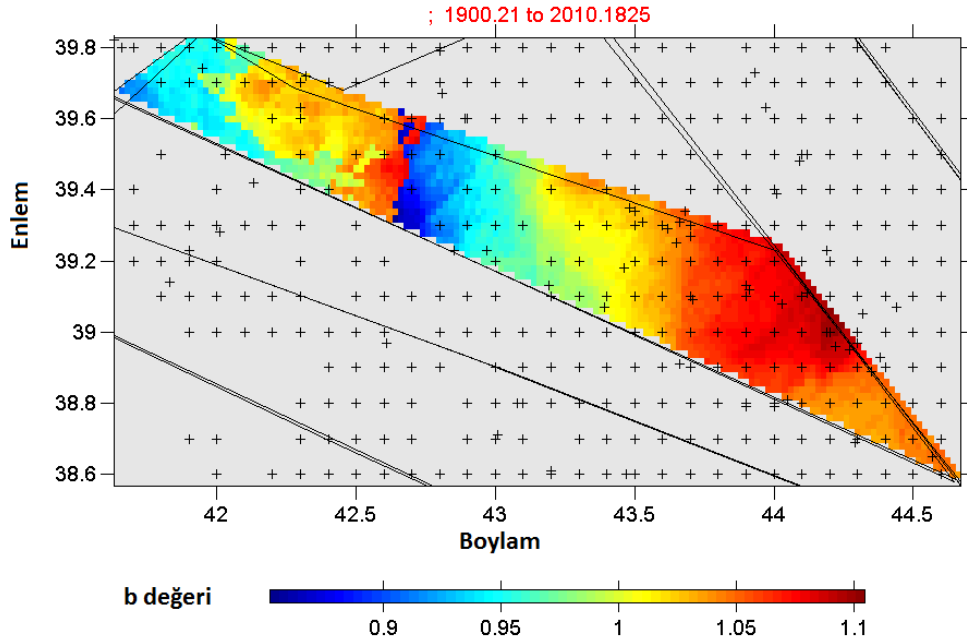
Şekil 4.89. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



Şekil 4.90. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



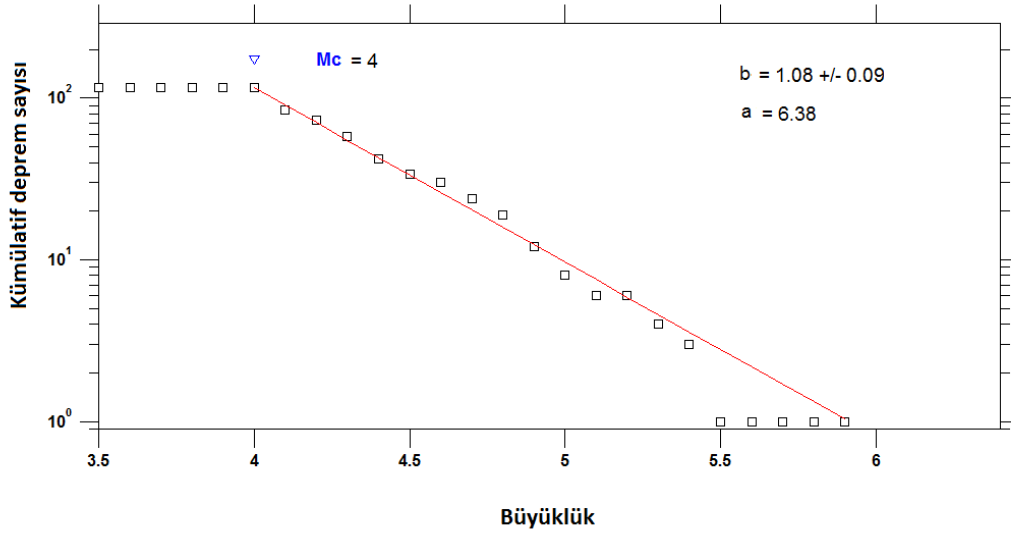
Şekil 4.91. Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası



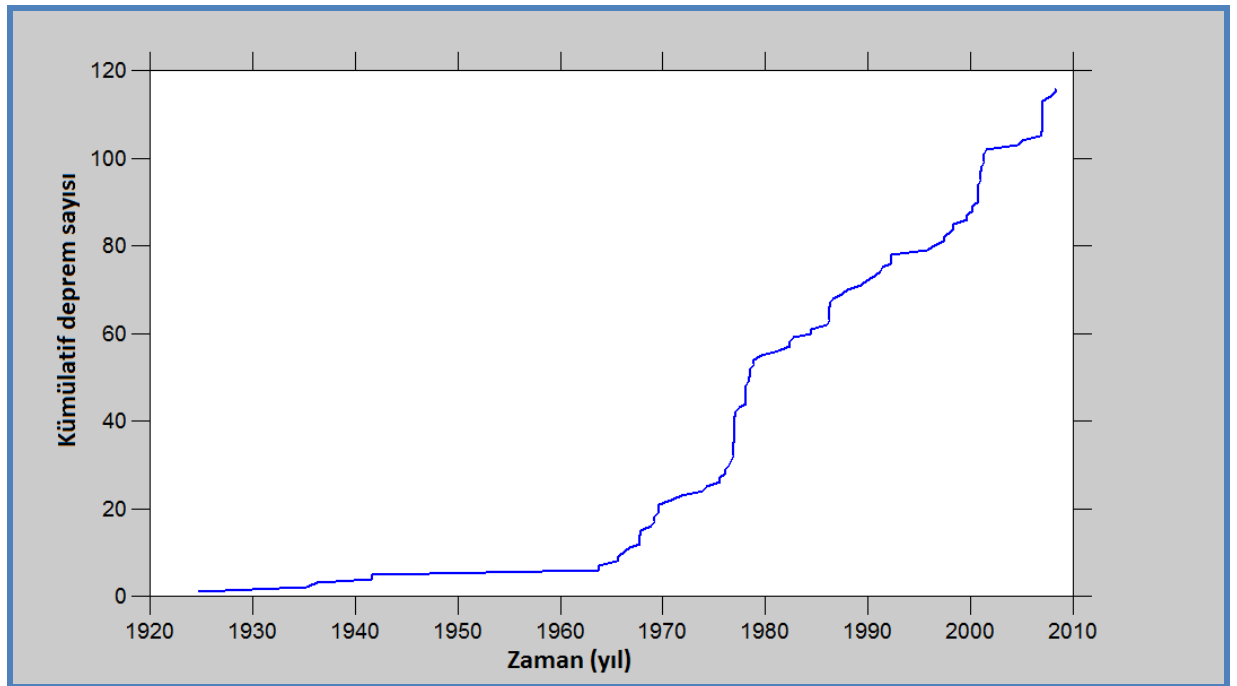
Şekil 4.92. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

4.1.19. T19-Balıkgözü Fayı deprem kaynak zonu analizleri

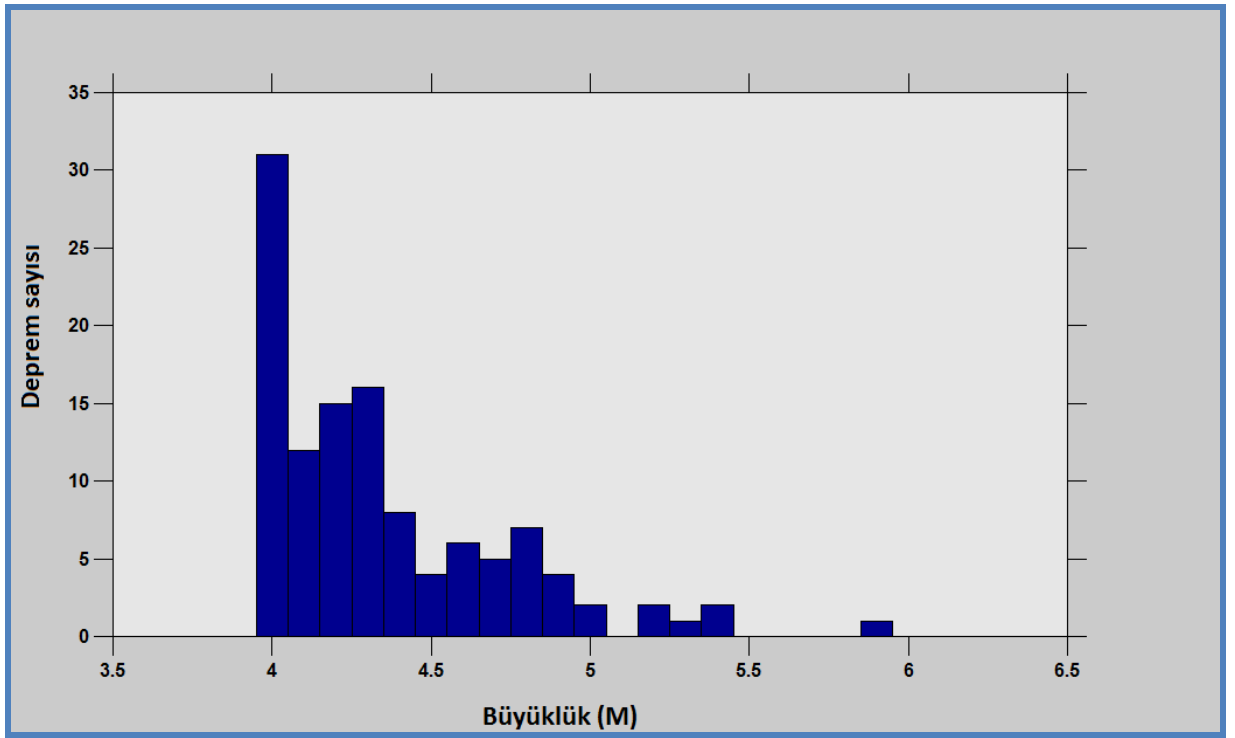
Bu aşamada M.S.1900-2010 yıllarını kapsayan Türkiye-Kafkaslar bölgesi için hazırladığımız kapsamlı homojen deprem kataloğu analiz edilmiştir.



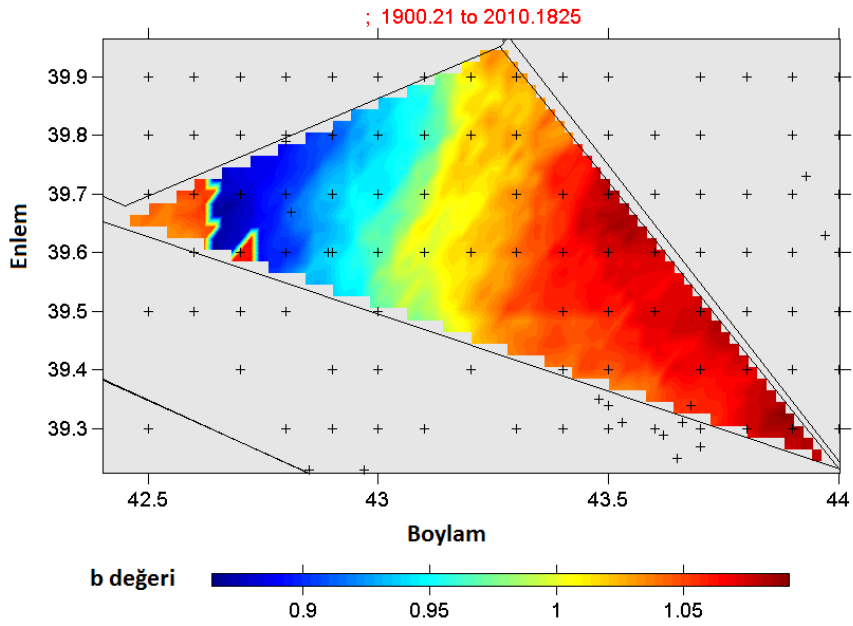
Şekil 4.93. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc)



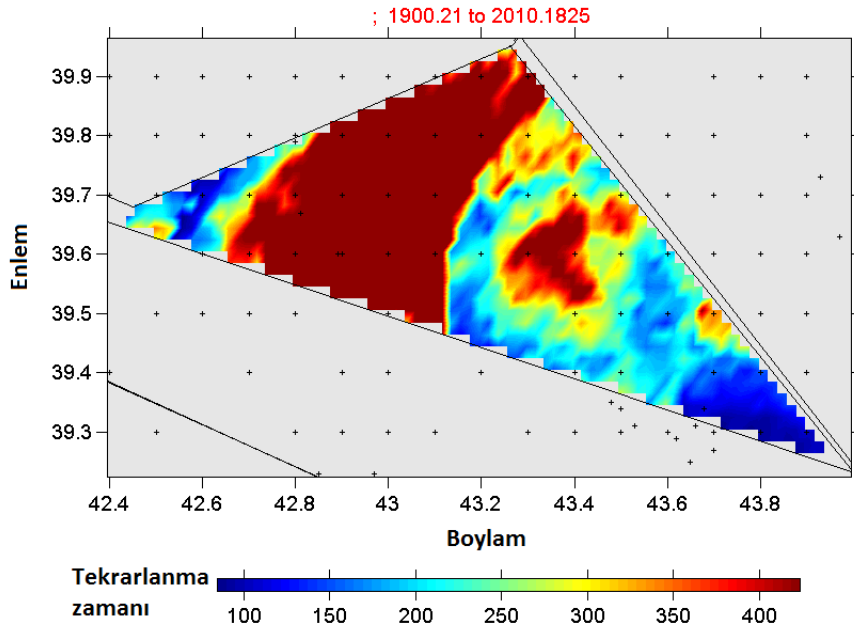
Şekil 4.94. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



Şekil 4.95. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



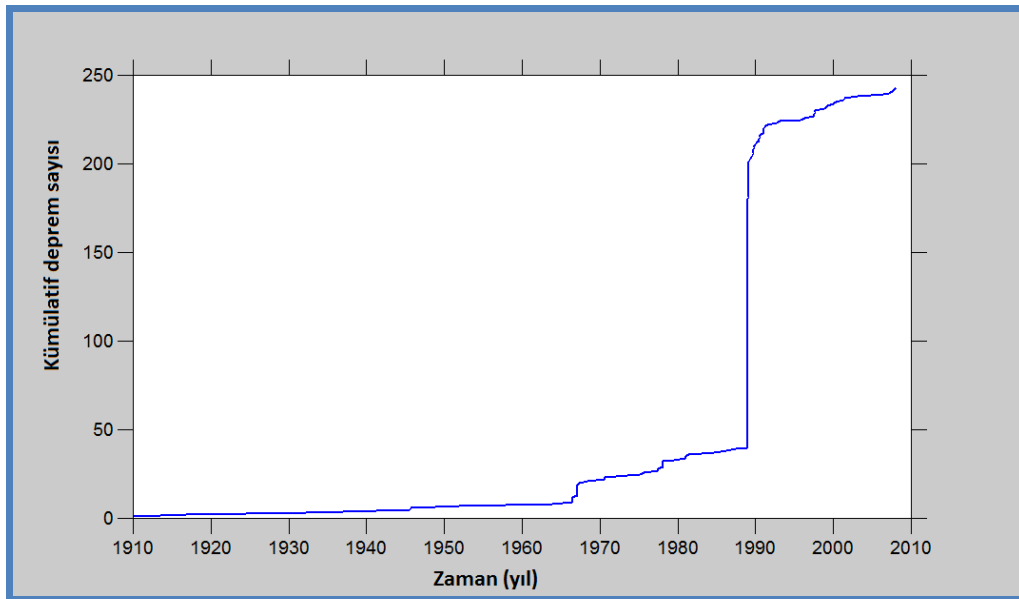
Şekil 4.96. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası



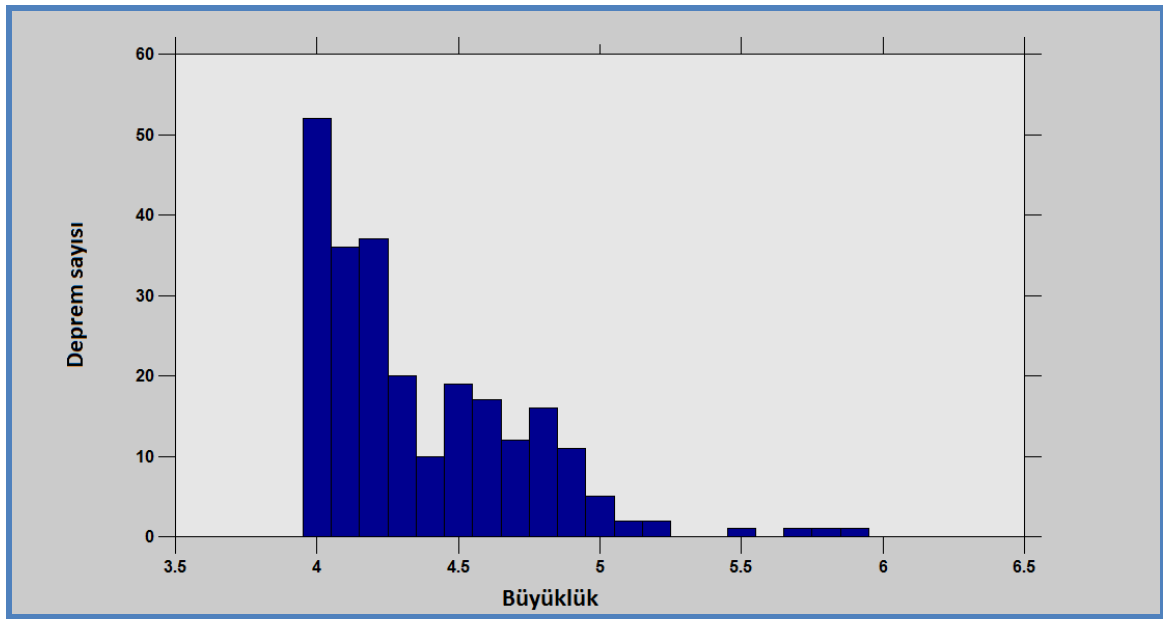
Şekil 4.97. Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

4.1.20. T20-Türkiye-Ermenistan sınırı deprem kaynak zonu analizleri

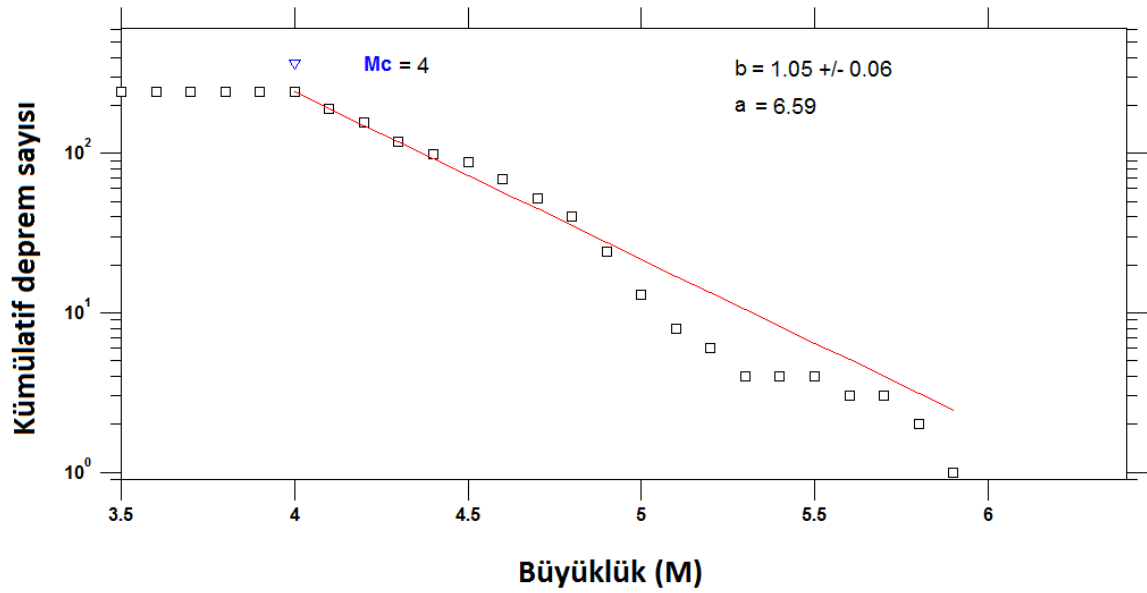
Bu aşamada M.S.1900-2010 yıllarını kapsayan Türkiye-Kafkaslar bölgesi için hazırladığımız kapsamlı homojen deprem kataloğu analiz edilmiştir.



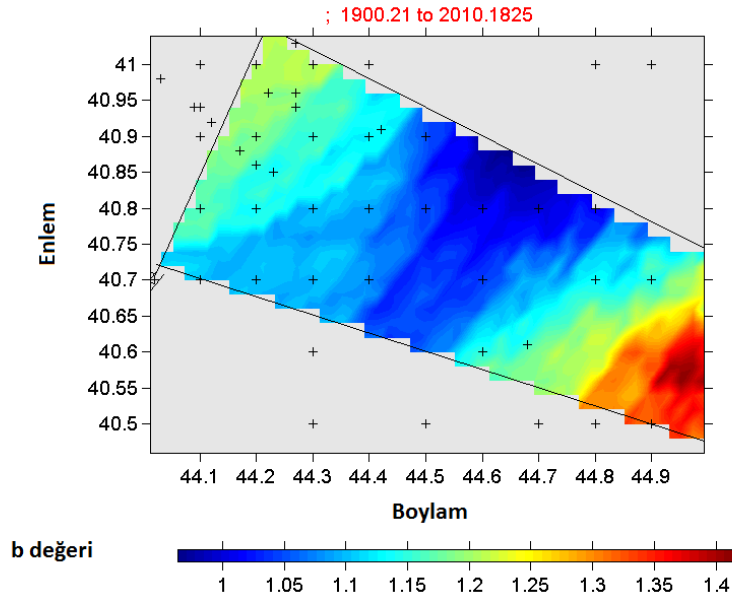
Şekil 4.98. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



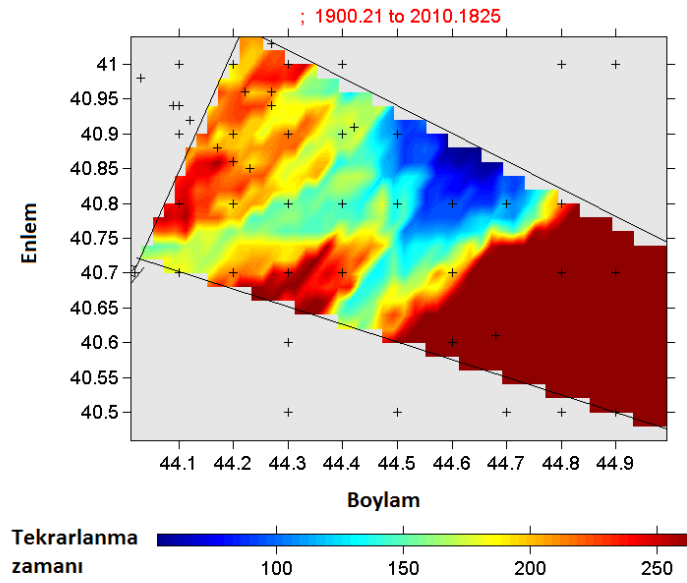
Şekil 4.99. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.100. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)



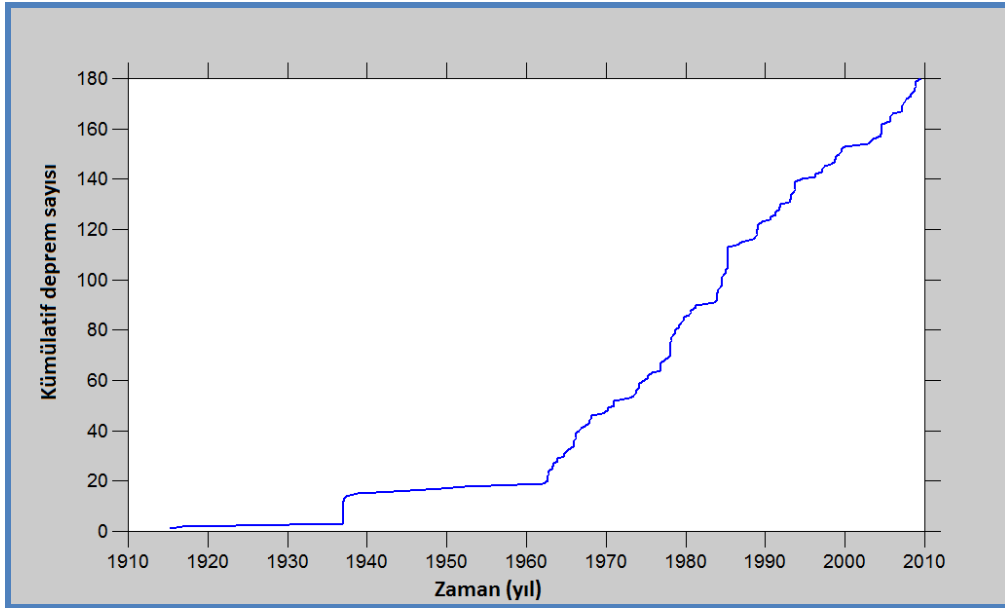
Şekil 4.101. Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası



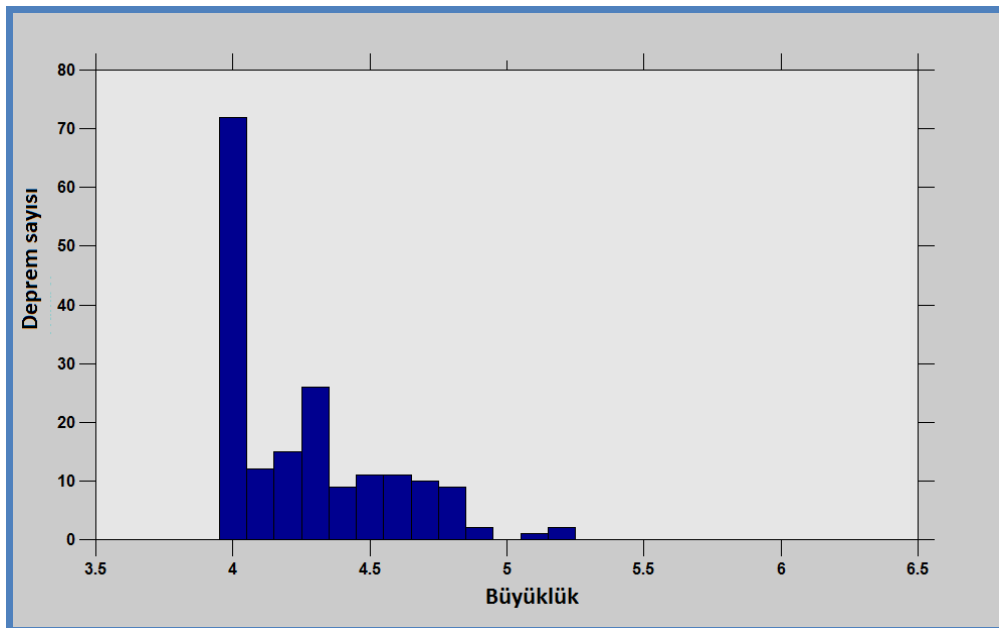
Şekil 4.102. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

4.1.21.T21-Aralık Fayı deprem kaynak zonu analizleri

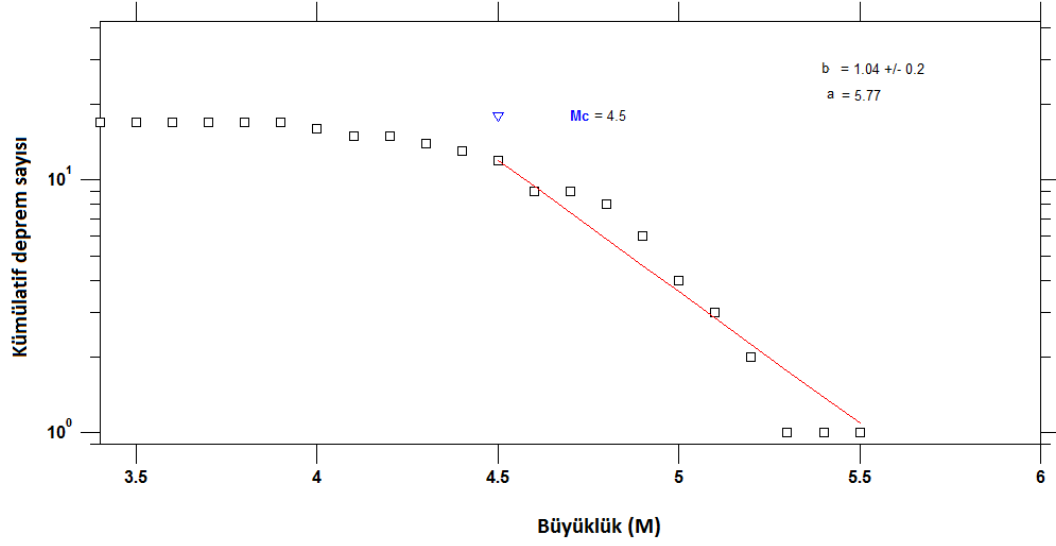
Bu aşamada M.S.1900-2010 yıllarını kapsayan Türkiye-Kafkaslar bölgesi için hazırladığımız kapsamlı homojen deprem kataloğu analiz edilmiştir.



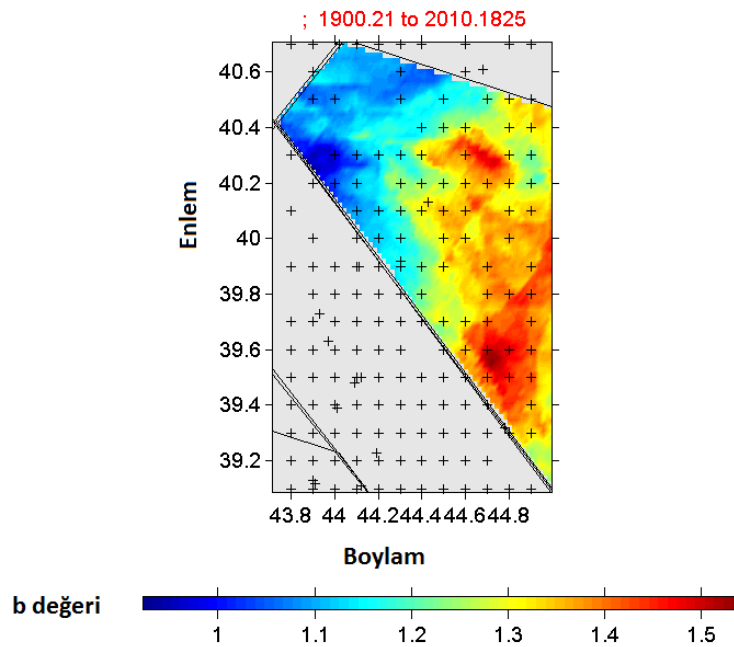
Şekil 4.103. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



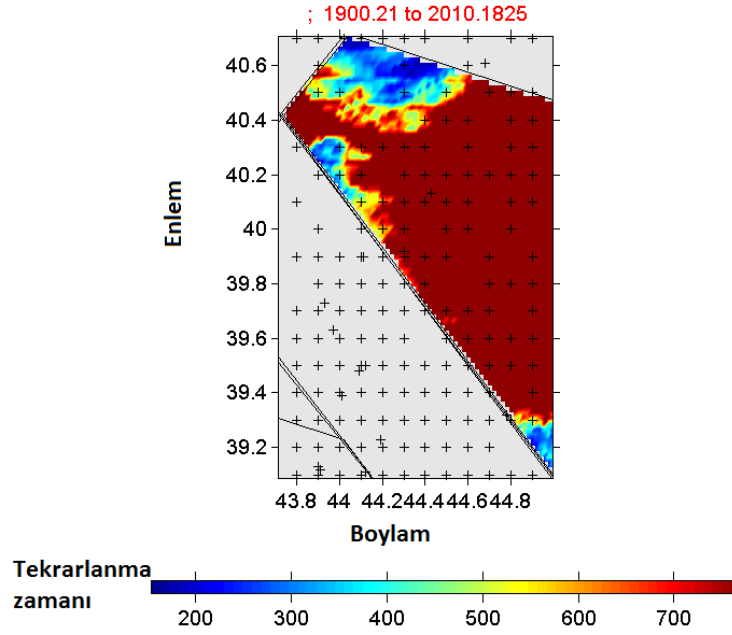
Şekil 4.104. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.105. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkinden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)



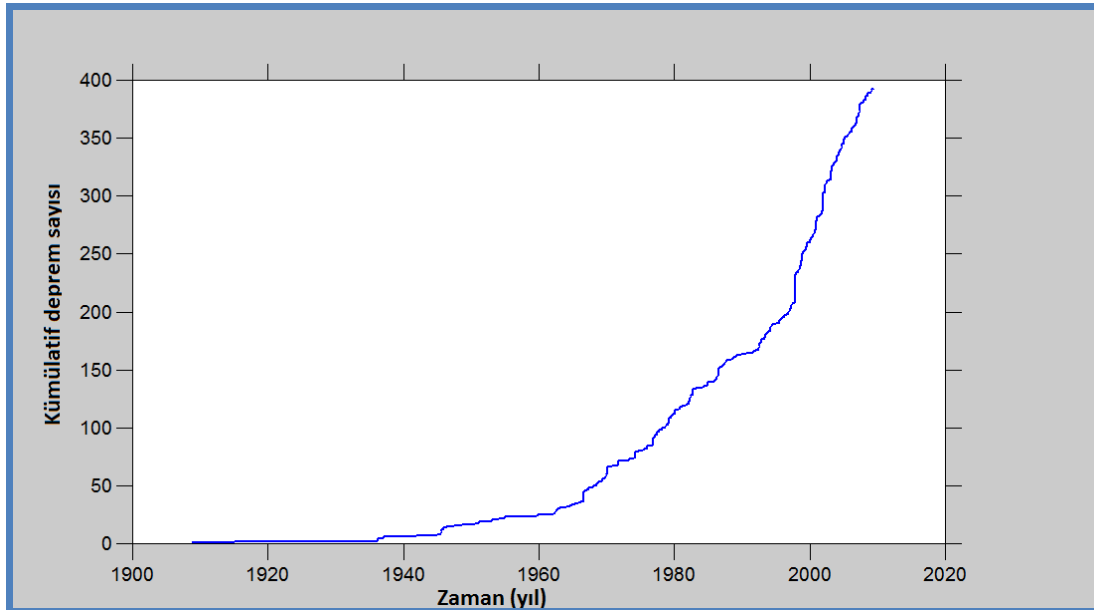
Şekil 4.106. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası



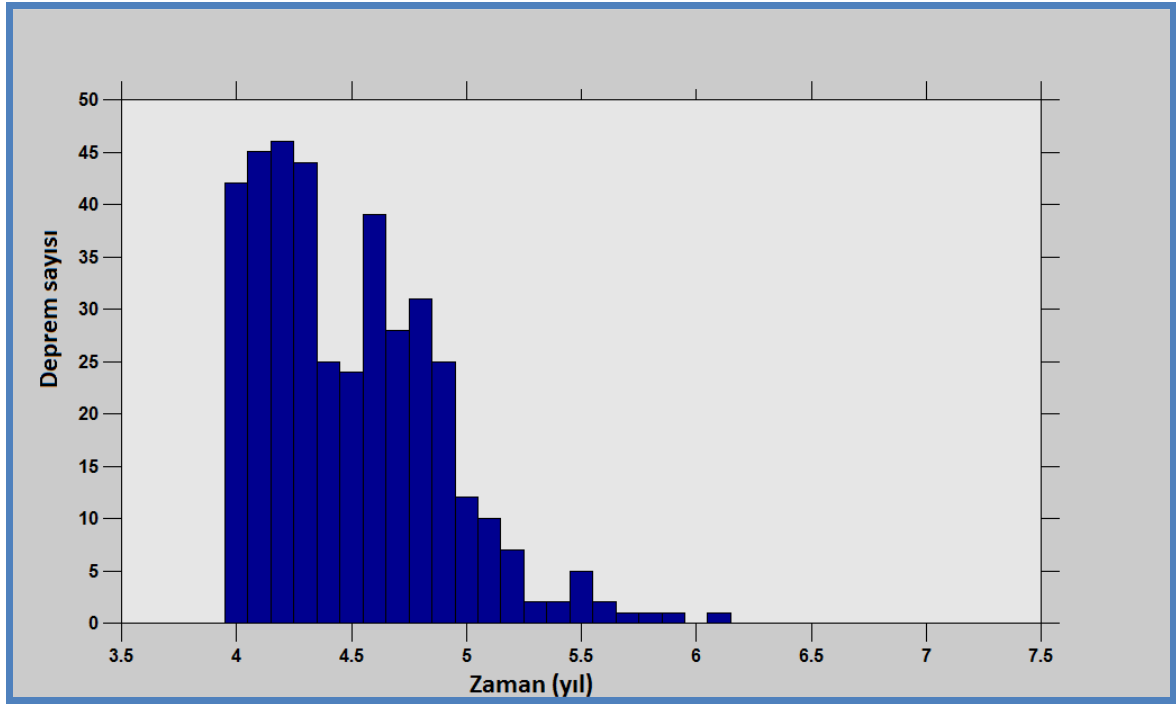
Şekil 4.107. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

4.1.22. T22- Van Fayı deprem kaynak zonu analizleri

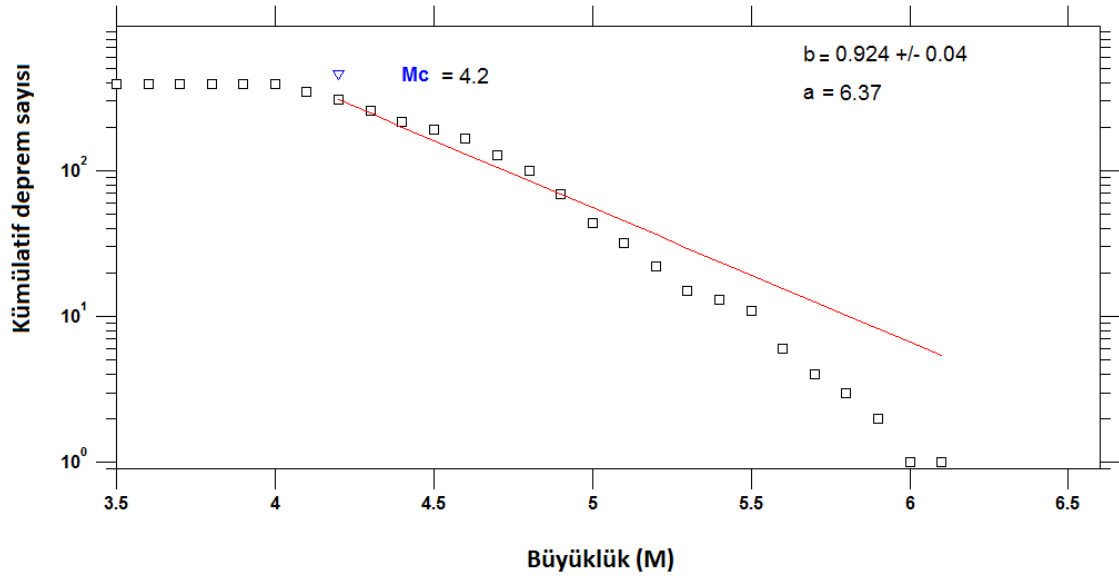
Bu aşamada M.S.1900-2010 yıllarını kapsayan Türkiye-Kafkaslar bölgesi için hazırladığımız kapsamlı homojen deprem kataloğu analiz edilmiştir.



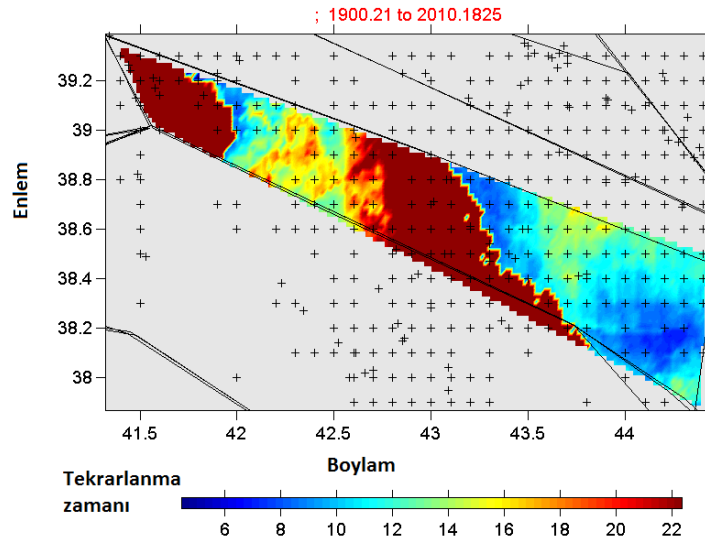
Şekil 4.108. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



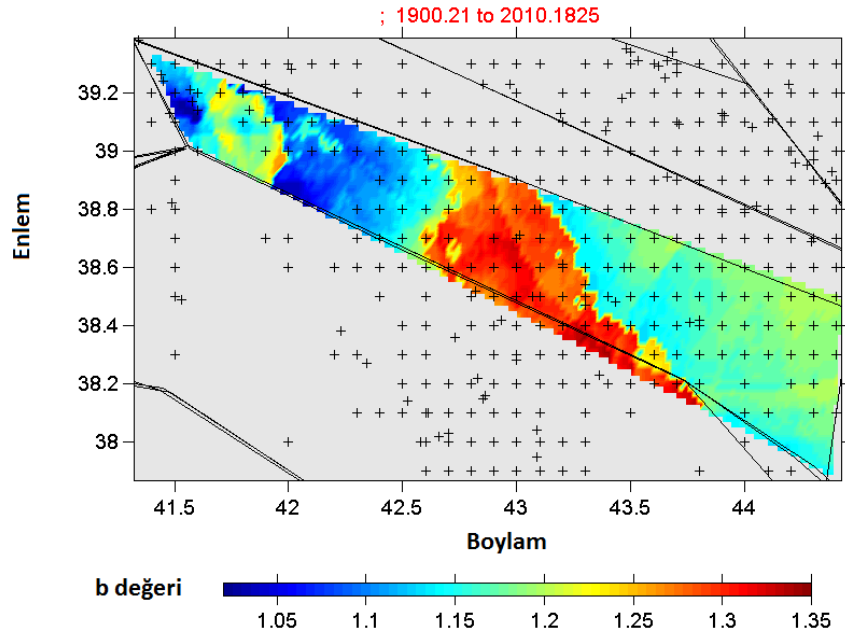
Şekil 4.109. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.110. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkinden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc)



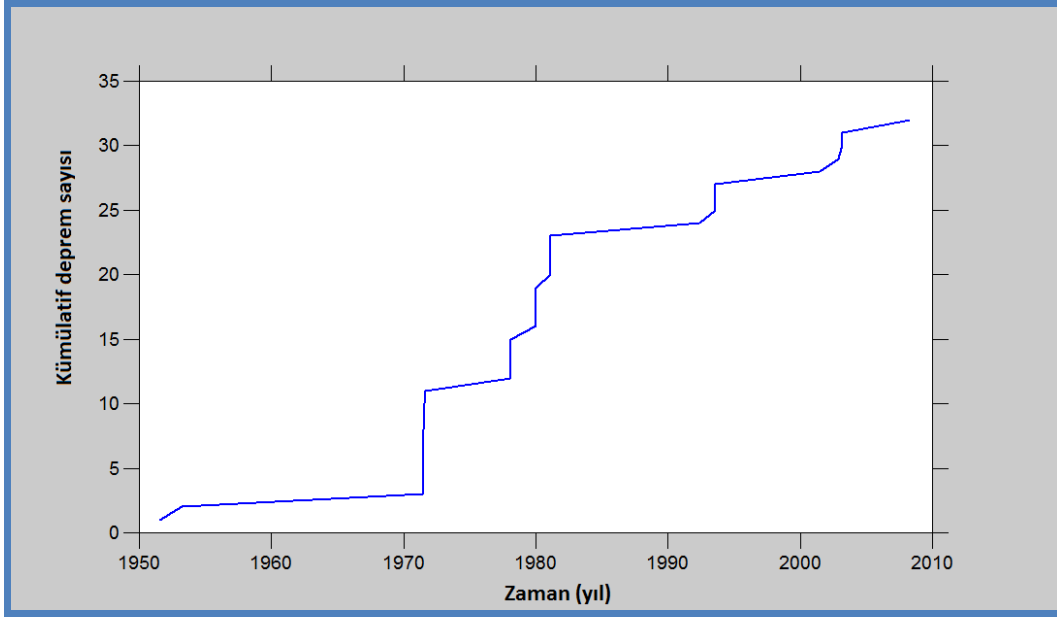
Şekil 4.111. Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası



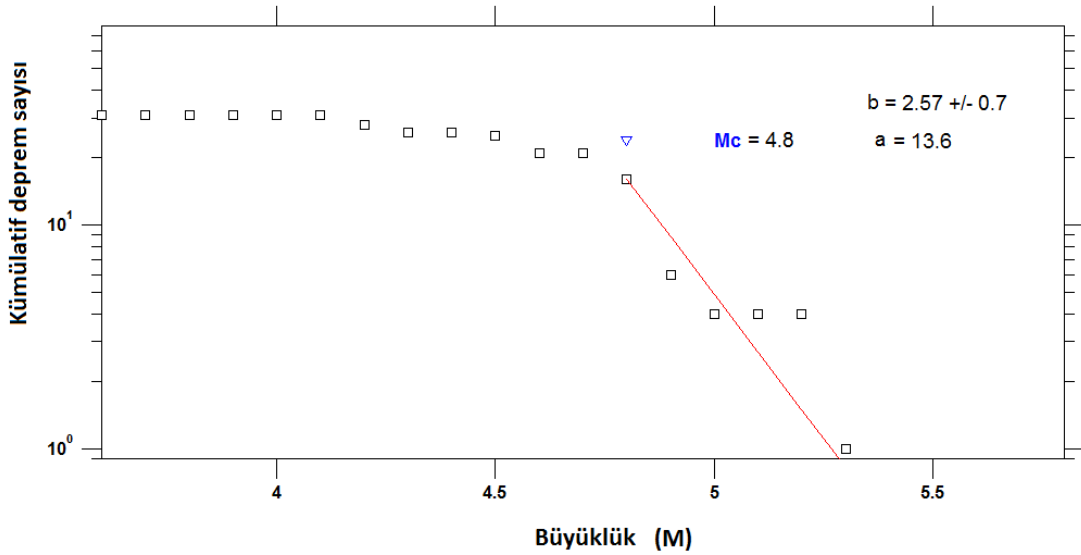
Şekil 4.112. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

4.1.23. T23-Doğu Hatay Fayı deprem kaynak zonu analizleri

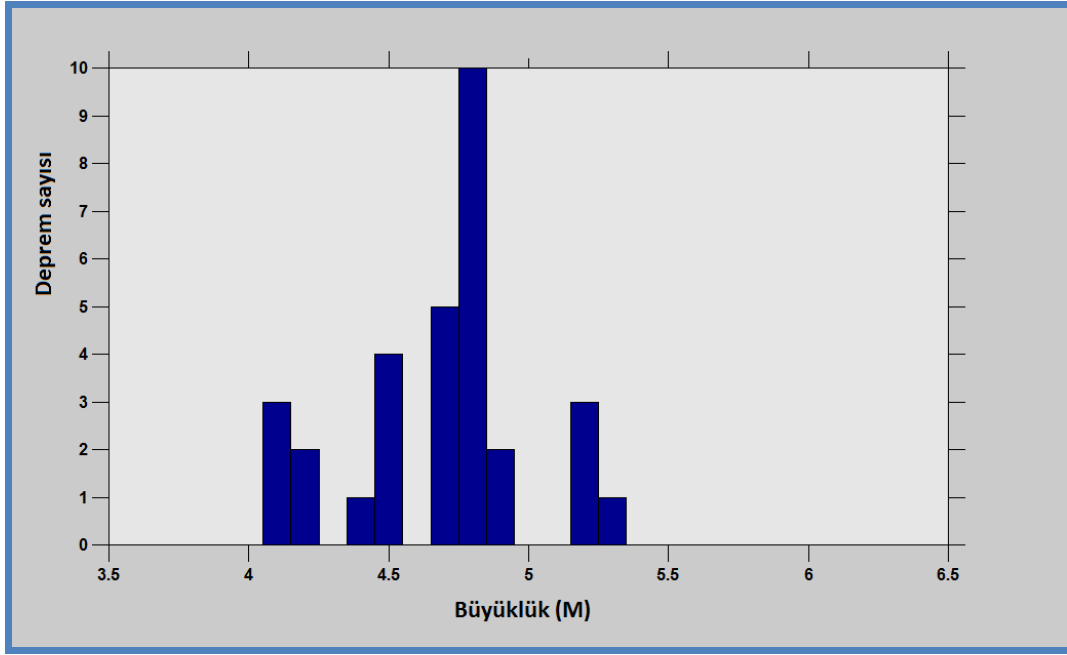
Bu aşamada M.S.1900-2010 yıllarını kapsayan Türkiye-Kafkaslar bölgesi için hazırladığımız kapsamlı homojen deprem kataloğu analiz edilmiştir.



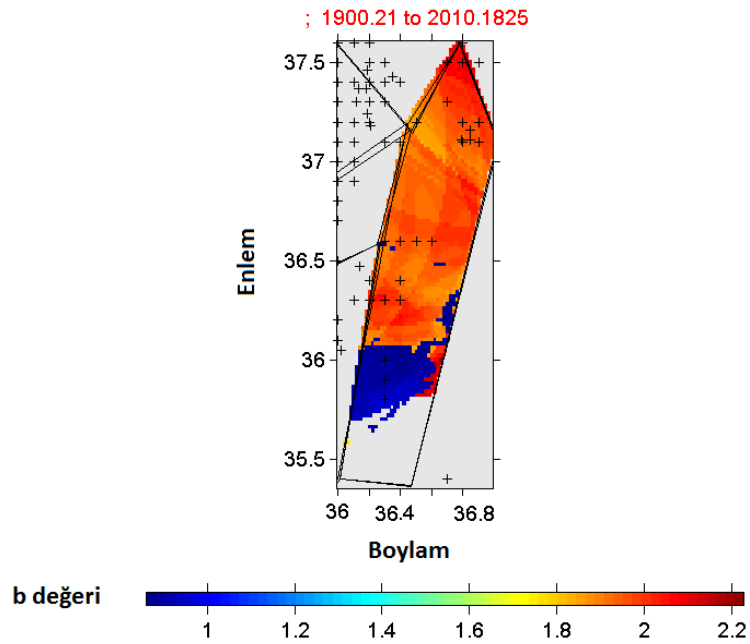
Şekil 4.113. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



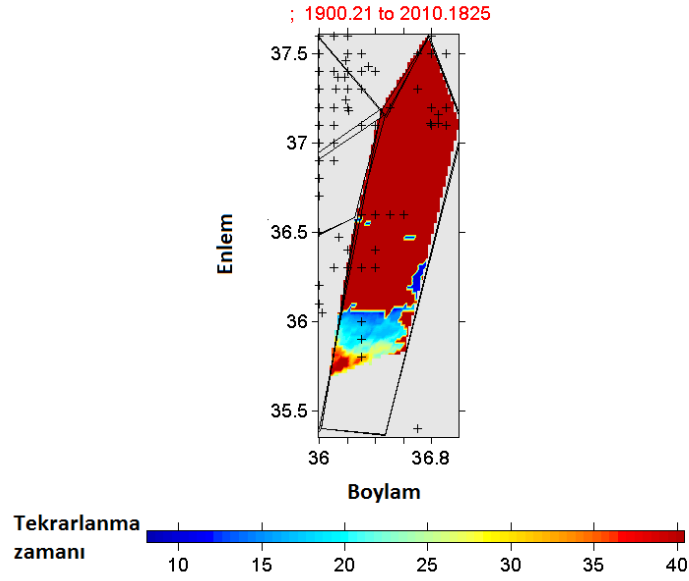
Şekil 4.114. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc)



Şekil 4.115. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



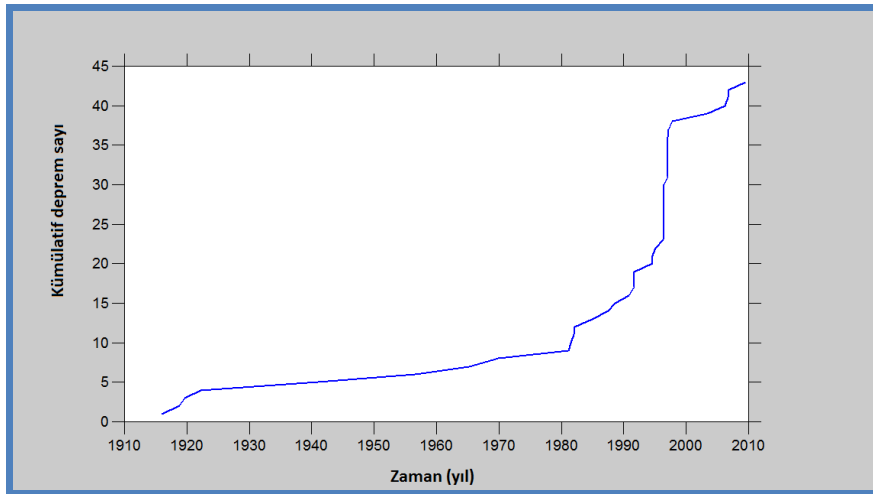
Şekil 4.116. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası



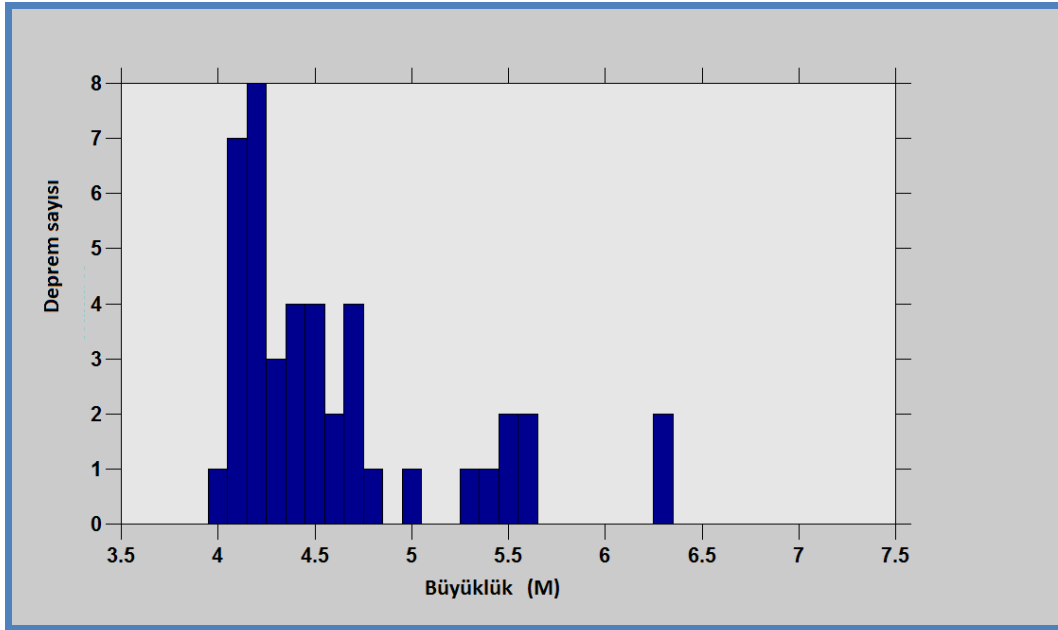
Şekil 4.117. Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

4.1.24. T24-Kıbrıs Yayı-Doğu-1 deprem kaynak zonu analizleri

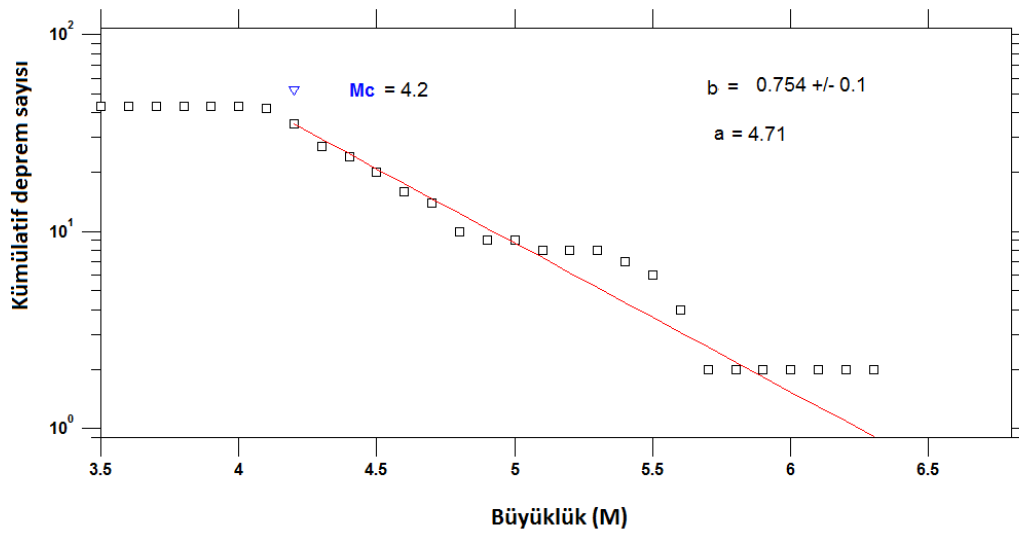
Bu bölge ve 50. bölge dâhil olmak üzere analiz için Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü Ulusal Deprem İzleme Merkezinden aldığımız aletsel dönem (1900) başlangıcından günümüze değin (2010) Türkiye’de ve yakın çevresinde (32-45°K Enlemleri / 23-48°D Boyamları arası) meydana gelmiş büyüklüğü $M \geq 4.0$ olan depremlerden oluşan bir veri seti kullanılmıştır.



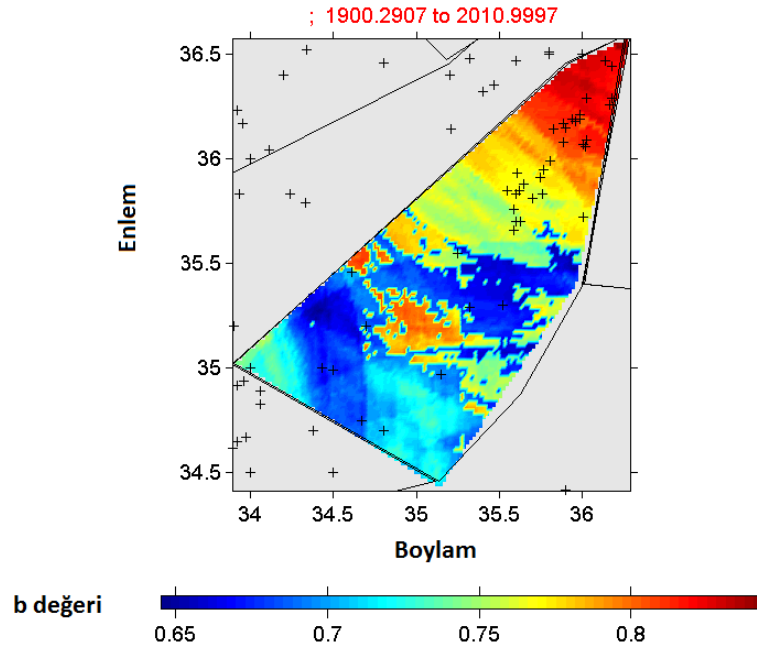
Şekil 4.118. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



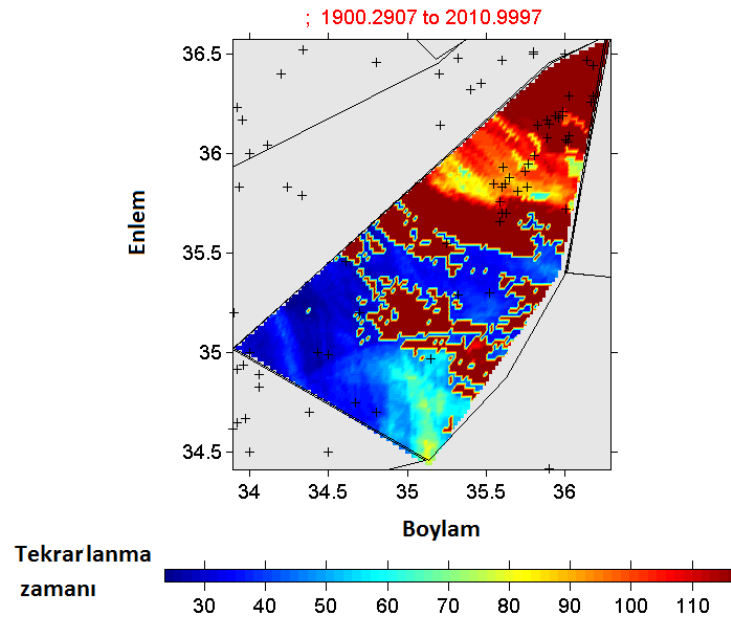
Şekil 4.119. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.120. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

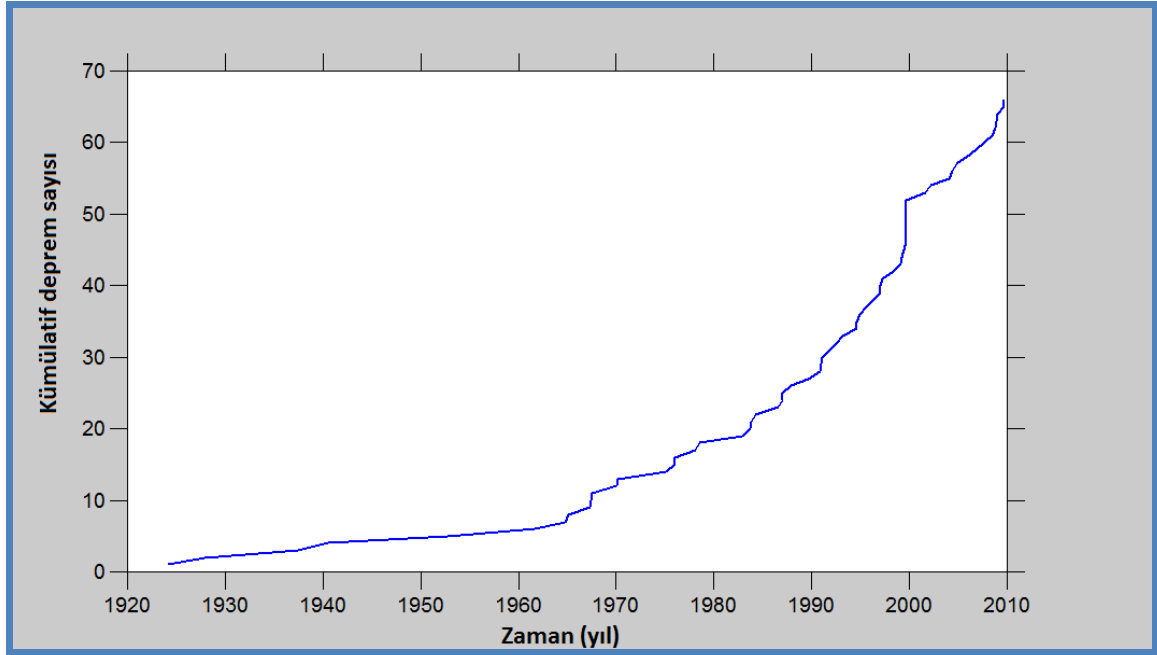


Şekil 4.121. Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

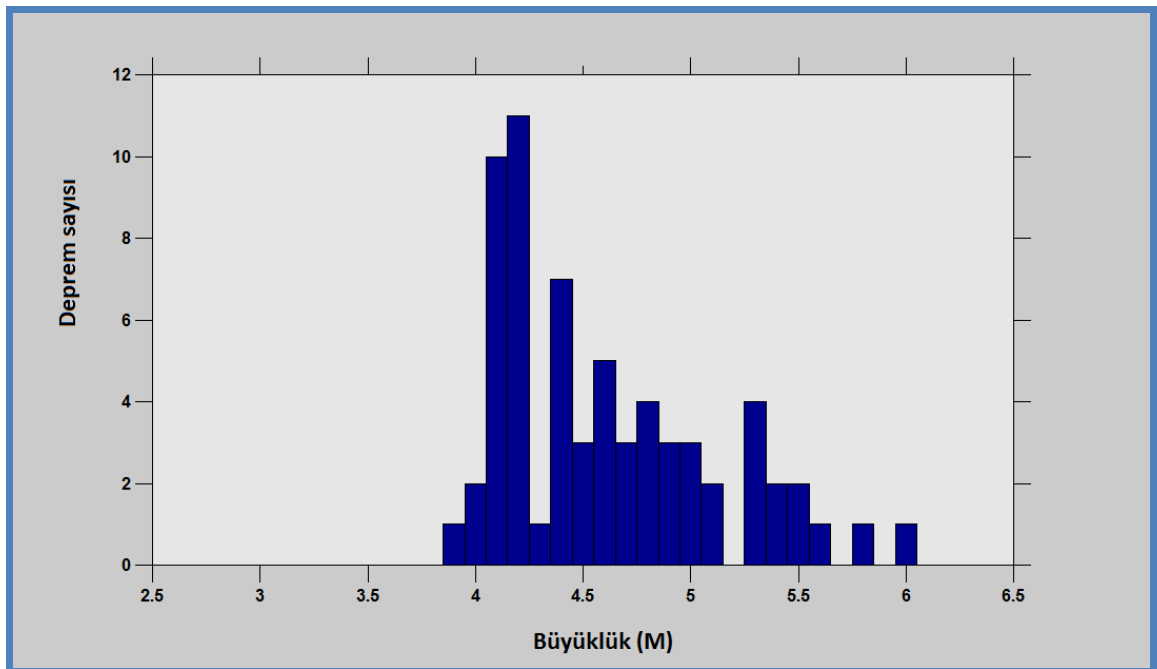


Şekil 4.122. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

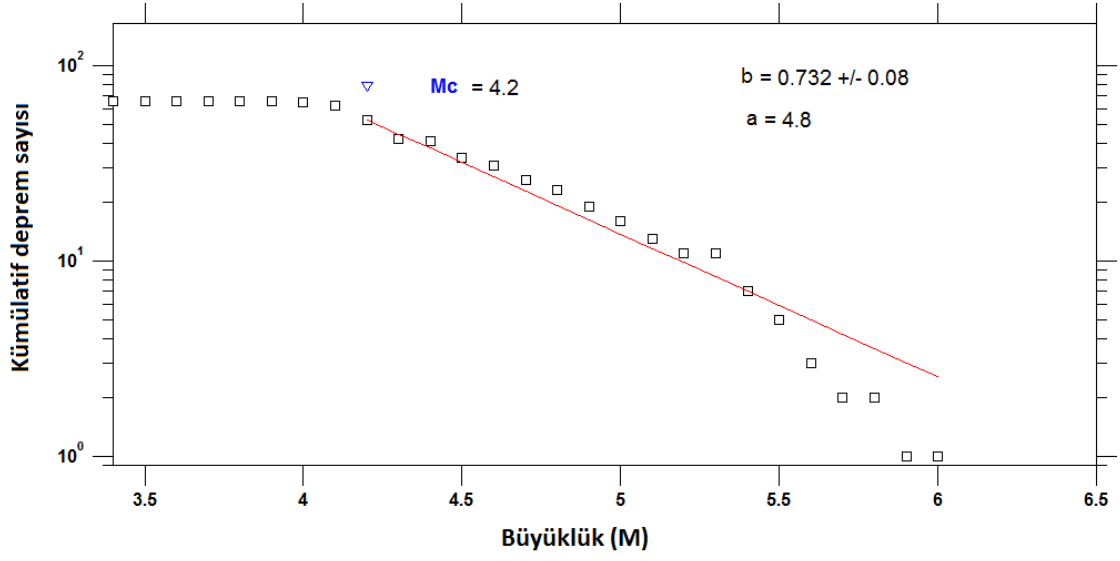
4.1.25. T25-Kıbrıs Yayı Doğu-2 deprem kaynak zonları analizi



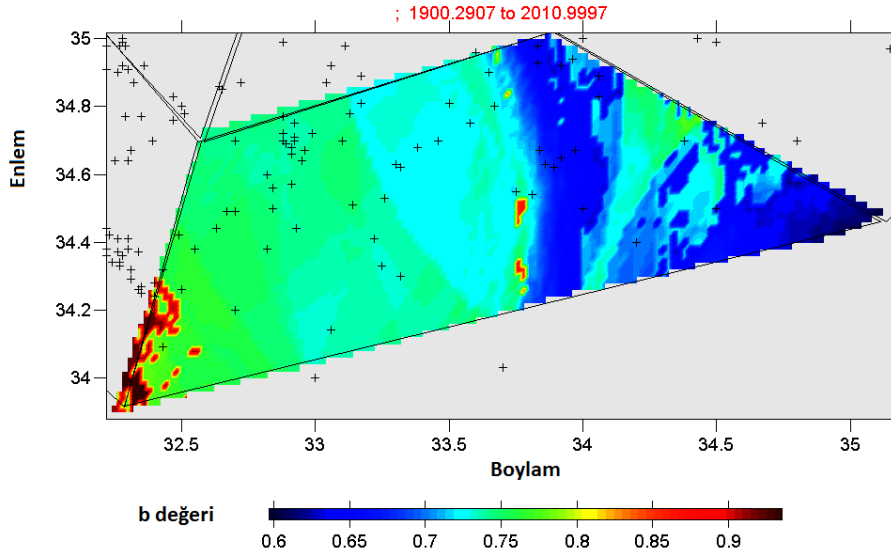
Şekil 4.123. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



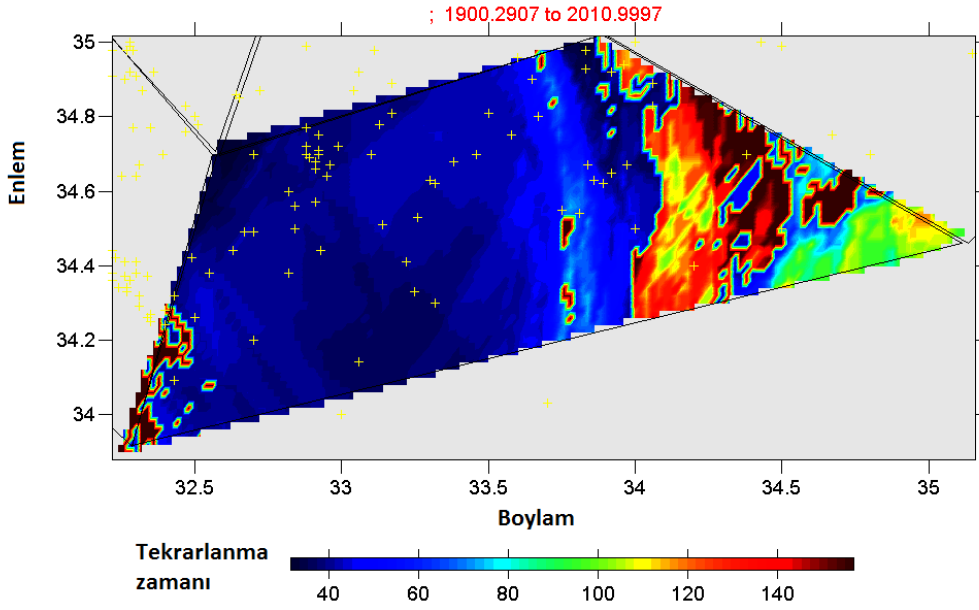
Şekil 4.124. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.125. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

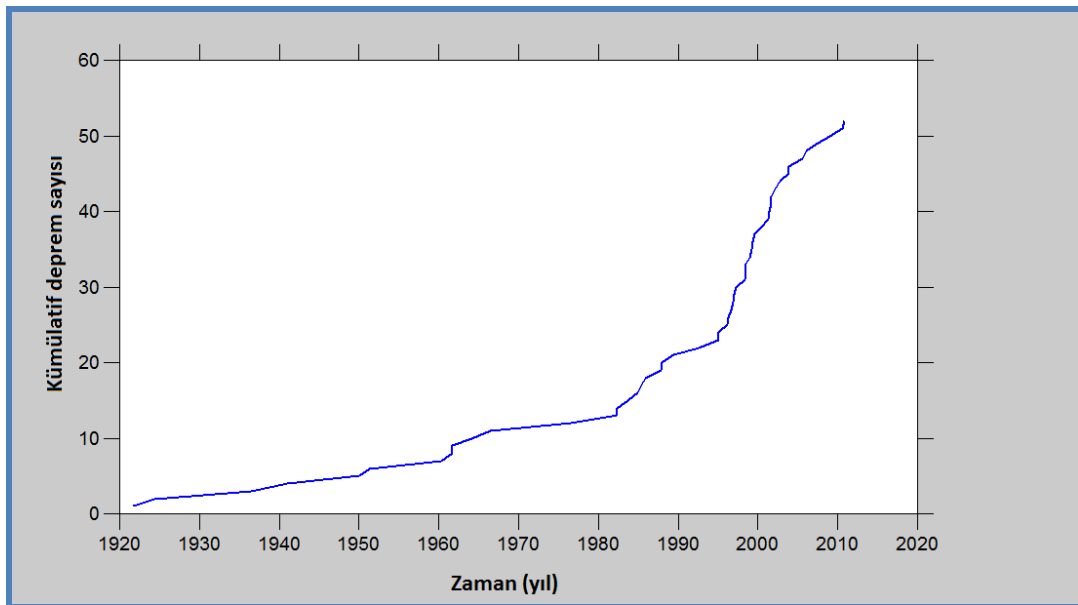


Şekil 4.126. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

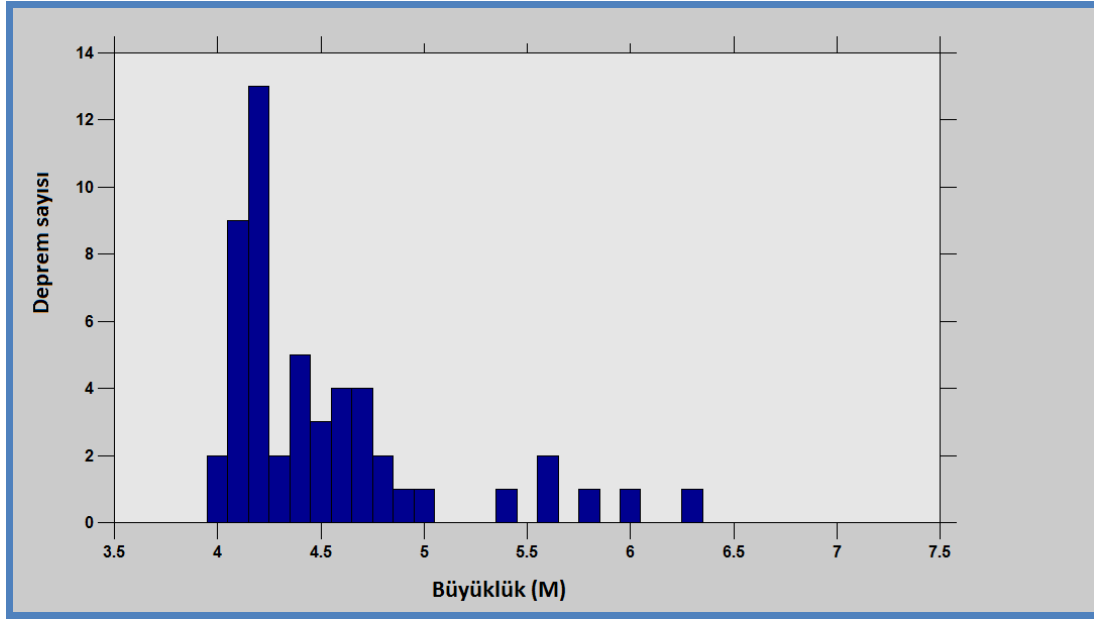


Şekil 4.127. Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

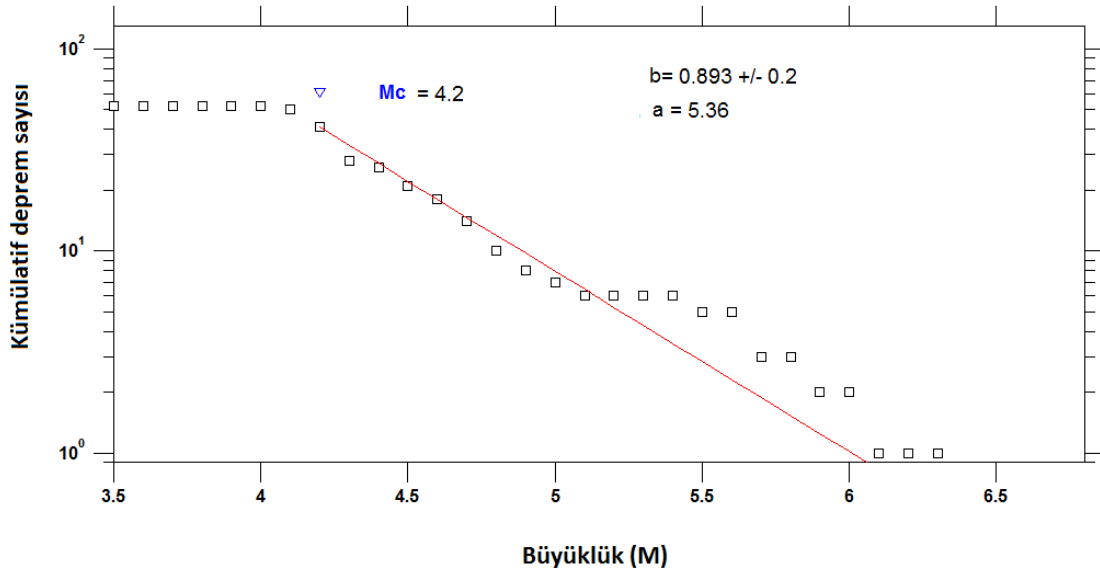
4.1.26. T26-Girne Misis-Doğu deprem kaynak zonu analizleri



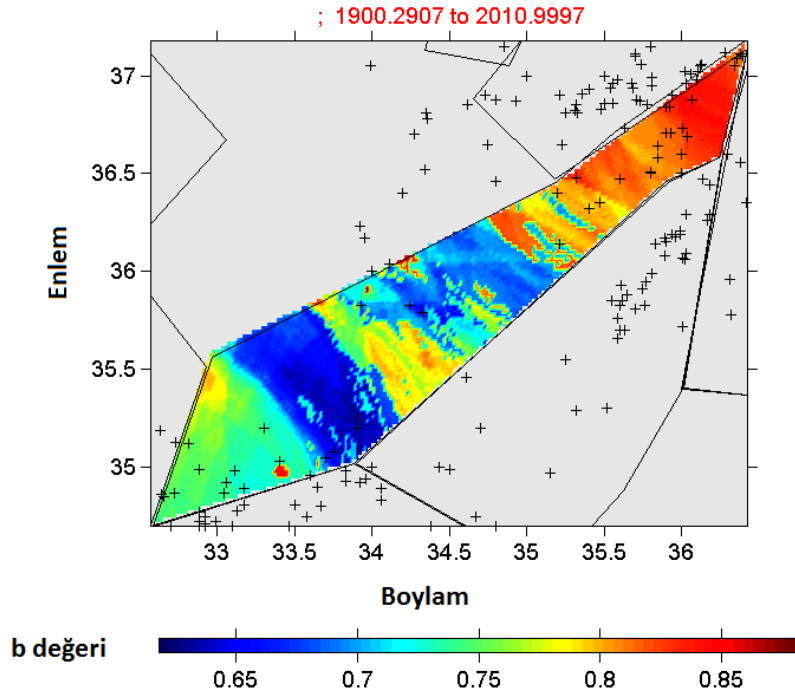
Şekil 4.128. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



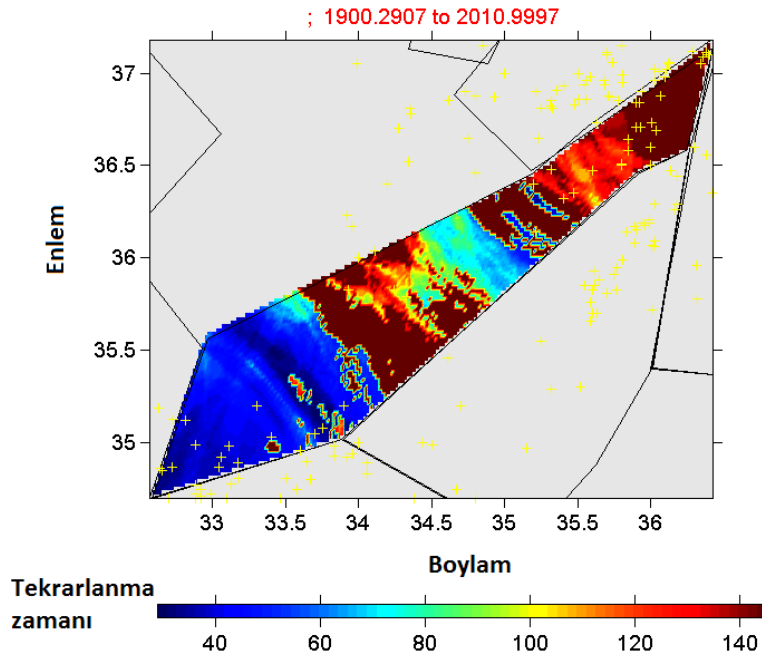
Şekil 4.129. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.130. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

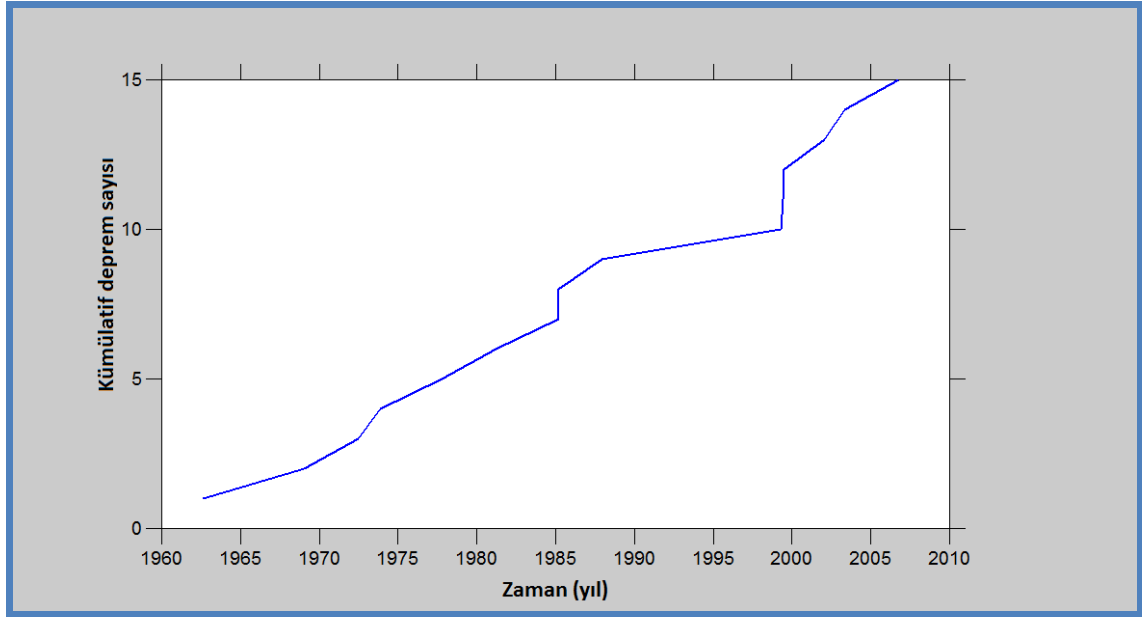


Şekil 4.131. Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

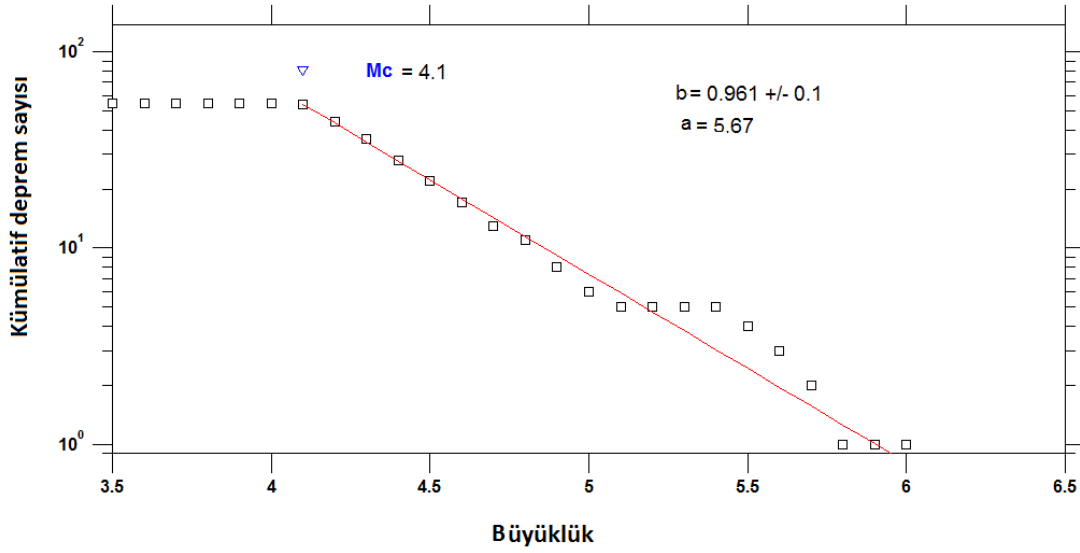


Şekil 4.132. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

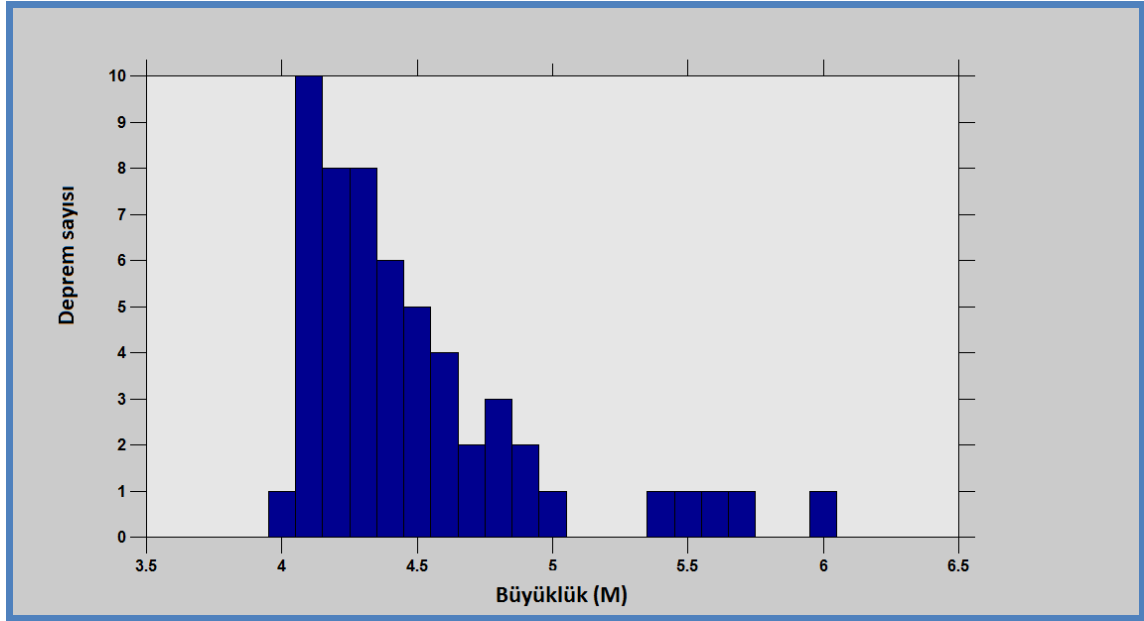
4.1.27. T27 Seydişehir Fayı deprem kaynak zonu deprem analizleri



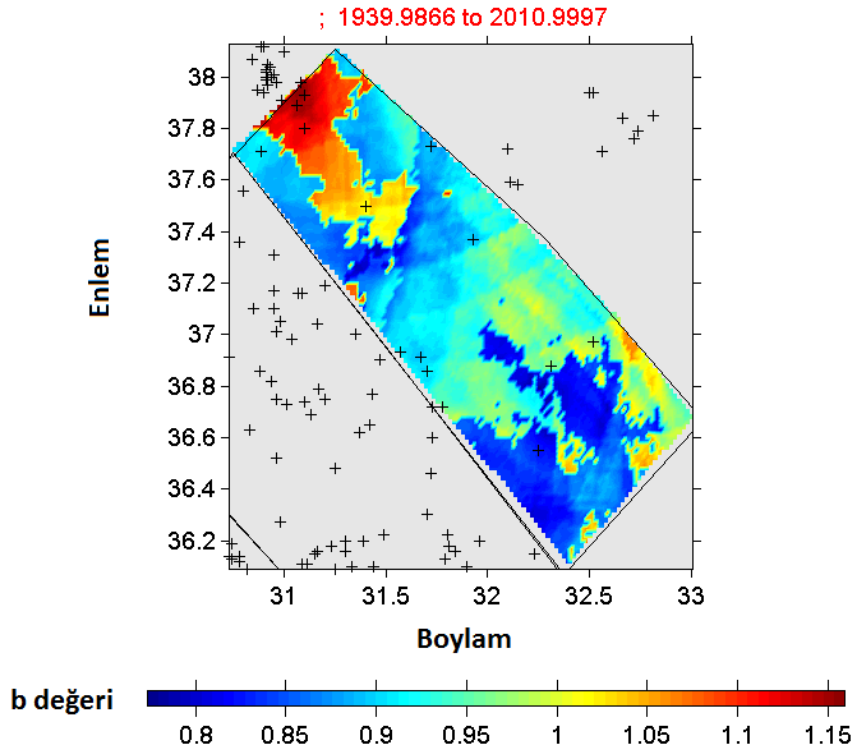
Şekil 4.133. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



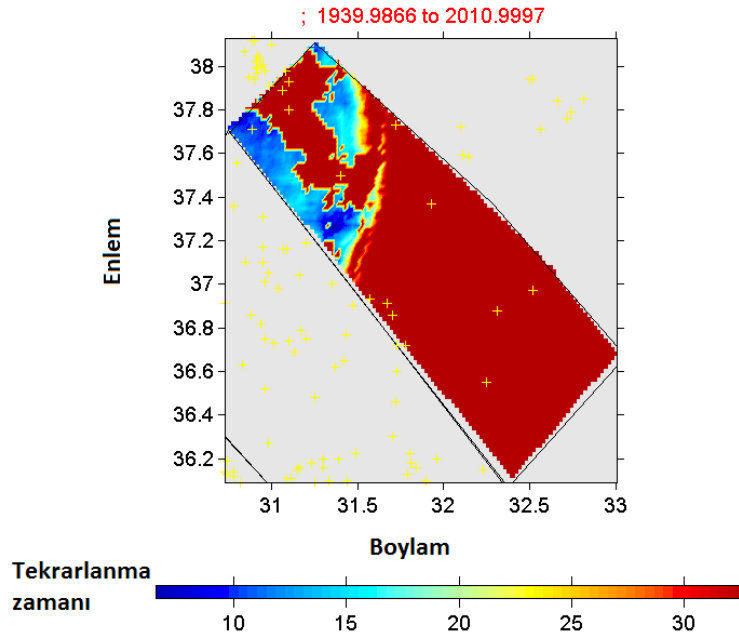
Şekil 4.134. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc)



Şekil 4.135. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi

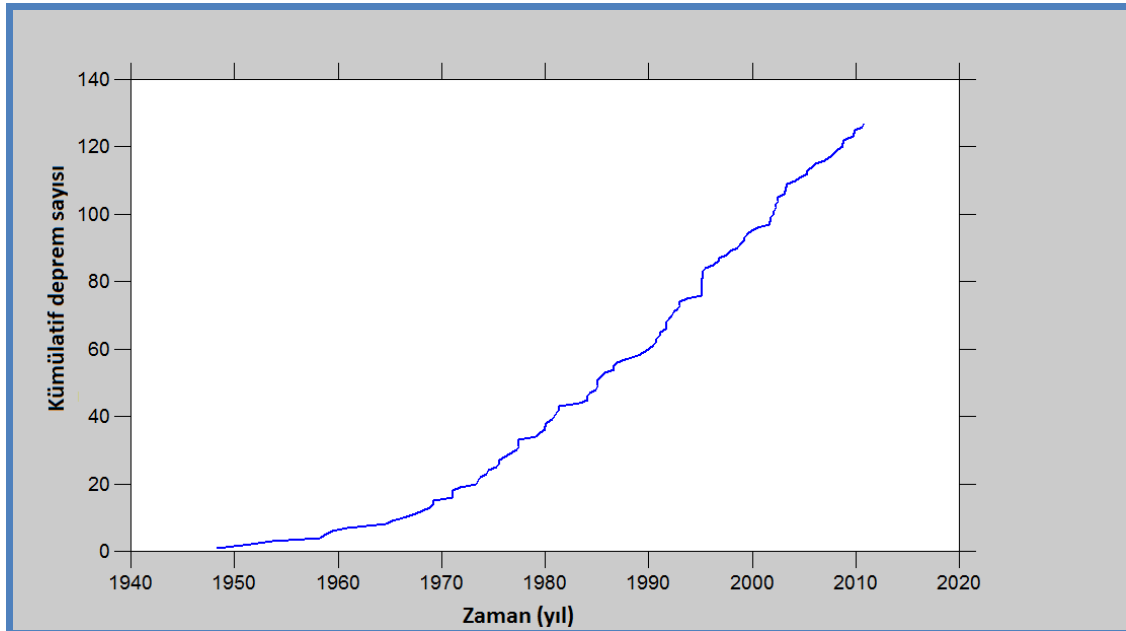


Şekil 4.136. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

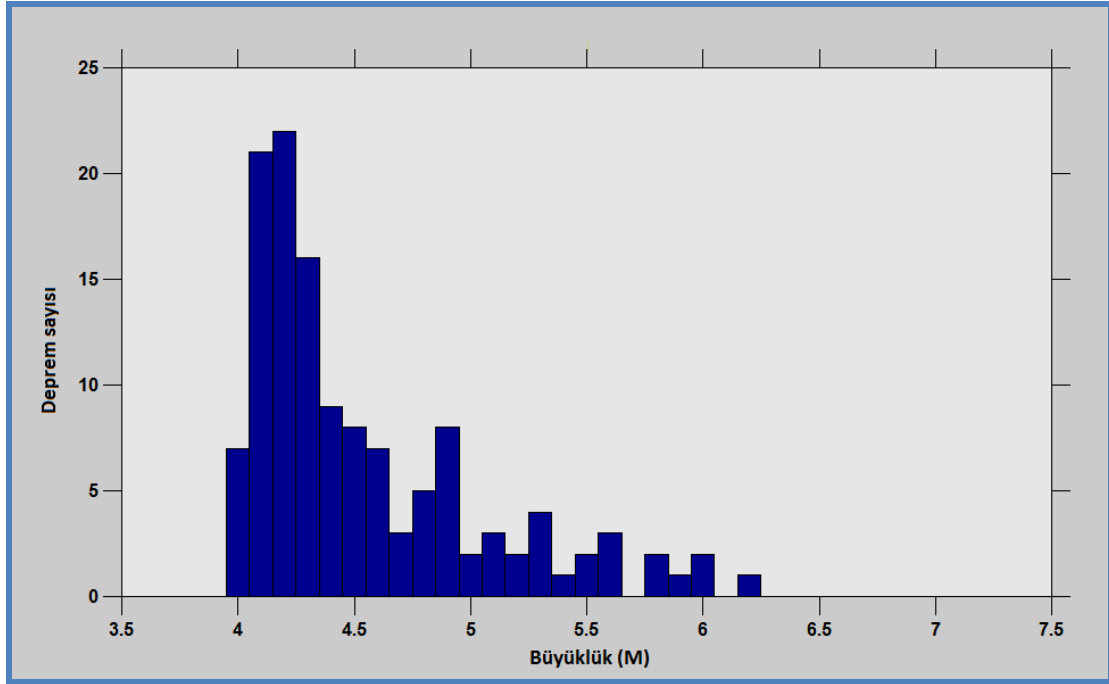


Şekil 4.137. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

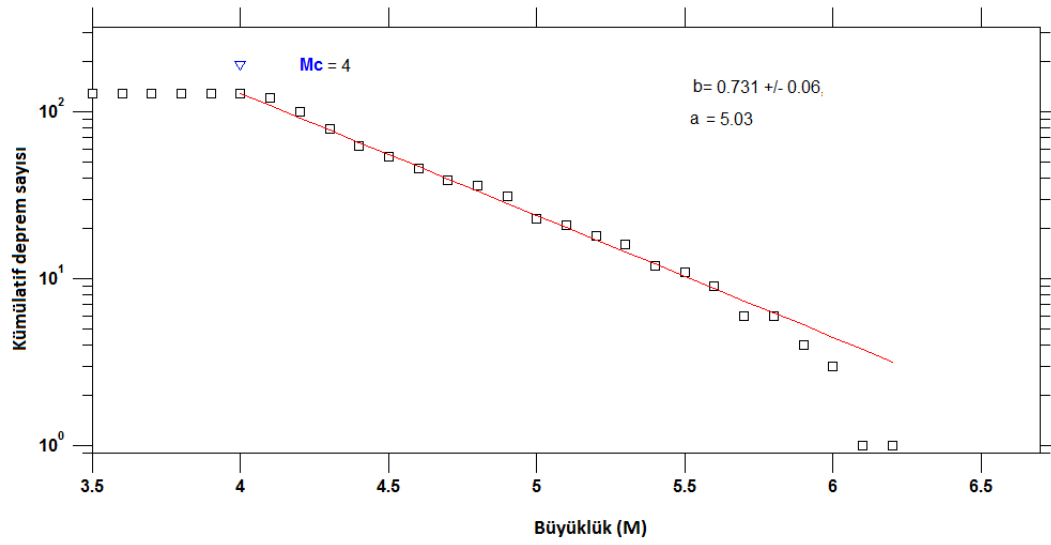
4.1.28. T28 Girne-Misis-Batı deprem kaynak zonu analizleri



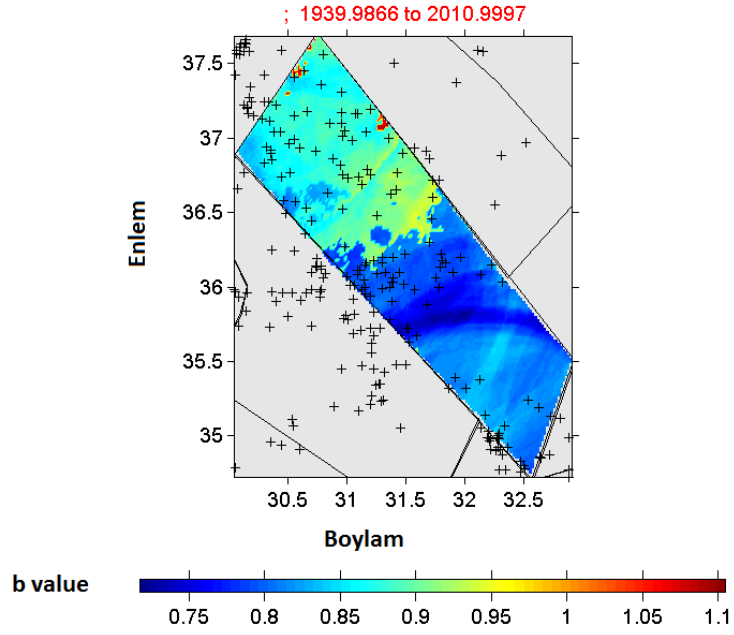
Şekil 4.138. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



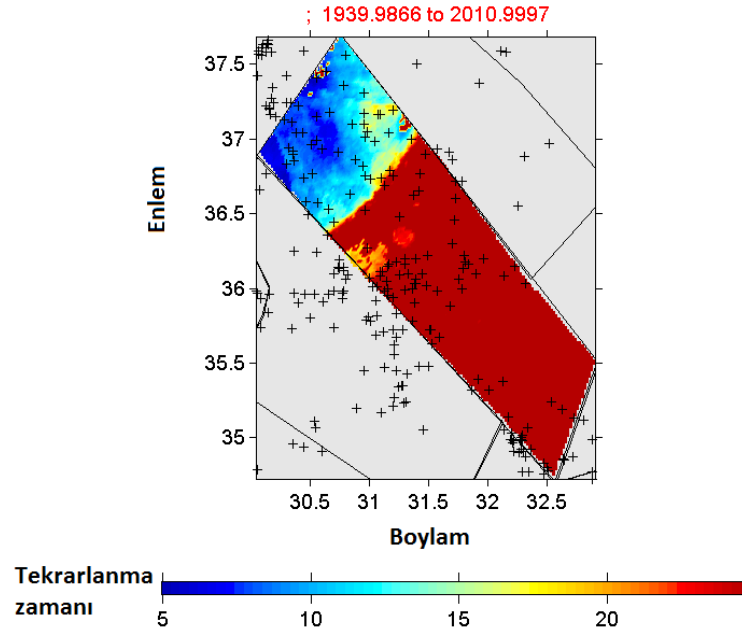
Şekil 4.139. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.140. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkidenden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

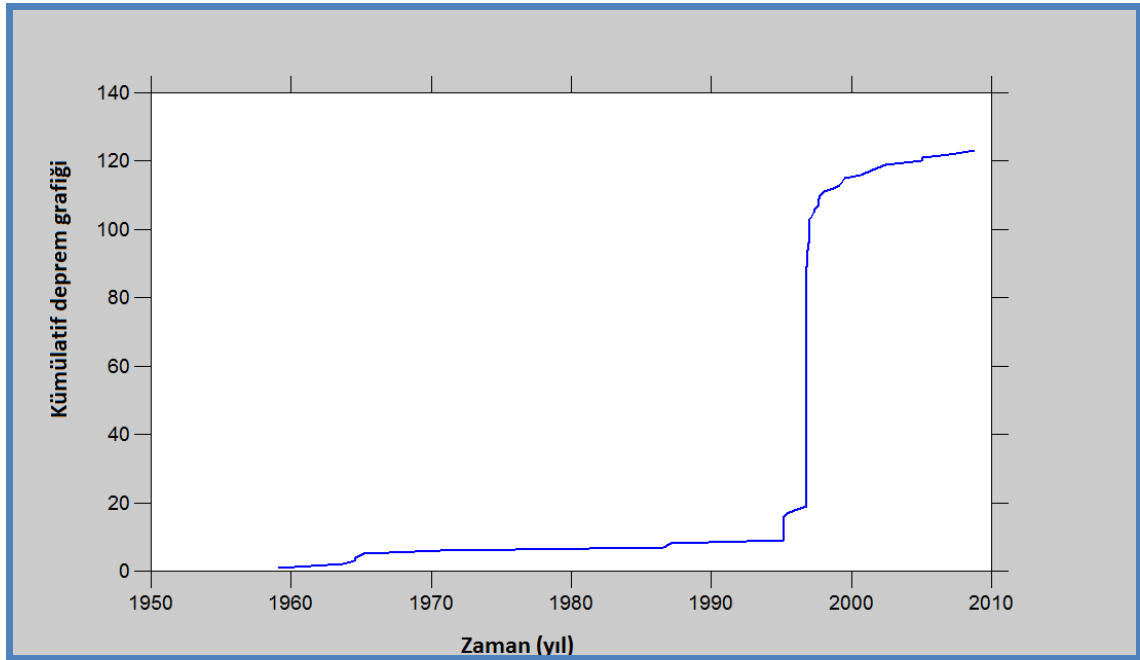


Şekil 4.141. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

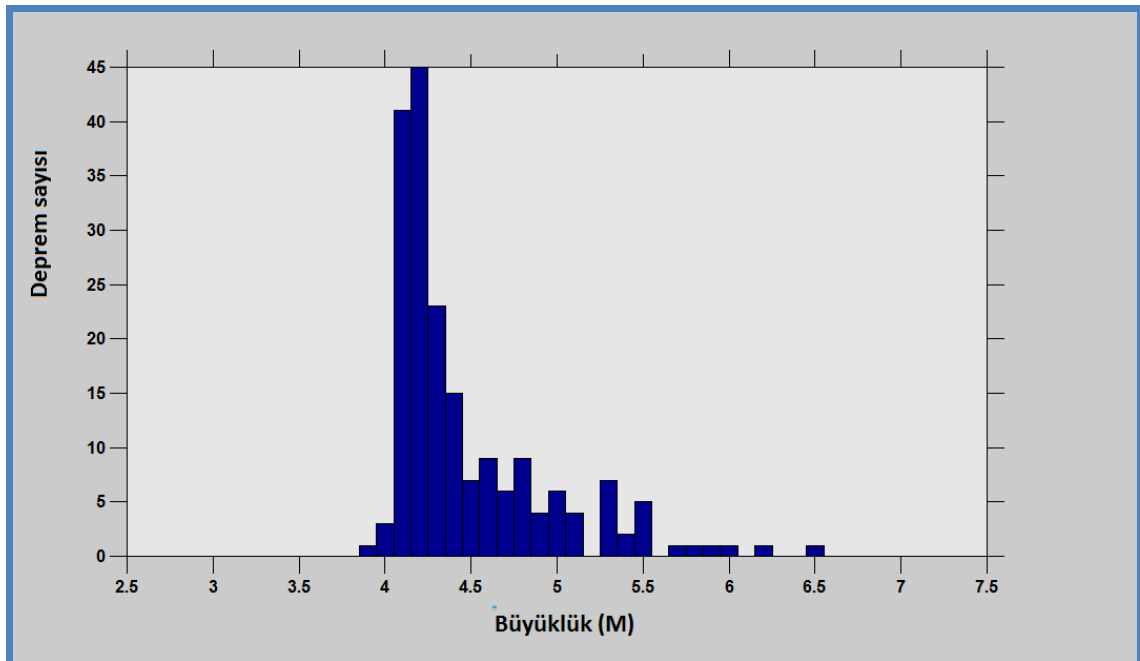


Şekil 4.142. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

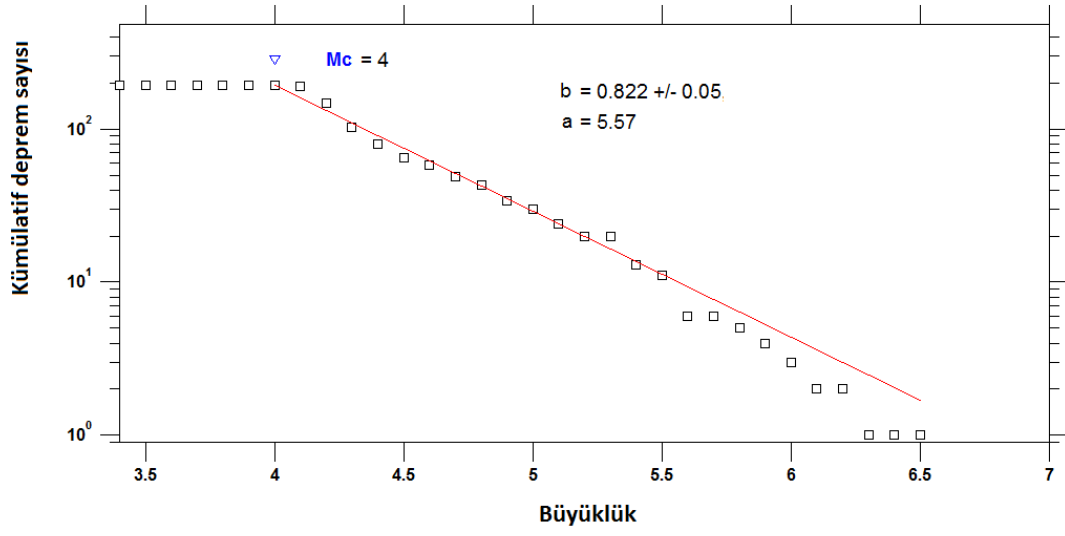
4.1.29. T29-Paphos fayı deprem kaynak zonu analizleri



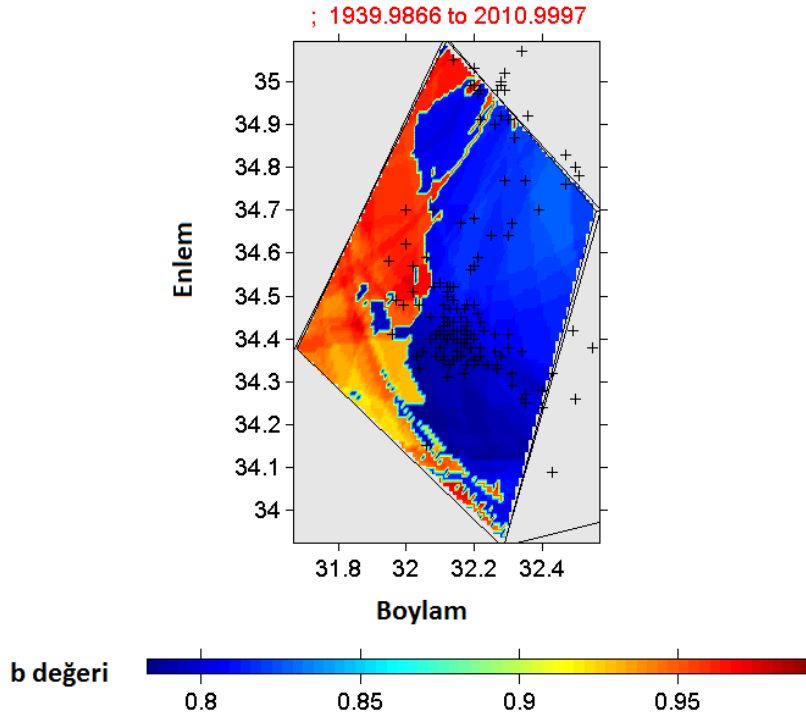
Şekil 4.143. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



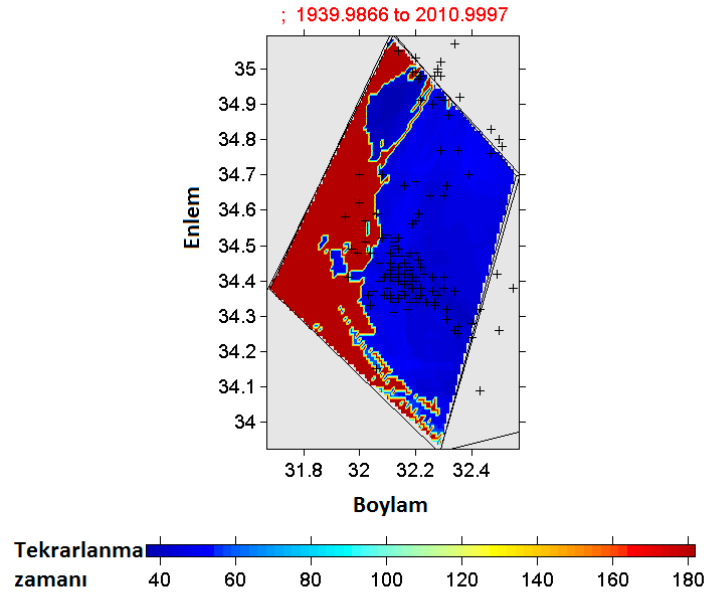
Şekil 4.144. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.145. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

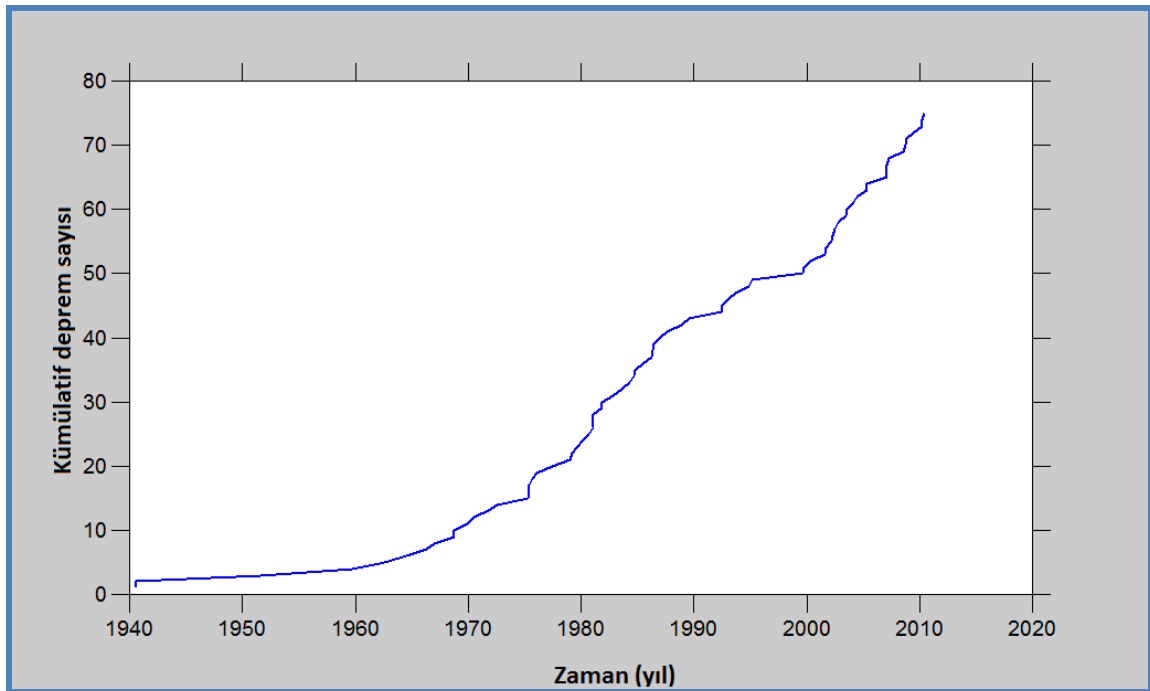


Şekil 4.146. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

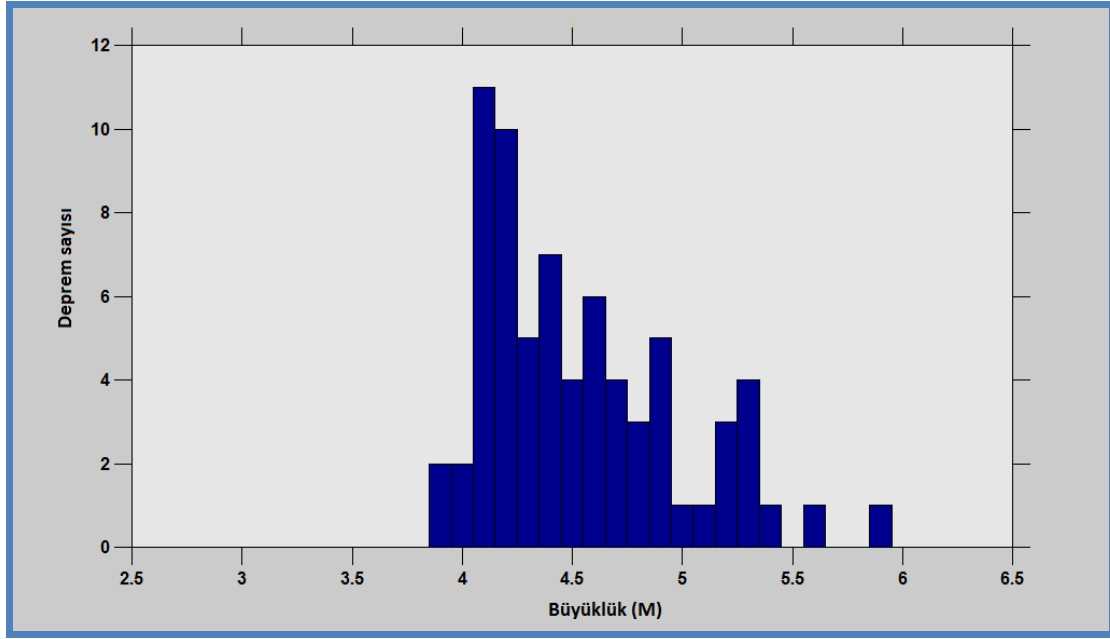


Şekil 4.147. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

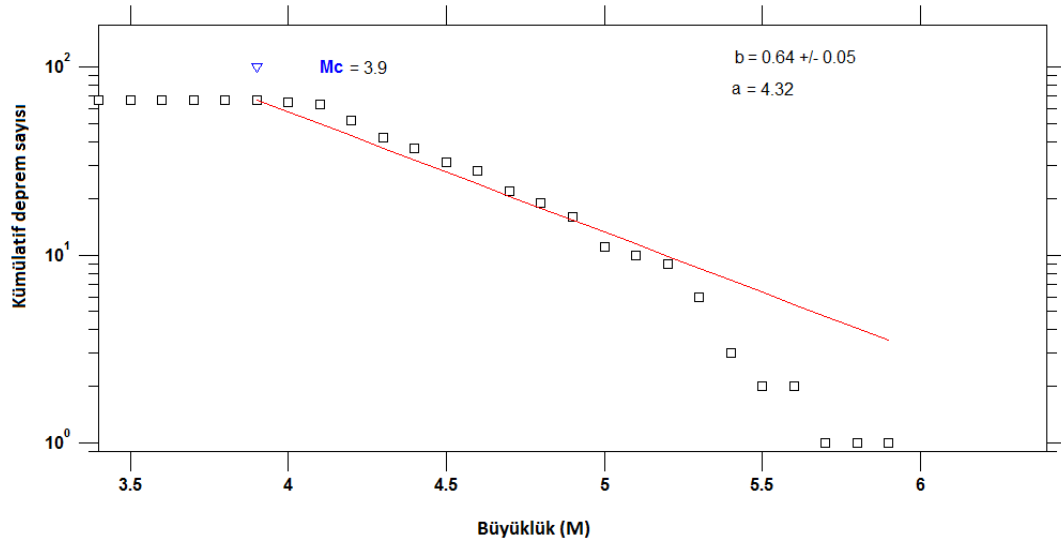
4.1.30. T30-Kıbrıs Yayı-Batı deprem kaynak zonu analizleri



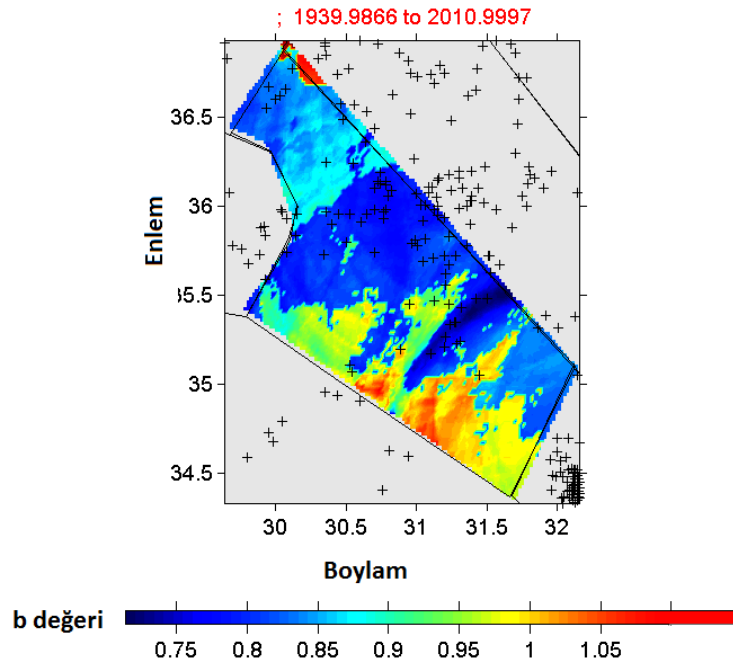
Şekil .4.148. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



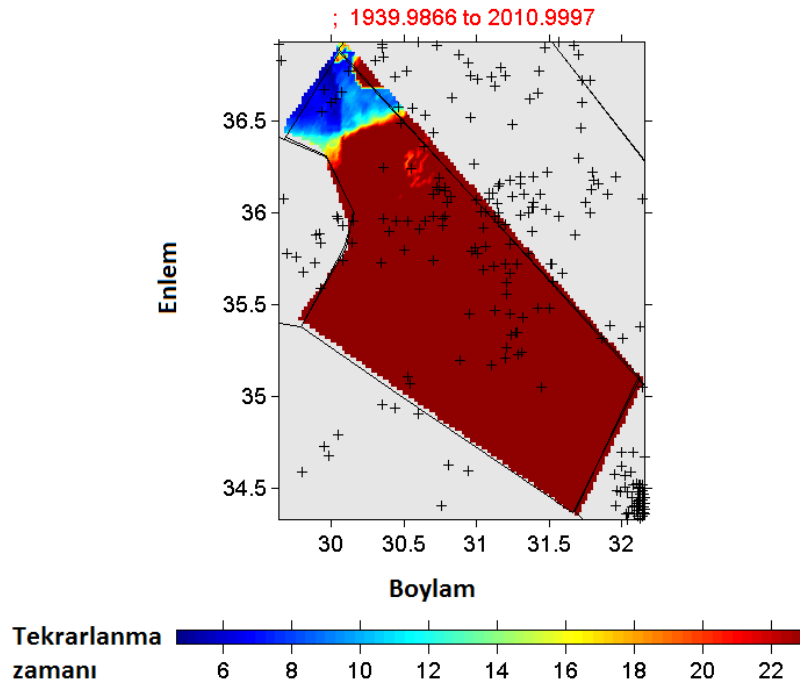
Şekil 4.149. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.150. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

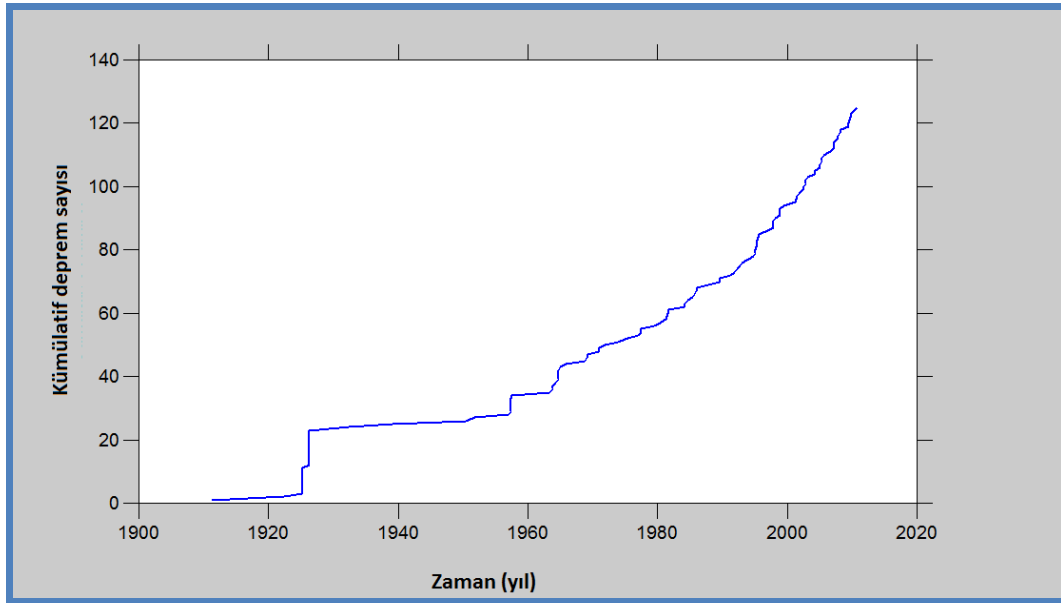


Şekil 4.151. Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

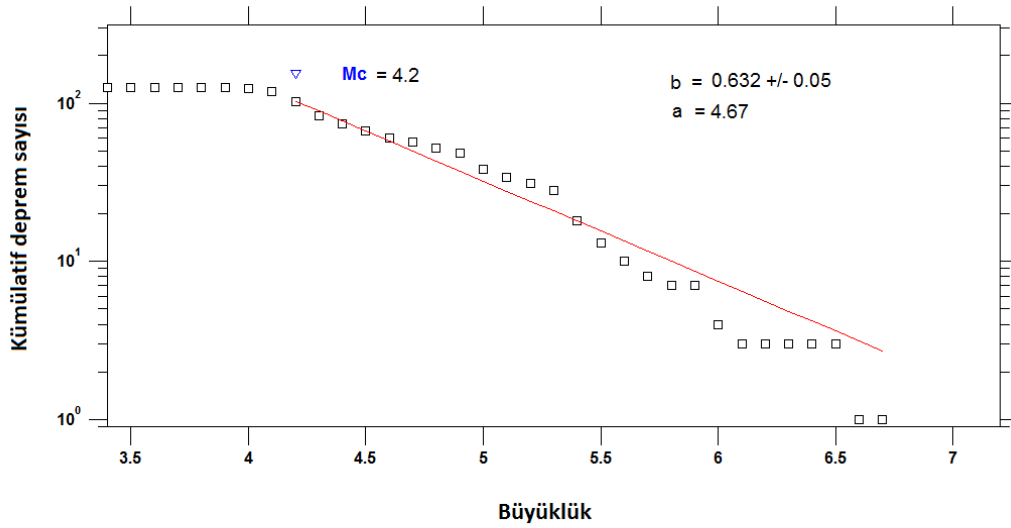


Şekil 4.152. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

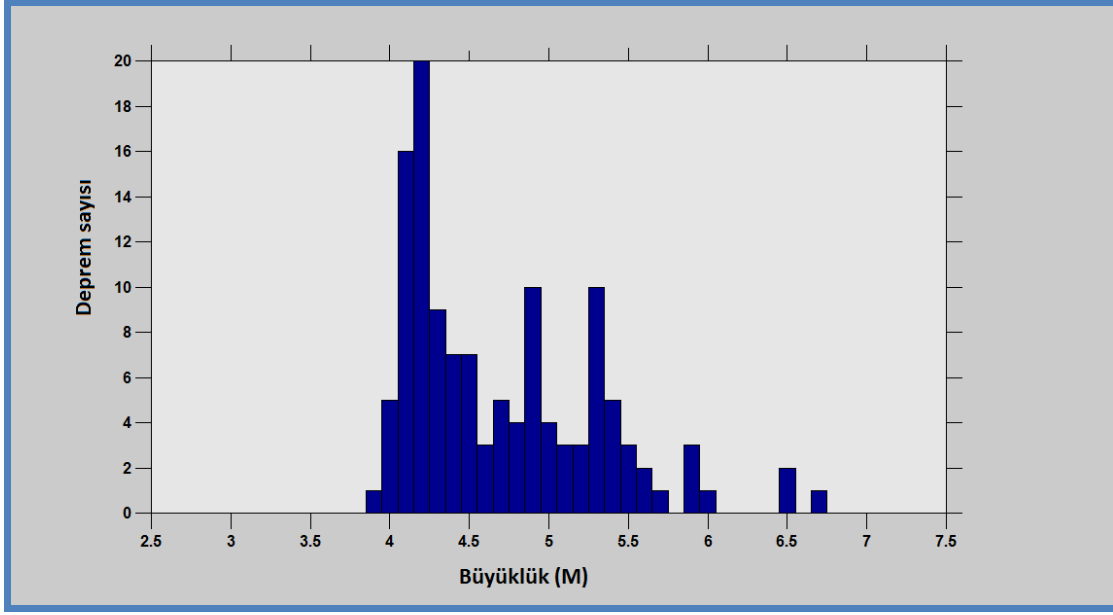
4.1.31. T31-Pliny Trench-Kuzey deprem kaynak zonu analizleri



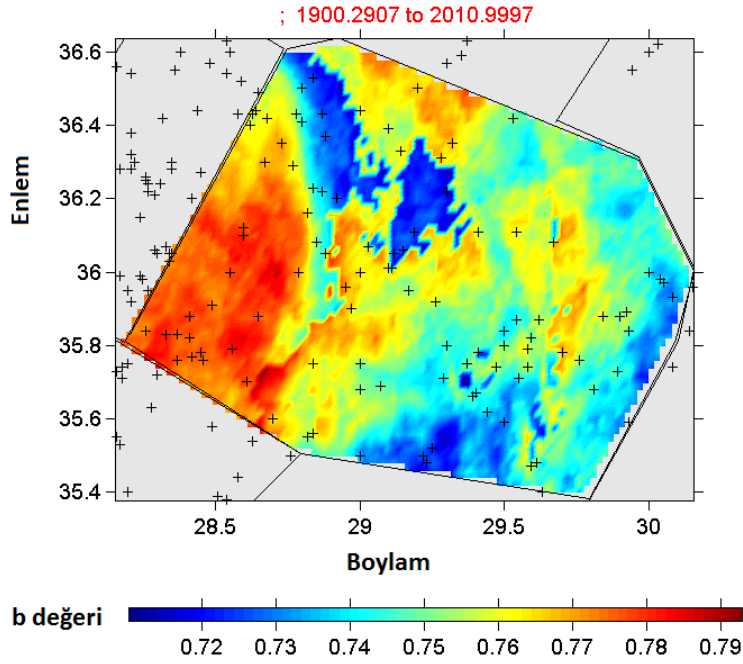
Şekil 4.153. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



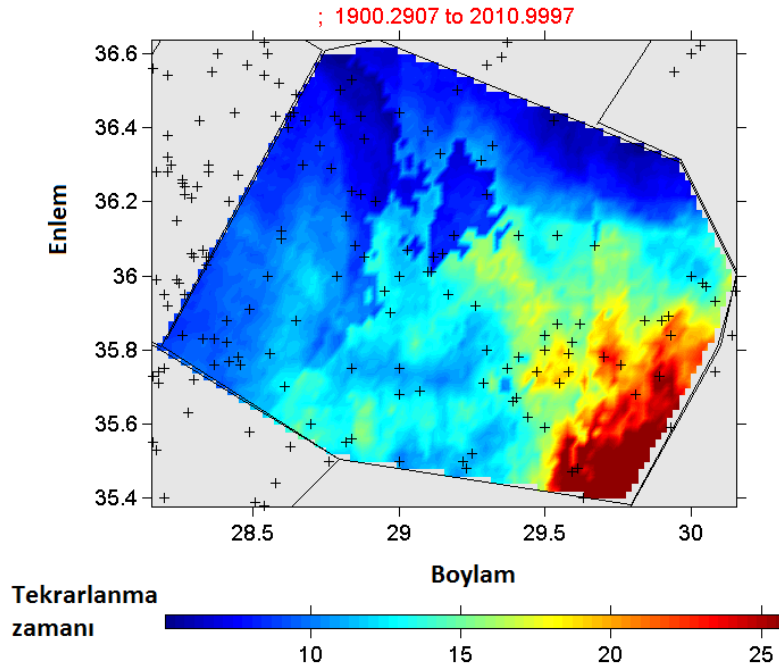
Şekil 4.154. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc)



Şekil 4.155. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi

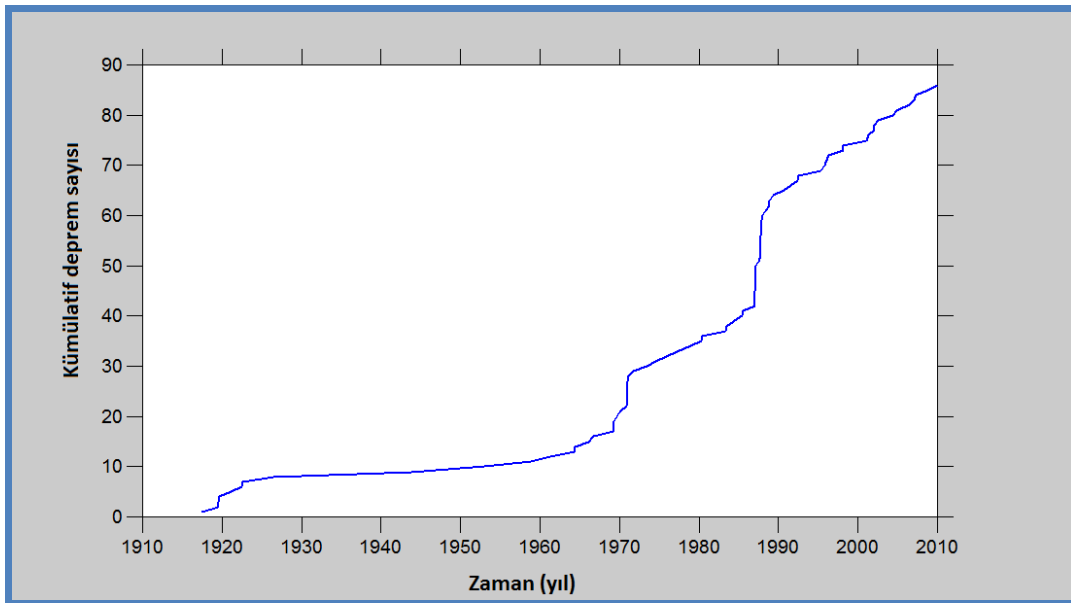


Şekil 4.156. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

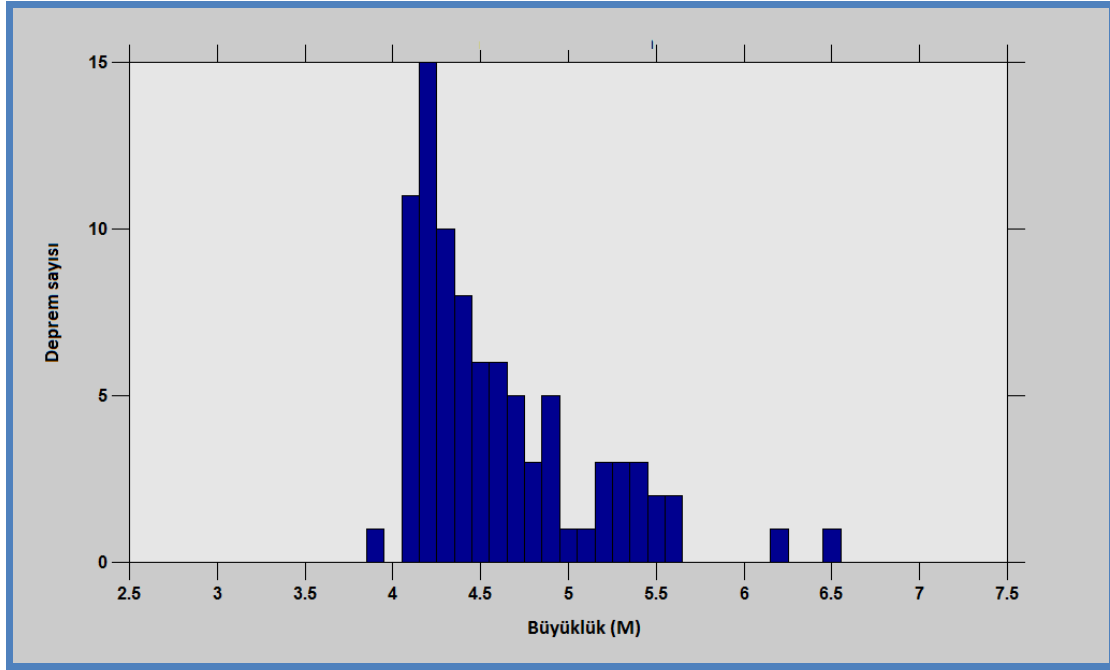


Şekil 4.157. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

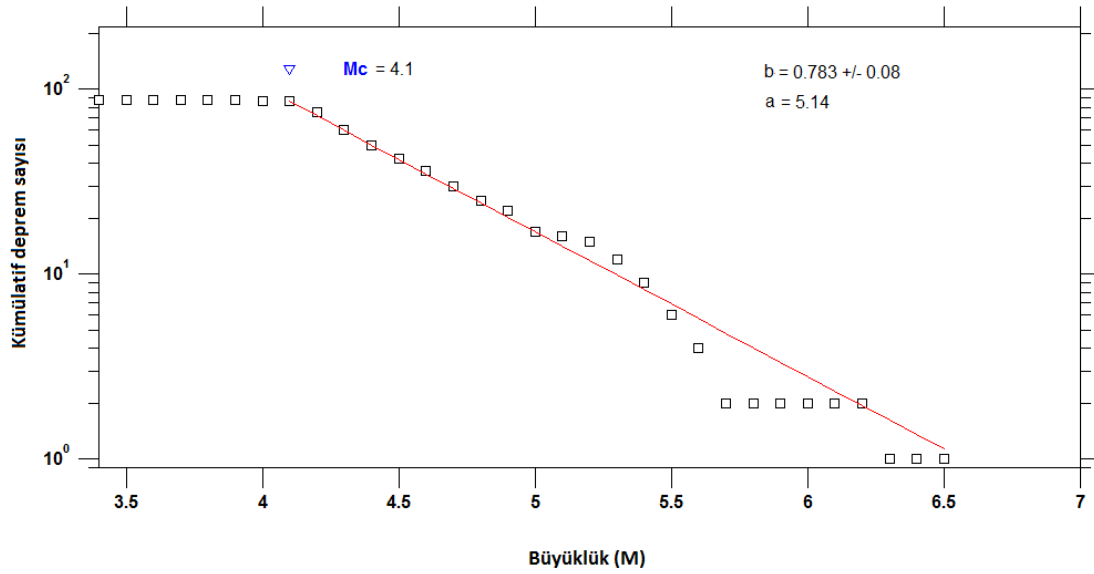
4.1.32. T32-Pliny Trench Kuzey deprem kaynak zonu analizleri



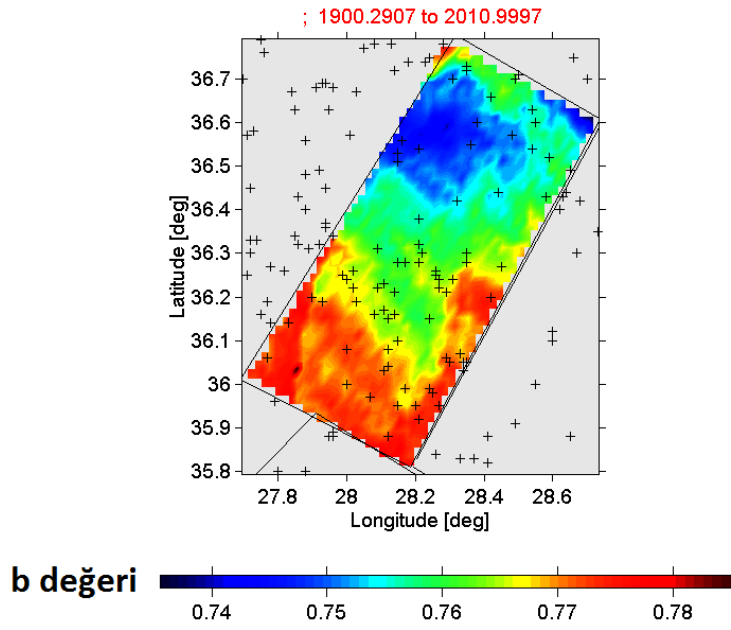
Şekil 4.158. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



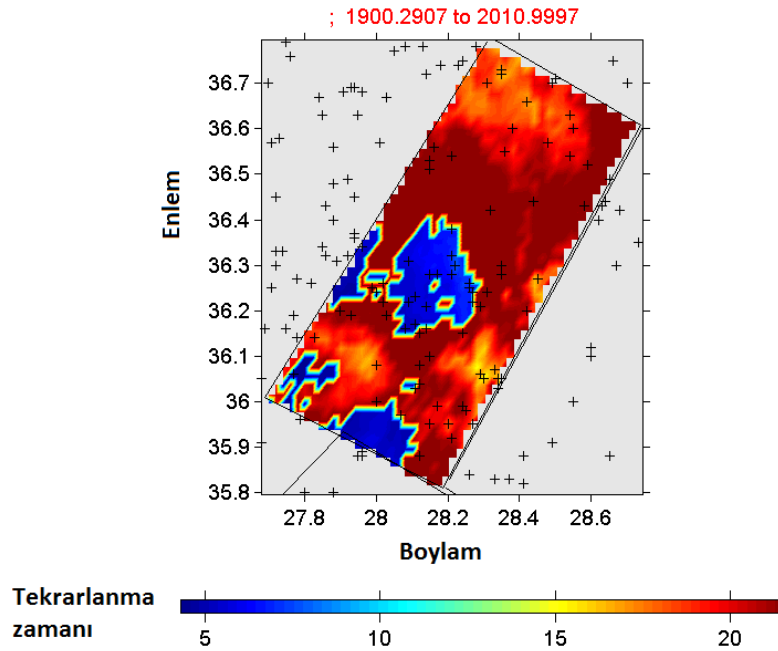
Şekil 4.159. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.160. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

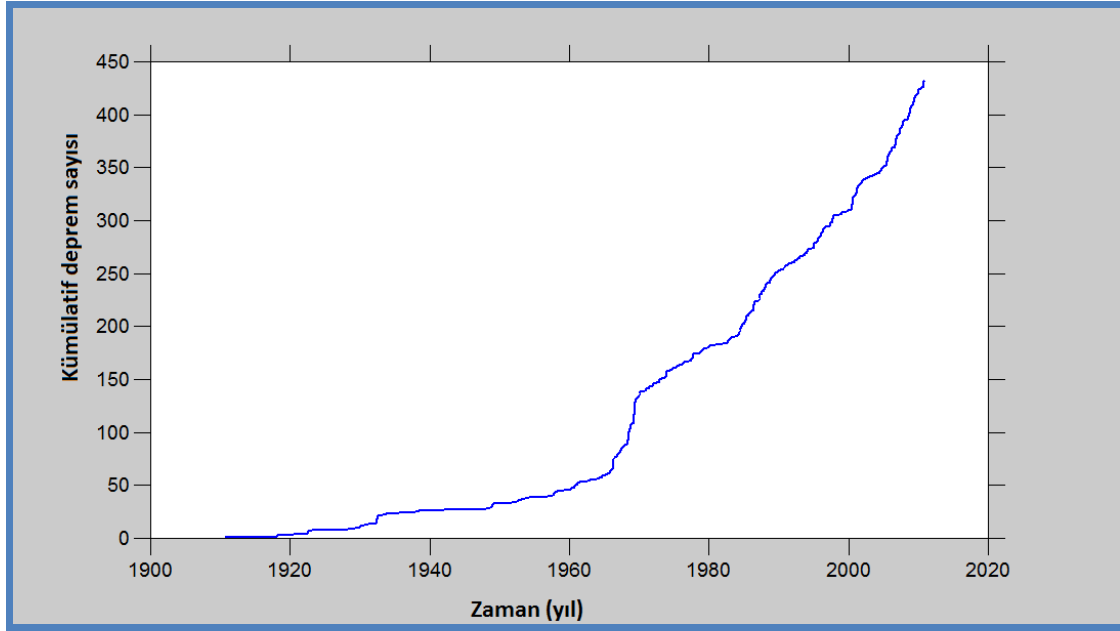


Şekil 4.161. Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

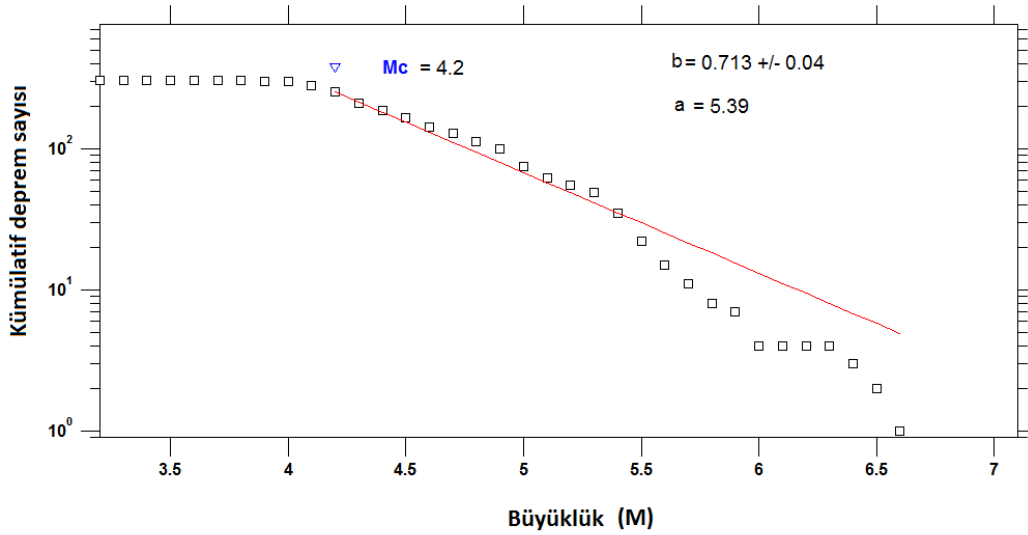


Şekil 4.162. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

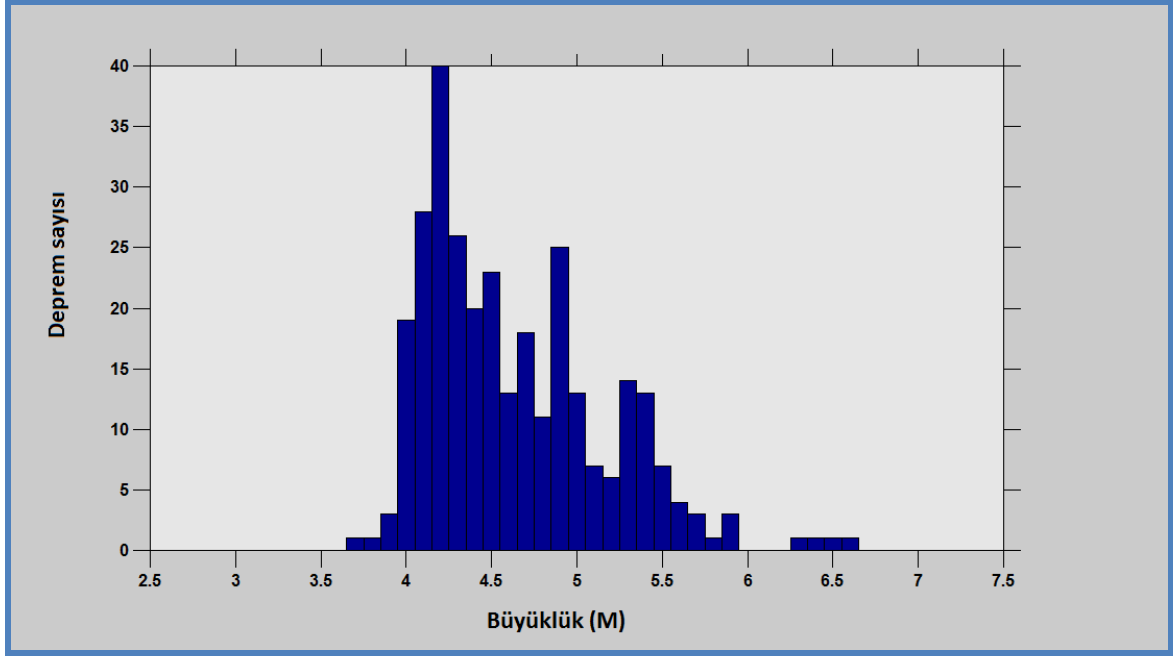
4.1.33. T33-Pliny Trench deprem kaynak zonu analizleri



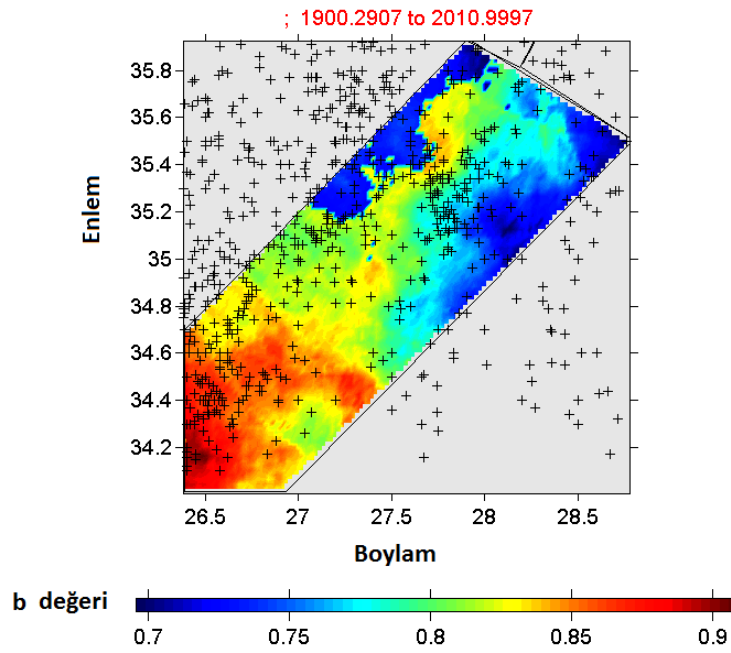
Şekil 4.163. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



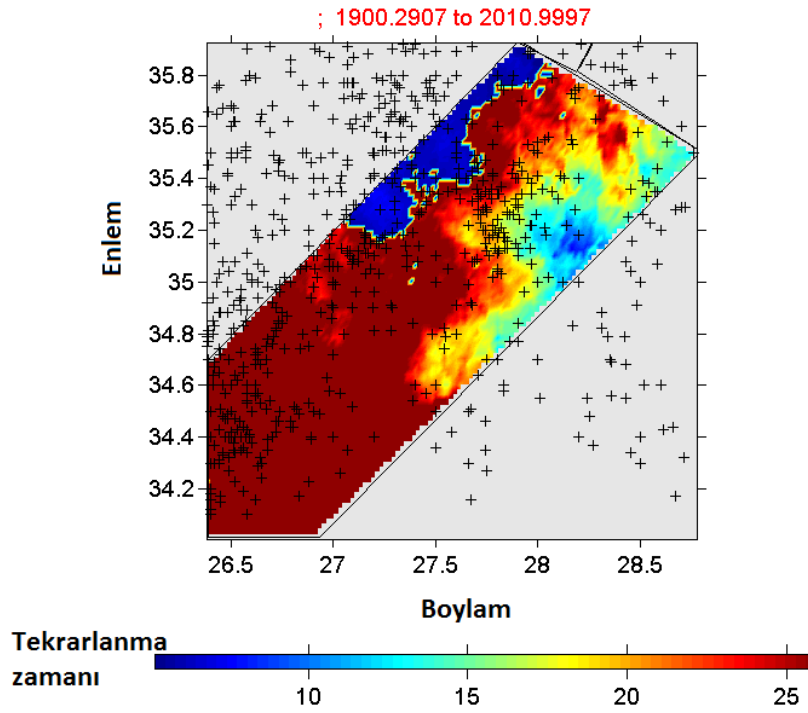
Şekil 4.164. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc)



Şekil 4.165. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi

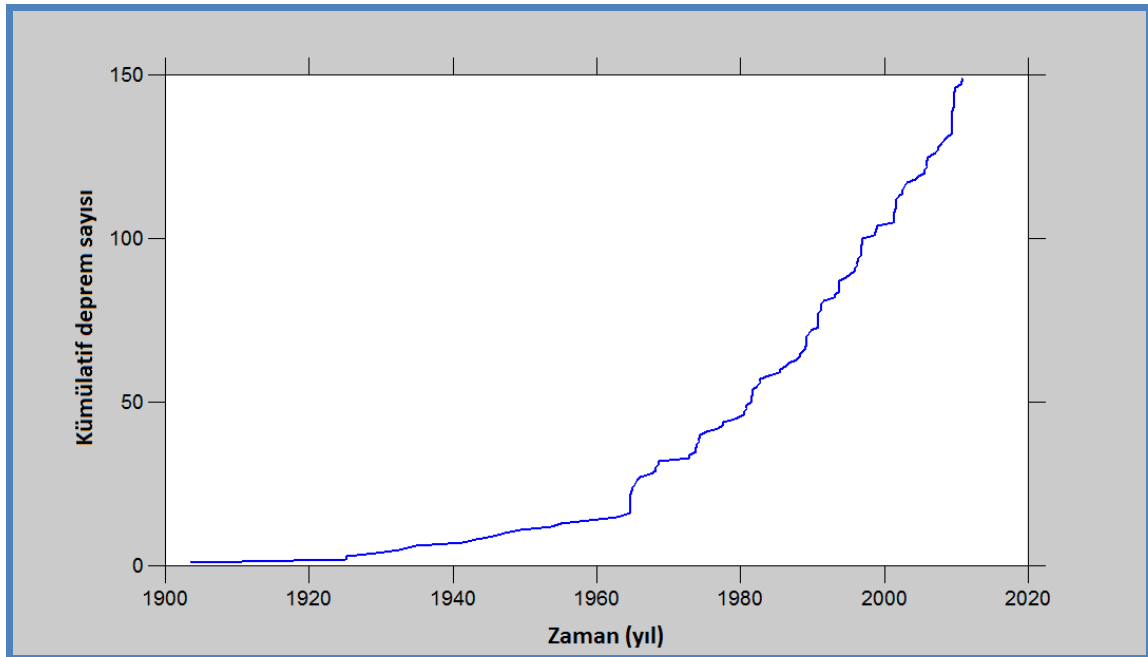


Şekil 4.166. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

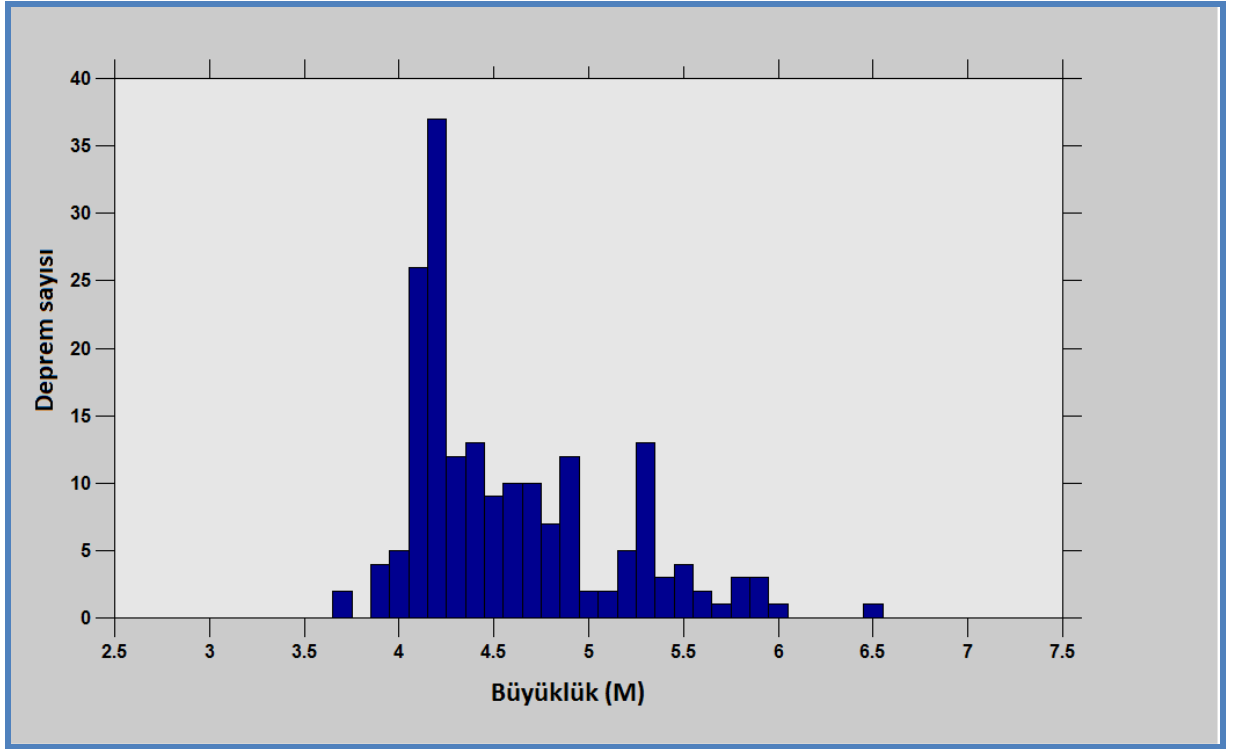


Şekil 4.167. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

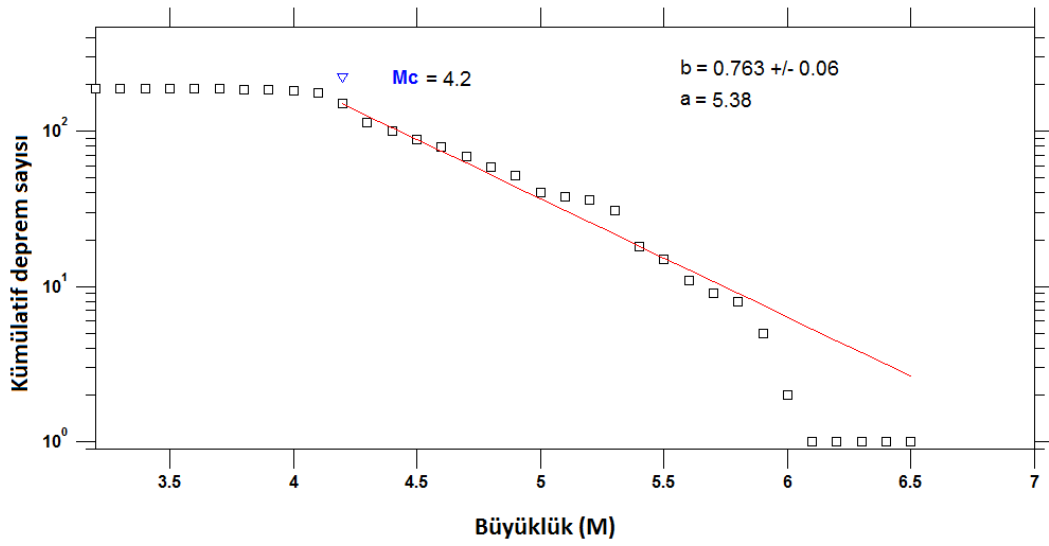
4.1.34. T34-Strabo Trench deprem kaynak zonu analizleri



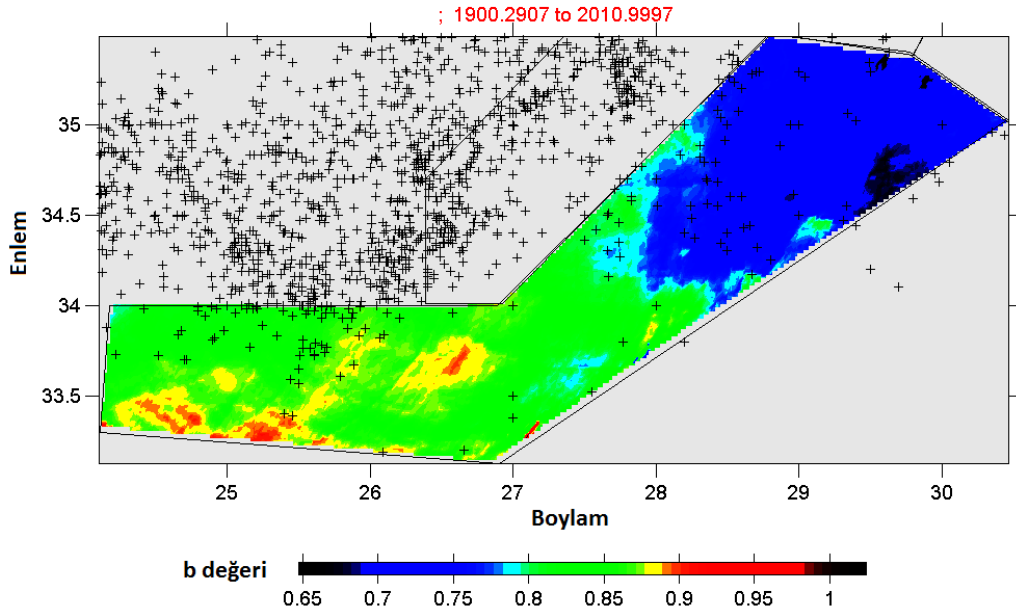
Şekil 4.168. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



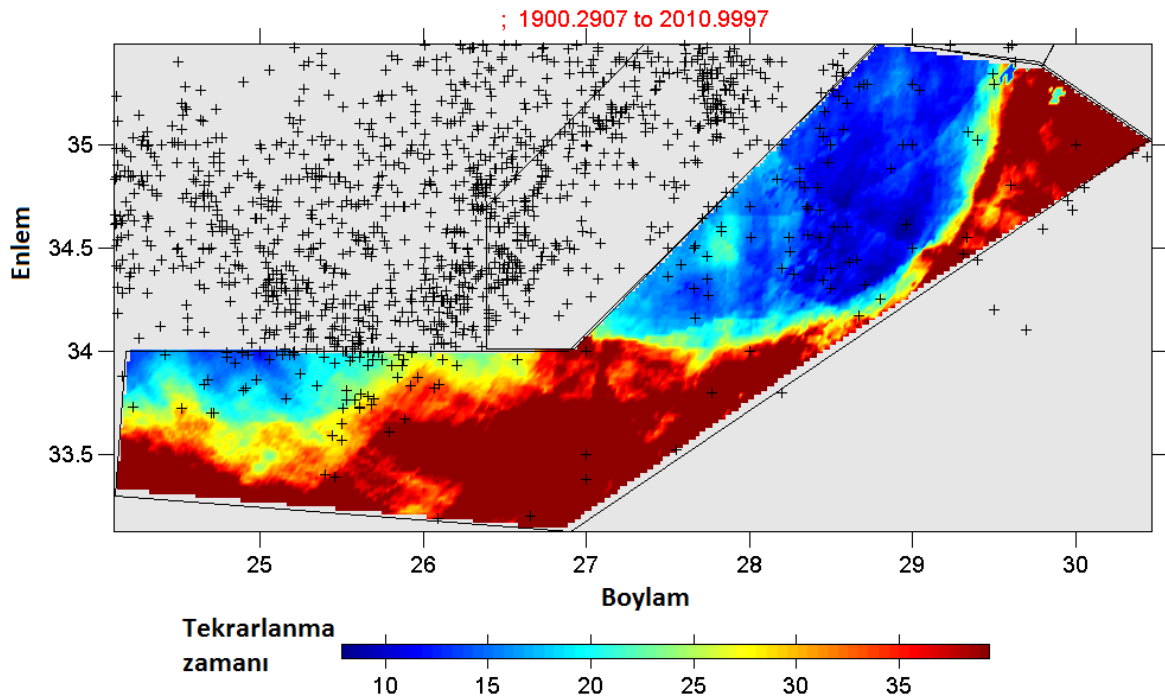
Şekil 4.169. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.170. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

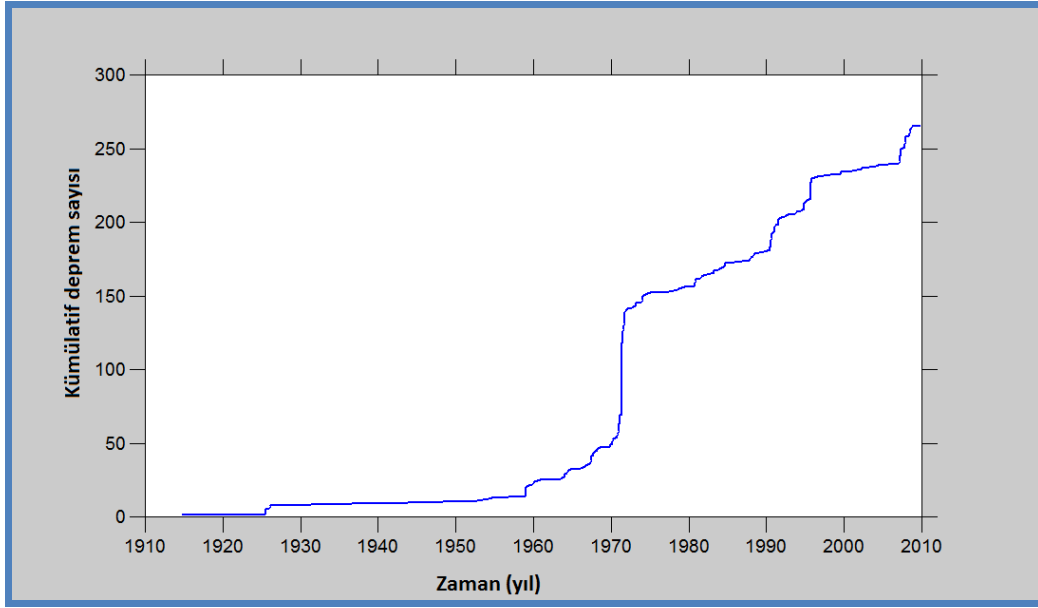


Şekil 4.171. Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

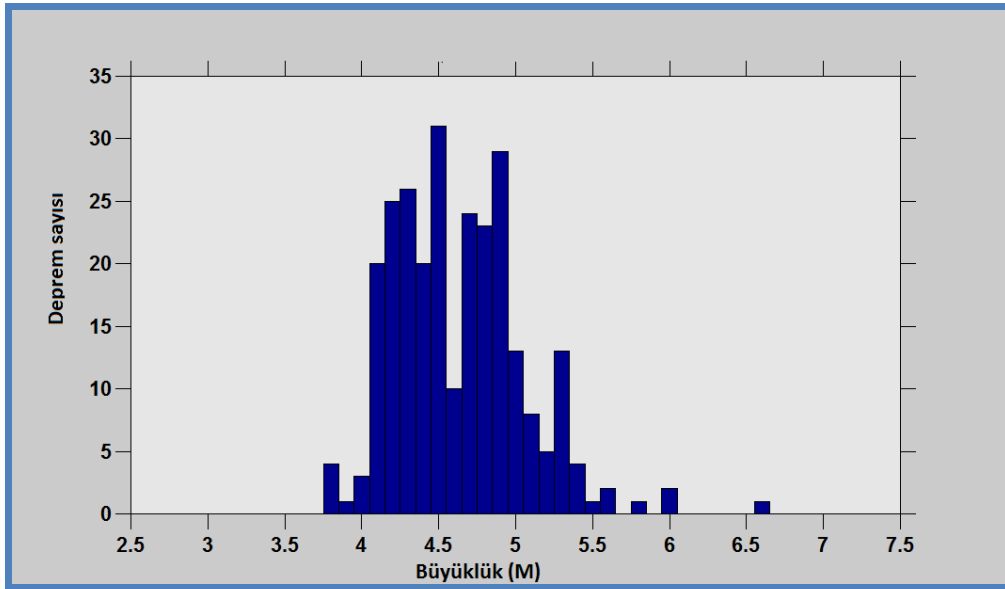


Şekil 4.172. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

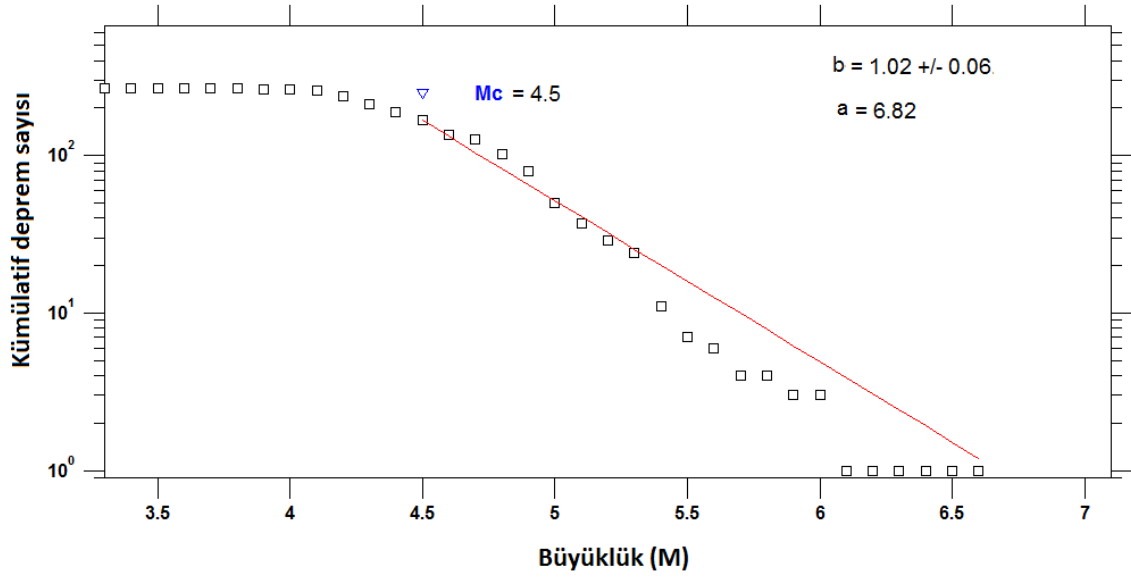
4.1.35. T35-Burdur Graben deprem kaynak zonu analizleri



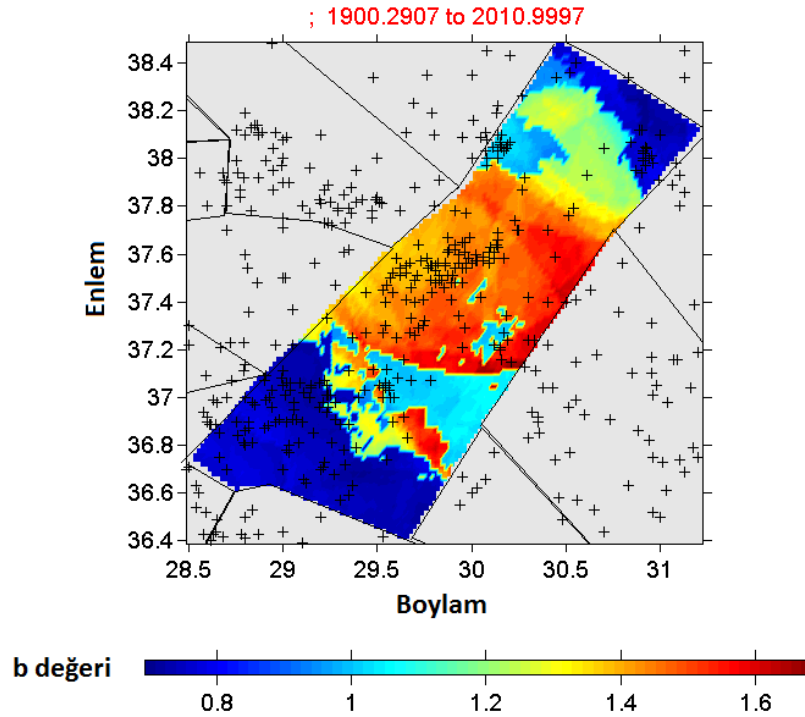
Şekil 4.173. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



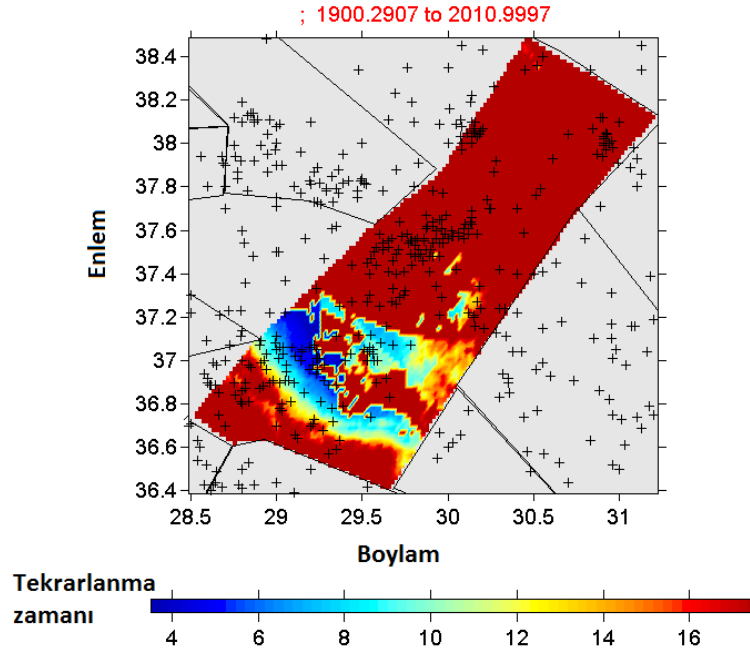
Şekil 4.174. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.175. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

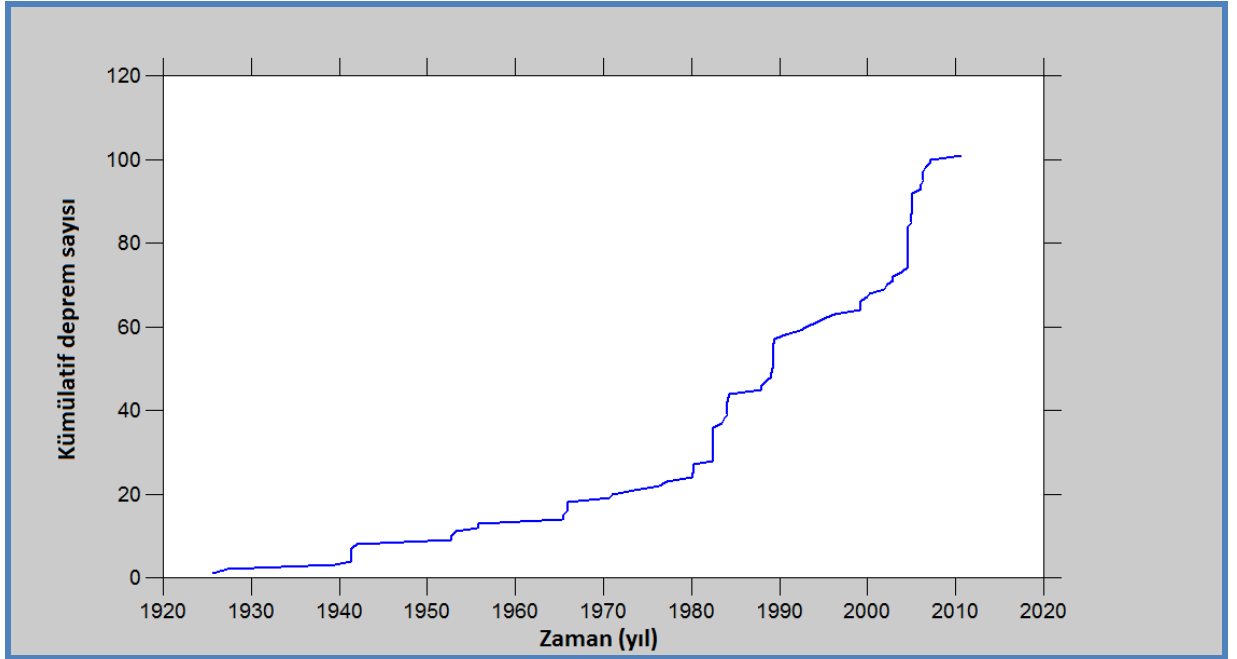


Şekil 4.176. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

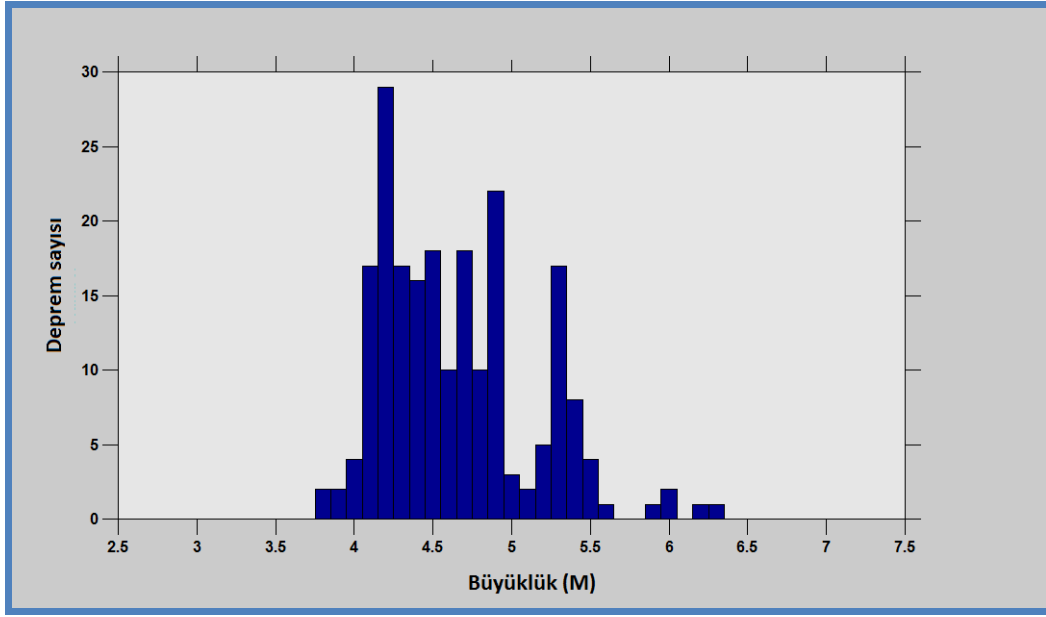


Şekil 4.177. Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

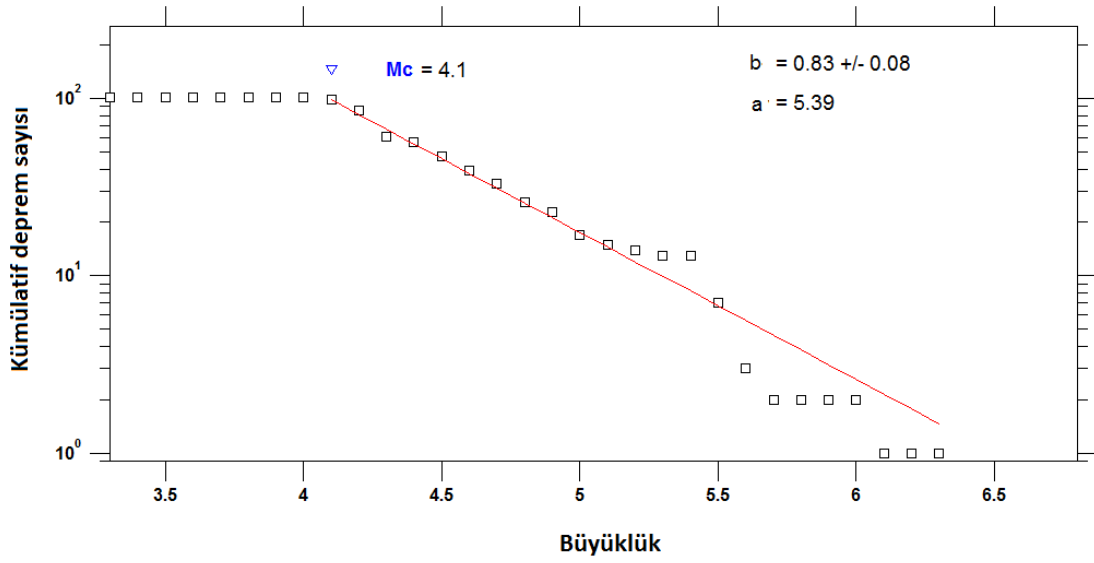
4.1.36. T36-Gökova Transfer Fayı deprem kaynak zonları analizi



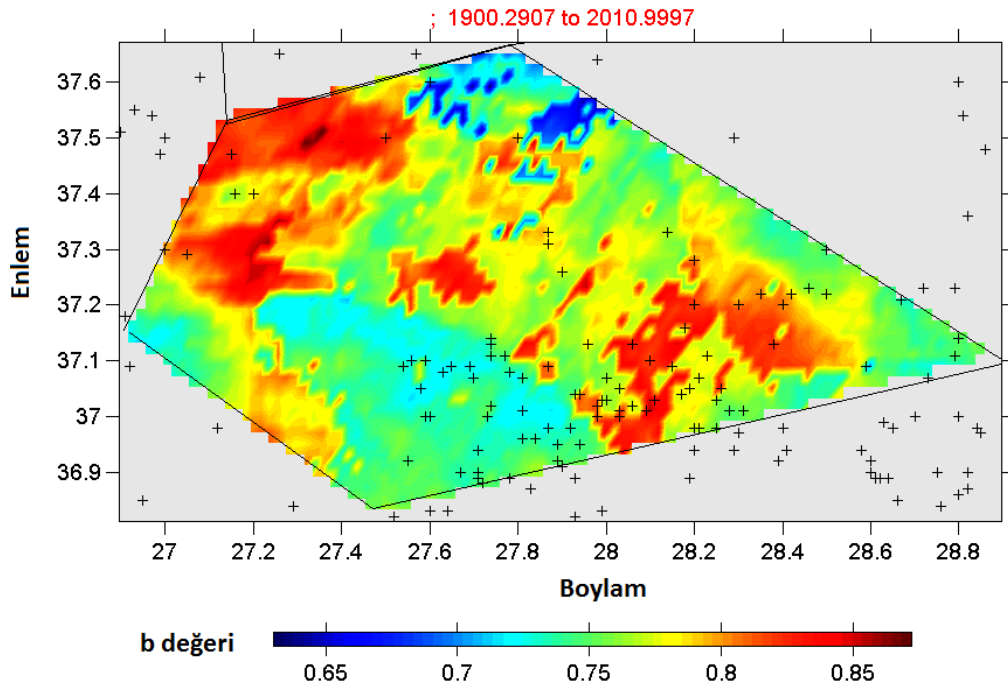
Şekil 4.178. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



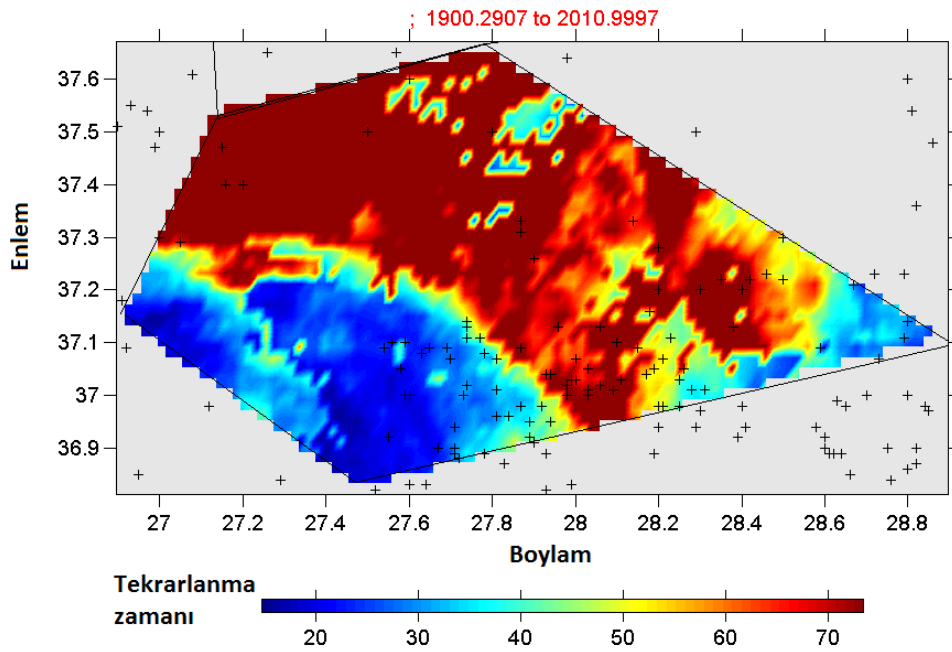
Şekil 4.179. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.180. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

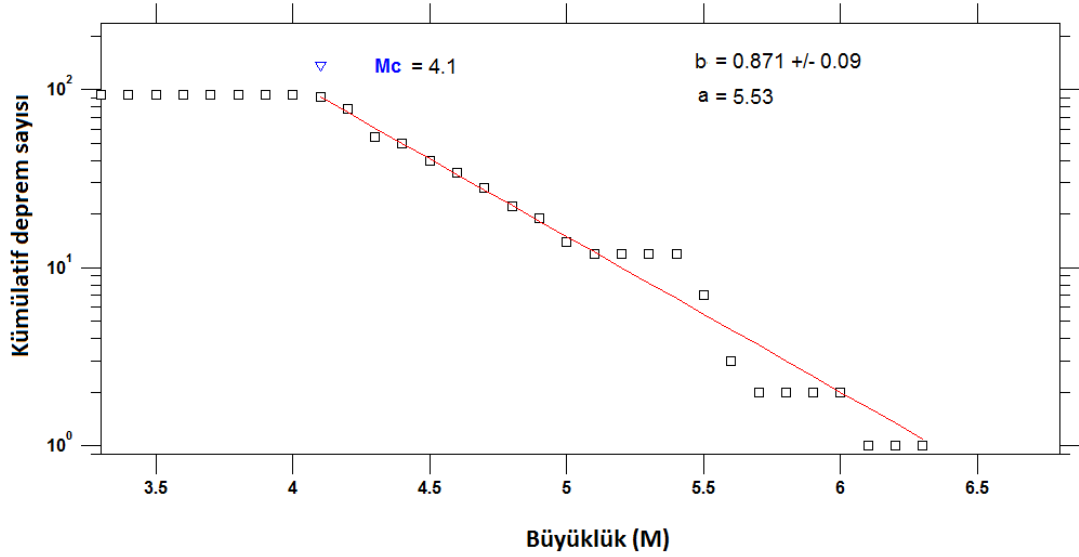


Şekil 4.181. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

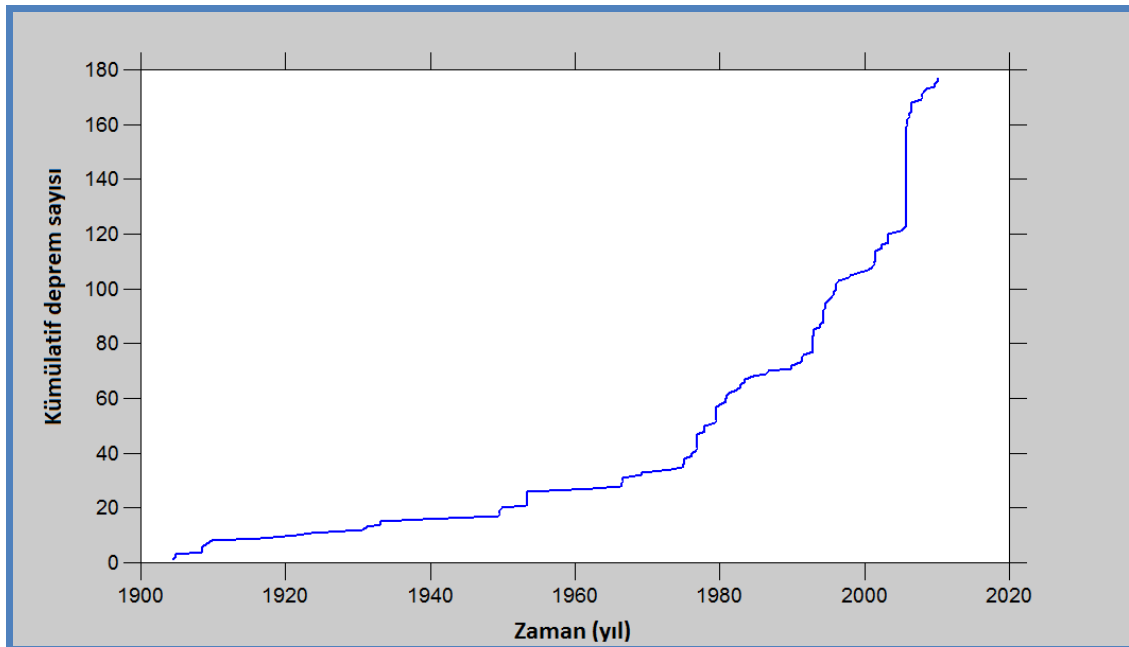


Şekil 4.182. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

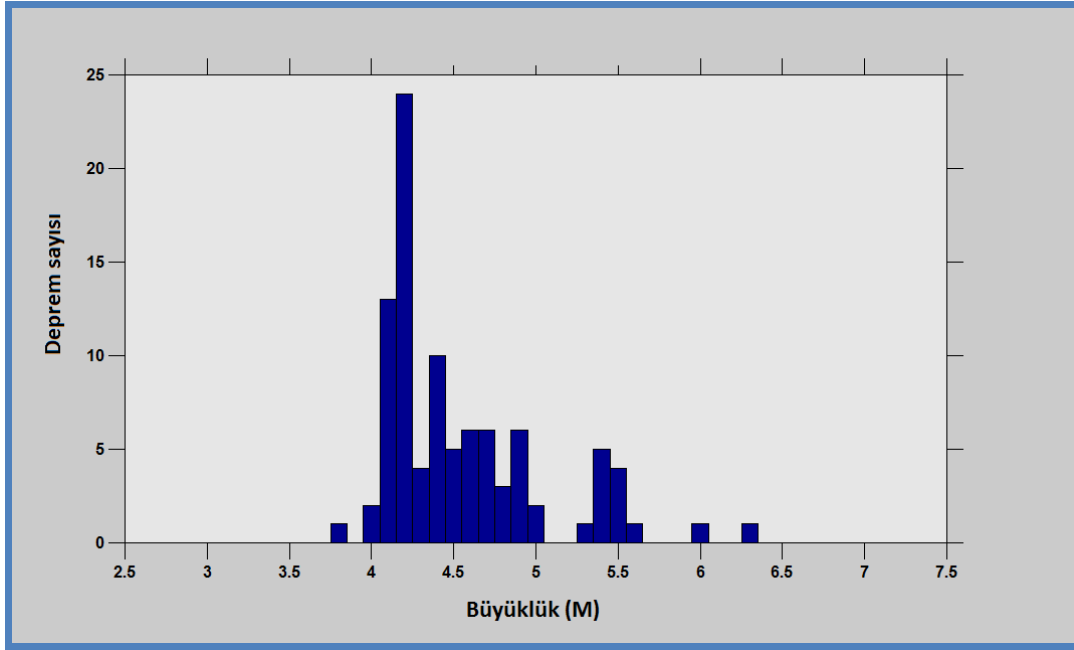
4.1.37. T37-Seferihisar fayı deprem kaynak zonu analizleri



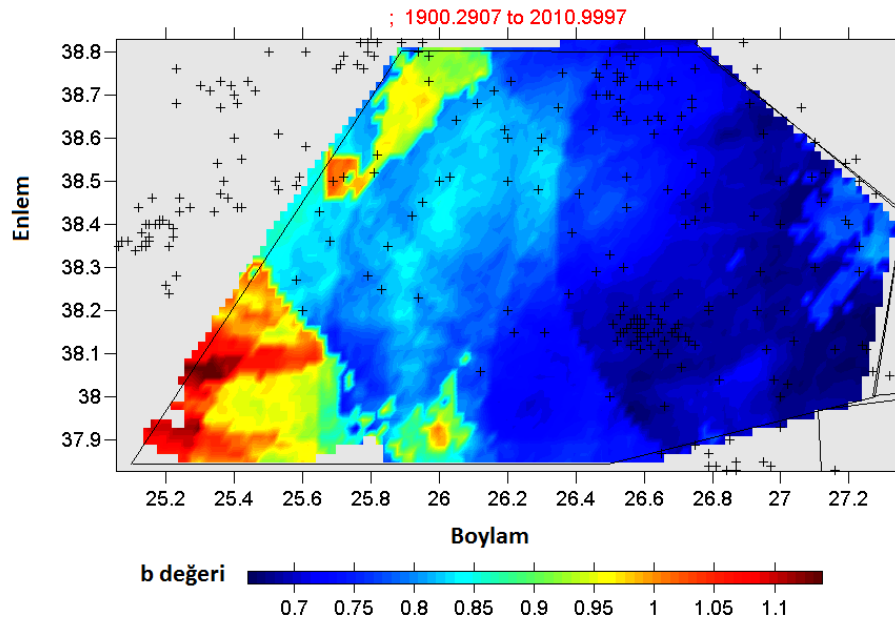
Şekil 4.183. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkinden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)



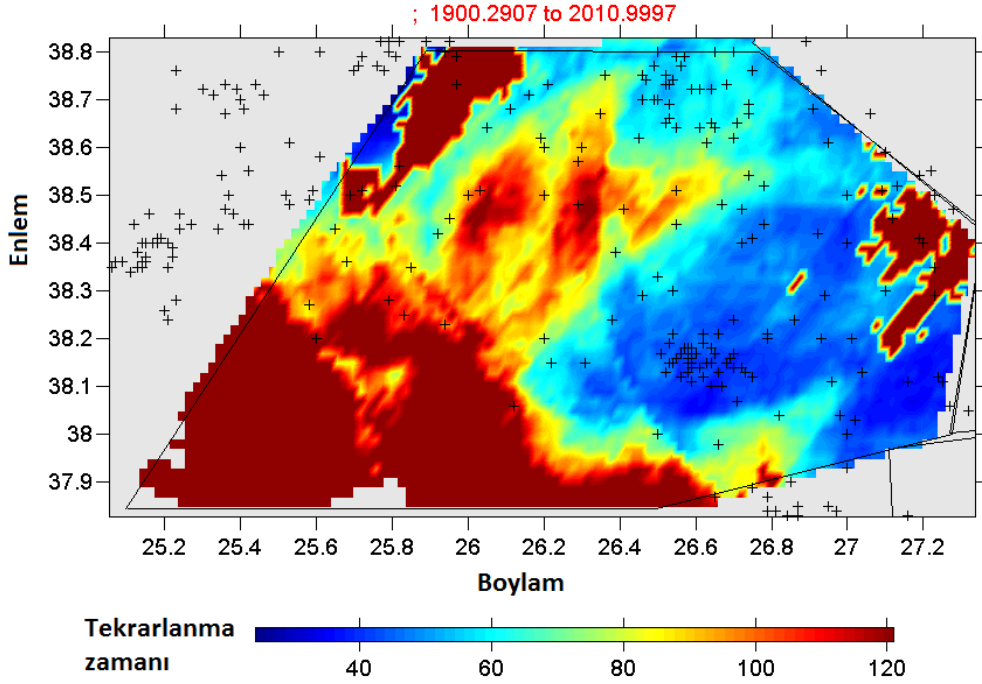
Şekil 4.184. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



Şekil 4.185. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi

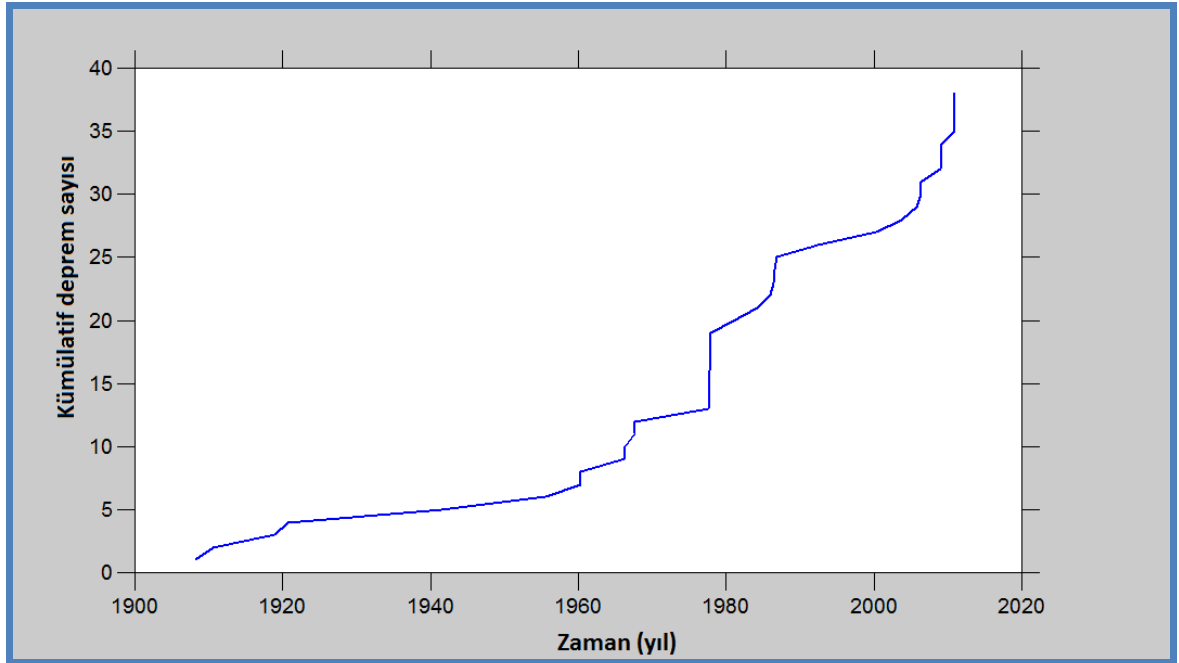


Şekil 4.186. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

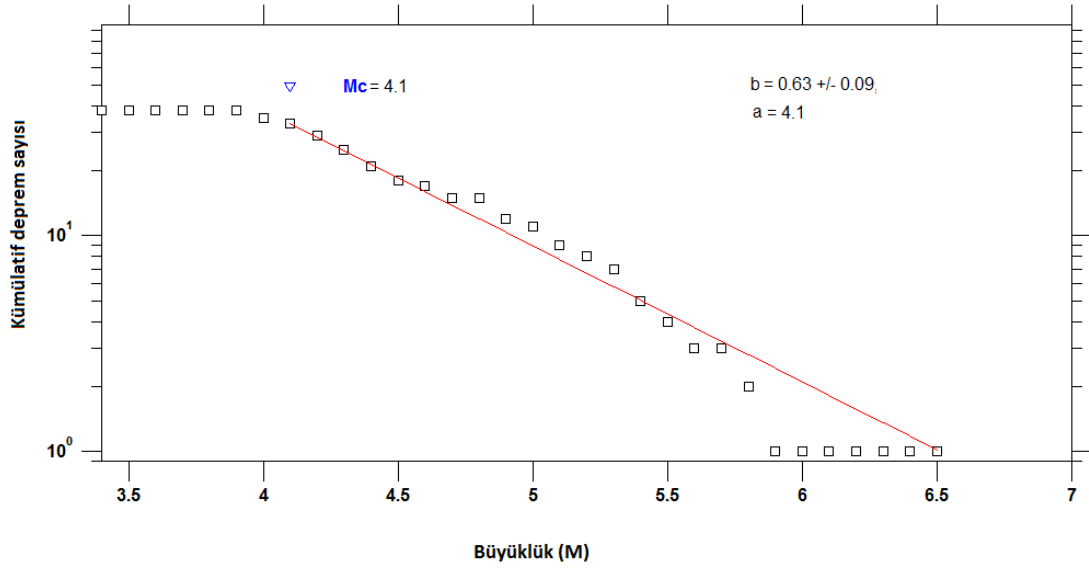


Şekil 4.187. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

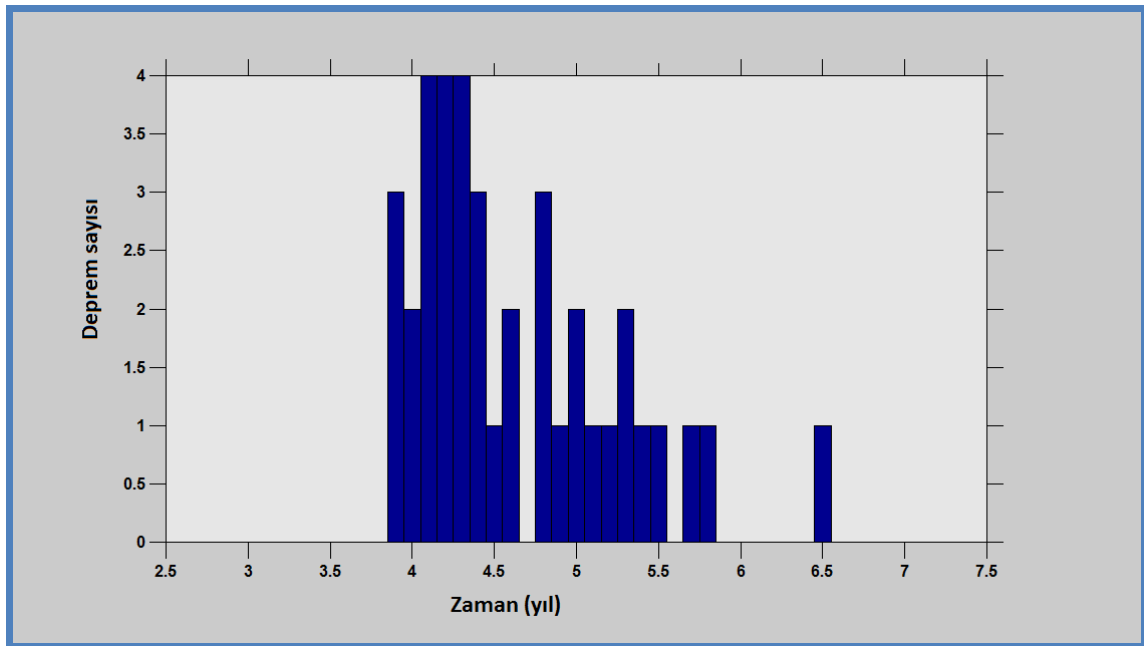
4.1.38. T38-Büyük Menderes Graben deprem kaynak zonu analizleri



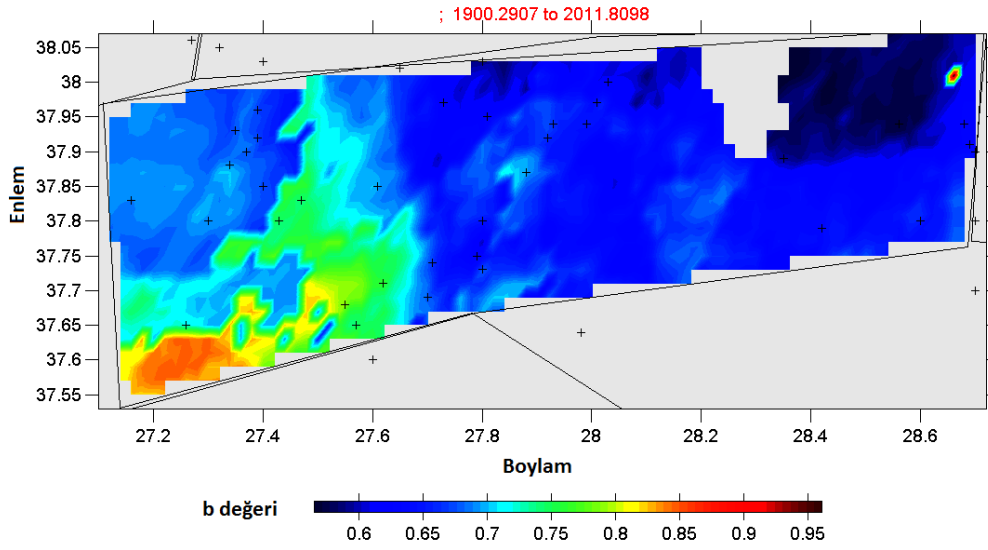
Şekil 4.188. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



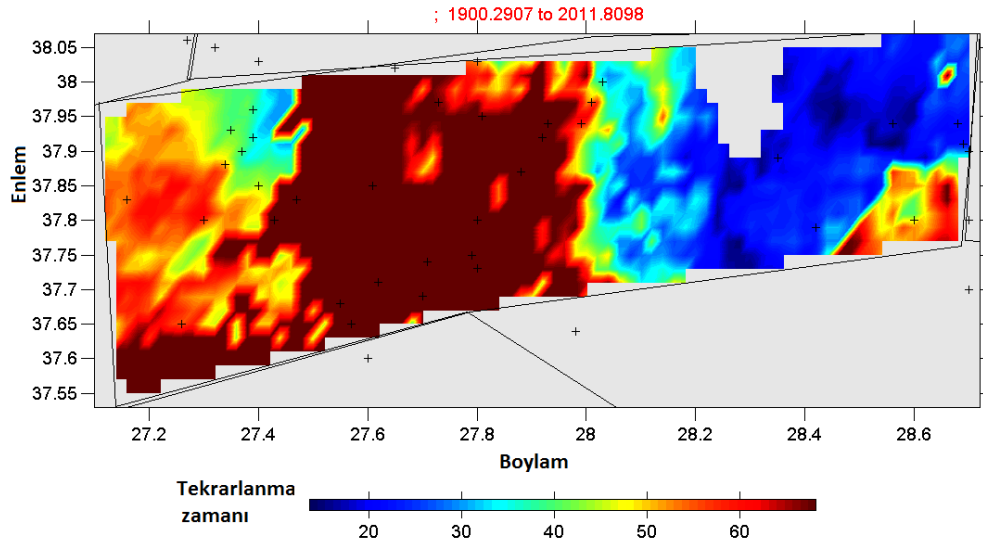
Şekil 4.189. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc)



Şekil 4.190. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi

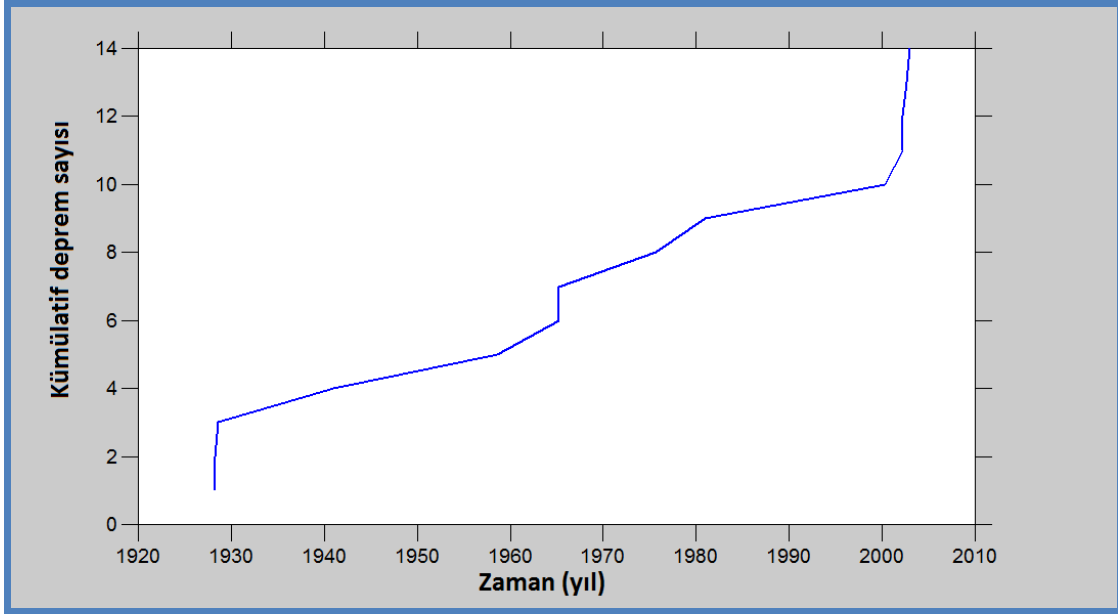


Şekil 4.191. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

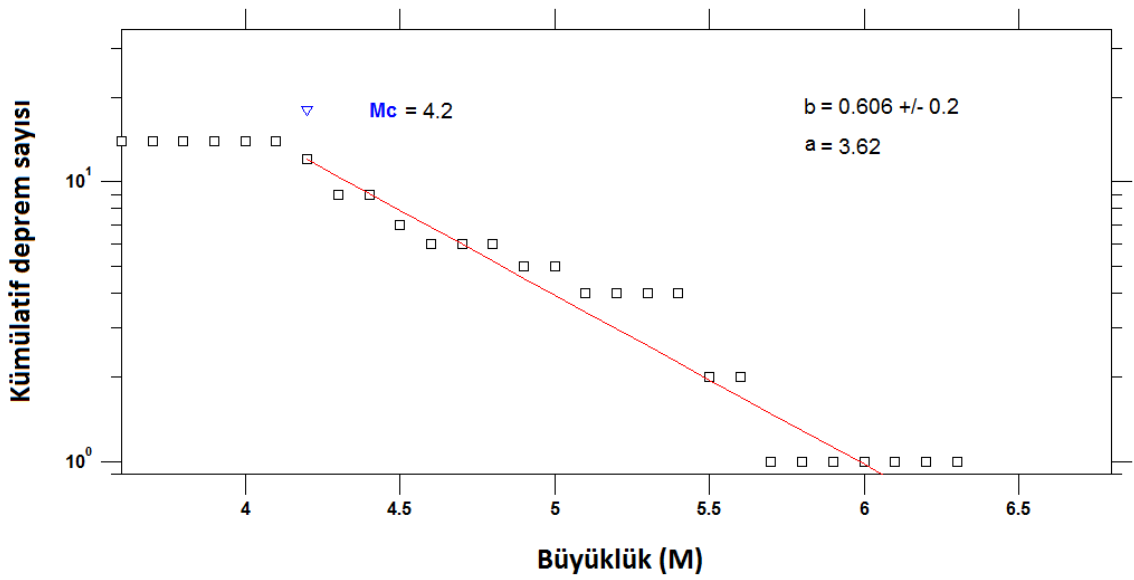


Şekil 4.192. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

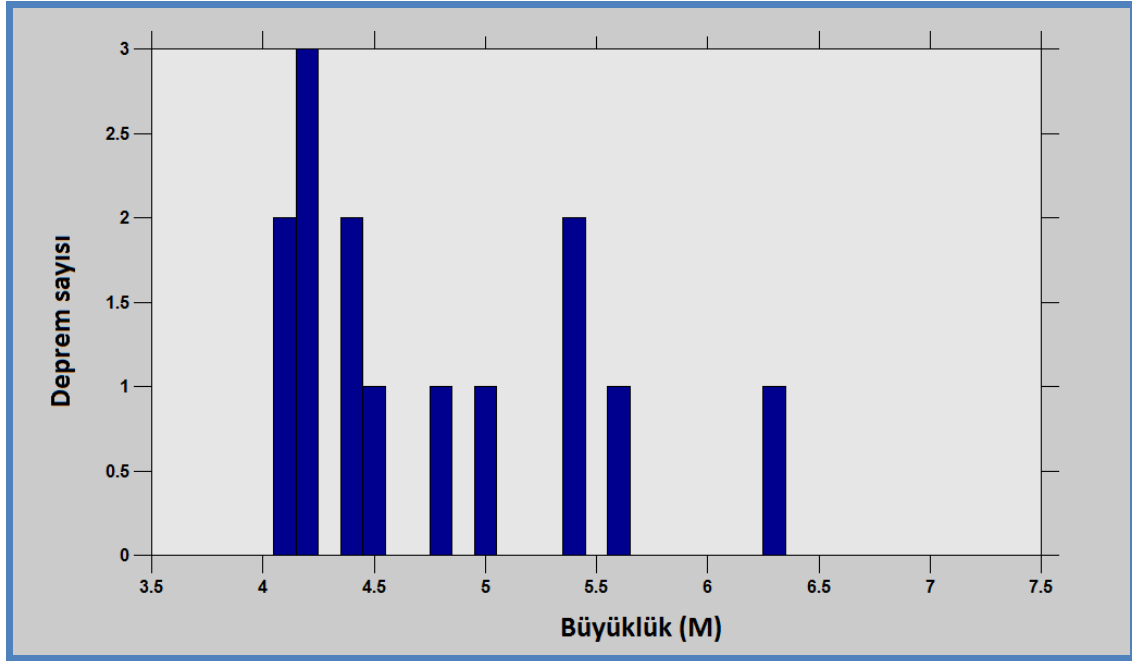
4.1.39. T39-Küçük Menderes Graben deprem kaynak zonu analizleri



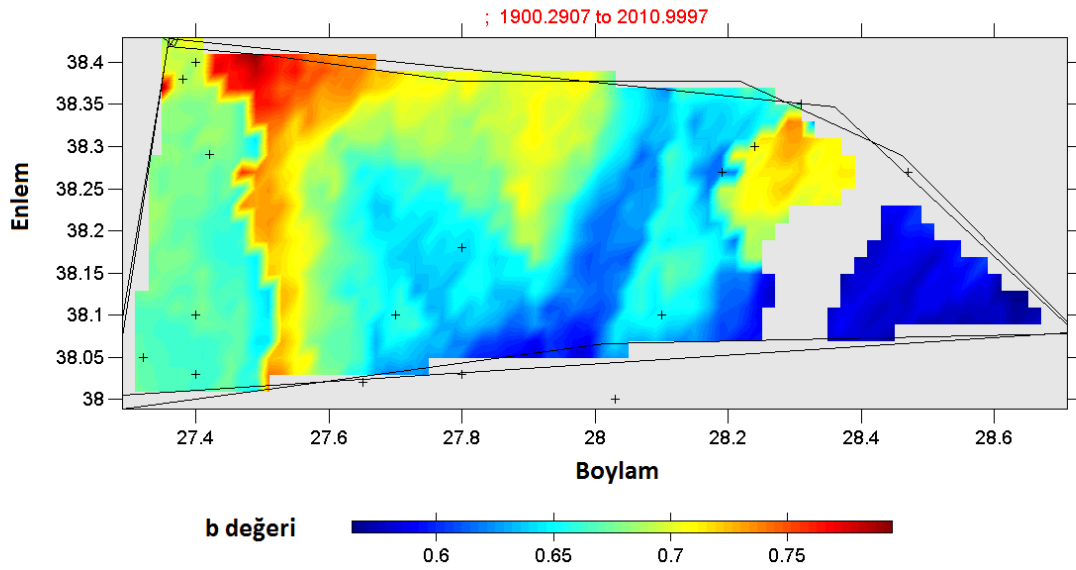
Şekil 4.193. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



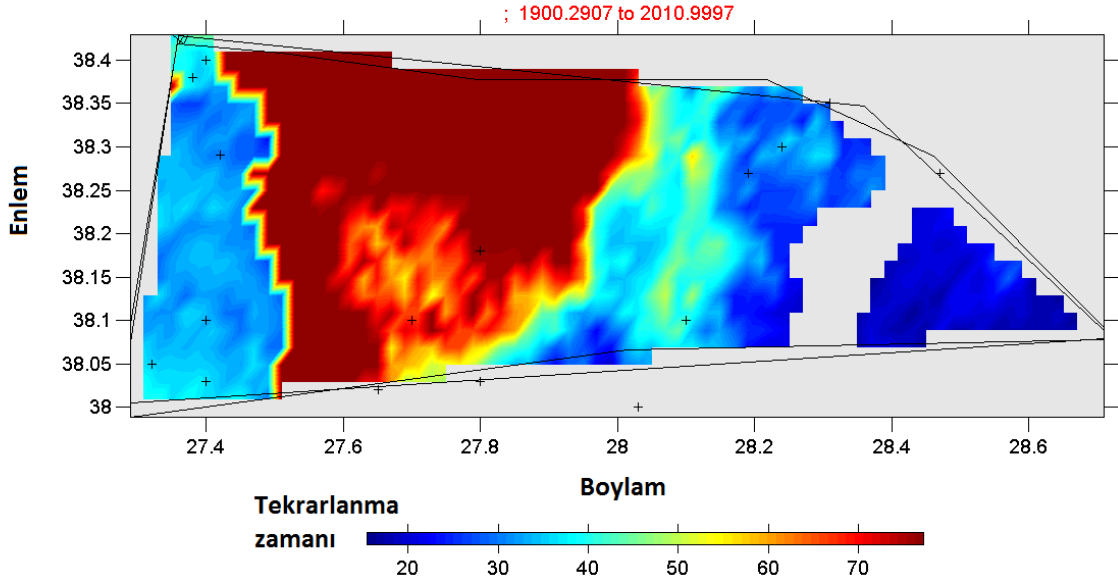
Şekil 4.194. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)



Şekil 4.195. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi

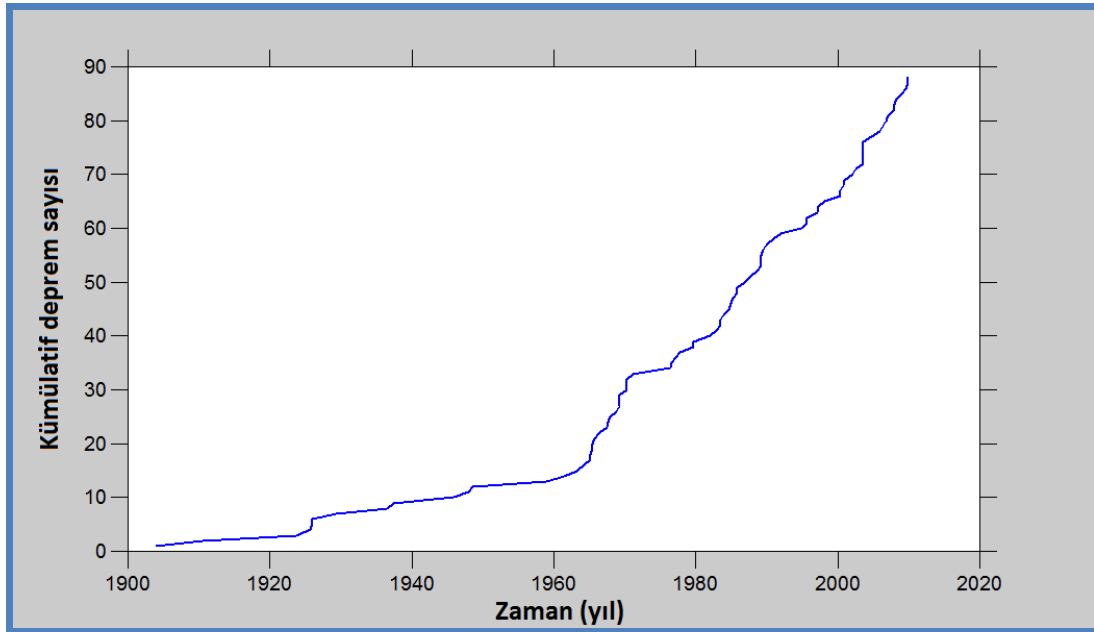


Şekil 4.196. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

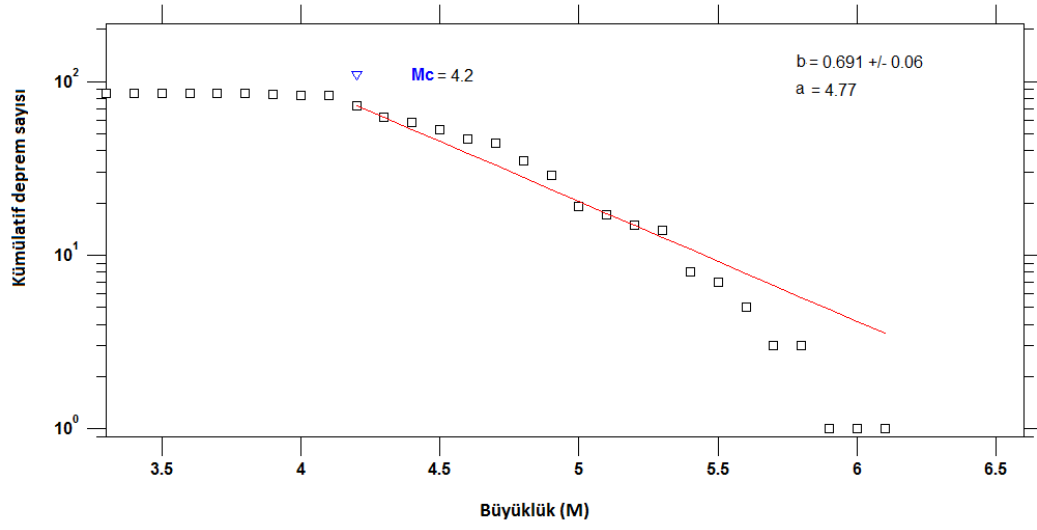


Şekil 4.197. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

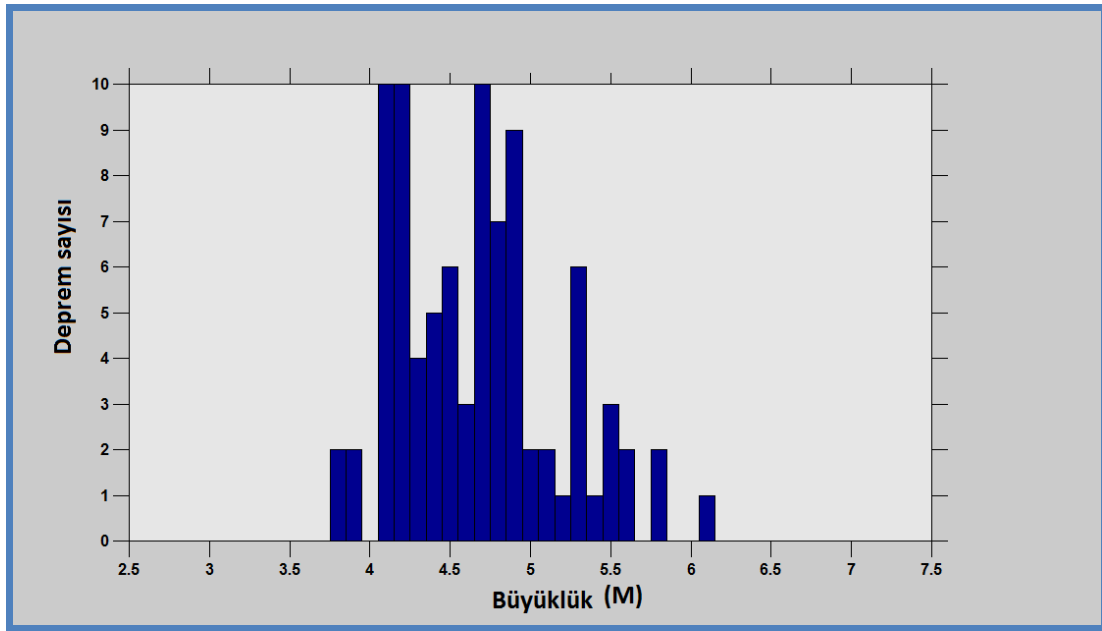
4.1.40. T40-Gediz Graben deprem kaynak zonu analizi



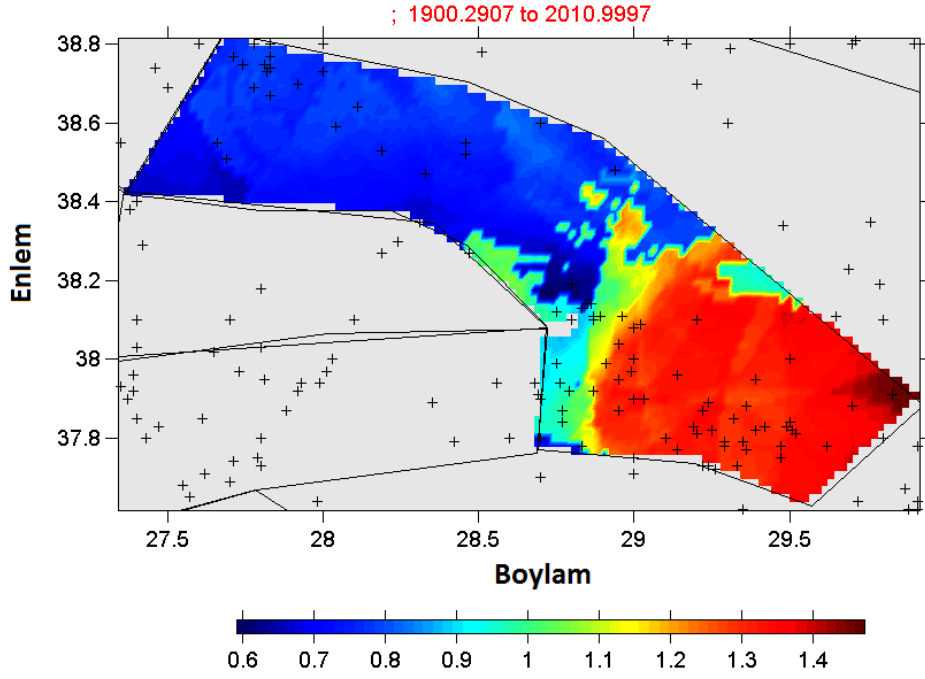
Şekil 4.198. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



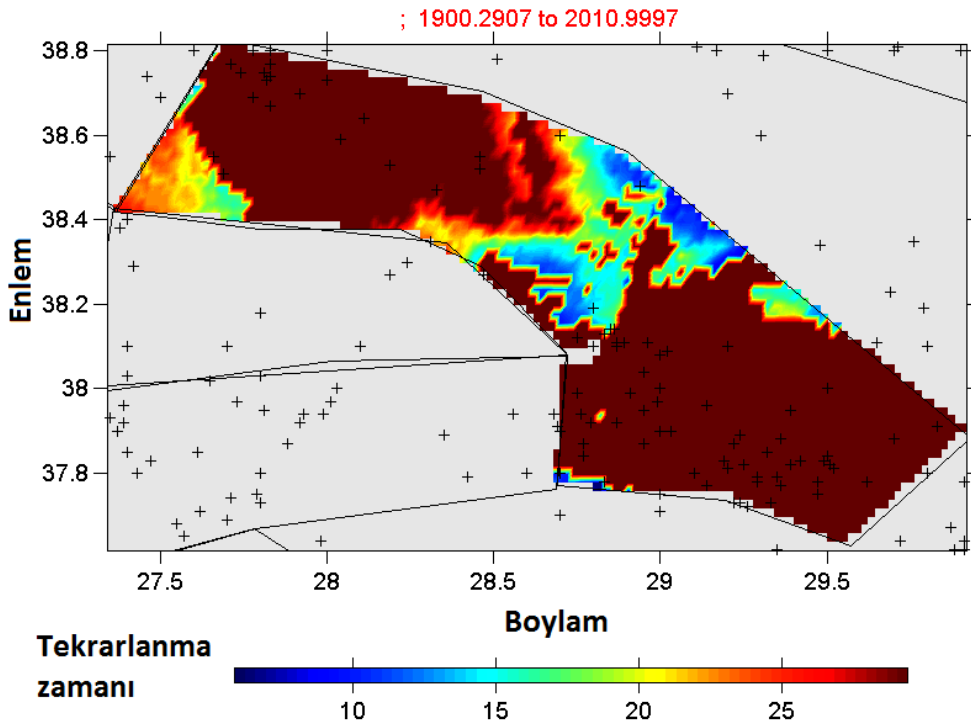
Şekil 4.199. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)



Şekil 4.200. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi

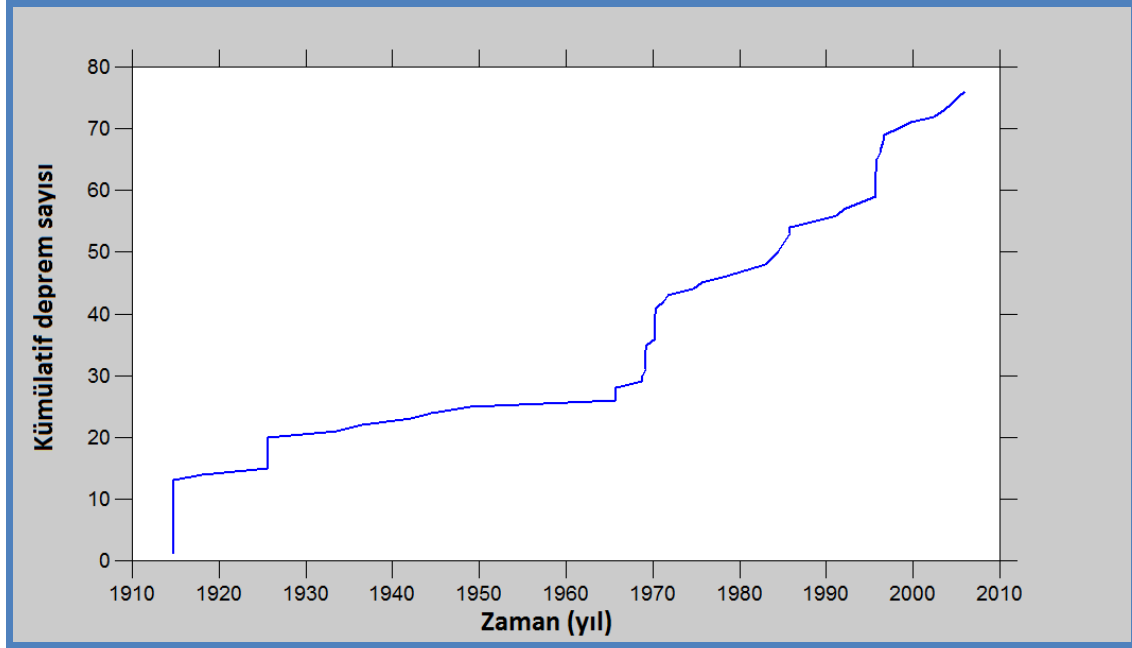


Şekil 4.201. Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

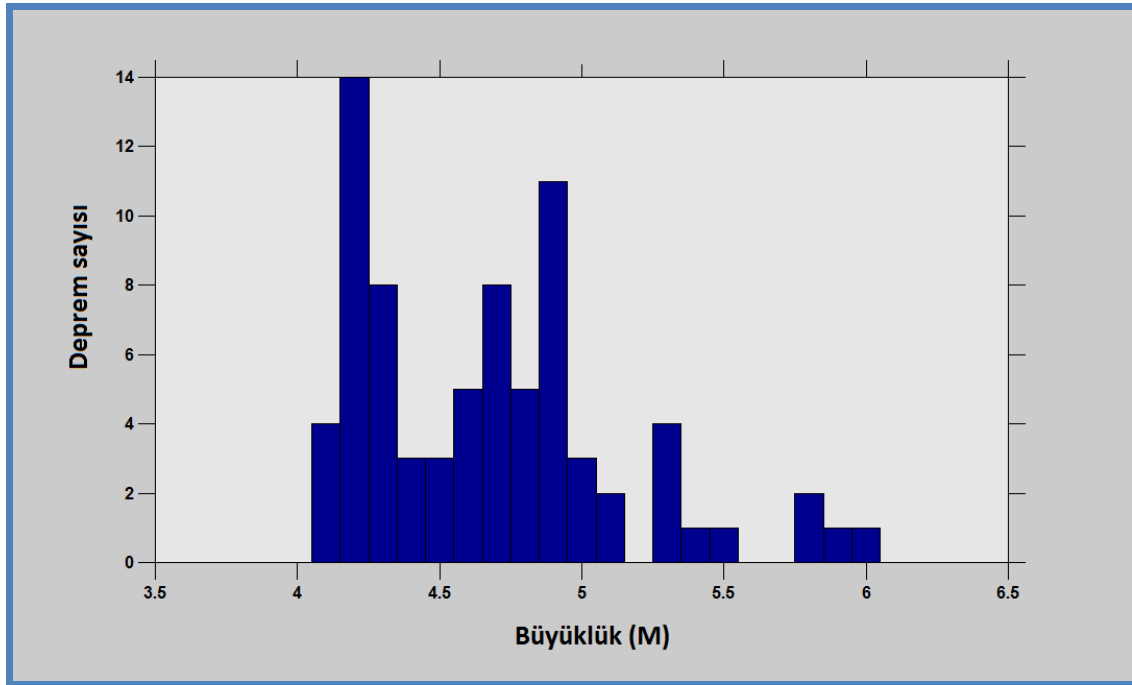


Şekil 4.202. Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

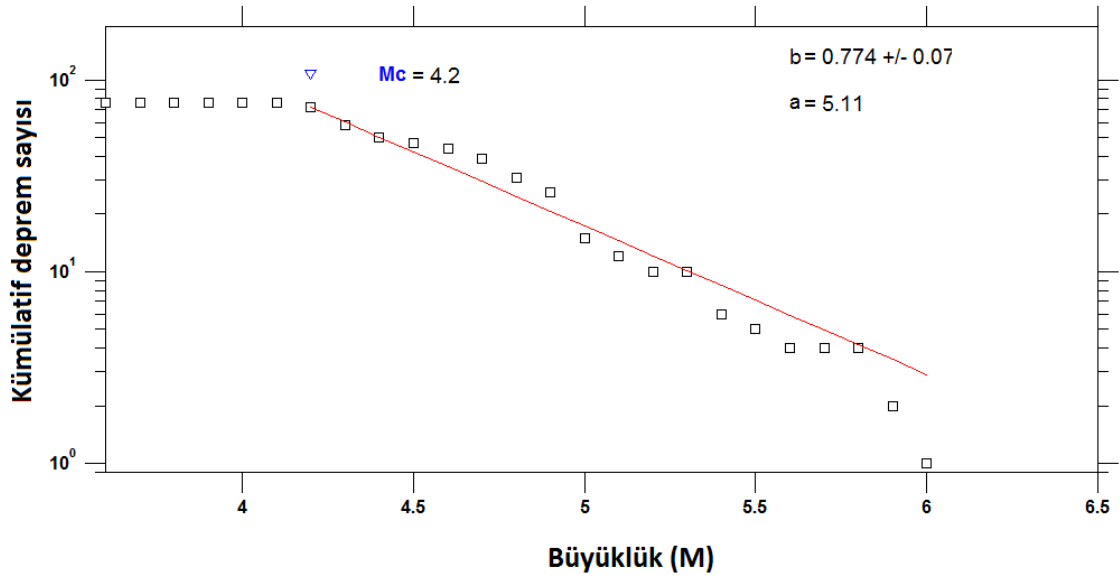
4.1.41. T41-Sivashlı-Banaz Horst deprem kaynak zonu analizleri



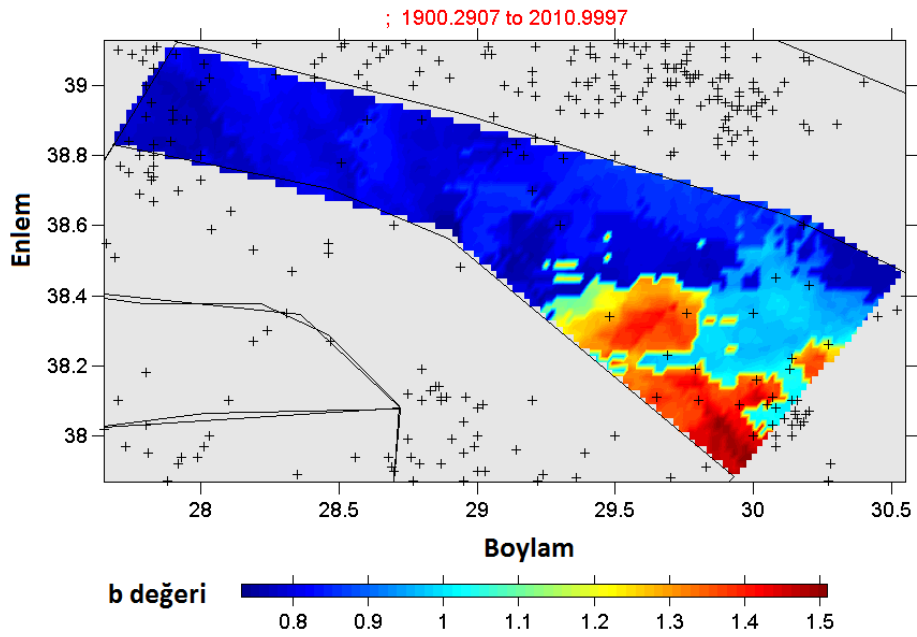
Şekil 4.203. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



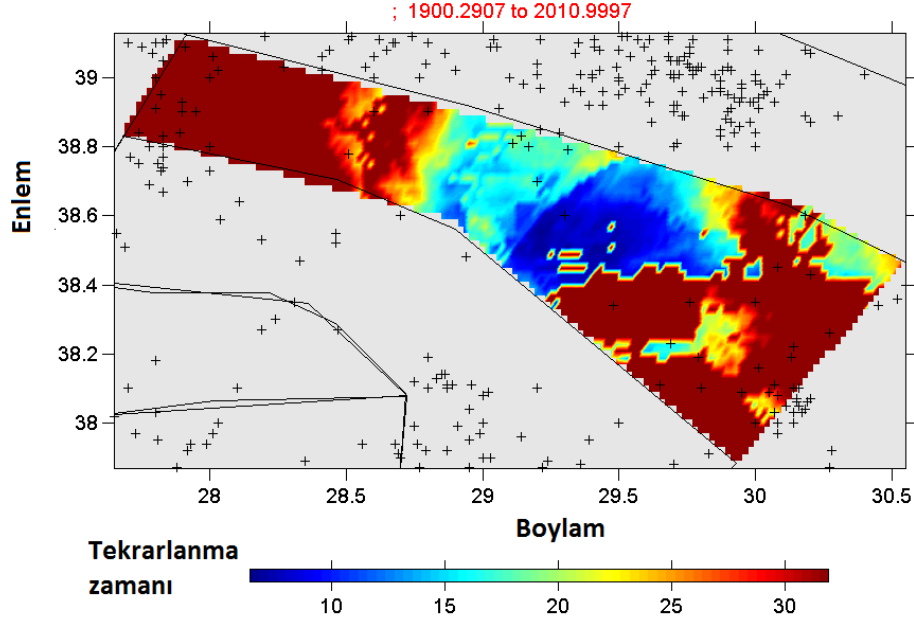
Şekil 4.204. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.205. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

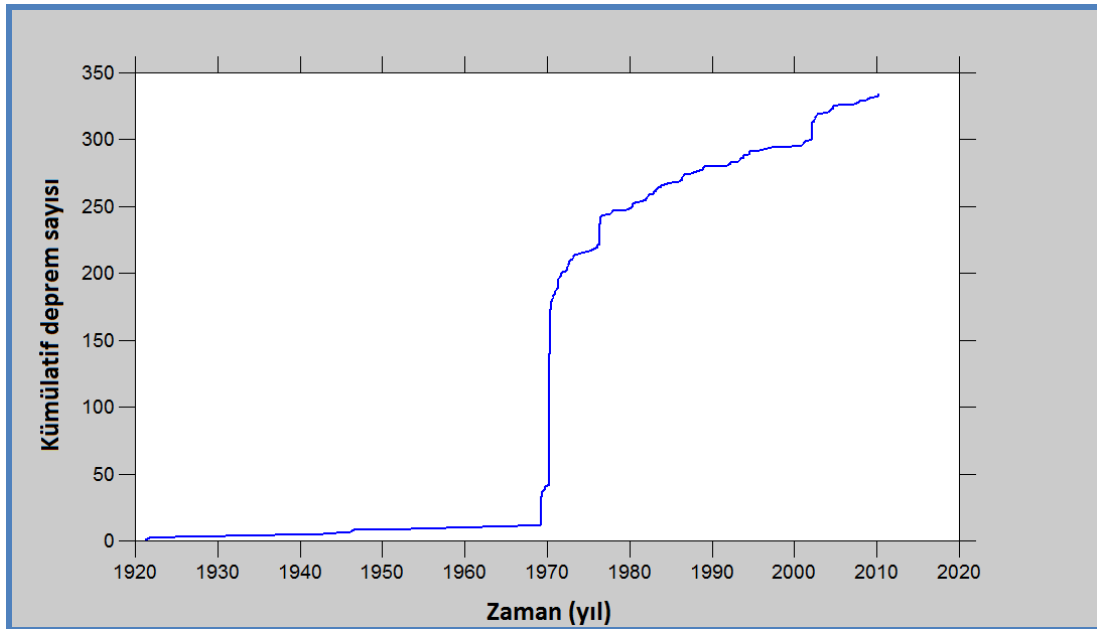


Şekil 4.206. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

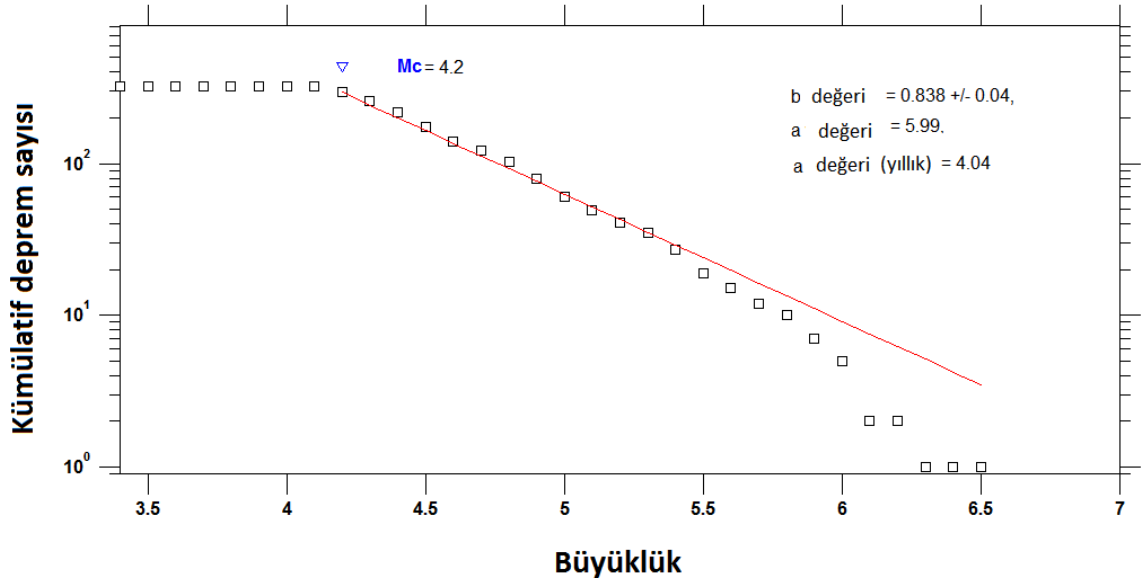


Şekil 4.207. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

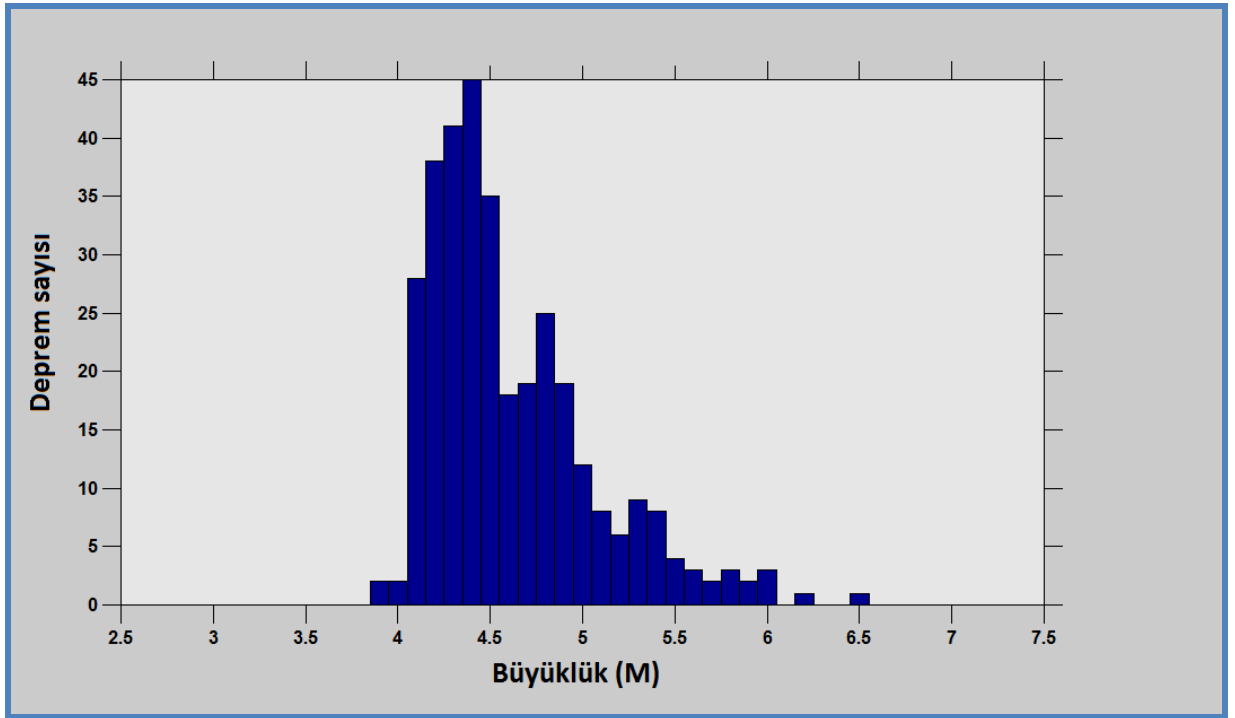
4.1.42. T42-Akşehir deprem kaynak zonu analizleri



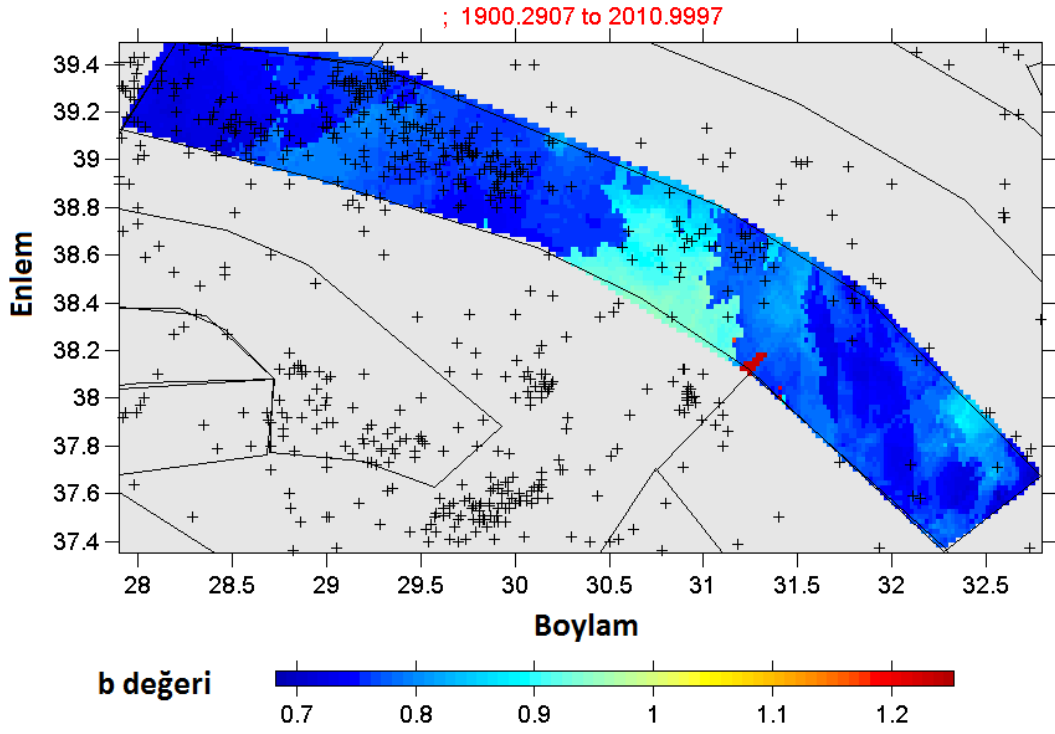
Şekil 4.208. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



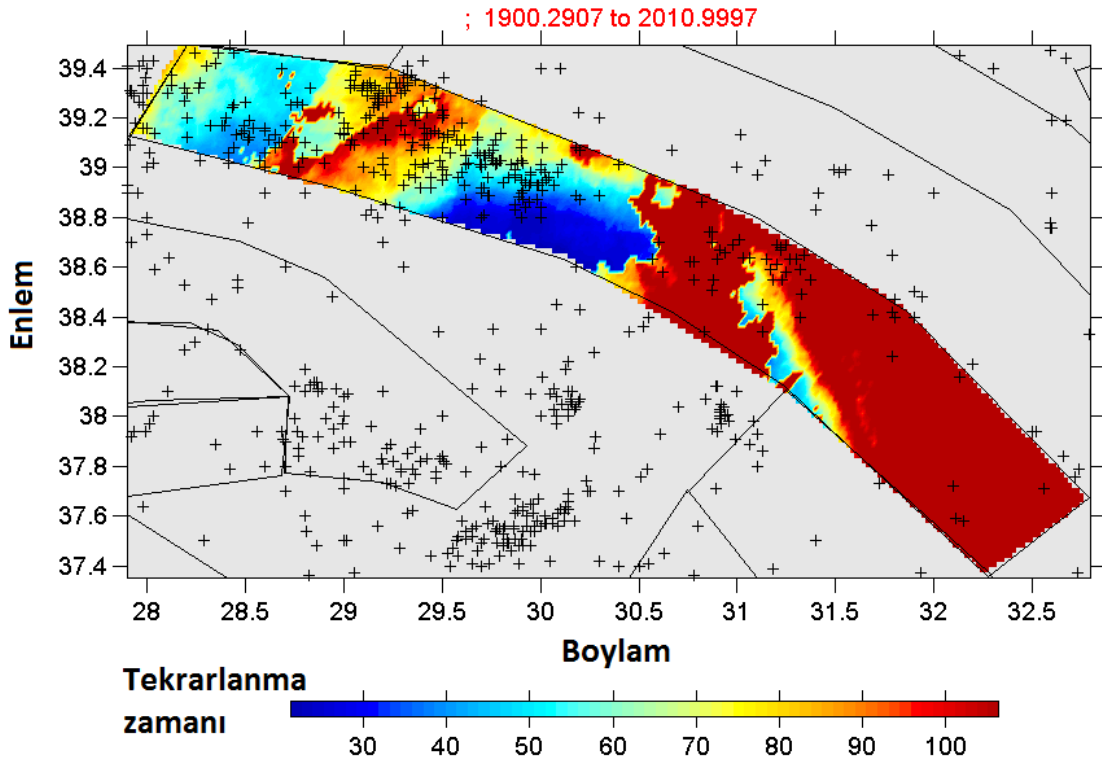
Şekil 4.209. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)



Şekil 4.210. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi

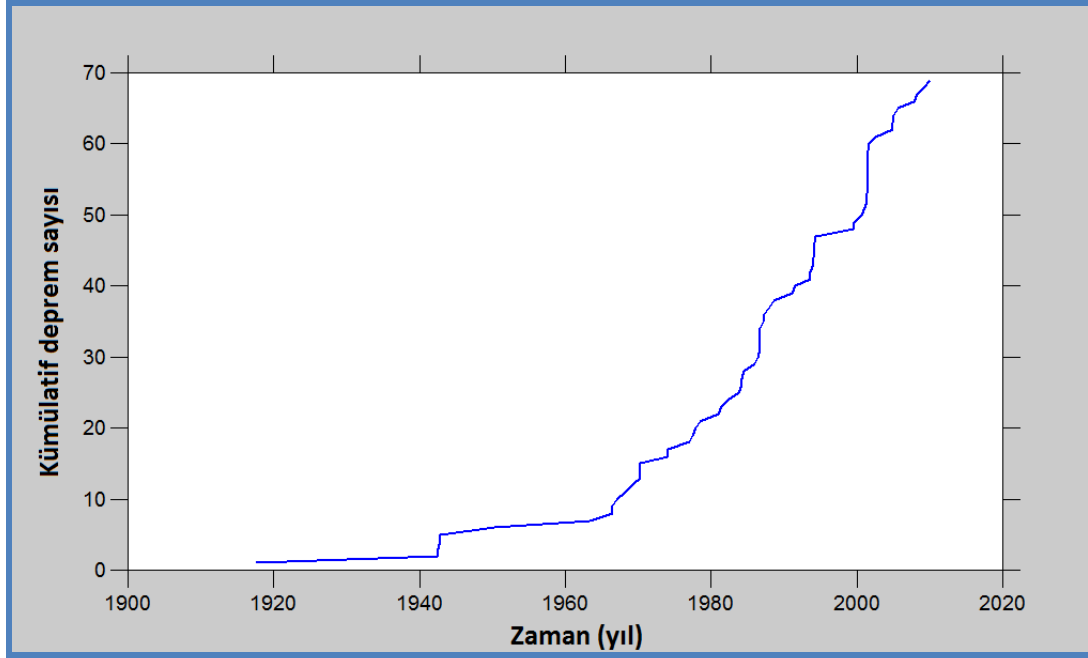


Şekil 4.211. Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

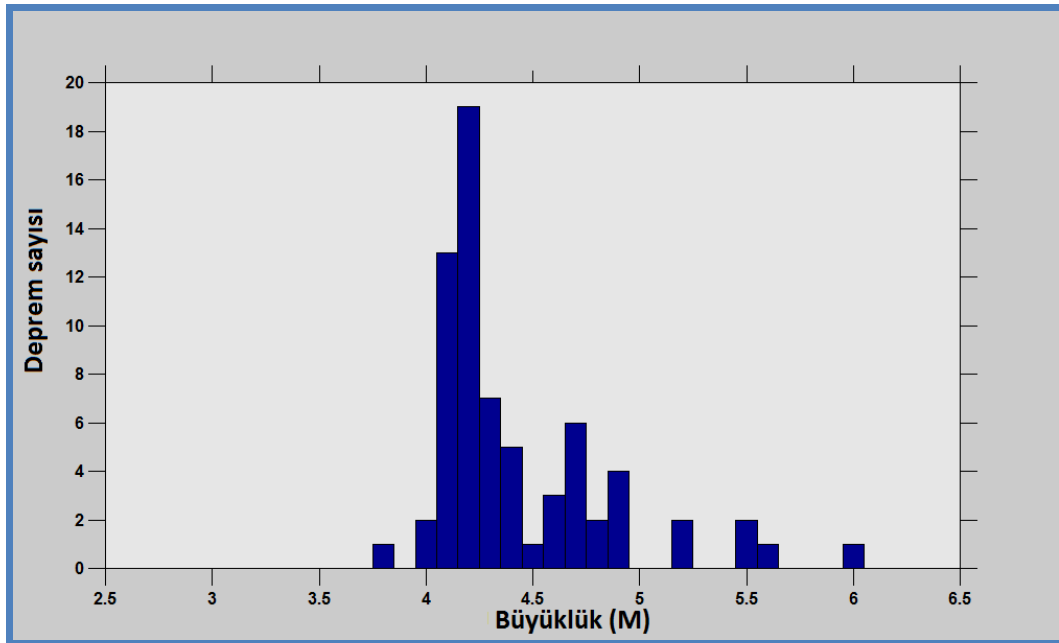


Şekil 4.212. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

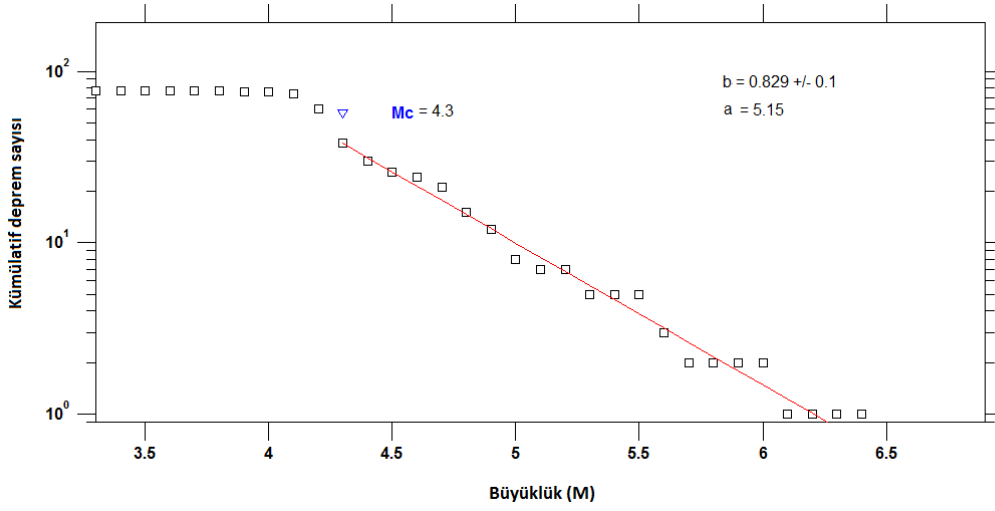
4.1.43. T43-Balıkesir deprem kaynak zonu analizleri



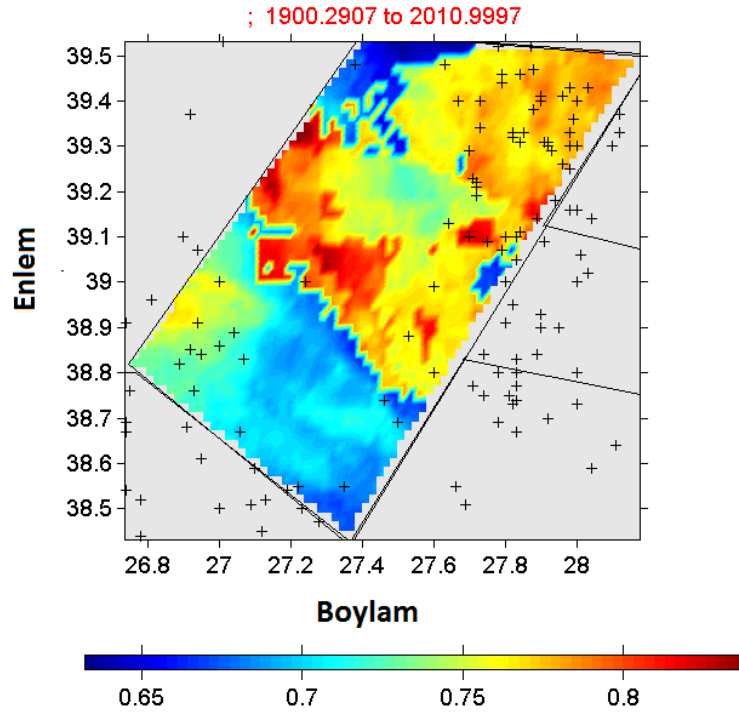
Şekil 4.213. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



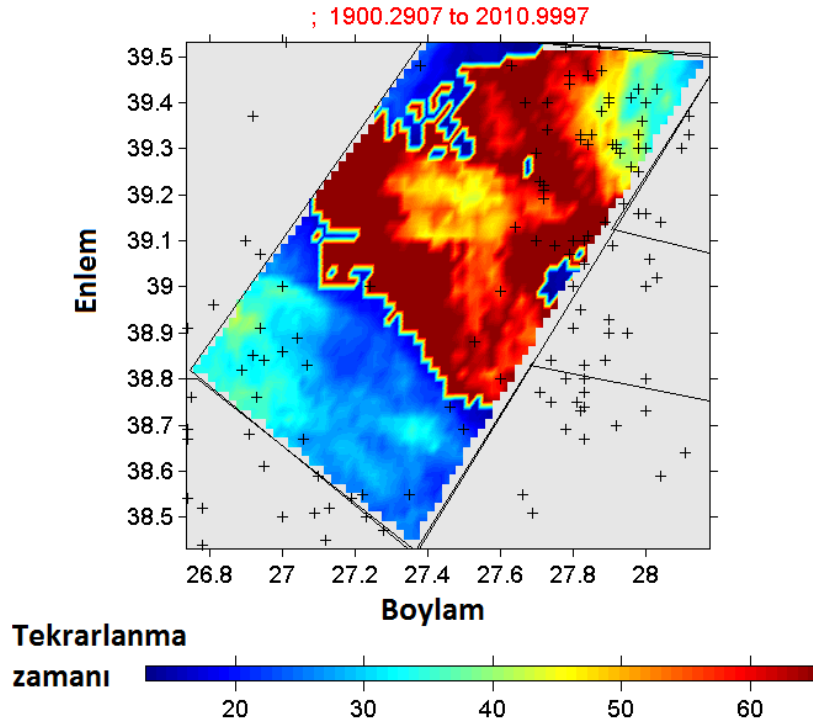
Şekil 4.214. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.215. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

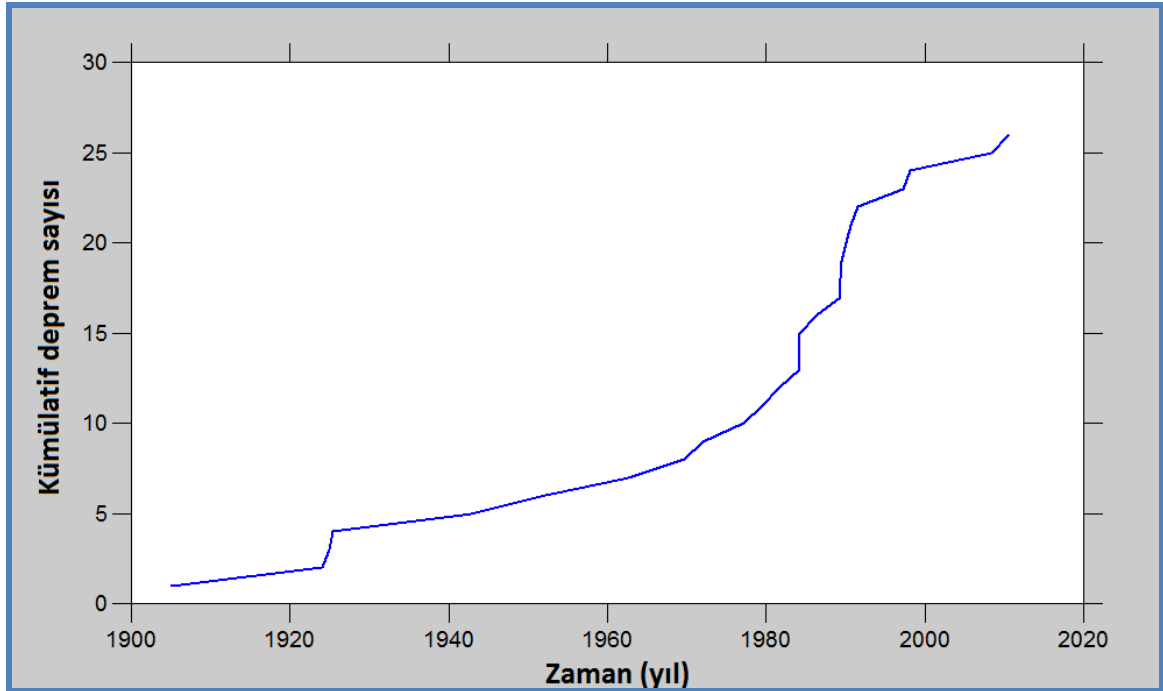


Şekil 4.216. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

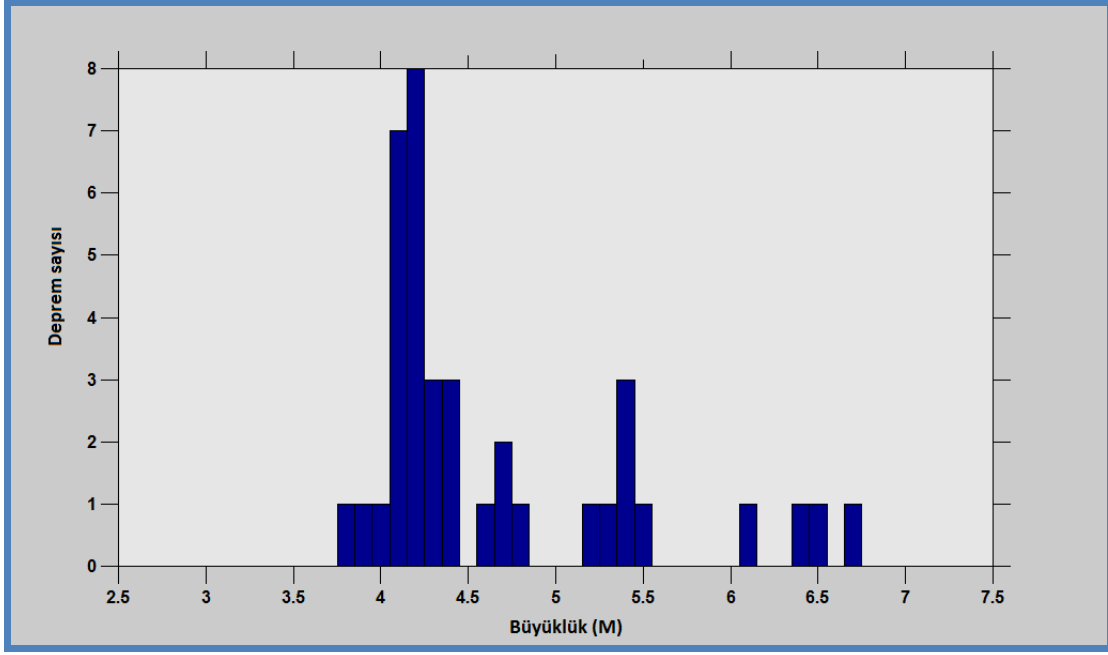


Şekil 4.217. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

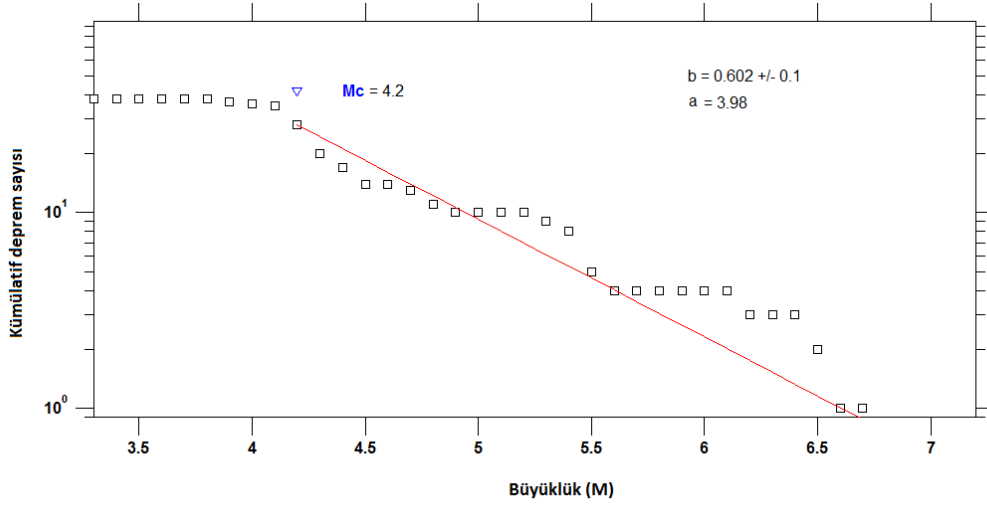
4.1.44. T44-Kütahya deprem kaynak zonu analizleri



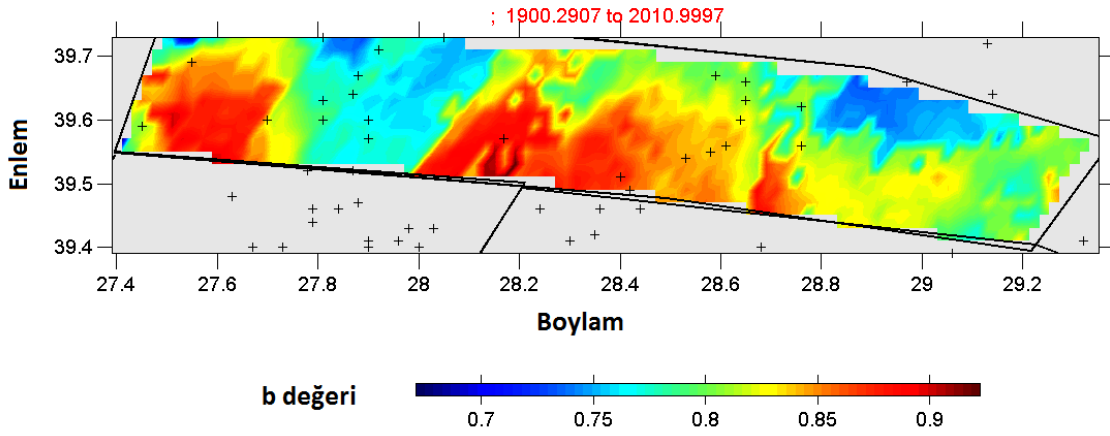
Şekil 4.218. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



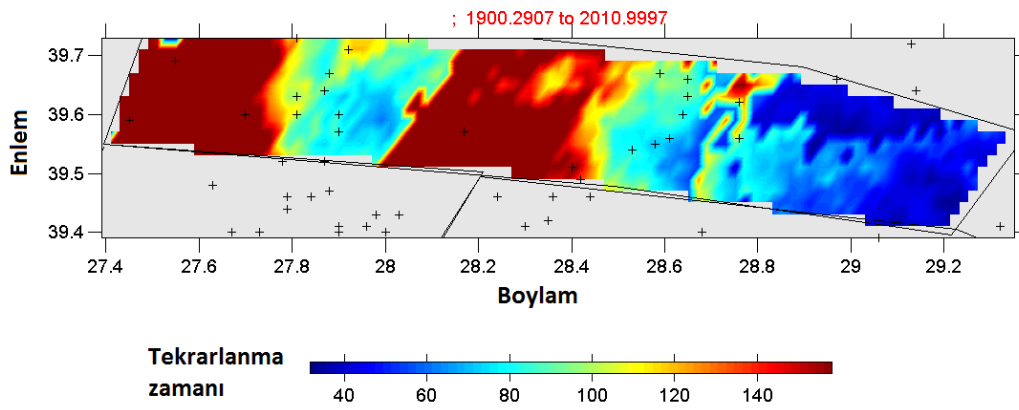
Şekil 4.219. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.220. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

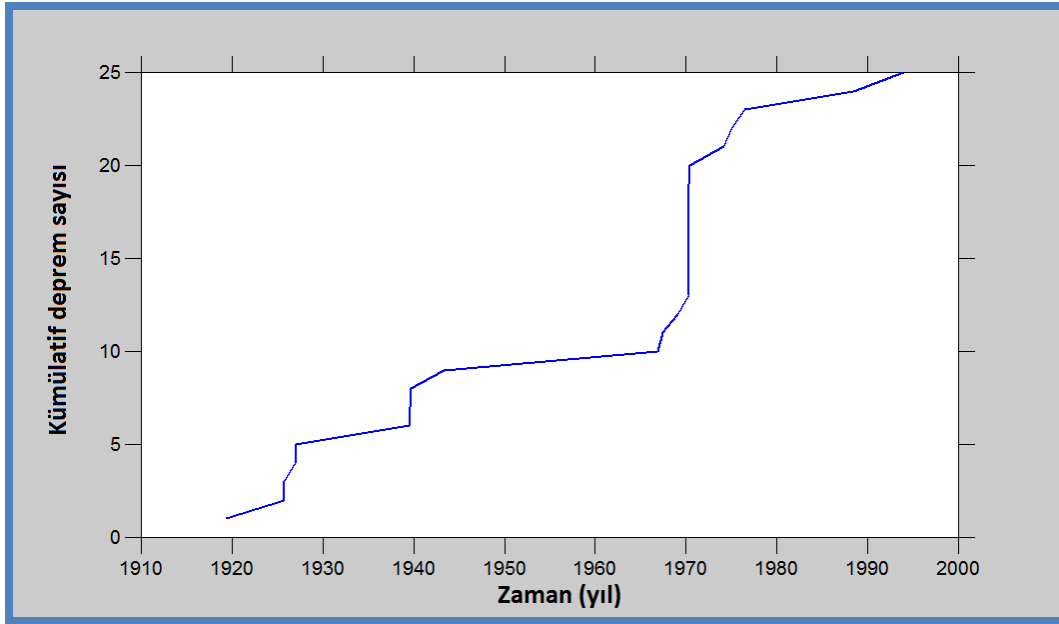


Şekil 4.221. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

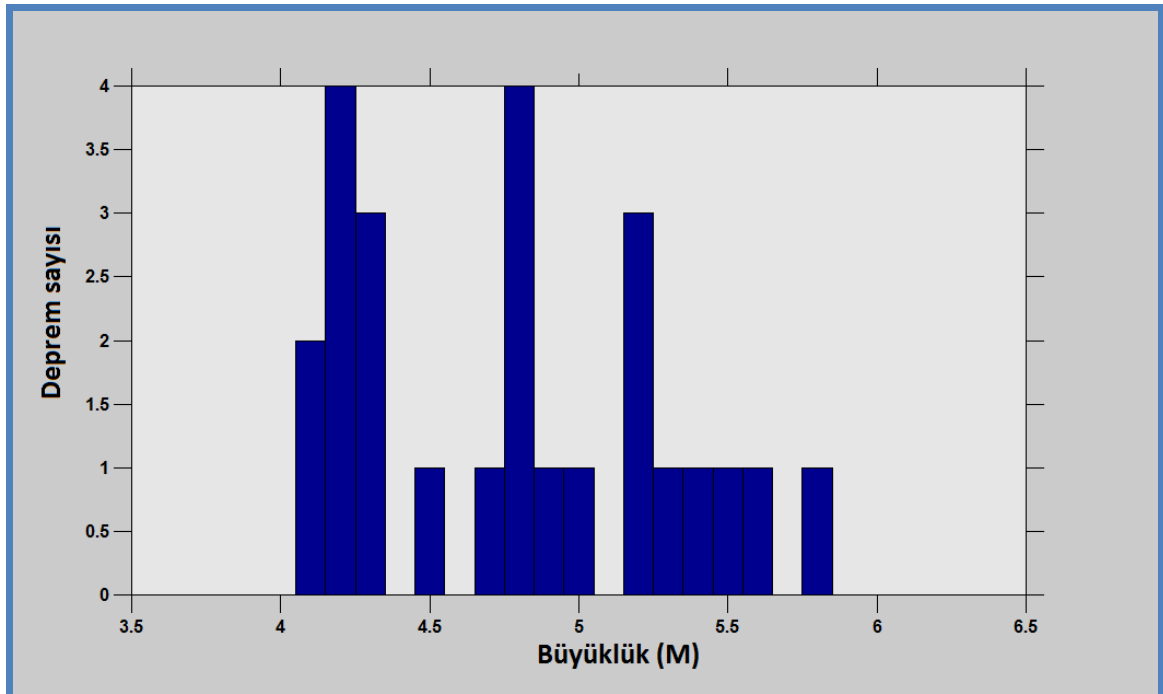


Şekil 4.222. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

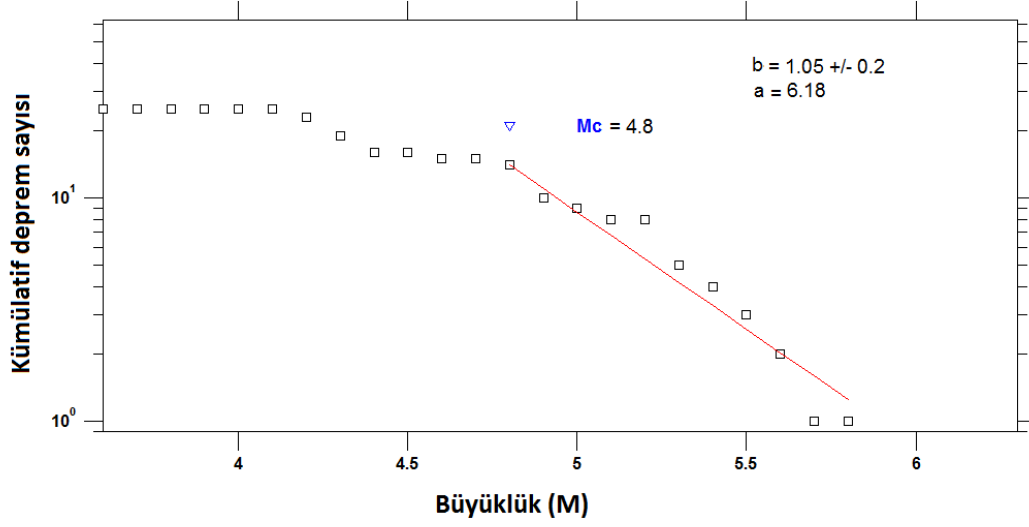
4.1.45. T45- Konya deprem kaynak zonu analizleri



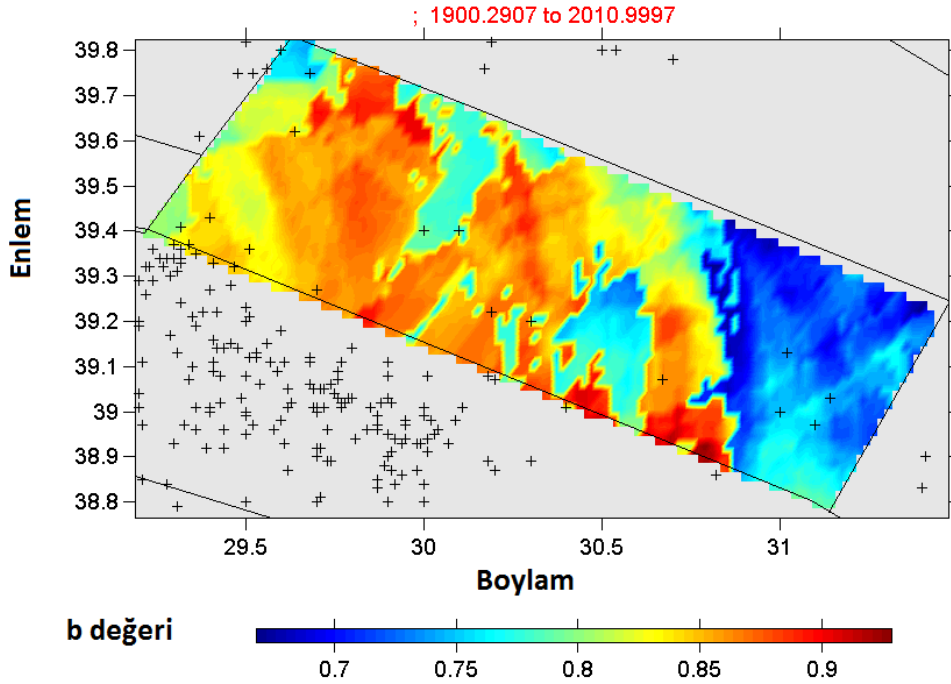
Şekil 4.223. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



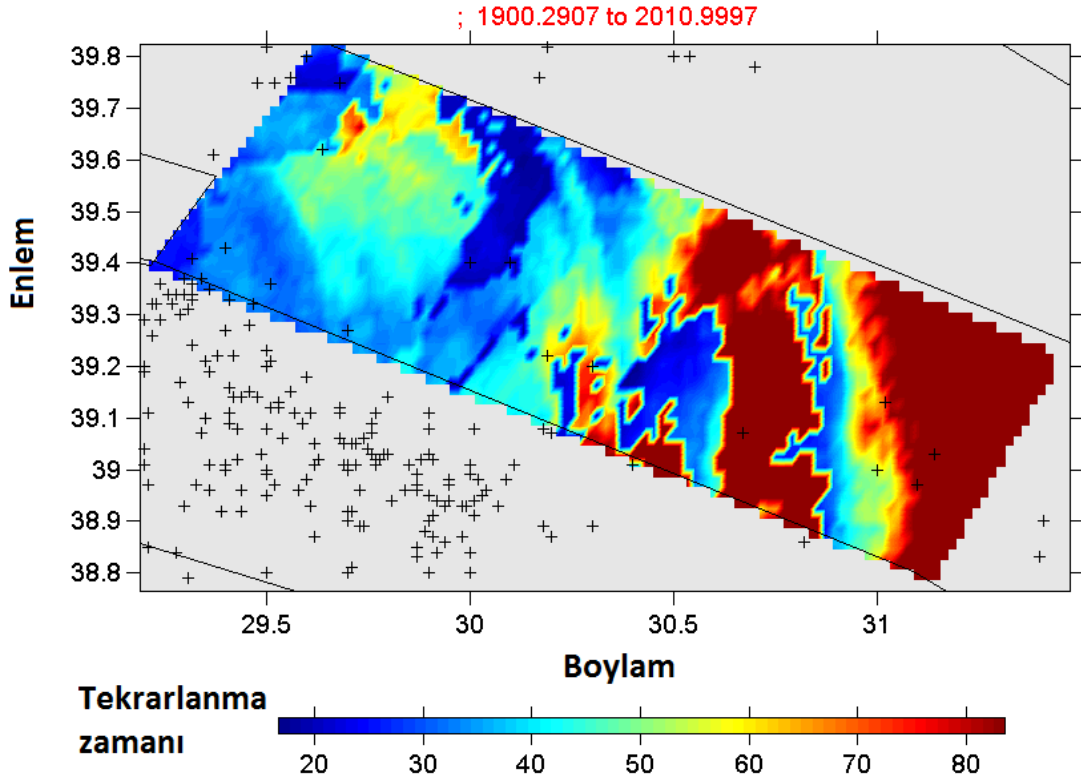
Şekil 4.224. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.225. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkidten hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

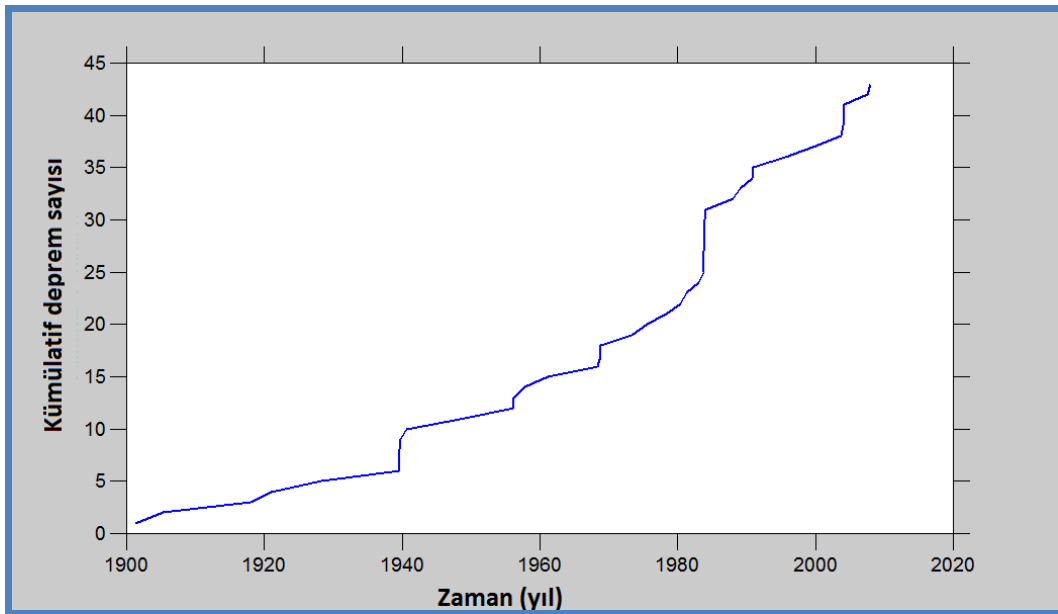


Şekil 4.226. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

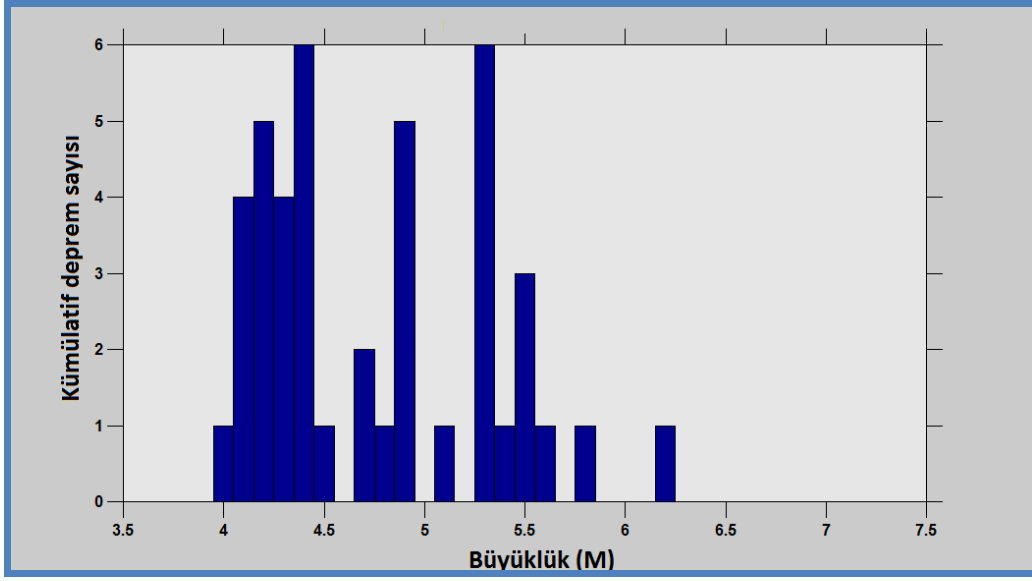


Şekil 4.227. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

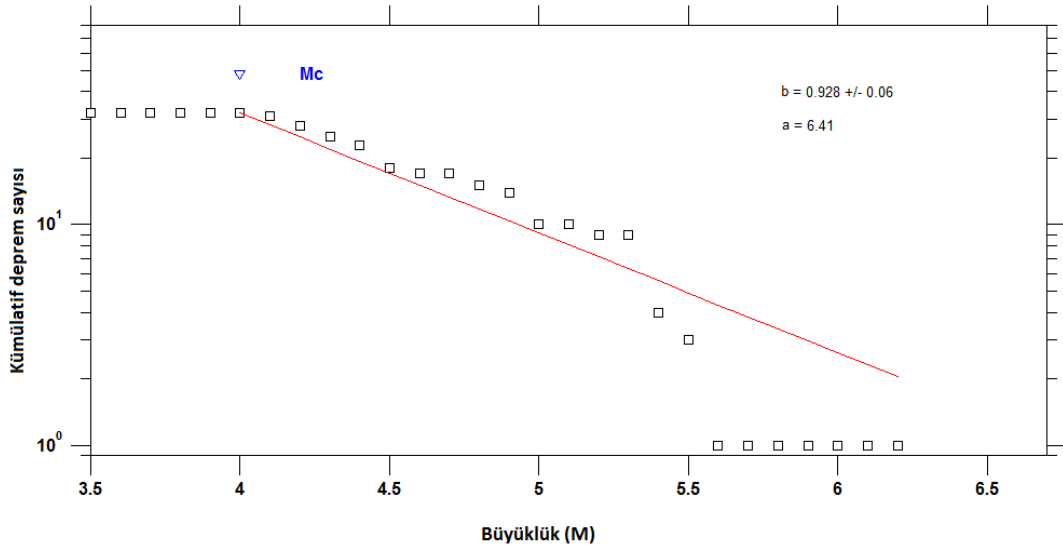
4.1.46. T46- Sivrihisar deprem kaynak zonu analizleri



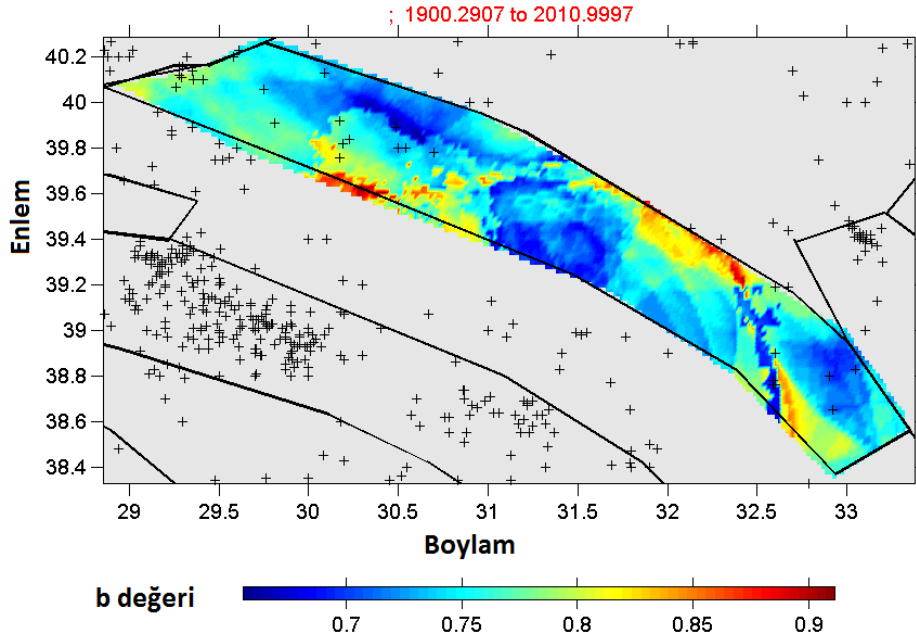
Şekil 4.228. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



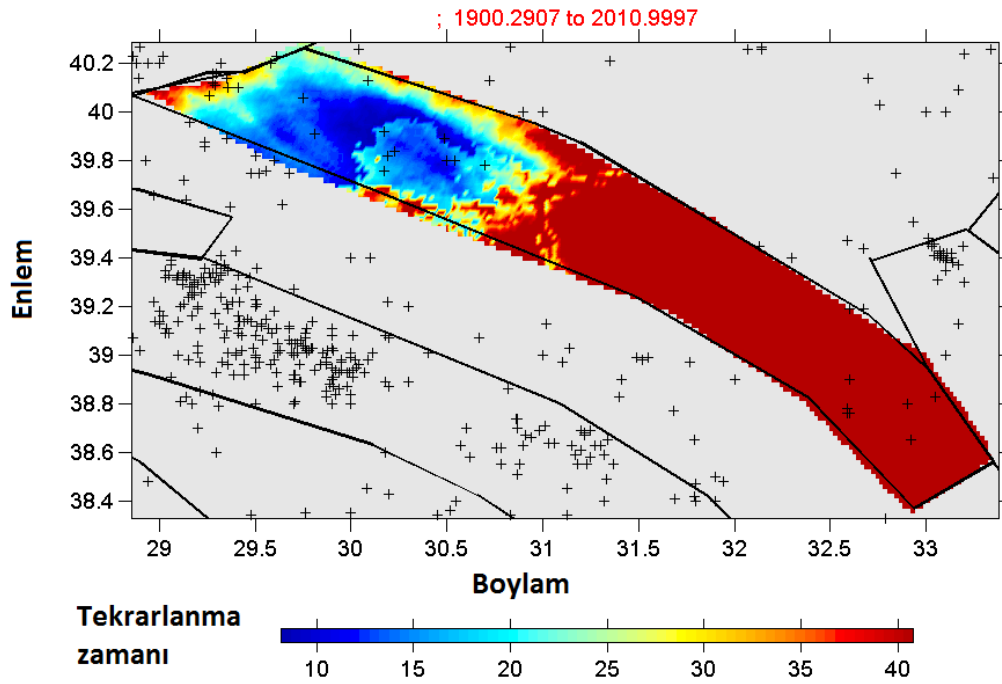
Şekil 4.229. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.230. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

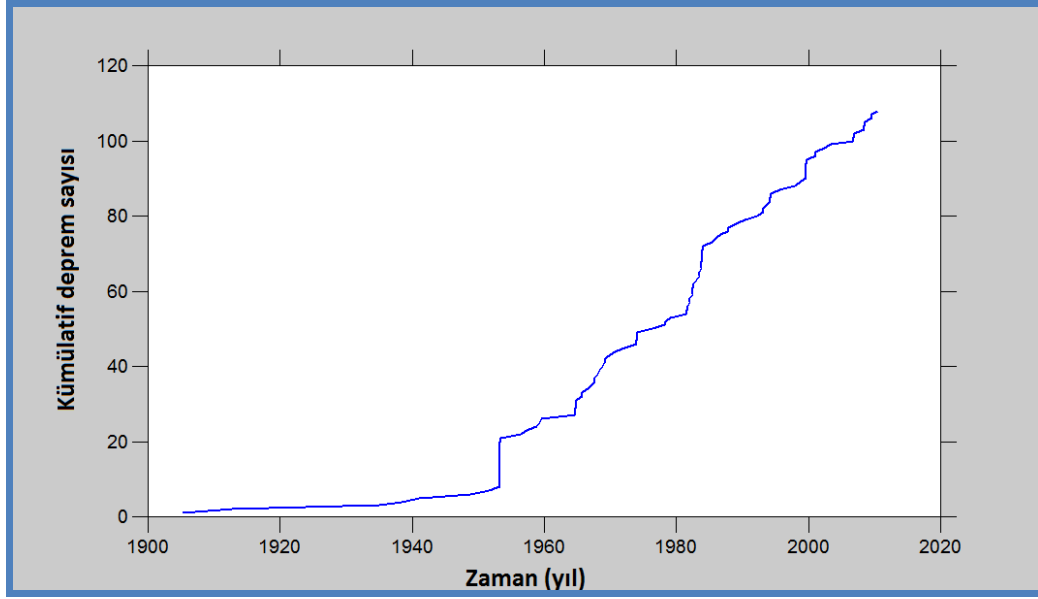


Şekil 4.231. Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

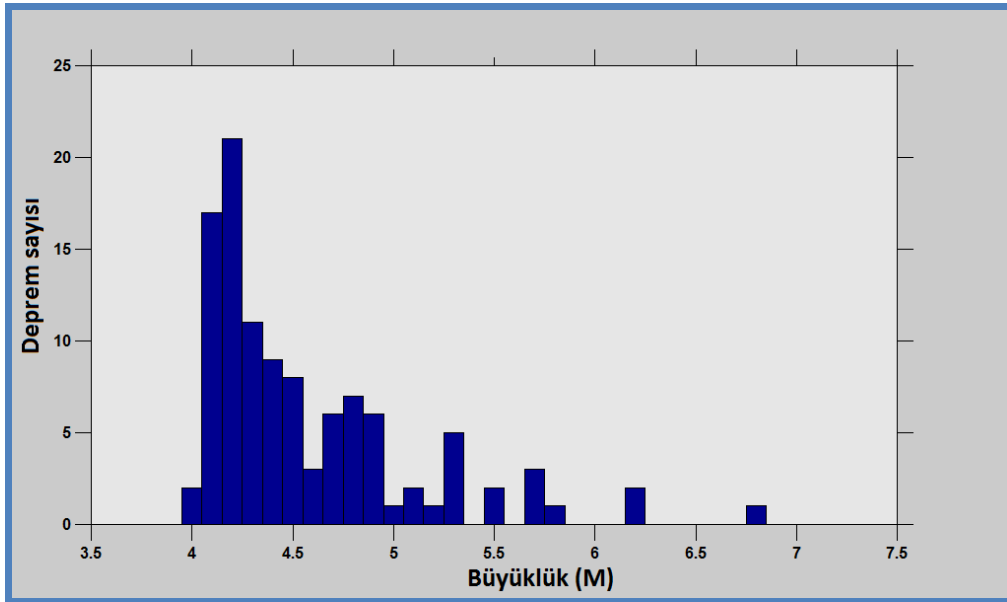


Şekil 4.232. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

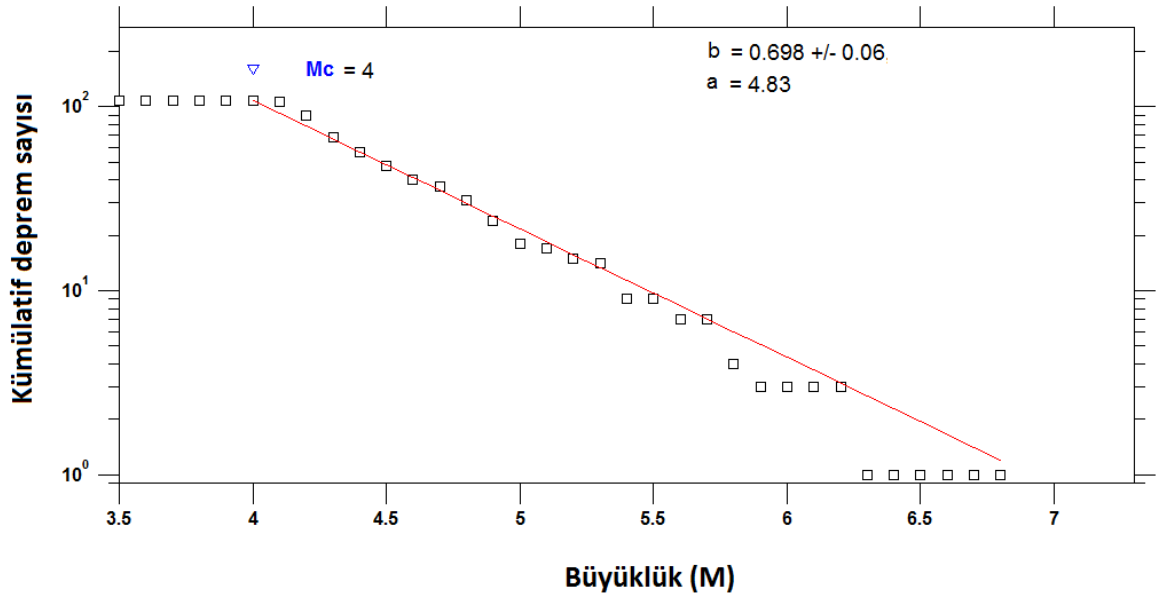
4.1.47. T47-Geyve-Gemlik deprem kaynak zonu analizleri



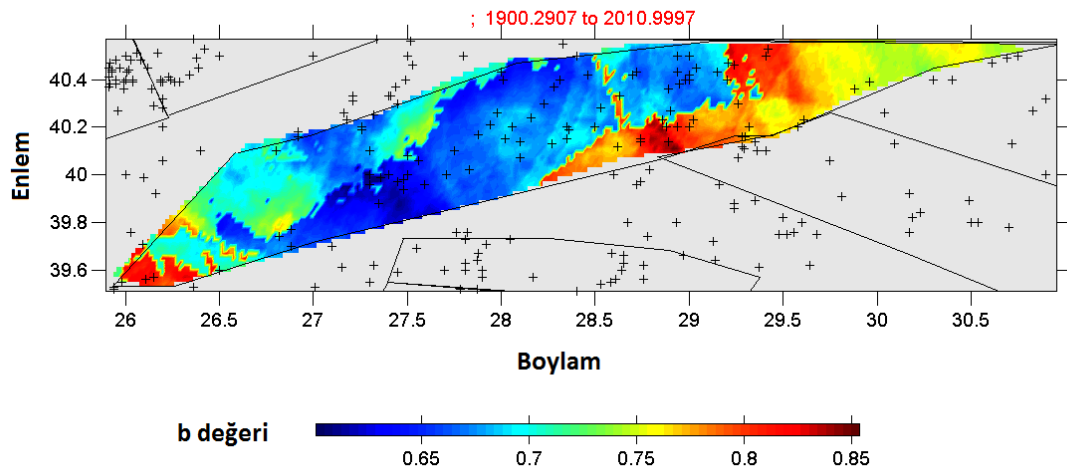
Şekil 4.233. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



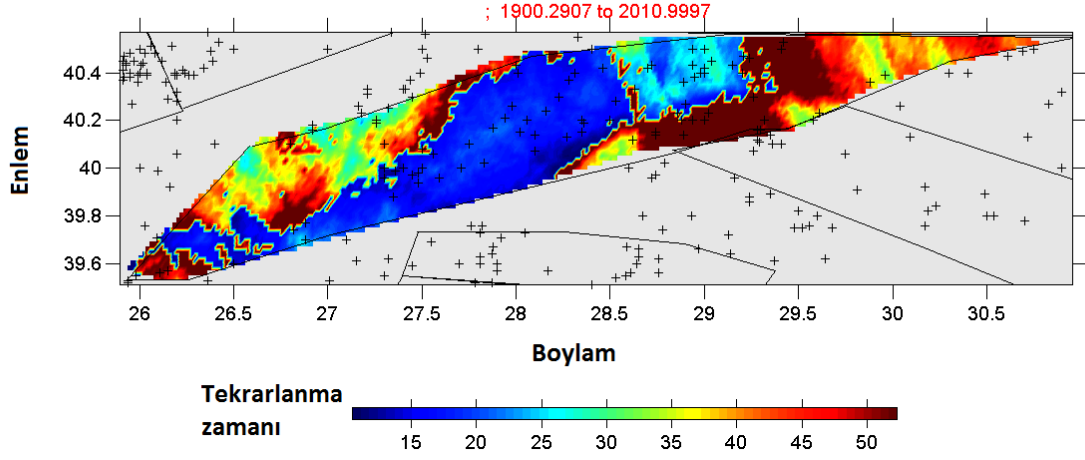
Şekil 4.234. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.235. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

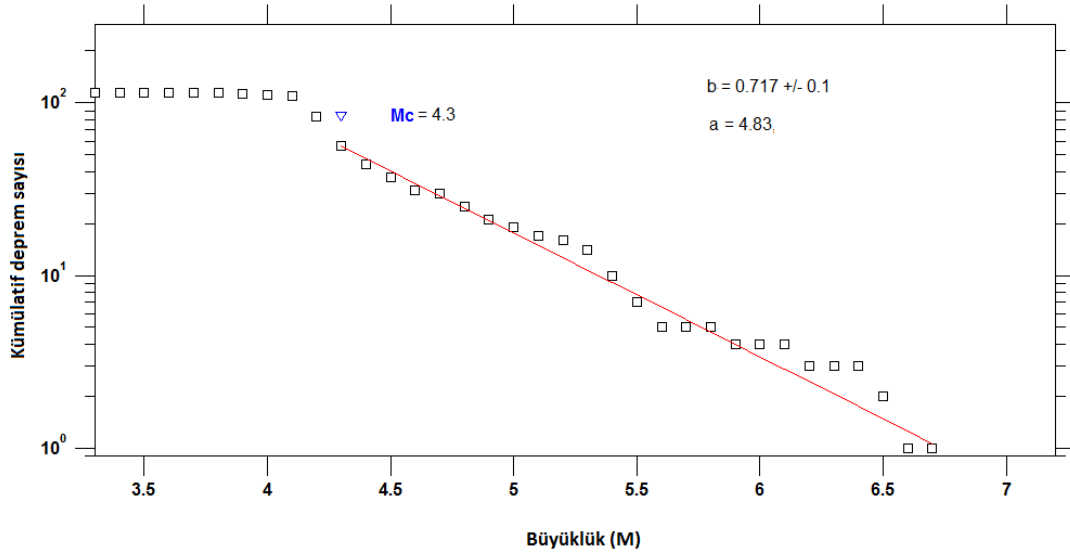


Şekil 4.236. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

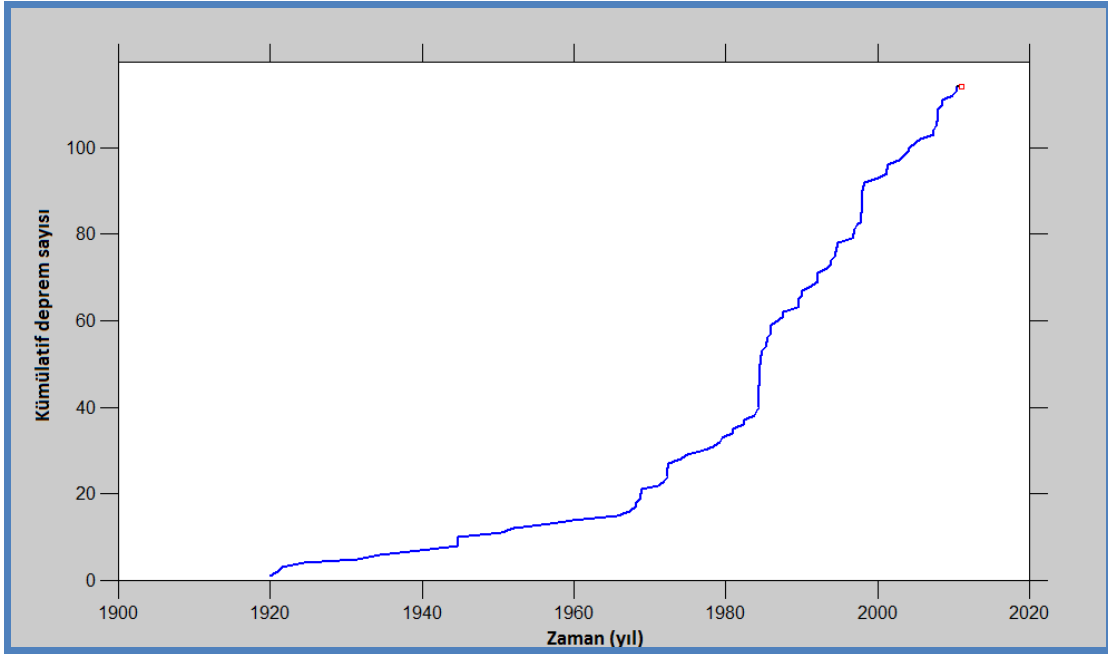


Şekil 4.237. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

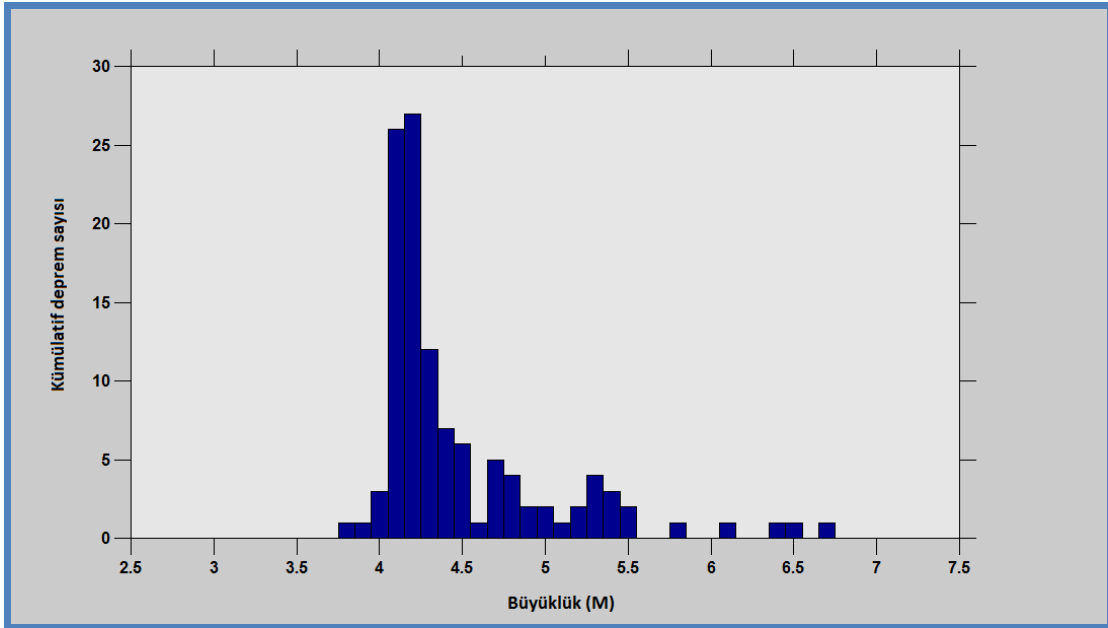
4.1.48. T48-Edremit deprem kaynak zonu analizleri



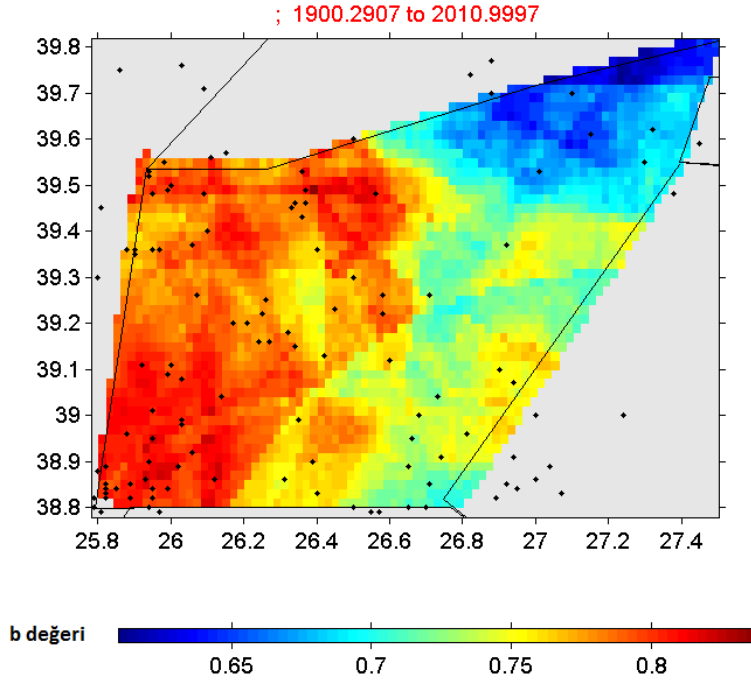
Şekil 4.238. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)



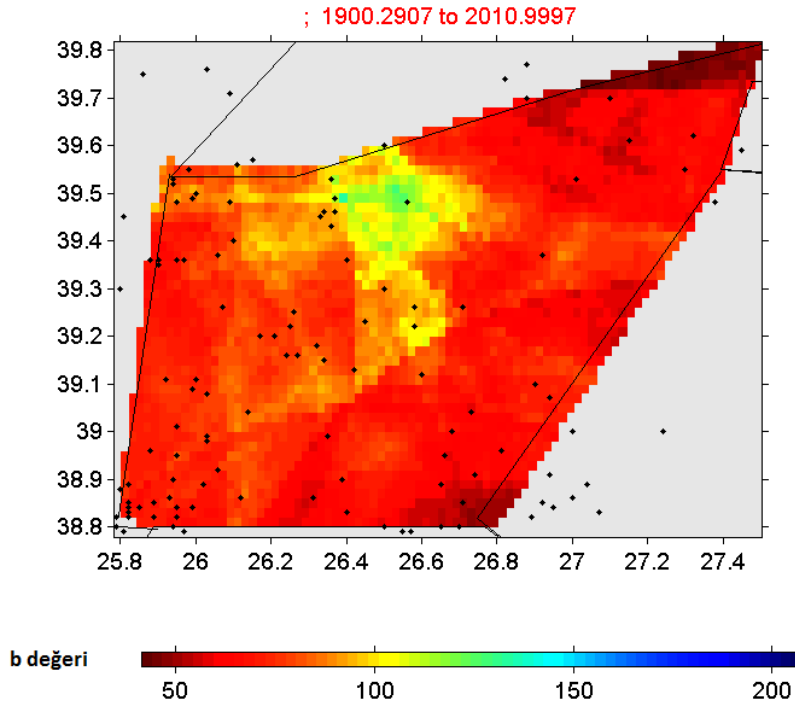
Şekil 4.239. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



Şekil 4.240. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi

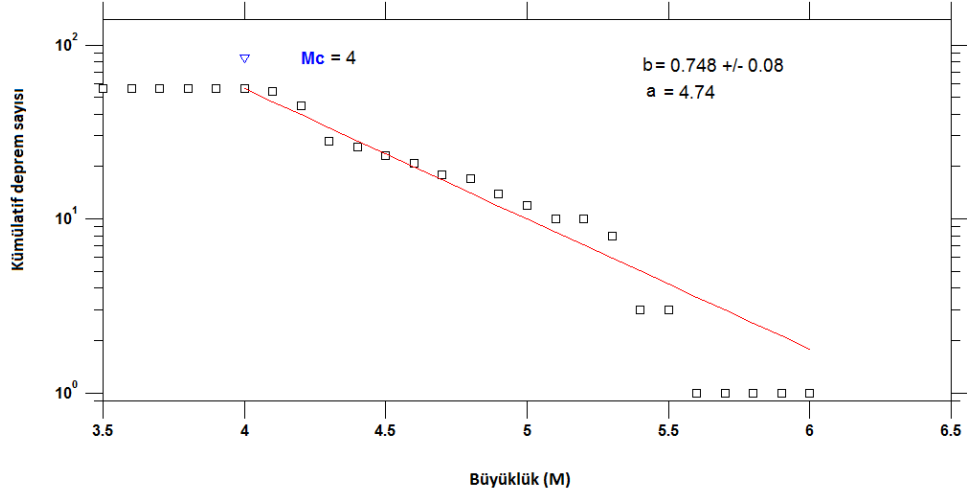


Şekil 4.241. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

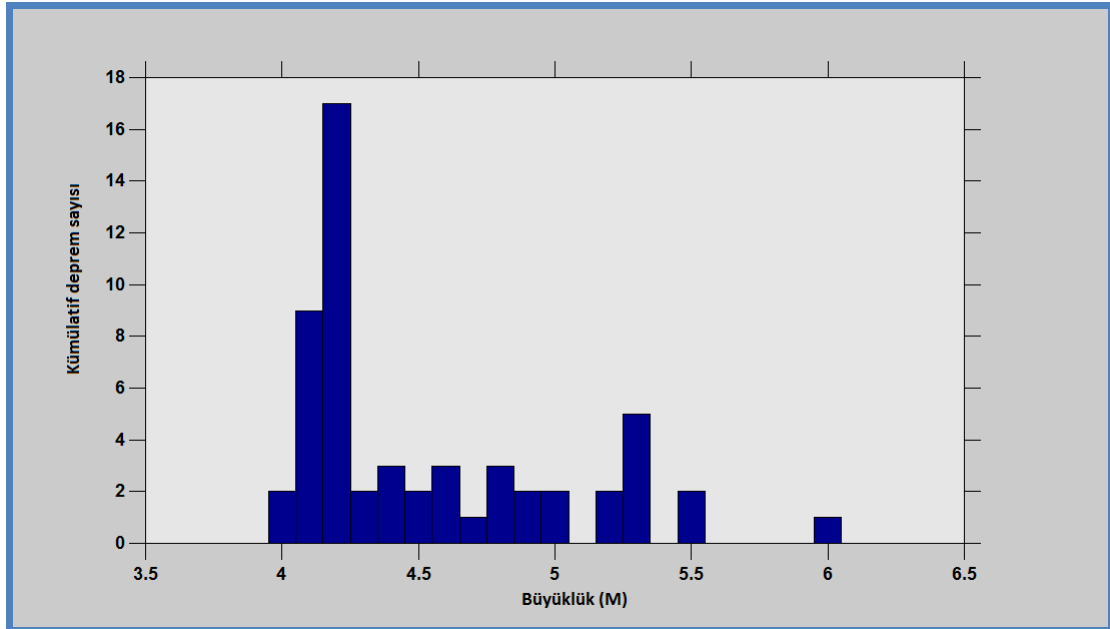


Şekil 4.242. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

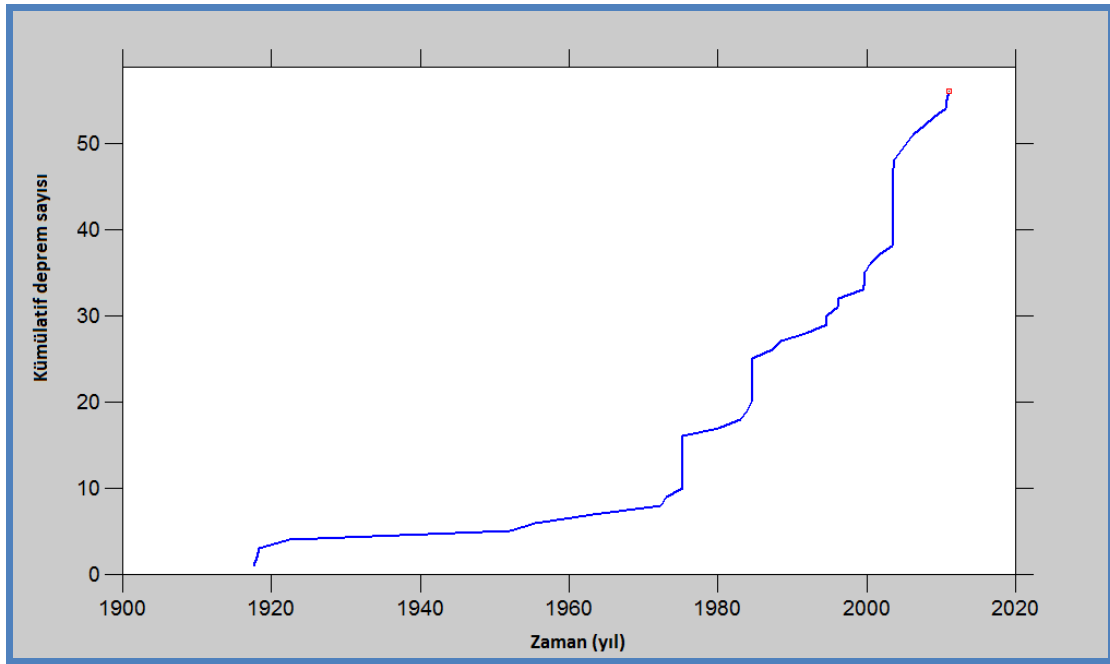
4.1.49. T49-Saros-Limnos deprem kaynak zonu analizleri



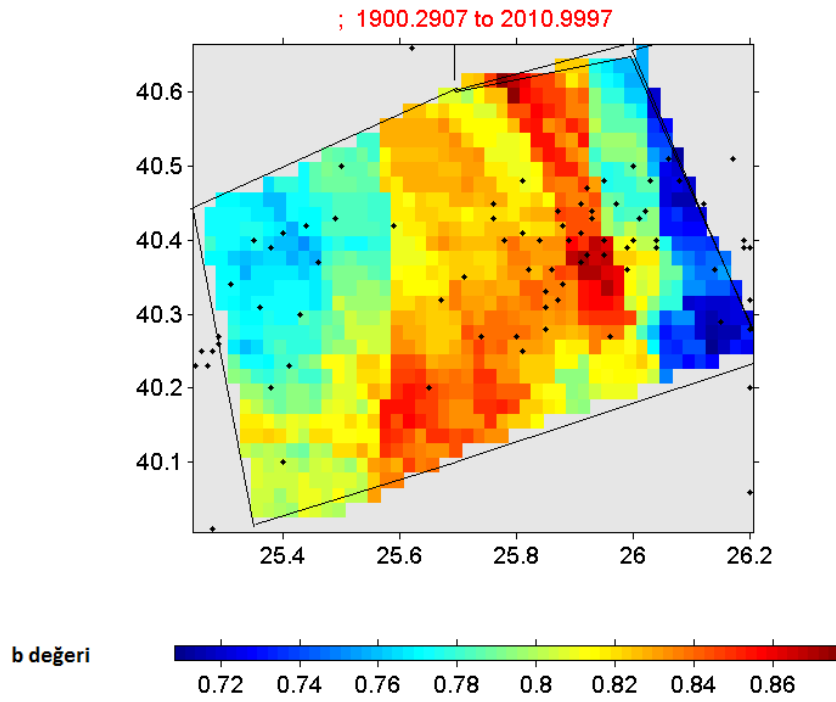
Şekil 4.243. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc)



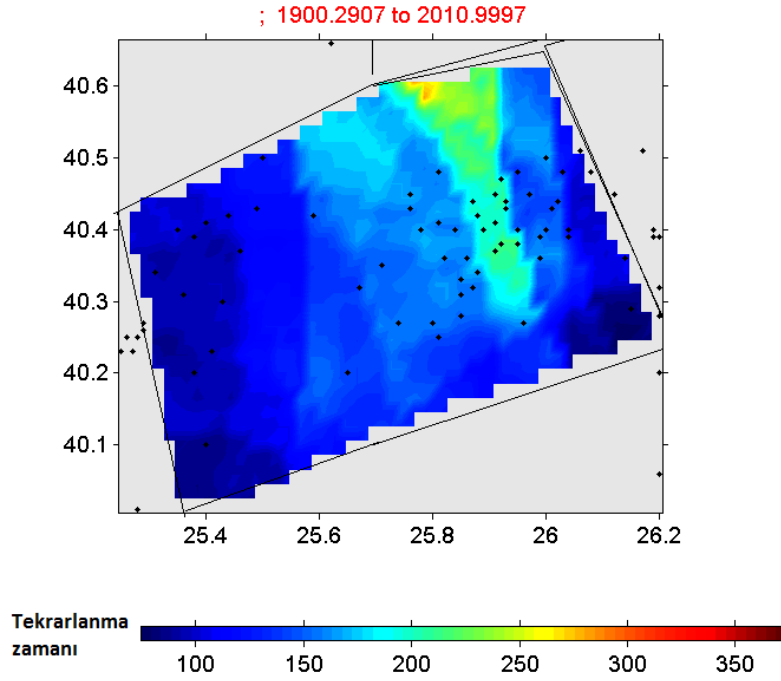
Şekil 4.244. Karelay yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.245. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi

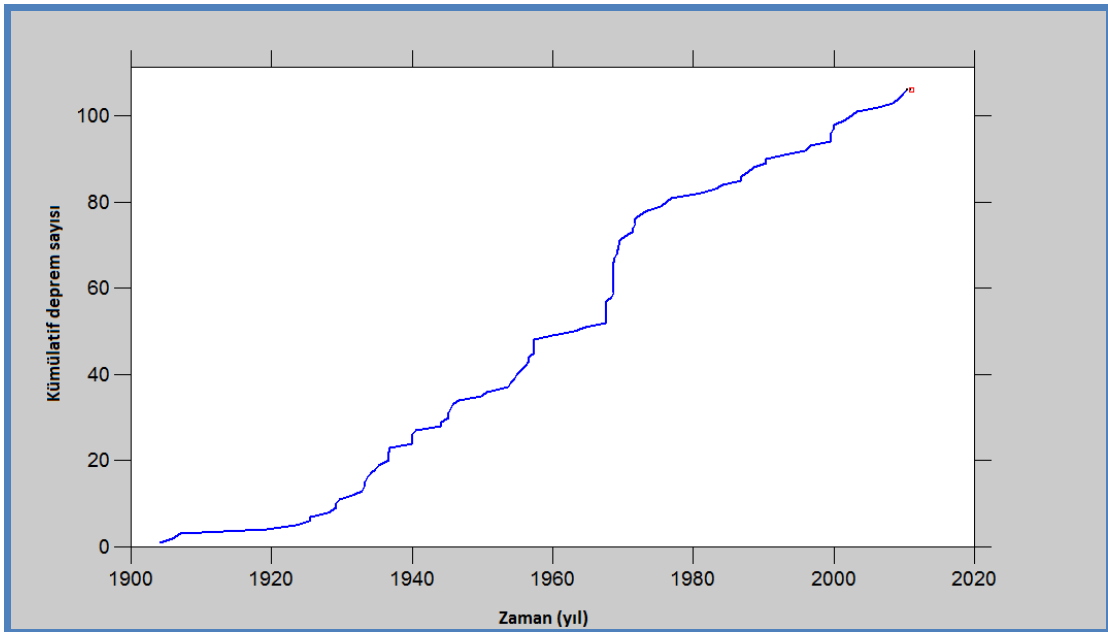


Şekil 4.246. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

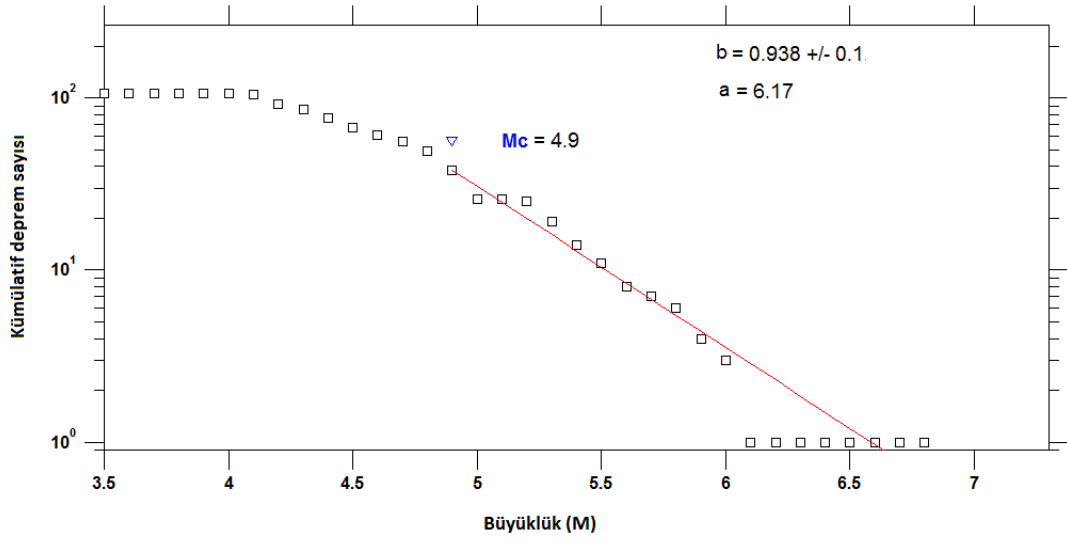


Şekil 4.247. Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

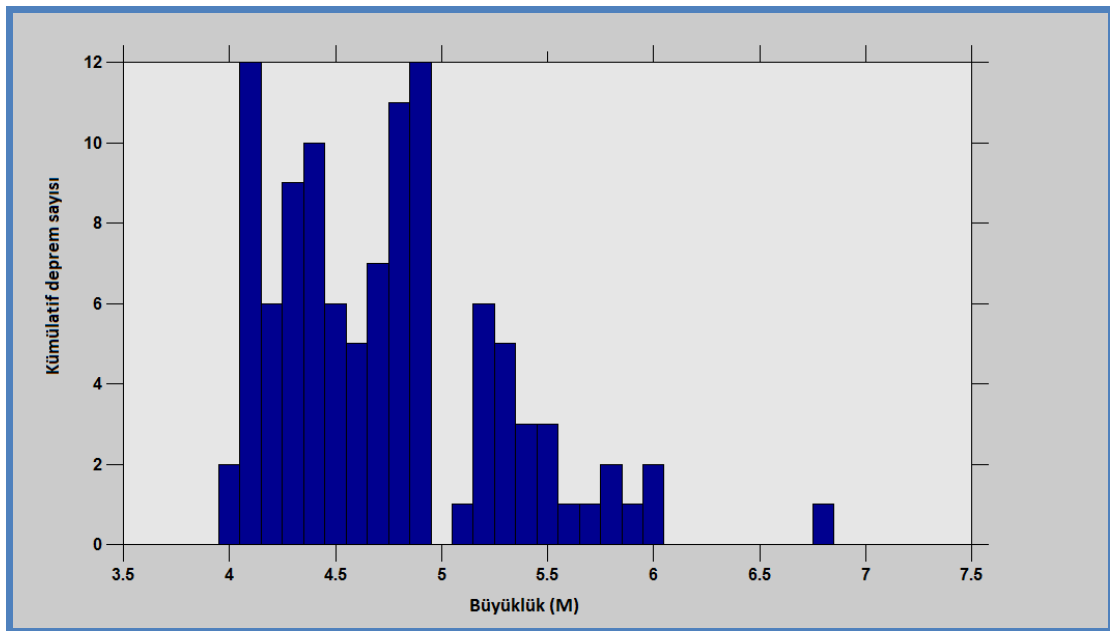
4.1.50. T50-Kelkit-Çoruh deprem kaynak zonu analizleri



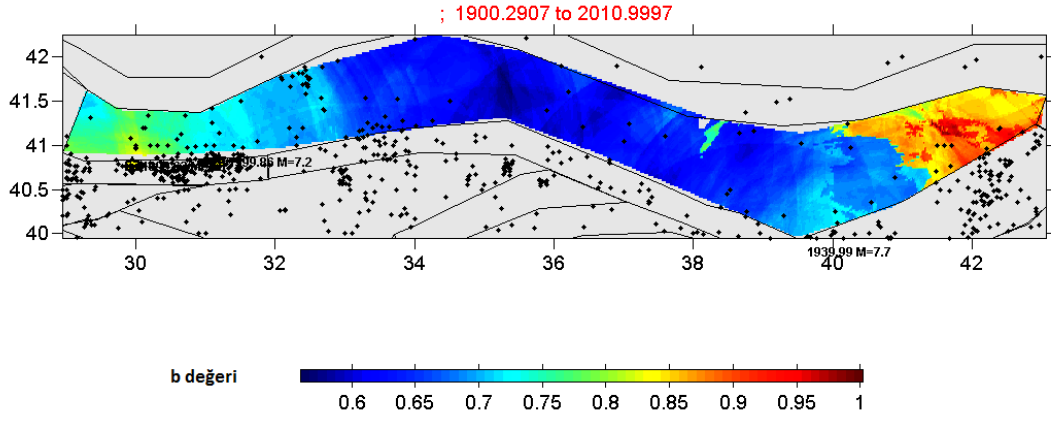
Şekil 4.248. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



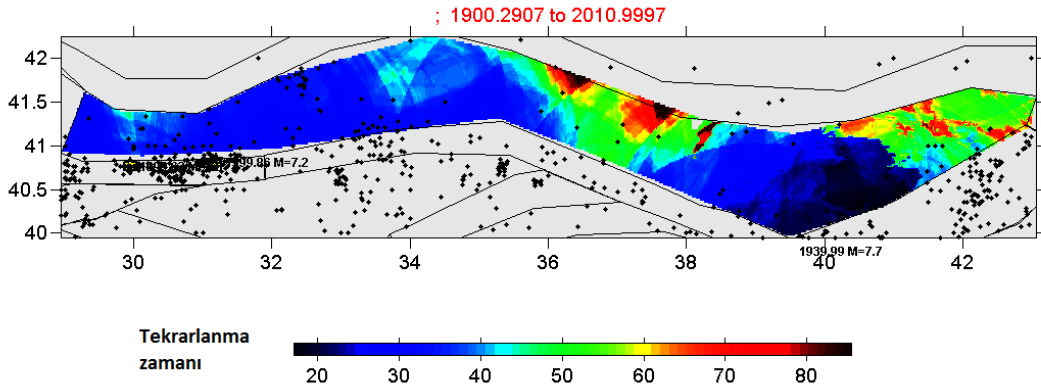
Şekil 4.249. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkidten hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)



Şekil 4.250. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi

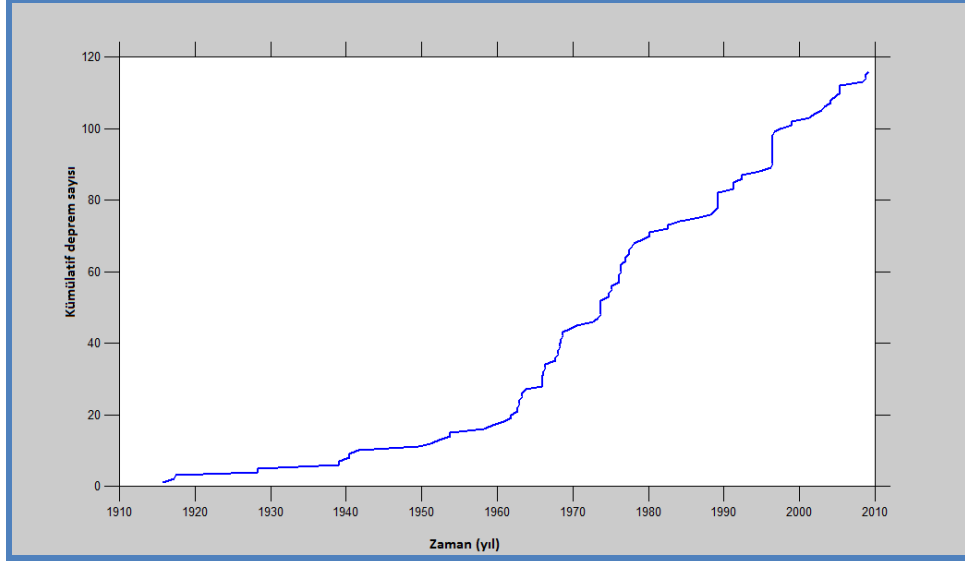


Şekil 4.251. Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

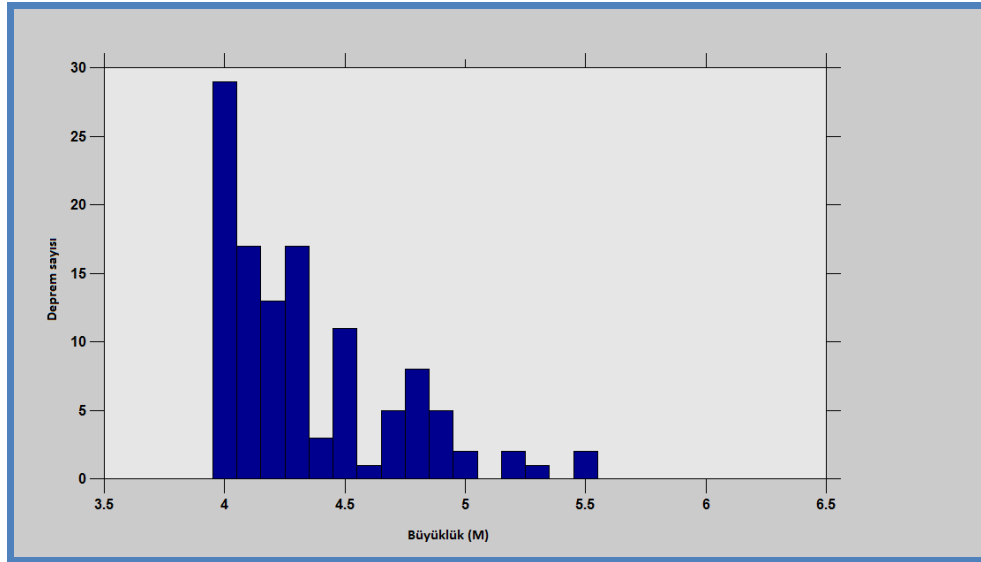


Şekil 4.252. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

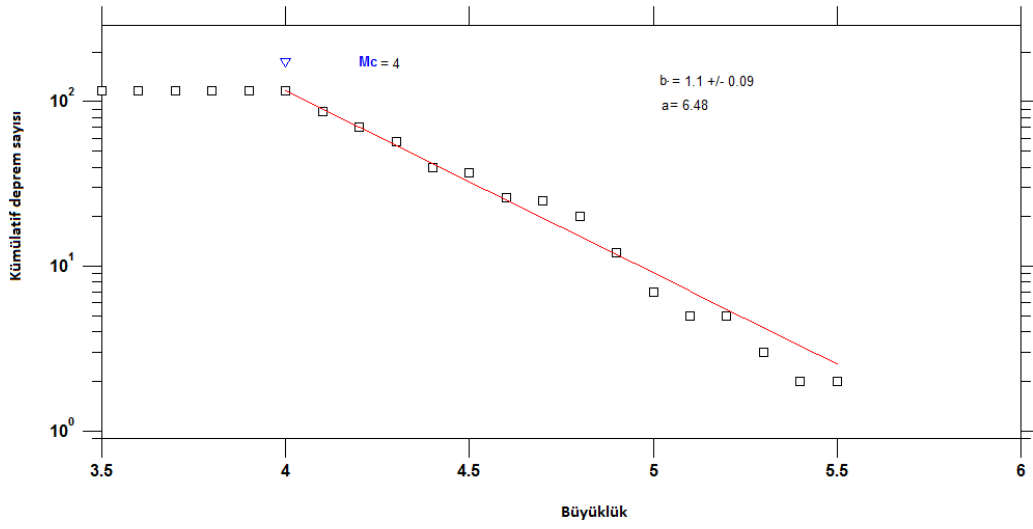
4.1.51. T51-Karadeniz Marjin deprem kaynak zonu analizleri



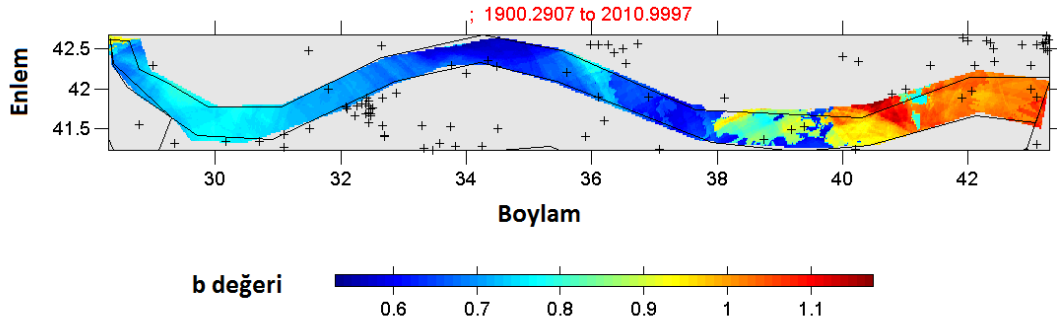
Şekil 4.253. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



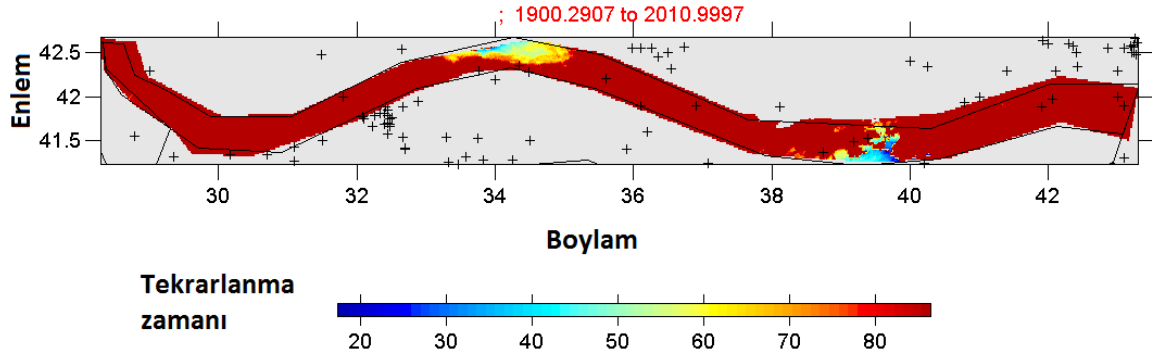
Şekil 4.254. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.255. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

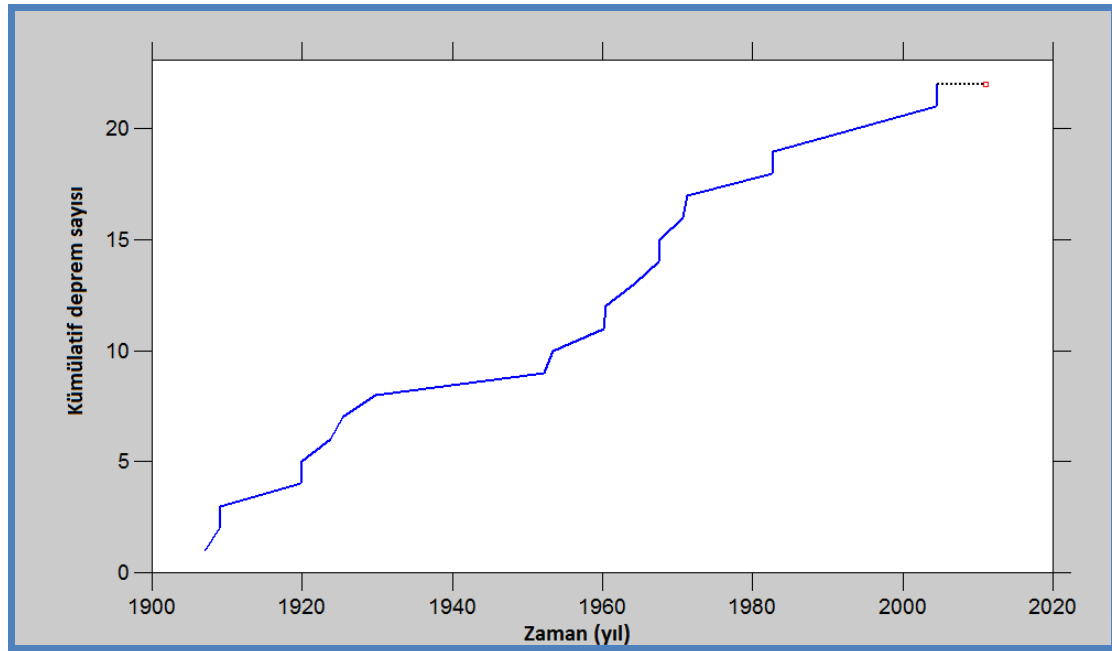


Şekil 4.256. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.

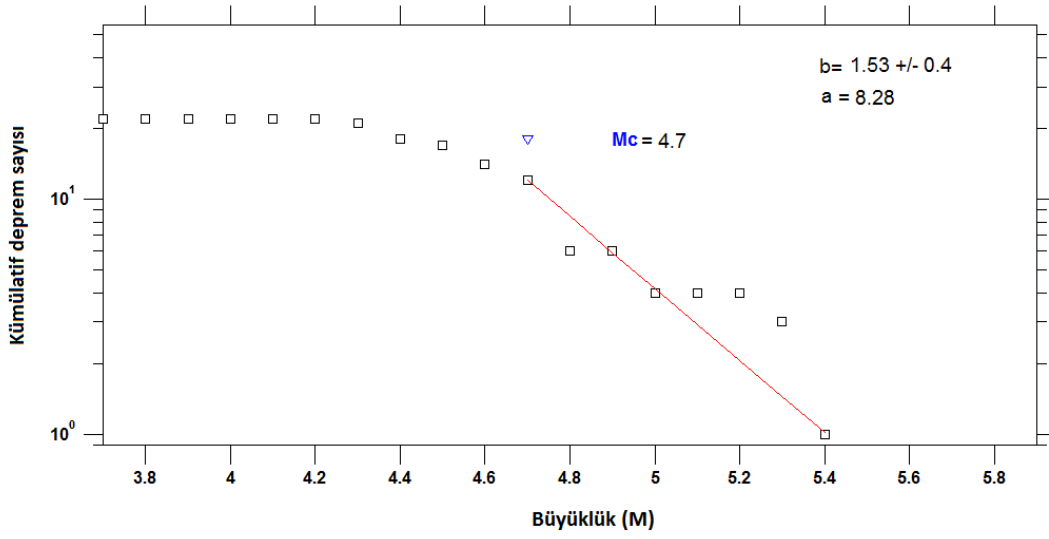


Şekil 4.257. Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

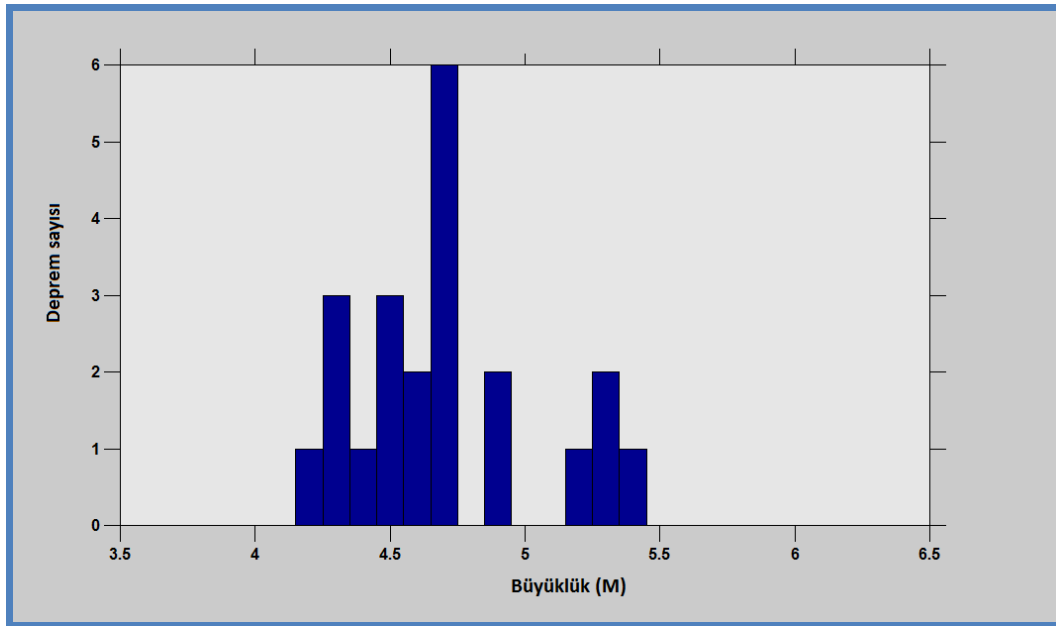
4.1.52. T52-Istranca deprem kaynak zonu analizleri



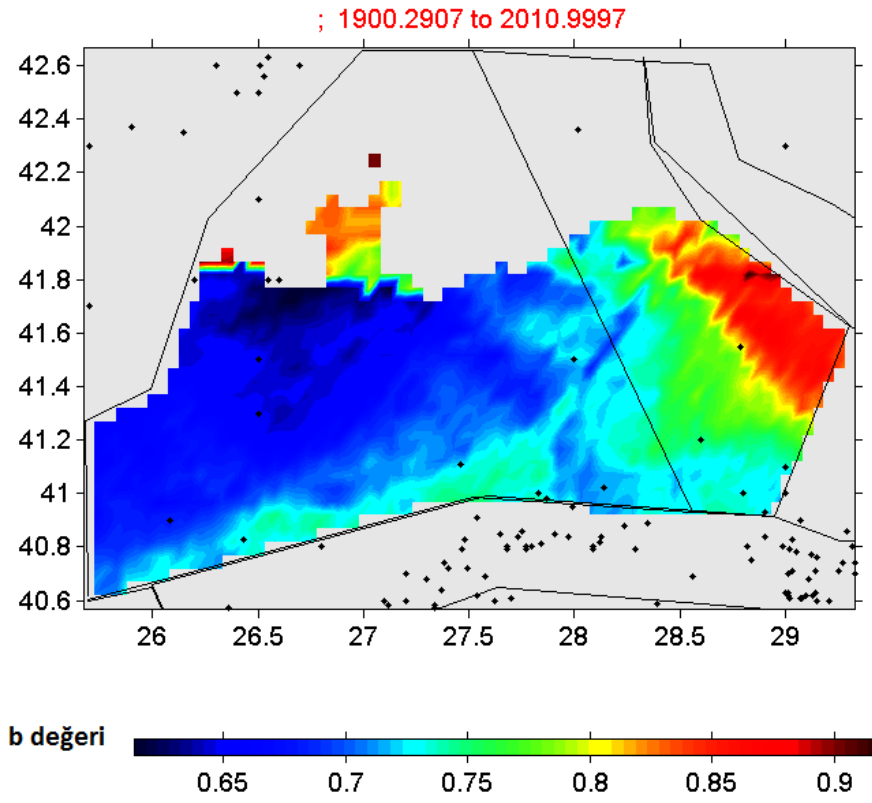
Şekil 4.258. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



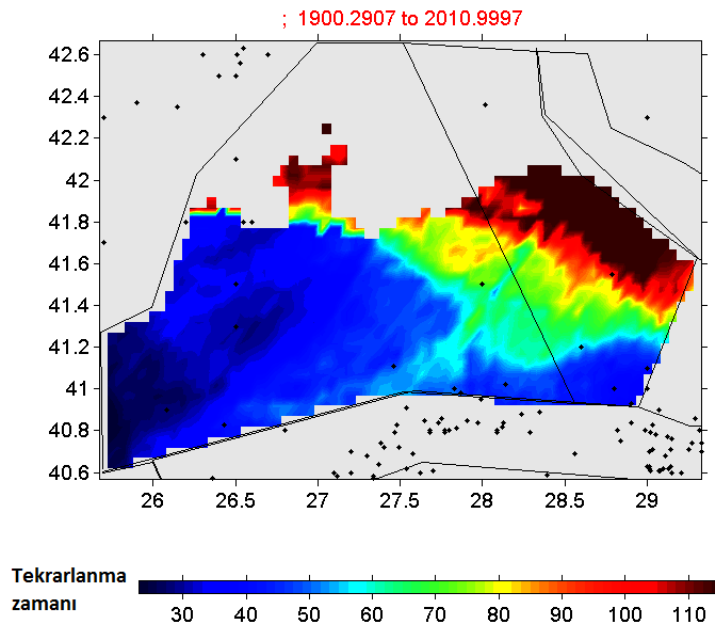
Şekil 4.259. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)



Şekil 4.260. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.261. Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası.

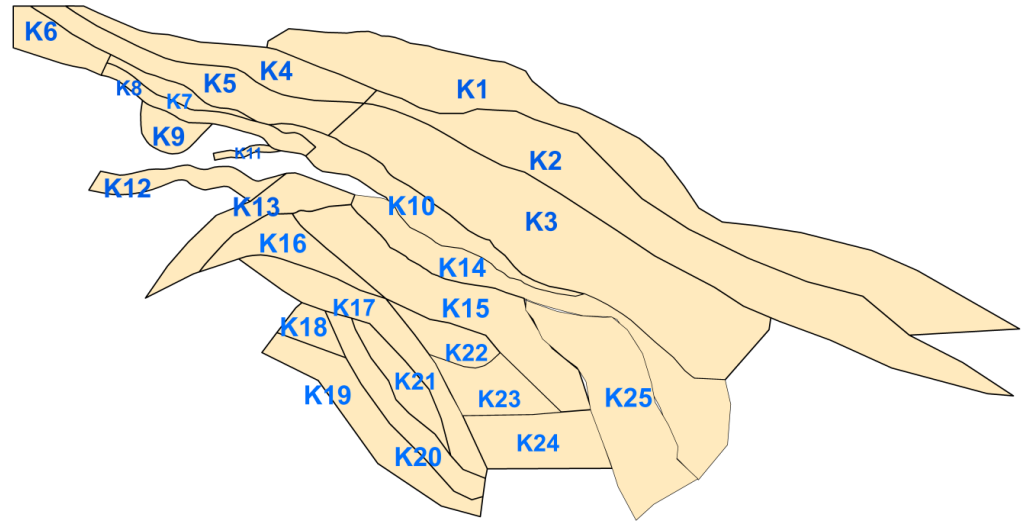


Şekil 4.262. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

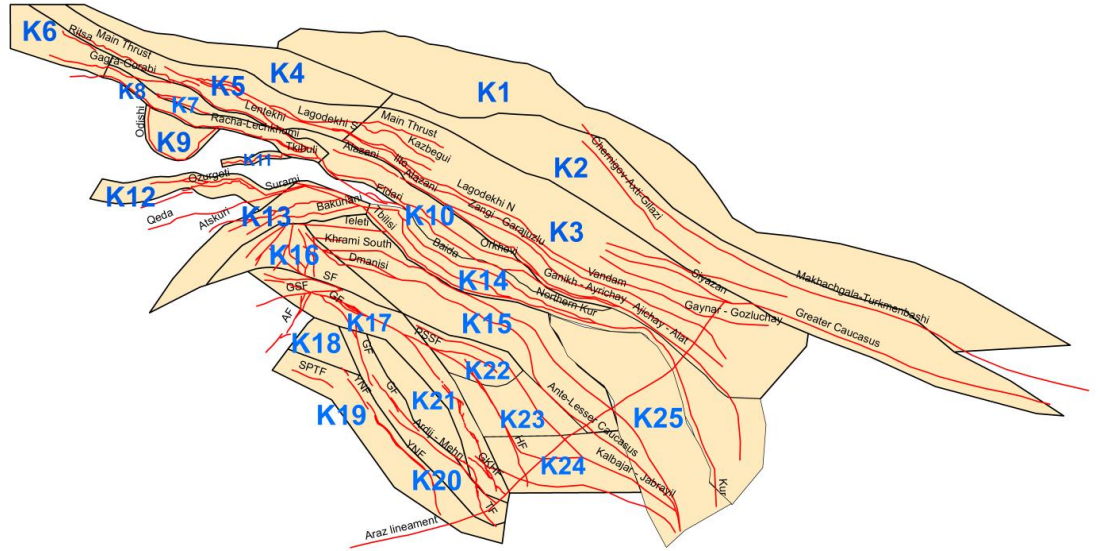
4.2. Kafkaslar İçin Kaynak Zonların Belirlenmesi, a-b Değerlerinin ve Mw=7 Büyüklüğündeki Bir Depremın Tekrarlanma Zamanının Hesaplanması Ve Haritalanması

Kafkaslar için a ve b değerlerinin analizi ve haritalanması yapılırken bölgedeki aktif fay segmentlerinin 15 km çapı kaynak zon olarak varsayılmıştır ve 0.02*0.02 grid alanı oluşturularak bu alanların en fazla olacak şekilde 100 km'lik çevrelerinde en az 50 olay olunca hesaplanacak şekilde depremlerin b değerleri analiz edilmiştir.

Ayrıca sismisite verileri ve fay geometrilerine göre tüm bölge için bütünleştirilmiş bir deprem kaynak zonu modeli oluşturulmuş ve deprem tehlike haritaları yapılmıştır.

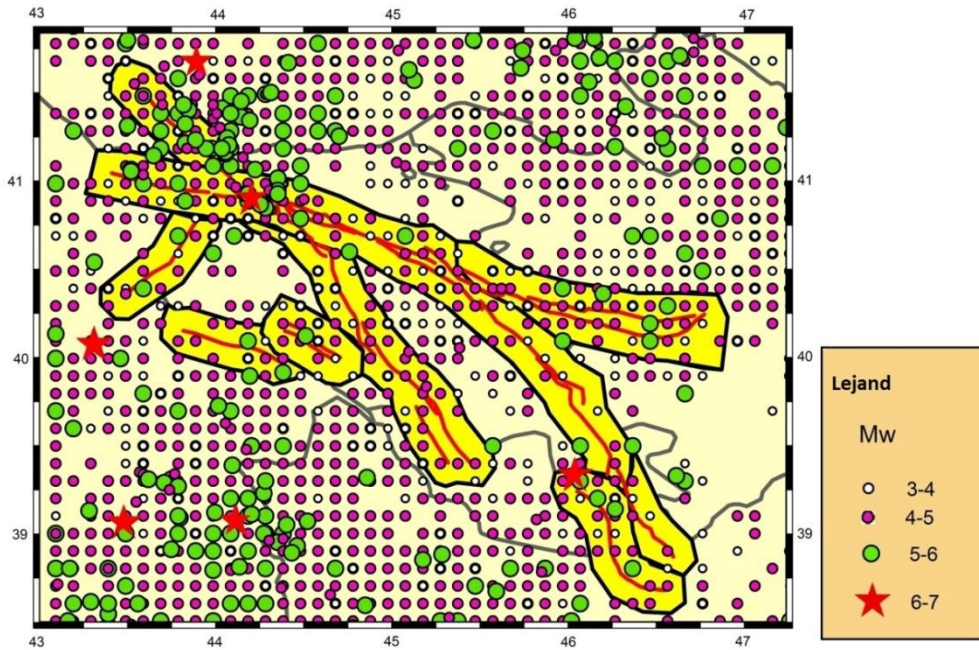


şekil 4.263. Kafkaslar'ın belli başlı birleştirilmiş deprem kaynak zonları modeli

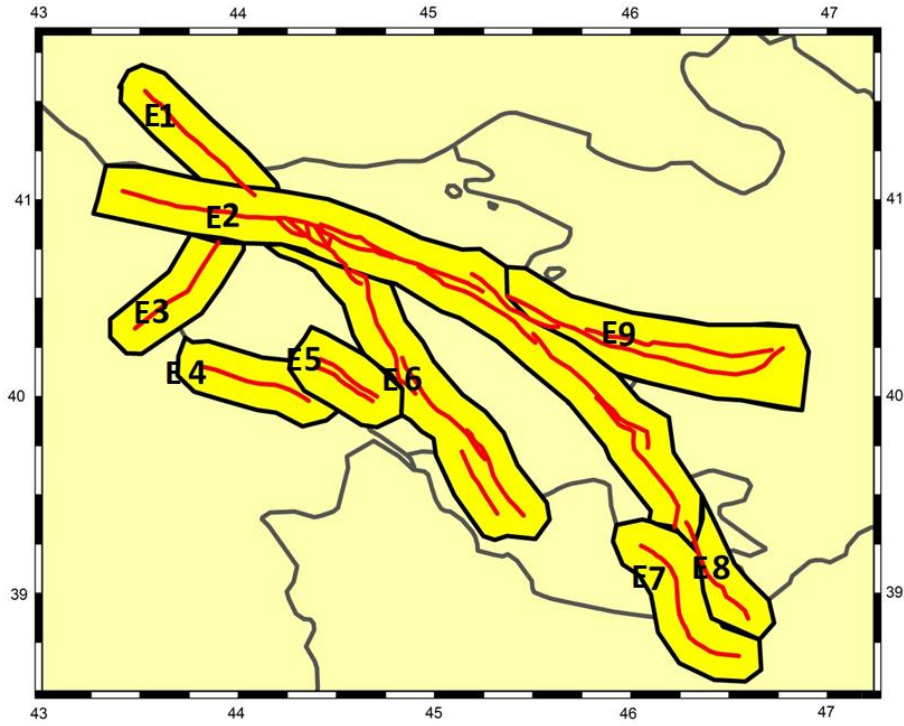


Şekil 4.264. Kafkaslar'ın aktif fayları ve birleştirilmiş deprem kaynak zonlarının numaralandırılması

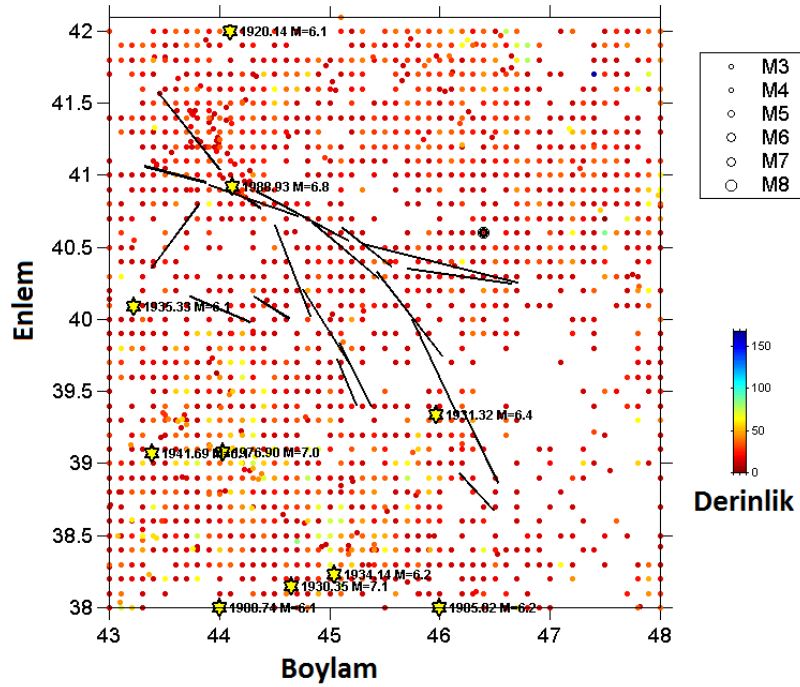
4.2.1. Ermenistan bölgesi için kaynak zonlar, a ve b değerlerinin analizinin yapılması



Şekil 4.265. Ermenistan bölgesi için 1900-2010 yılları arasındaki deprem dağılımları ve kaynak zonlara bölünmesi

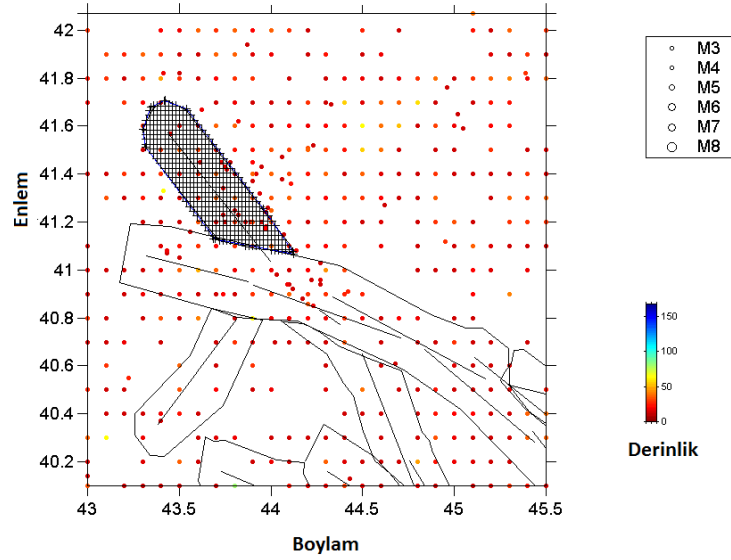


Şekil 4.266. Ermenistan bölgesindeki kaynak zonların numaralandırılması

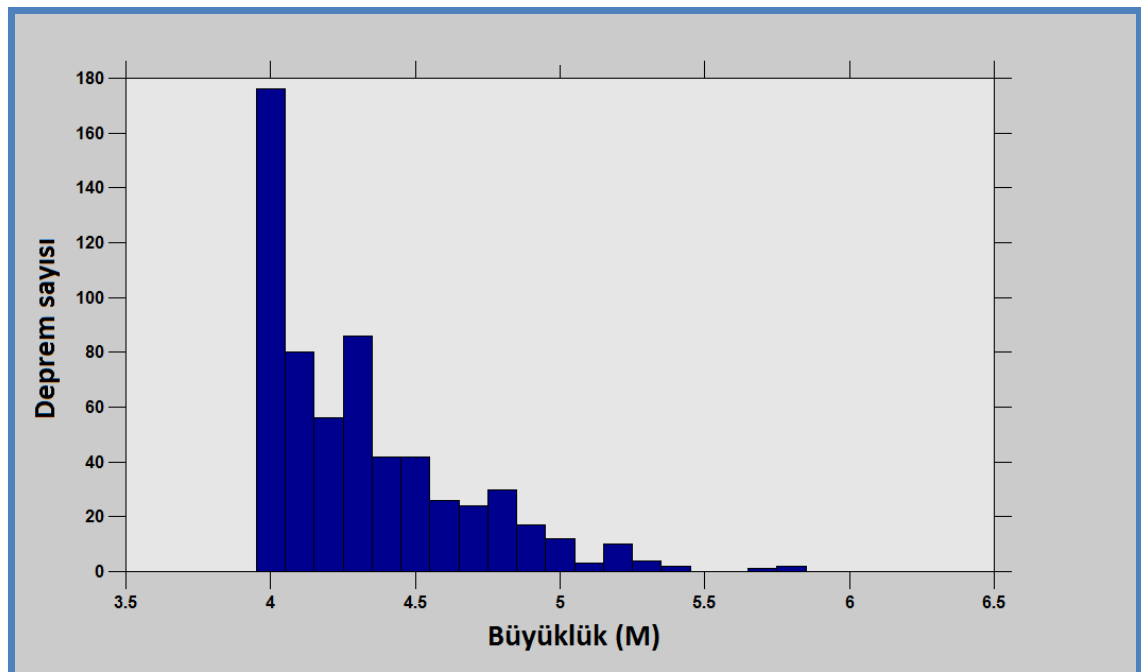


Şekil 4.267. Ermenistan Bölgesi için derinlik ve büyüklüklerine göre depremlerin dağılımları ve aktif fayların Zmap ortamında gösterilmesi (Yıldızlar MW= 6 ve 6'dan büyük depremleri göstermektedir)

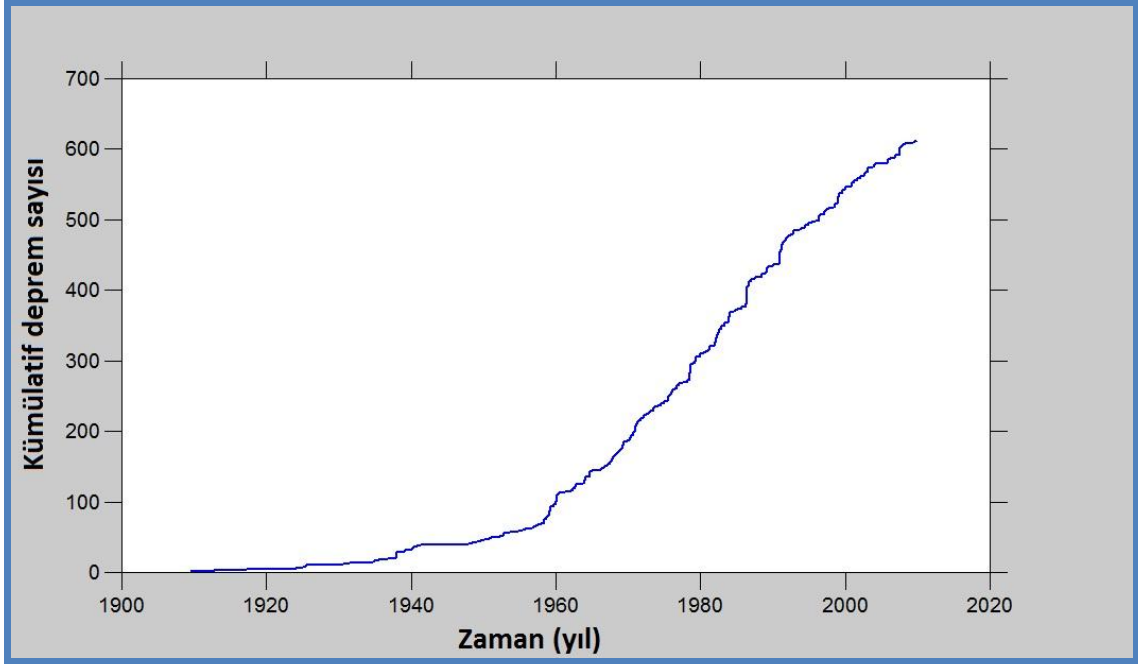
4.2.2. E1-Javakhq deprem kaynak zonu analizleri



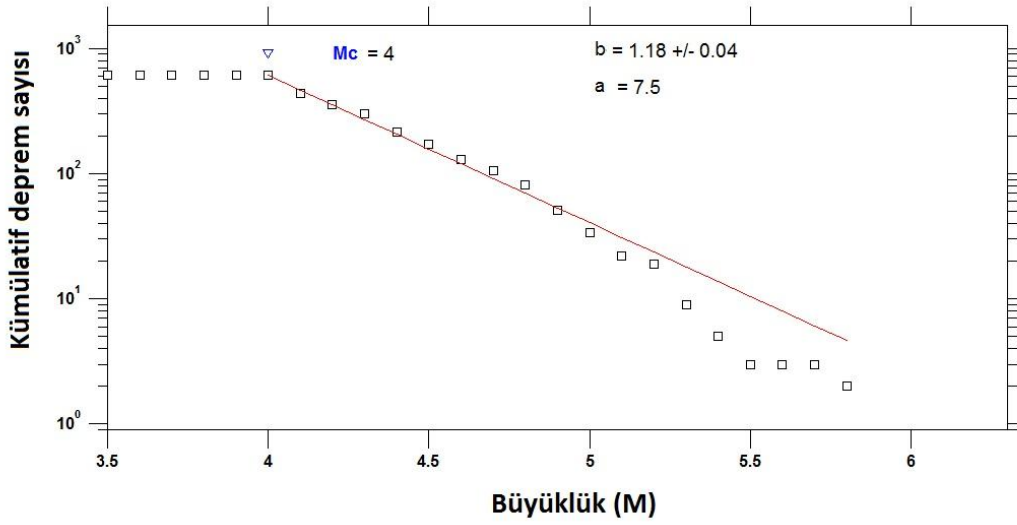
Şekil 4.268. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelej ağı



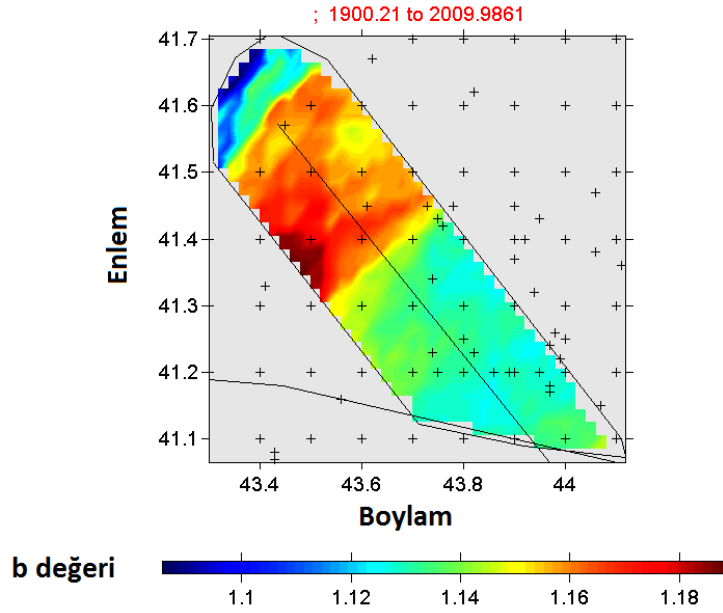
Şekil 4.269. Karelej yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



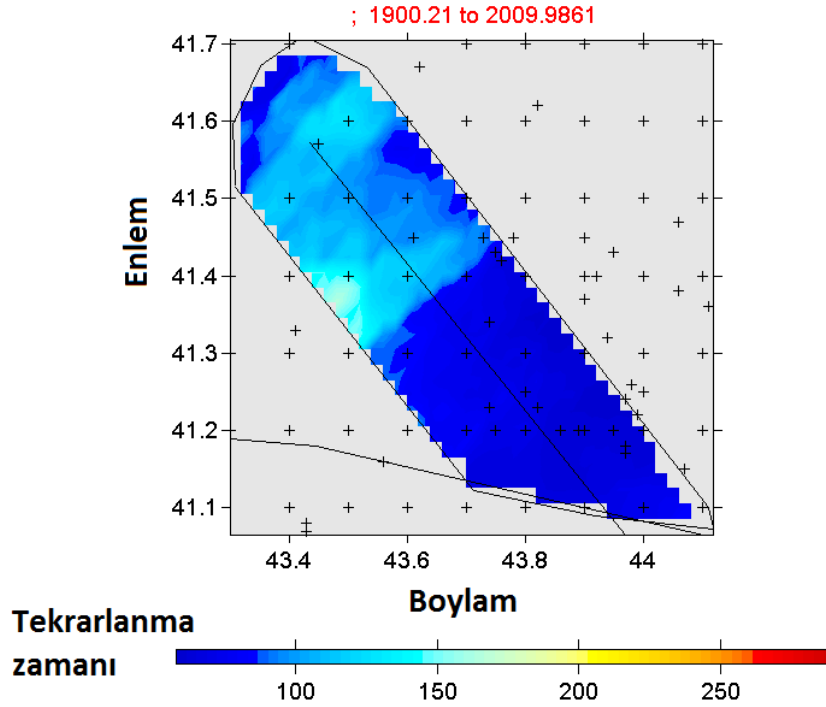
Şekil 4.270. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



Şekil 4.271. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc)

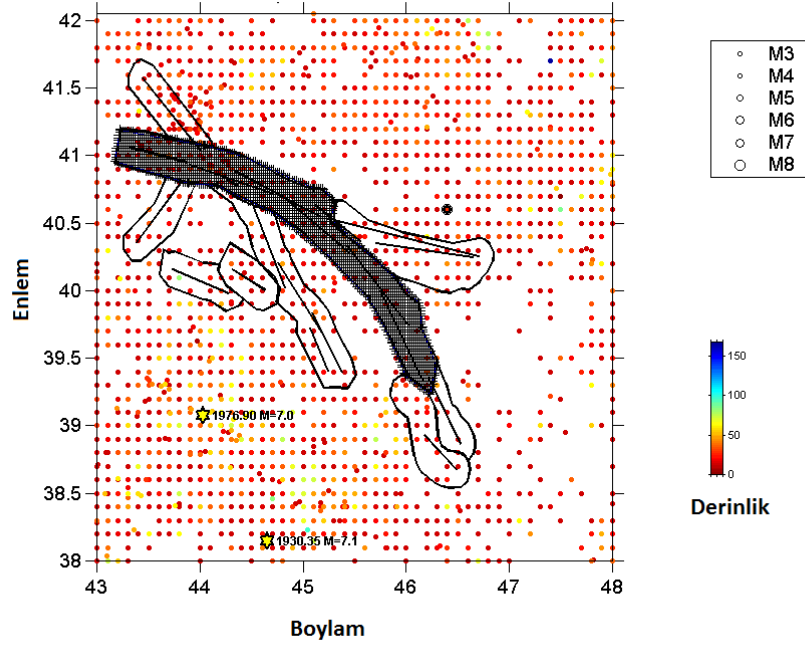


Şekil 4.272. Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

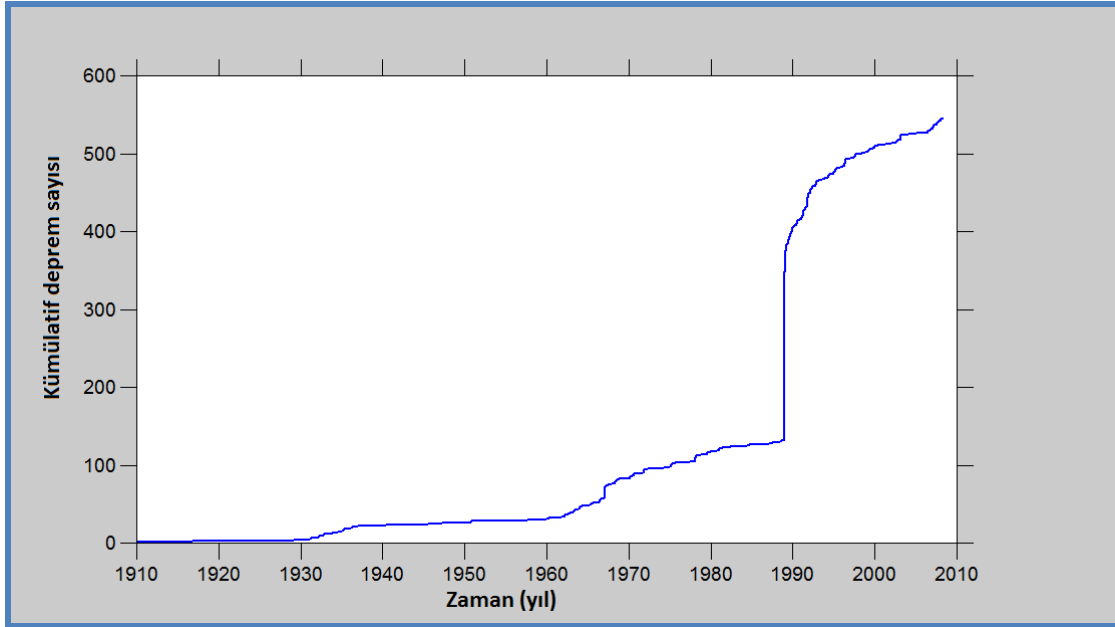


Şekil 4.273. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

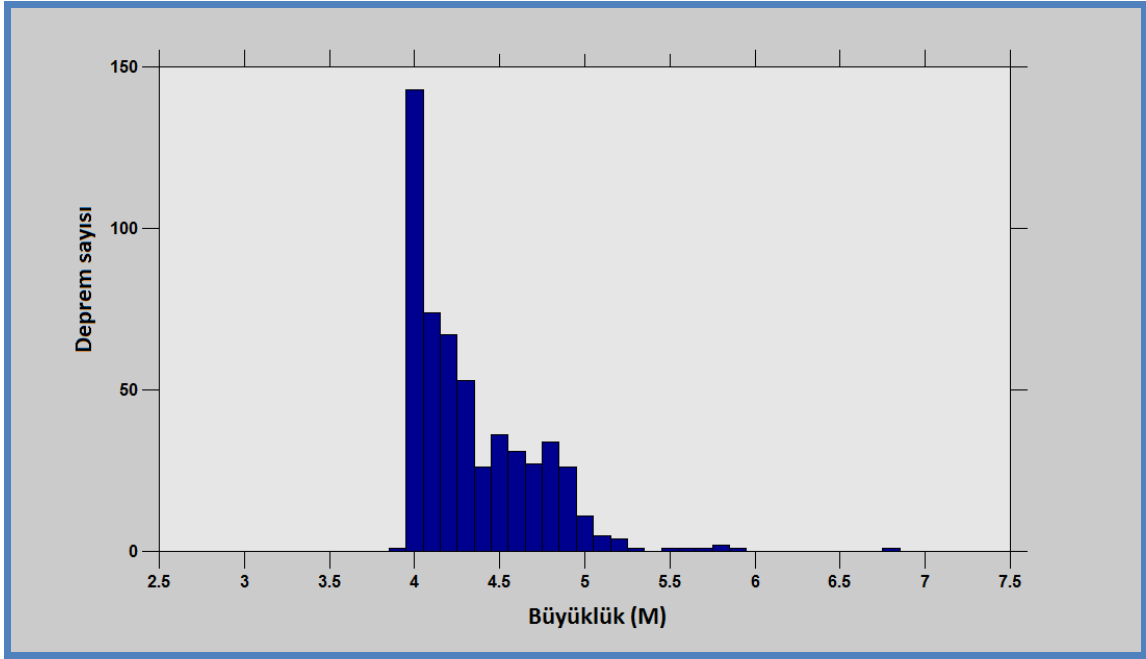
4.2.3. E2-Pambak Sevan Sunik Fayı deprem zonu analizleri



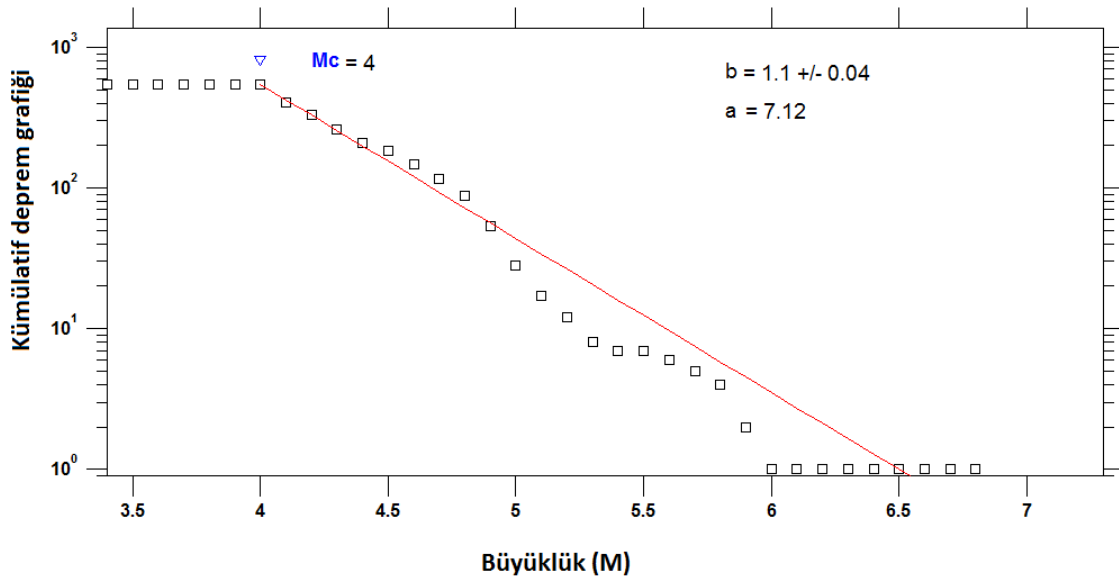
Şekil 4.274. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelej ağı



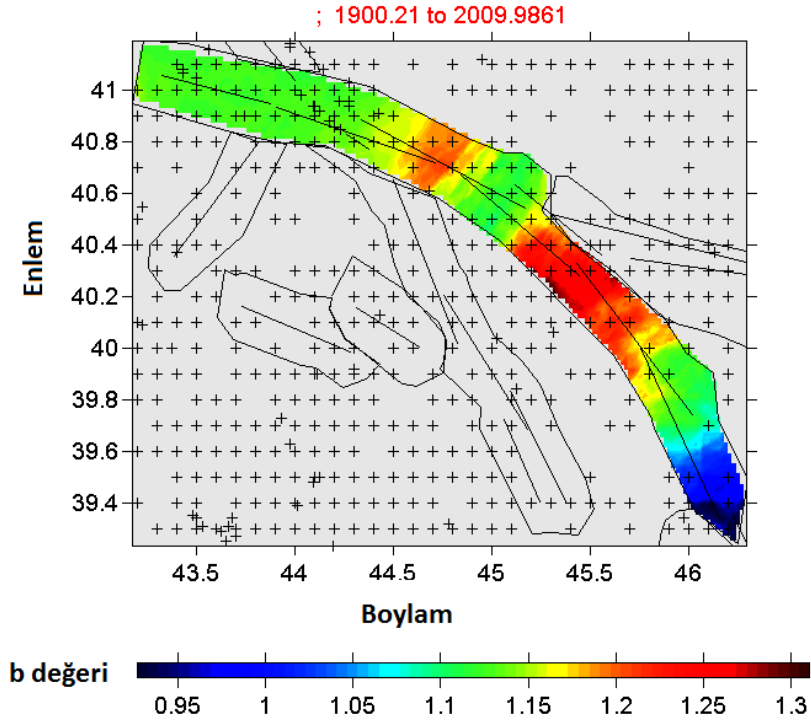
Şekil 4.275. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



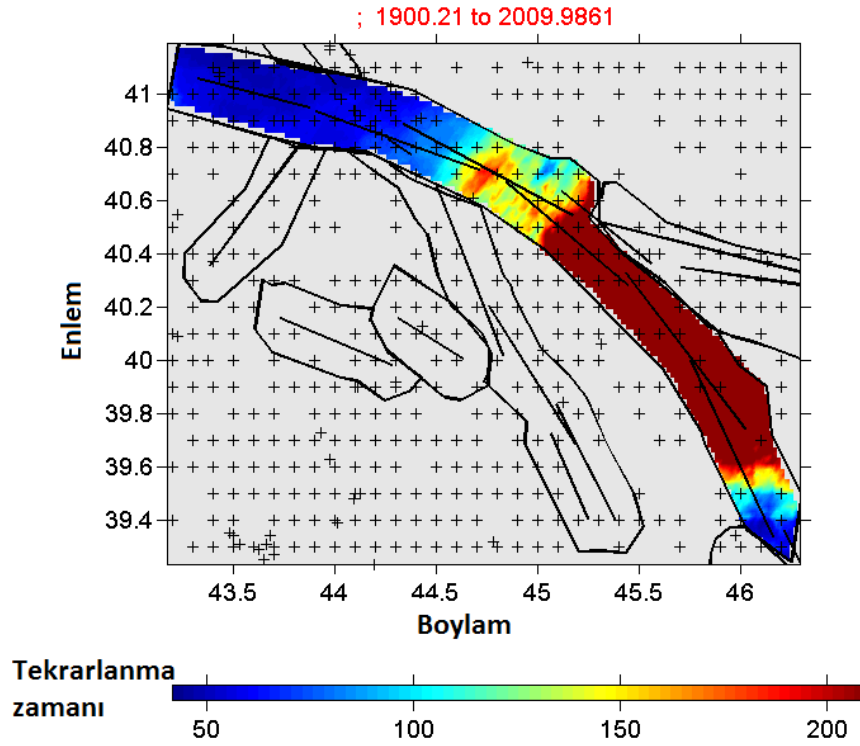
Şekil 4.276. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.277. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

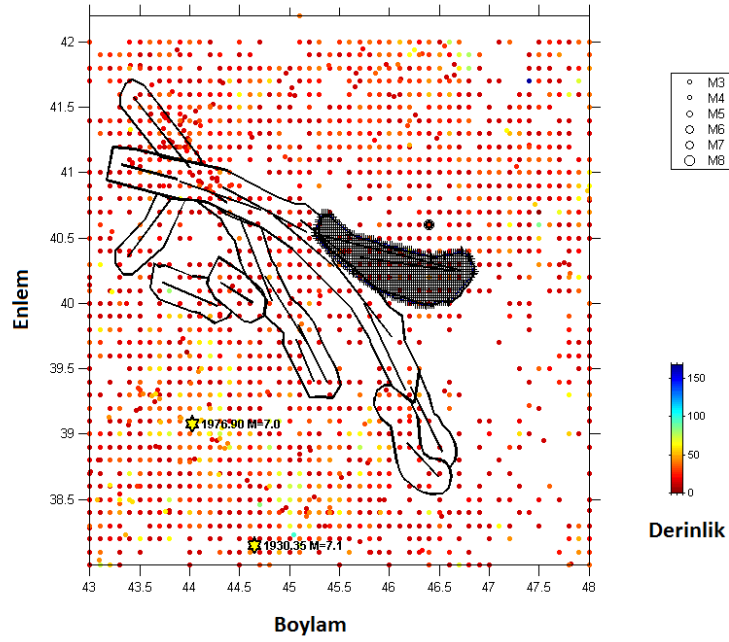


Şekil 4.278. Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

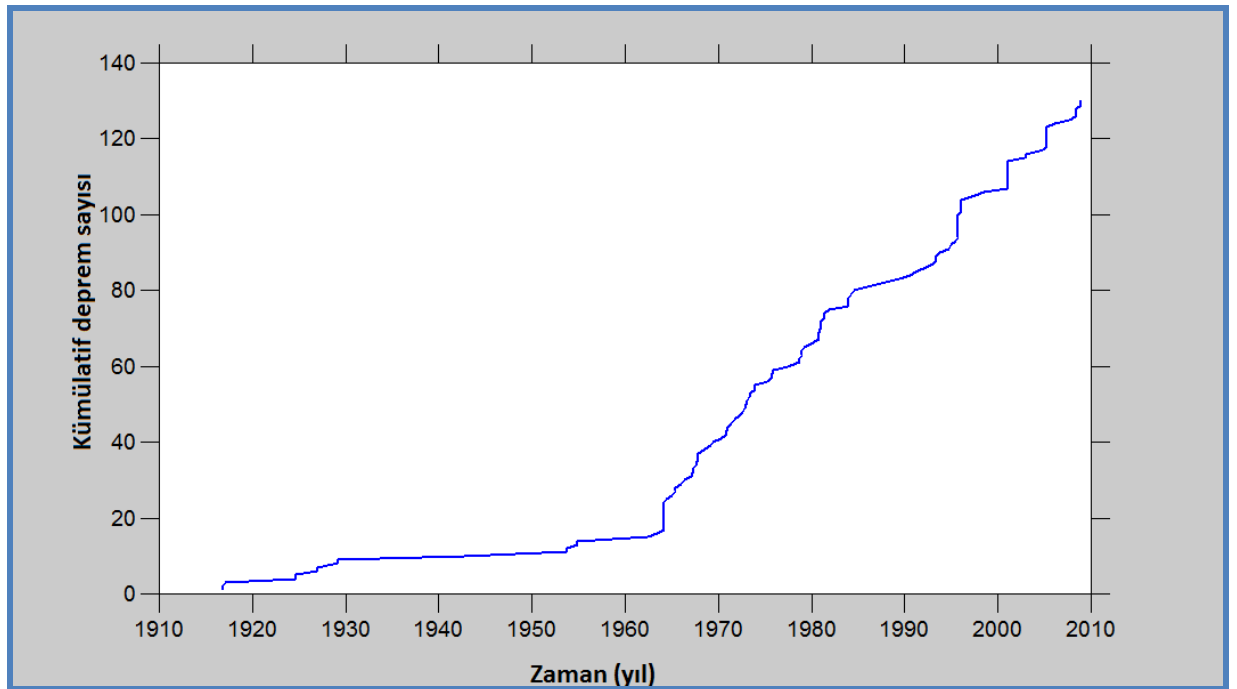


Şekil 4.279. Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

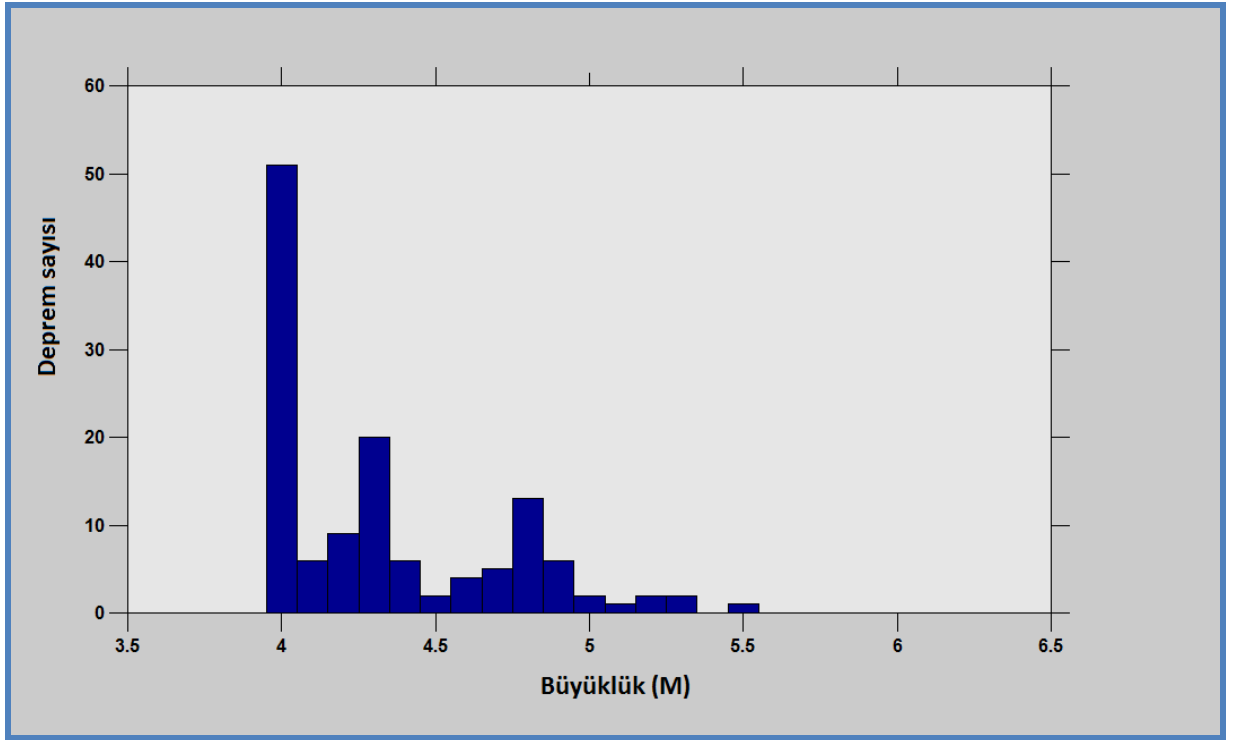
4.2.4. E3-Mravv deprem kaynak zonu analizleri



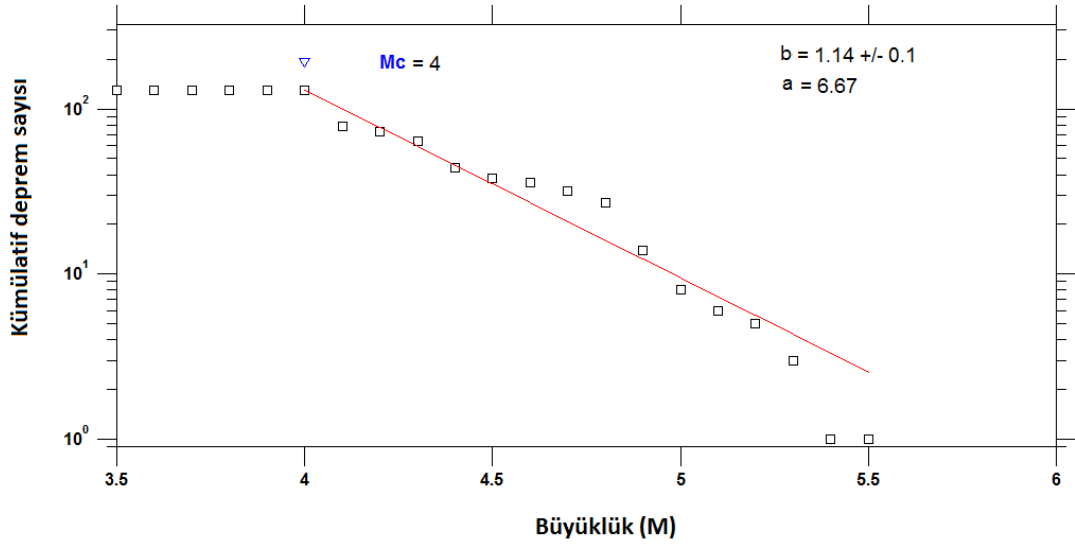
Şekil 4.280. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelej ağı



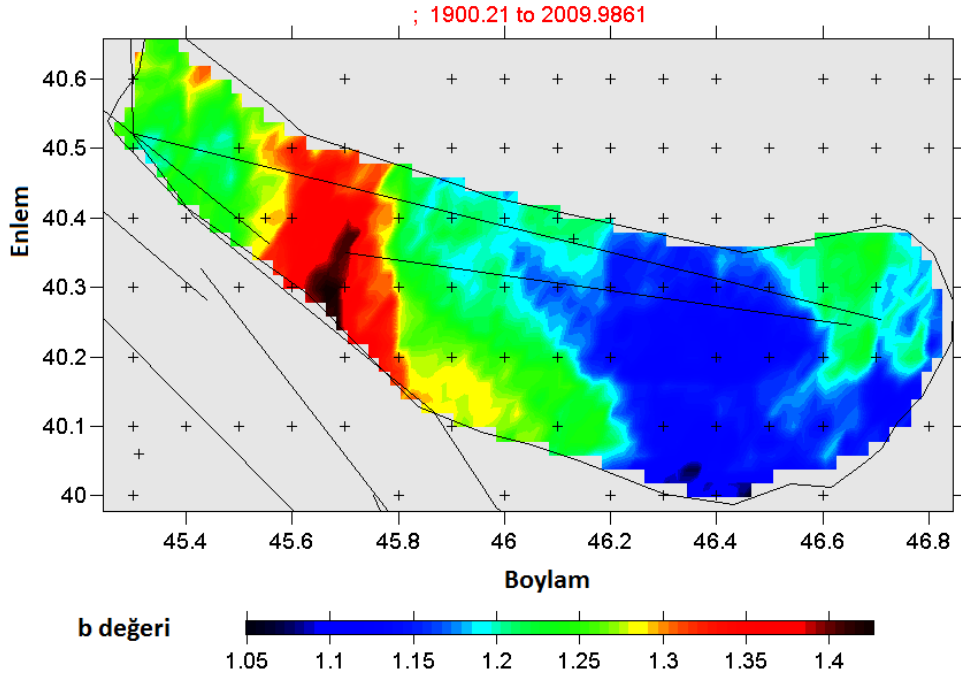
Şekil 4.281. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



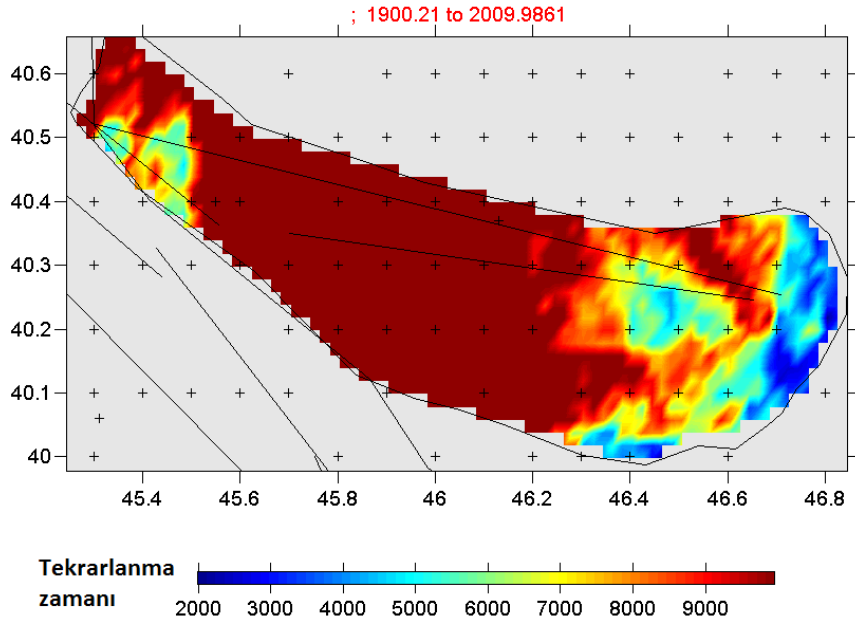
Şekil 4.282. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.283. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkidenden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

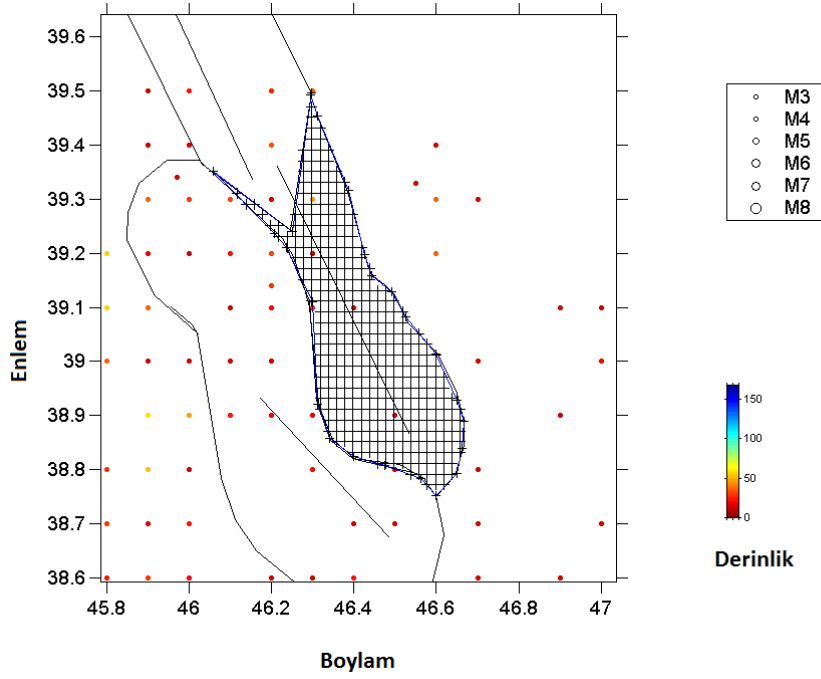


Şekil 4.284. Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

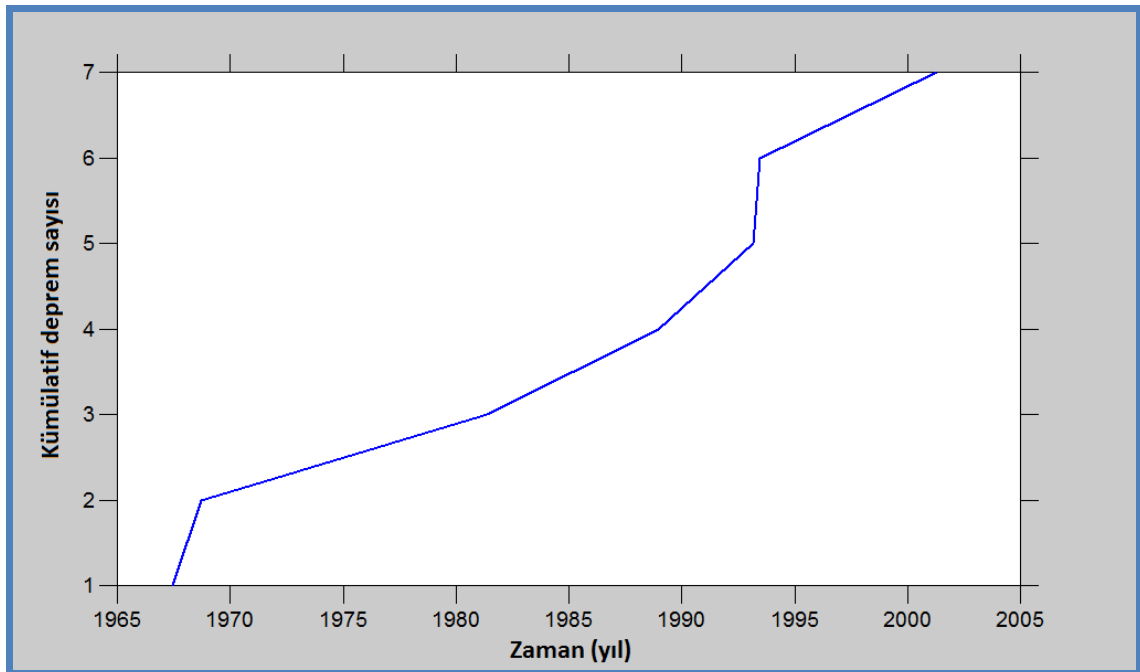


Şekil 4.285. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

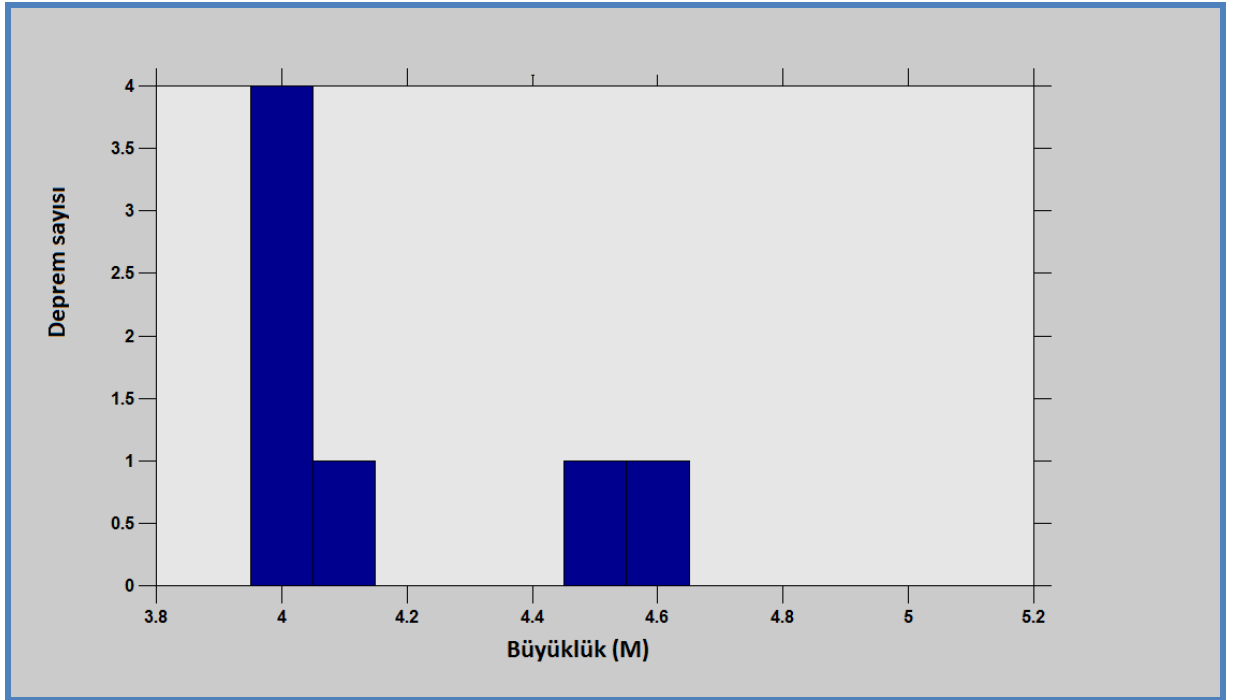
4.2.5. E4-Gıratagh Fayı deprem kaynak zonu analizleri



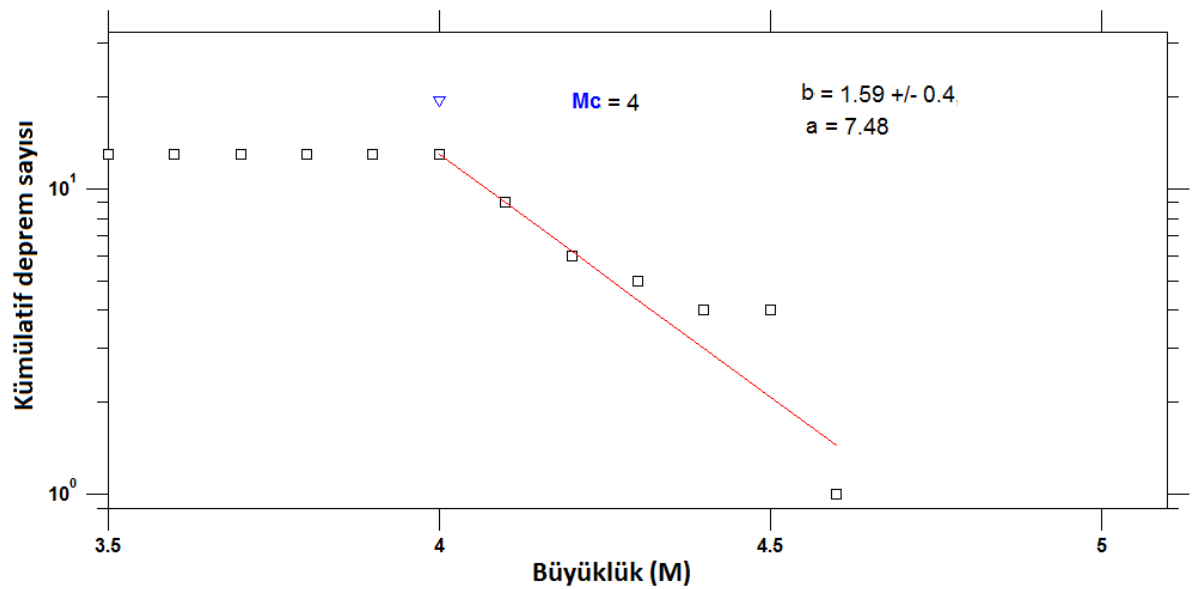
Şekil 4.286. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelej ağı



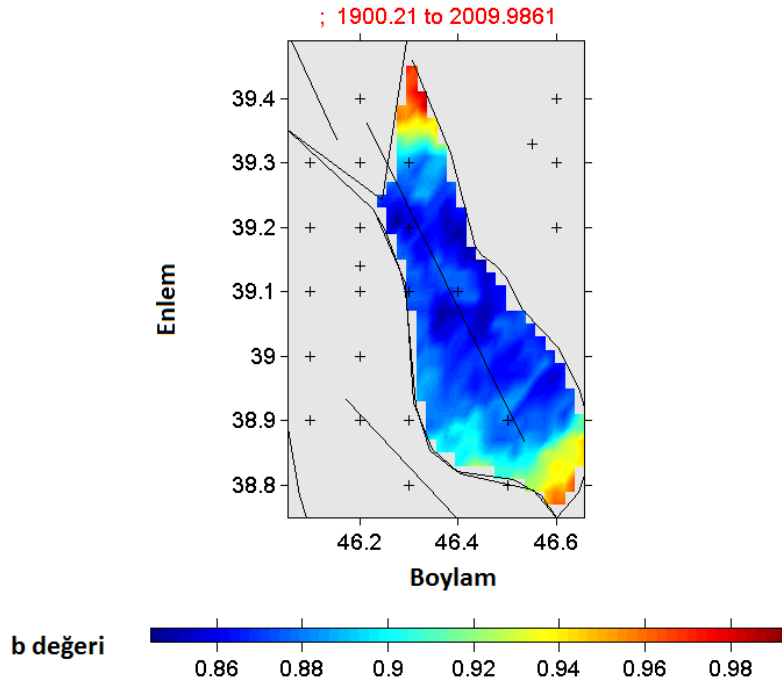
Şekil 4.289. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



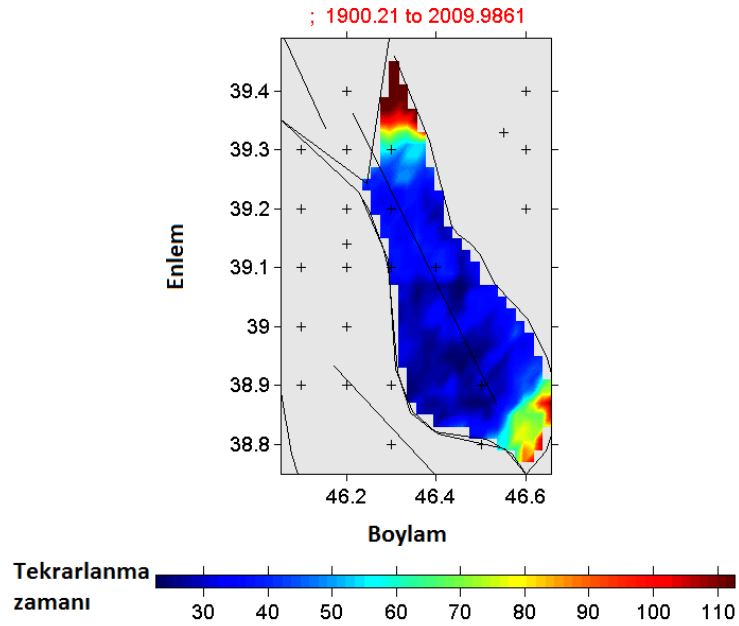
Şekil 4.290. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.291. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

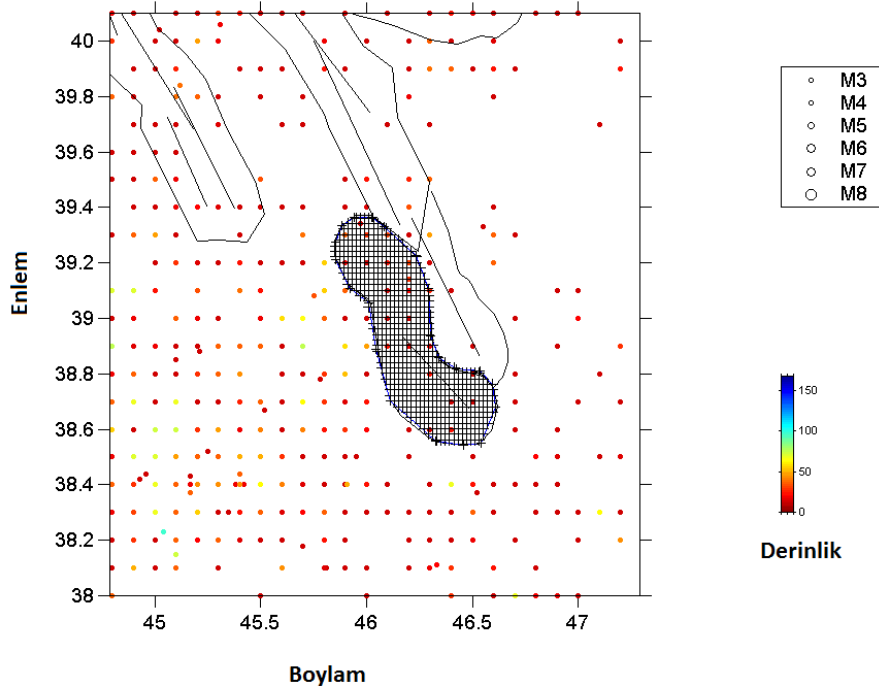


Şekil 4.287. Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

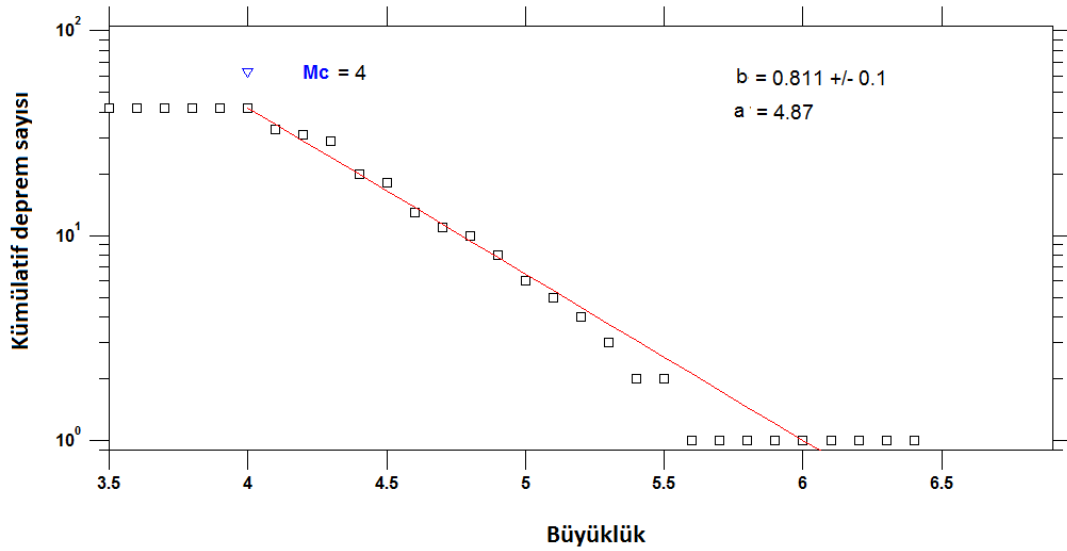


Şekil 4.288. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

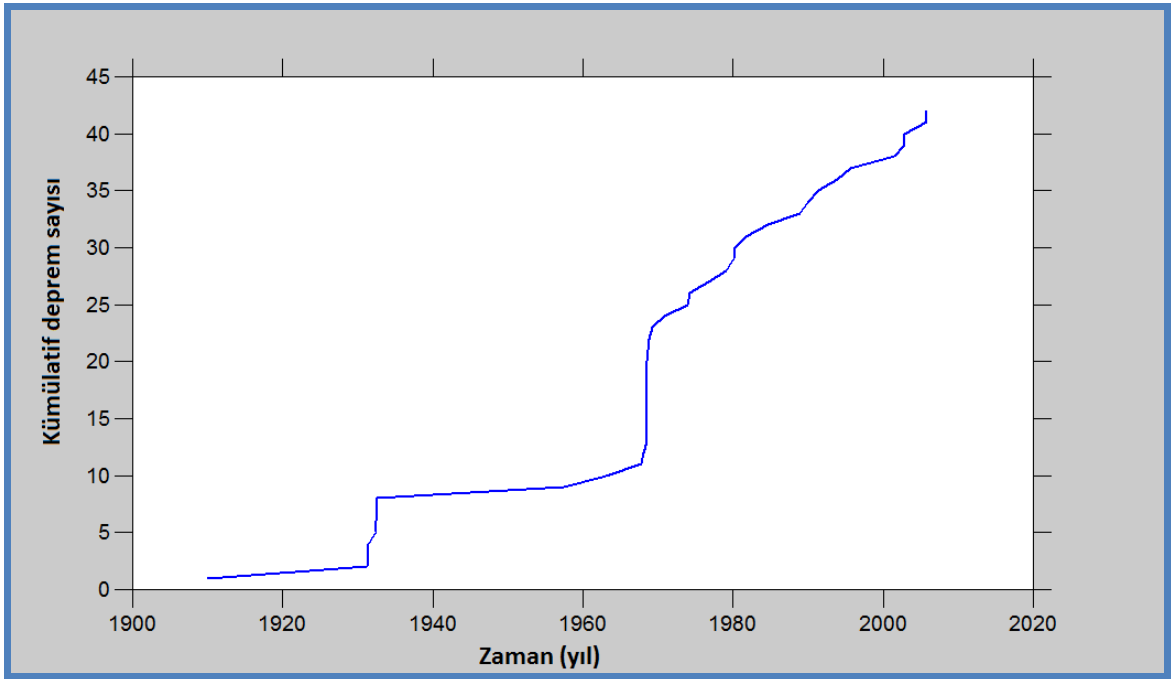
4.2.6. E5- Tashtun Fayı deprem kaynak zonu analizleri



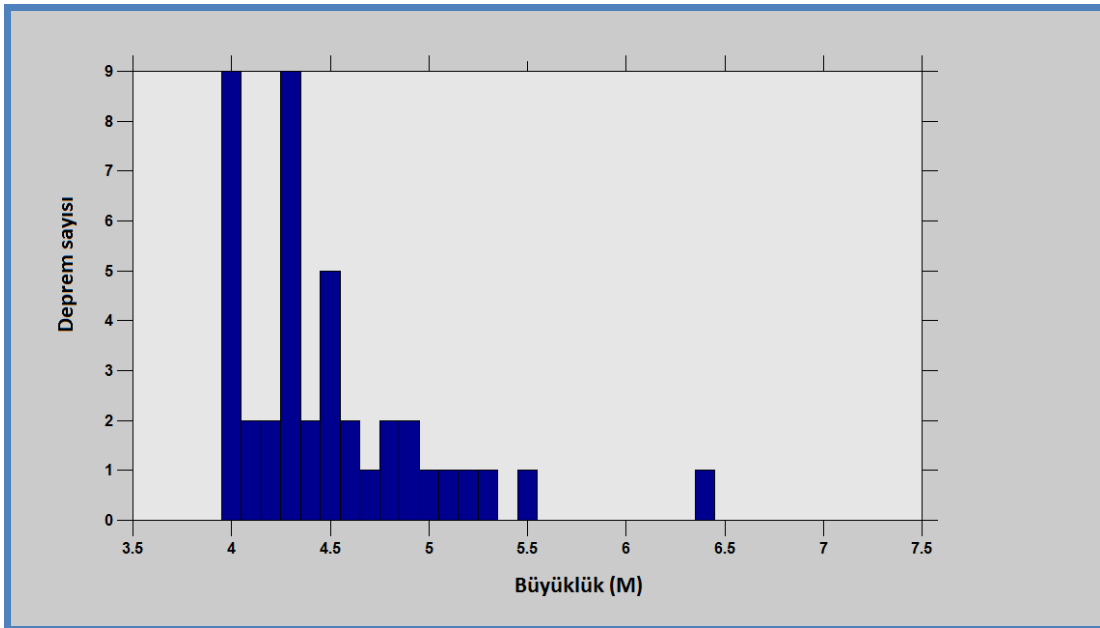
Şekil 4.292. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02°aralıklarla yapılan karelej ağı



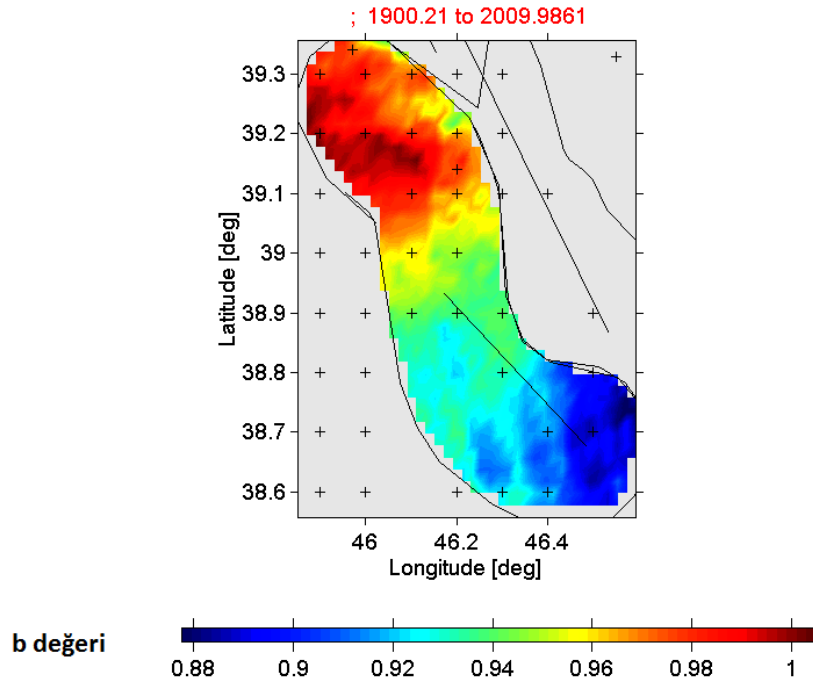
Şekil 4.295. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)



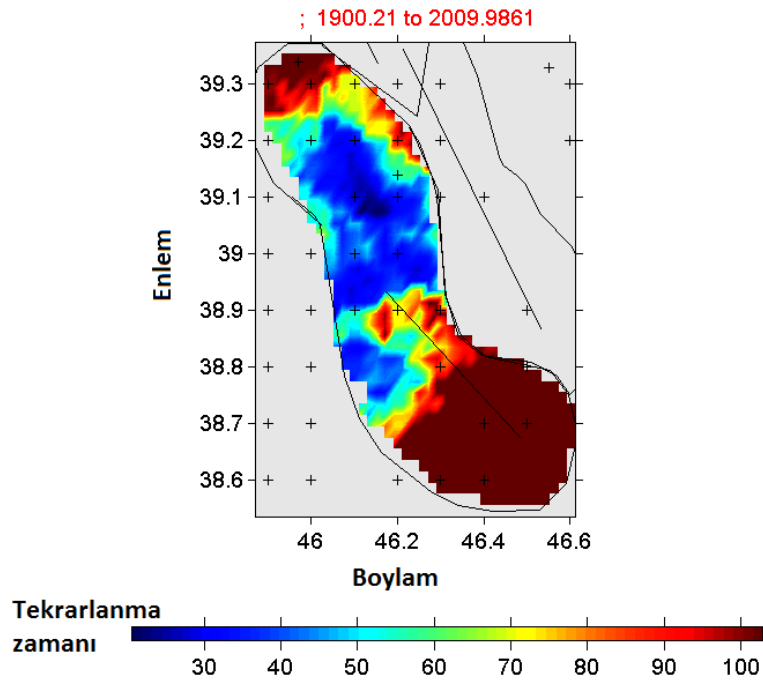
Şekil 4.296. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



Şekil 4.297. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi

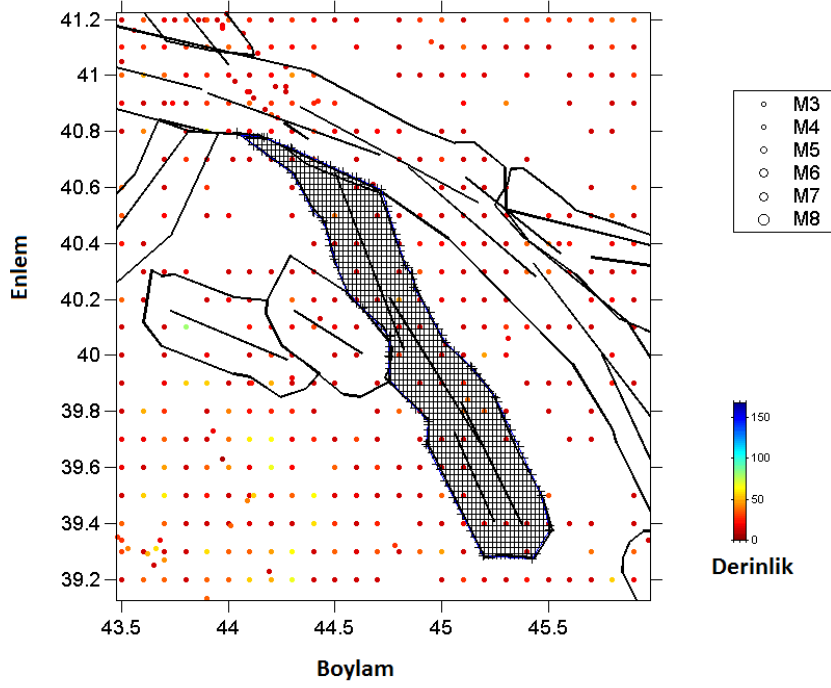


Şekil 4.293. Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

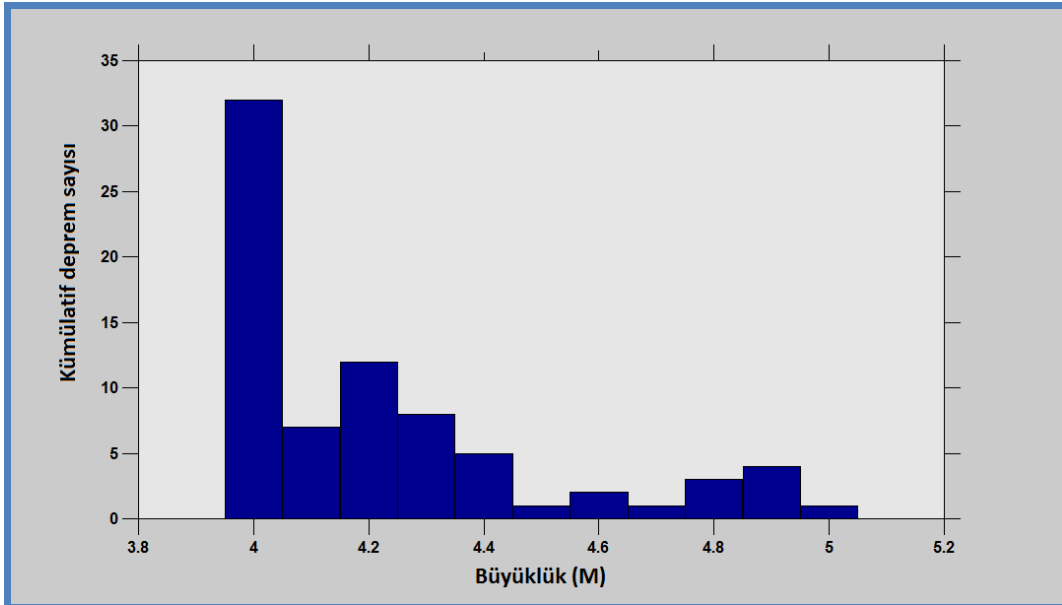


Şekil 4.294. Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

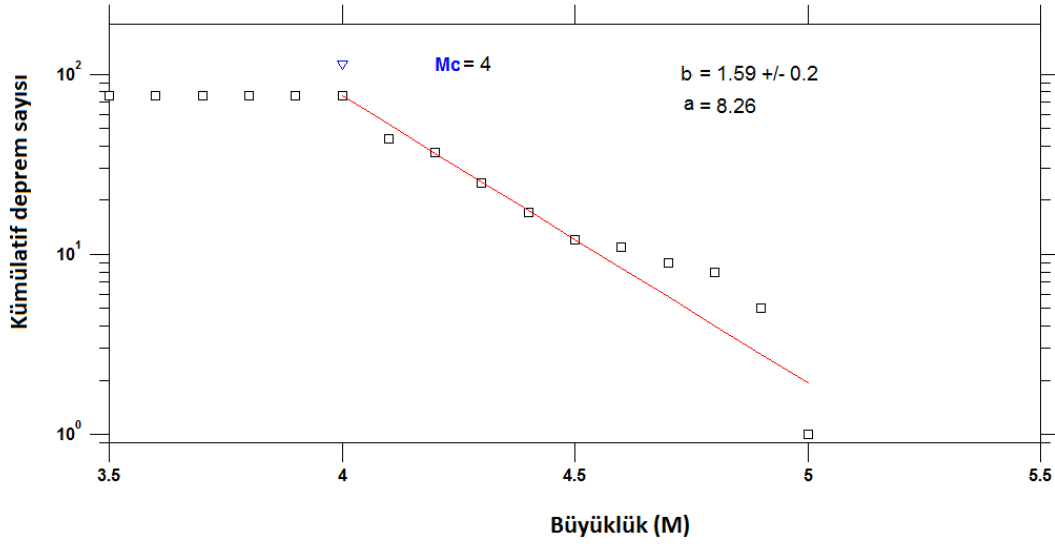
4.2.7. E6-Garni Fayı deprem kaynak zonu analizleri



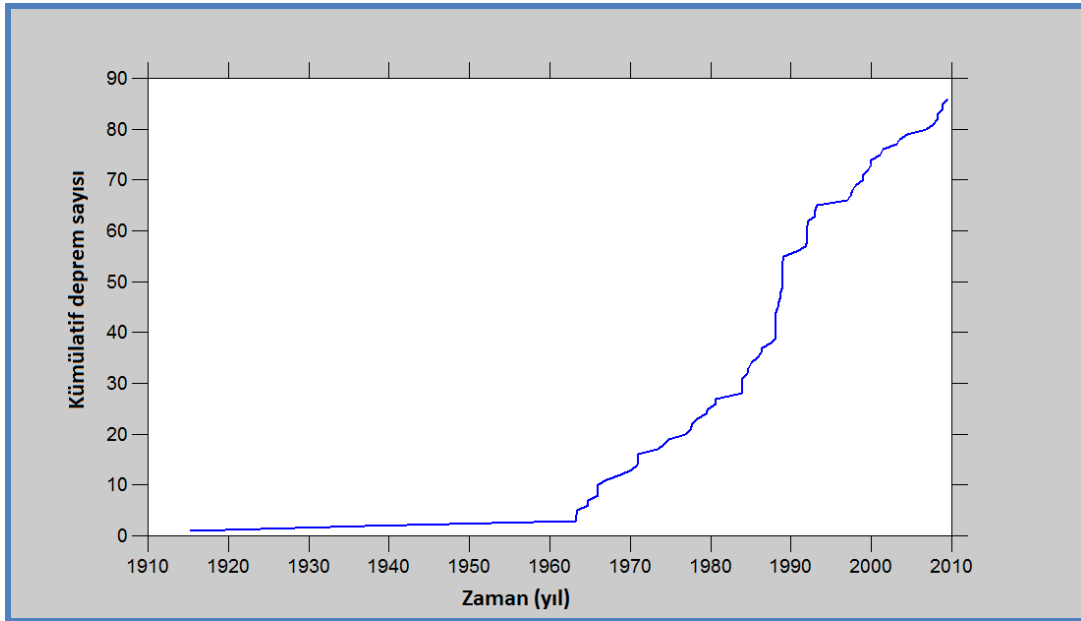
Şekil 4.298. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan kareyaj ağı



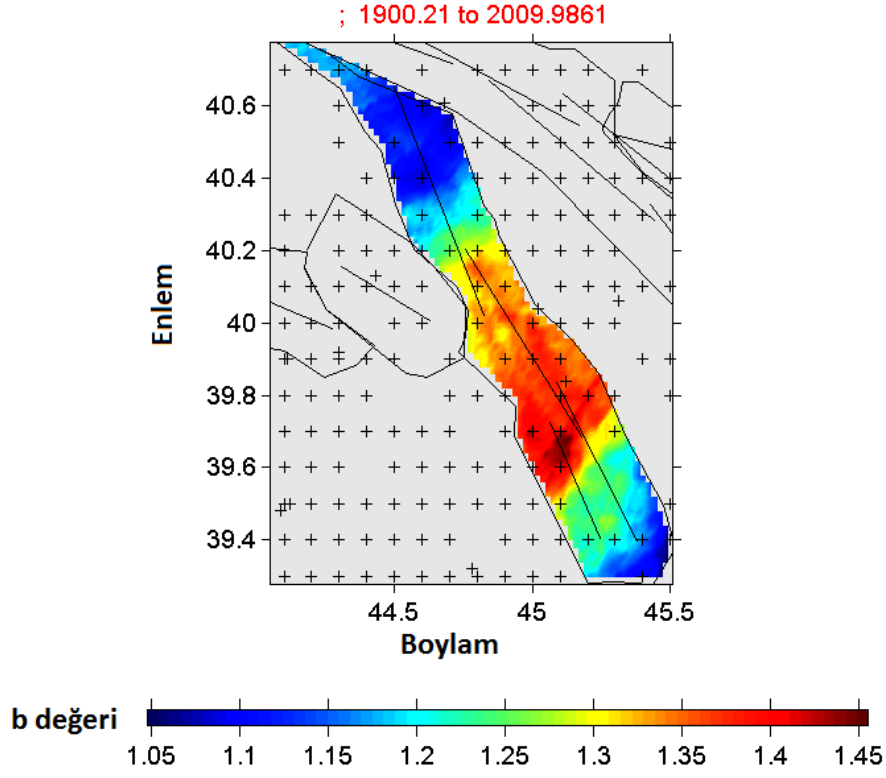
Şekil 4.299. Kareyaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



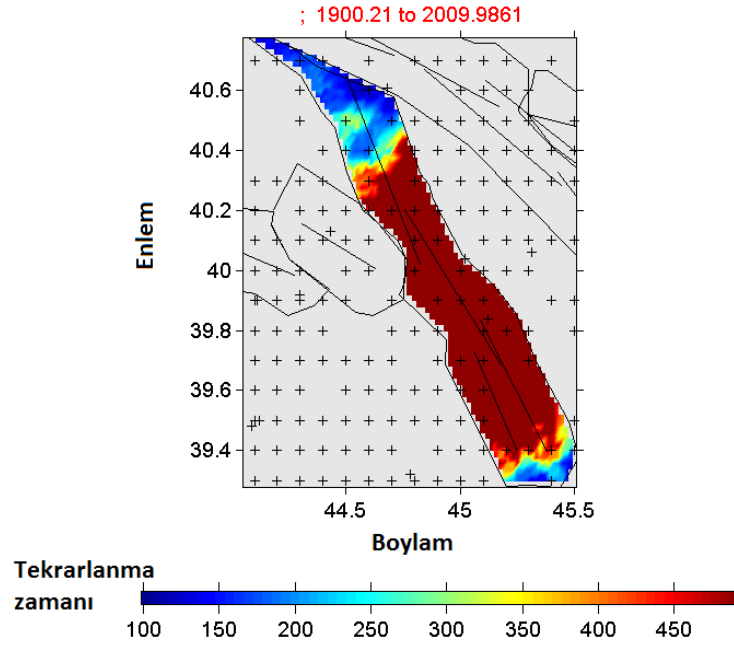
Şekil 4.300. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)



Şekil 4.301. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi

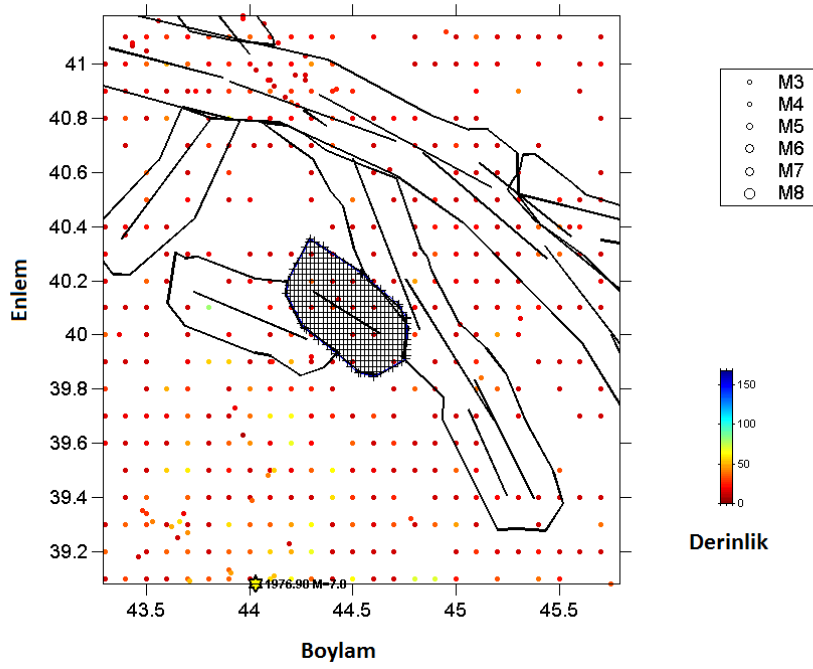


Şekil 4.302. Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

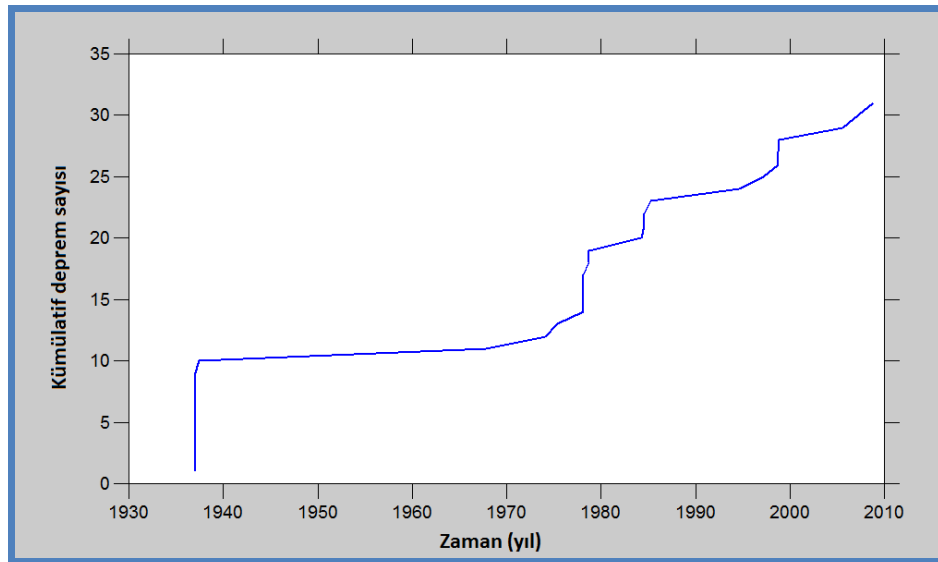


Şekil 4.303. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

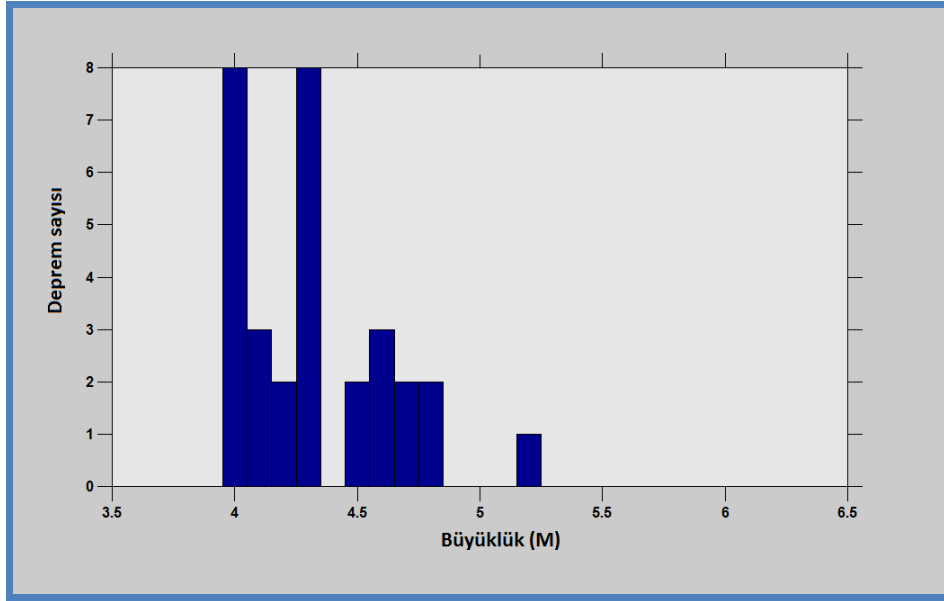
4.2.8. E7-Yerevan Fayı deprem kaynak zonu analizleri



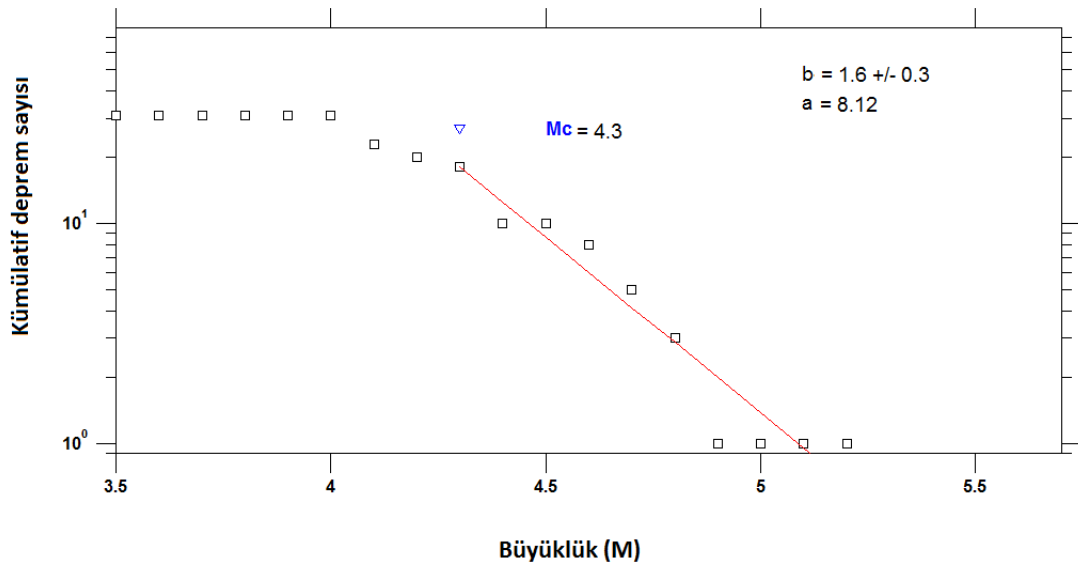
Şekil 4.304. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelej ağı



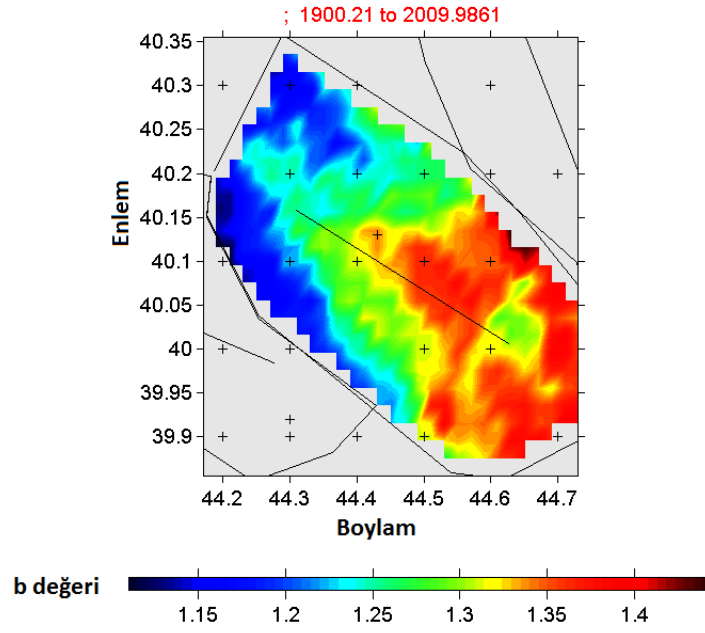
Şekil 4.305. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



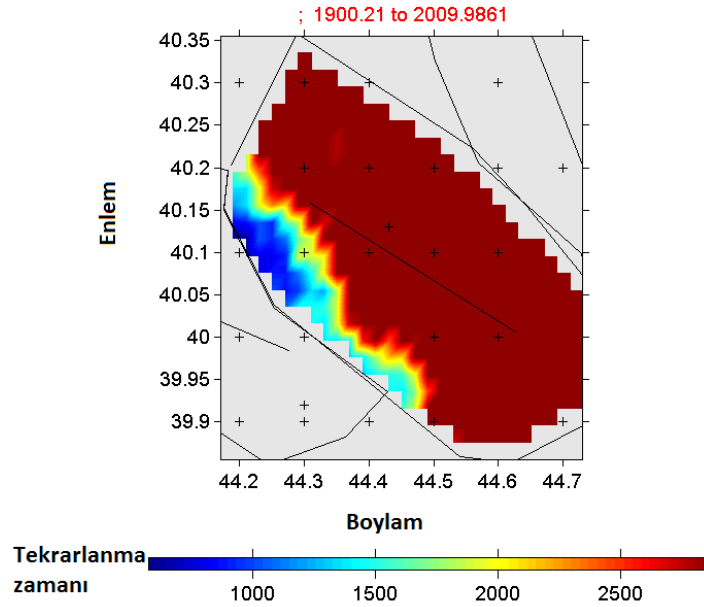
Şekil 4.306. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.307. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

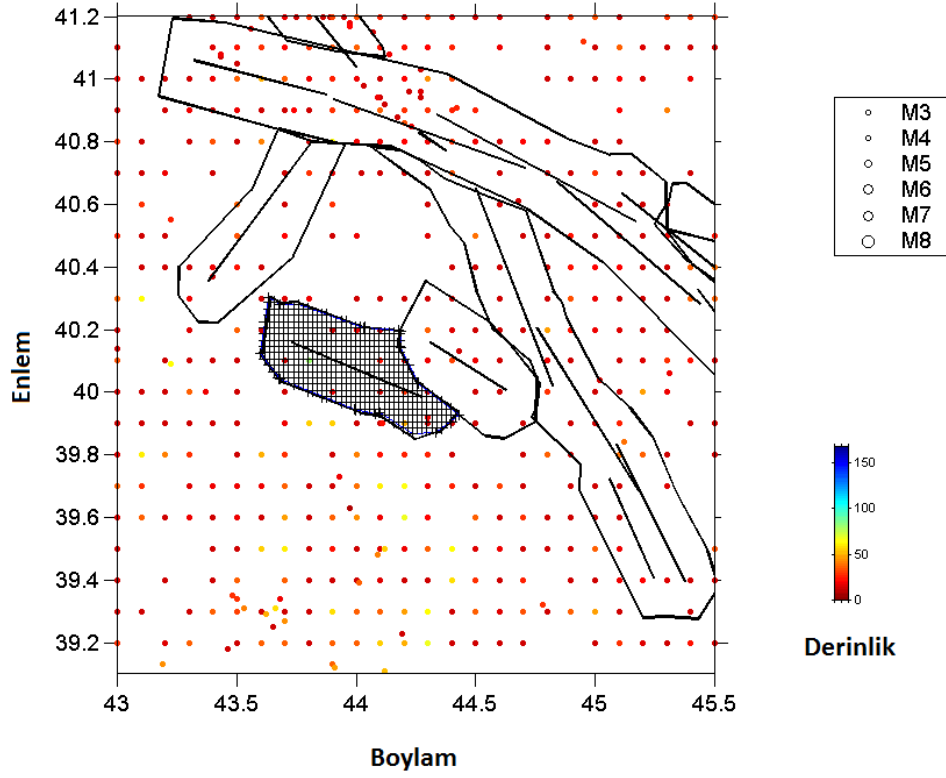


Şekil 4.308. Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

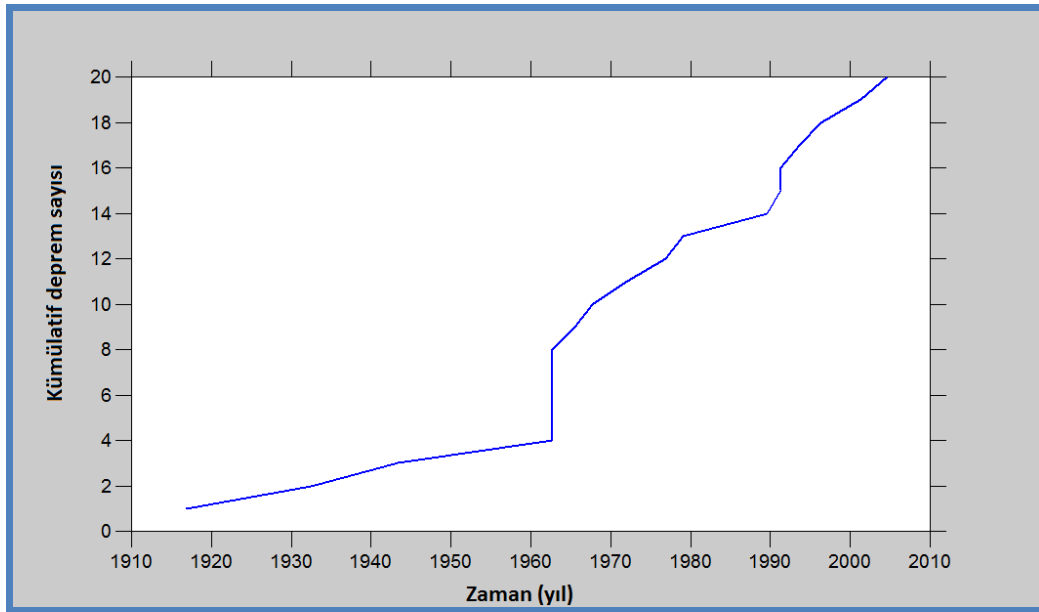


Şekil 4.309. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

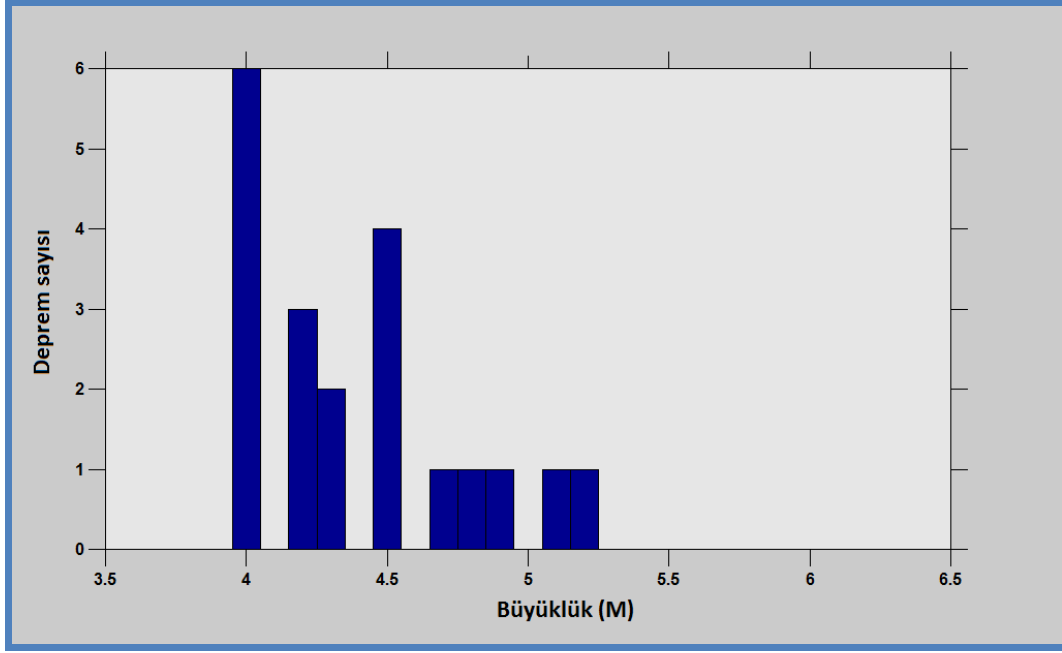
4.2.9. E8-Sardarapat Fayı deprem kaynak zonu analizleri



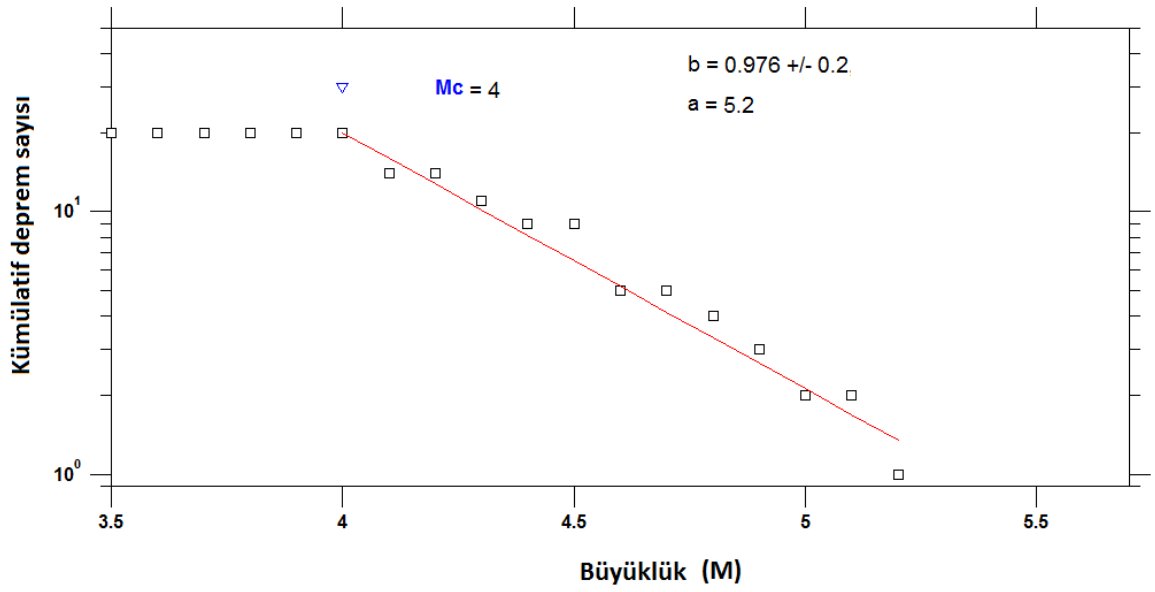
Şekil 4.310. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelej ağı



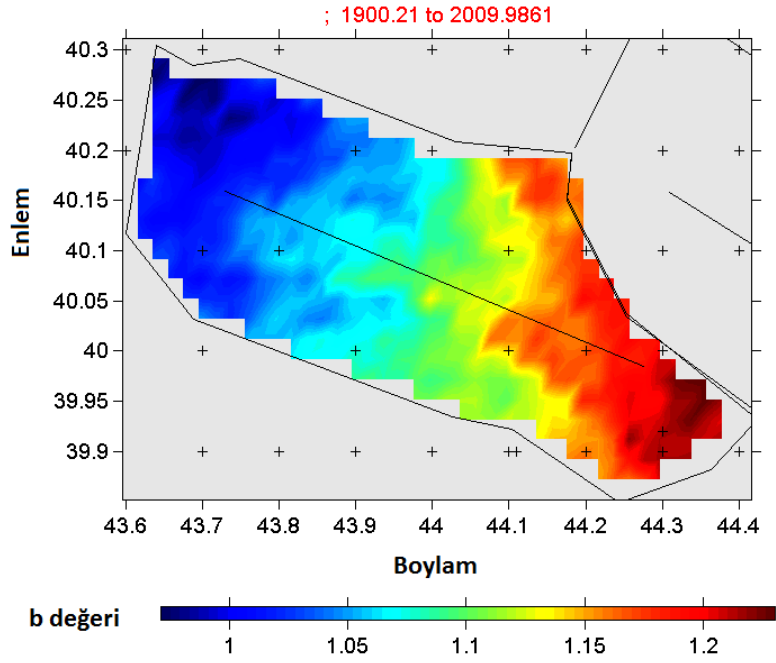
Şekil 4.311. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



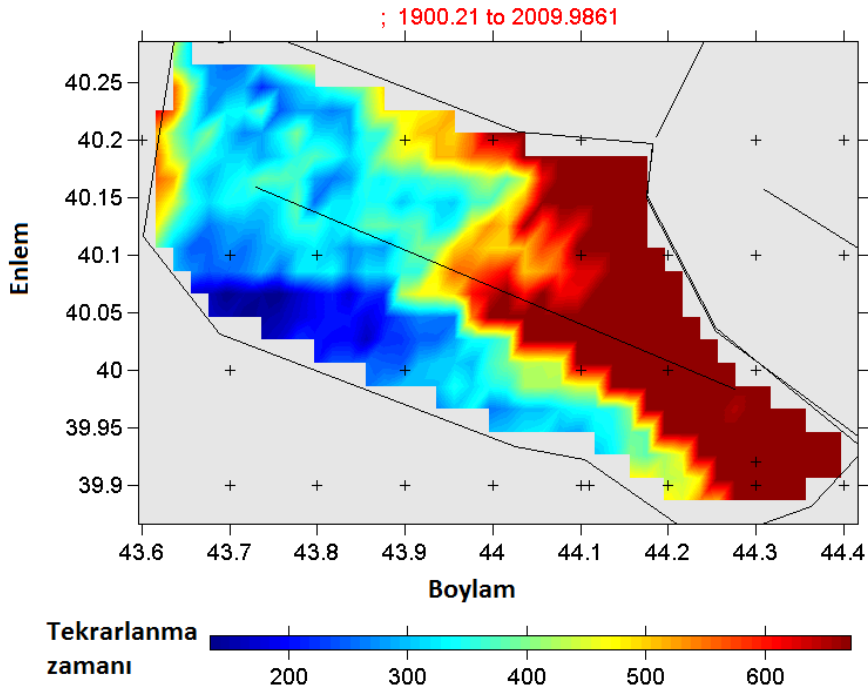
Şekil 4.312. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.313. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

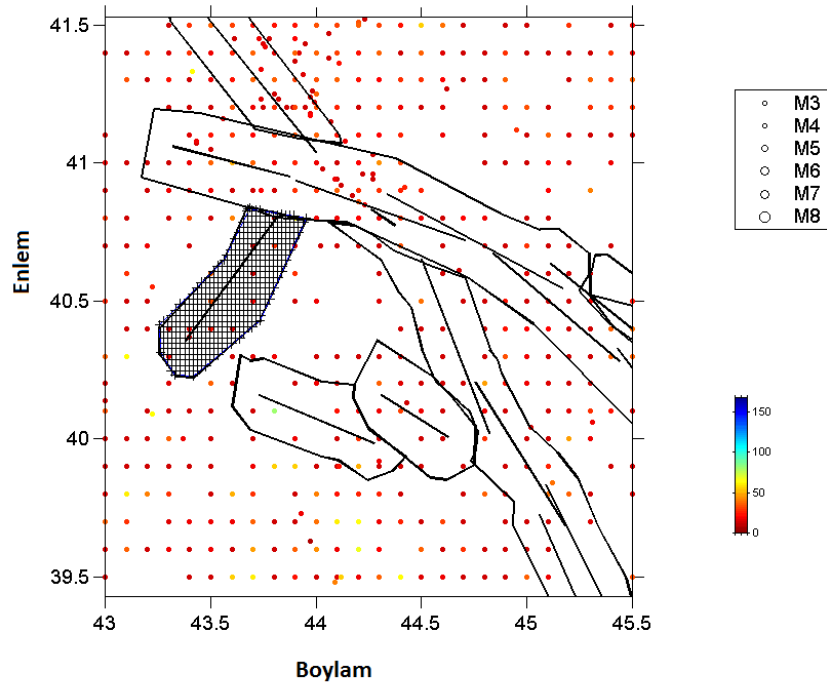


Şekil 4.314. Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

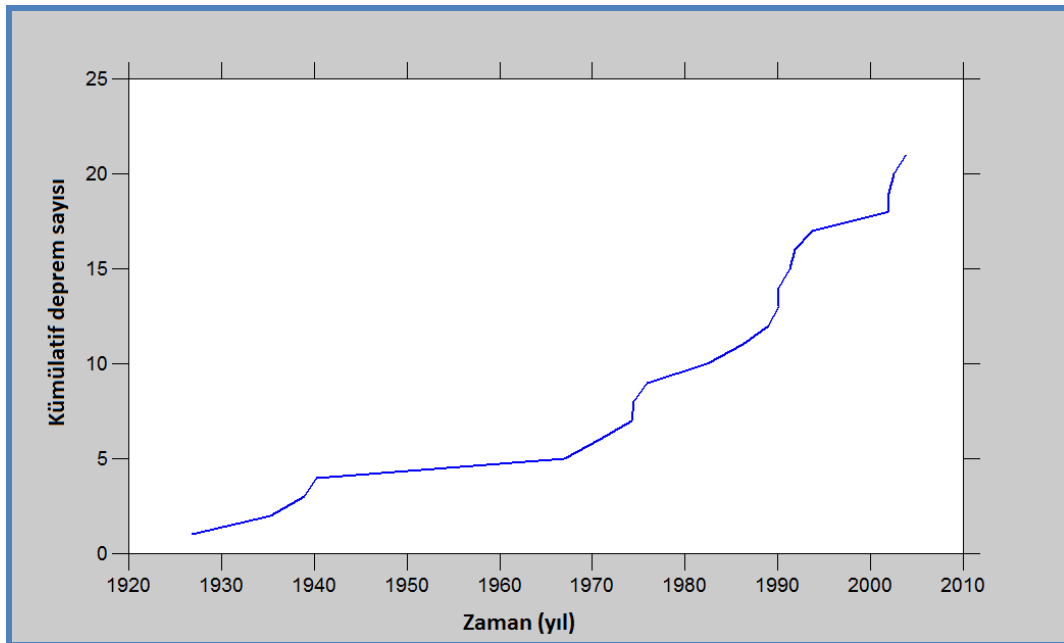


Şekil 4.315. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

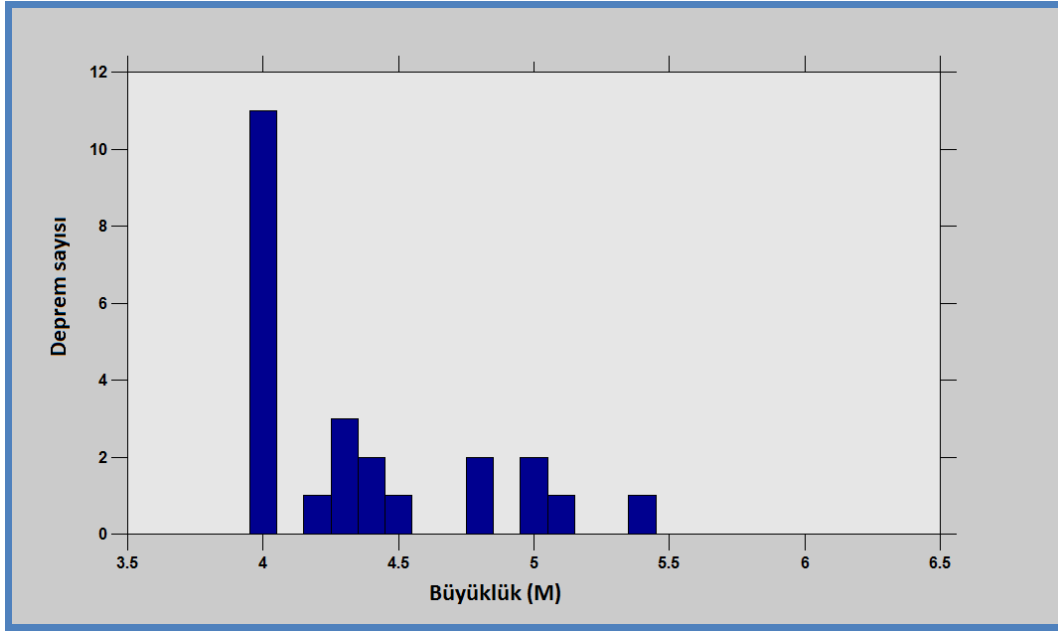
4.2.10. E9-Akhuryan Fayı deprem kaynak zonu analizleri



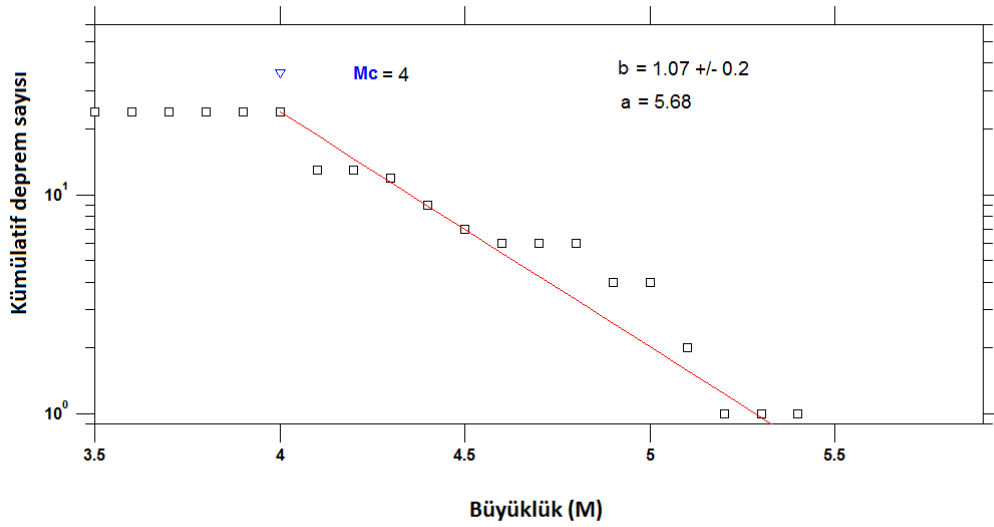
Şekil 4.316. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelej ağı



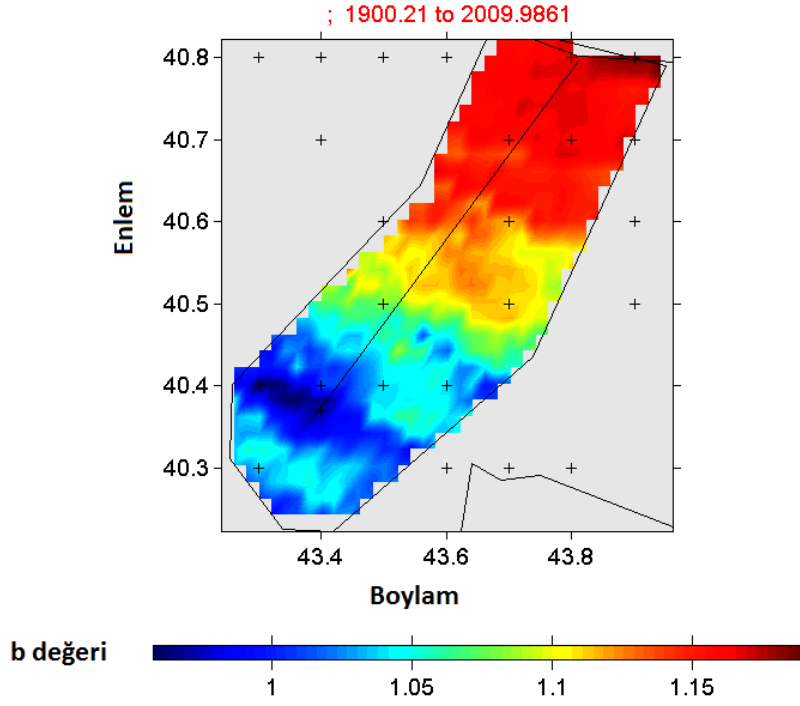
Şekil 4.317. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



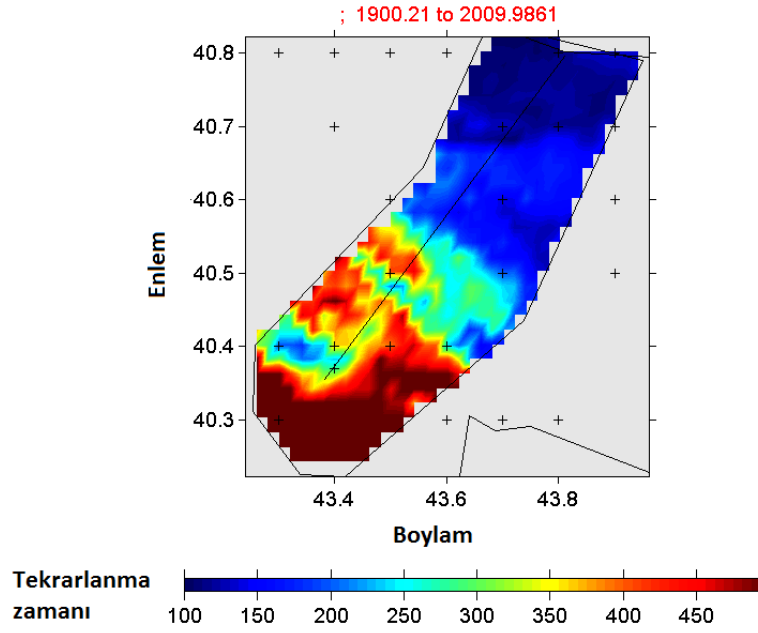
Şekil 4.318. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



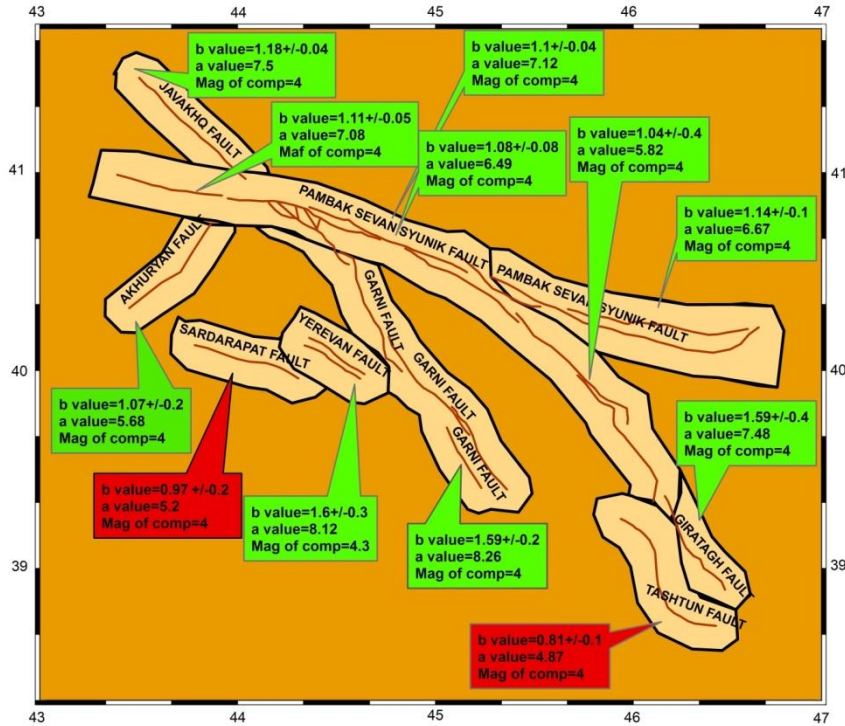
Şekil 4.319. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)



Şekil 4.320. Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

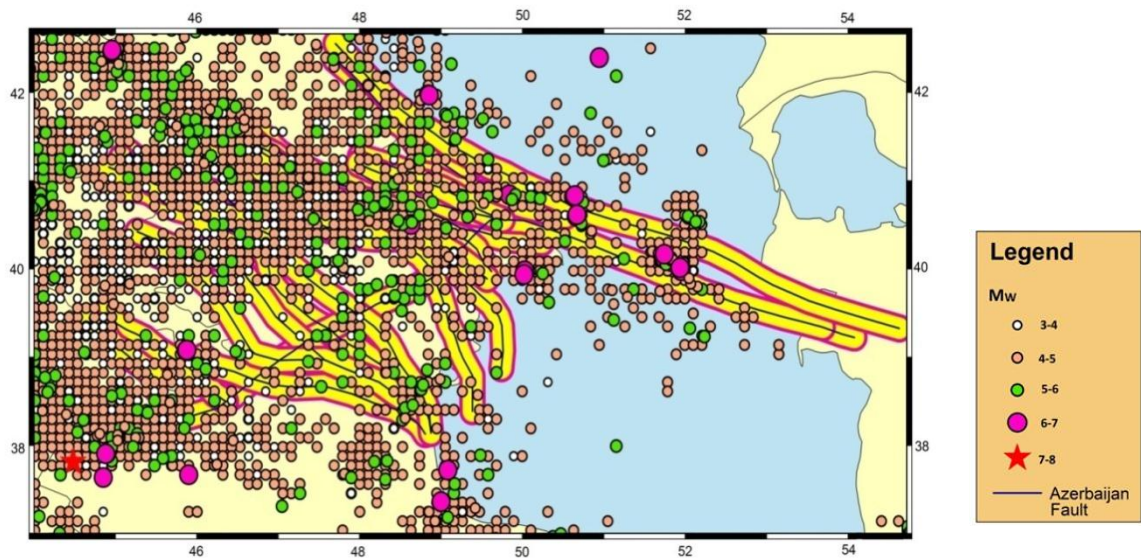


Şekil 4.321. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

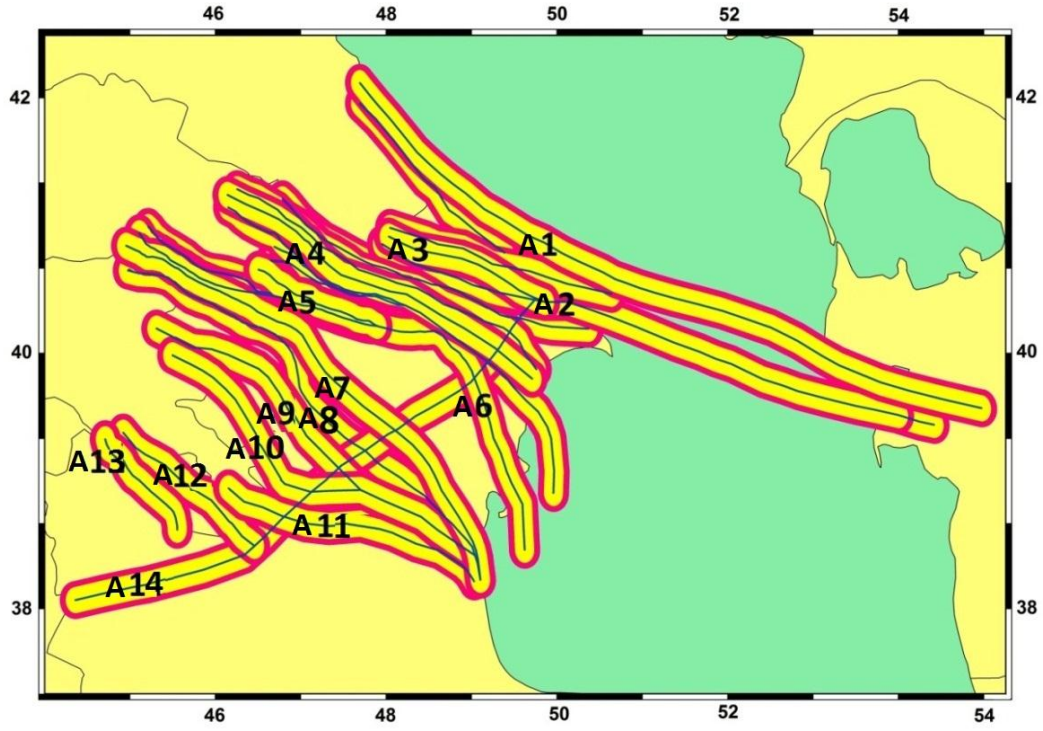


Şekil 4.322. Ermenistan kaynak zonları için hesaplanan a, b, Mc değerlerinin haritada gösterilmesi (yeşil kutular 1 ve 1'den büyük b değerlerine, kırmızı kutular ise 1'den küçük b değerlerini ifade etmektedir)

4.3. Azerbaycan Bölgesi İçin Kaynak Zonlar, a ve b Değerlerinin Analizinin Yapılması

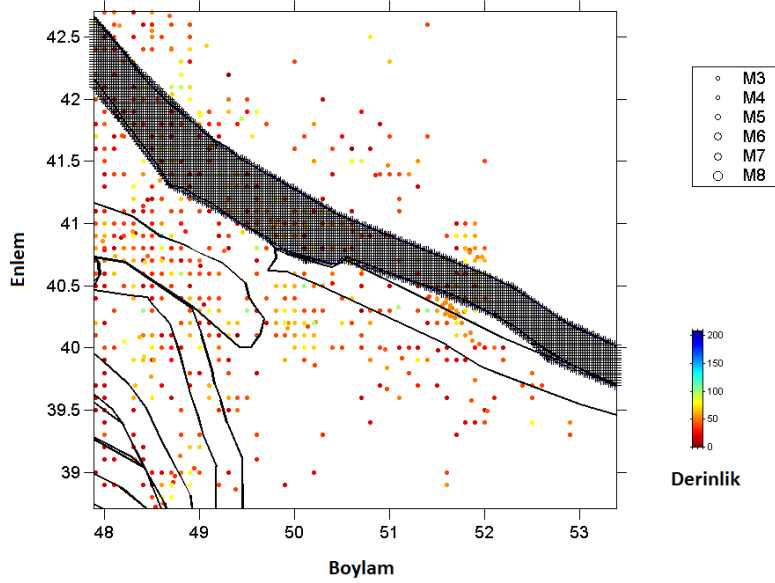


Şekil 4.323. Azerbaycan bölgesinin EMMME homojen deprem kataloğundan yararlanarak 1900-2010 yılları arasındaki deprem aktivitesi

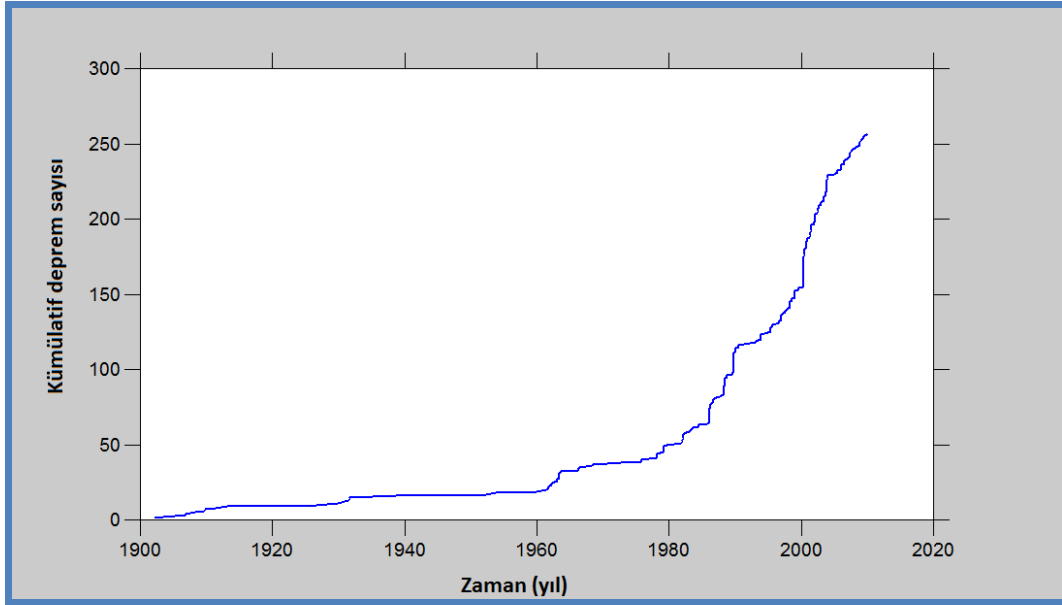


Şekil 4.324. Azerbaycan bölgesindeki kaynak zonların numaralandırılması

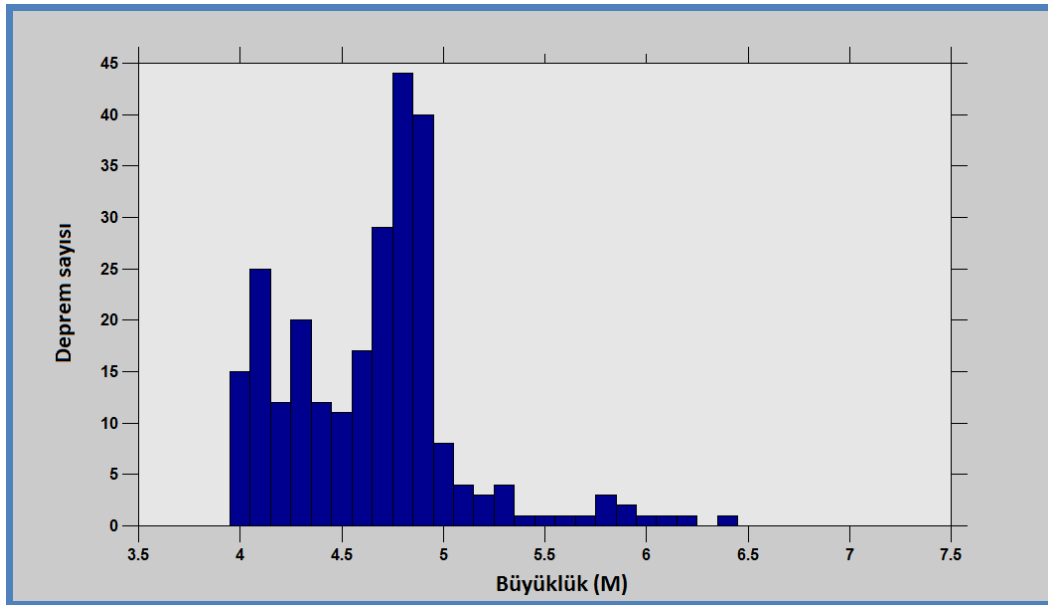
4.3.1. A1- Makhachgala-Turkmenbashi deprem kaynak zonu analizleri



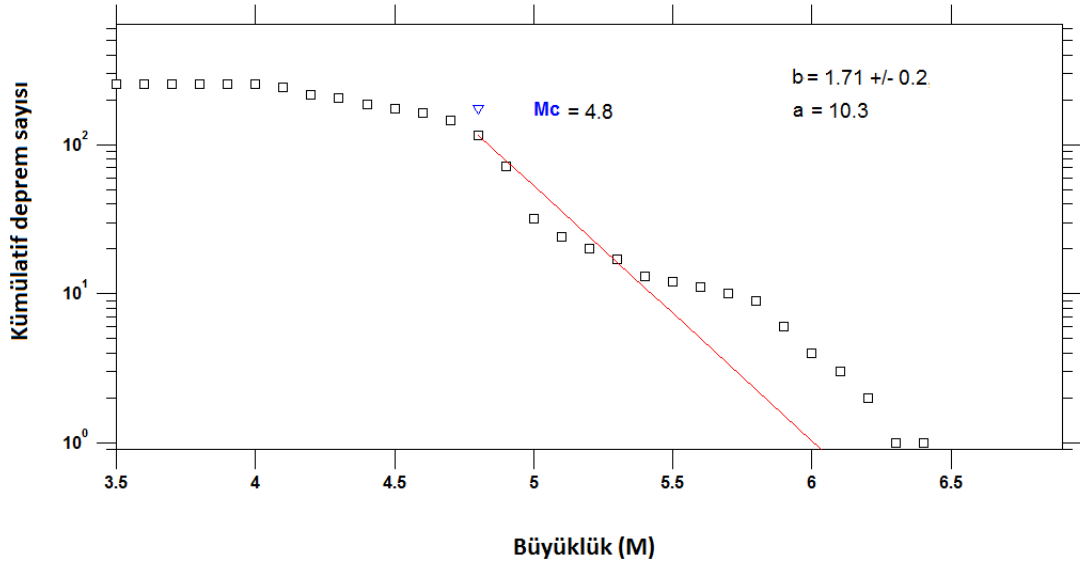
Şekil 4.325. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan kareyaj ağı



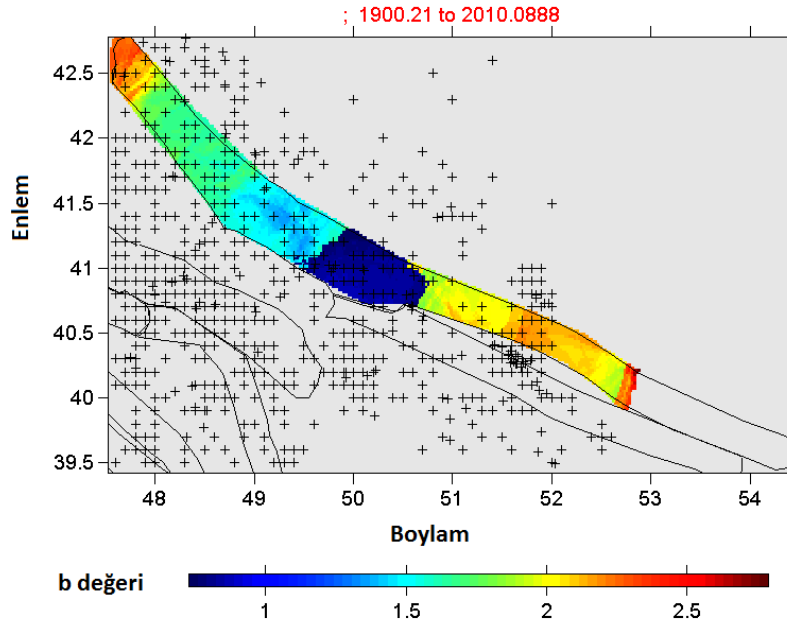
Şekil 4.326. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



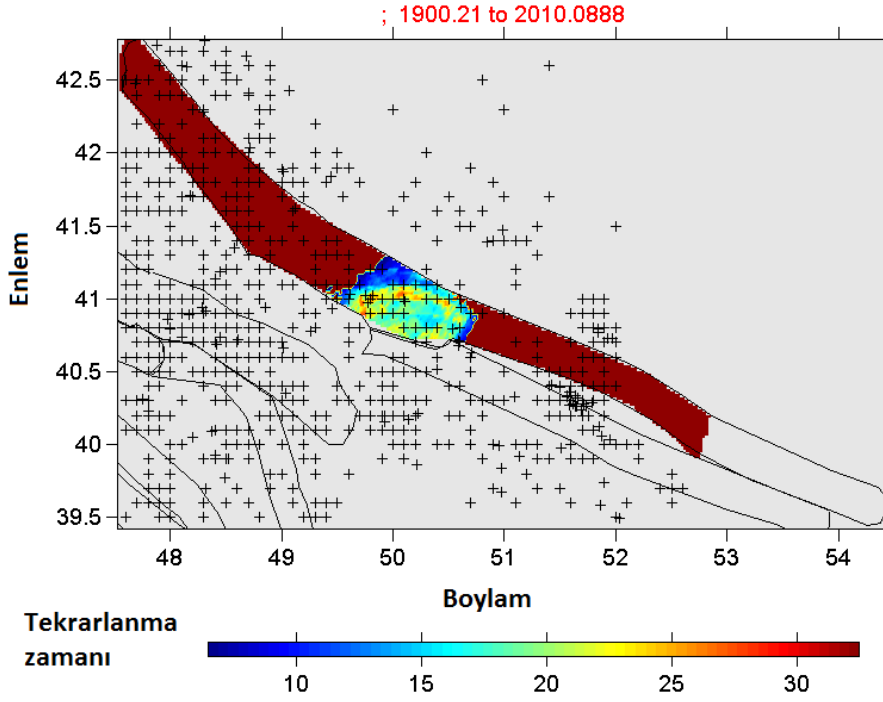
Şekil 4.327. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.328. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

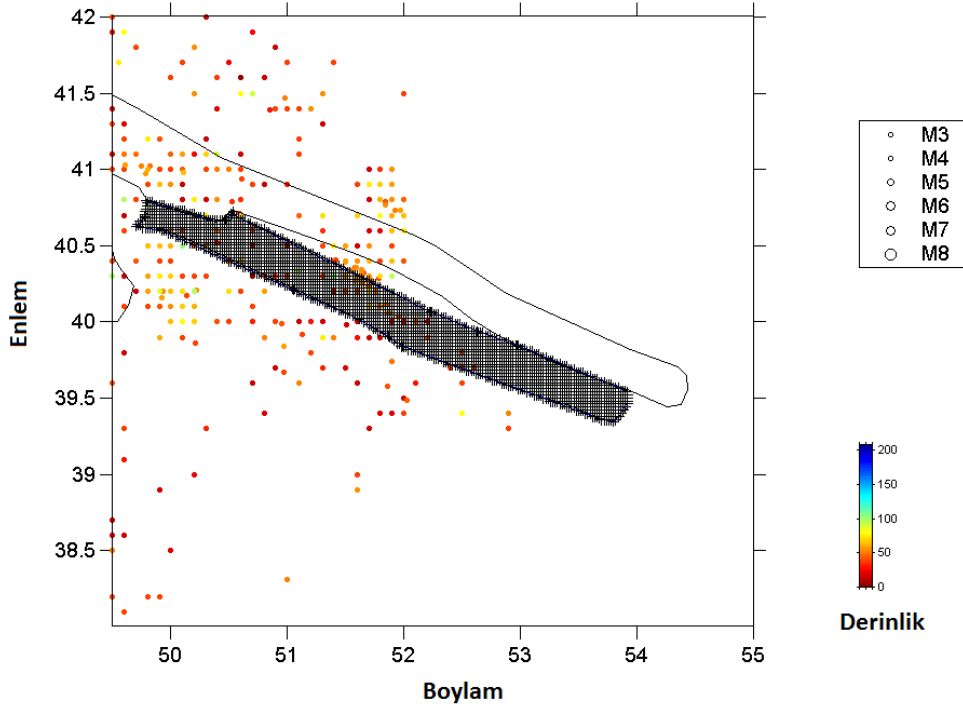


Şekil 4.329. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

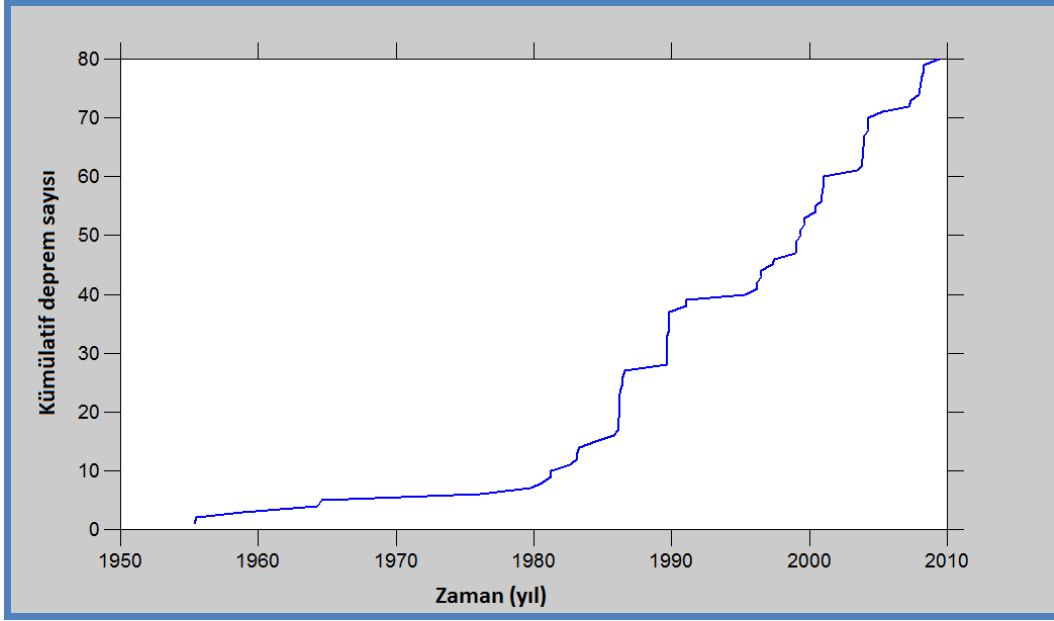


Şekil 4.330. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

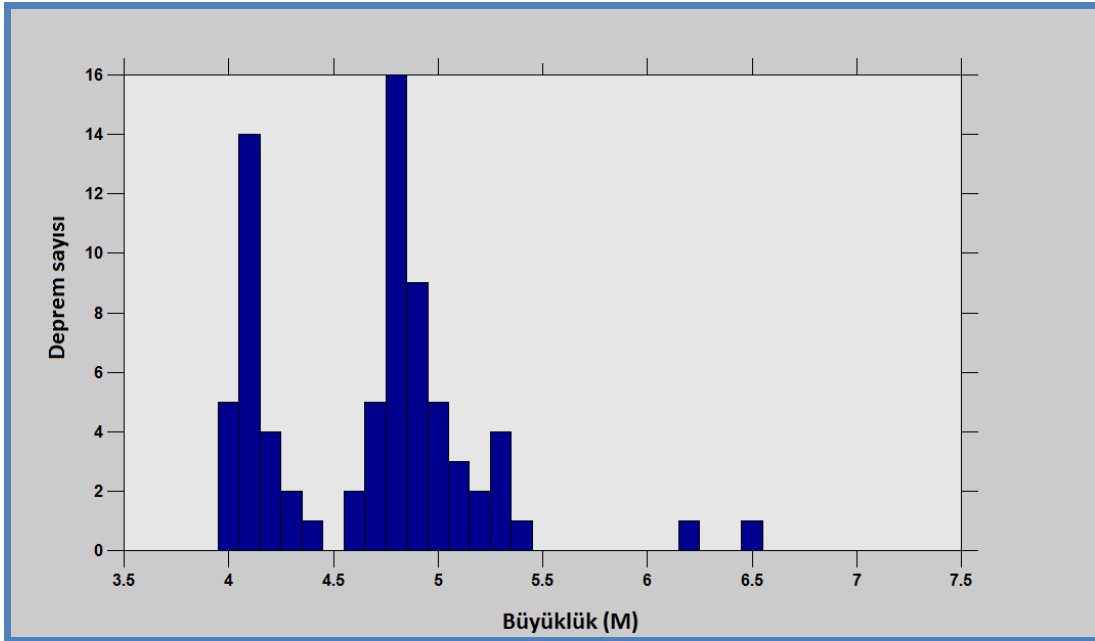
4.3.2. A2-Büyük Kafkaslar deprem kaynak zonu analizleri



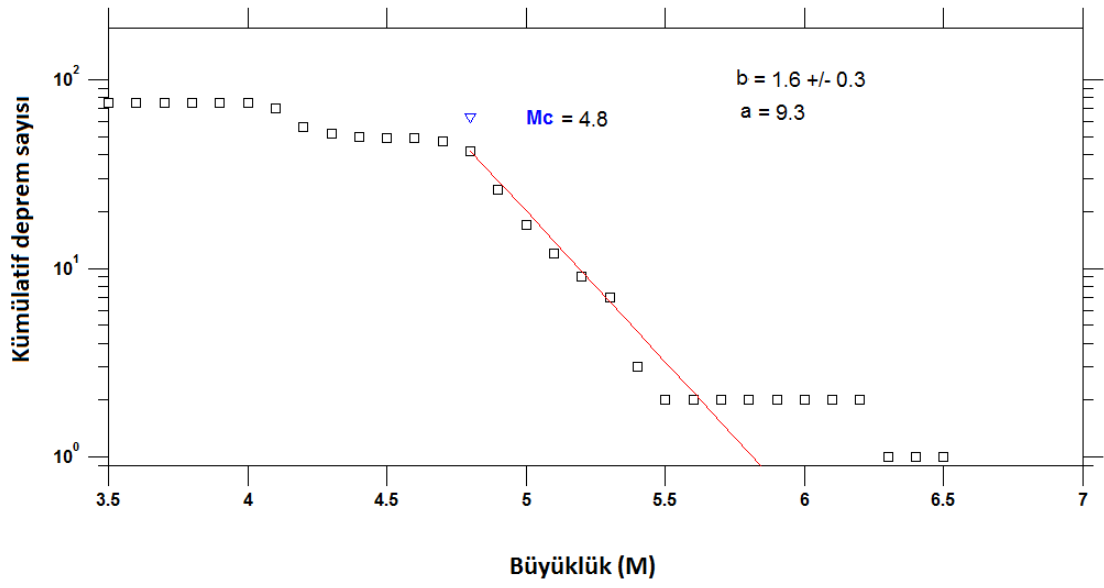
Şekil 4.331. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan kareyaj ağı



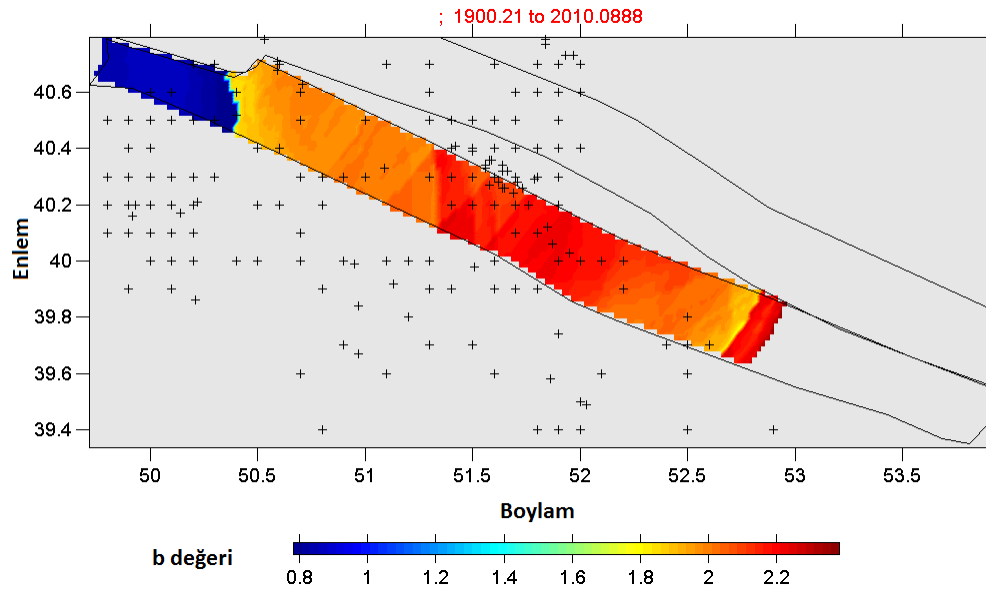
Şekil 4.332. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



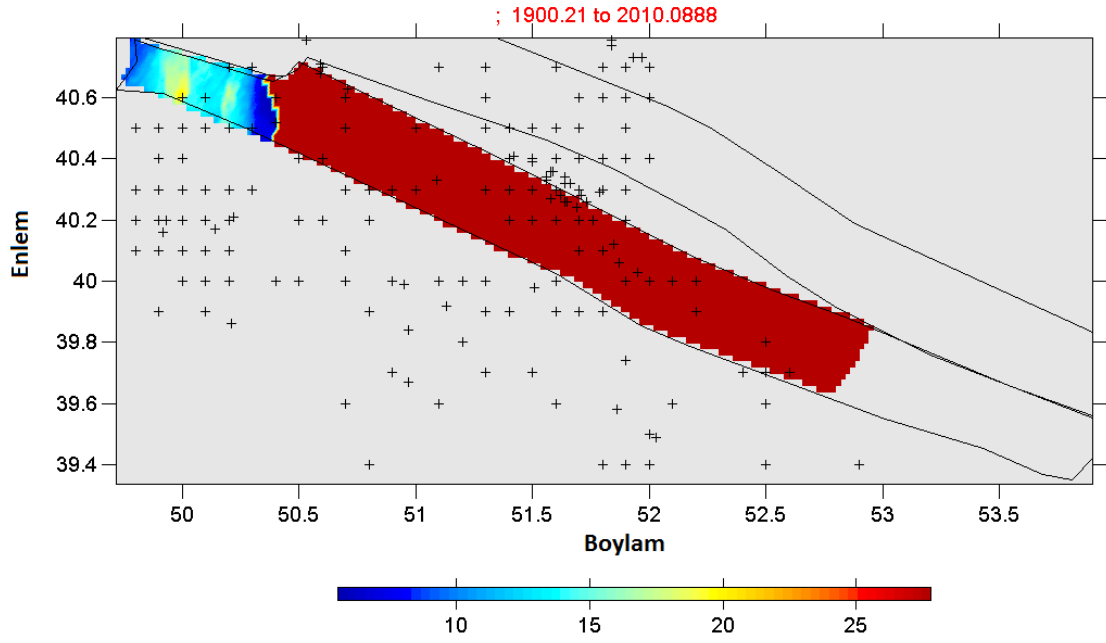
Şekil 4.333. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.334. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

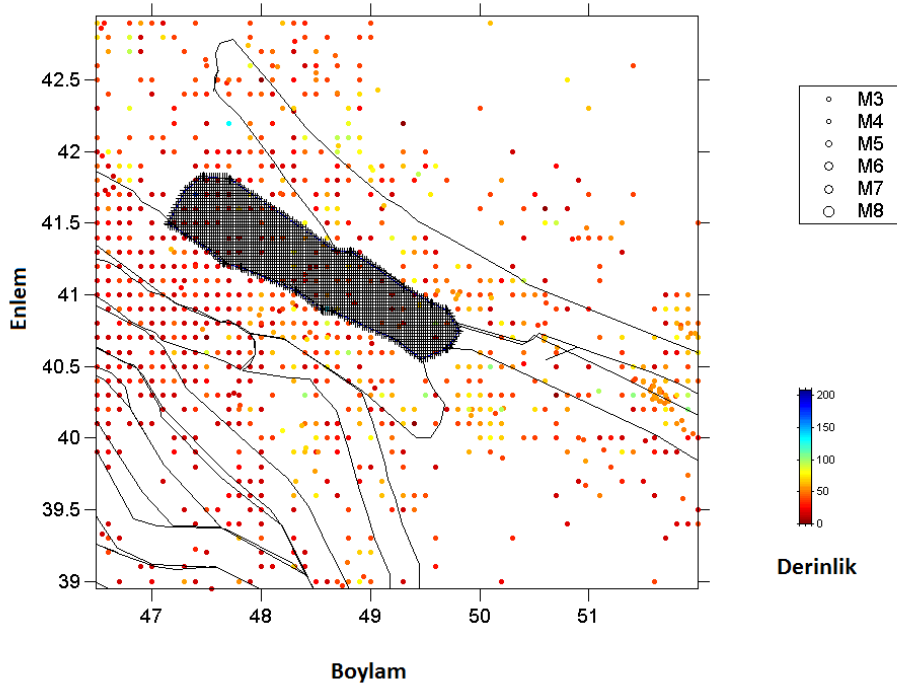


Şekil 4.335. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

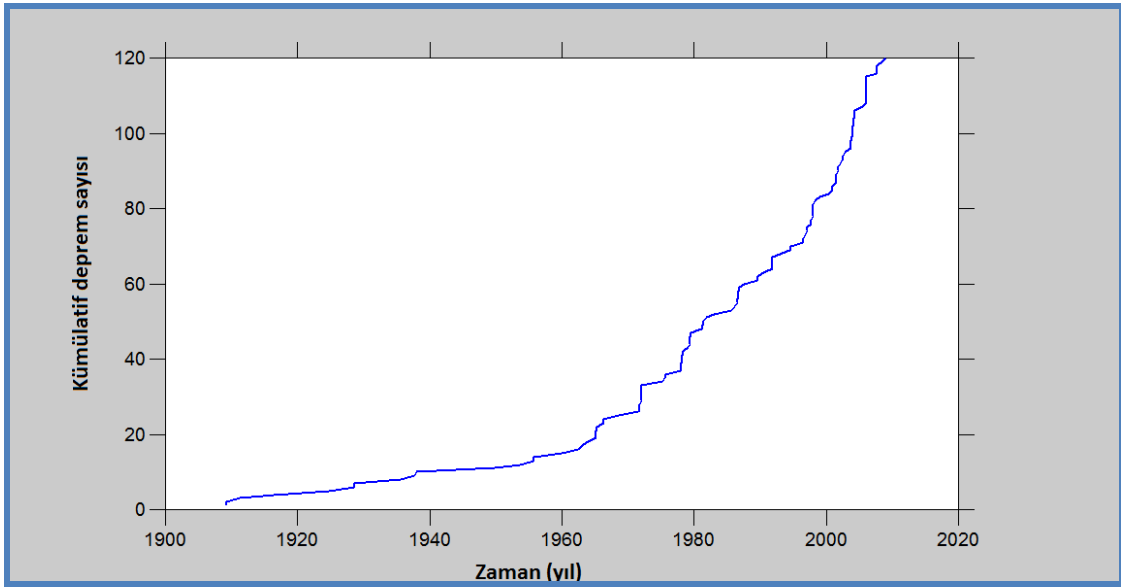


Şekil 4.336. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

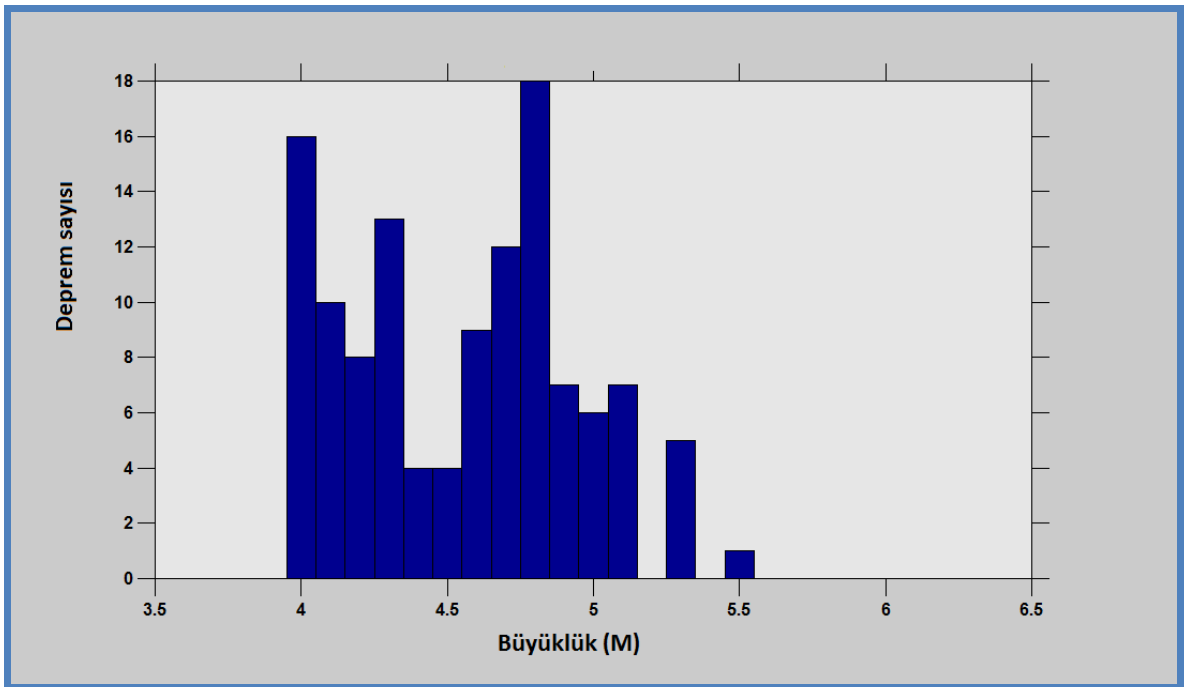
4.3.3. A3-Büyük Kafkaslar-Siyazan deprem kaynak zonu analizleri



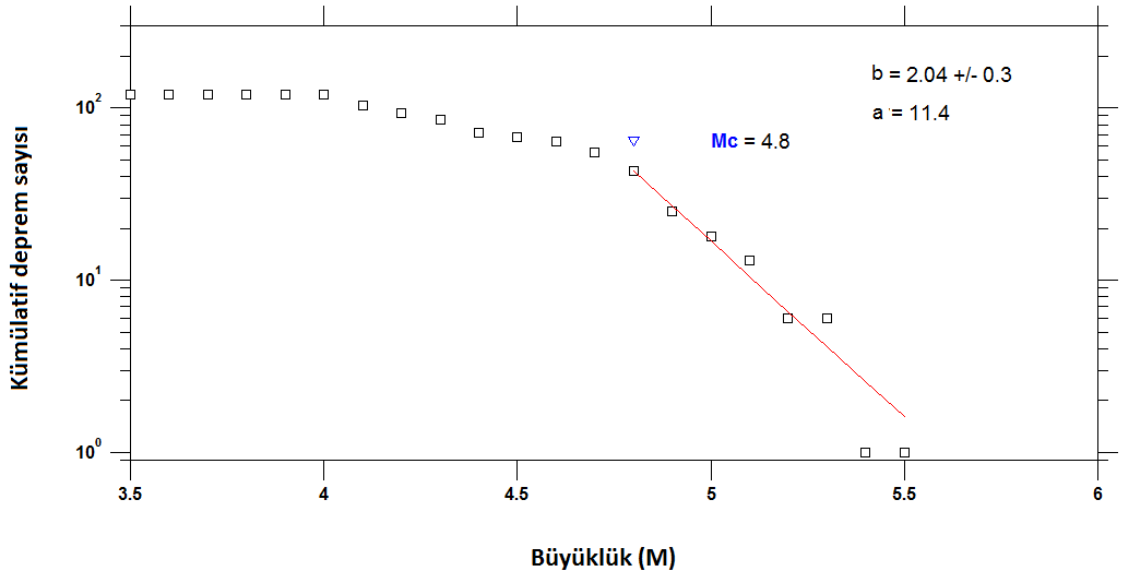
Şekil 4.337. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelej ağı



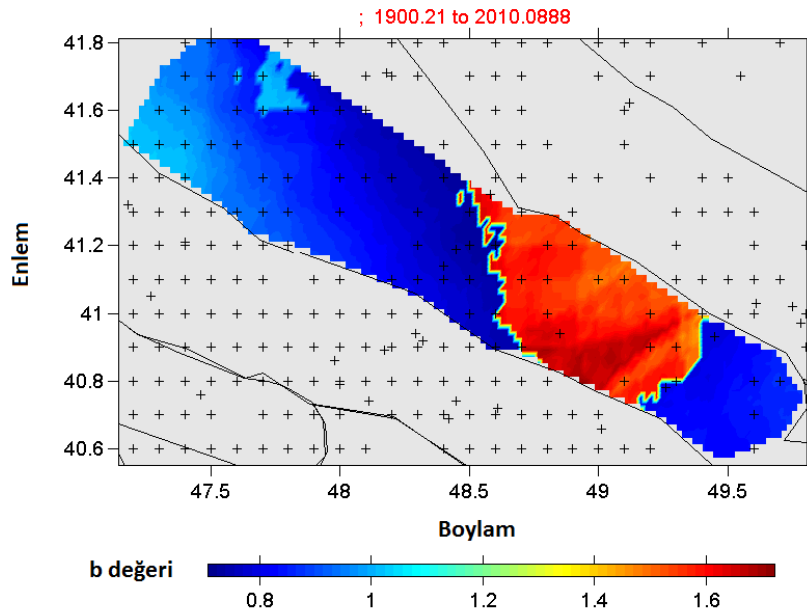
Şekil 4.338. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



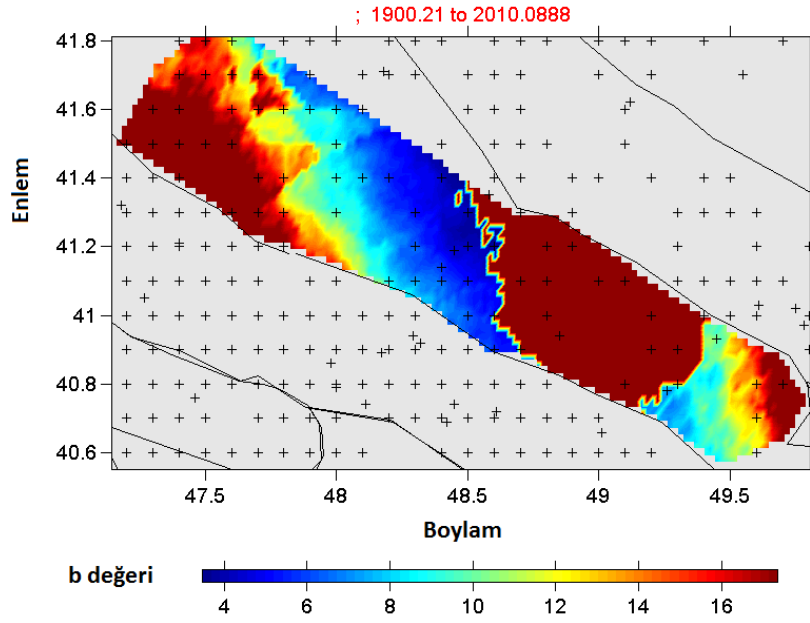
Şekil 4.339. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.340. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

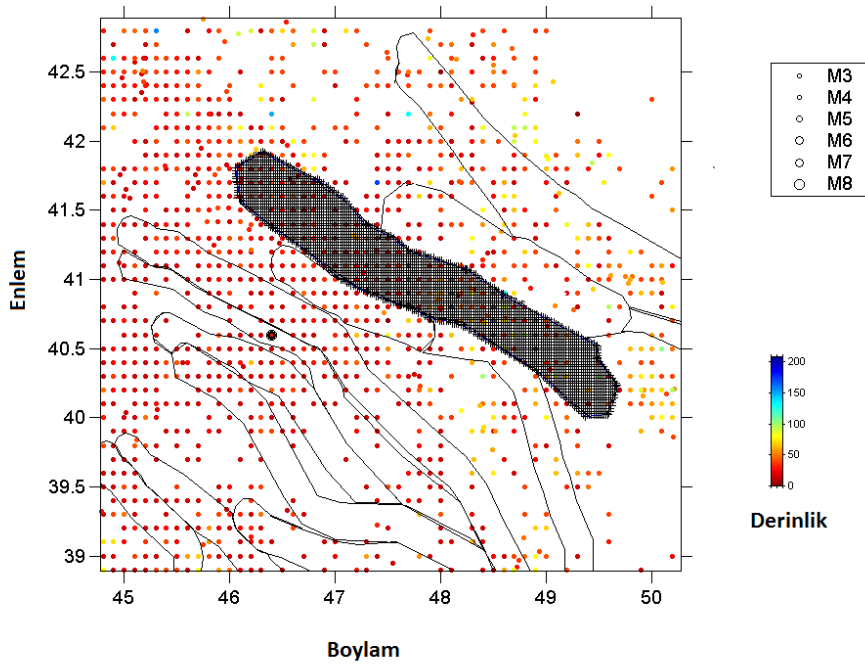


Şekil 4.341. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

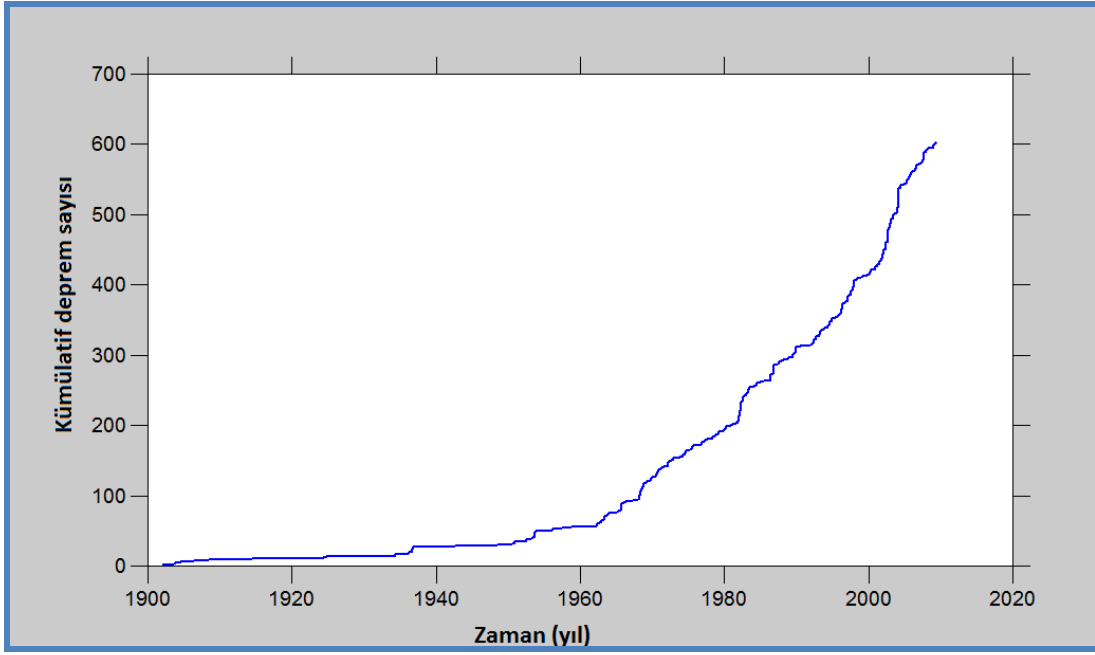


Şekil 4.342. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

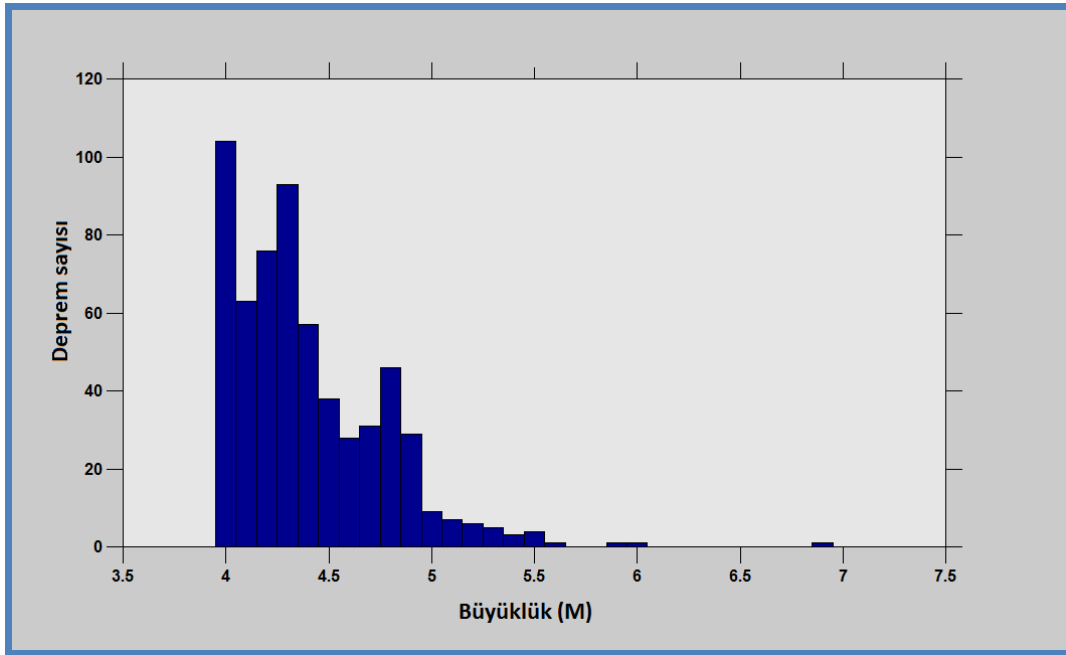
4.3.4. A4-Vandam-Gaynar Gozluchay deprem kaynak zonu analizleri



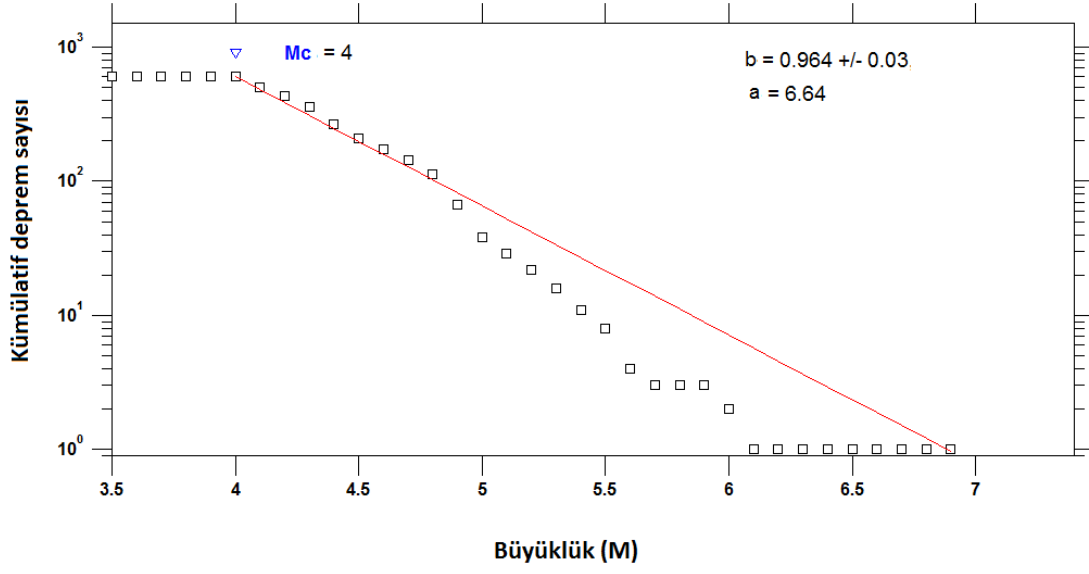
Şekil 4.343. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan kareyaj ağı



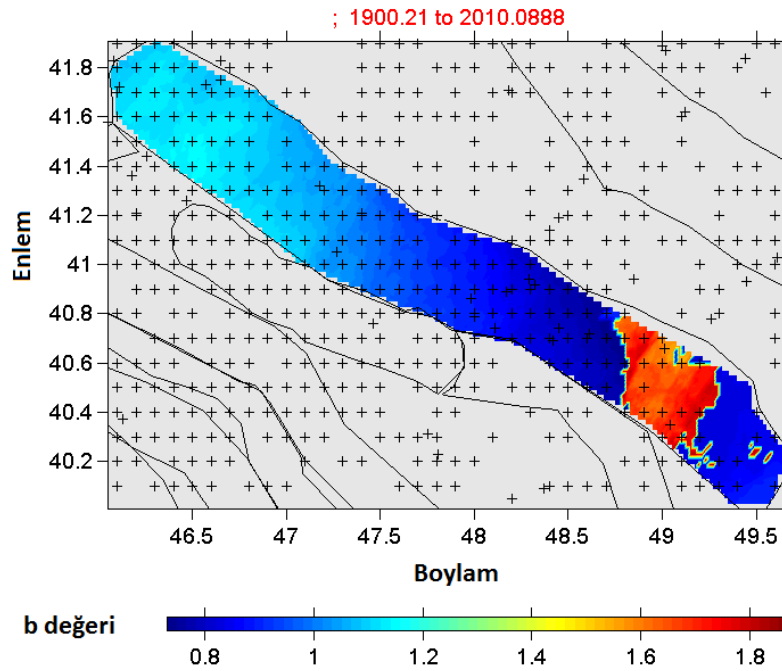
Şekil 4.344. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



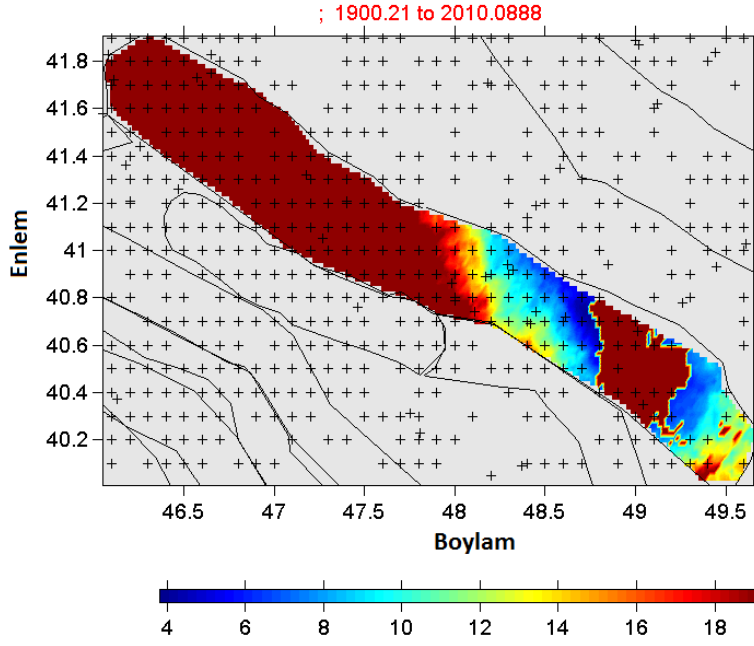
Şekil 4.345. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.346. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

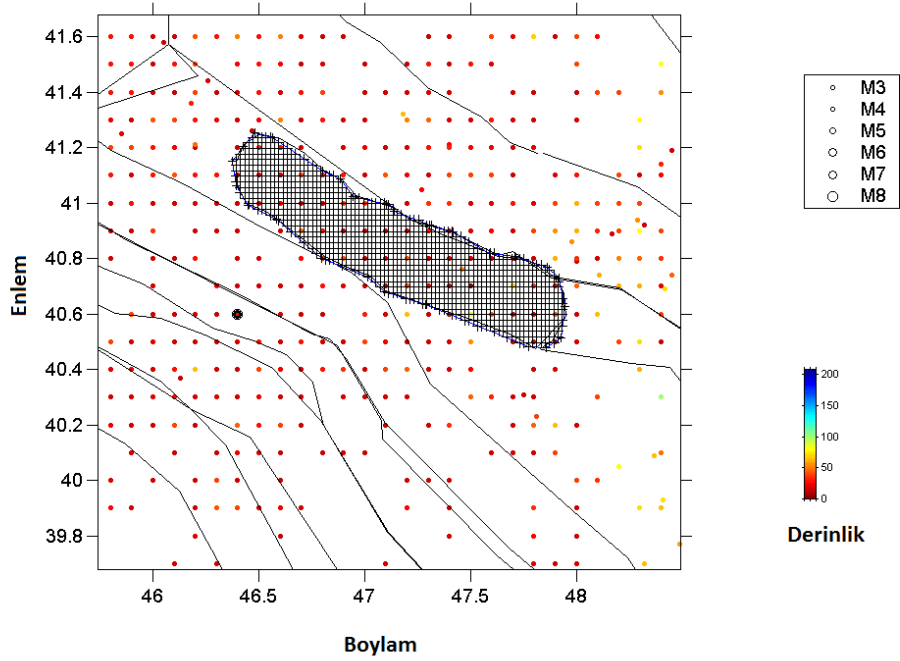


Şekil 4.347. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

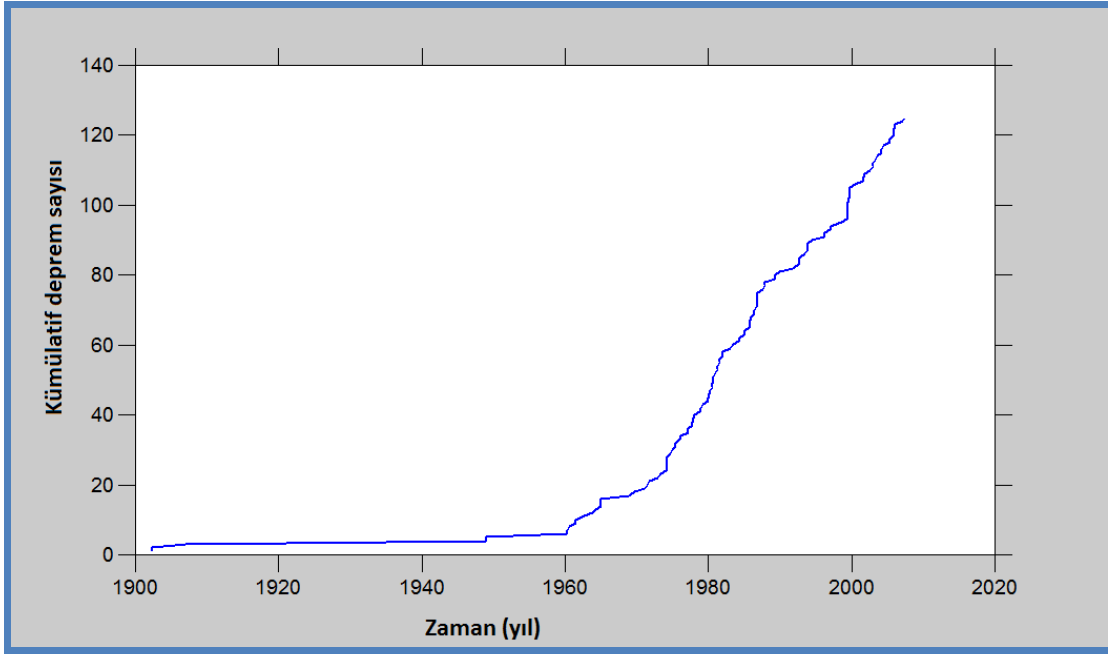


Şekil 4.348. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

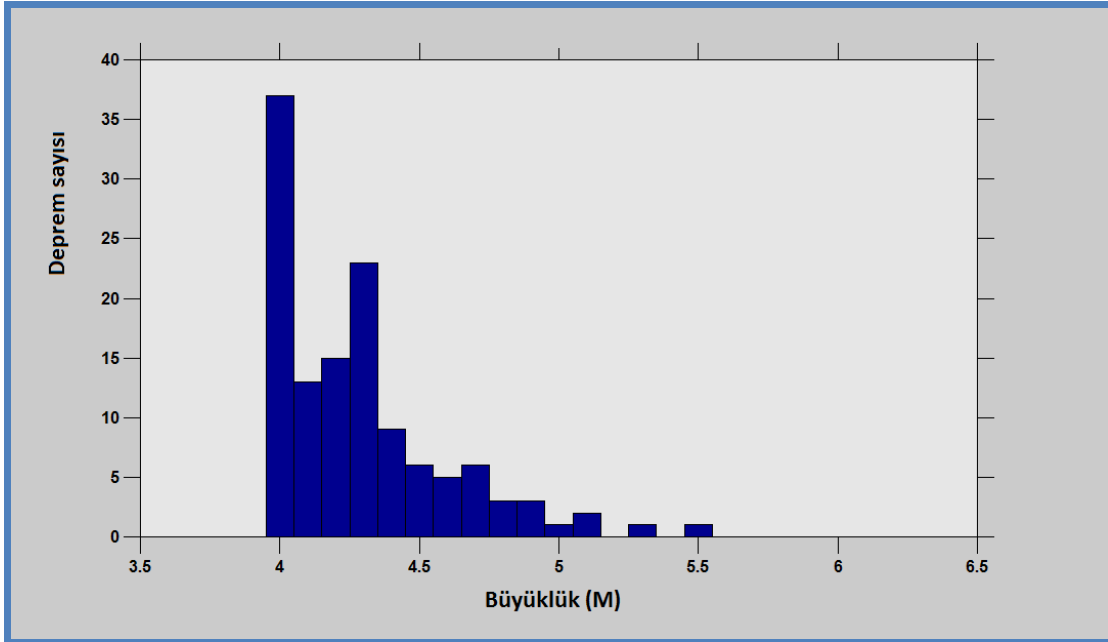
4.3.5. A5- Kuzey Kur deprem kaynak zonu analizleri



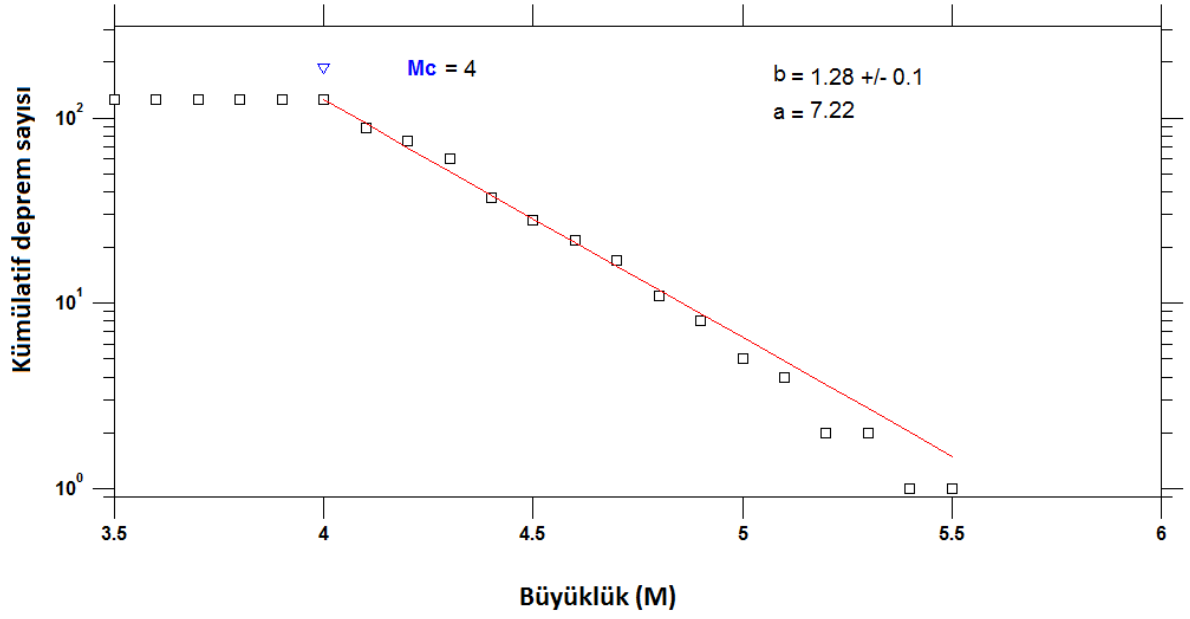
Şekil 4.349. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelej ağı



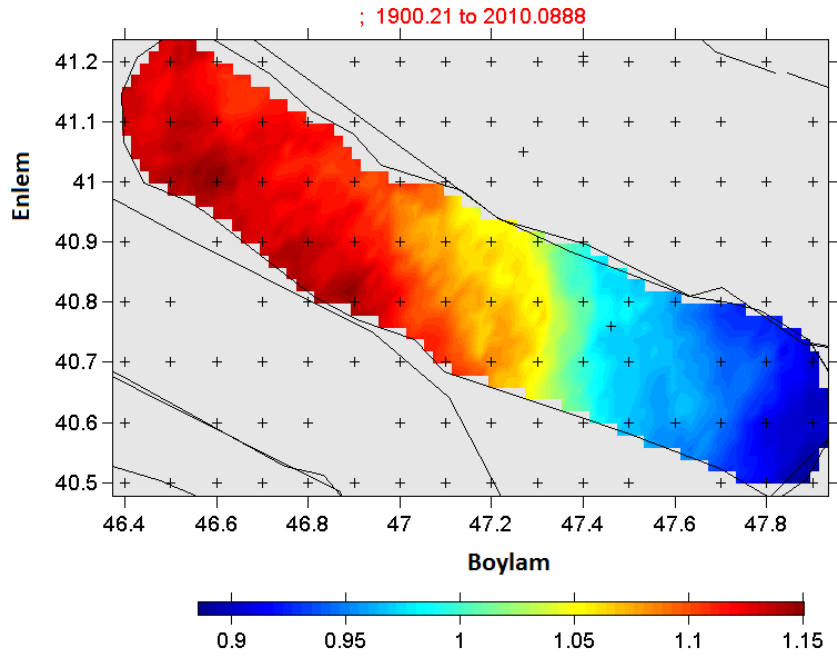
Şekil 4.350. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



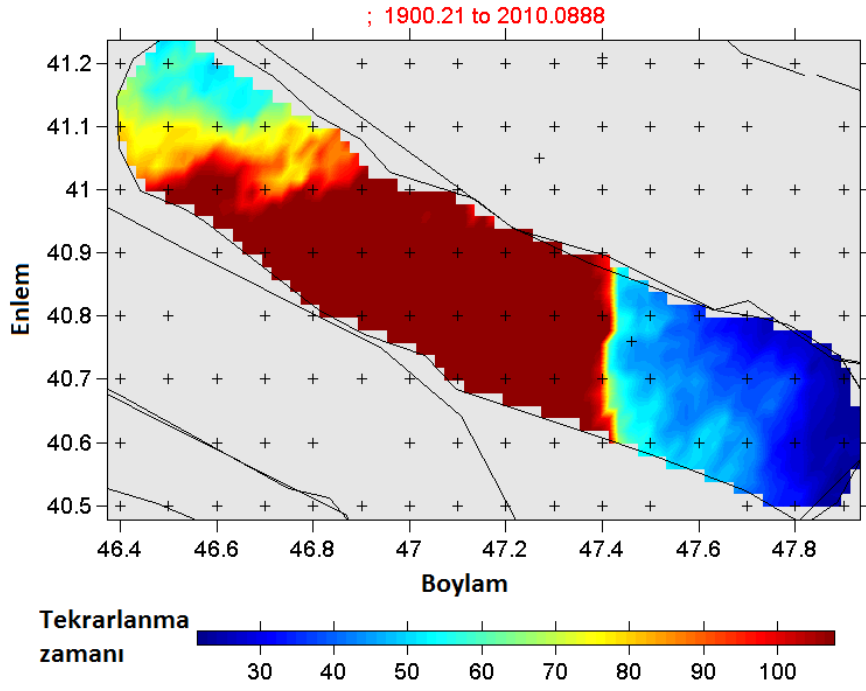
Şekil 4.351. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.352. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkidenden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

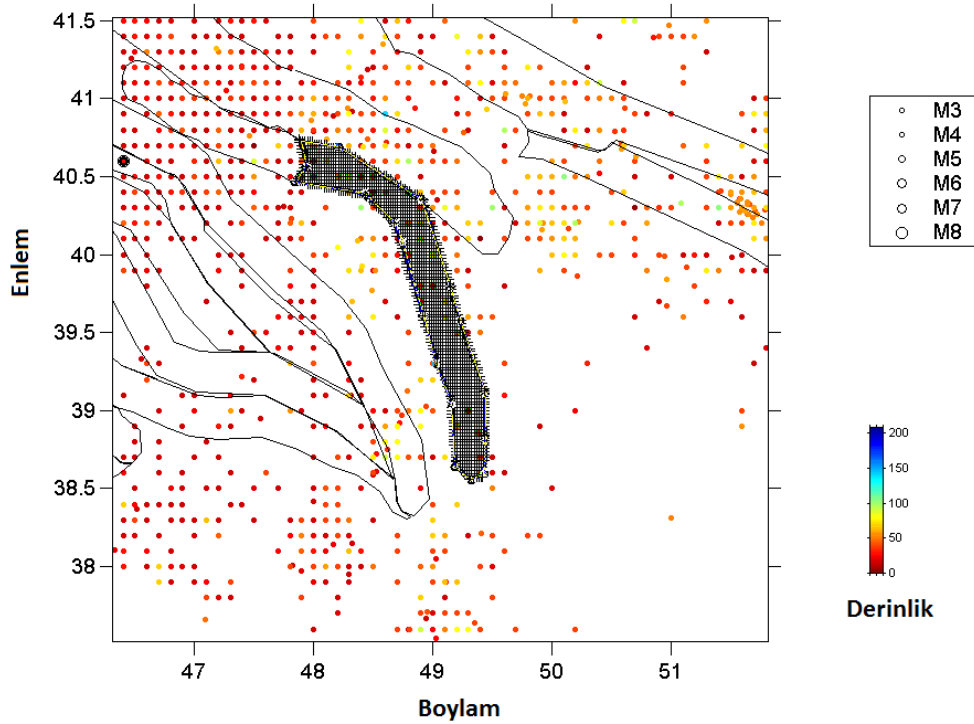


Şekil 4.353. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

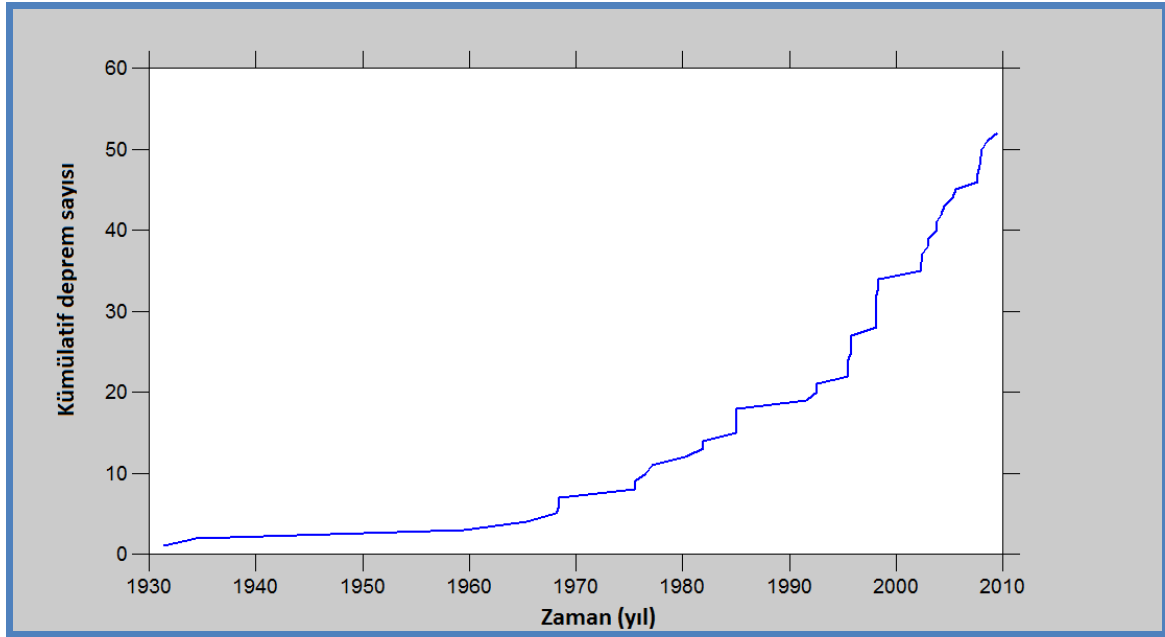


Şekil 4.354. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

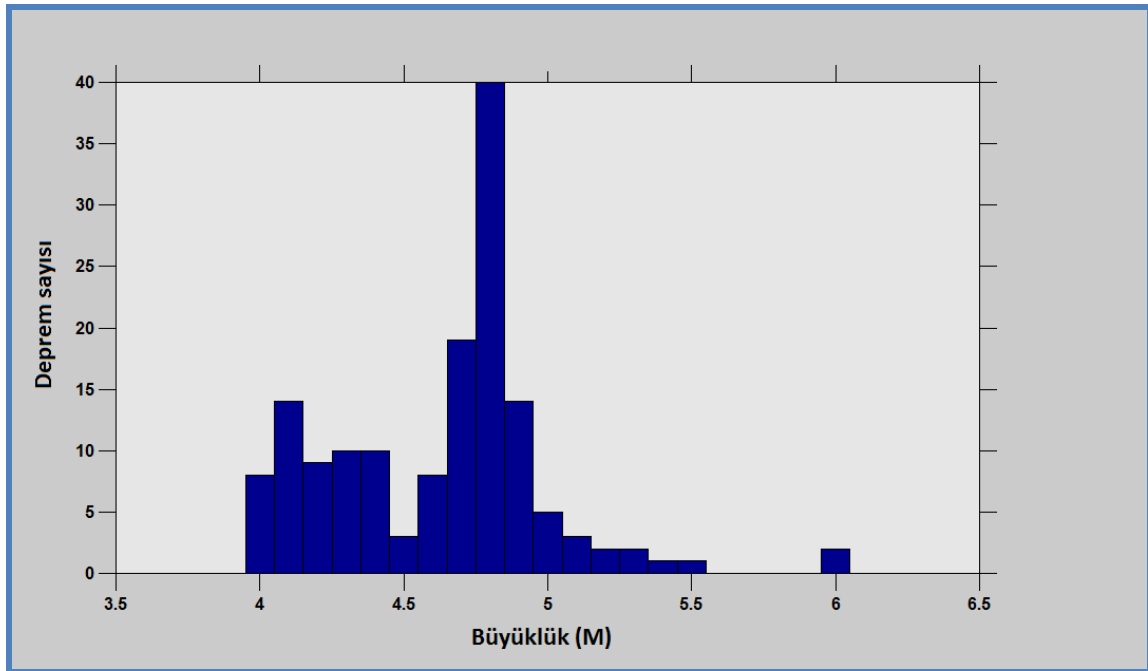
4.3.6. A6-Kur deprem kaynak zonu analizleri



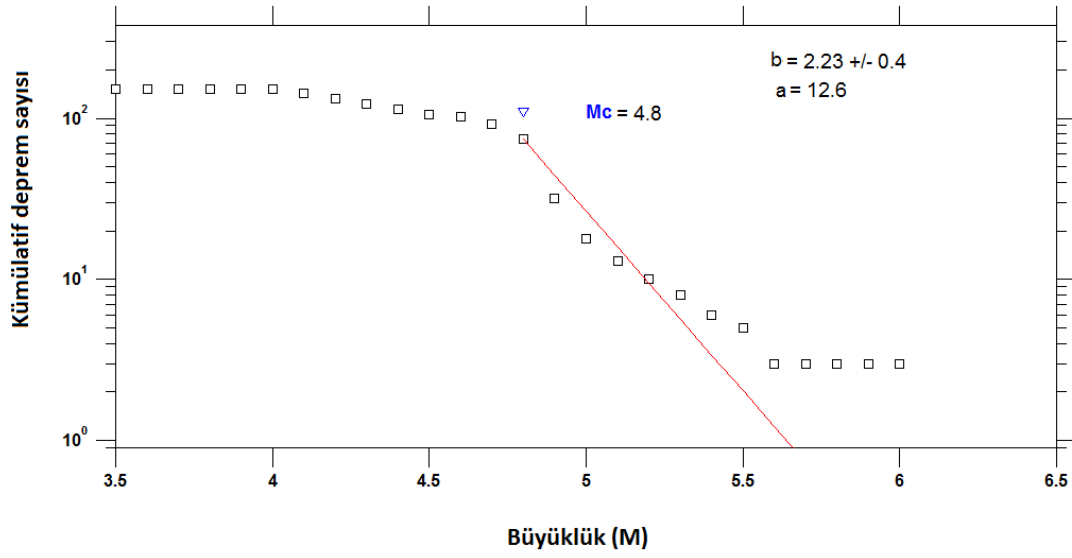
Şekil 4.355. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan kareyaj ağı



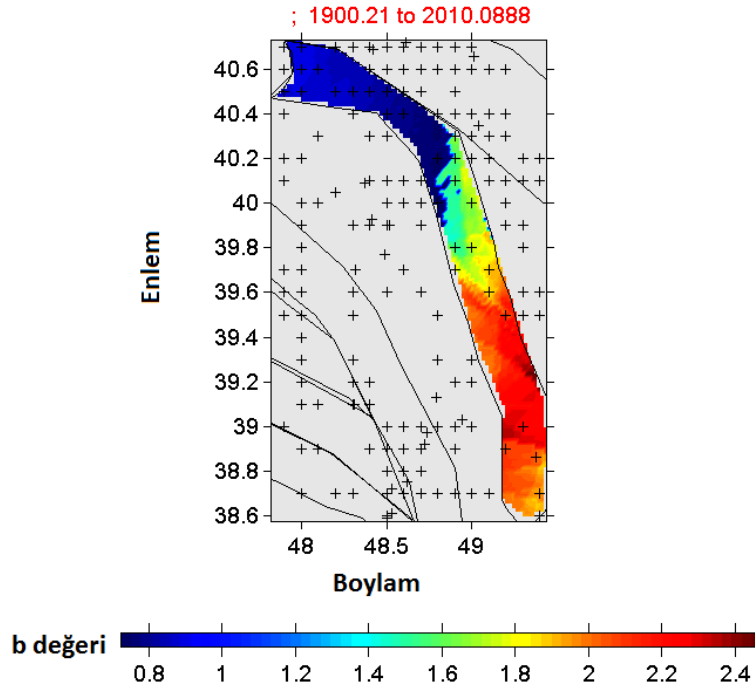
Şekil 4.356. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



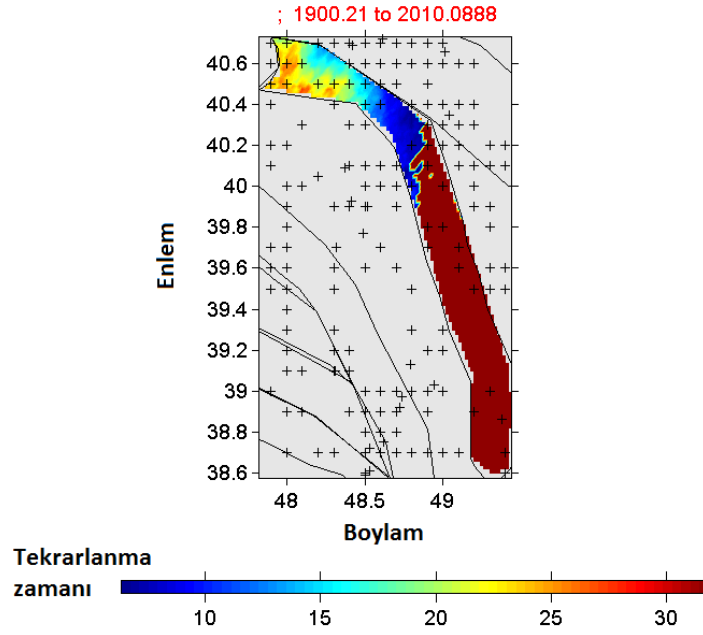
Şekil 4.357. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.358. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkidenden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

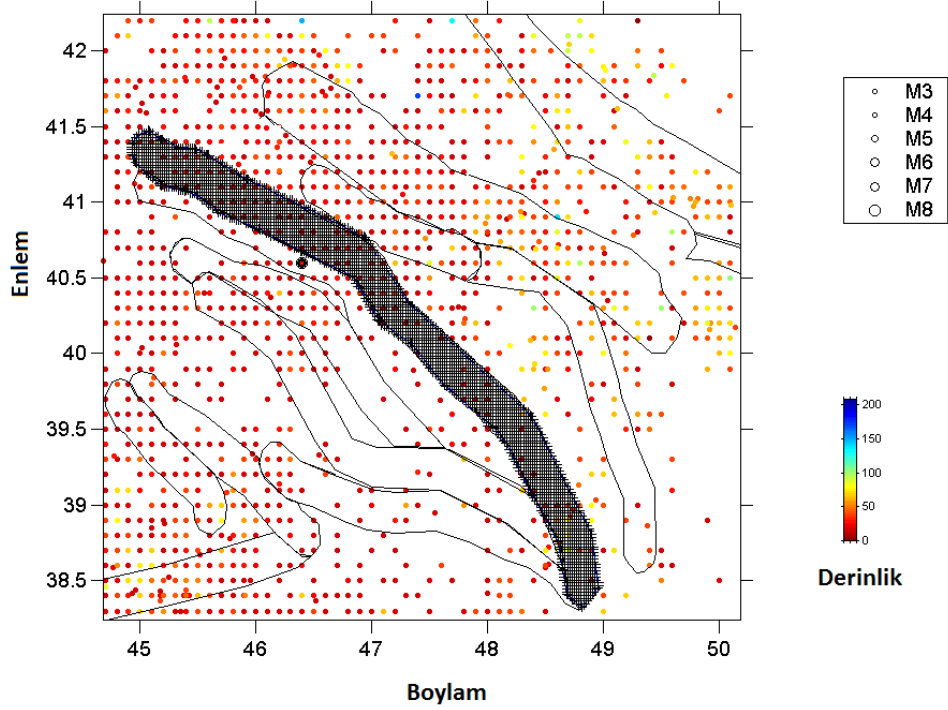


Şekil 4.359. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

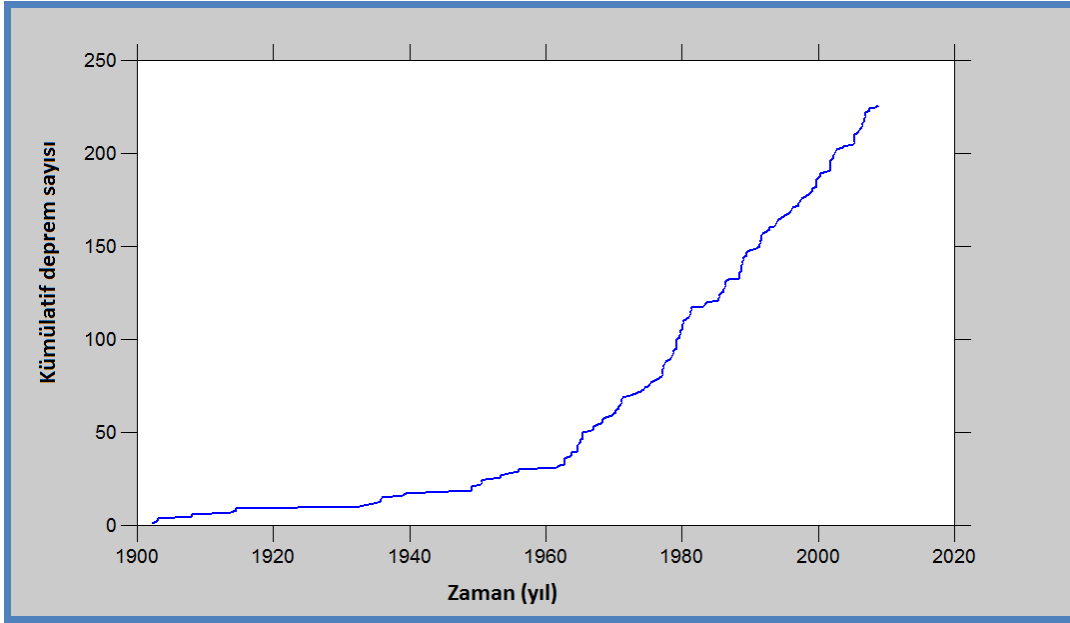


Şekil 4.360. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

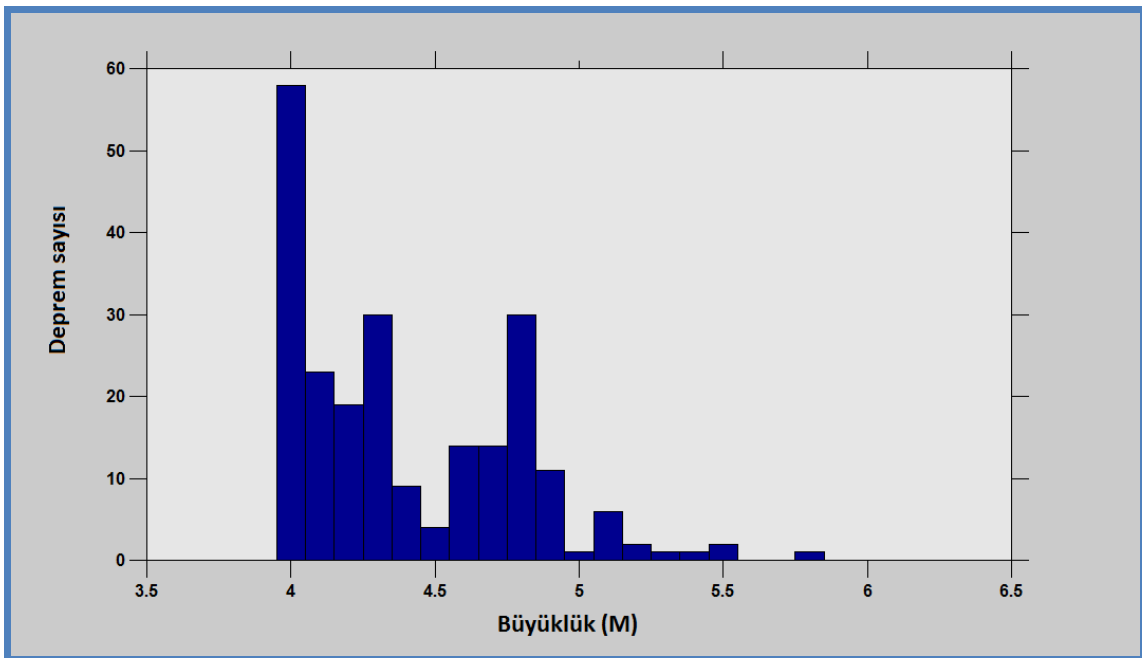
4.3.7. A7- Güney Kur-Ante Talish deprem kaynak zonu analizleri



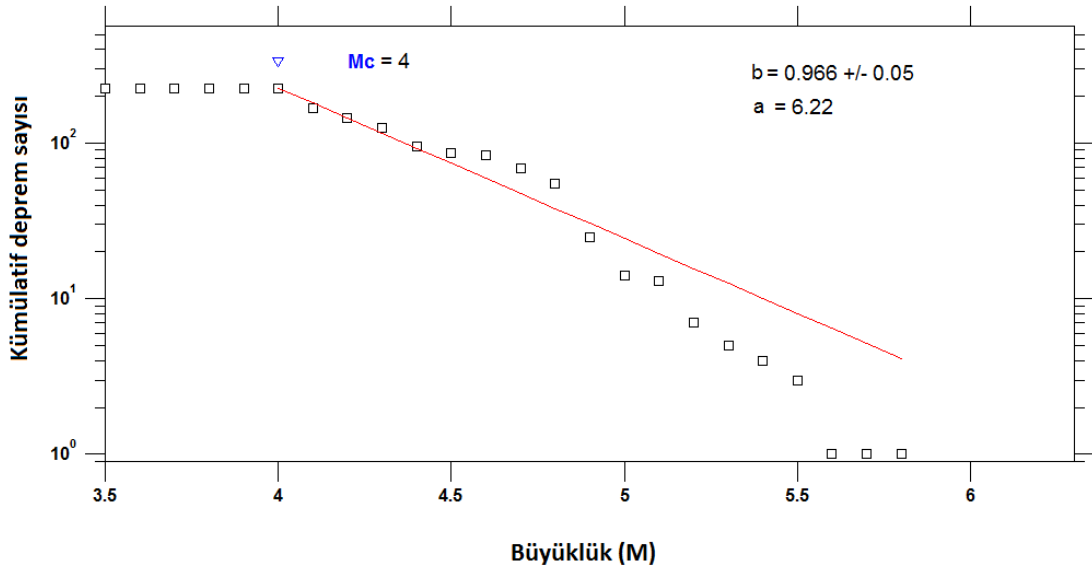
Şekil 4.361. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelej ağı



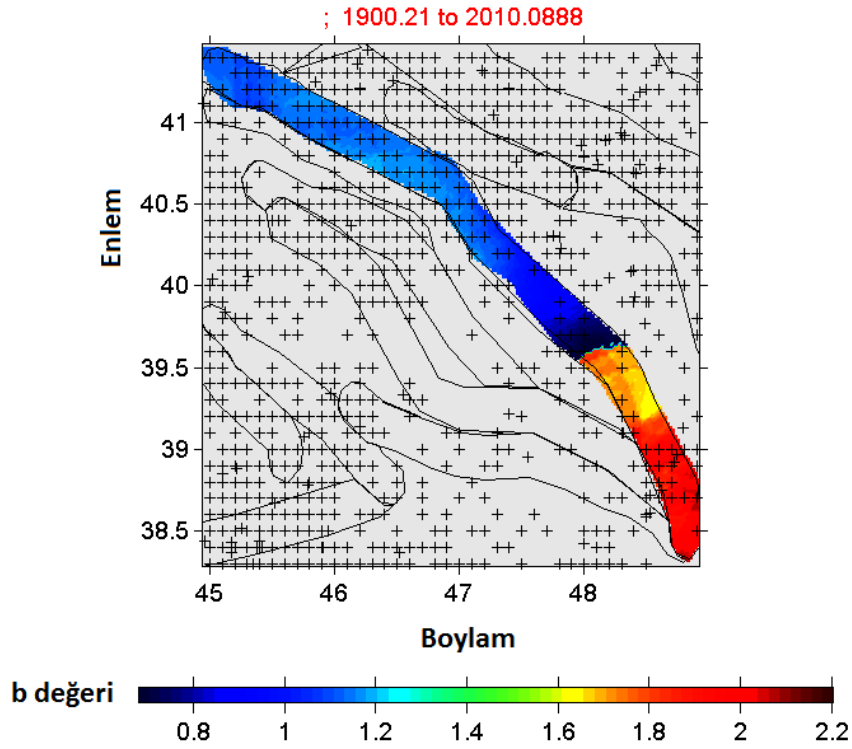
Şekil 4.362. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



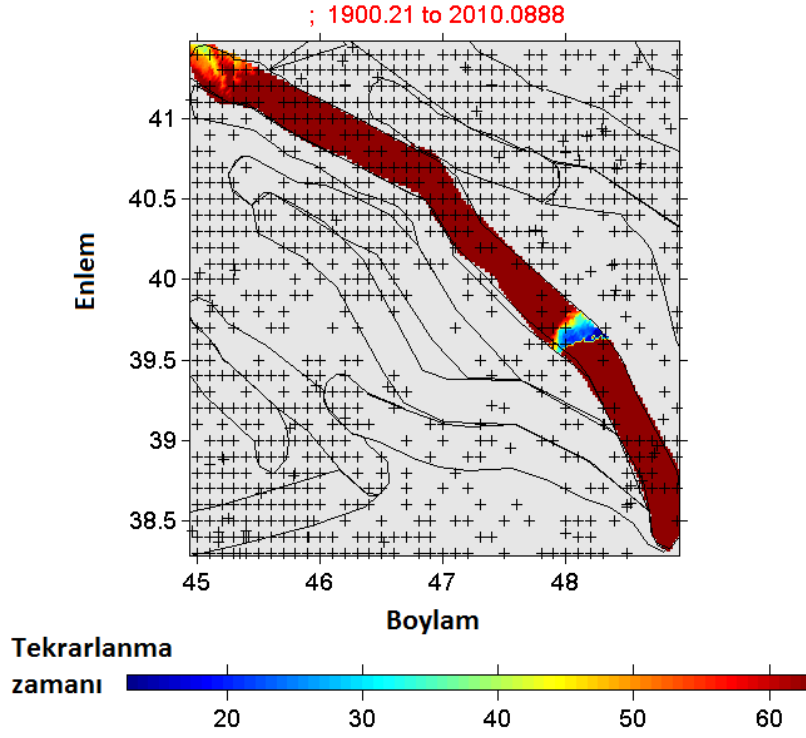
Şekil 4.363. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.364. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

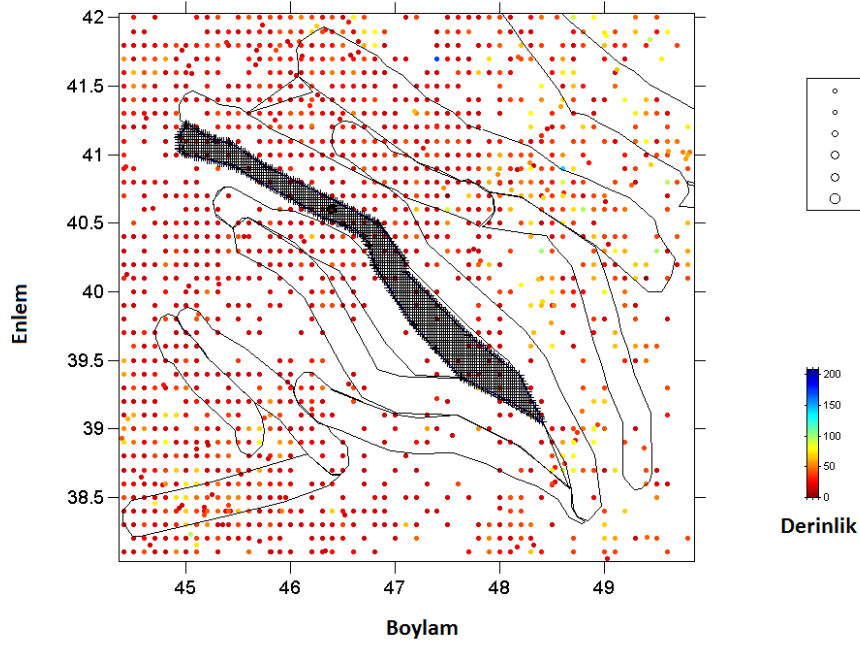


Şekil 4.365. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

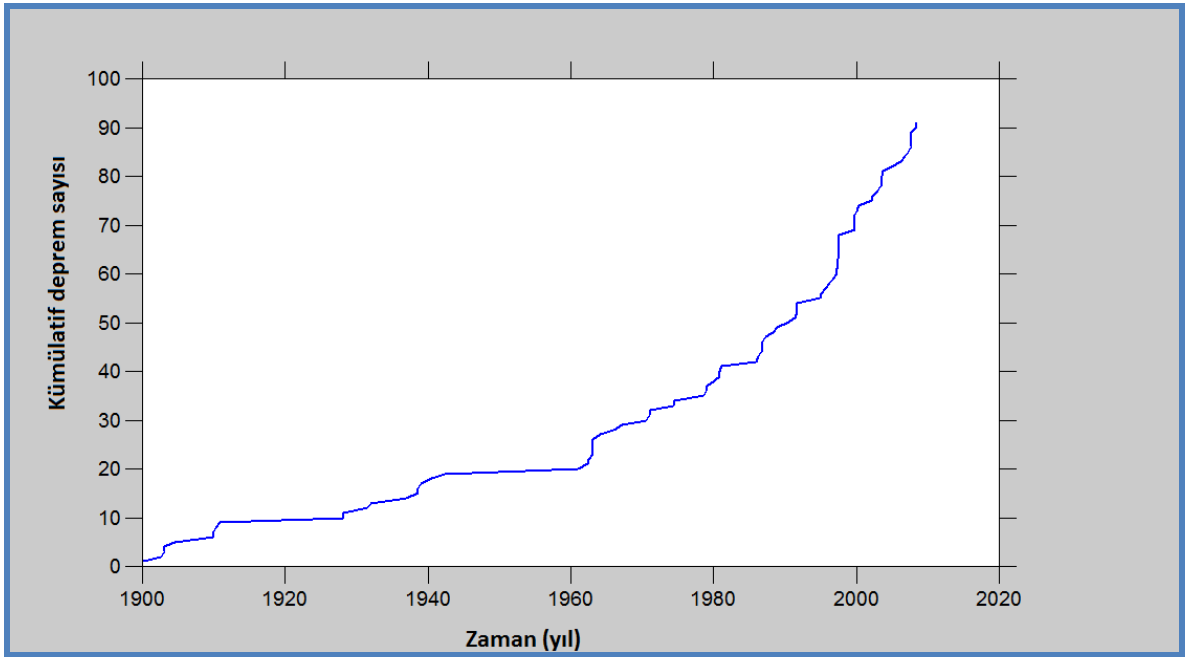


Şekil 4.366. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

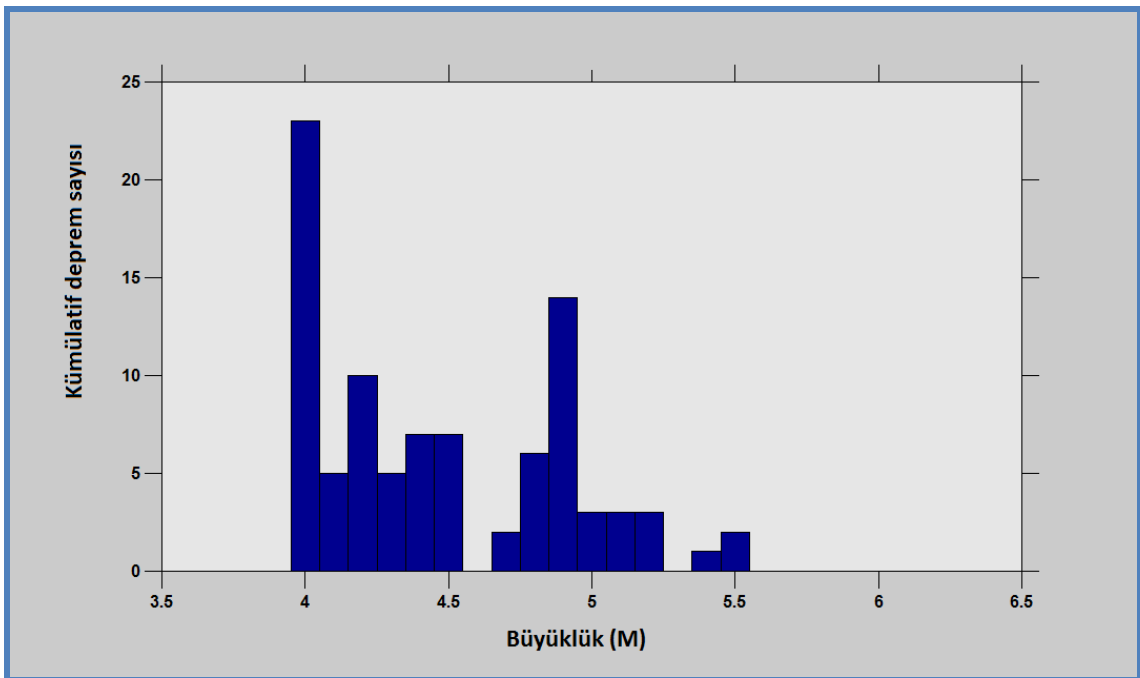
4.3.8. A8- Küçük Kafkaslar deprem kaynak zonu analizleri



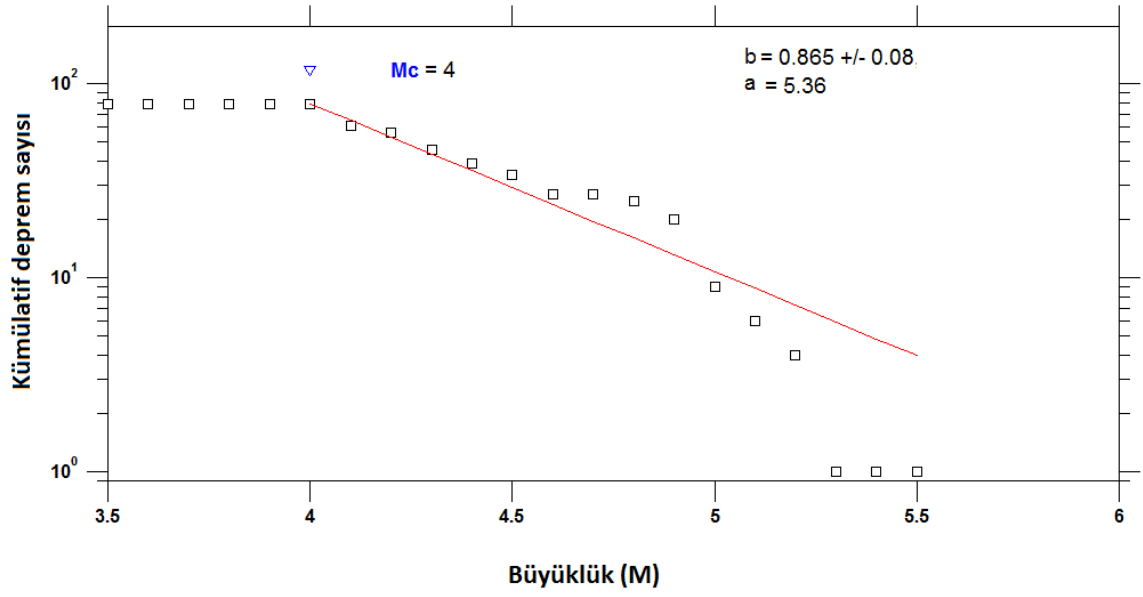
Şekil 4.367. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan kareyaj ağı.



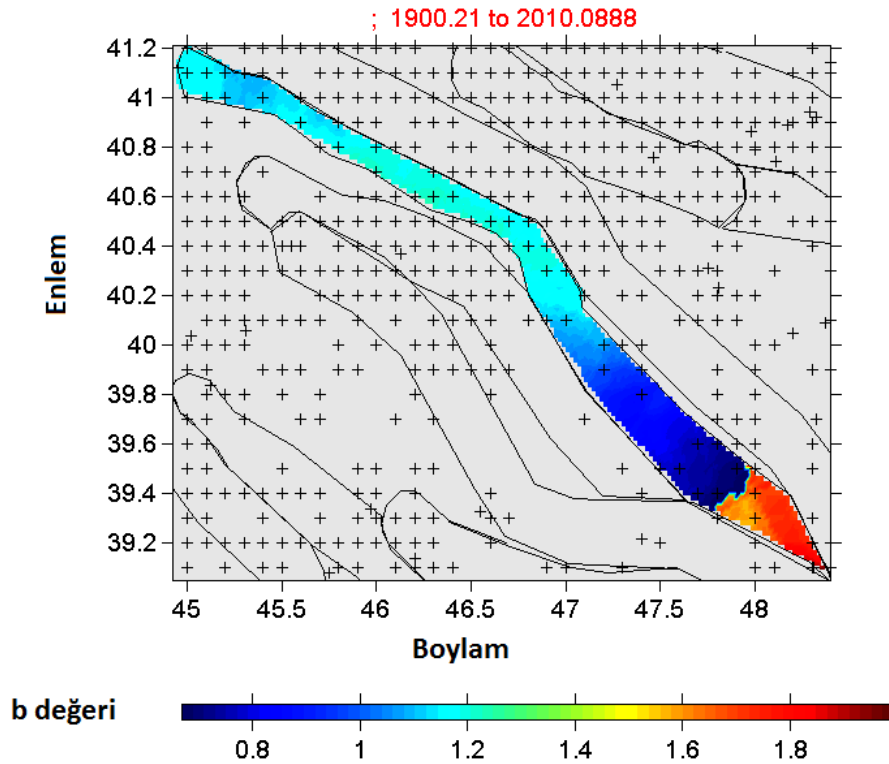
Şekil 4.368. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



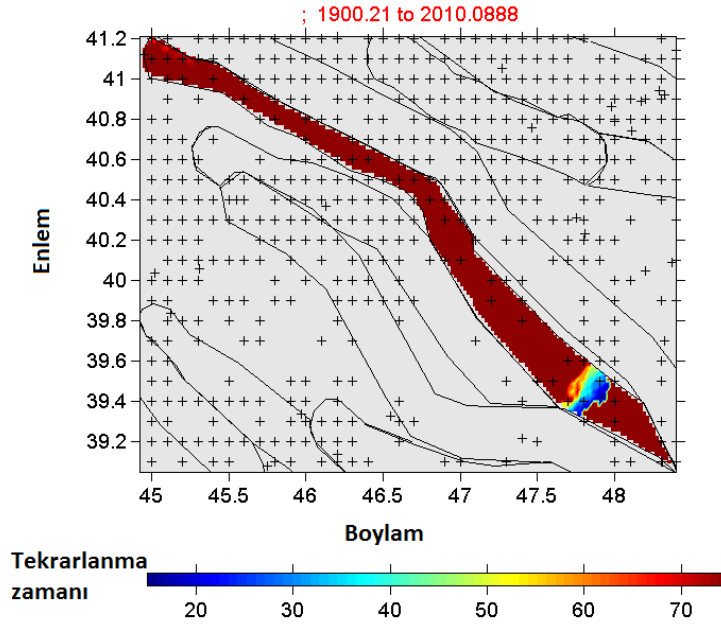
Şekil 4.369. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.370. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkinden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

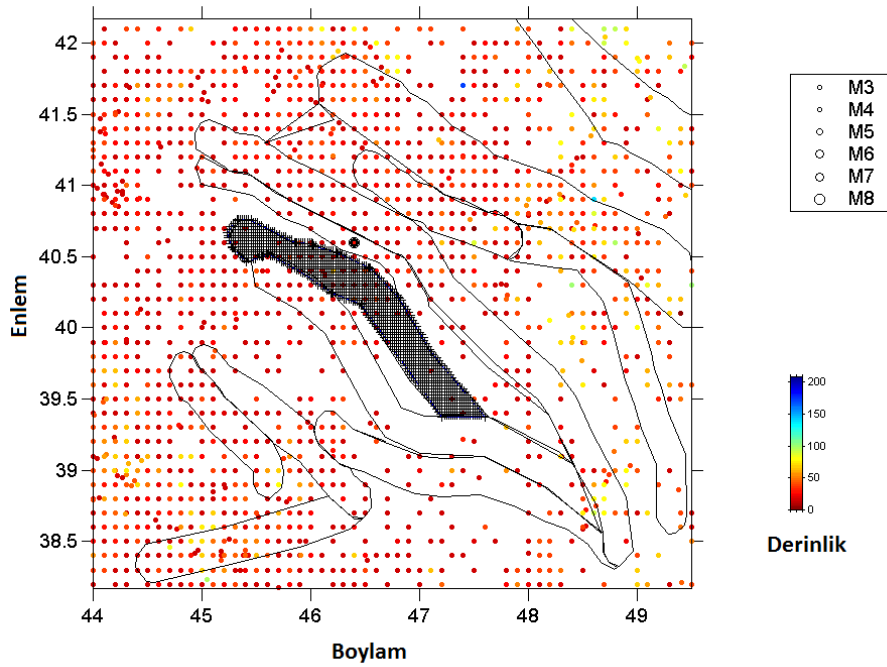


Şekil 4.371. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

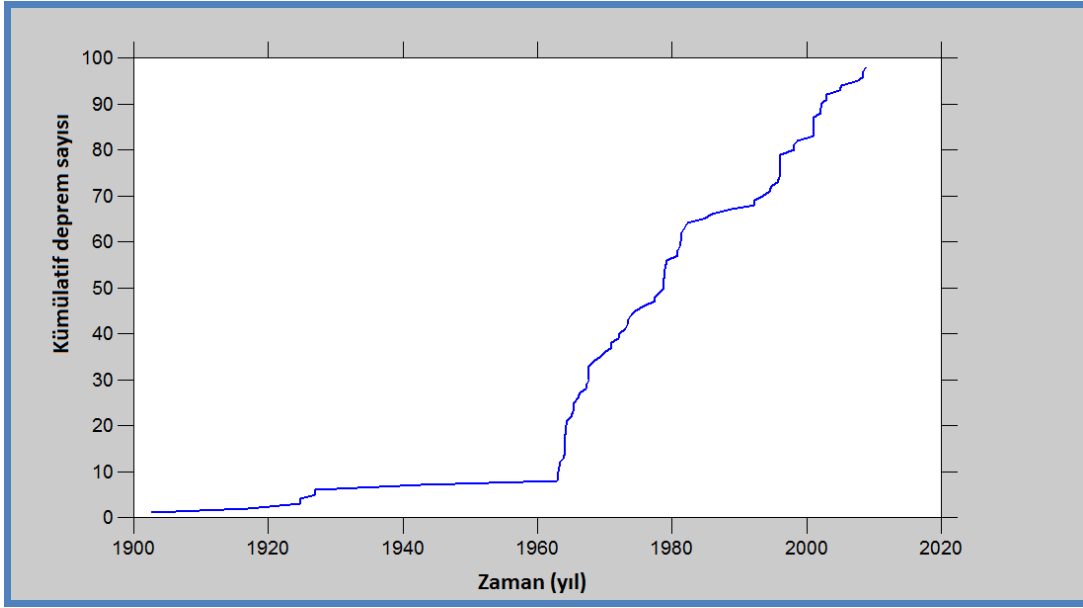


Şekil 4.372. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

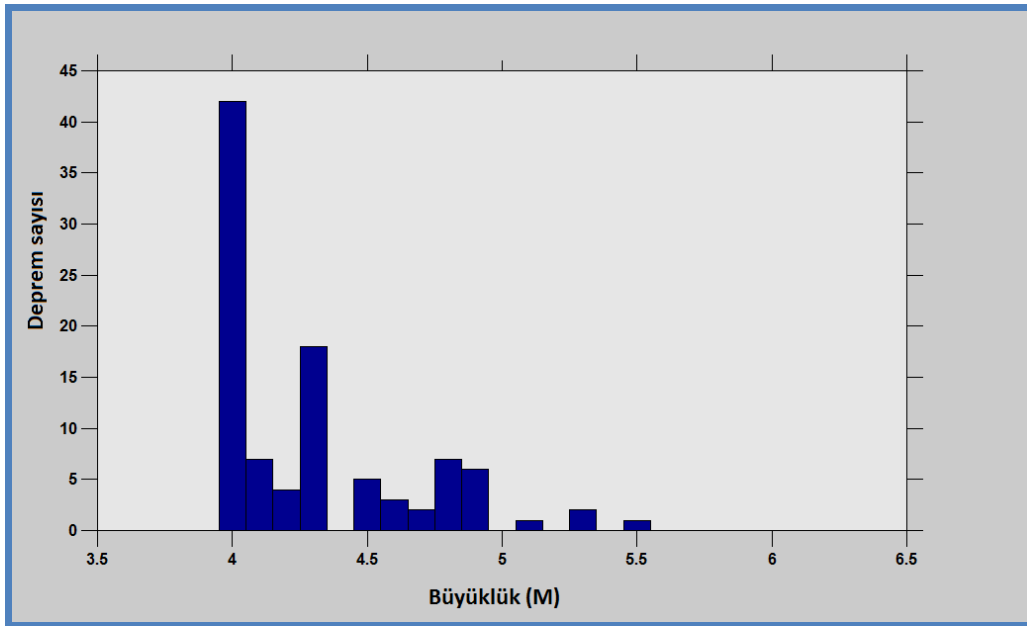
4.3.9. A9-Chaldash-Gamisdagh deprem kaynak zonu analizleri



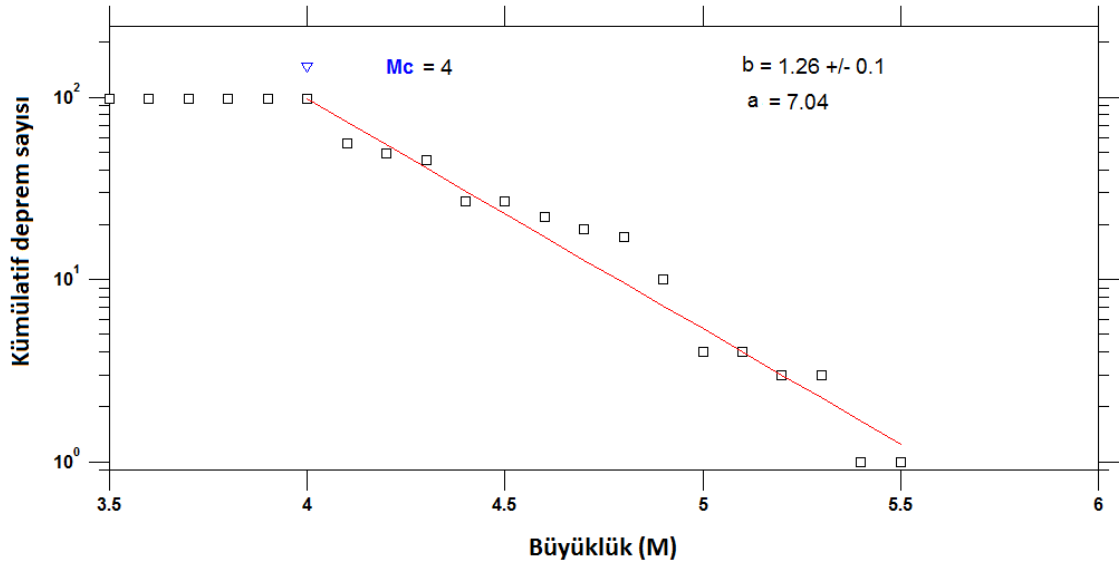
Şekil 4.373. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelej ağı



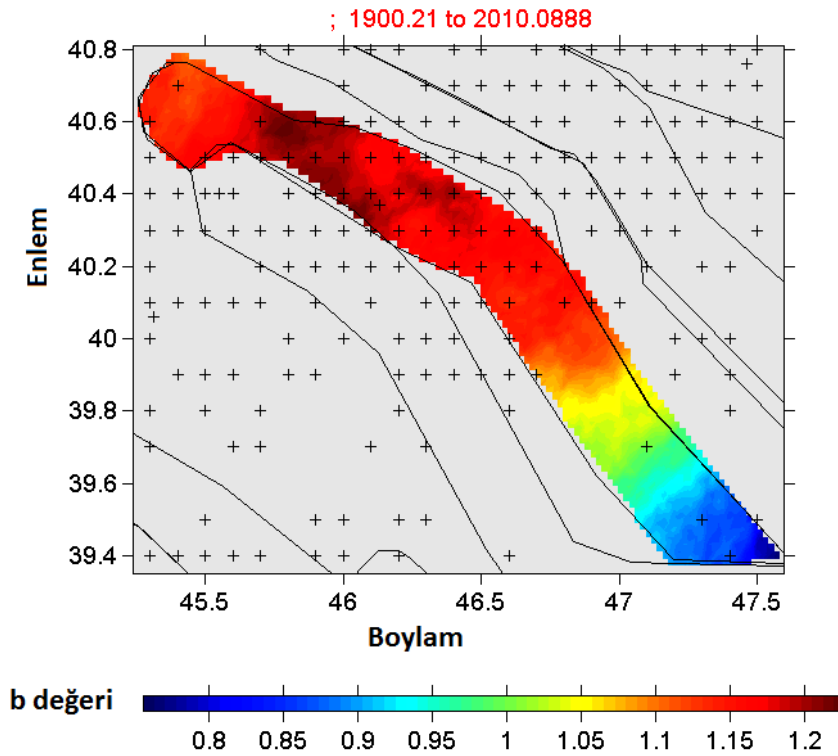
Şekil 4.374. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



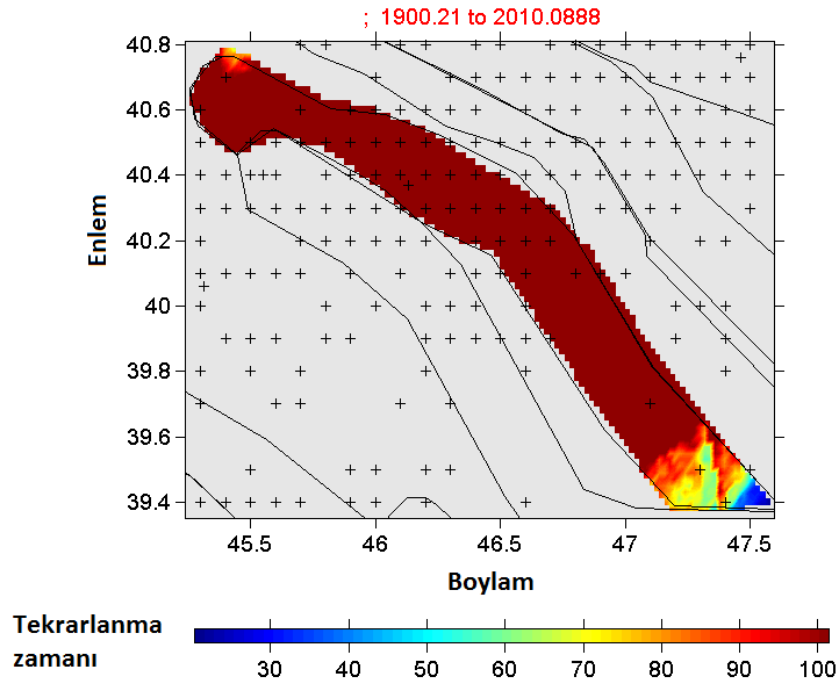
Şekil 4.375. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.376. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

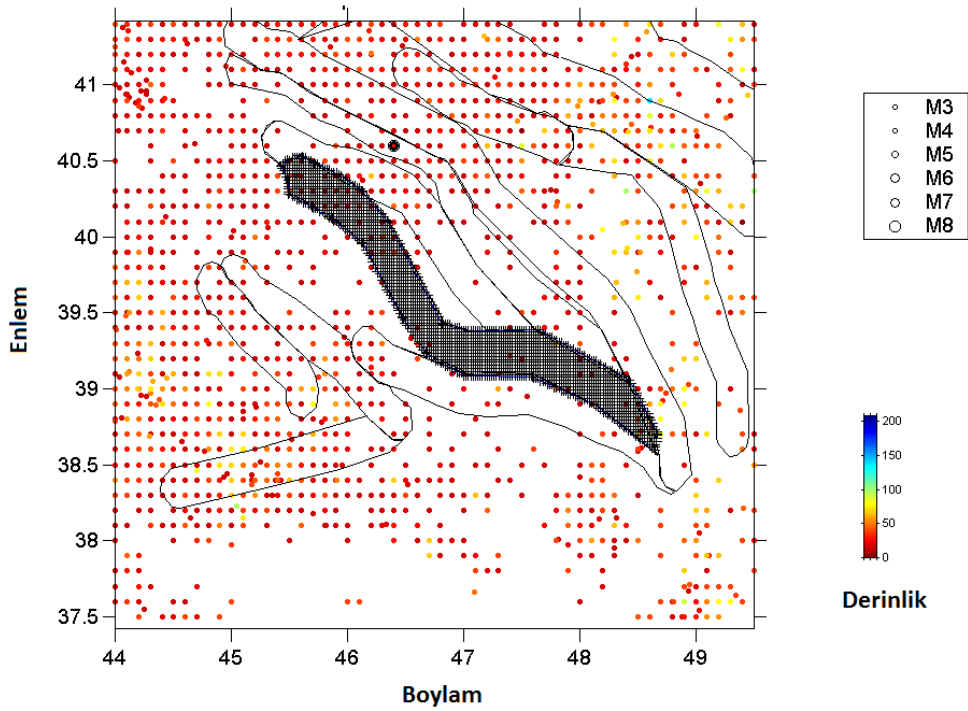


Şekil 4.377. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

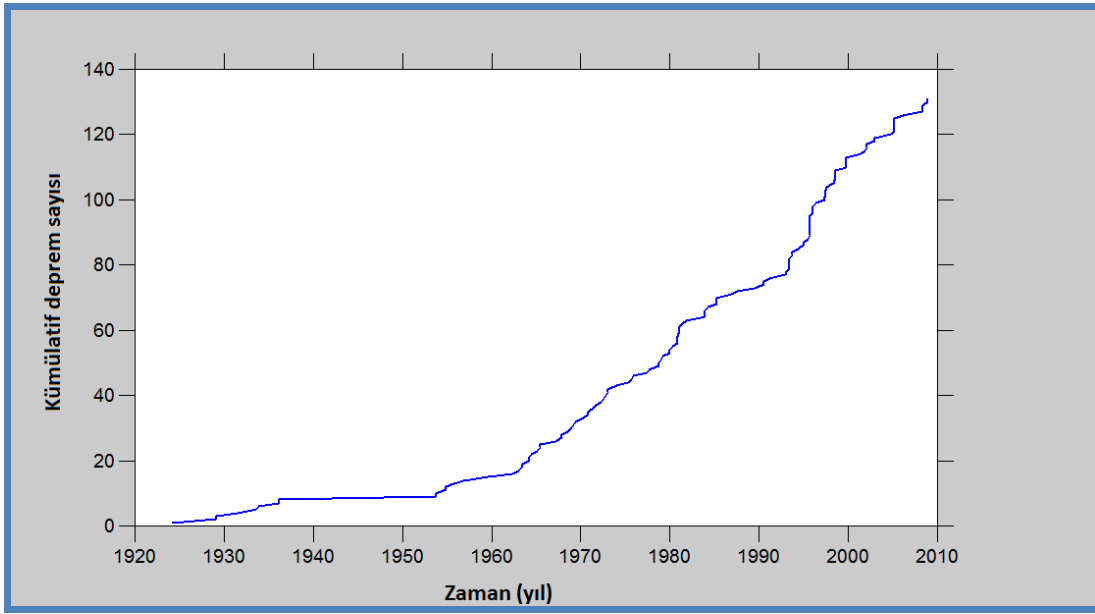


Şekil 4.378. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

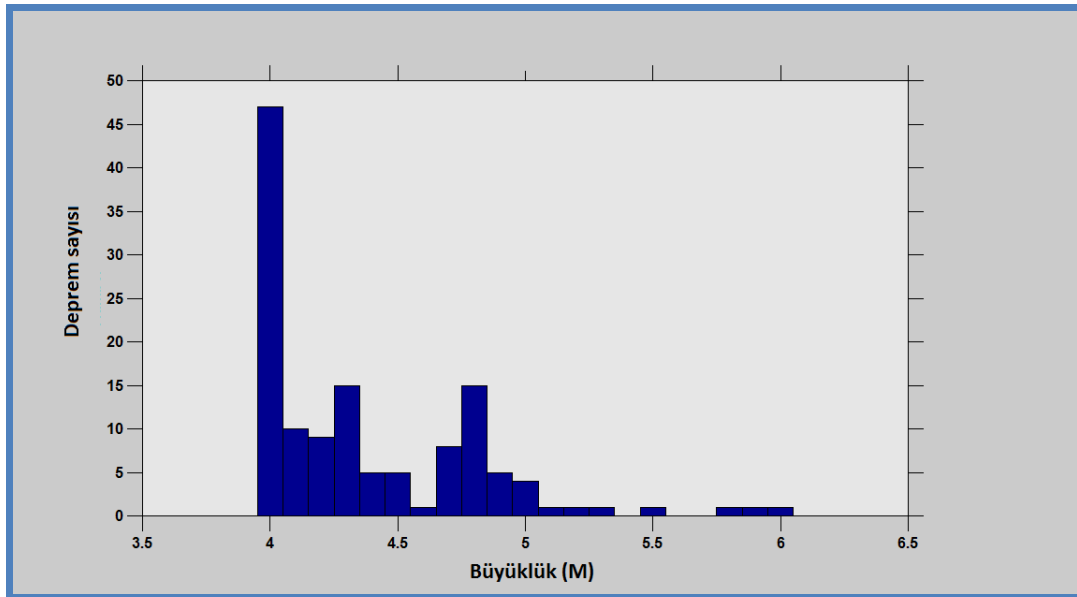
4.3.10. A10- Kalbajar-Jabrayil deprem kaynak zonu analizleri



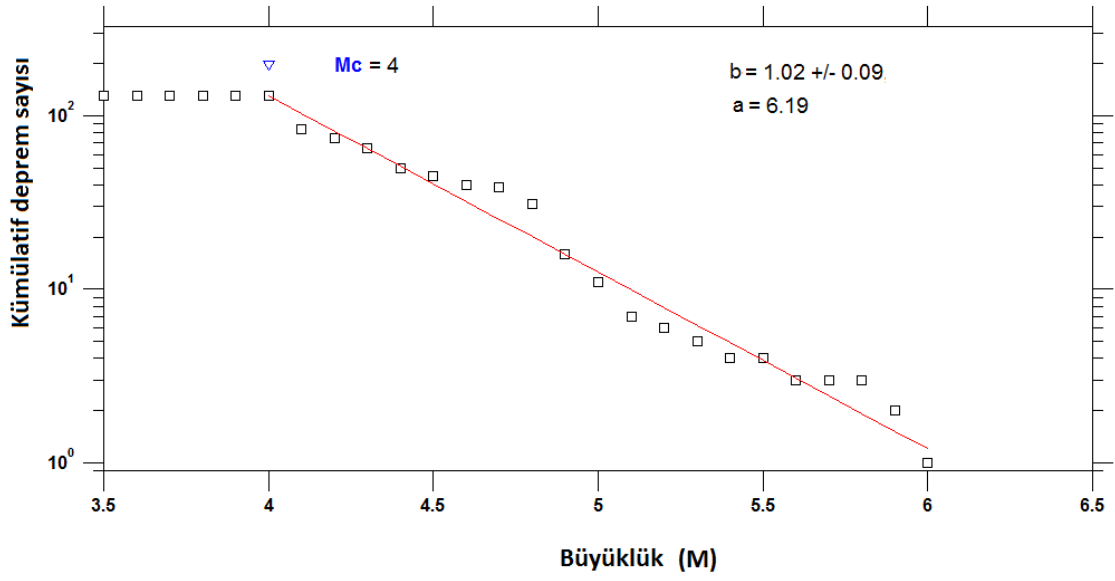
Şekil 4.379. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelej ağı



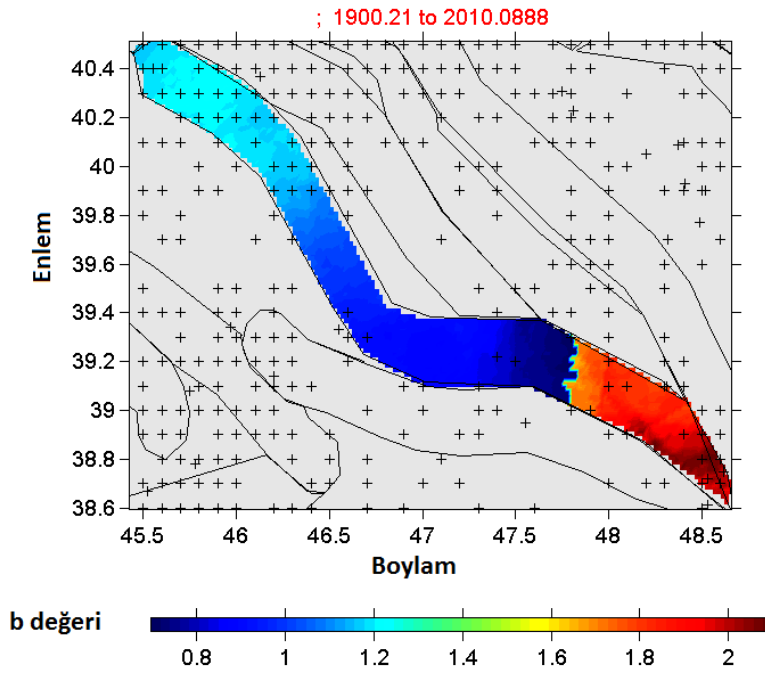
Şekil 4.380. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



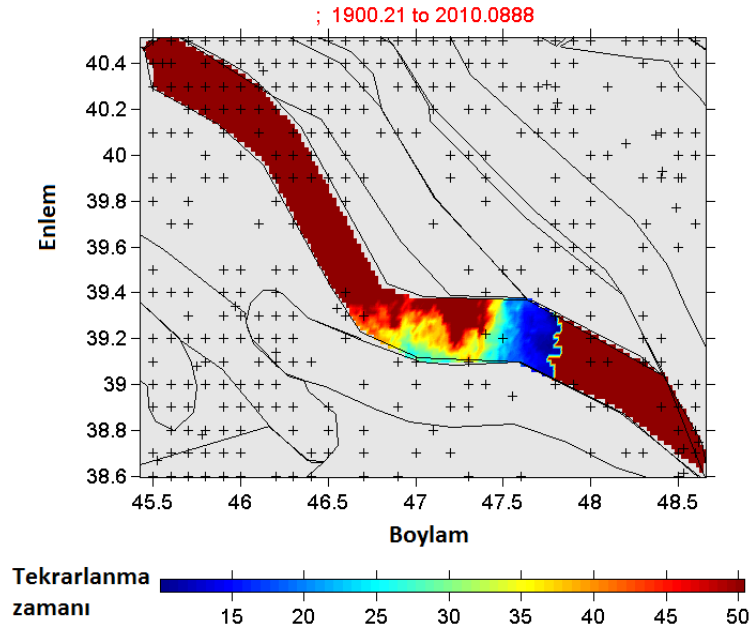
Şekil 4.381. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.382. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

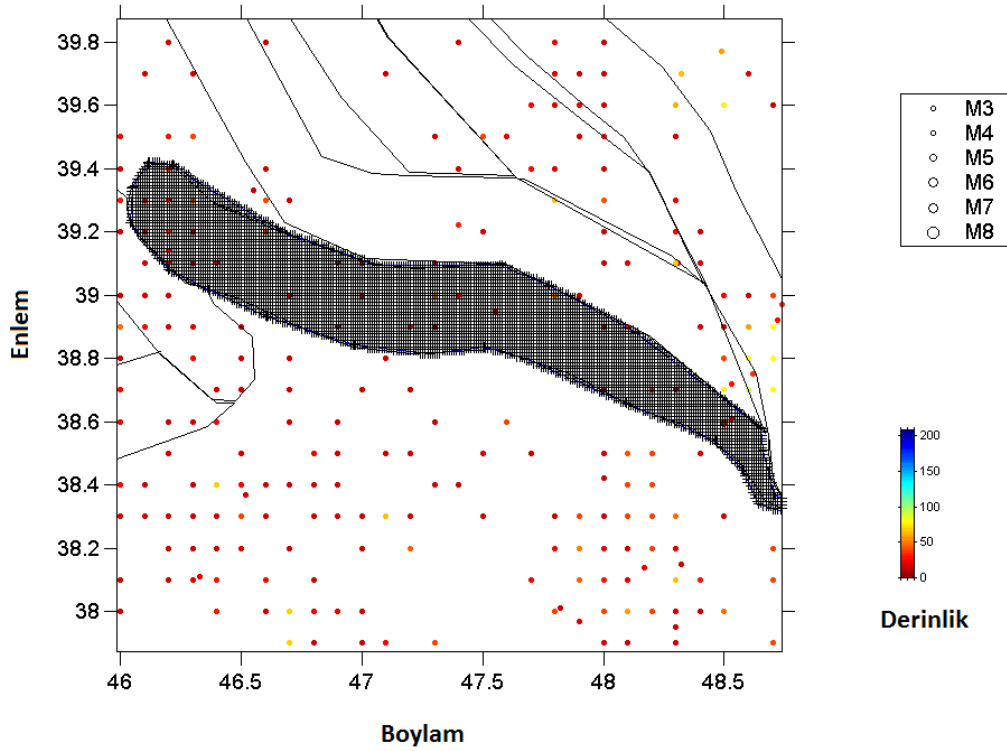


Şekil 4.383. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

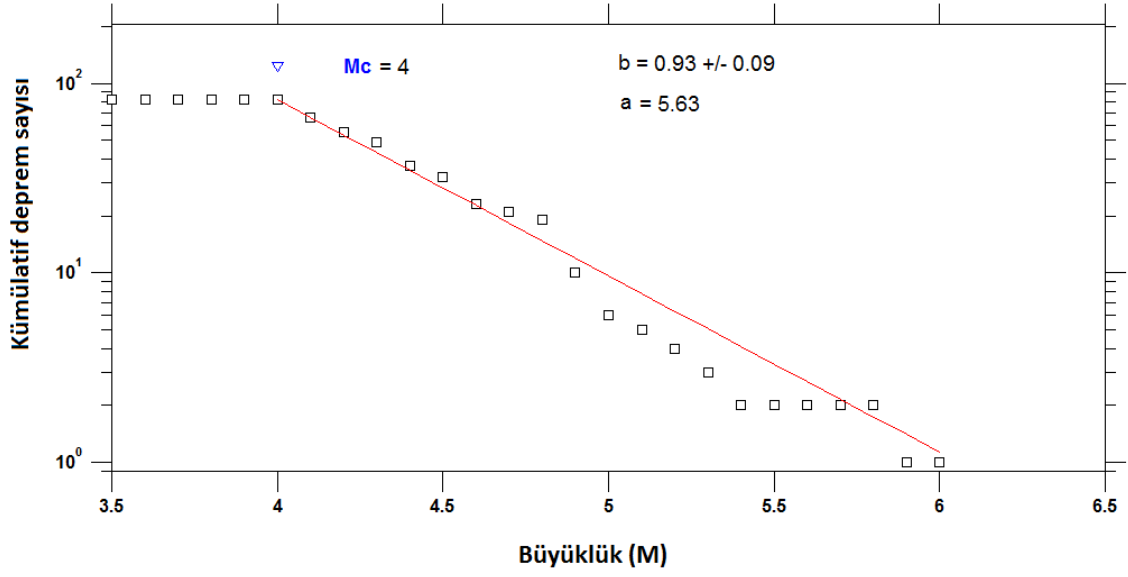


Şekil 4.384. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

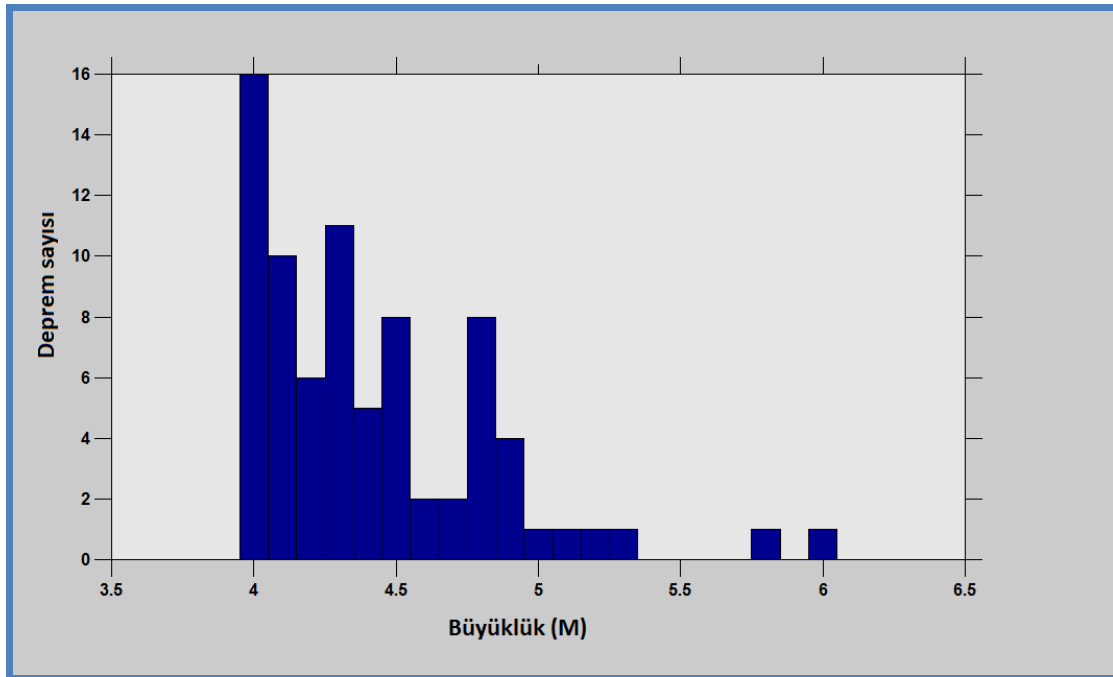
4.3.11. A11-Kafan- Komurkoydagh deprem kaynak zonu analizleri



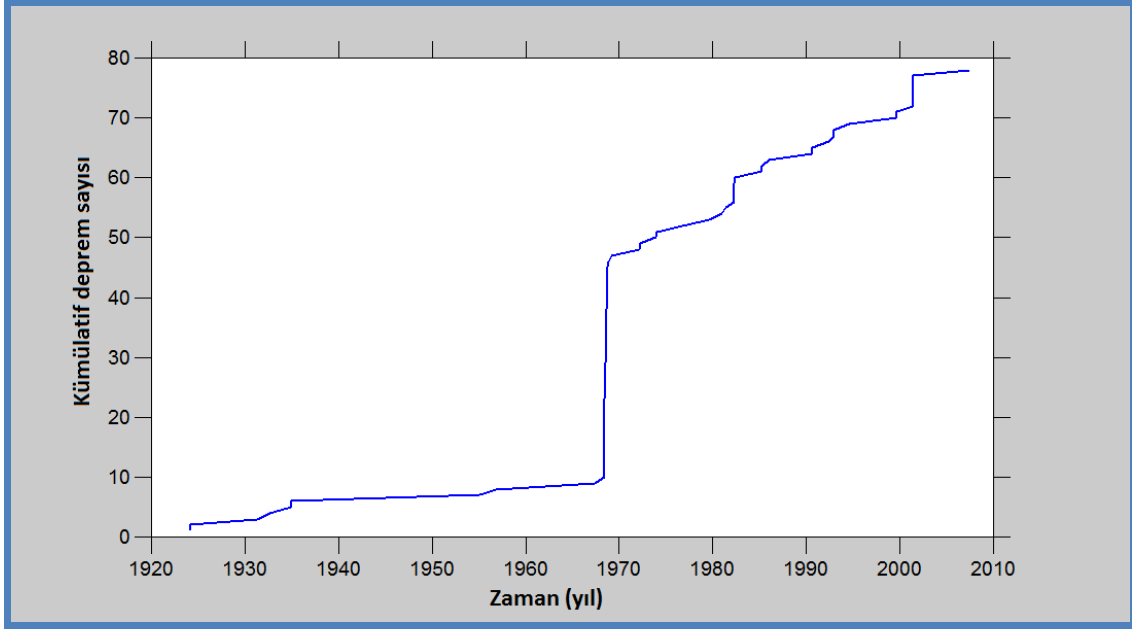
Şekil 4.385. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan kareyaj ağı



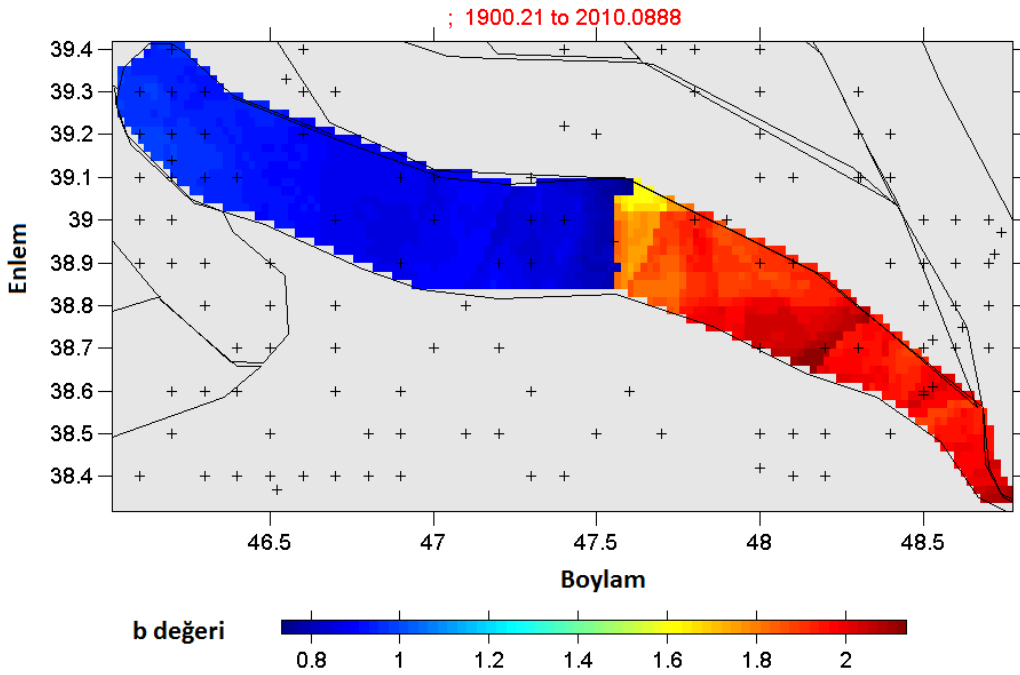
Şekil 4.386. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkidenden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc)



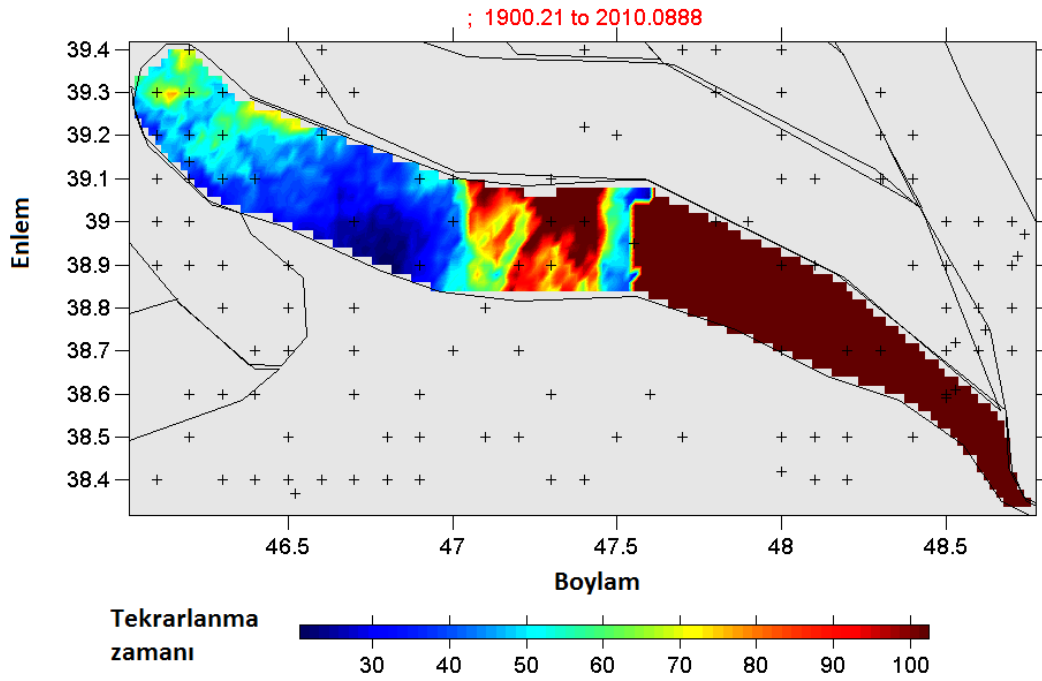
Şekil 4.387. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.388. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi

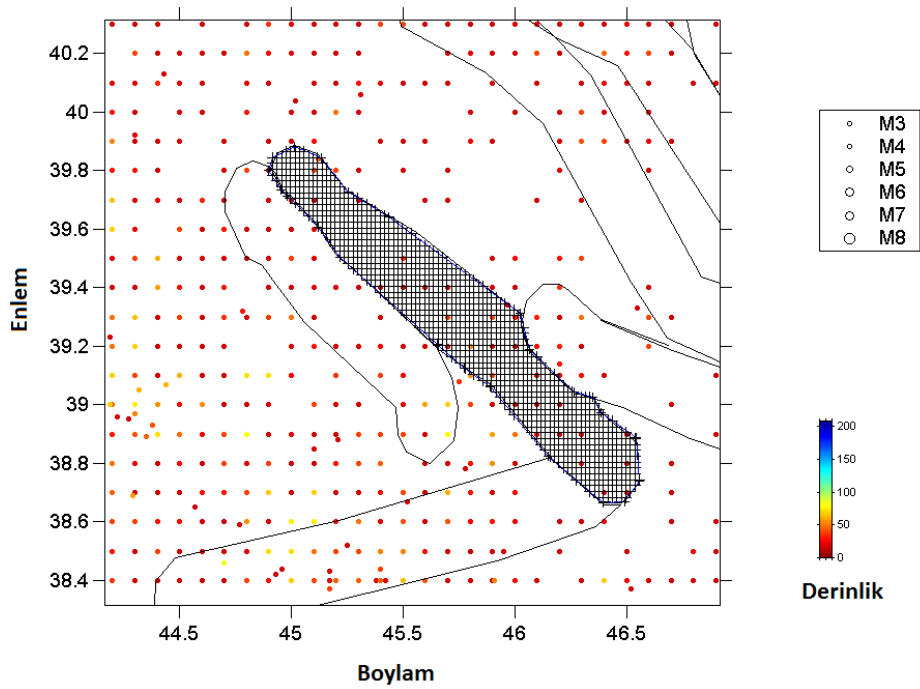


Şekil 4.389. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

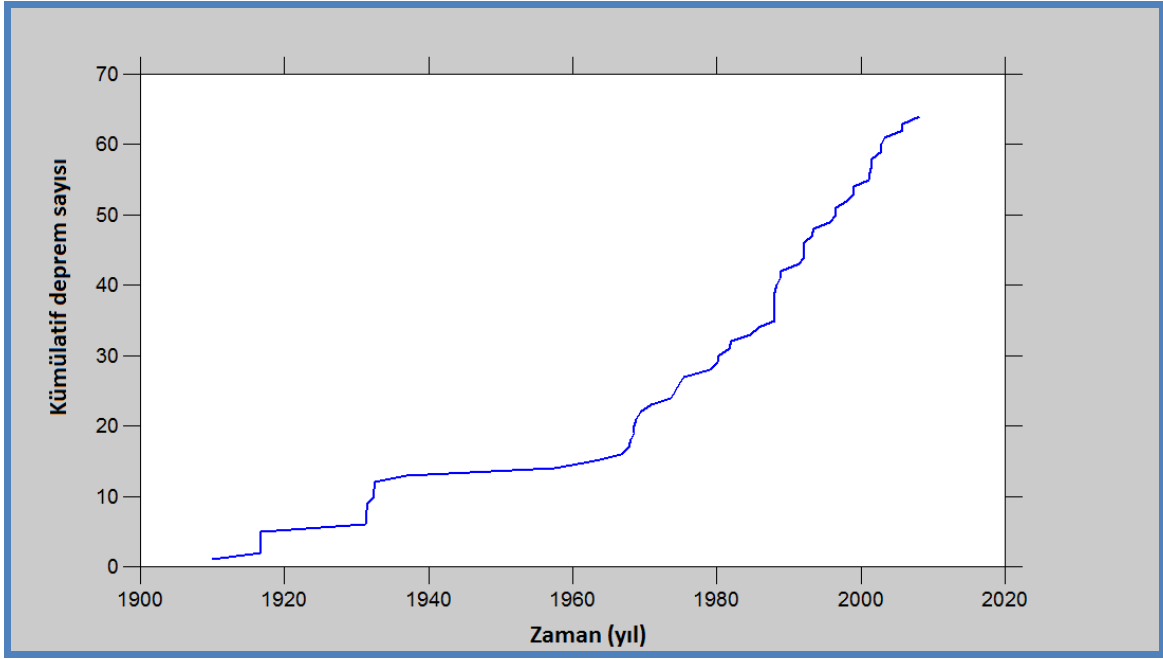


Şekil 4.390. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

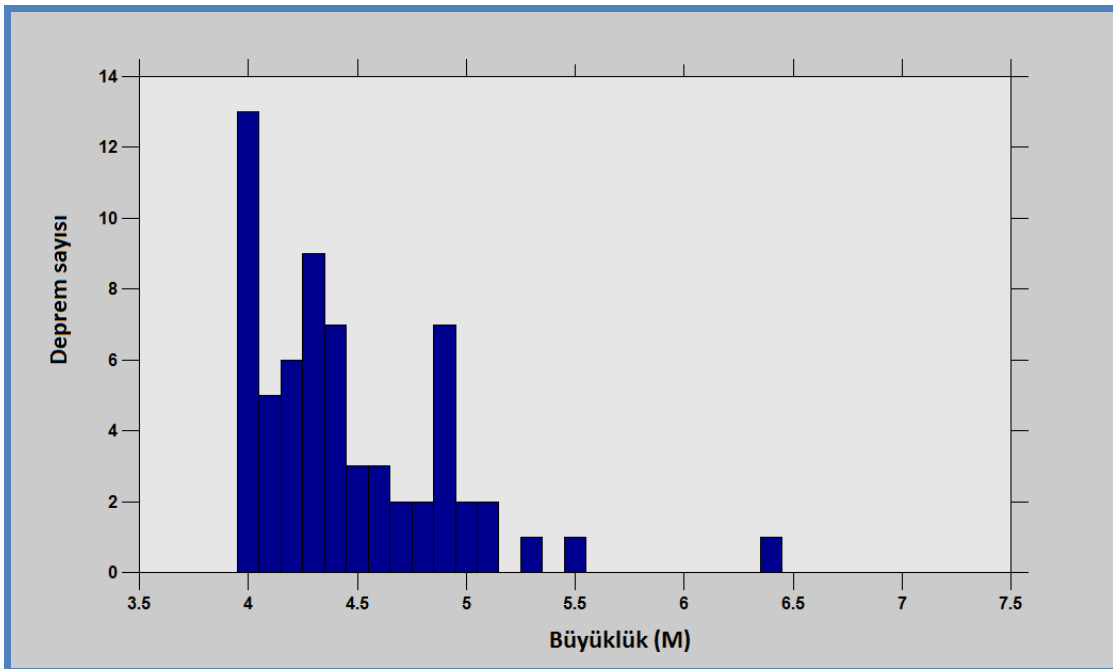
4.3.12. A12-Ardij-Mehri deprem kaynak zonu analizleri



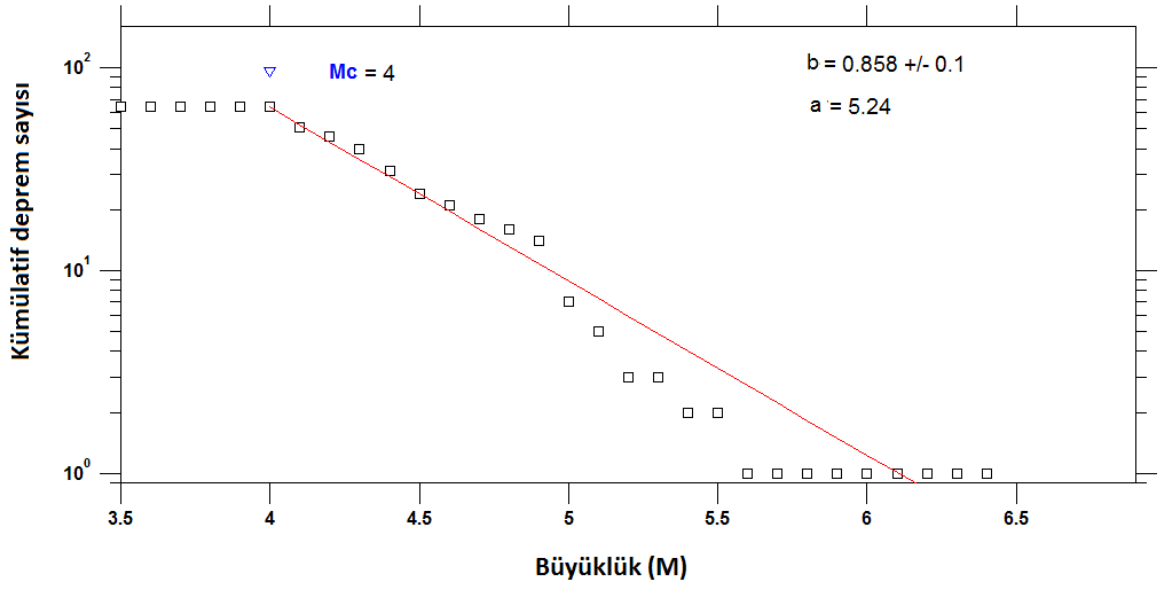
Şekil 4.391. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelej ağı



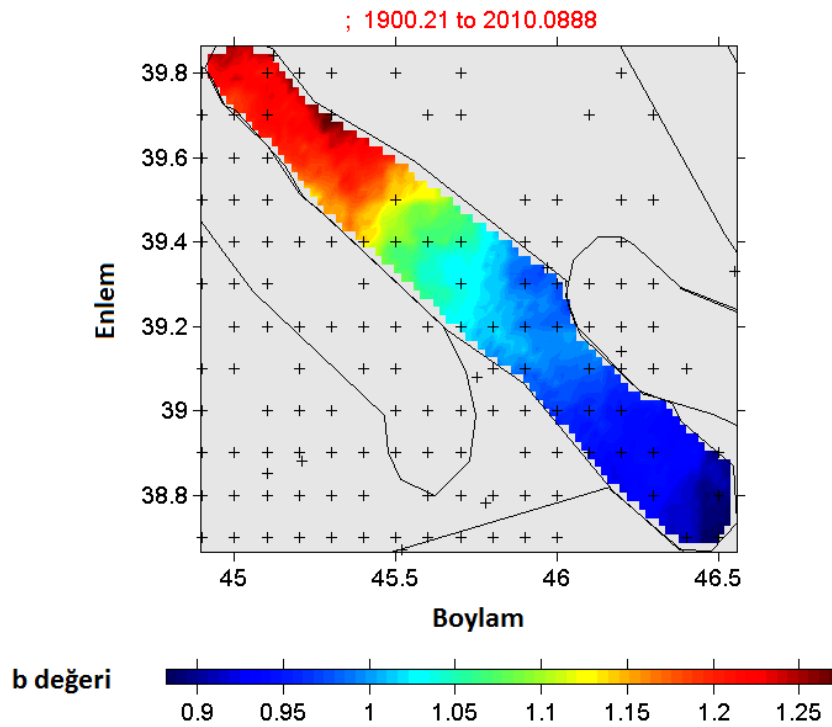
Şekil 4.392. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



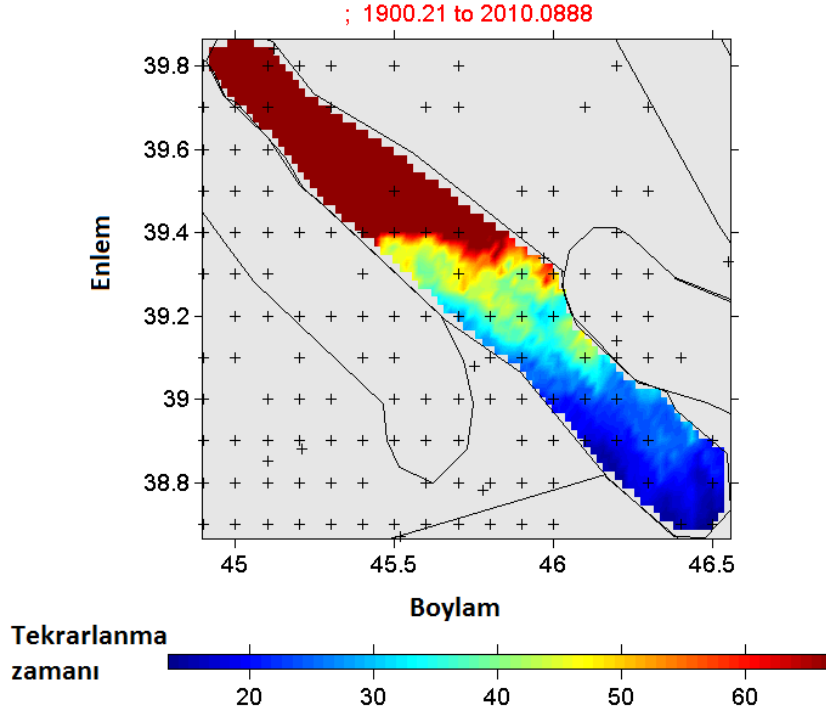
Şekil 4.393. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.394. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkidenden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

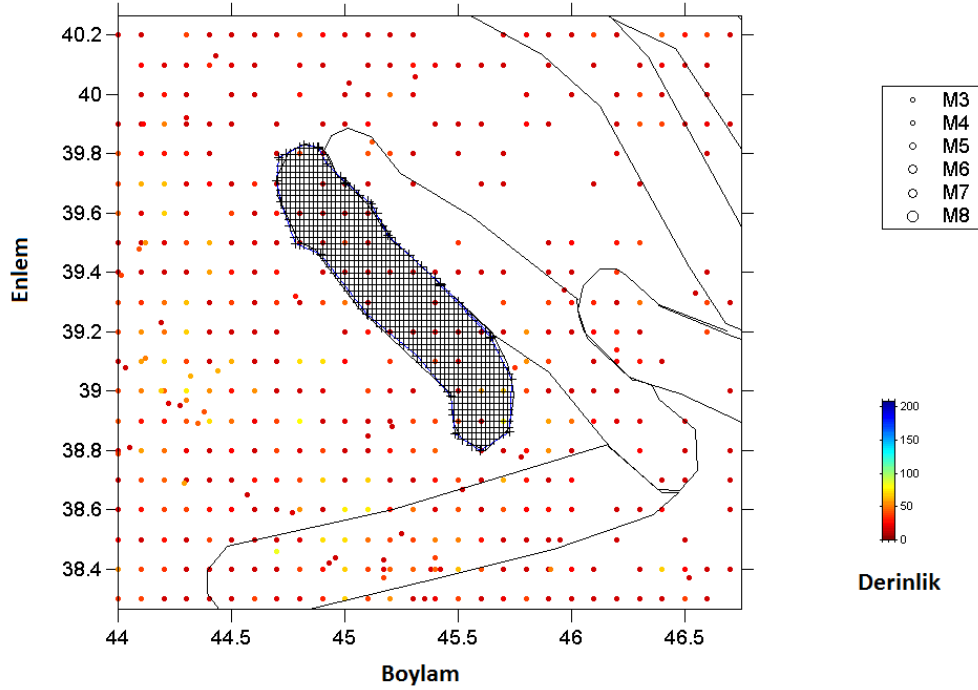


Şekil 4.395. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

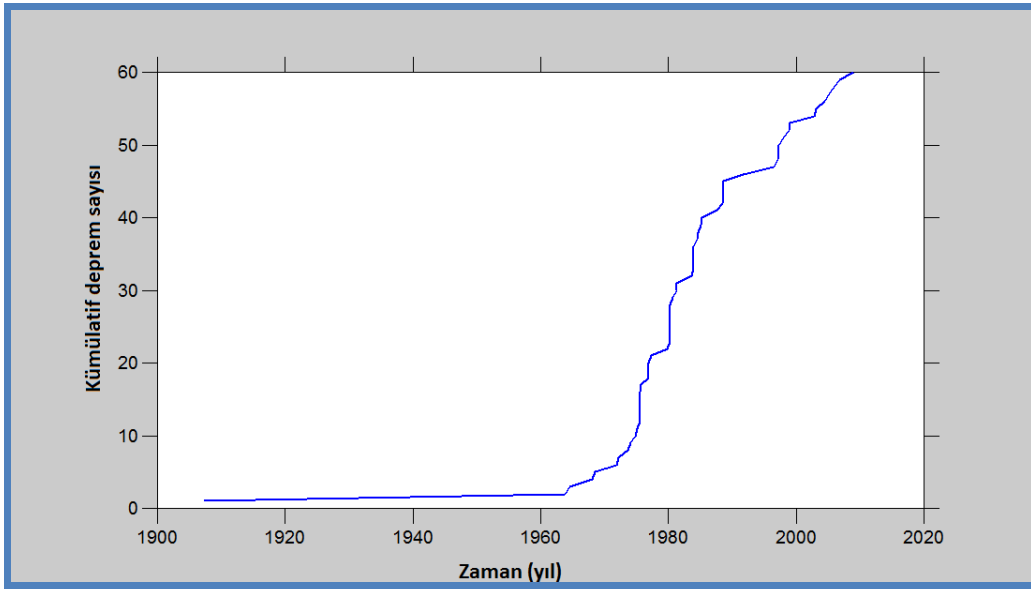


Şekil 4.396. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

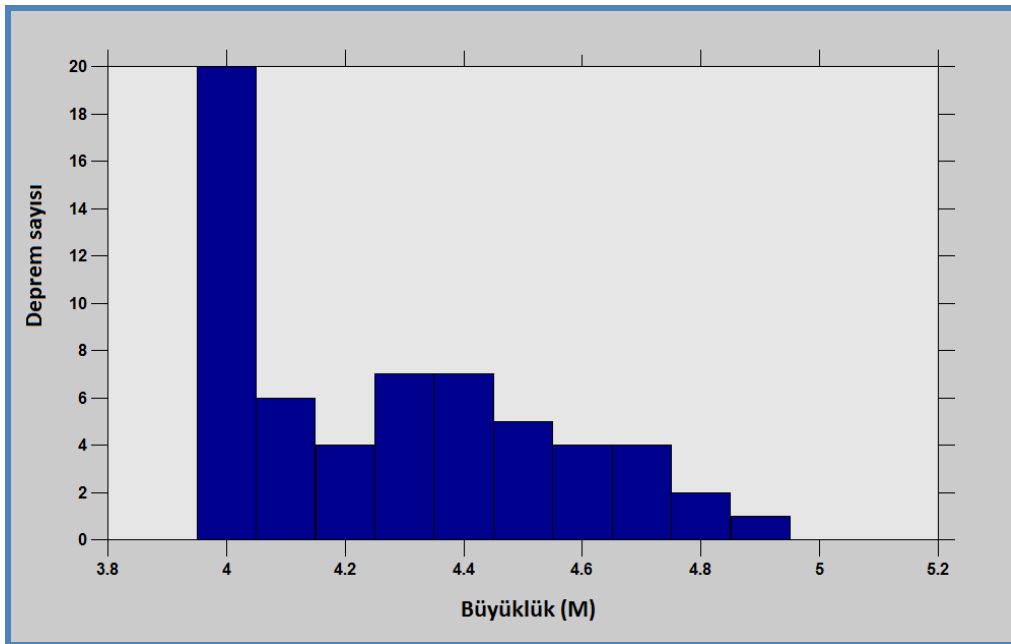
4.3.13. A13-Sharur-Ordubad deprem kaynak zonu analizleri



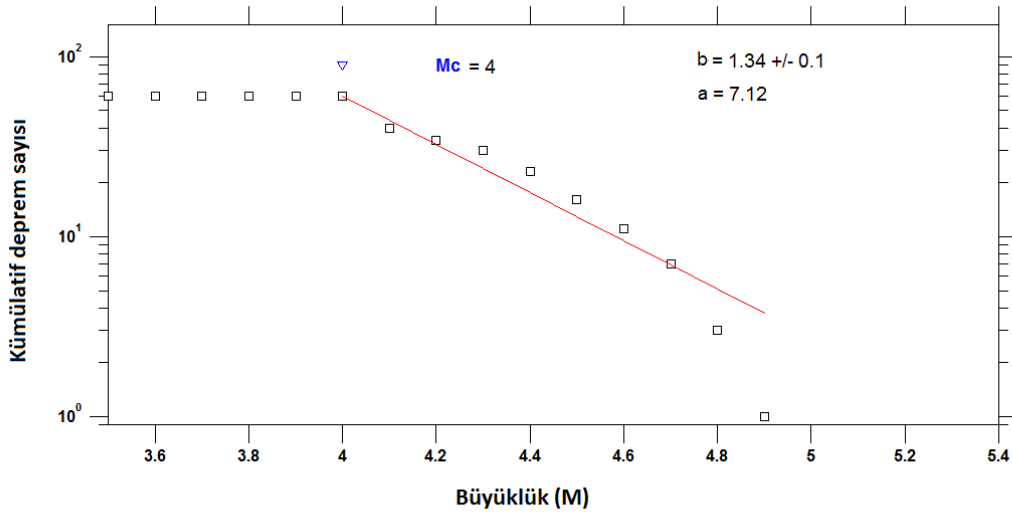
Şekil 4.397. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelej ağı



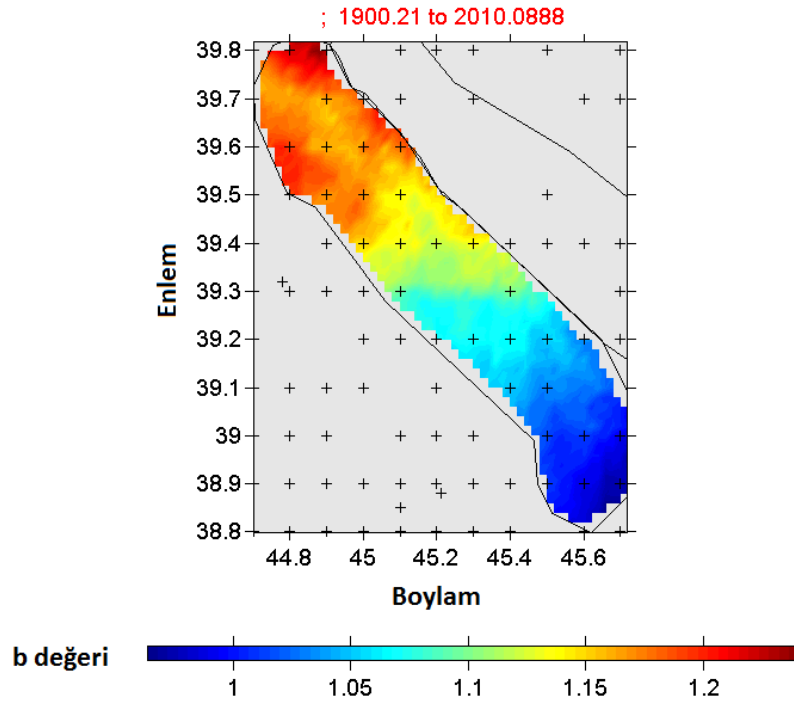
Şekil 4.398. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



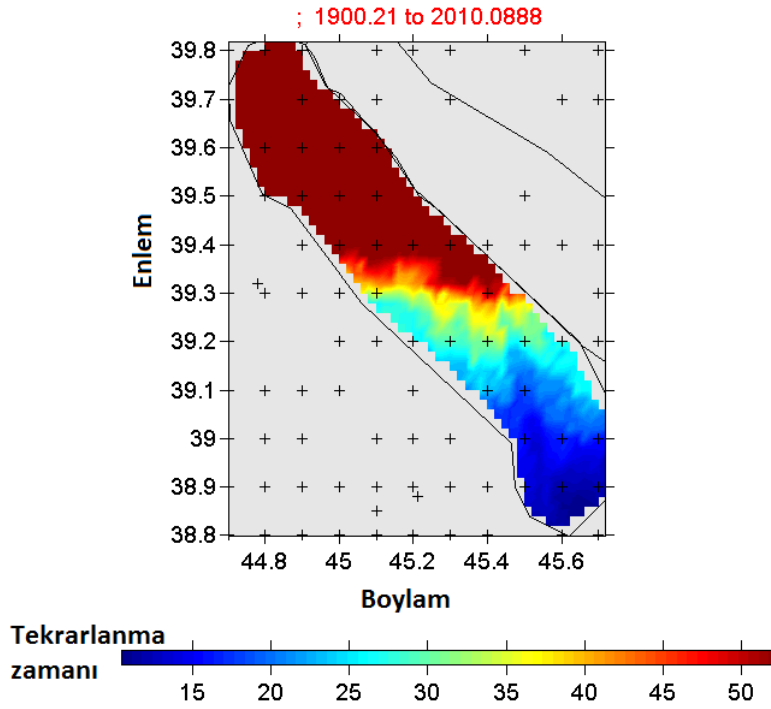
Şekil 4.399. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.400. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

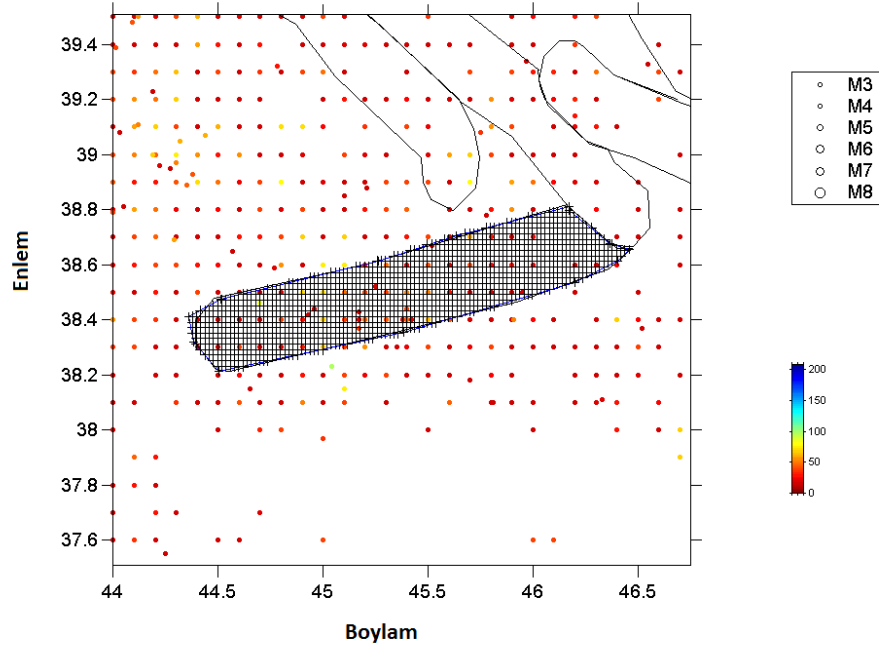


Şekil 4.401. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

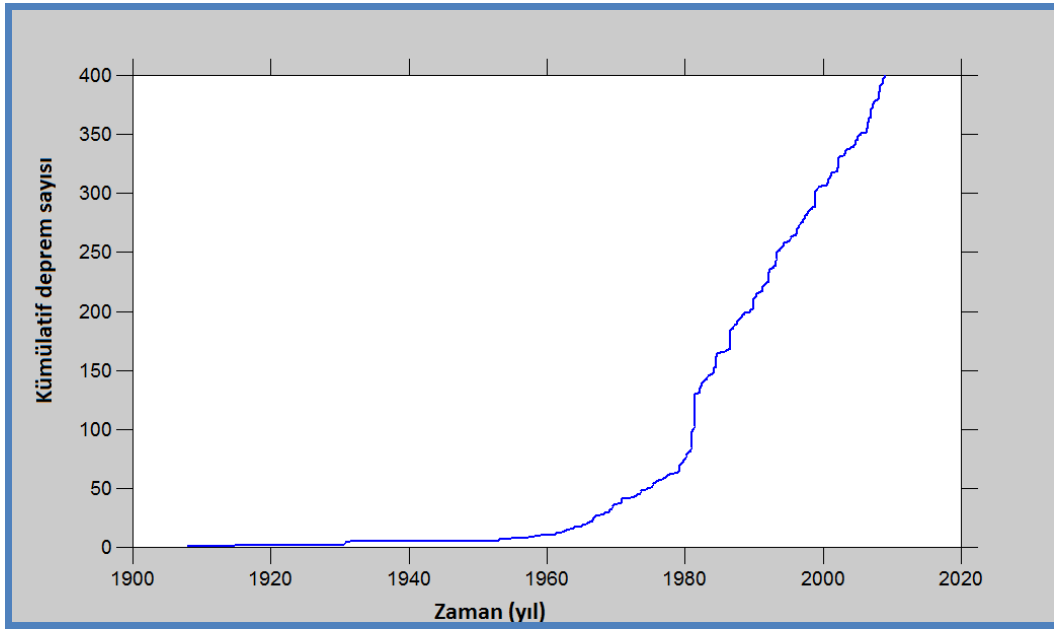


Şekil 4.402. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

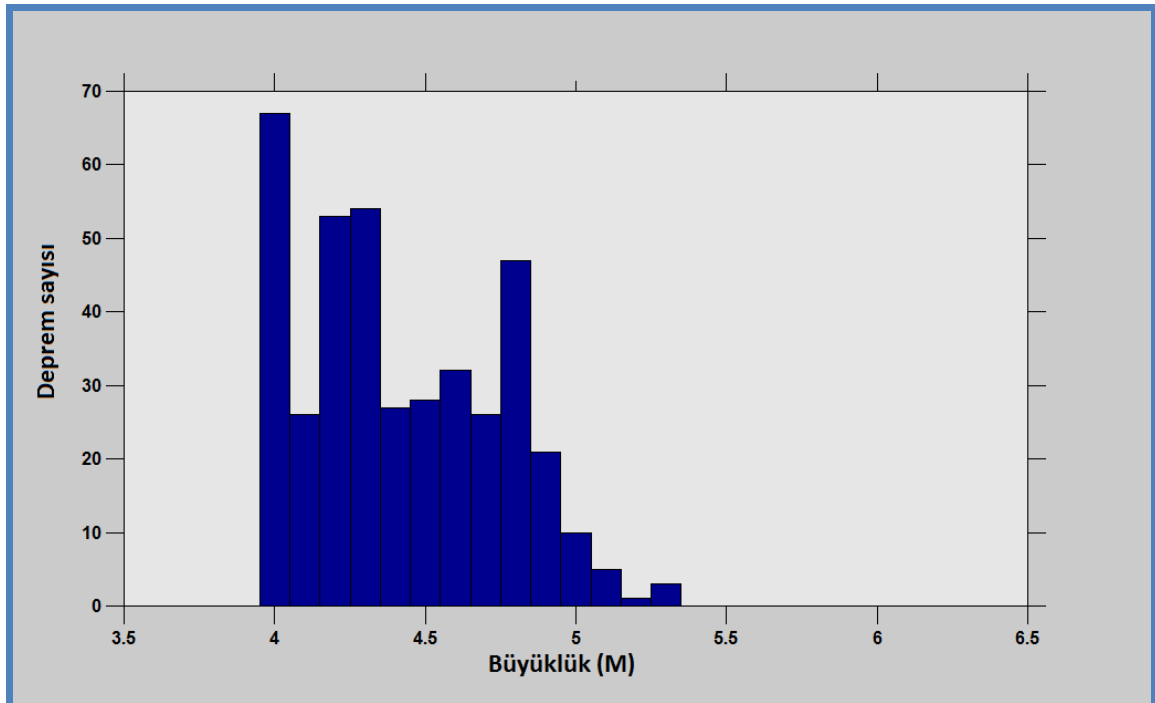
4.3.14. A14-Araz Hattı deprem kaynak zonu analizleri



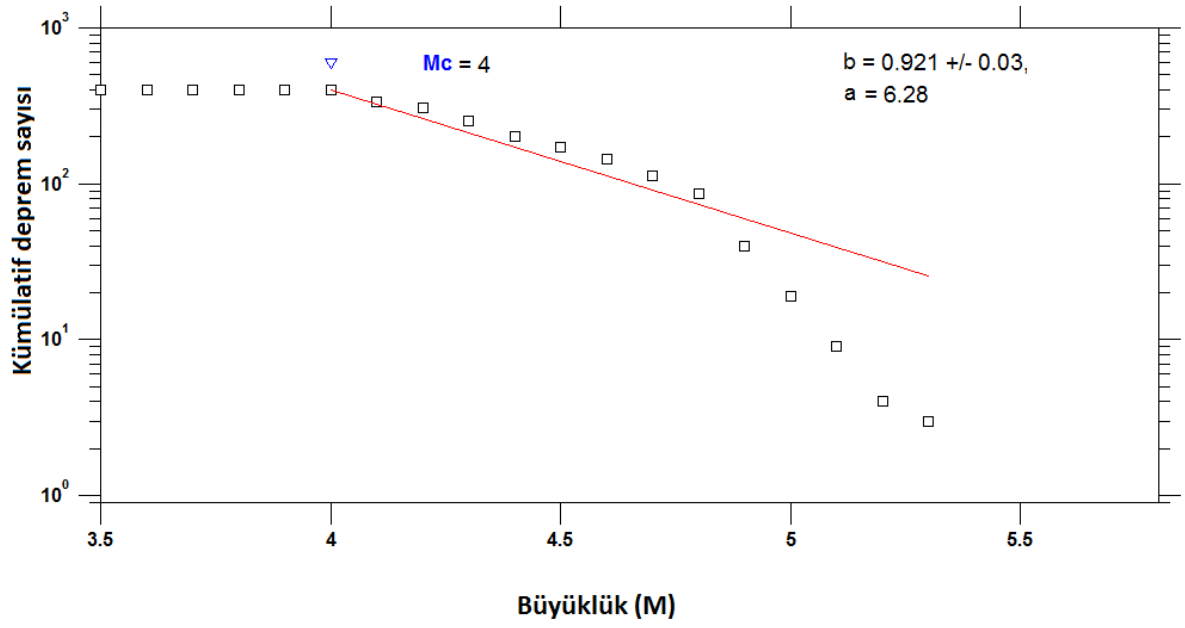
Şekil 4.403. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan kareyaj ağı



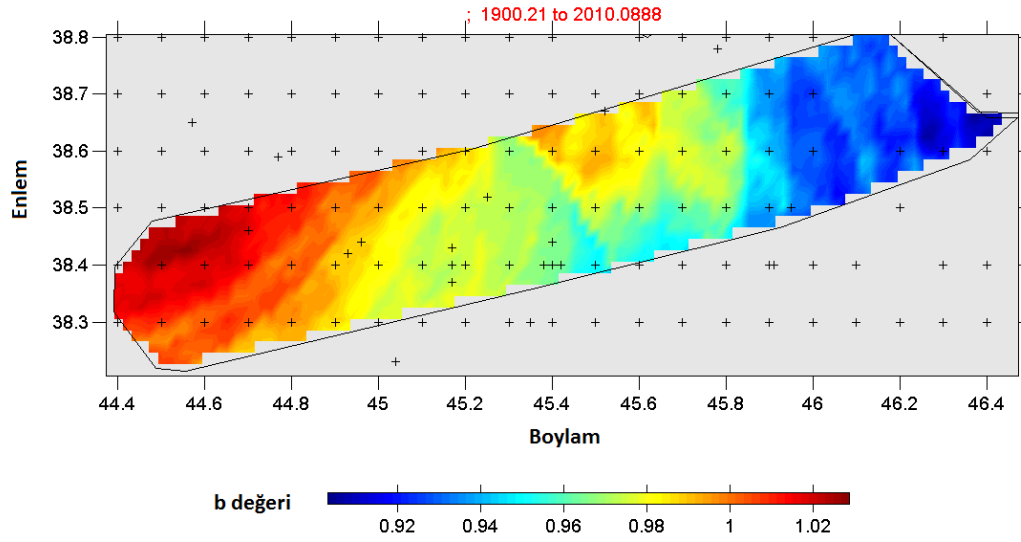
Şekil 4.404. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



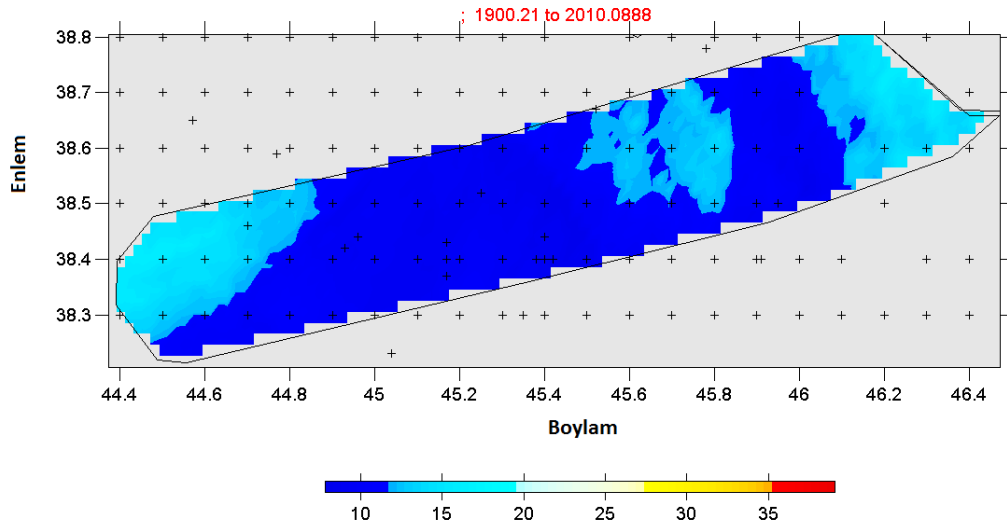
Şekil 4.405. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



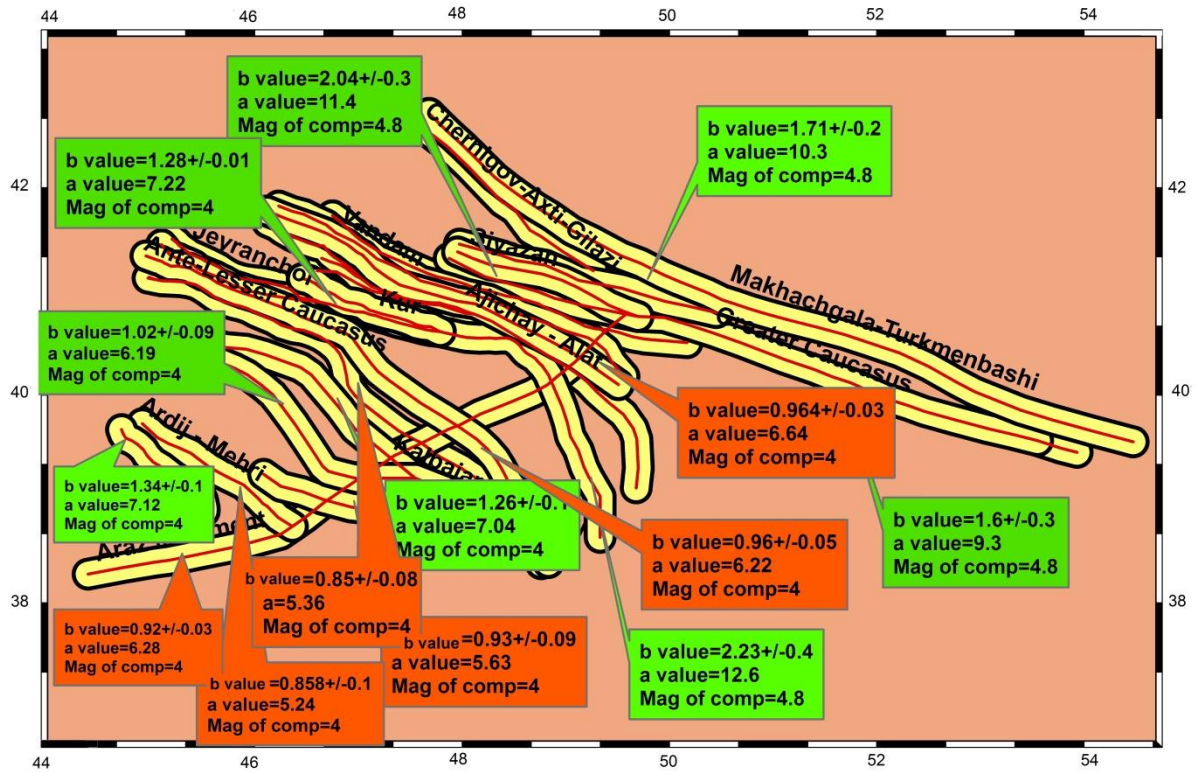
Şekil 4.406. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)



Şekil 4.407. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

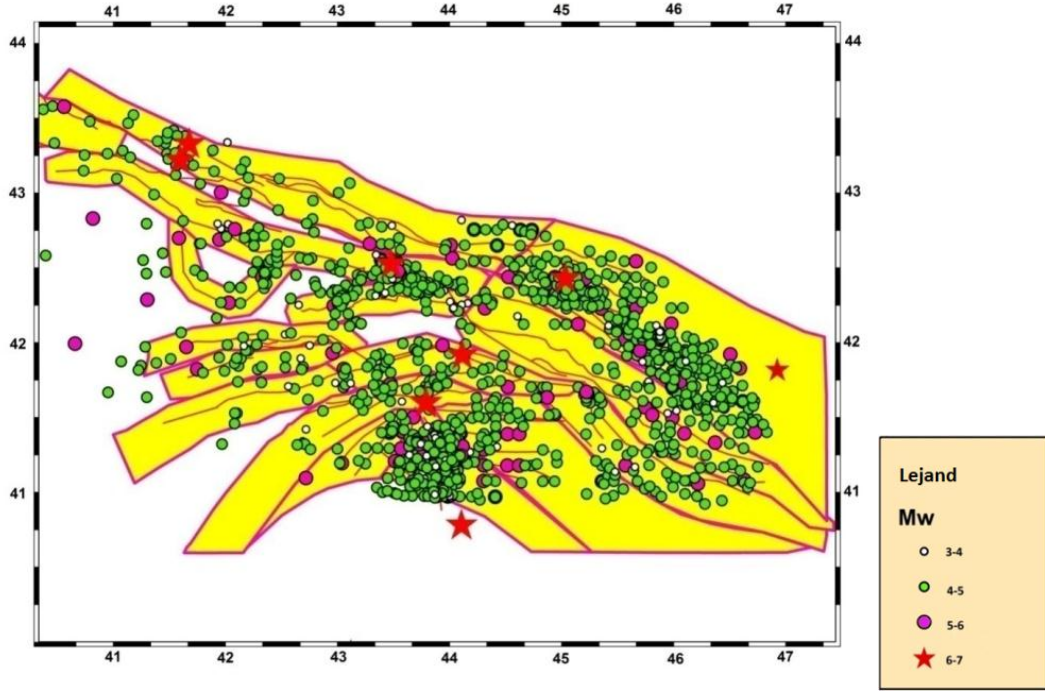


Şekil 4.408. Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

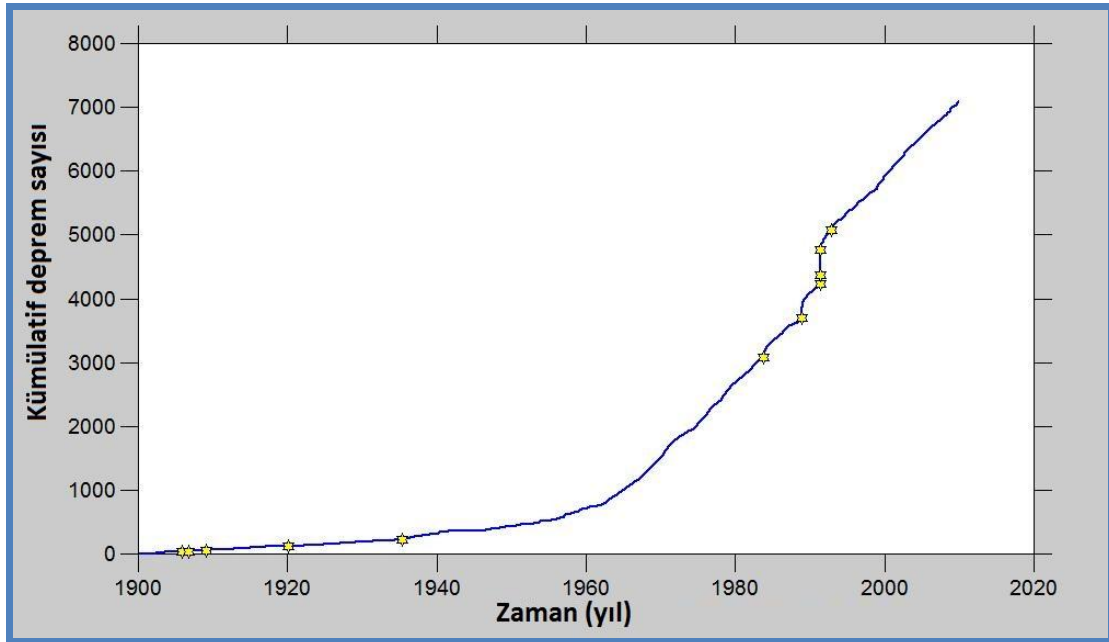


Şekil 4.409. Azerbaycan bölgesi kaynak zonları için a, b ve Mc değerlerini gösteren harita (yeşil kutular 1 ve 1'den büyük b değerlerini, kırmızı kutular ise 1'den küçük b değerlerini ifade etmektedir.)

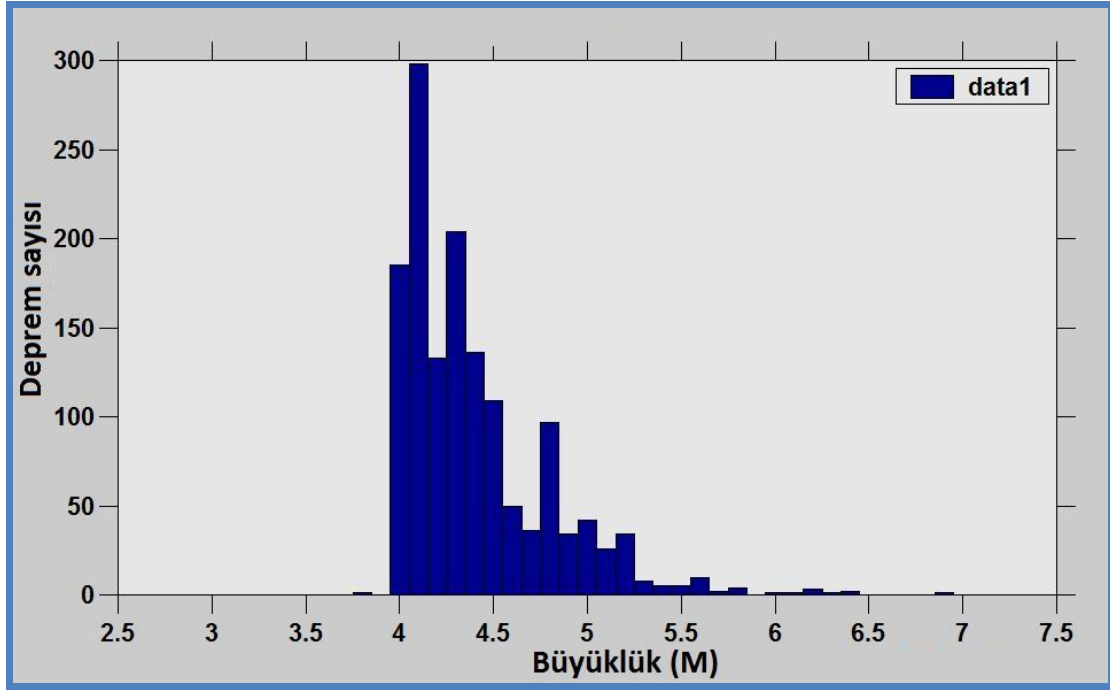
4.4. Gürcistan Bölgesi İçin Kaynak Zonlar, a ve b Değerlerinin Analizinin Yapılması



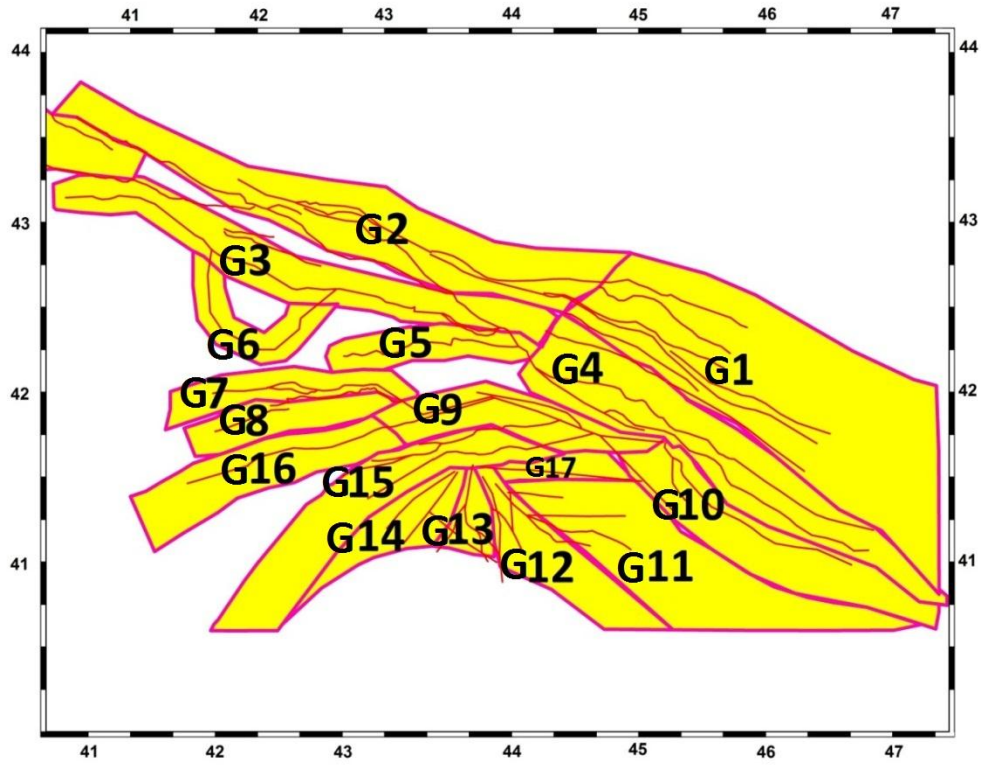
Şekil 4.410. Gürcistan bölgesi için EMME homojen deprem kataloğundan yararlanılarak elde edilen 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin episantır dağılım haritası



Şekil 4.411. Tüm bölge için 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi (yıldızlar Mw=6'dan büyük depremleri göstermektedir)

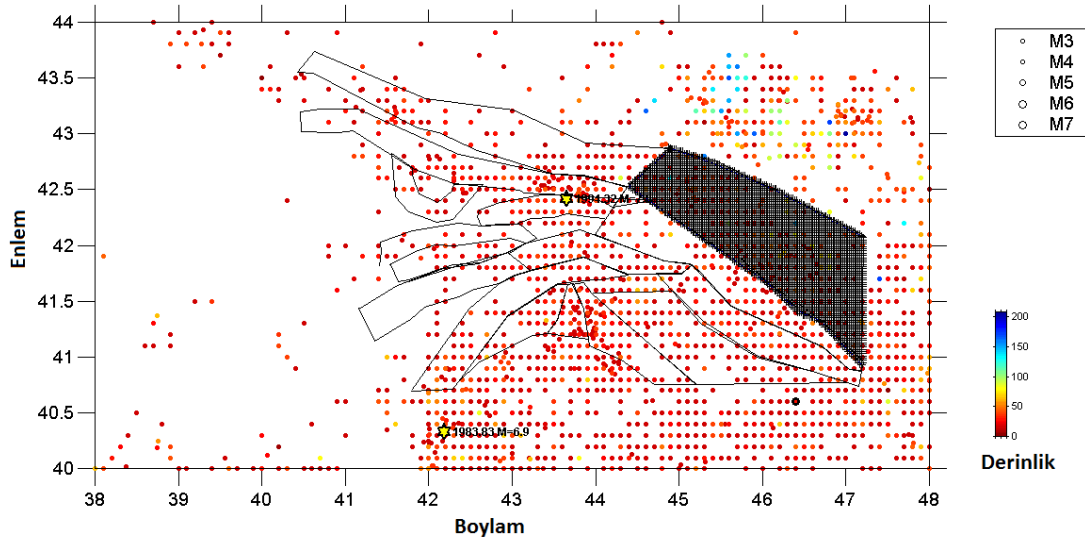


Şekil 4.412. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi

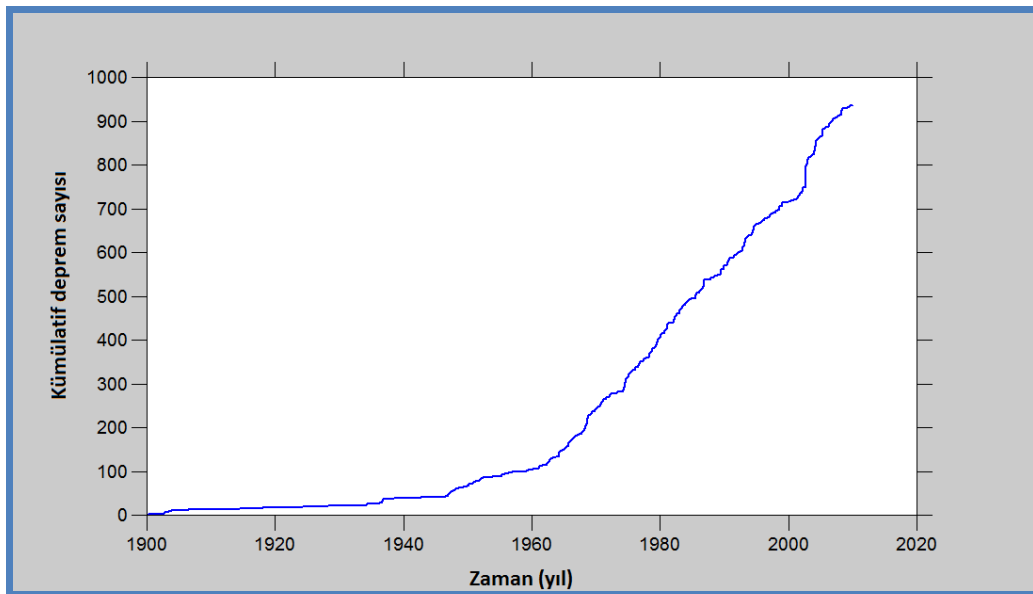


Şekil 4.413. Gürcistan bölgesi için sismik kaynak zonları

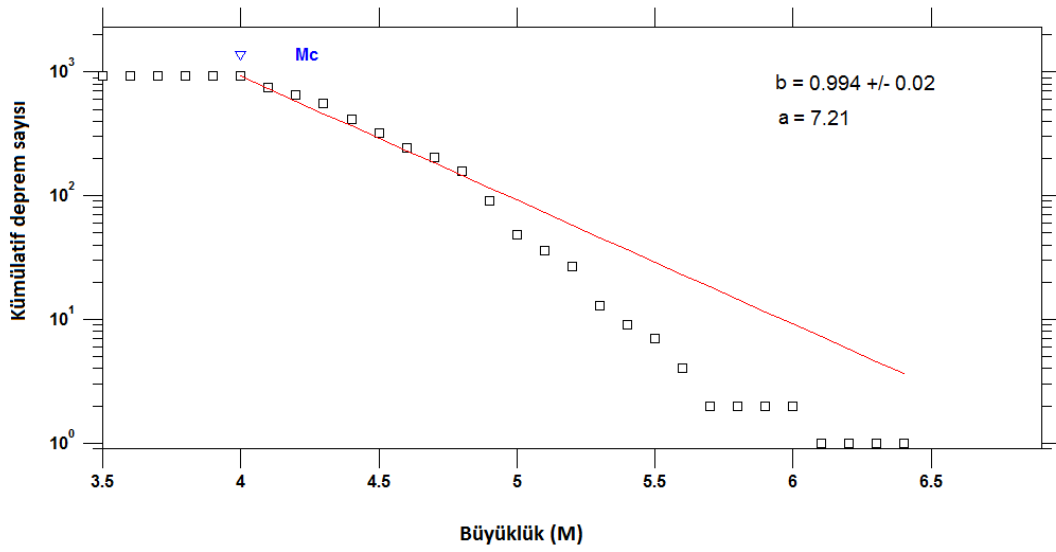
4.4.1. G1-Kuzeydoğu Gürcistan deprem kaynak zonu analizleri Bu bölge için a ve b değerlerinin analizi ve haritalanması yapılırken bölgedeki aktif fay segmentlerinin yaklaşık 20 km çapı kaynak zon olarak varsayılmıştır ve 0.02*0.02 grid alanı oluşturularak en az 50 olay oluncaya hesaplanacak şekilde analiz edilmiştir.



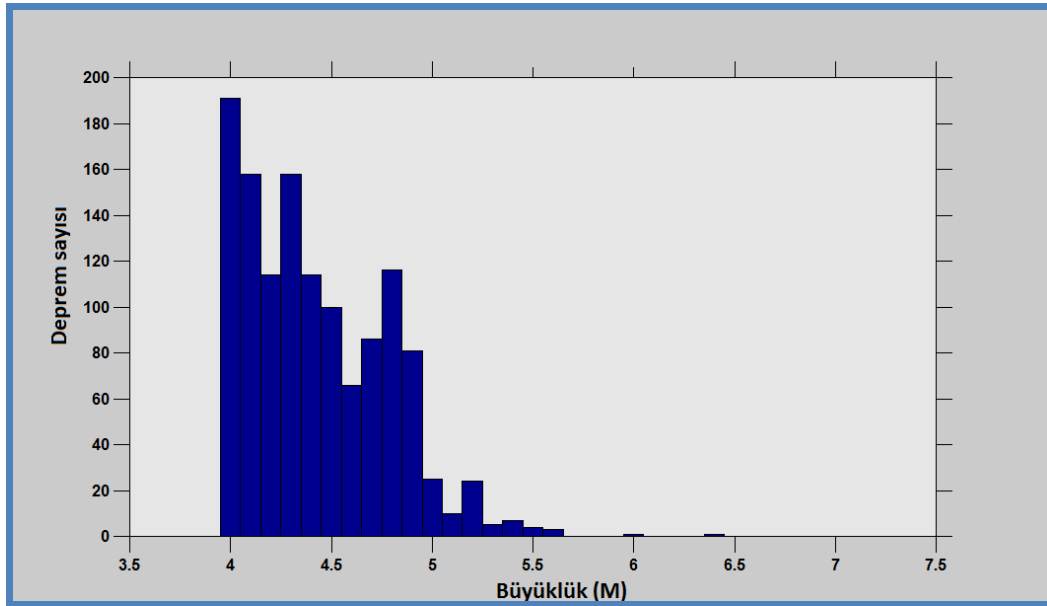
Şekil 4.414. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelej ağı



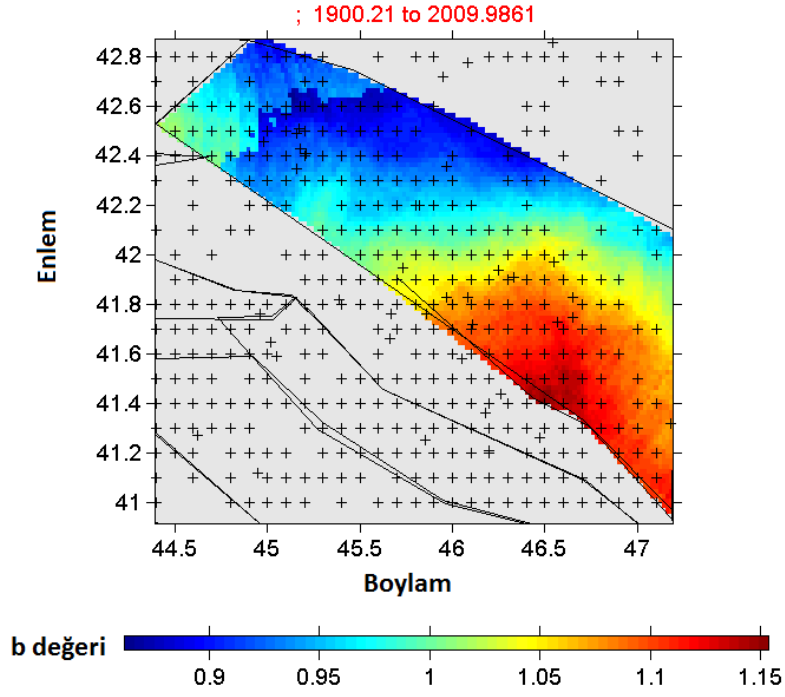
Şekil 4.415. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



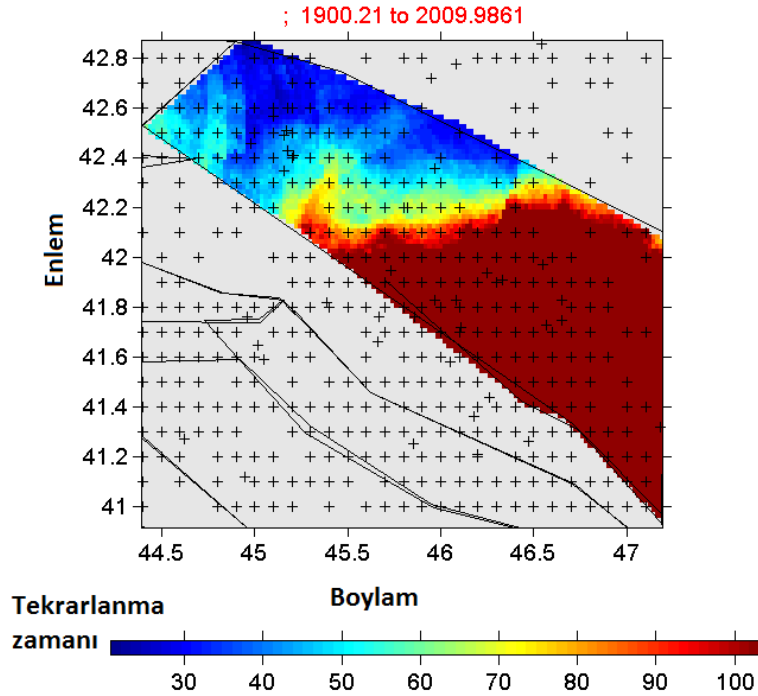
Şekil 4.416. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc)



Şekil 4.417. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi

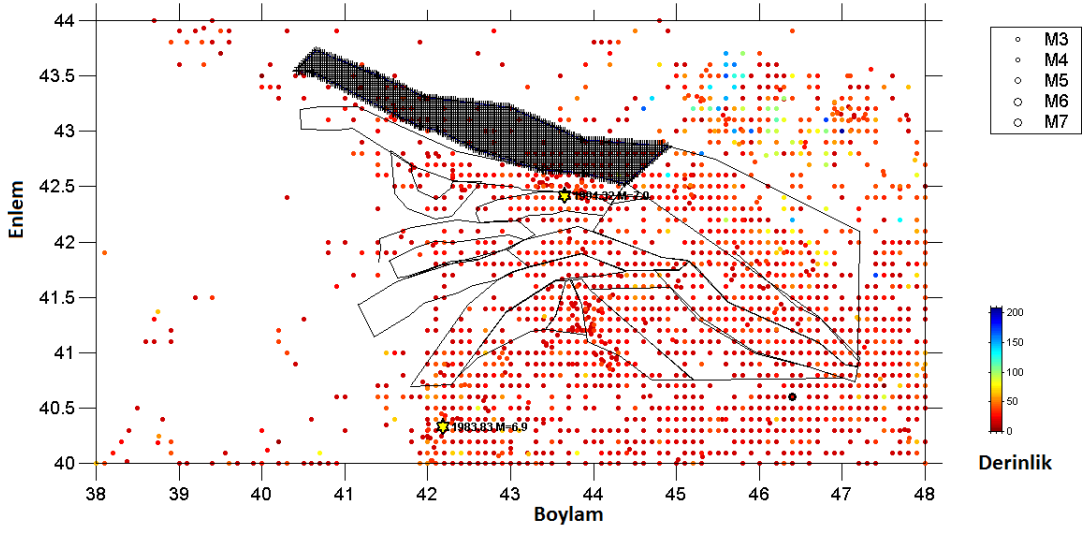


Şekil 4.418. Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

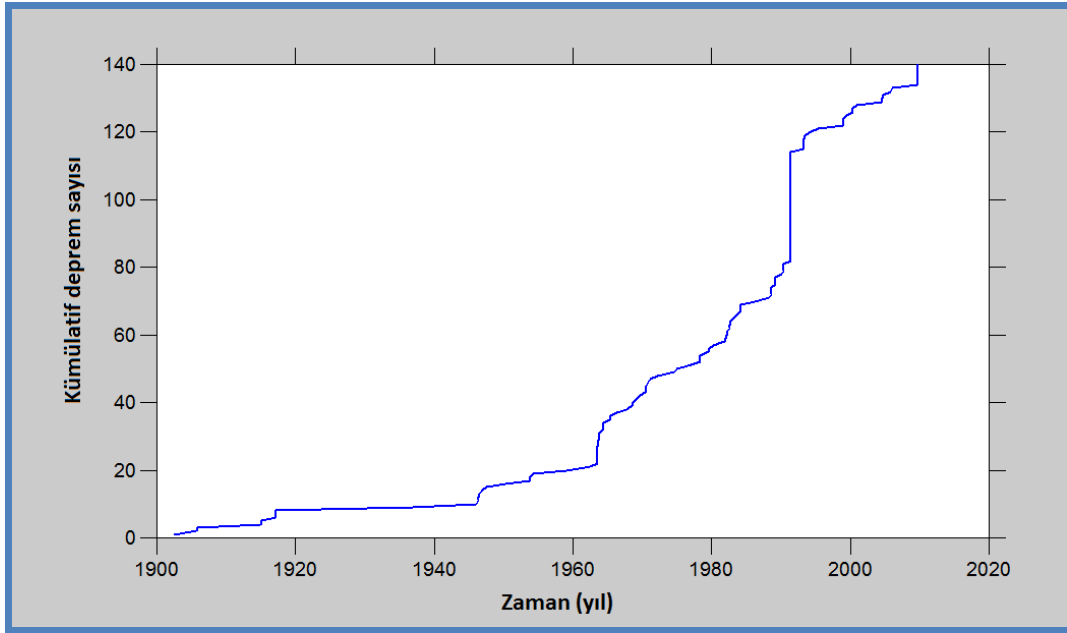


Şekil 4.419. Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

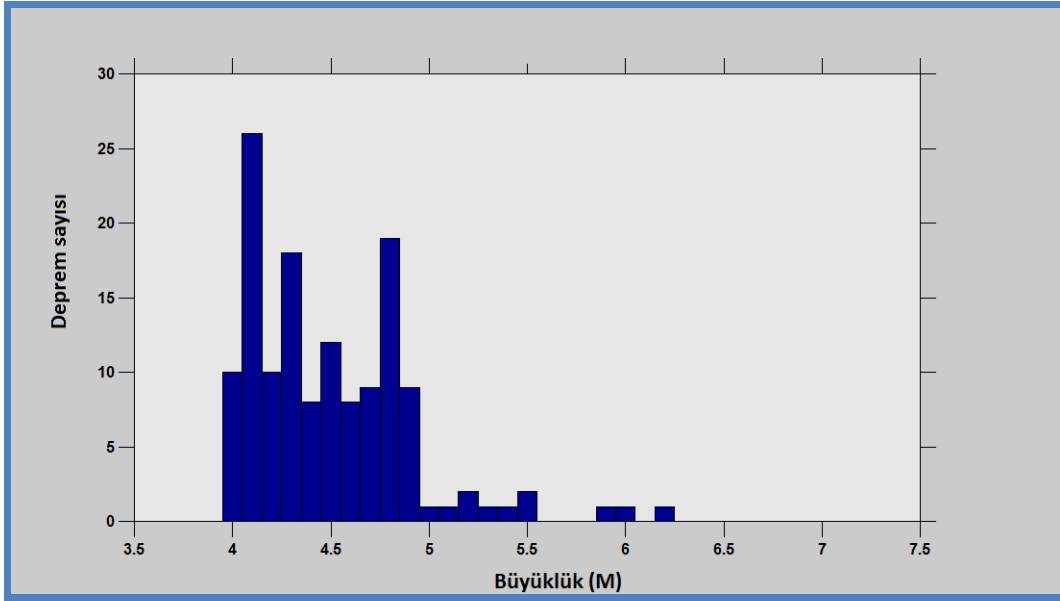
4.4.2. G2- Kuzeybatı Gürcistan deprem kaynak zonu analizleri



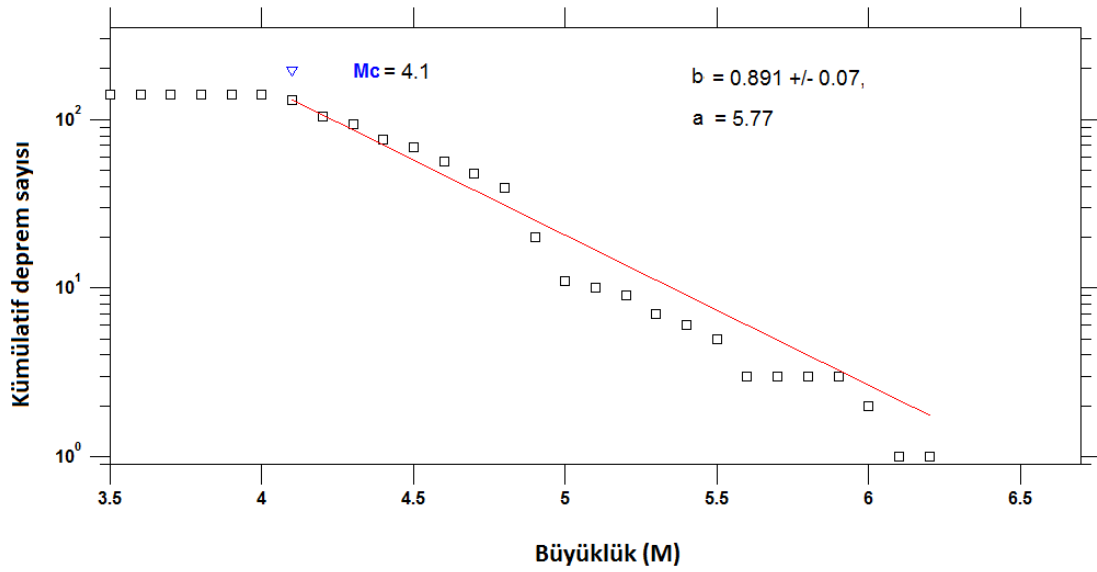
Şekil 4.420. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelej ağı



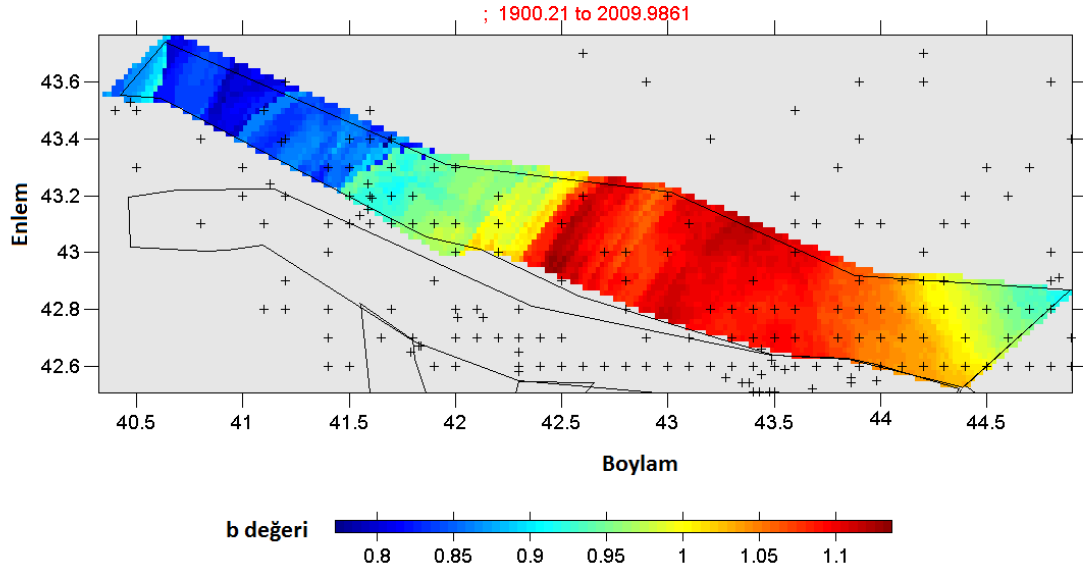
Şekil 4.421. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



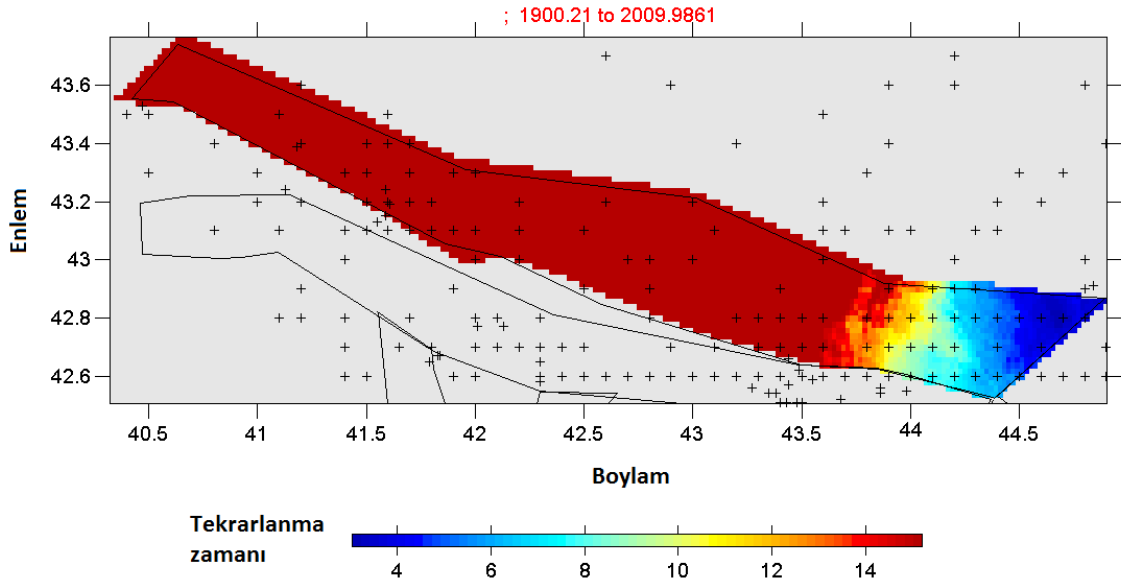
Şekil 4.422. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.423. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkinden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

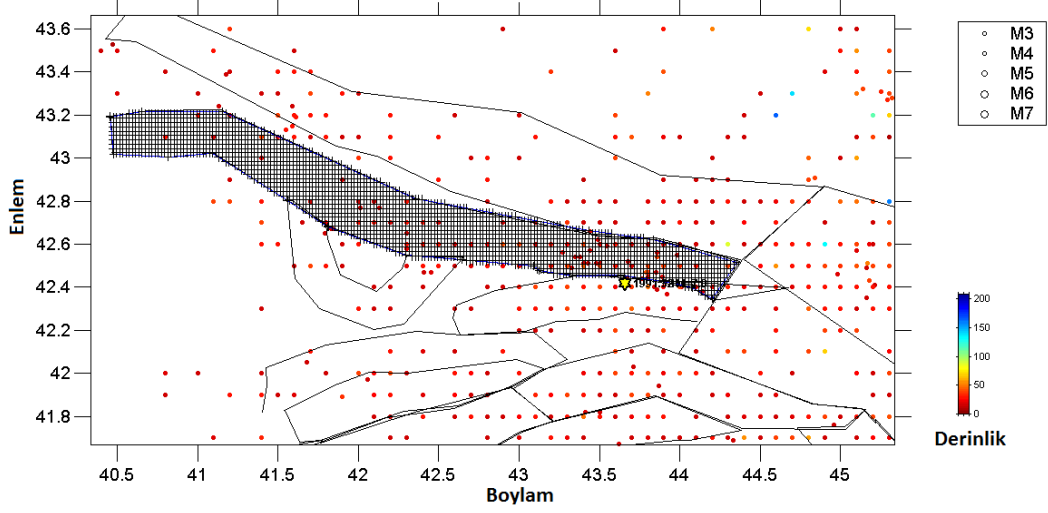


Şekil 4.424. Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

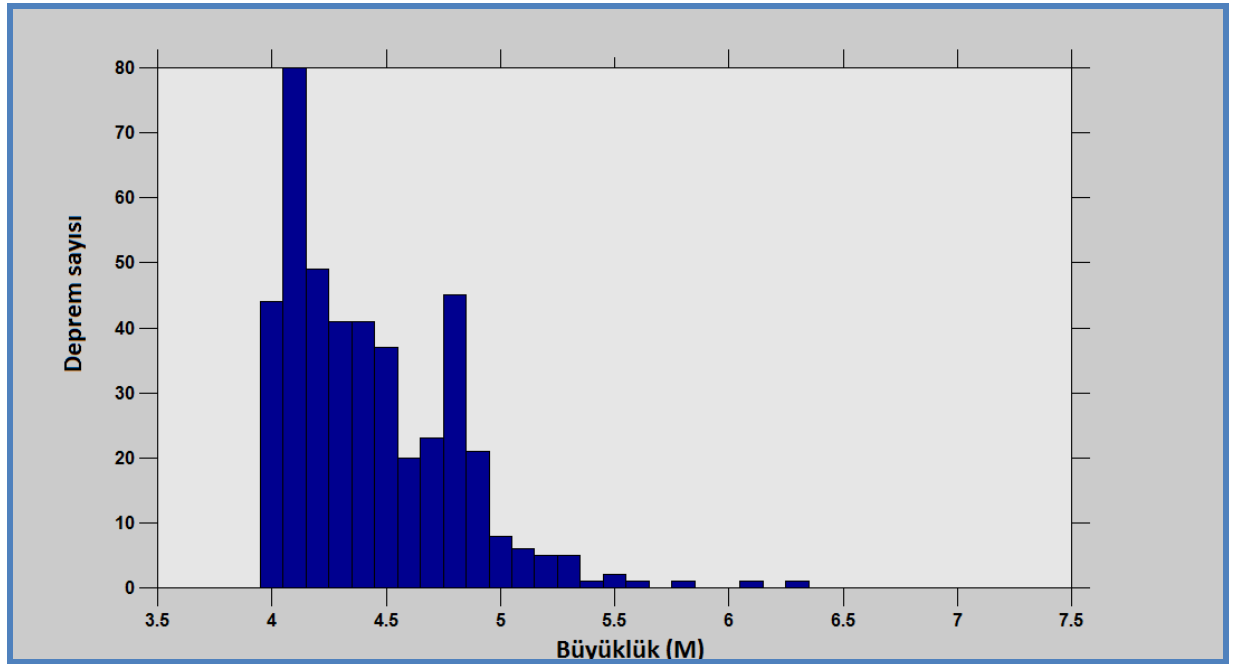


Şekil 4.425. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

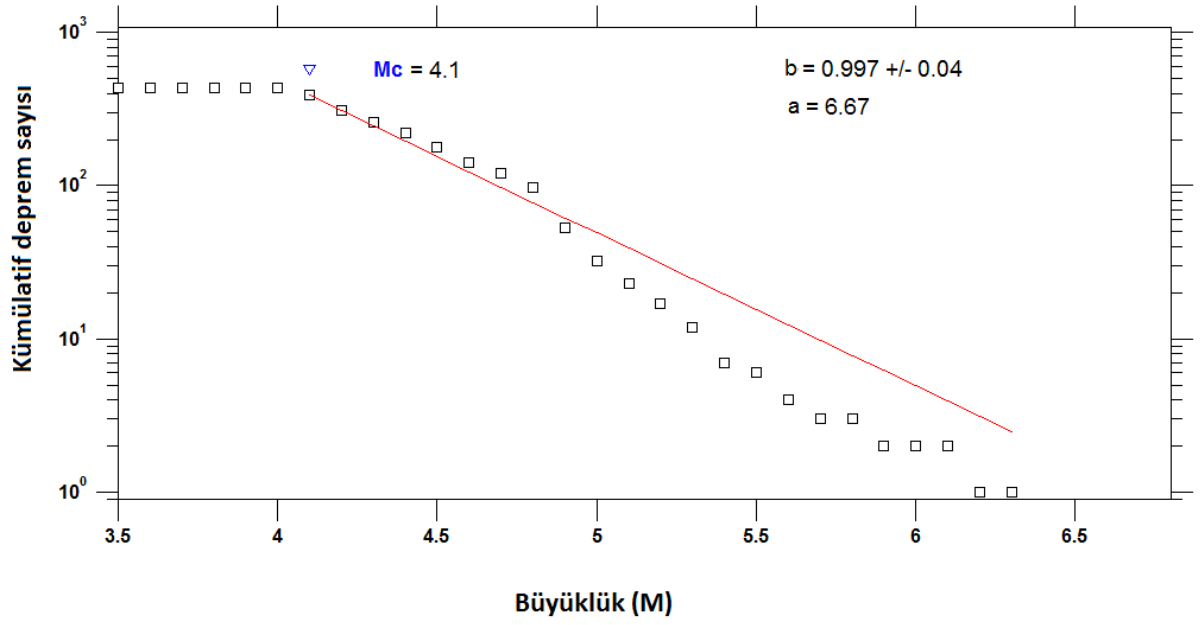
4.4.3. G3-Ana Bindirme Fay zonu-Racha-Lechkhumi deprem kaynak zonu analizleri



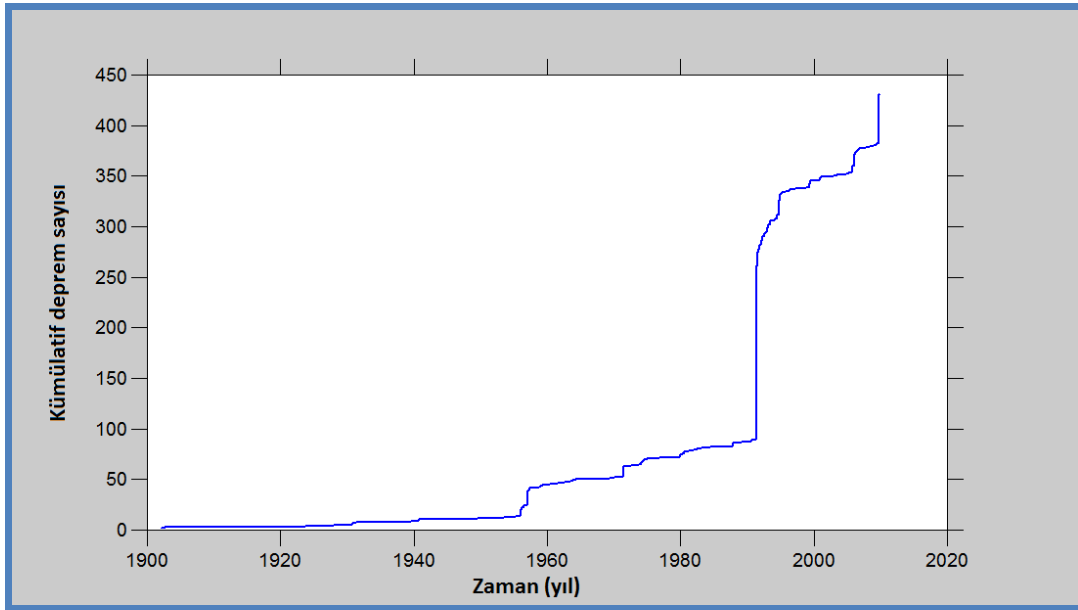
Şekil 4.426. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelej ağı



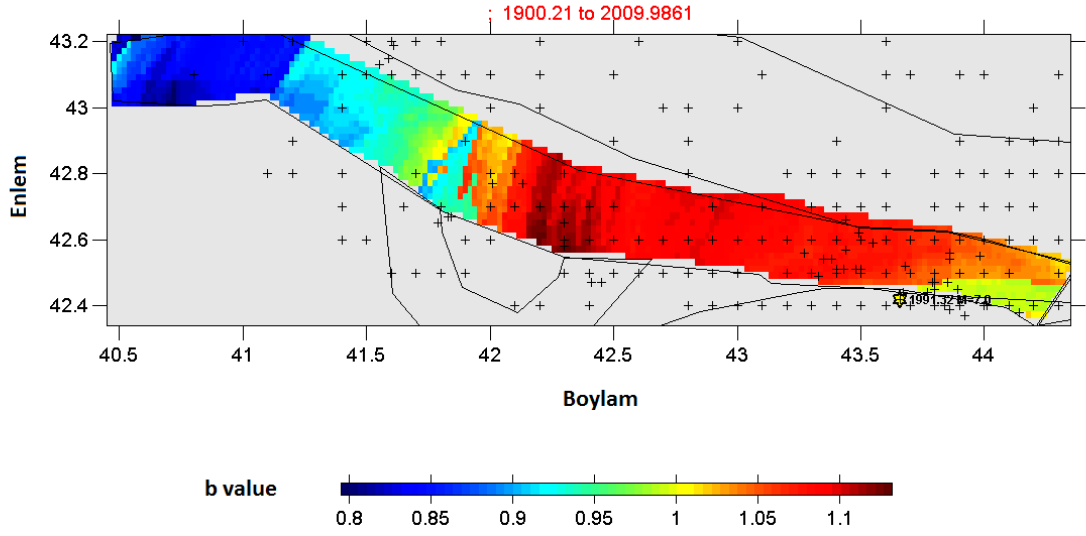
Şekil 4.427. Karelej yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyükük-deprem sayısı ilişkisi



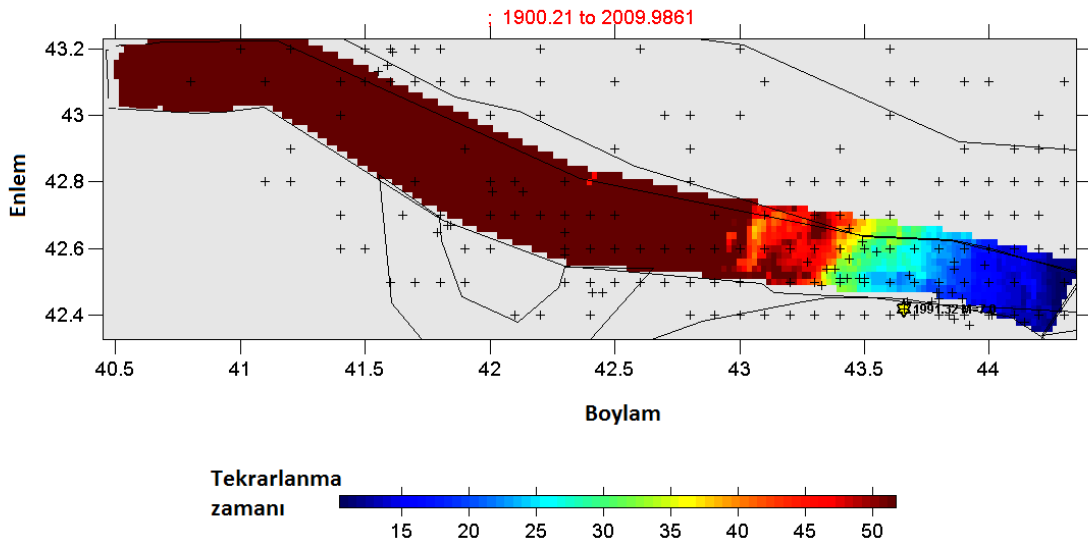
Şekil 4.428. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)



Şekil 4.429. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi

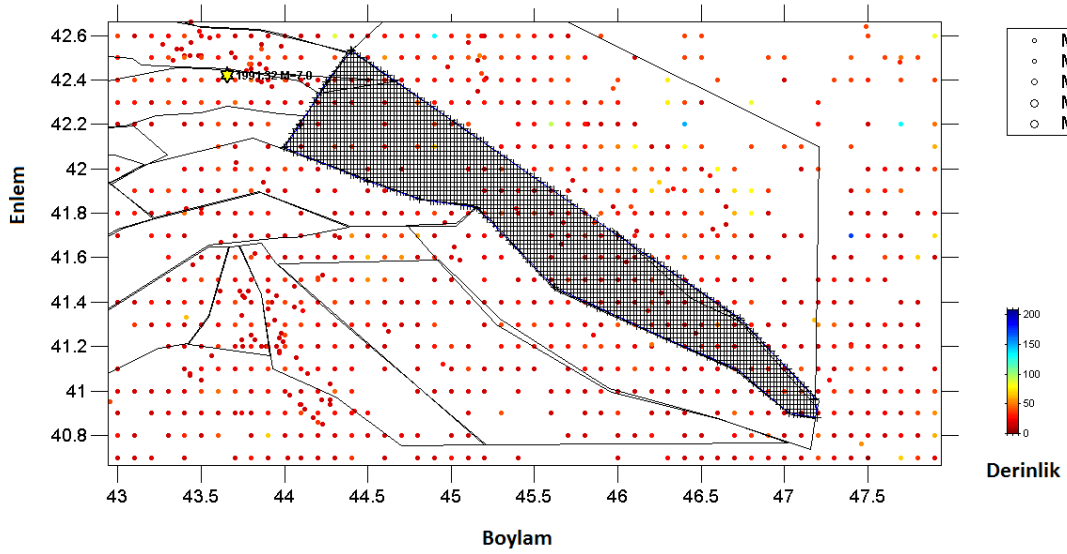


Şekil 4.430. Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

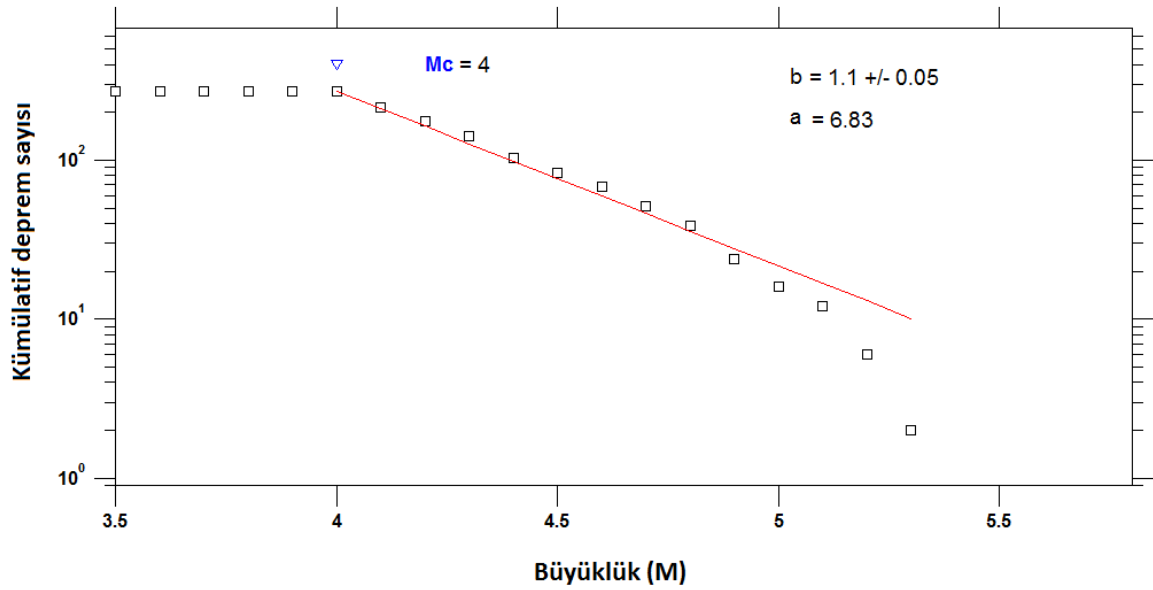


Şekil 4.431. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

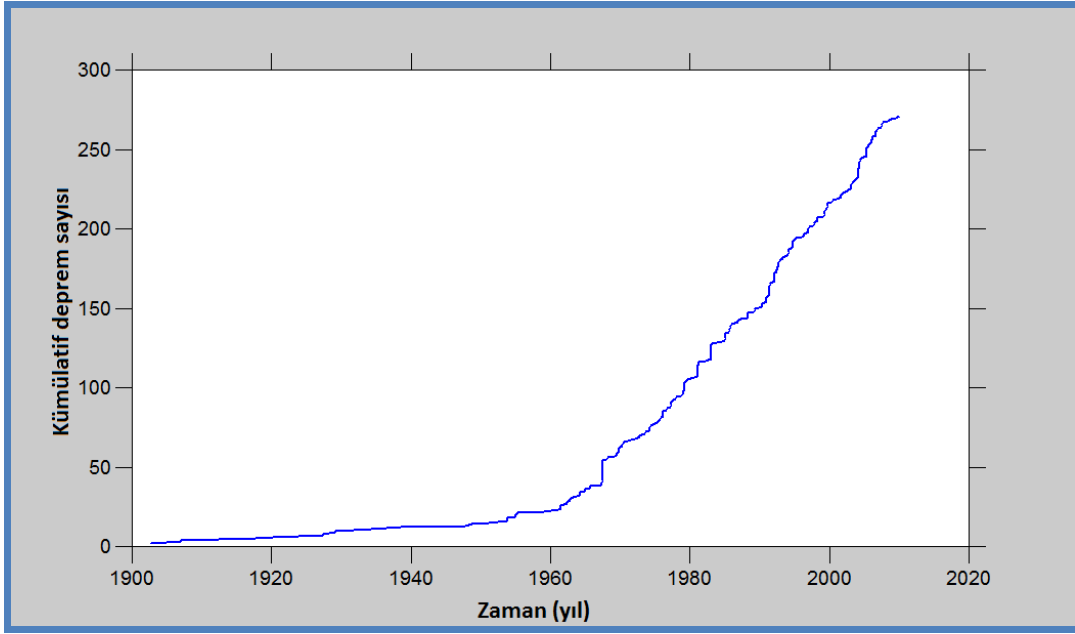
4.4.4. G4-Ana Bindirme zonu-Lagodekhi deprem kaynak zonu analizleri



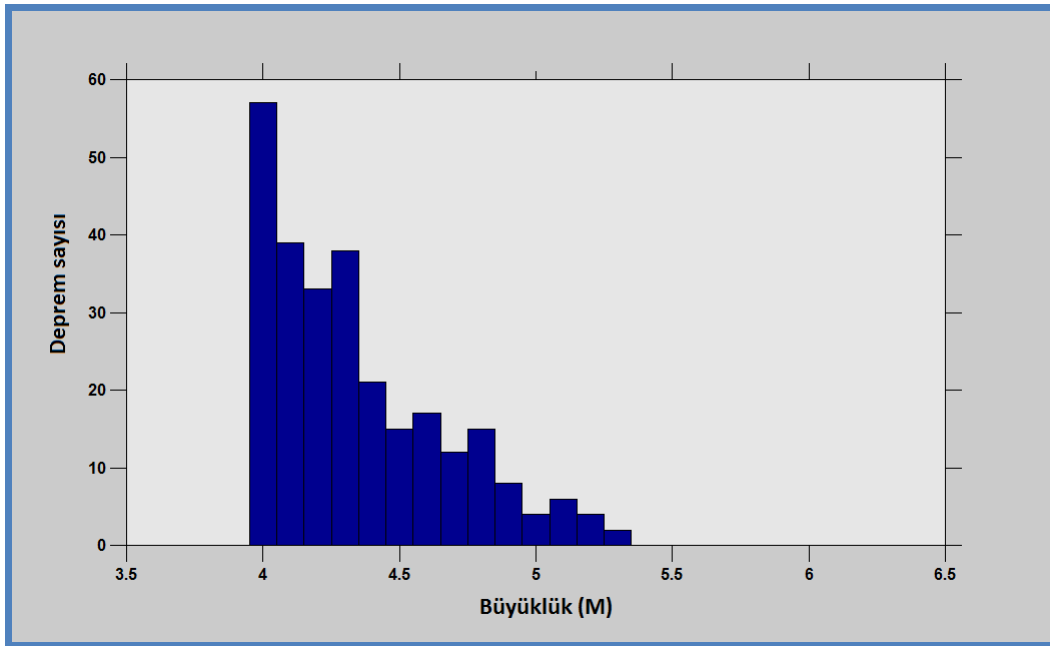
Şekil 4.432. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelej ağı



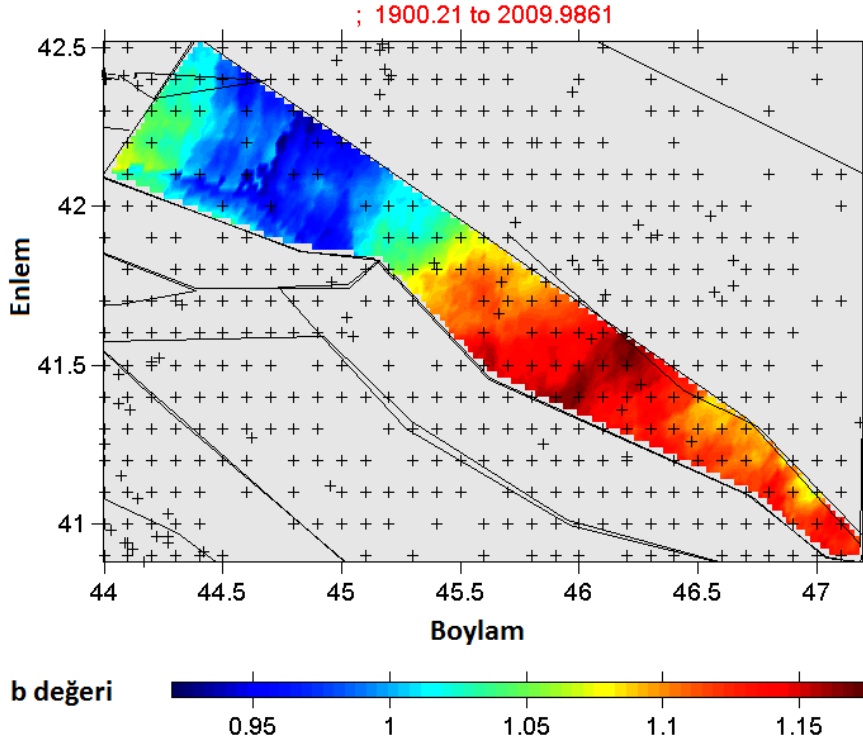
Şekil 4.433. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc)



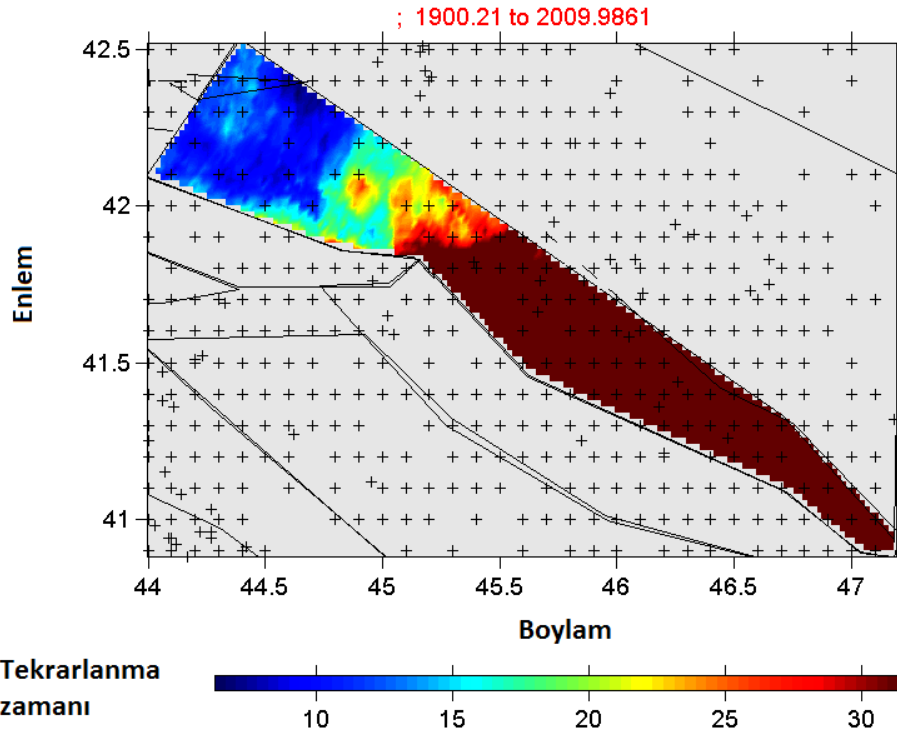
Şekil 4.434. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



Şekil 4.435. Karelej yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi

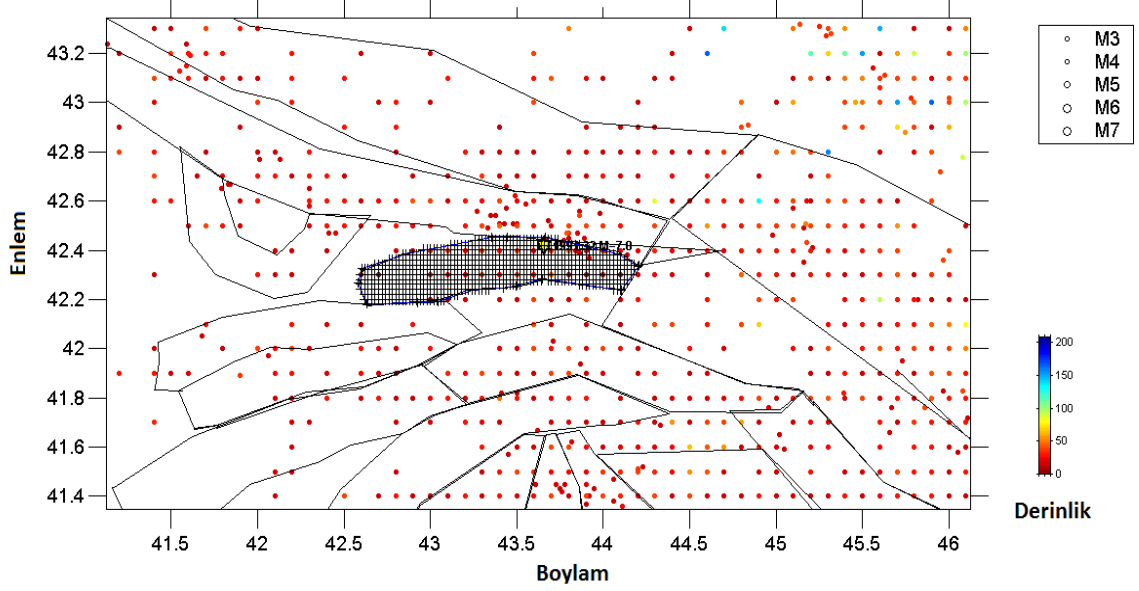


Şekil 4.436. Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

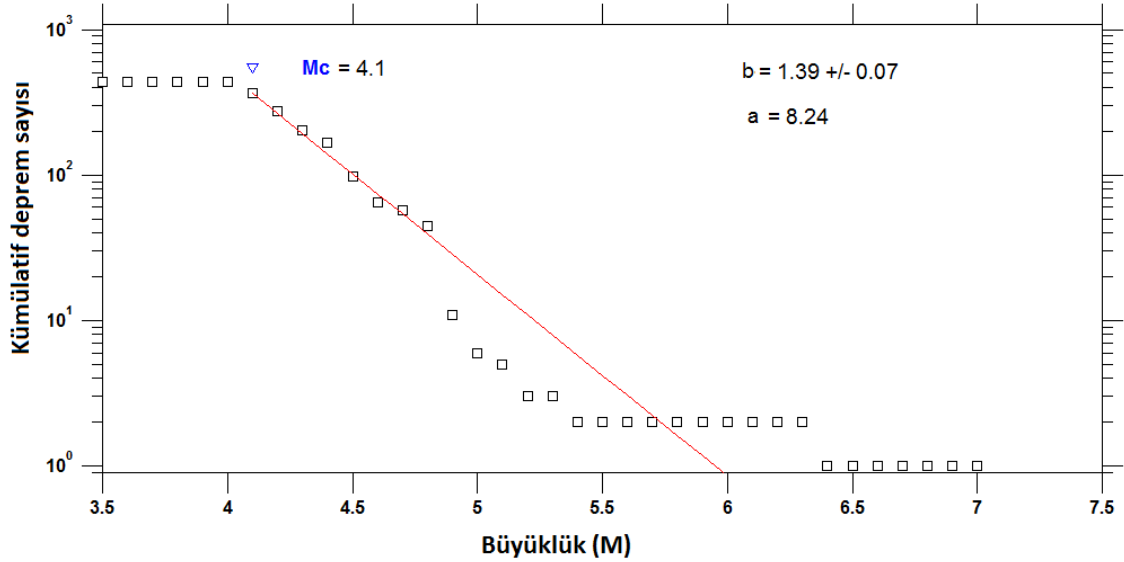


Şekil 4.437. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

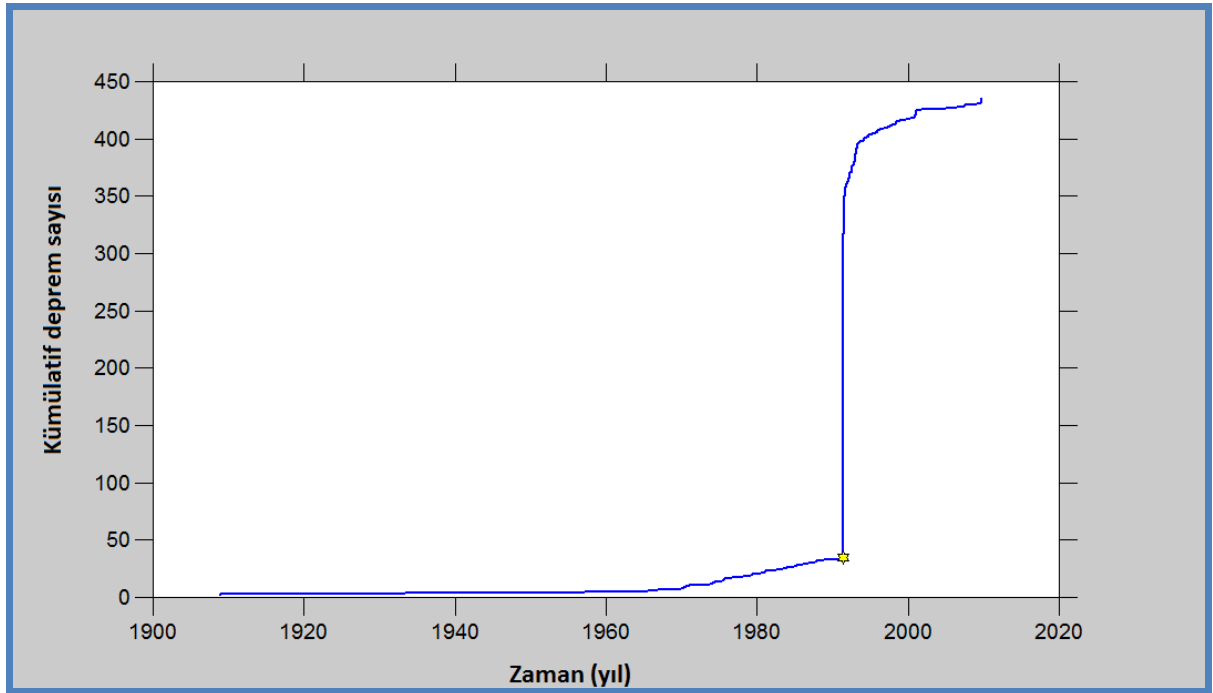
4.4.5. G5-Tkibuli deprem kaynak zonu analizleri



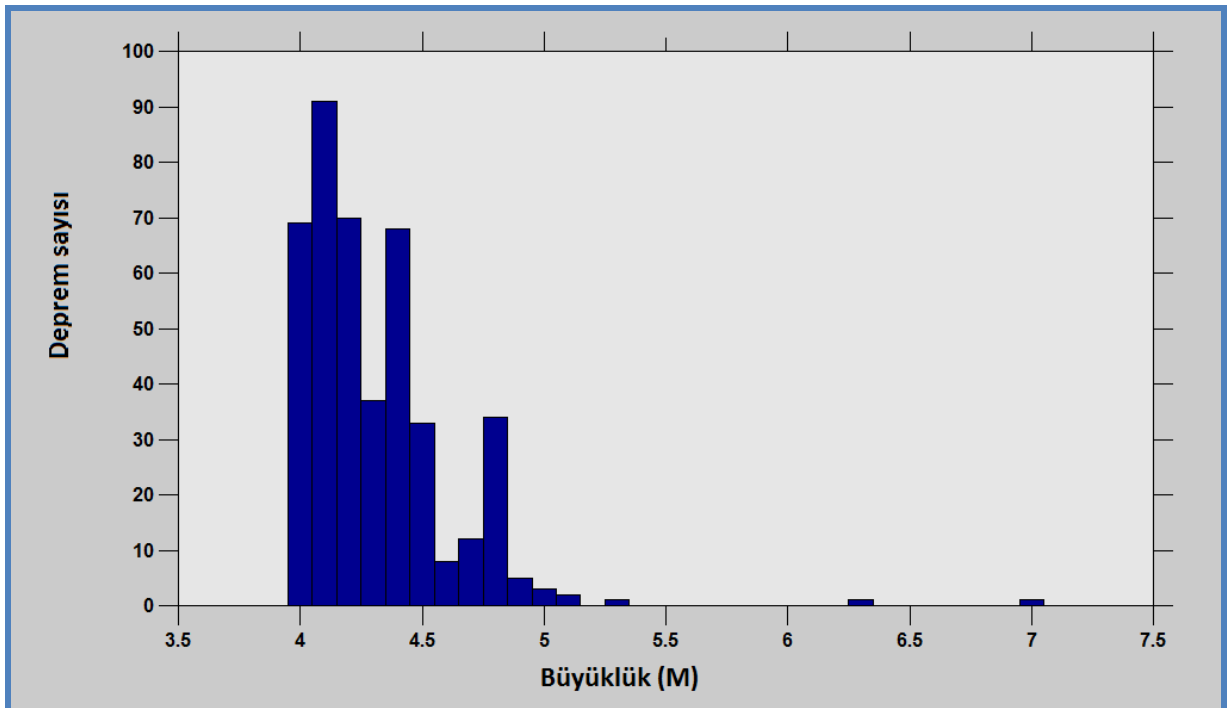
Şekil 4.438. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelij ağı



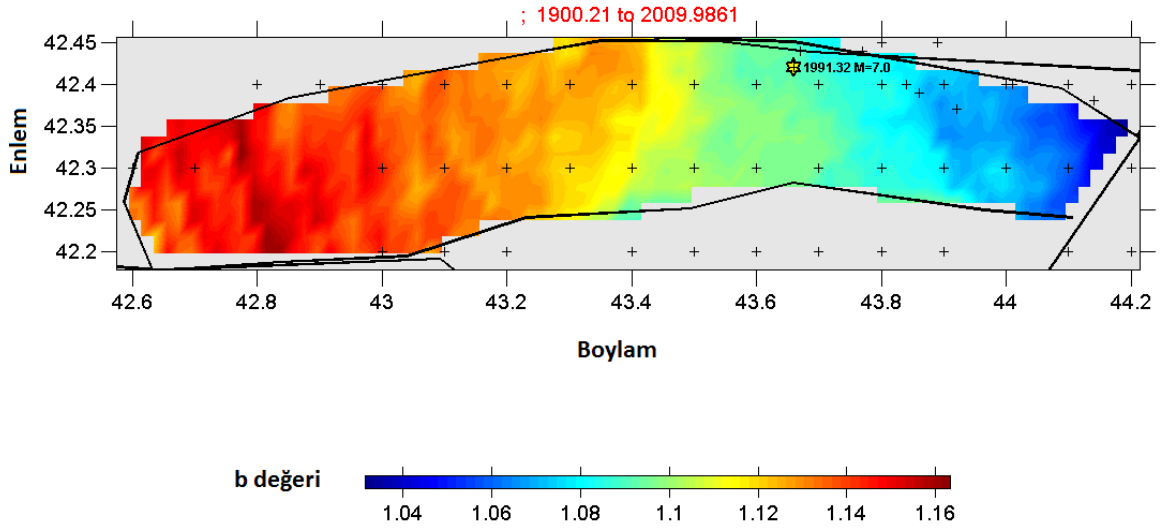
Şekil 4.439. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc)



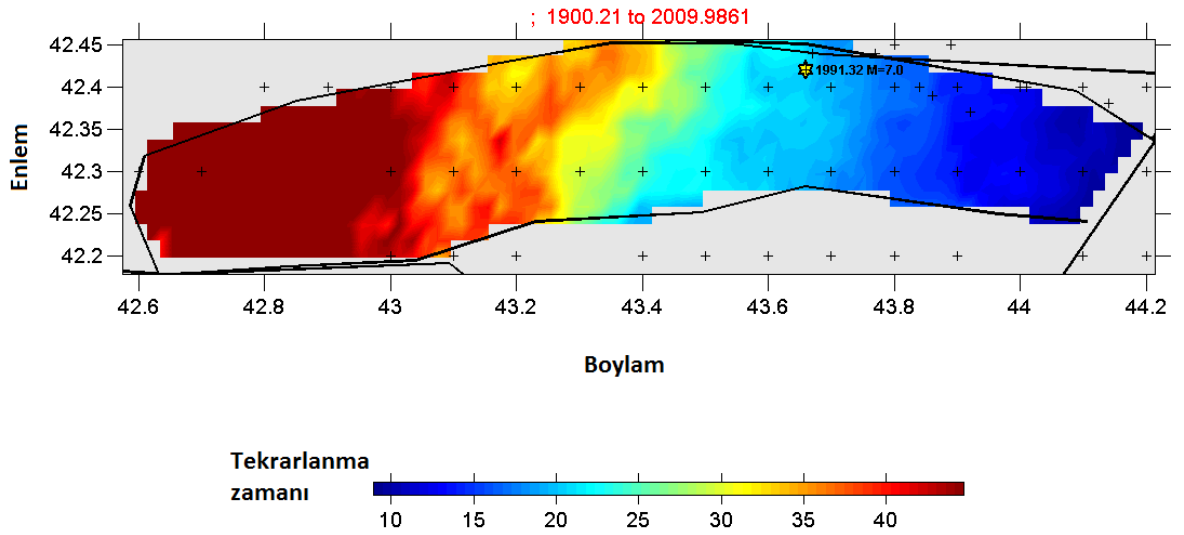
Şekil 4.440. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



Şekil 4.441. Karelej yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi

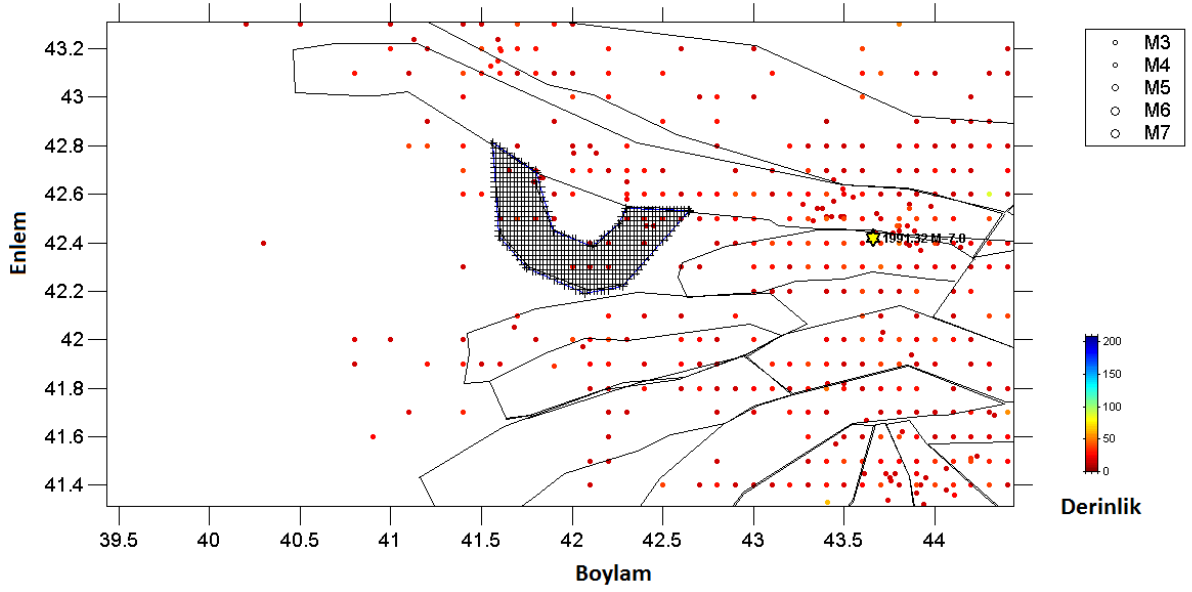


Şekil 4.442. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

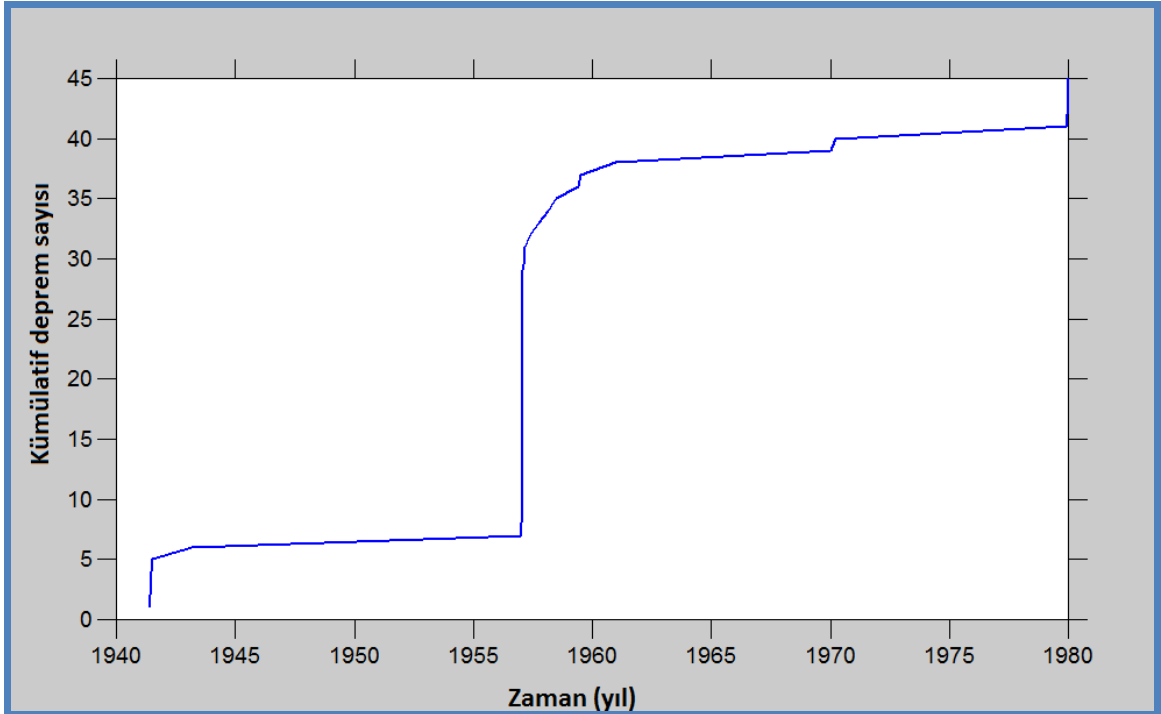


Şekil 4.443. Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

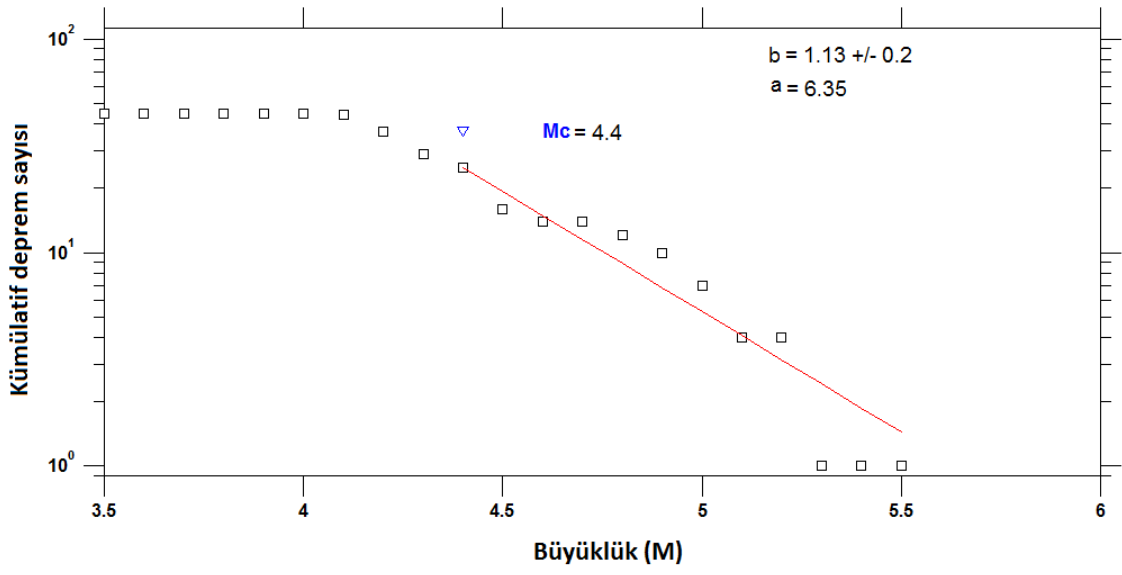
4.4.6. G6-Odishi deprem kaynak zonu analizleri



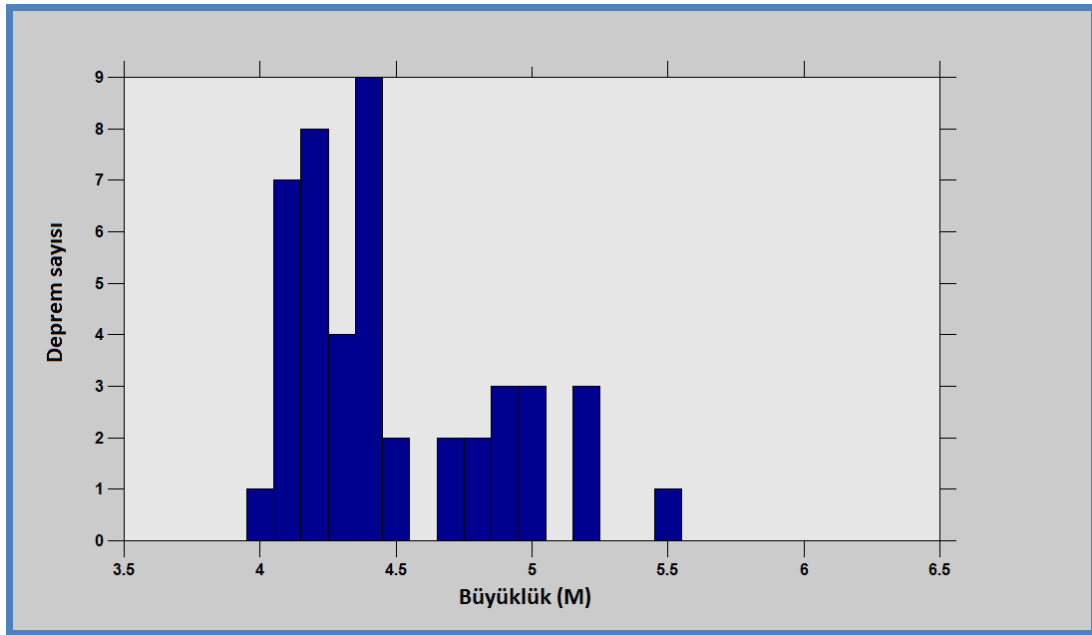
Şekil 4.444. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelej ağı



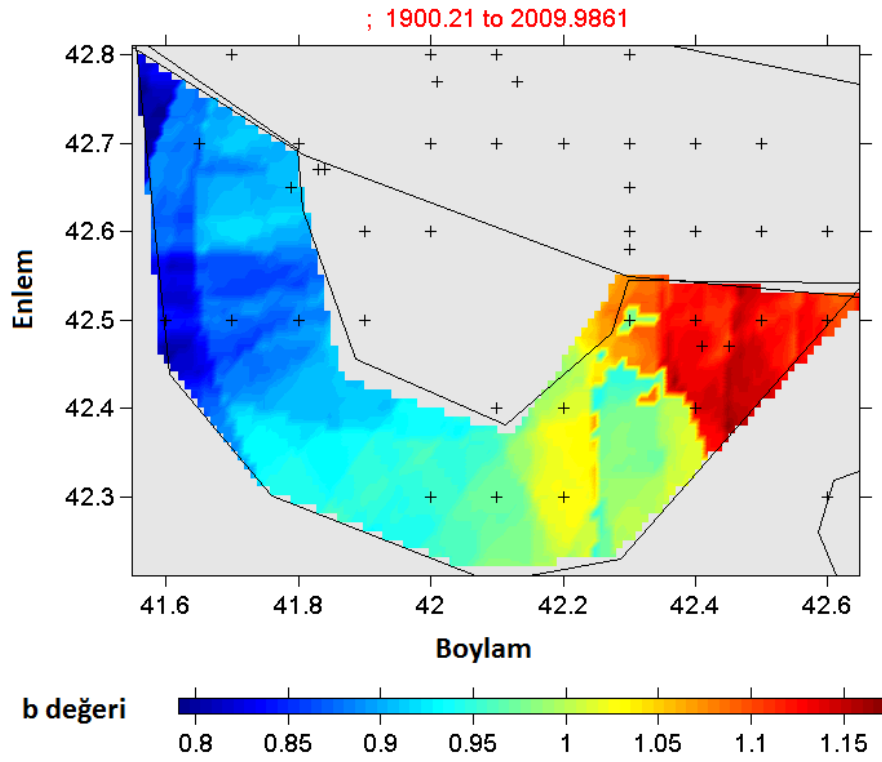
Şekil 4.445. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



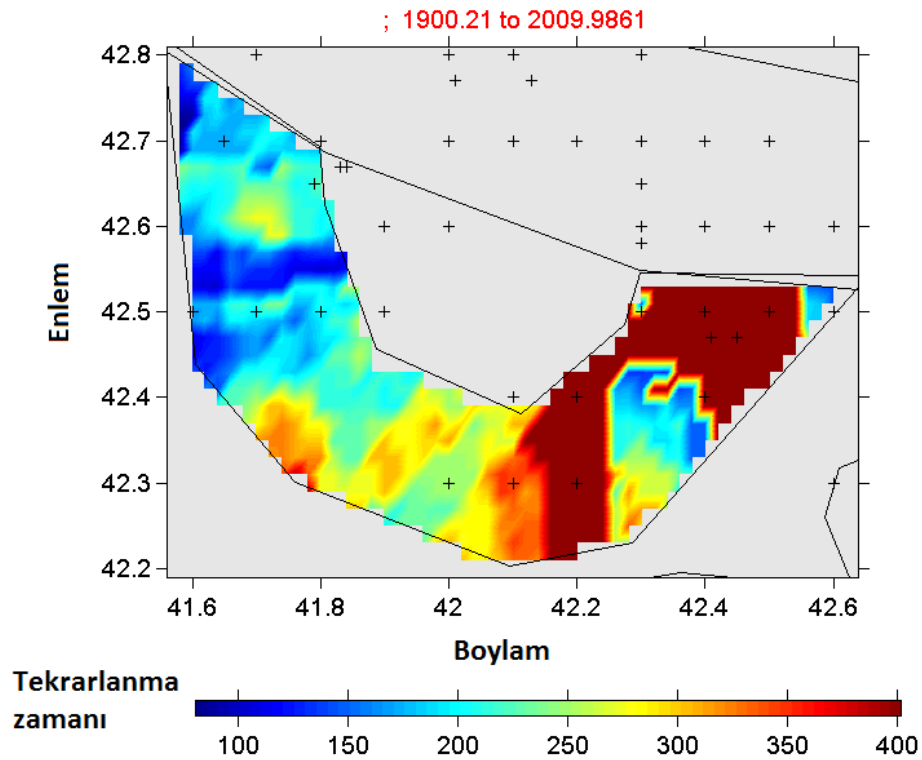
Şekil 4.446. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkinden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc)



Şekil 4.447. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi

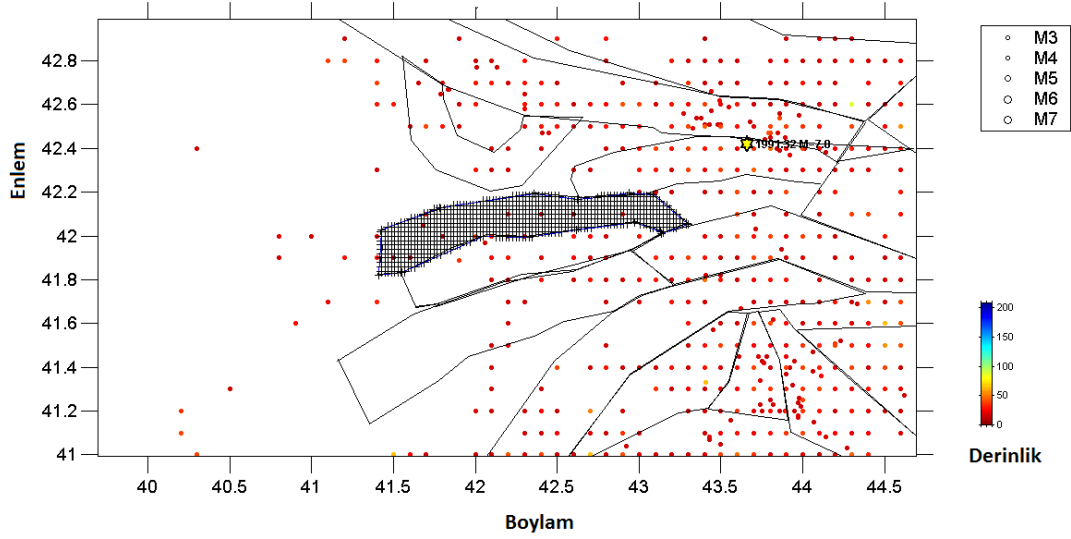


Şekil 4.448. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

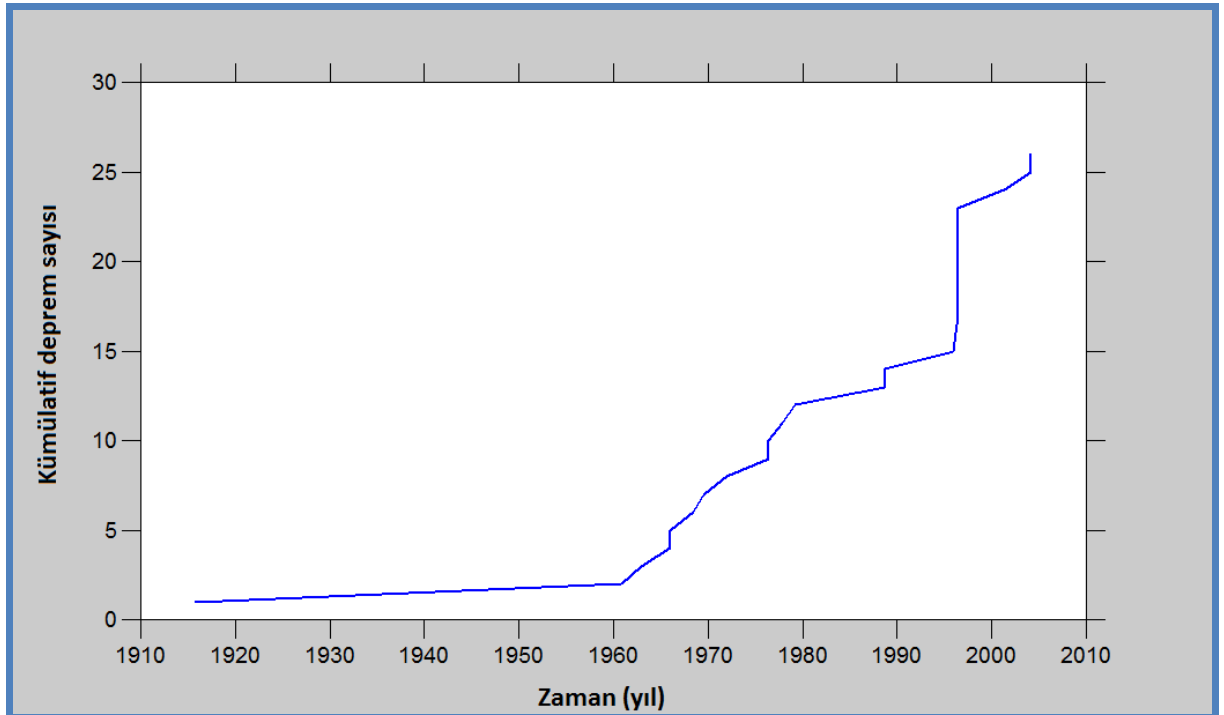


Şekil 4.449. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

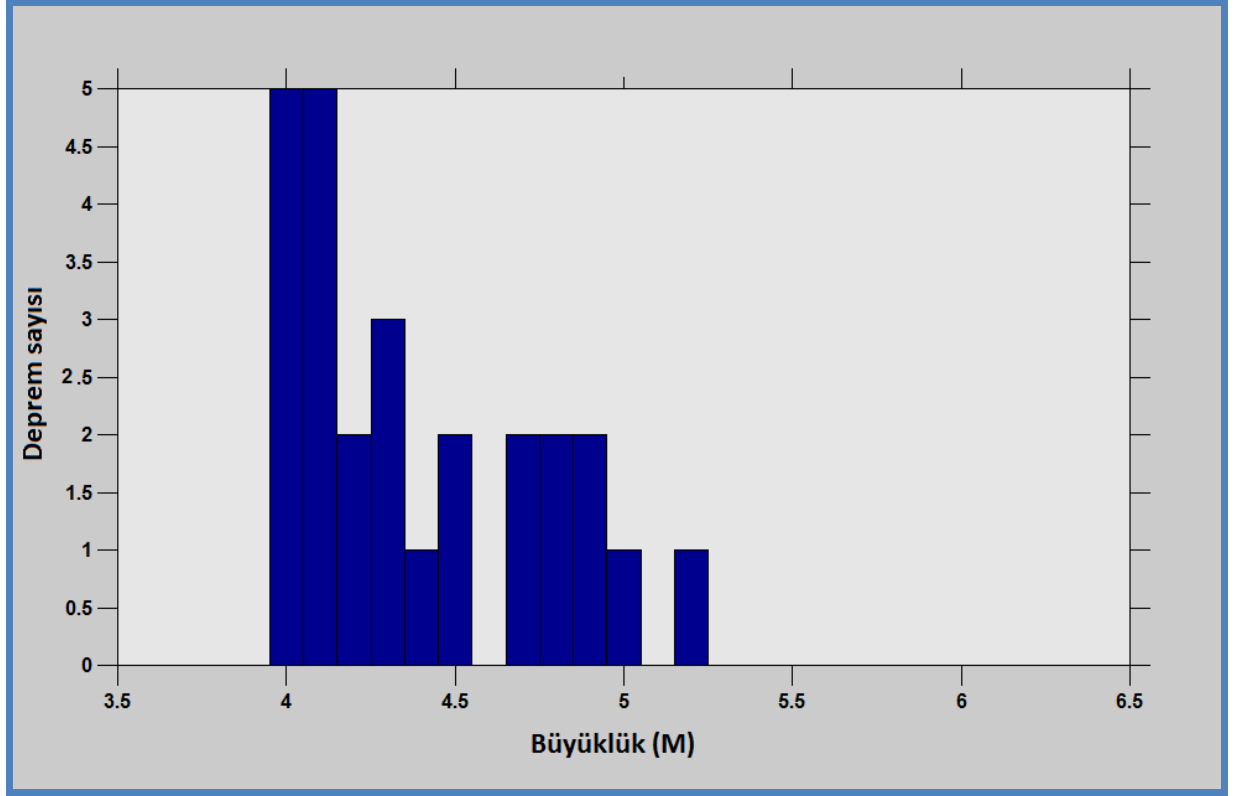
4.4.7. G7-Ozurgeti deprem kaynak zonu analizleri



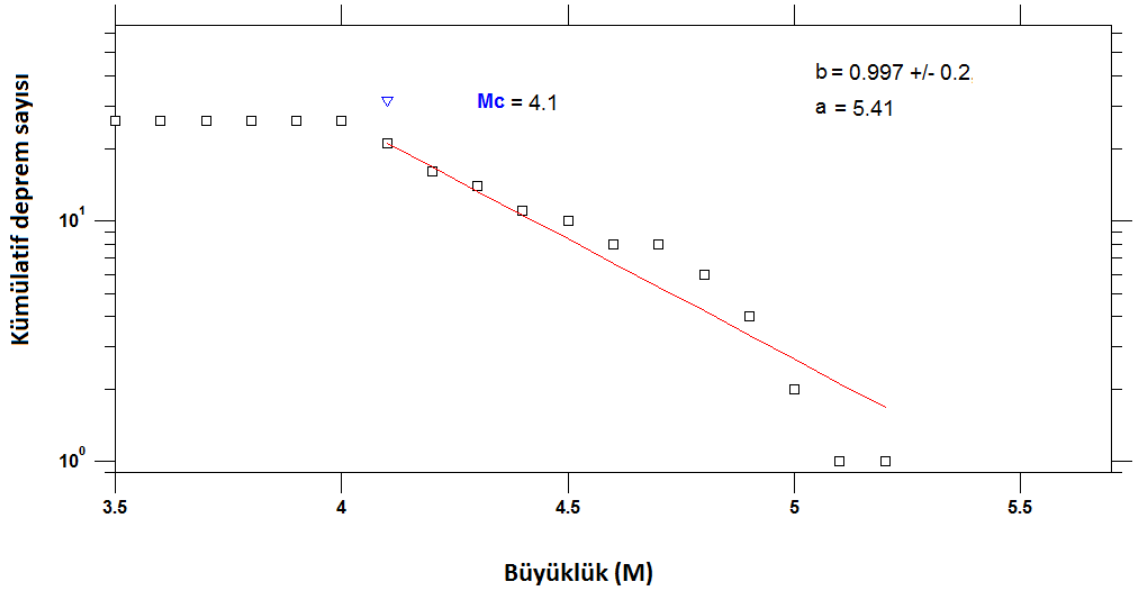
Şekil 4.450. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelej ağı



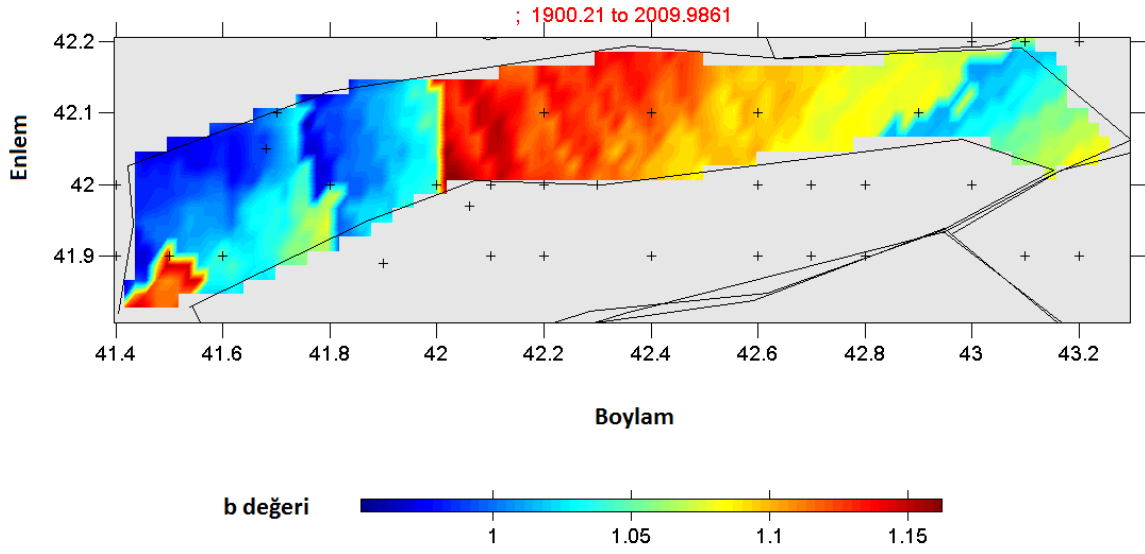
Şekil 4.451. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



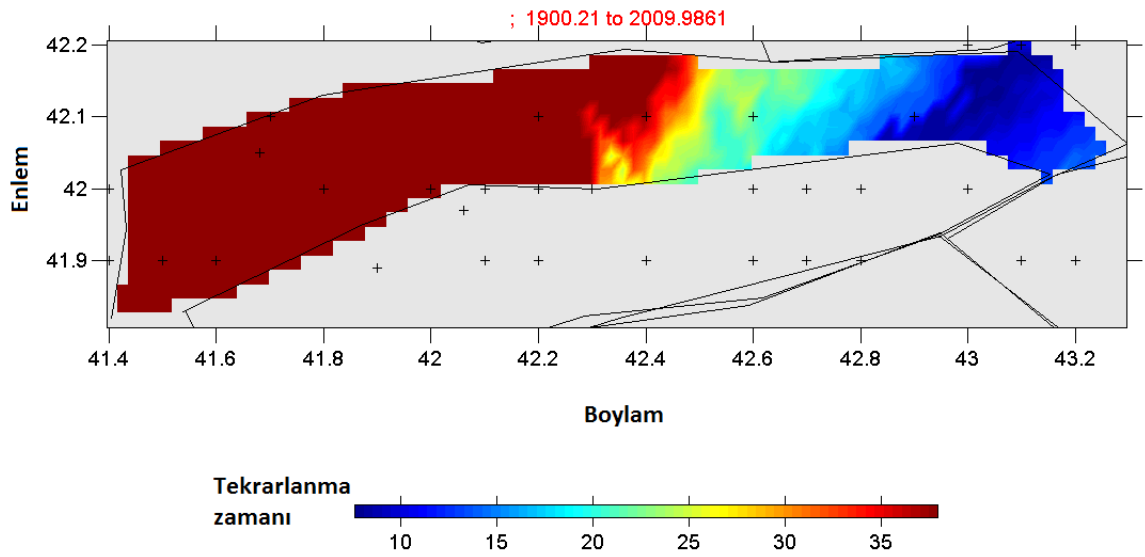
Şekil 4.452. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.453. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

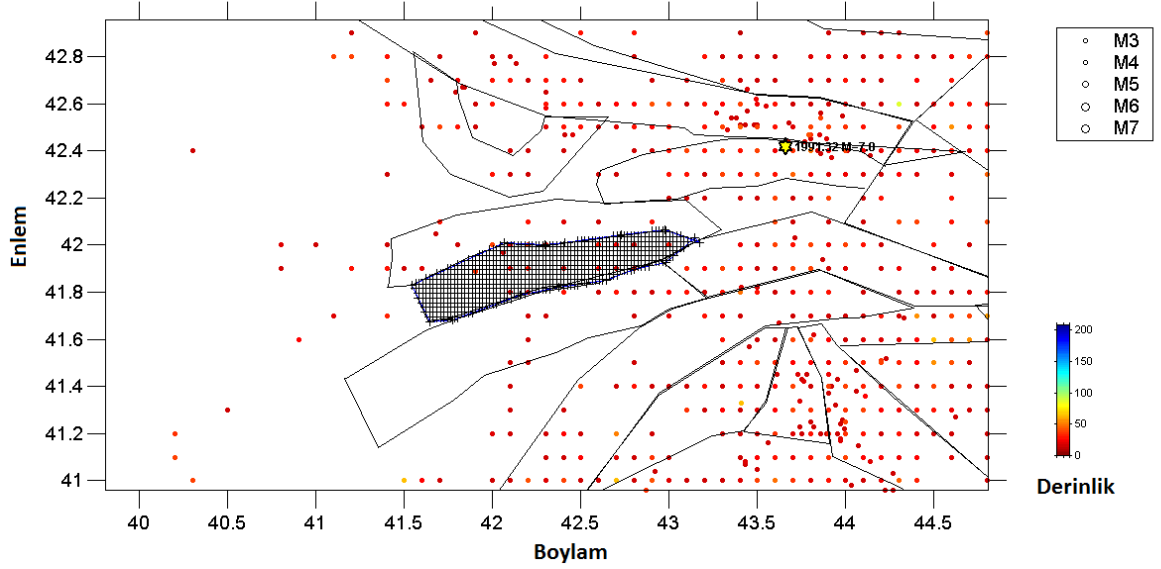


Şekil 4.454. Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

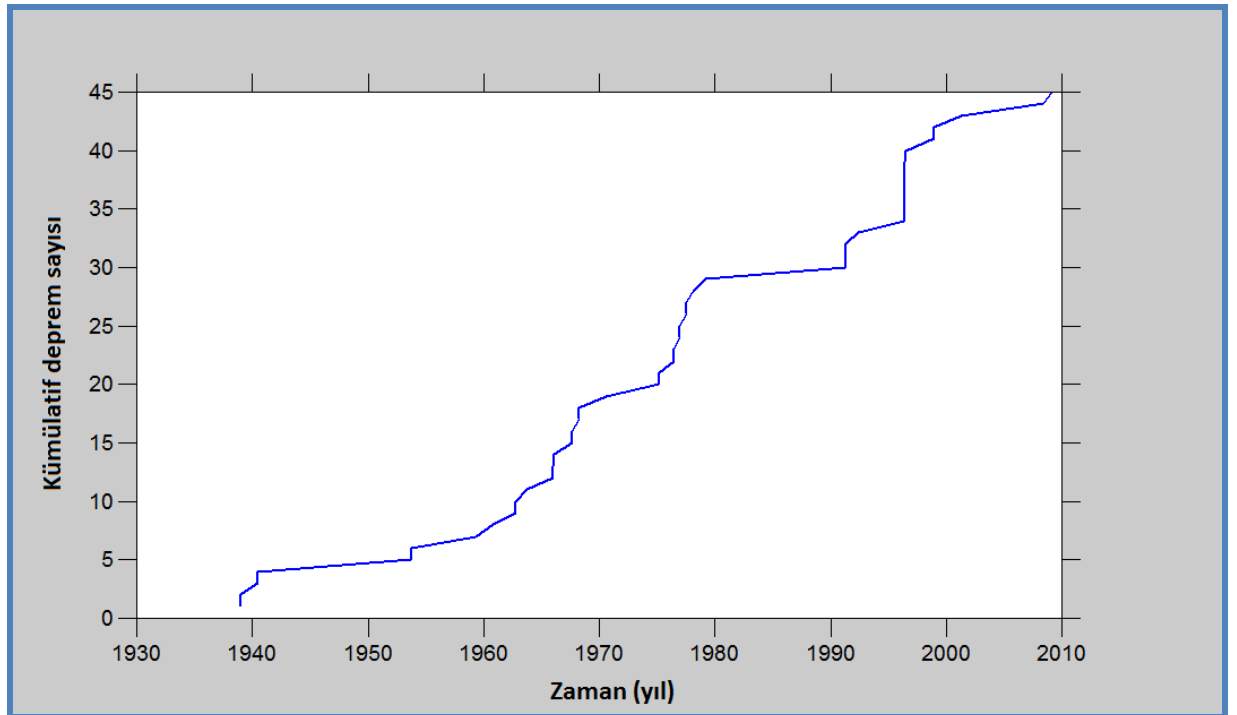


Şekil 4.455. Kaynak zonda Mw=7 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

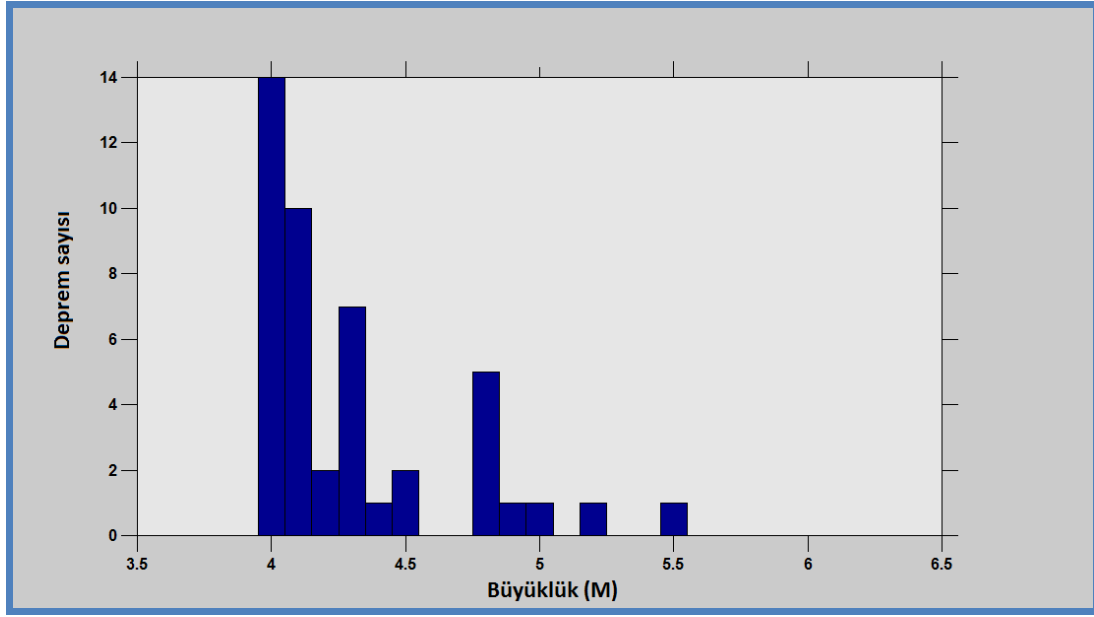
4.4.8. G8-Qeda deprem kaynak zonu analizleri



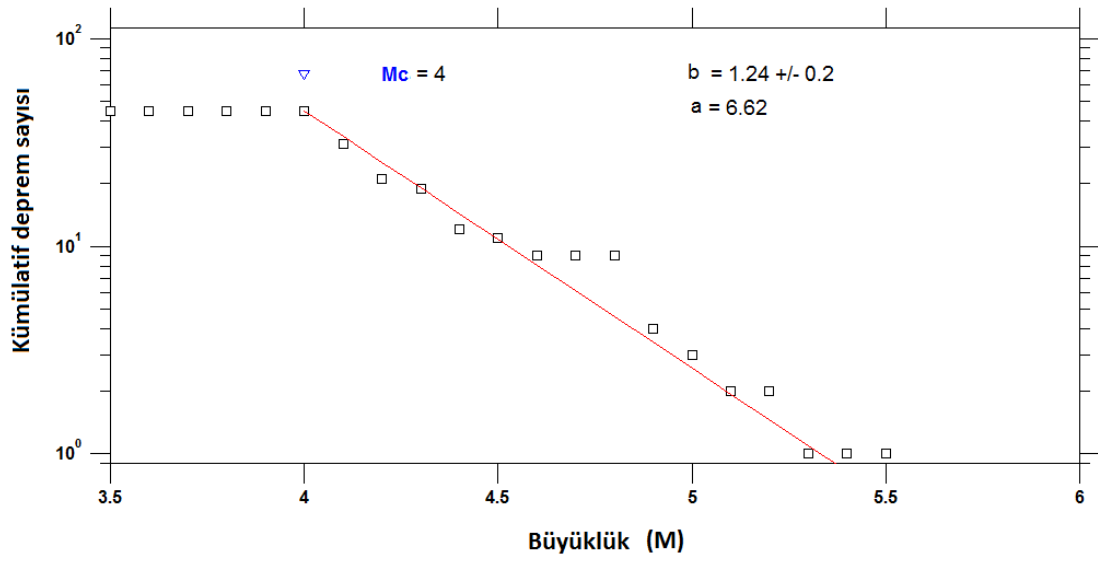
Şekil 4.456. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelij ağı



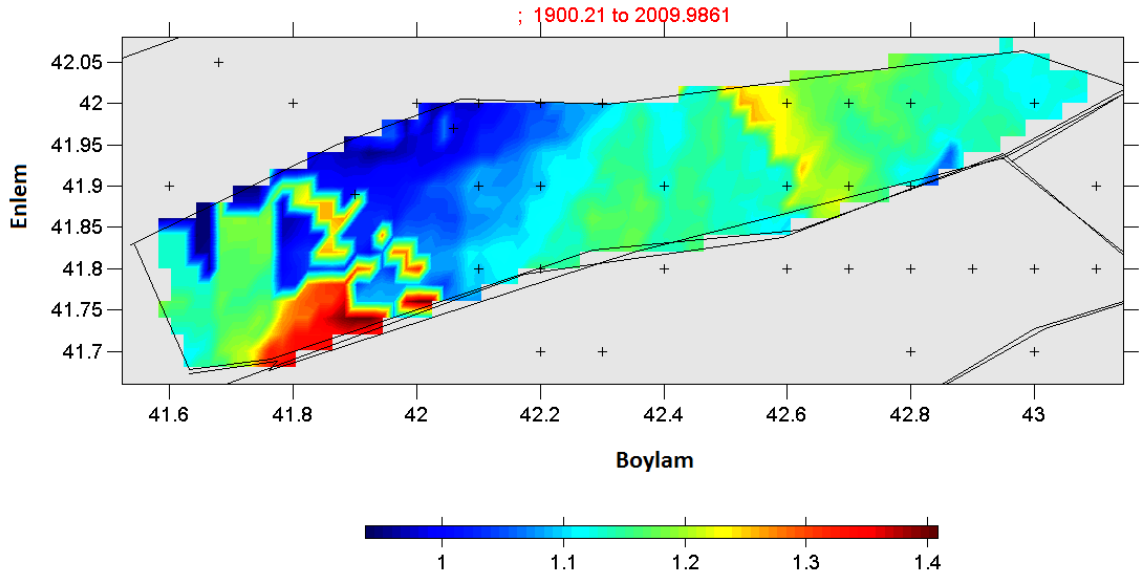
Şekil 4.457. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



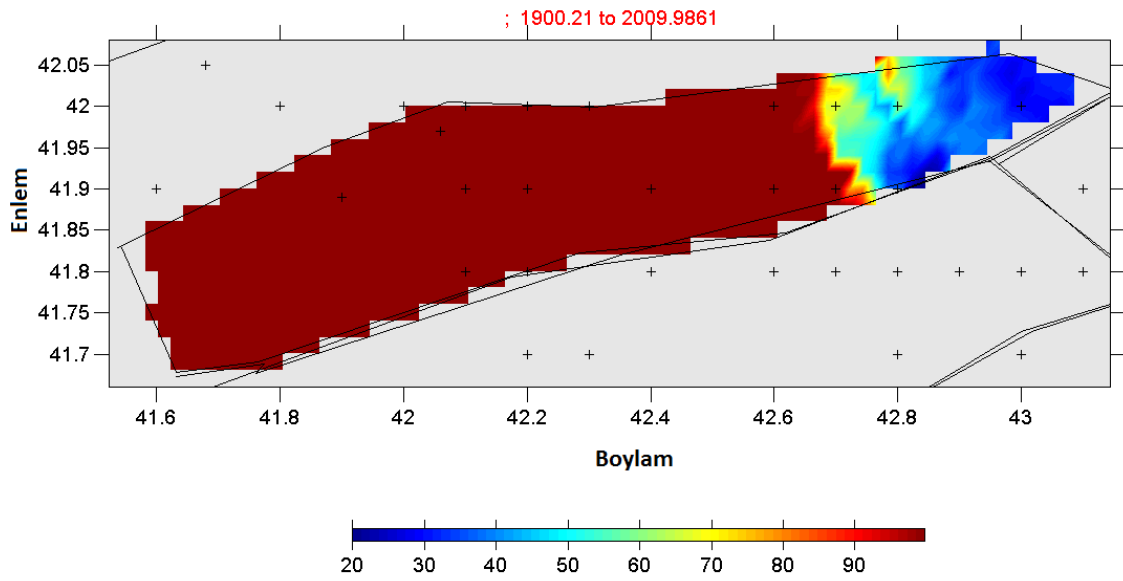
Şekil 4.458. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.459. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

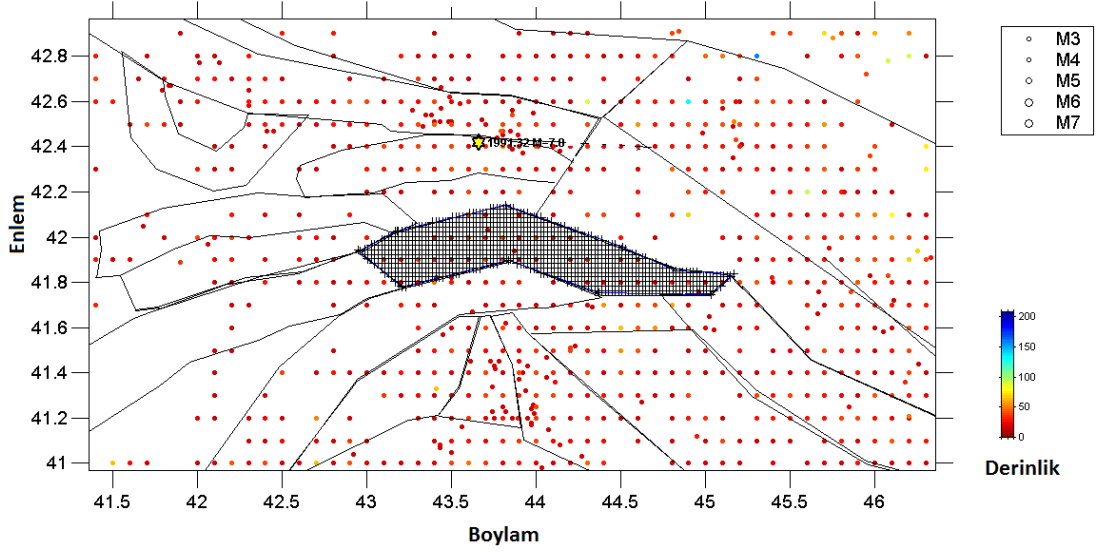


Şekil 4.460. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

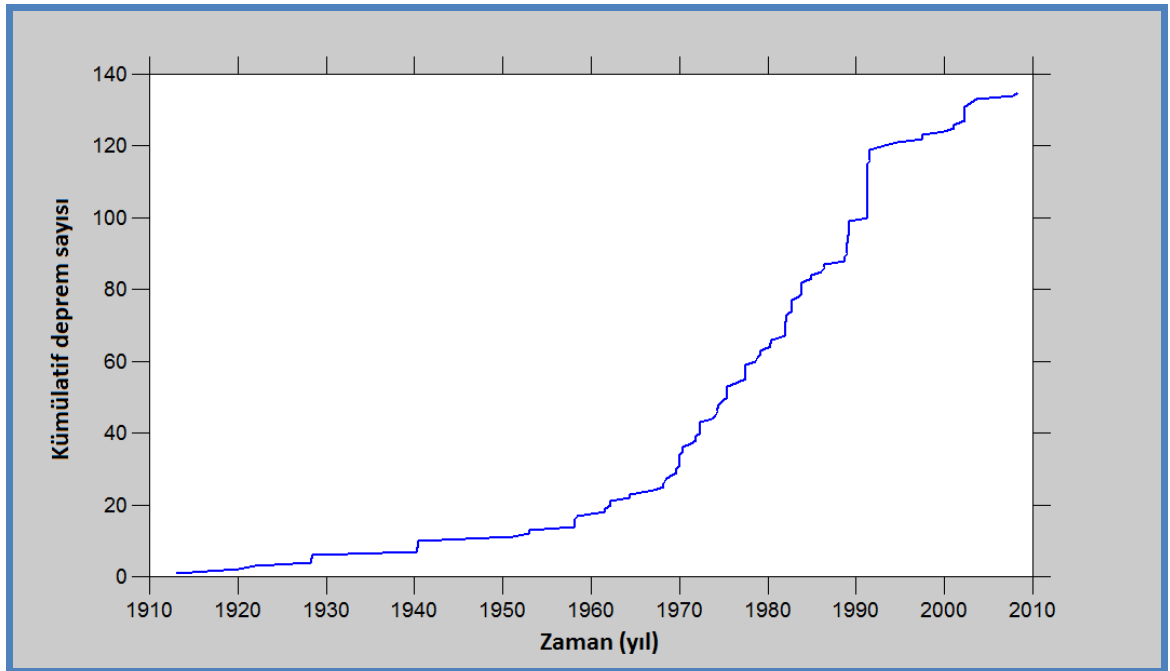


Şekil 4.461. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

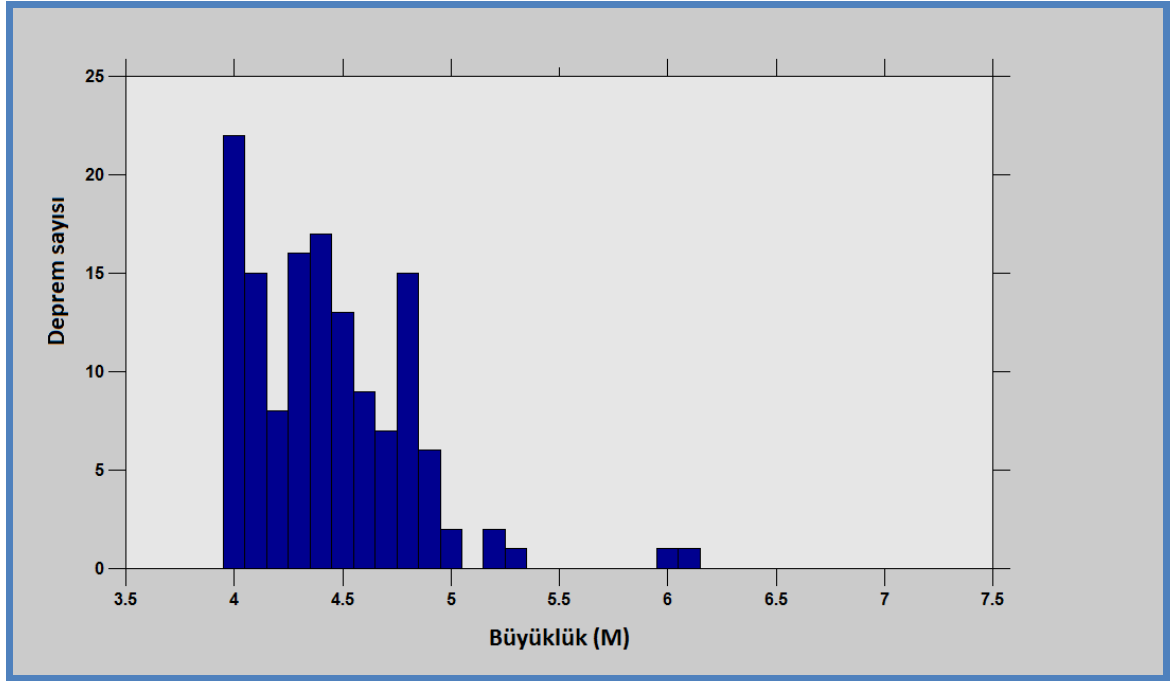
4.4.9. G9-Surami deprem kaynak zonu analizleri



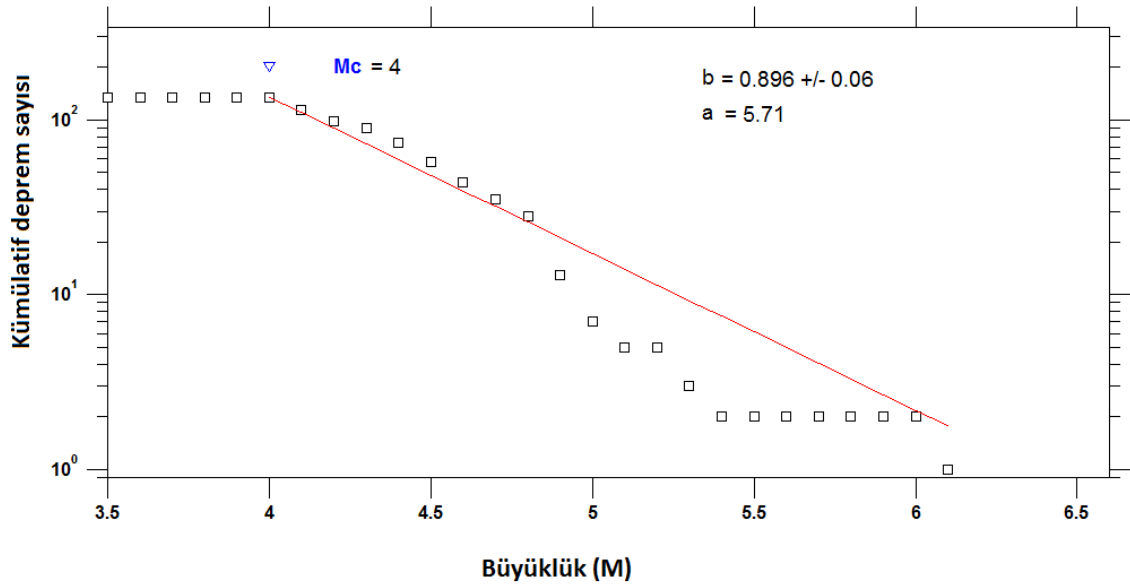
Şekil 4.462. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelej ağı



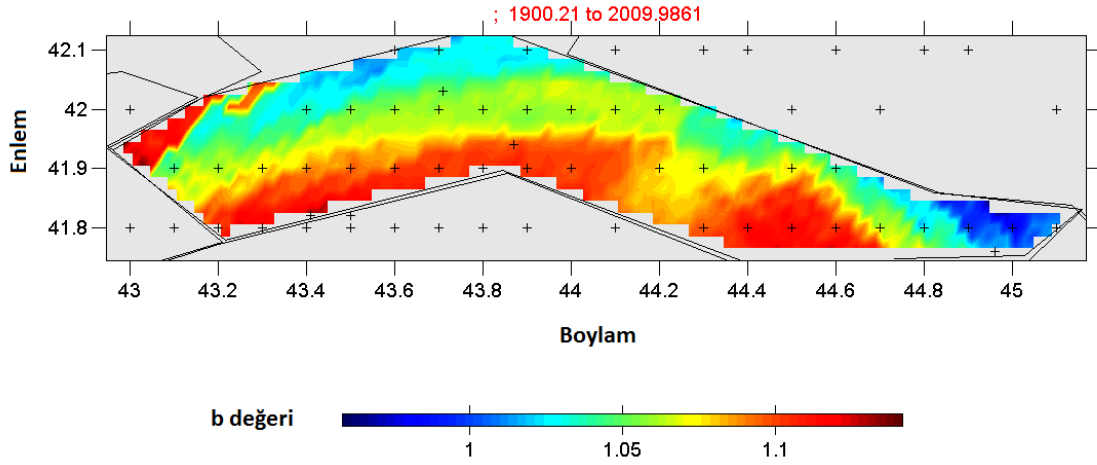
Şekil 4.463. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



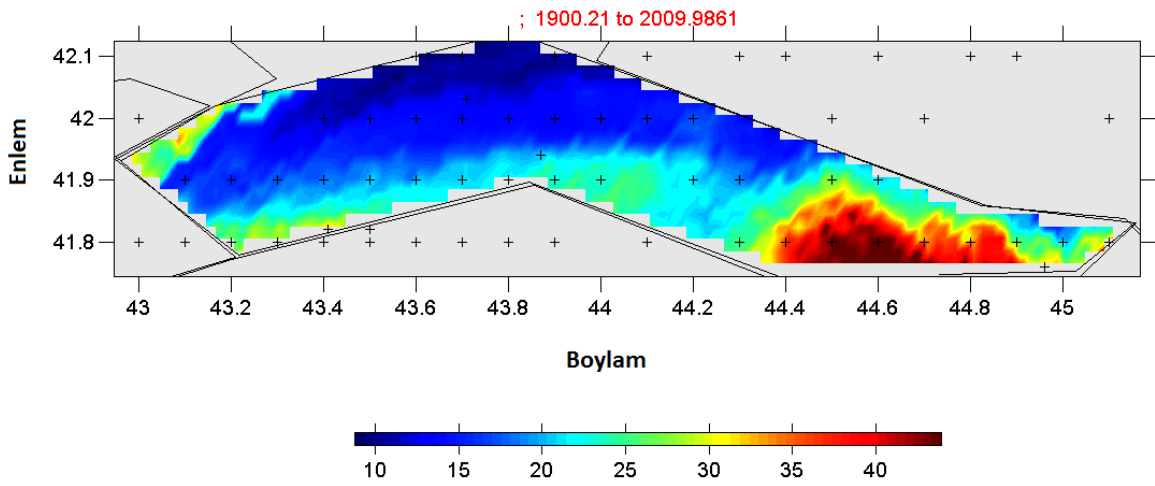
Şekil 4.464. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.465. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

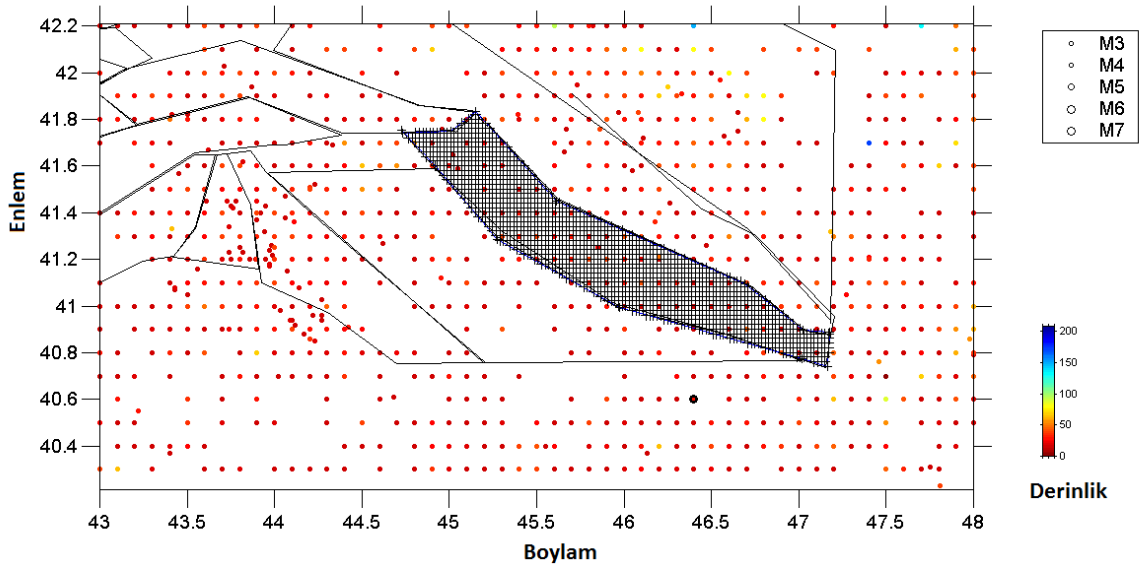


Şekil 4.466. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

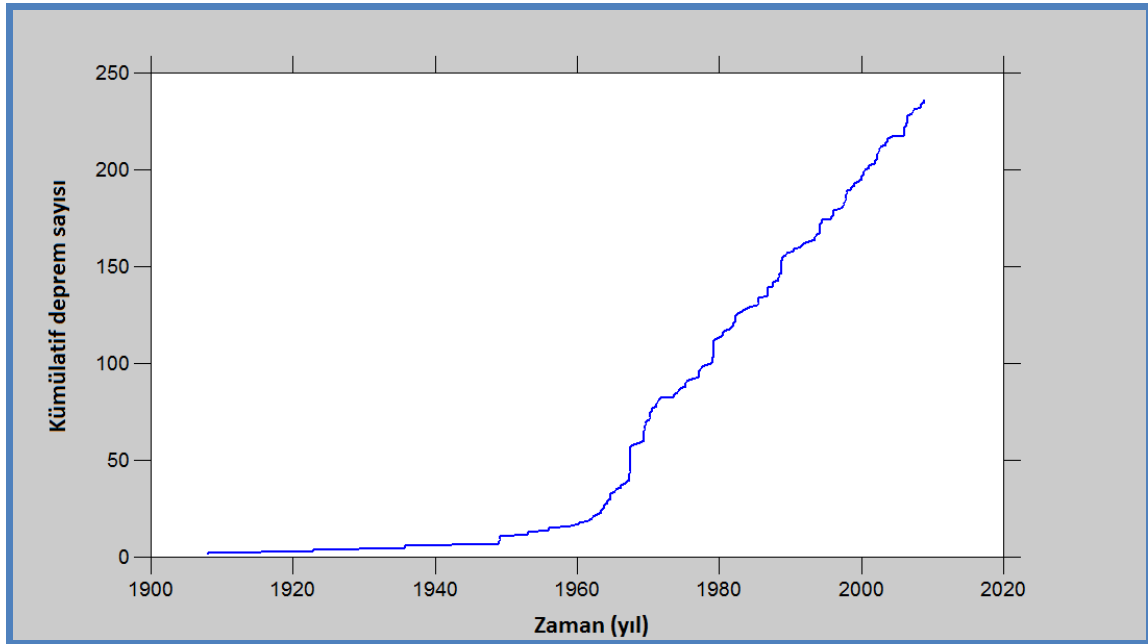


Şekil 4.467. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

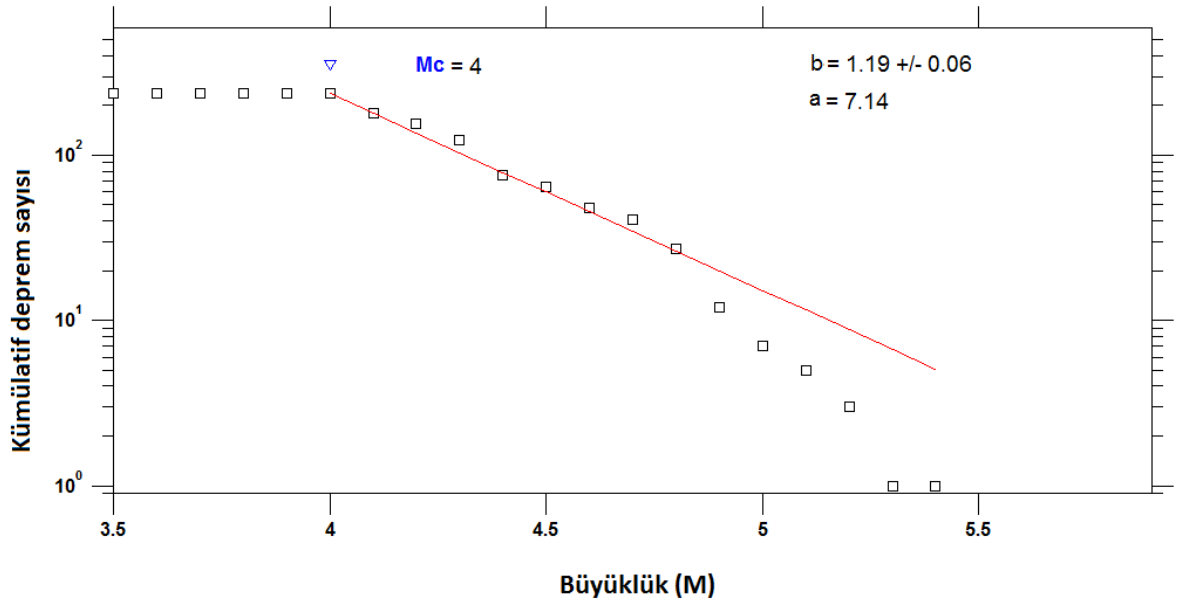
4.4.10. G10-Orkhevi deprem kaynak zonu analizleri



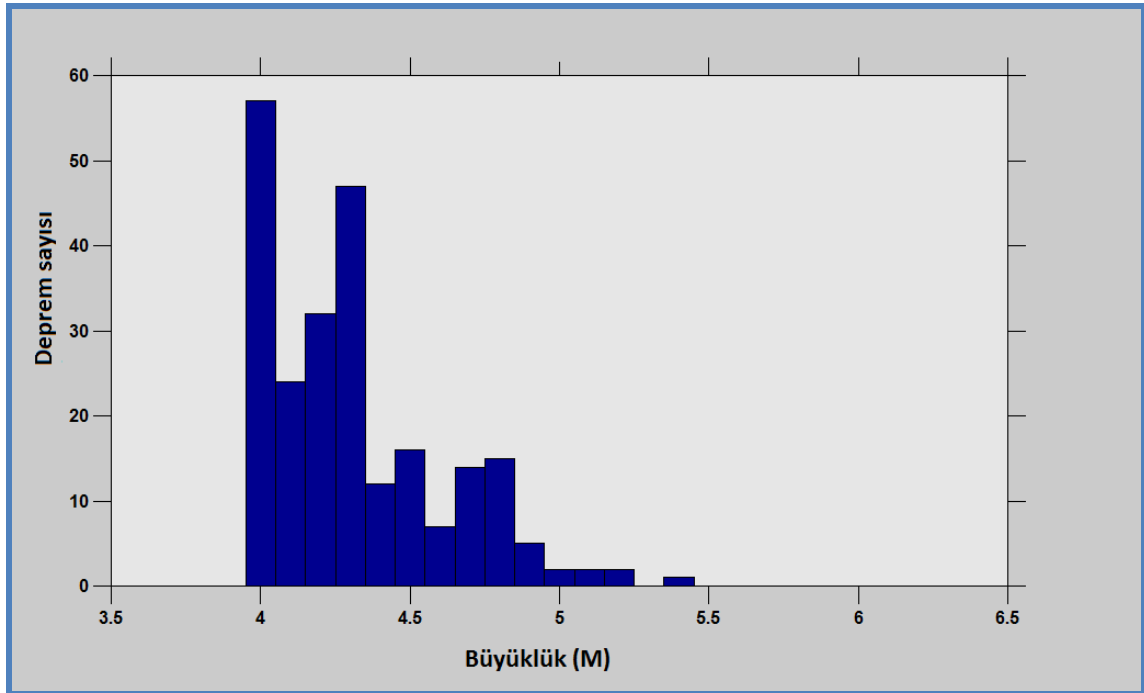
Şekil 4.468. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan kareyaj ağı



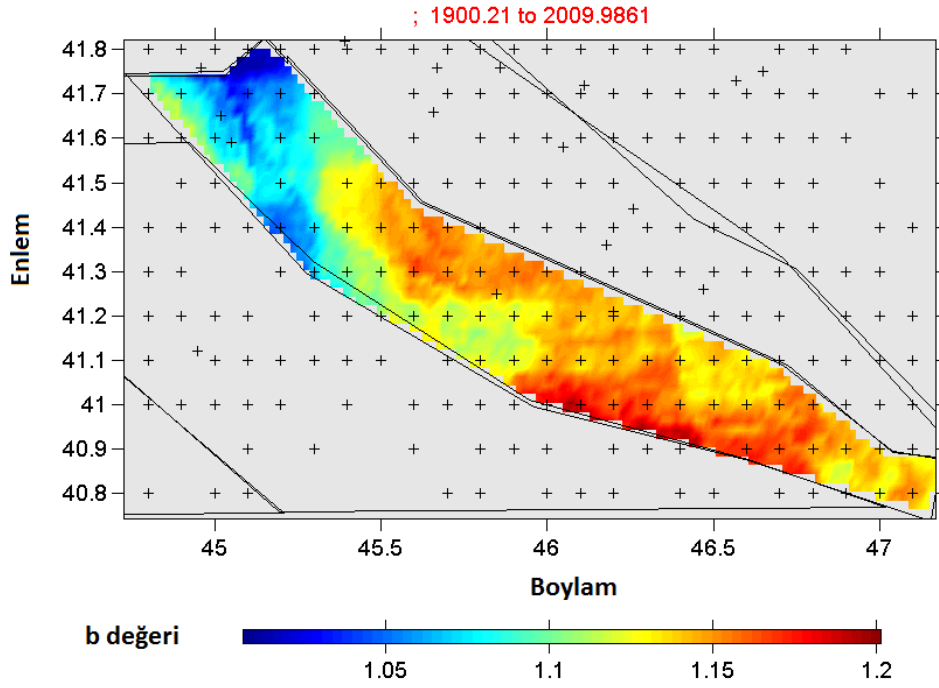
Şekil 4.469. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



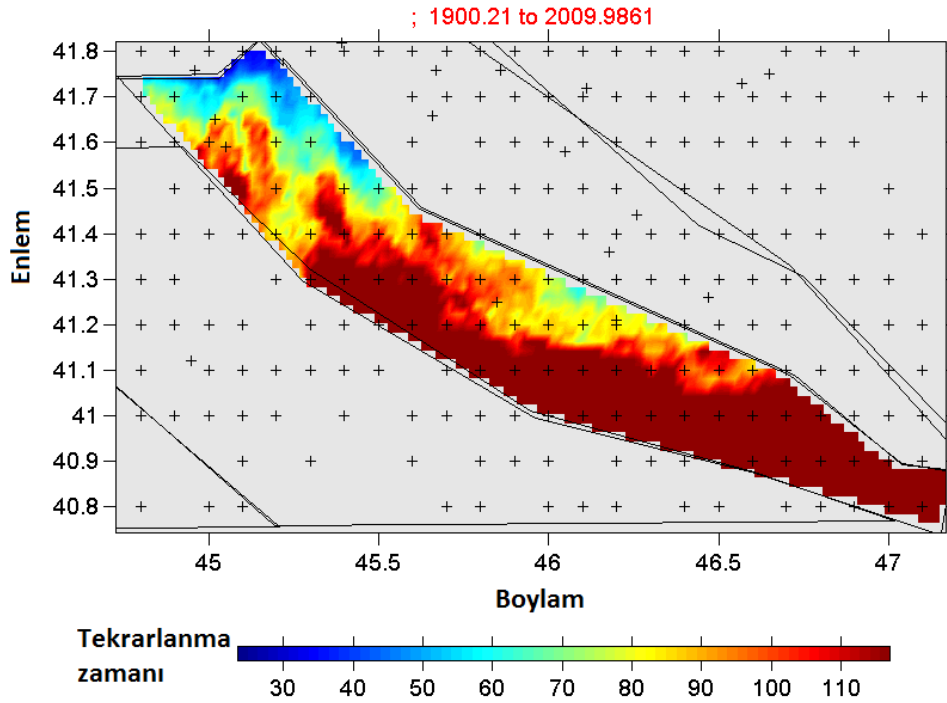
Şekil 4.470. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)



Şekil 4.471. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi

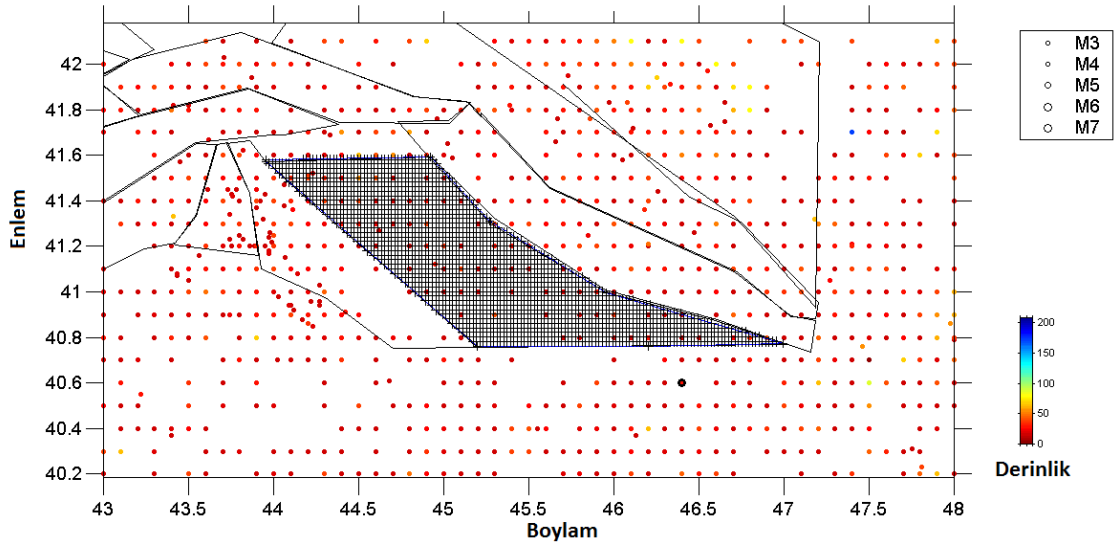


Şekil 4.472. Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

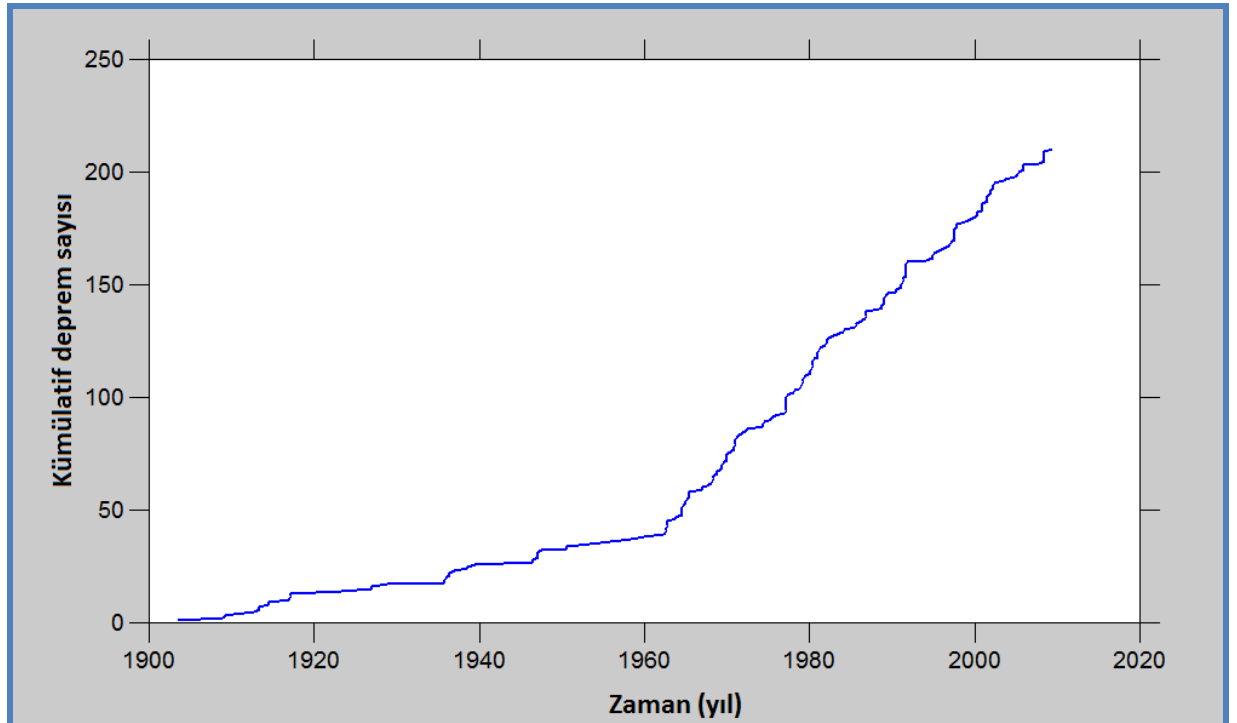


Şekil 4.473. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

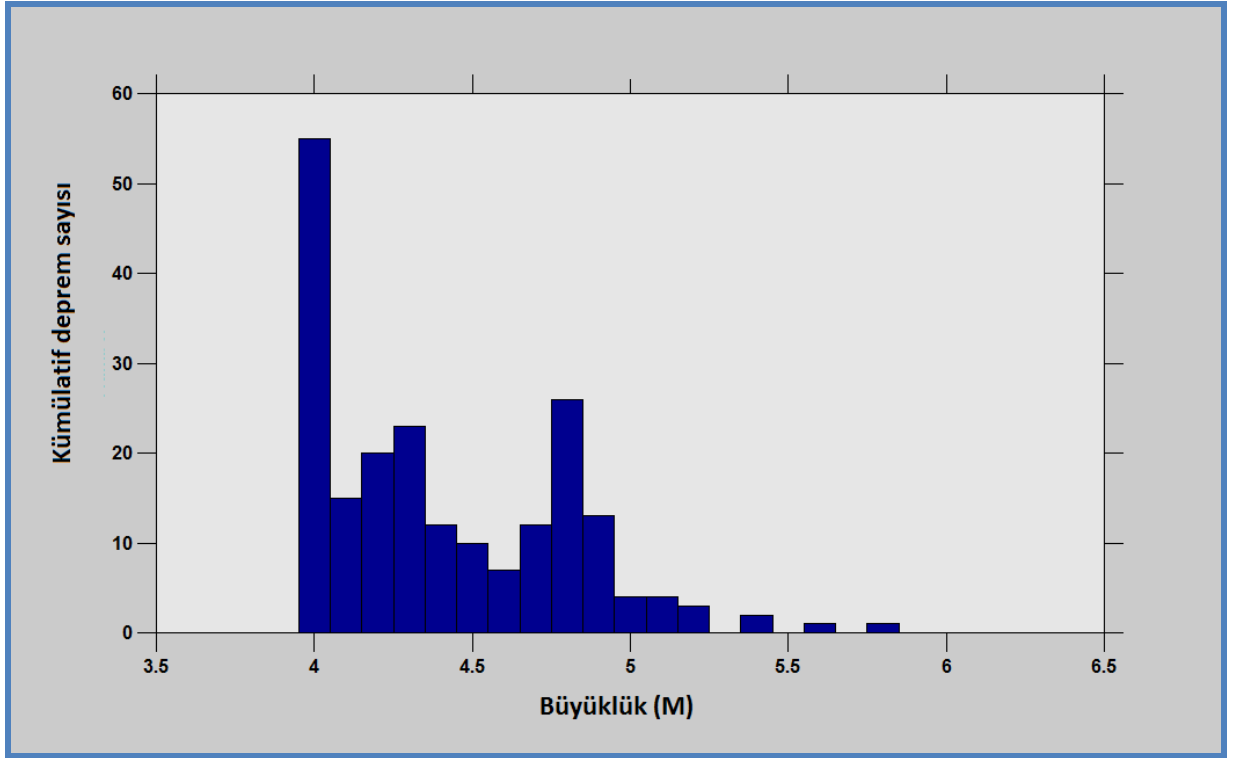
4.4.11. G11-Khrami deprem kaynak zonu analizleri



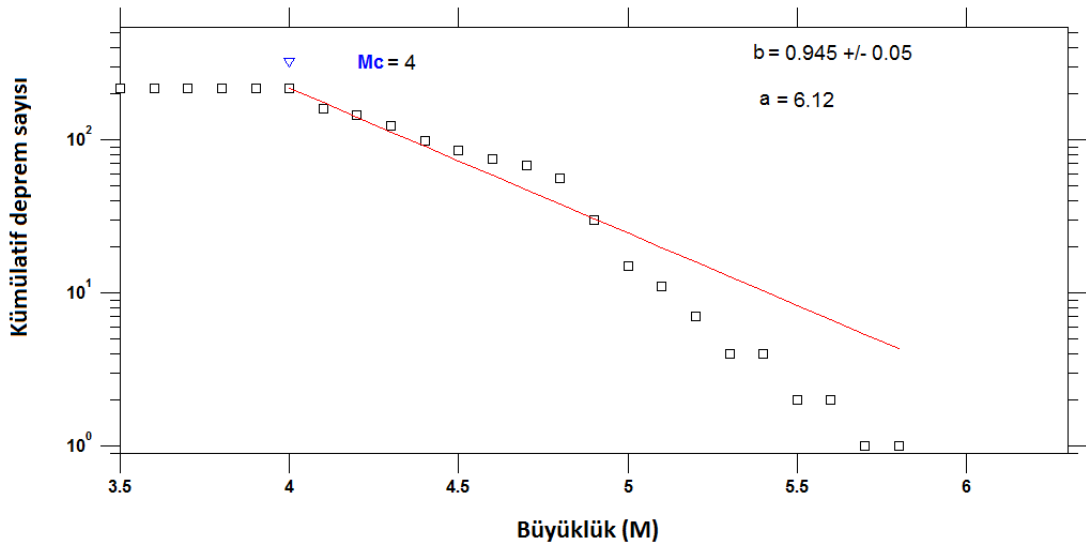
Şekil 4.474. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan kareyaj yapılan harita



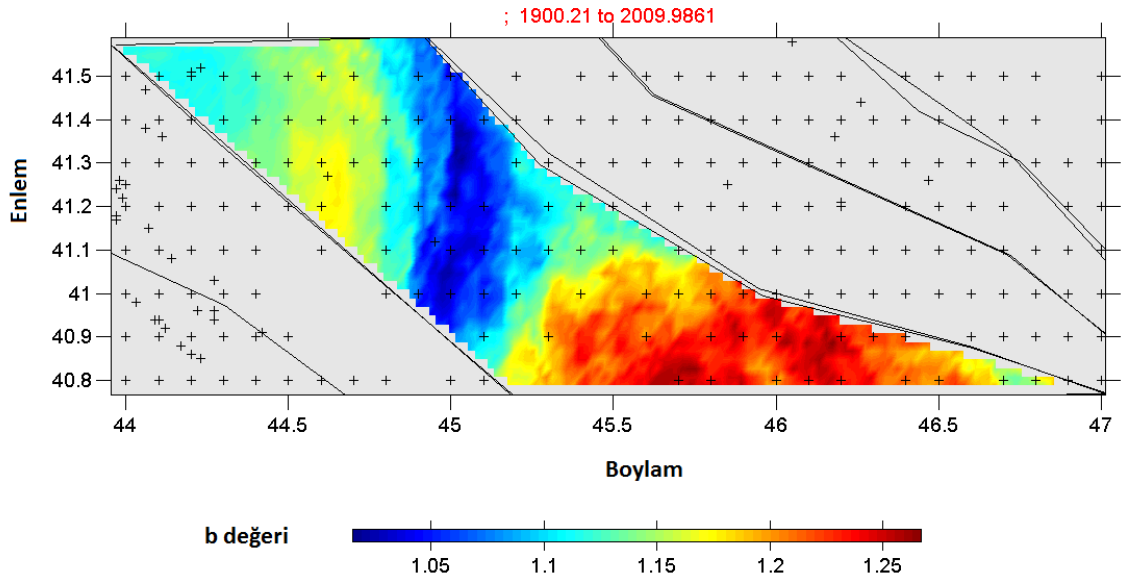
Şekil 4.475. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



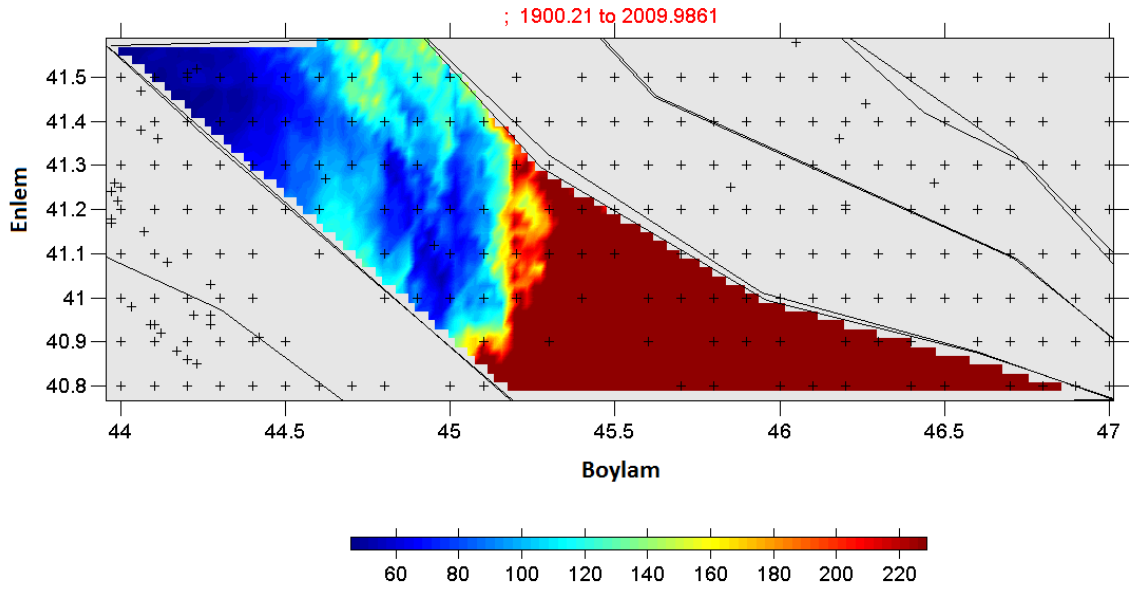
Şekil 4.476. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.477. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

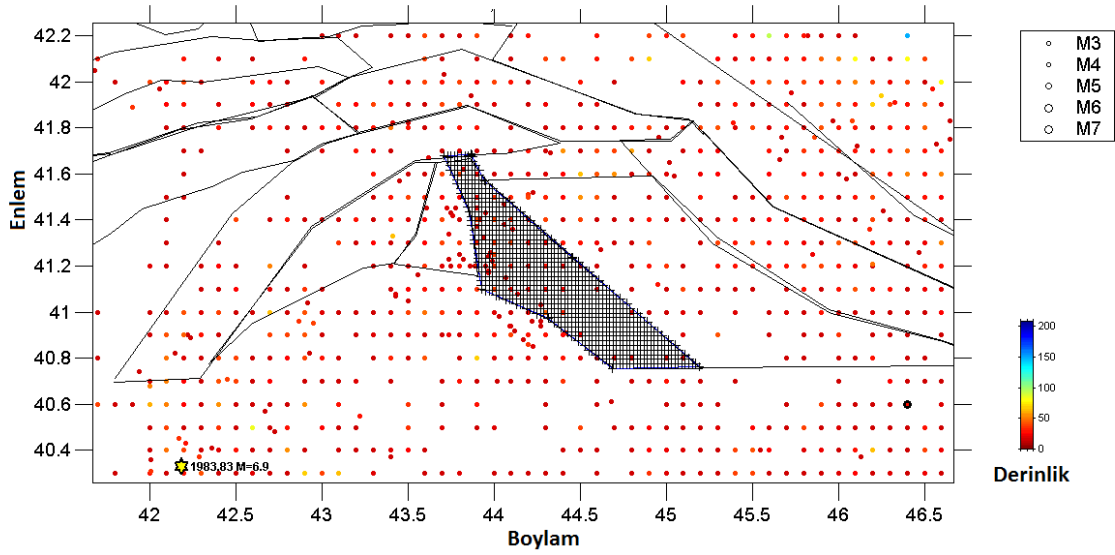


Şekil 4.478. Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

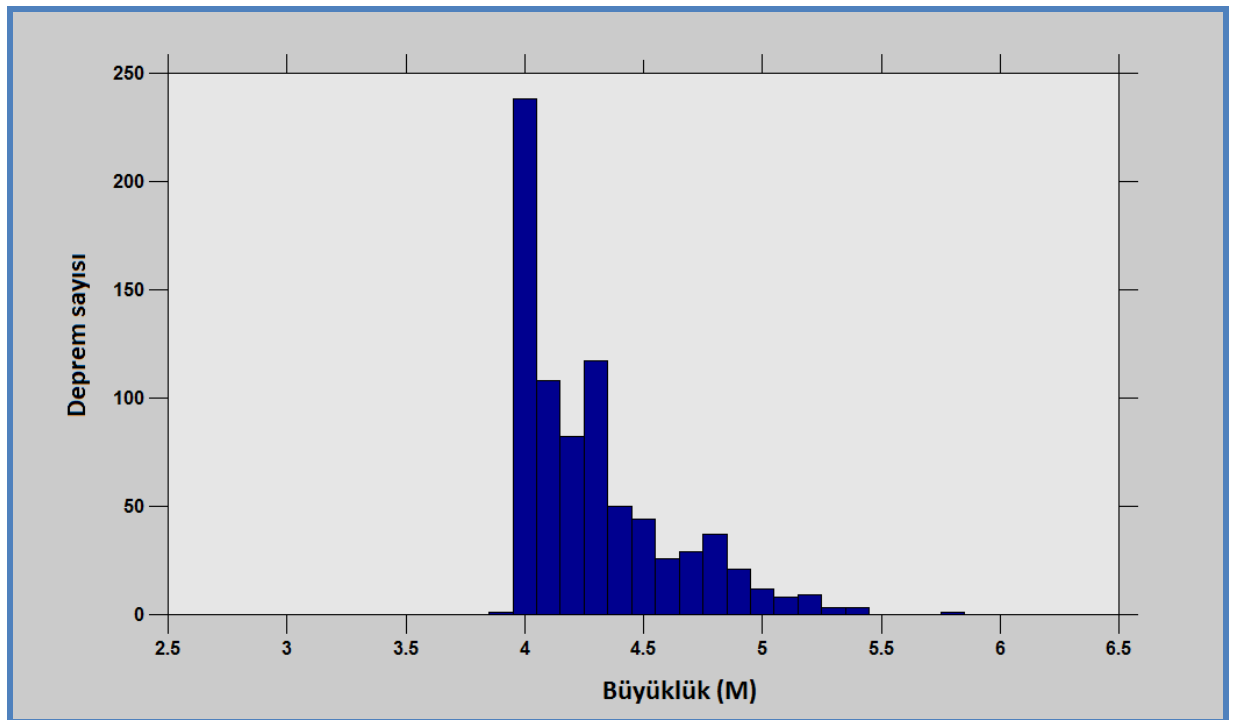


Şekil 4.479. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

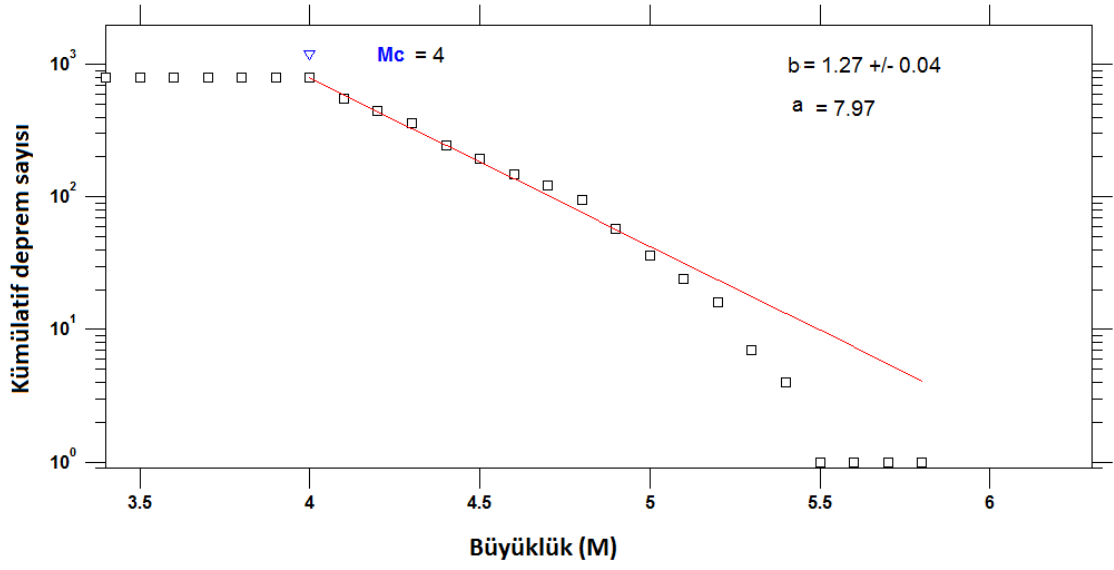
4.4.12. G12-Javakheti deprem kaynak zonu analizleri



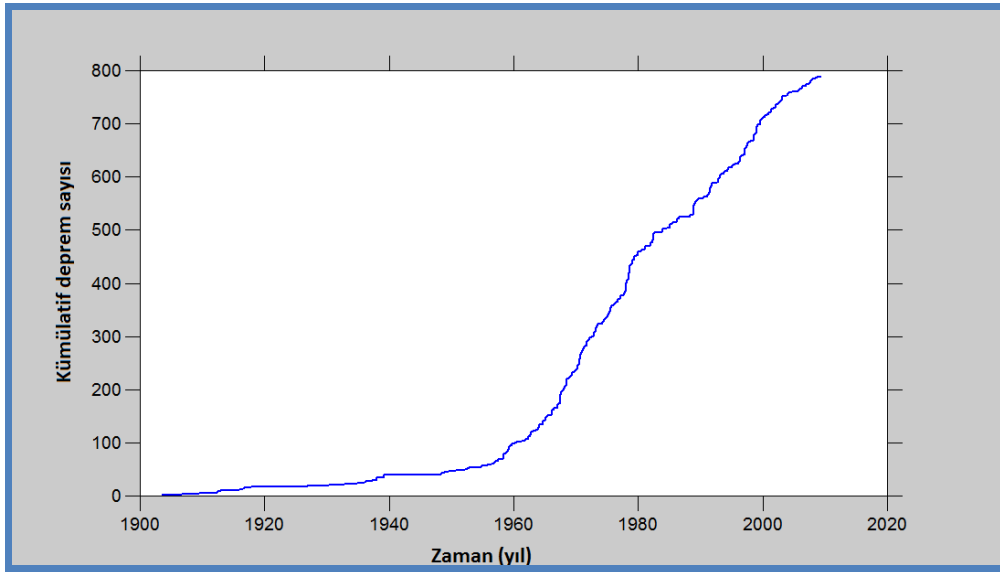
Şekil 4.480. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelej ağı



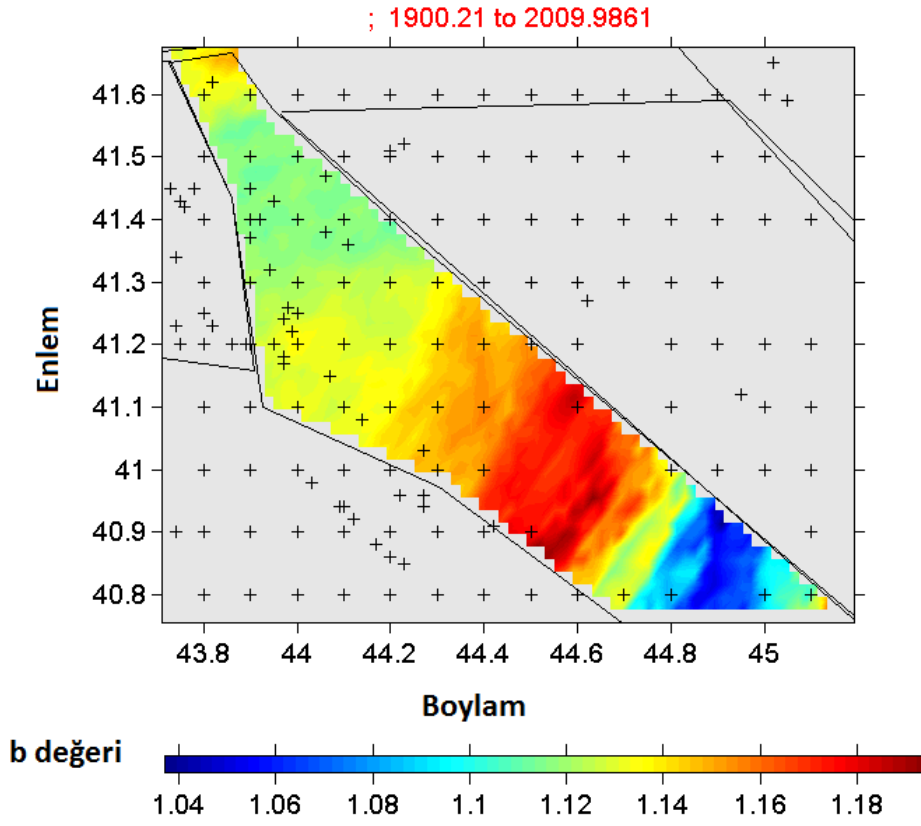
Şekil 4.481. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



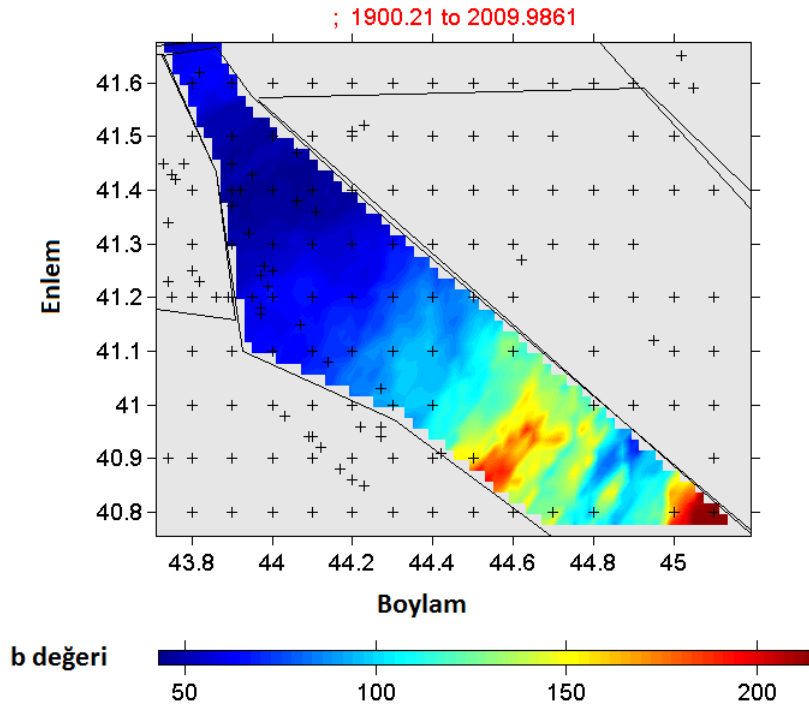
Şekil 4.482. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)



Şekil 4.483. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi

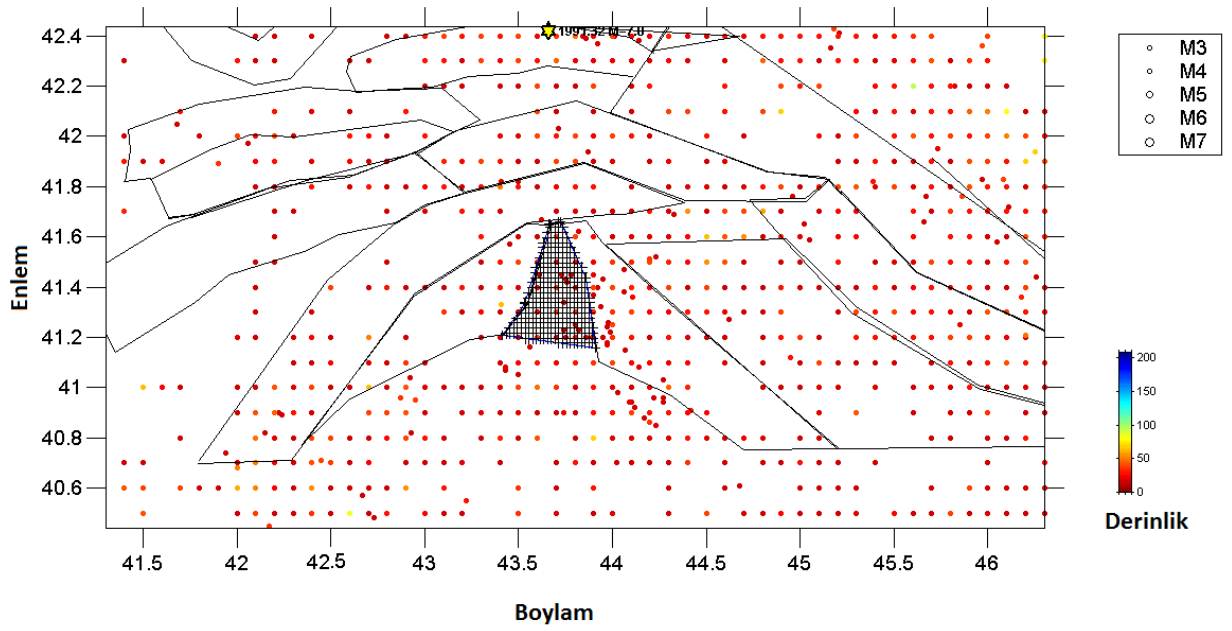


Şekil 4.484. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

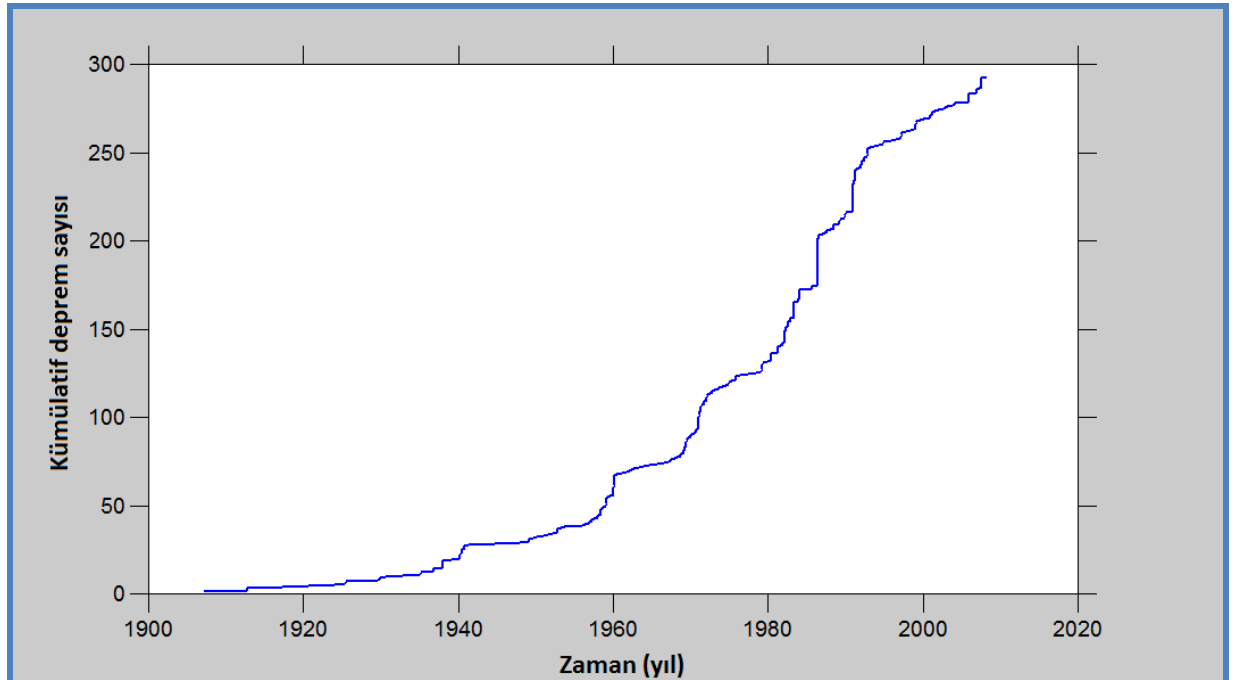


Şekil 4.485. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

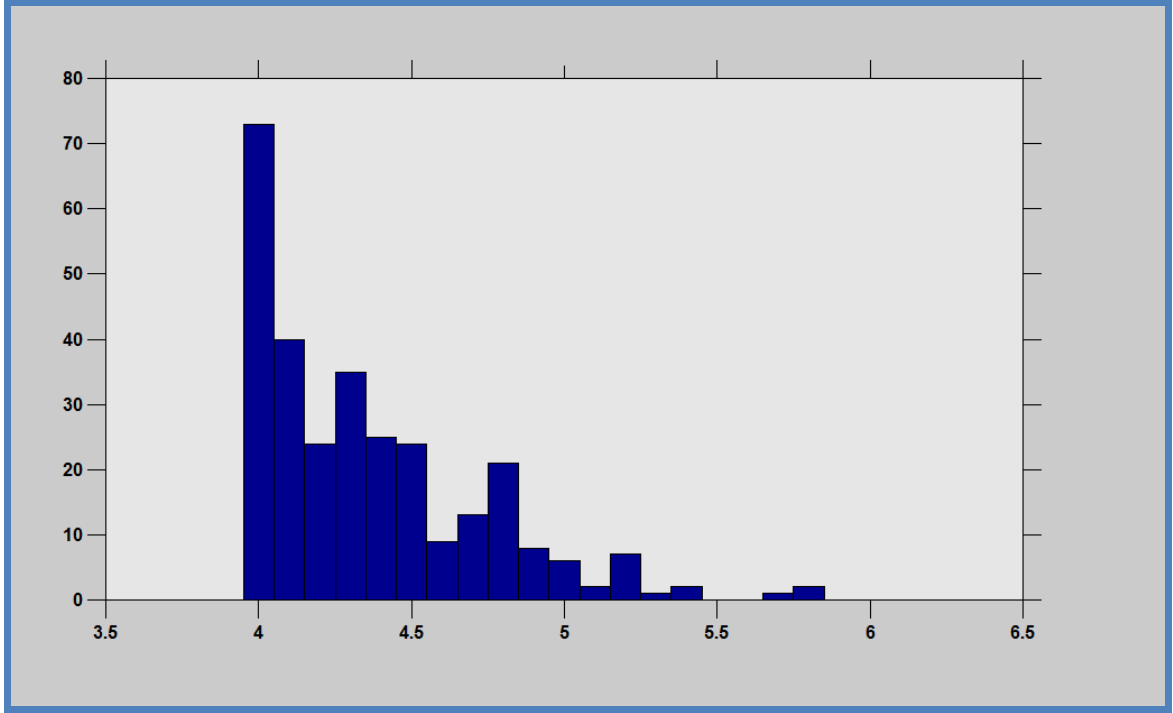
4.4.13. G13-Abuli deprem kaynak zonu analizleri



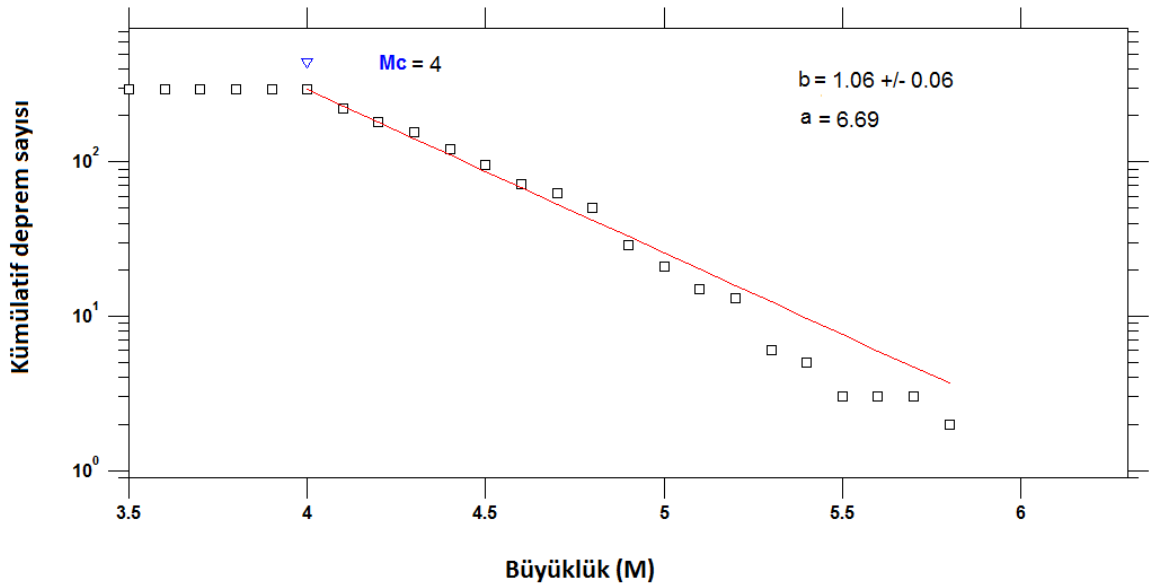
Şekil 4.486. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelej ağı



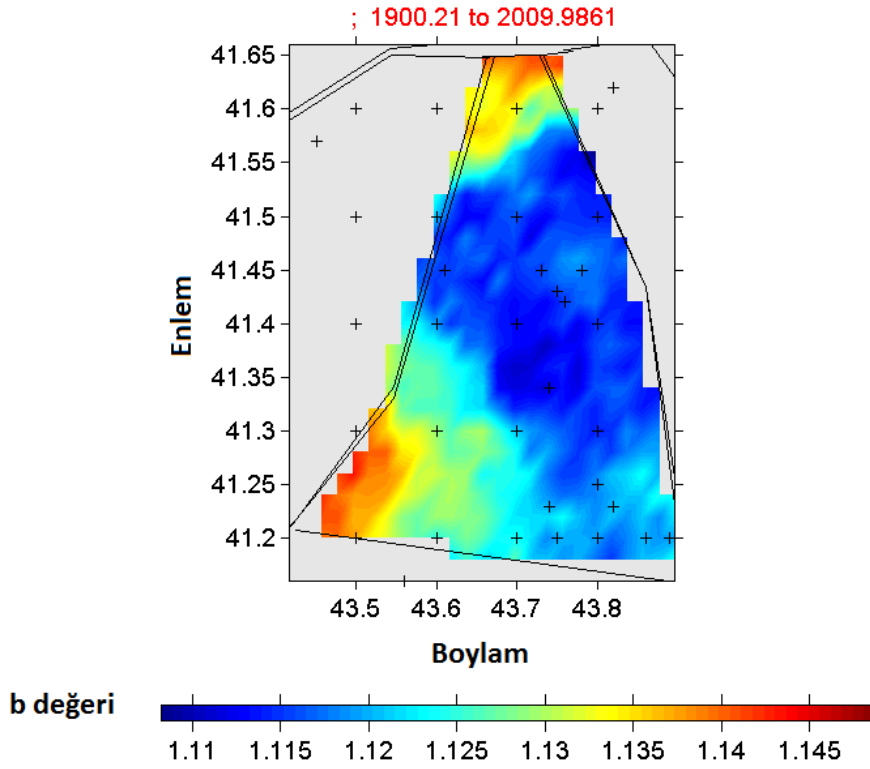
Şekil 4.487. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



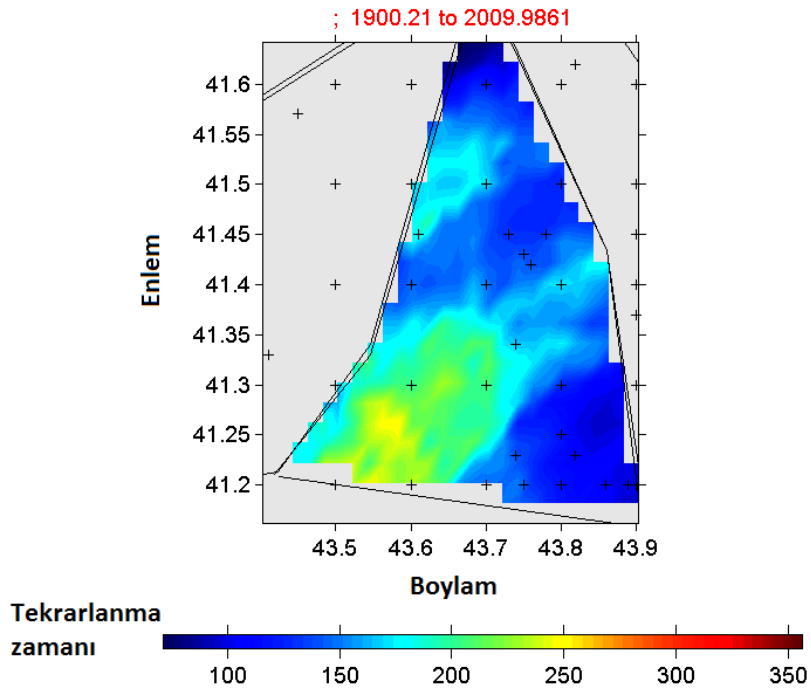
Şekil 4.488. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.489. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

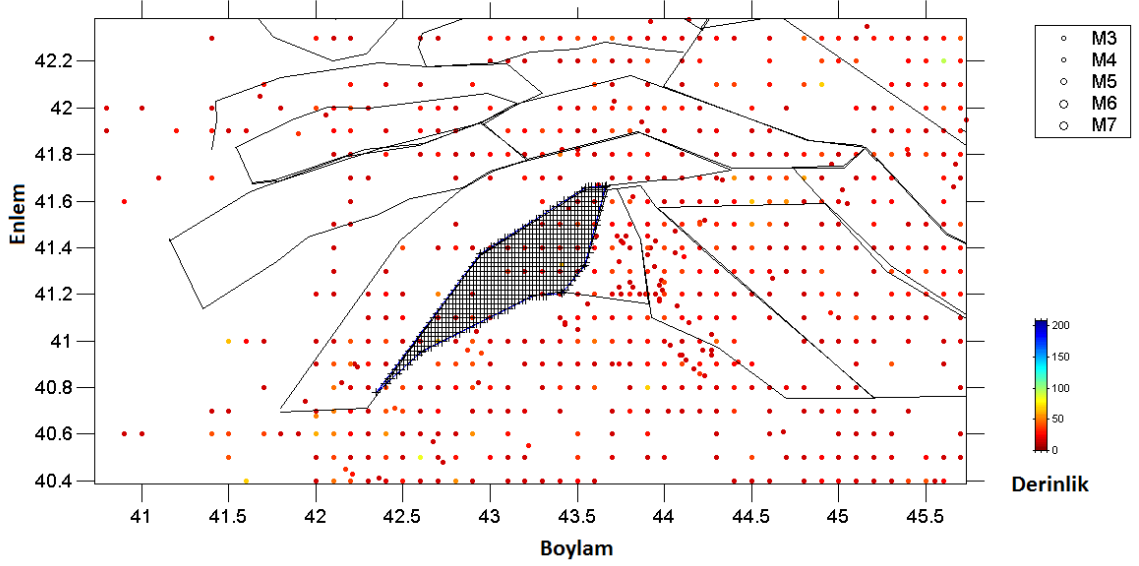


Şekil 4.490. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

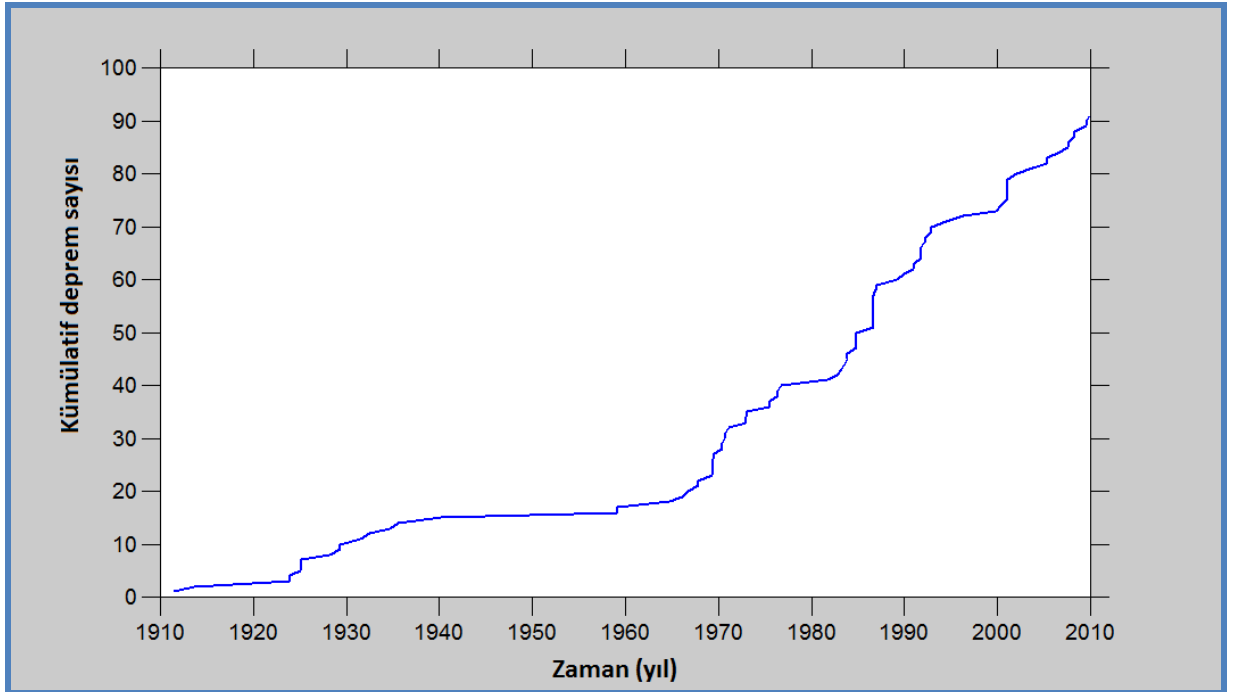


Şekil 4.491. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

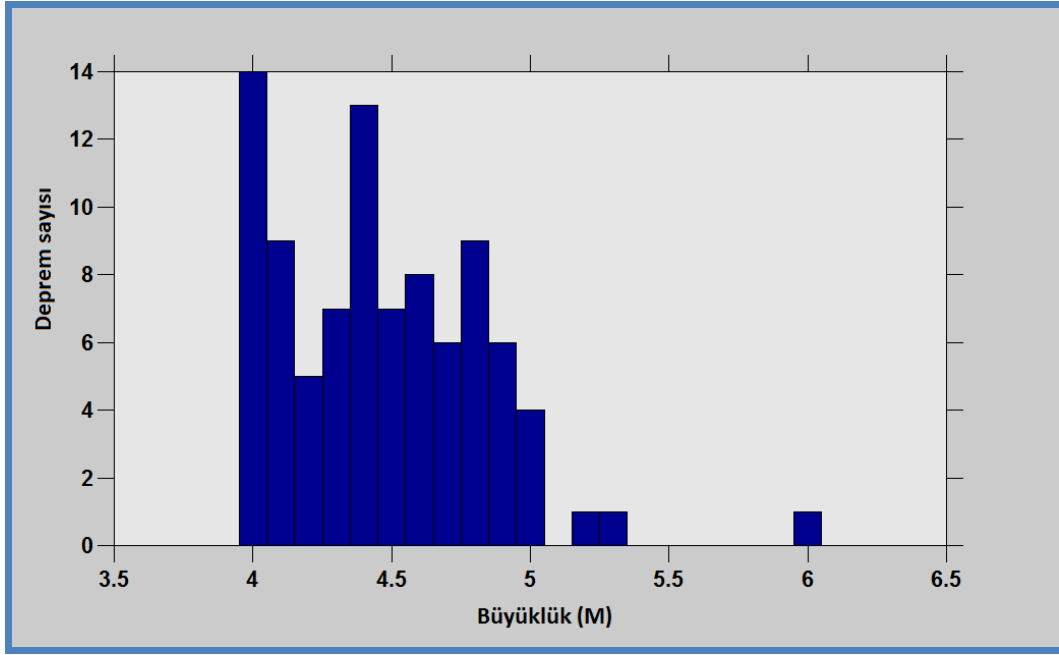
4.4.14. G14-Tabatskuri deprem kaynak zonu analizleri



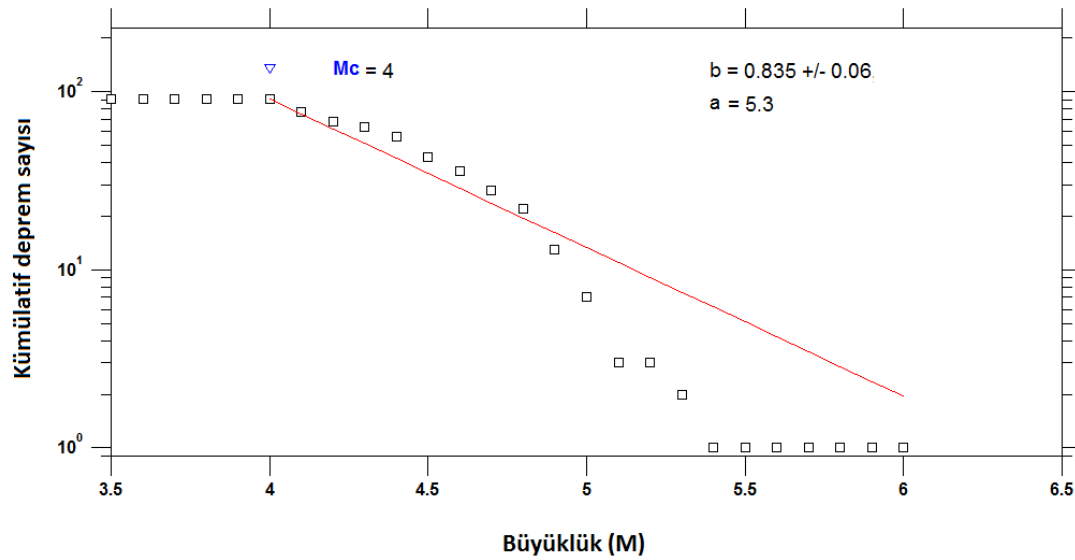
Şekil 4.492. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan kareyaj ağı



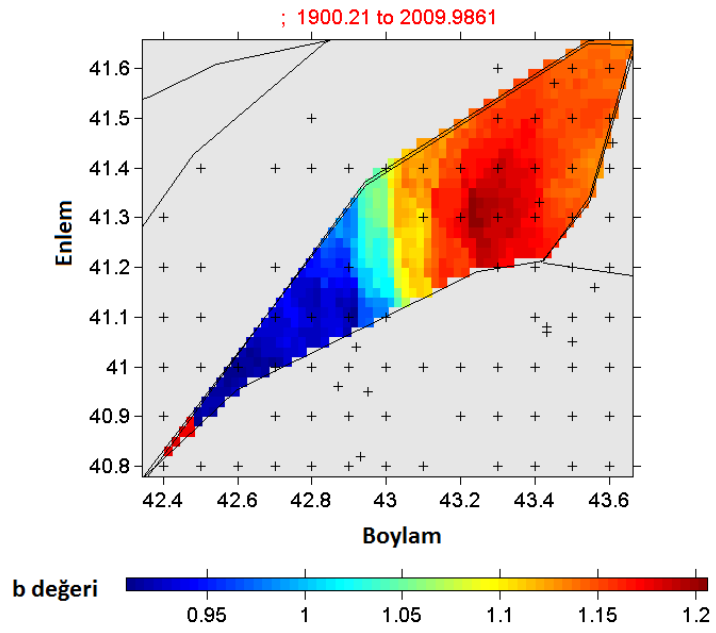
Şekil 4.493. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



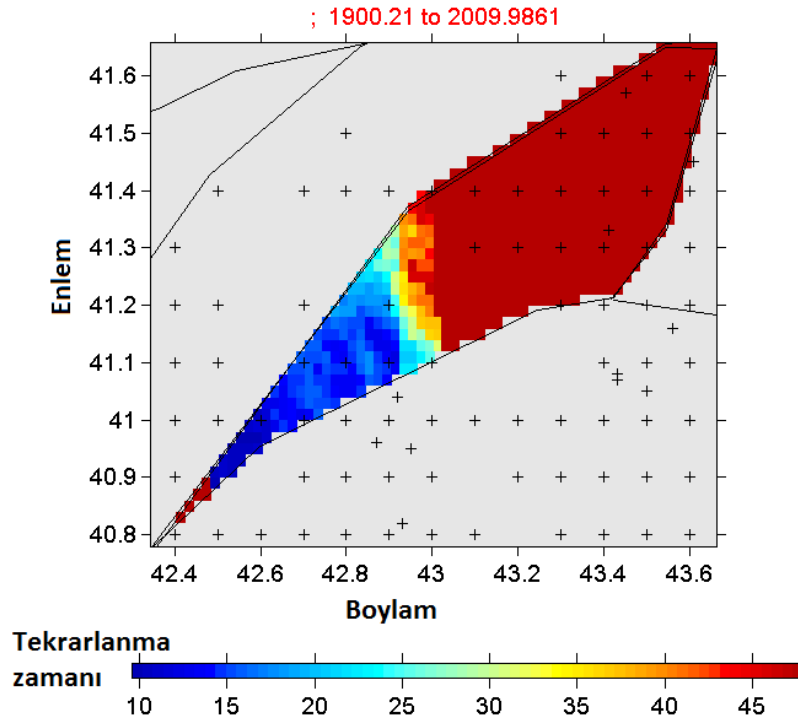
Şekil 4.494. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.495. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

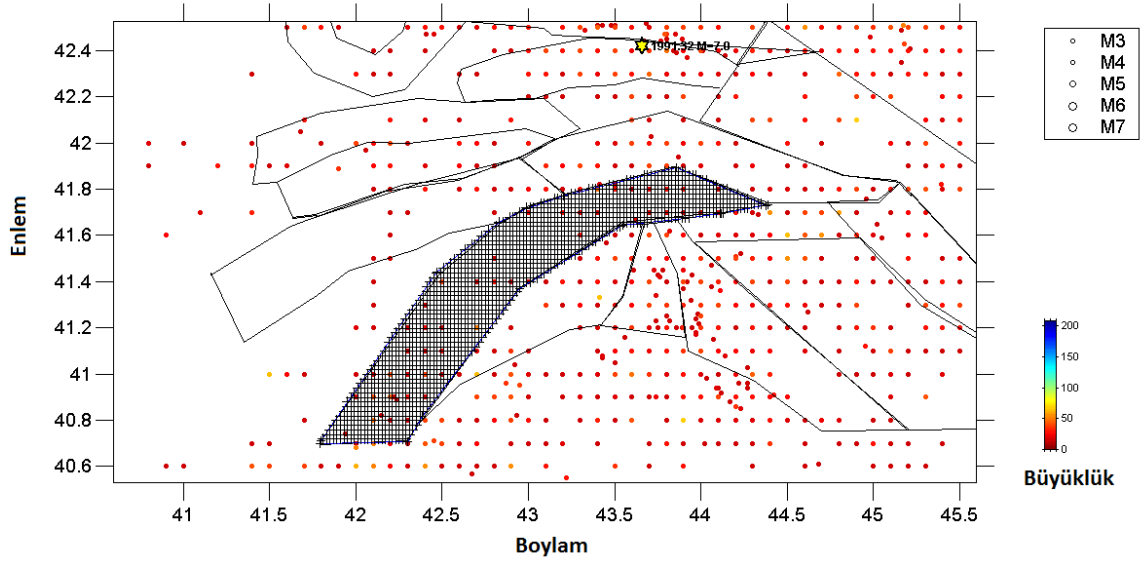


Şekil 4.496. Kaynak zon için ‘En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak’ elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

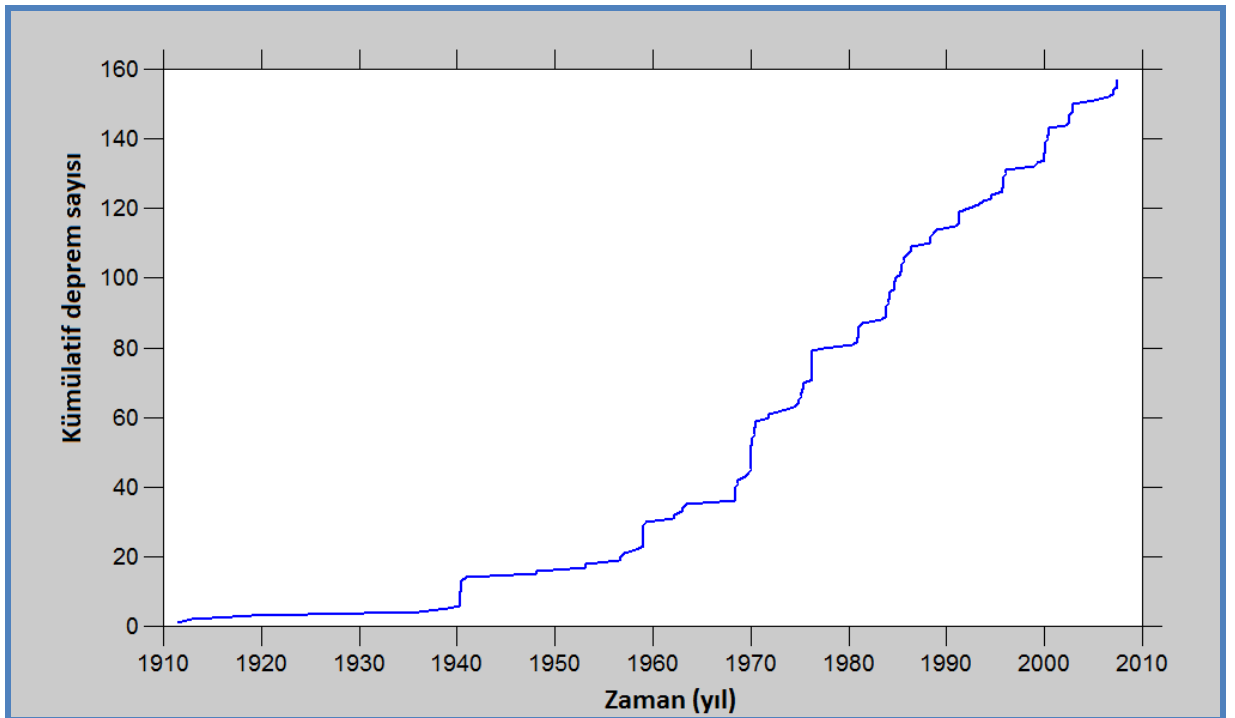


Şekil 4.497. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

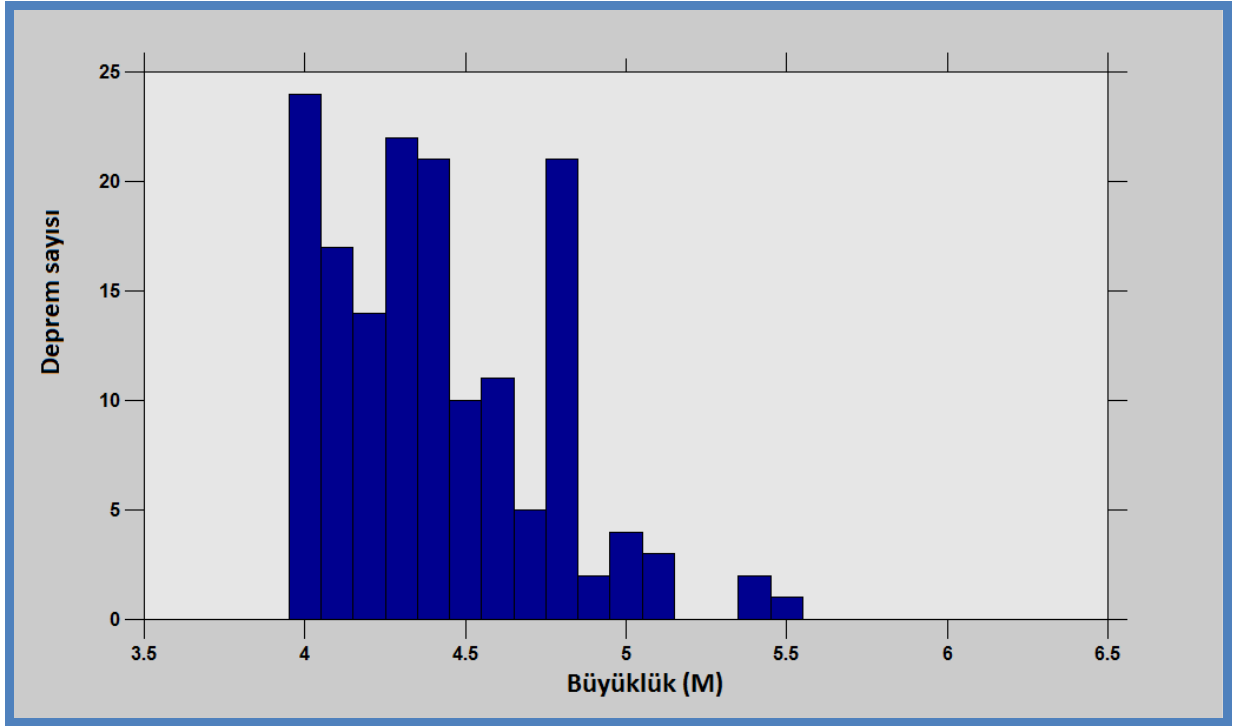
4.4.15. G15-Atskuri deprem kaynak zonu analizleri



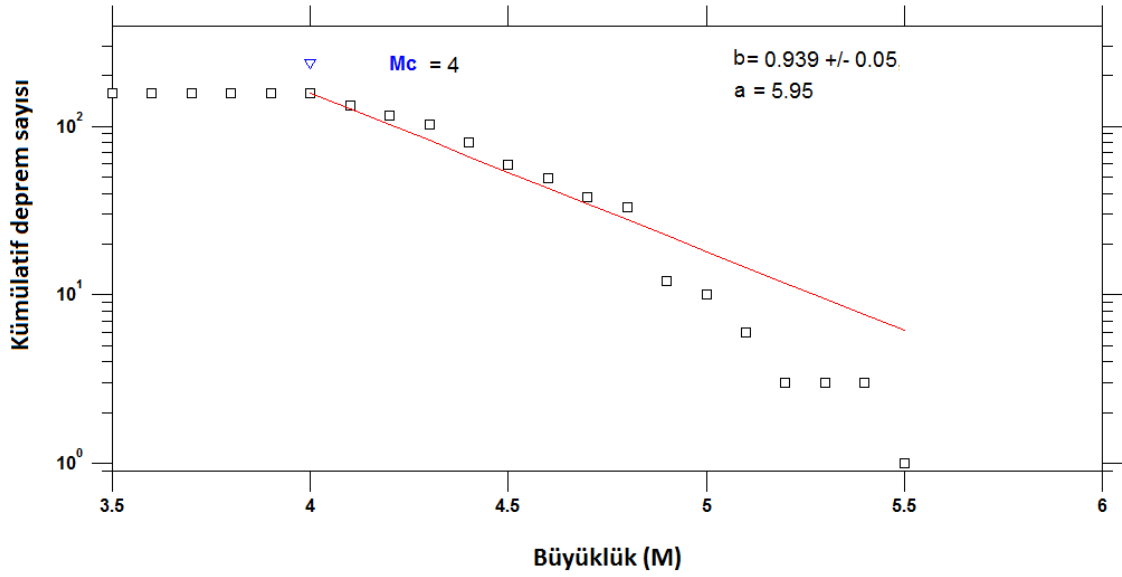
Şekil 4.498. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelej ağı



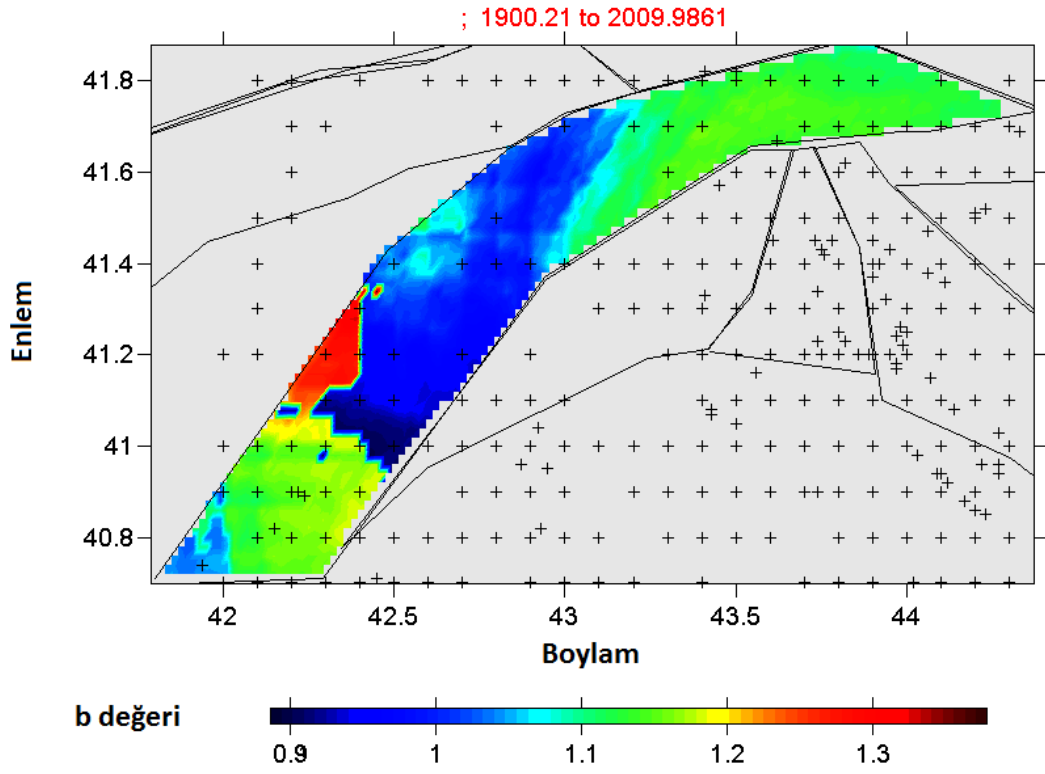
Şekil 4.499. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



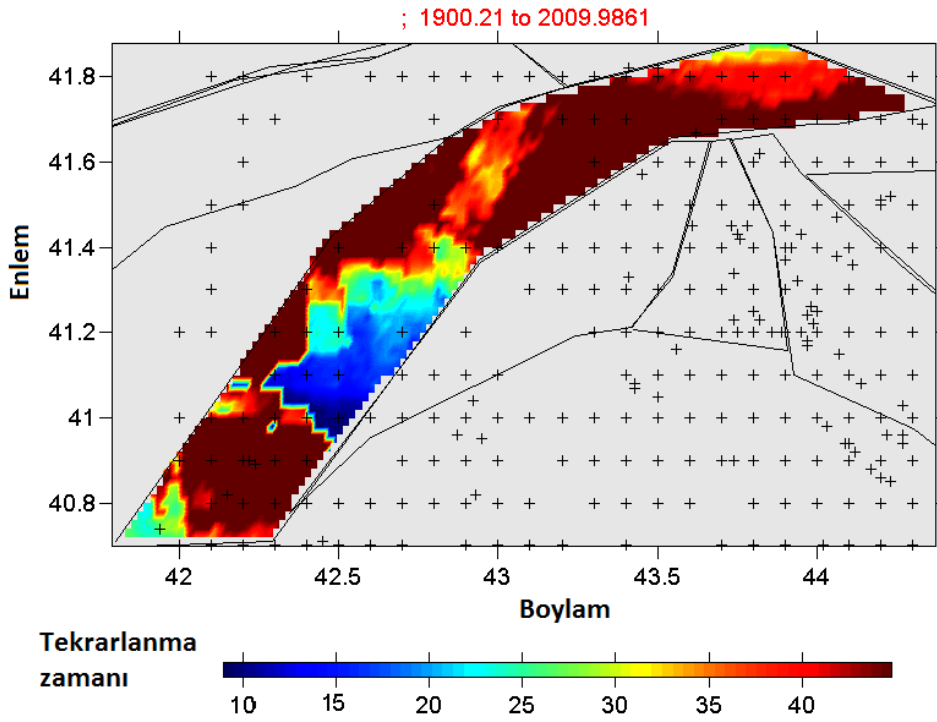
Şekil 4.500. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.501. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

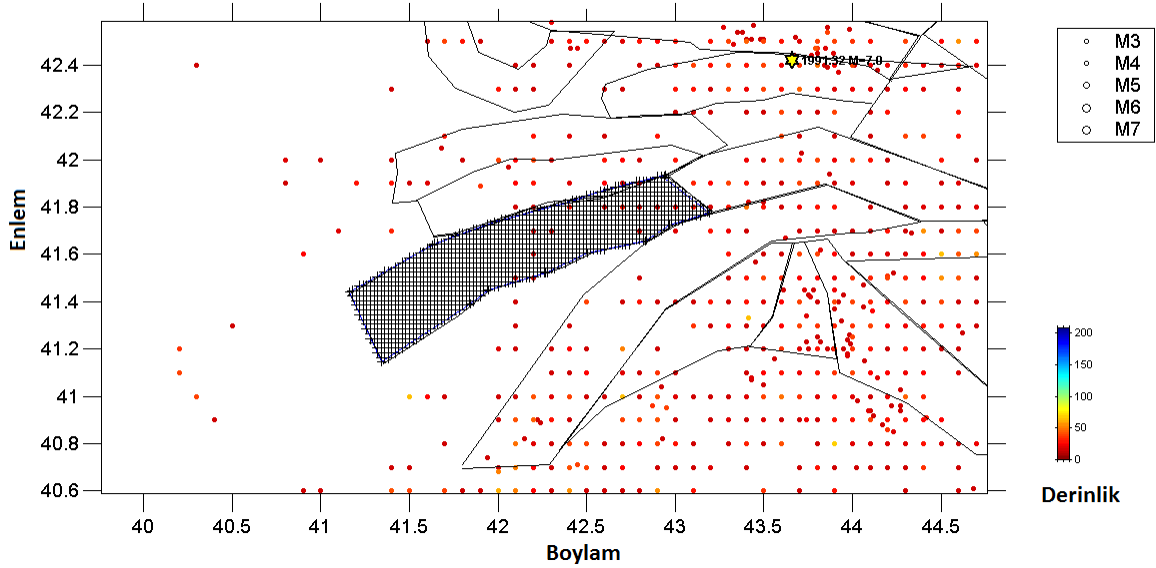


Şekil 4.502. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

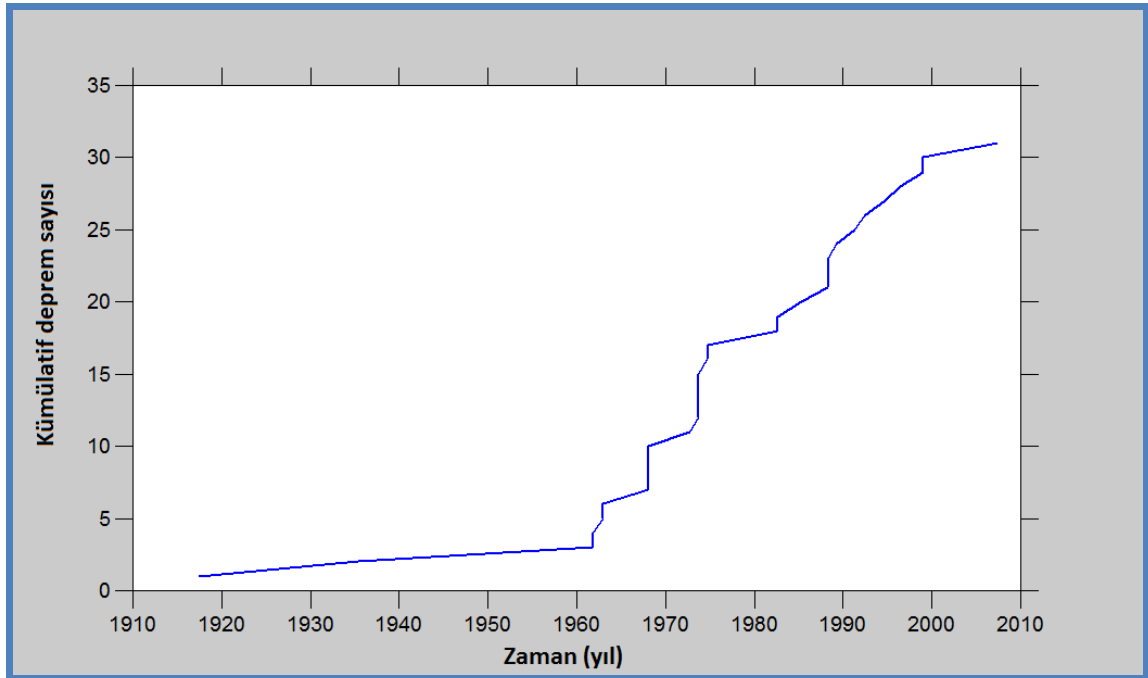


Şekil 4.503. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

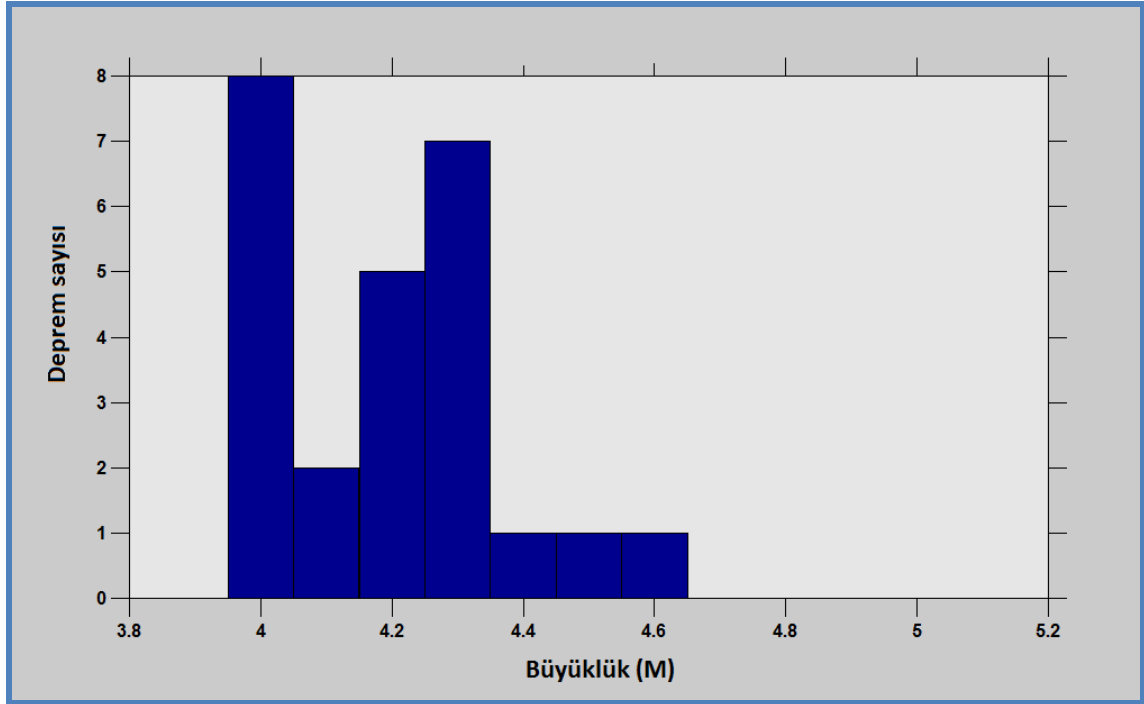
4.4.16. G16-Ozurgeti-Qeda deprem kaynak zonu analizleri



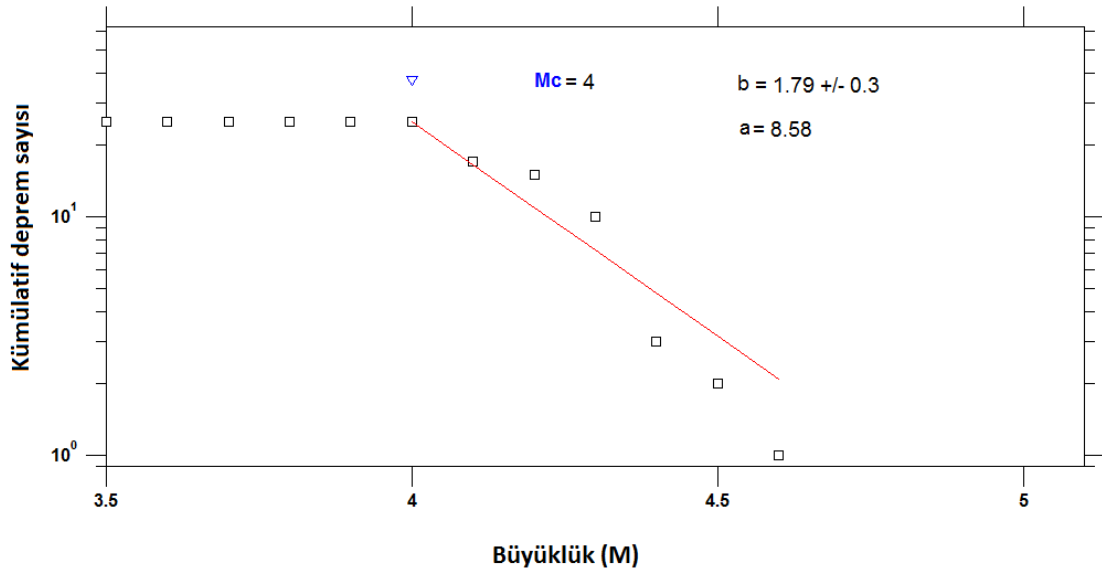
Şekil 4.504. b değerin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan kareyaj ağı



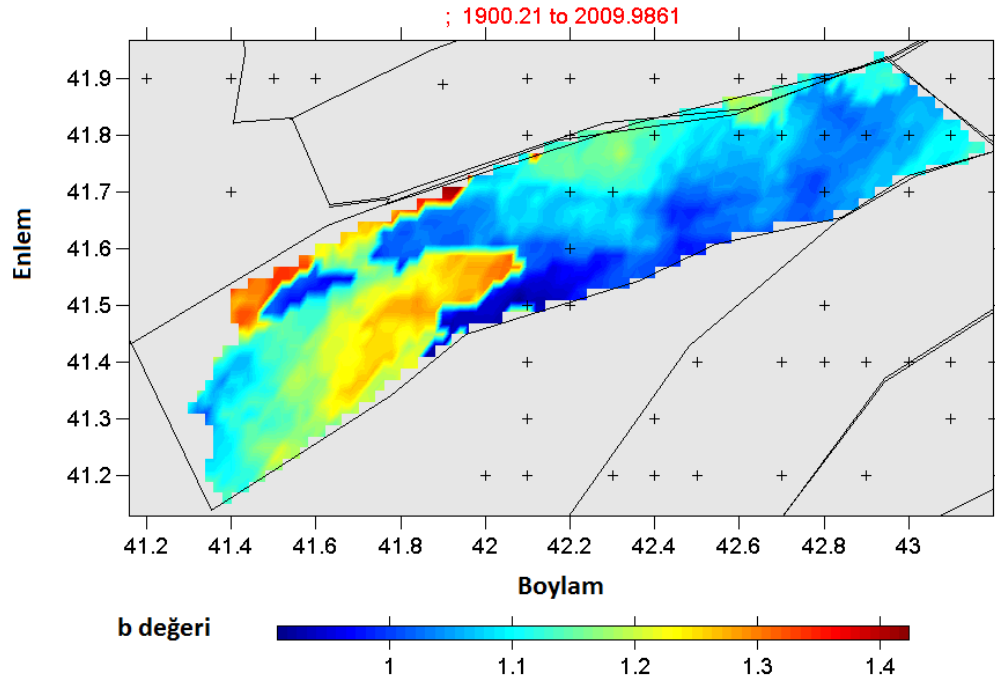
Şekil 4.505. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



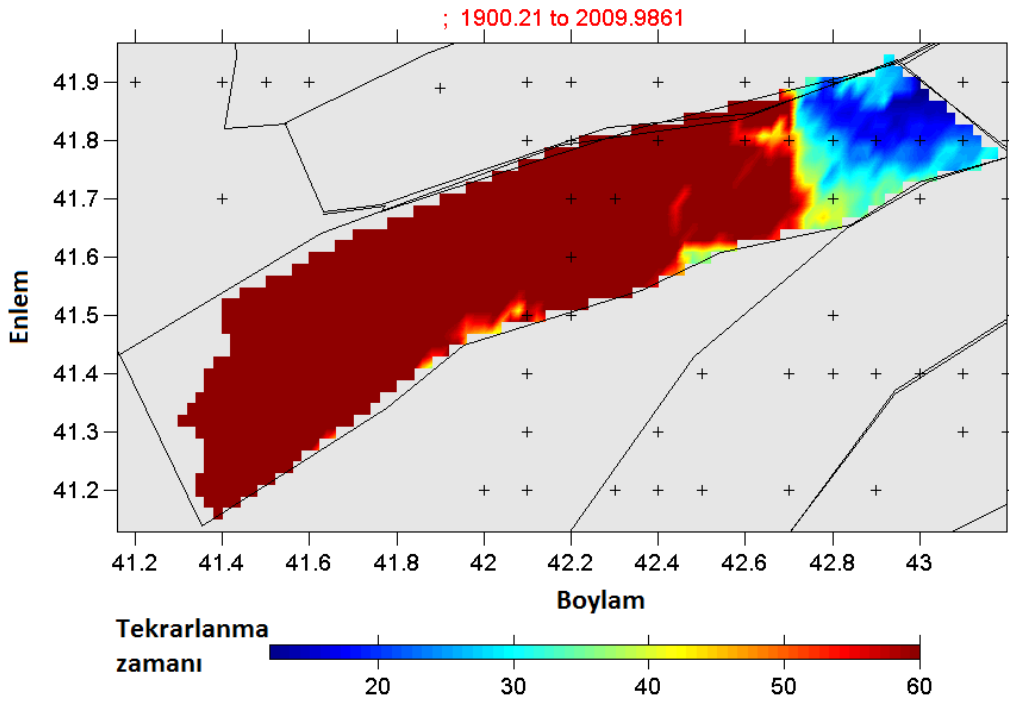
Şekil 4.506. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.507. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (M_c)

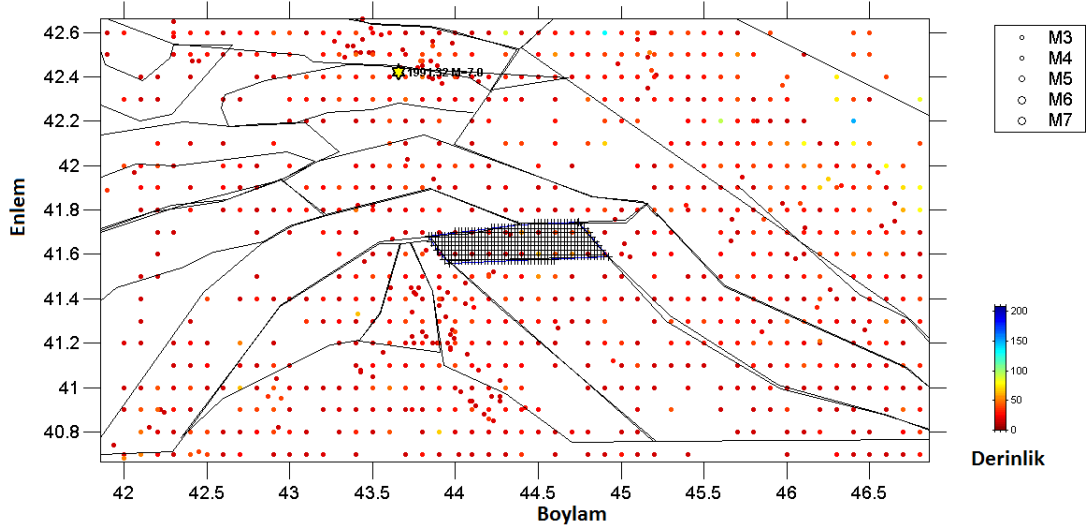


Şekil 4.508. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası

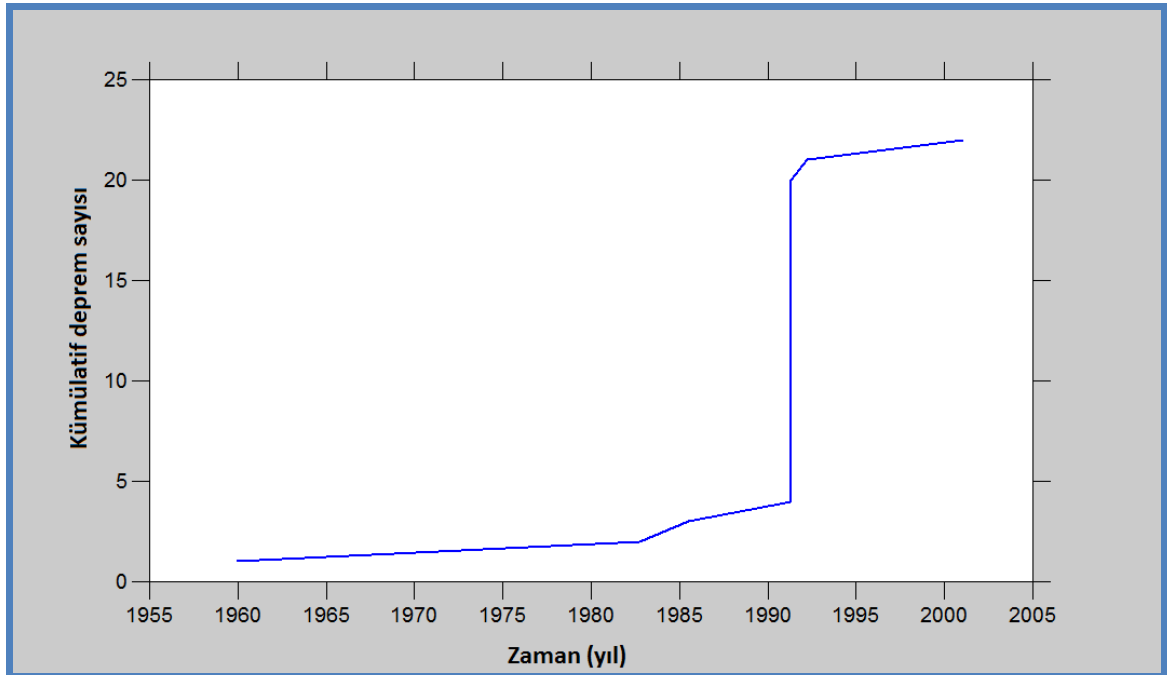


Şekil 4.509. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası

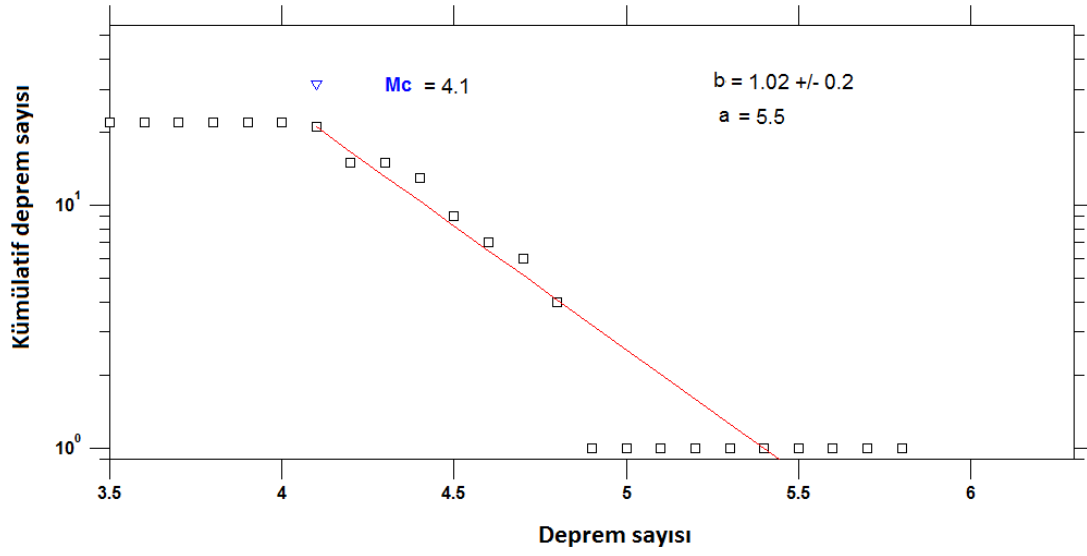
4.4.17. G17-Teleti deprem kaynak zonu analizleri



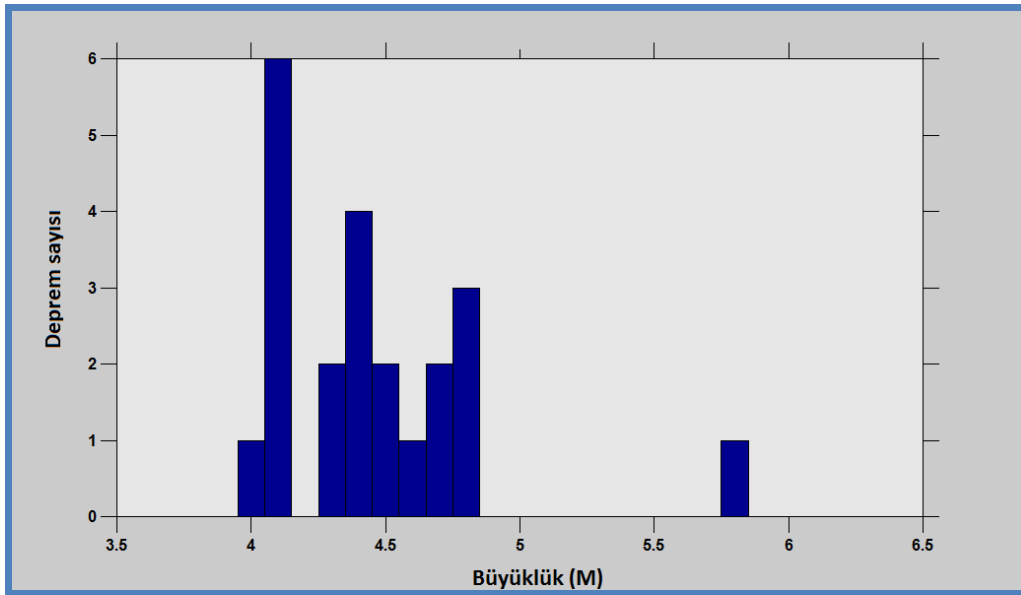
Şekil 4.510. b değerinin haritalanabilmesi için enlem ve boylam doğrultularında 0.02° aralıklarla yapılan karelej ağı



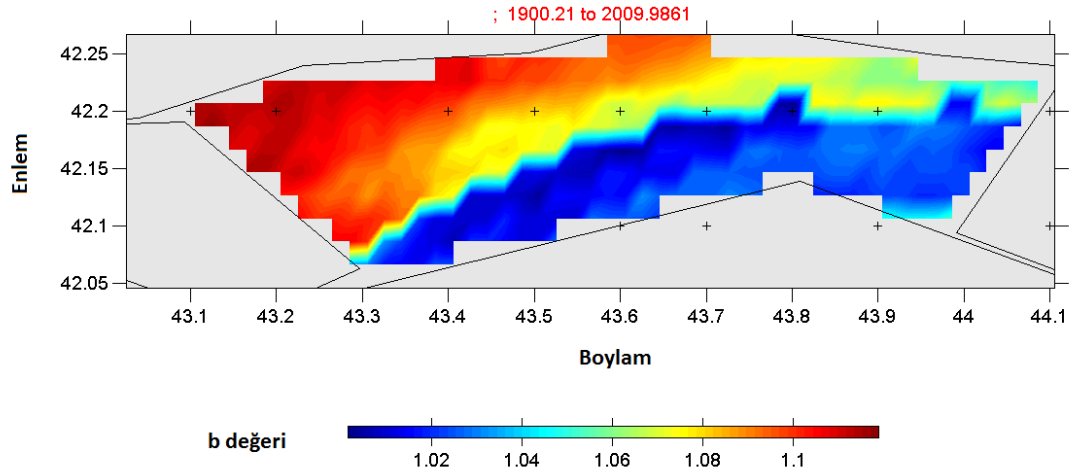
Şekil 4.511. Kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin kümülatif sayılarının zamana (yıl) göre değişim ilişkisi



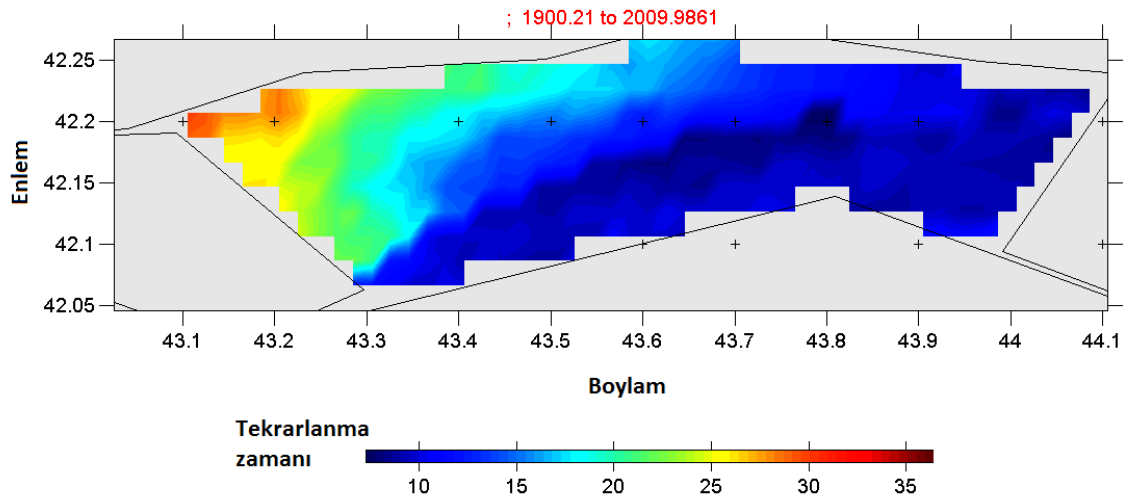
Şekil 4.512. Kaynak zon için hesaplanan büyüklük-kümülatif deprem sayısı ilişkisi ve bu ilişkiden hesaplanan a ve b değerleri, tamamlılık büyüklüğü (Mc)



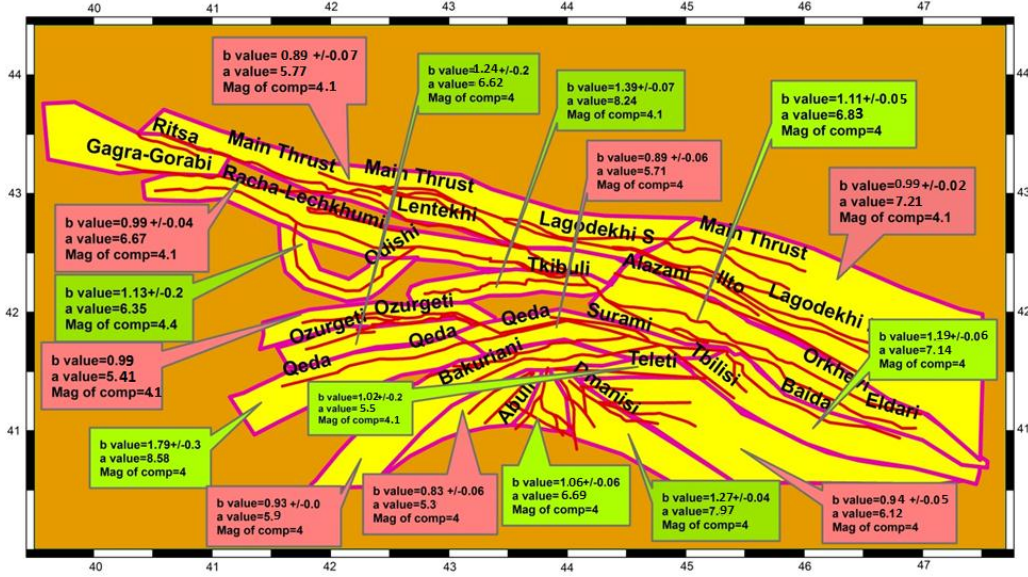
Şekil 4.513. Karelaj yapılan kaynak zonunda 1900-2010 yılları arasında meydana gelmiş depremlerin büyüklük-deprem sayısı ilişkisi



Şekil 4.514. Kaynak zon için 'En Büyük Olasılık Yöntemi kullanılarak' elde edilen b değerleri bölgesel değişim haritası



Şekil 4.515. Kaynak zonda $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanını gösteren bölgesel değişim haritası



Şekil 4.516. Gürcistan bölgesi kaynak zonları için elde edilen a, b, Mc değerlerinin gösterilmesi (yeşil kutular 1'den büyük b değerlerini, pembe kutular ise 1'den küçük b değerlerini ifade etmektedir)

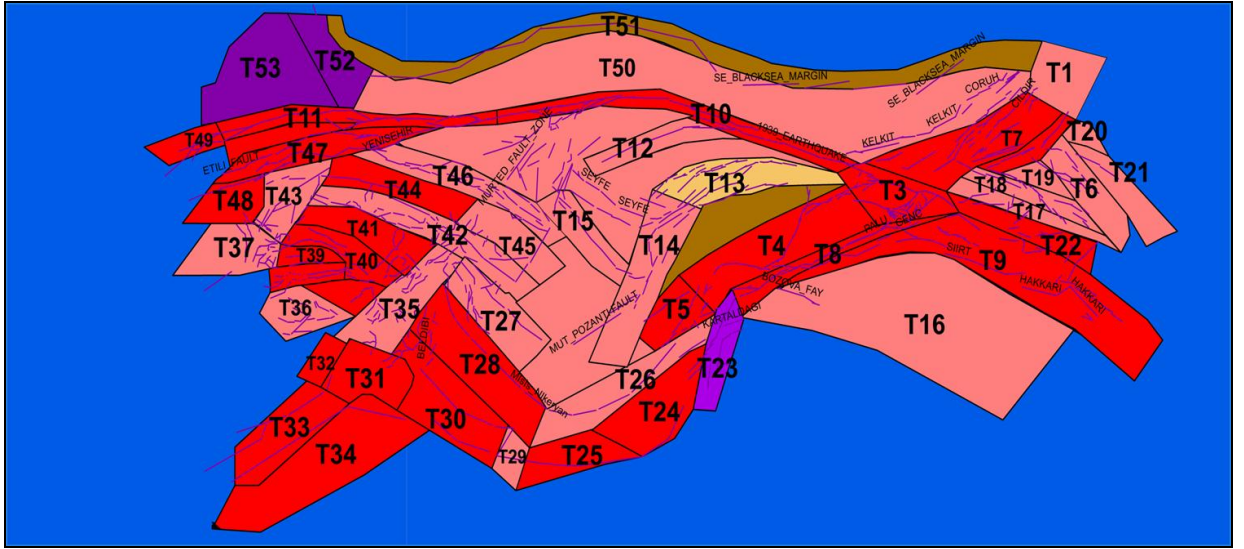
Yapılan tüm analiz ve çalışmaların sonucunda;

Bu çalışma daha önceki benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında en güncel ve kapsamlı verileri içeren bir deprem tehlike veri tabanını oluşturan bir çalışma olmuştur. Çalışmayı önceki çalışmalardan ayıran en önemli özelliklerinden birisi de çalışma veri tabanlarının dinamik karaktere sahip olmaları ve bu özellikleri ile sürekli güncellenebilir ve yeniden analiz edilebilir bir yapıda olmasıdır. Bu yönüyle de yüksek standartlarda bir deprem tehlike hesabına olanak tanıyacaktır. Deprem tehlike analizi, tüm kullanıcılara açık ve tartışılabilir olacaktır. Depreme hazırlık ve sorumluluğu geliştirecek ve gerekli sismik iyileştirme önlemlerinin alınmasına olanak tanıyacaktır.

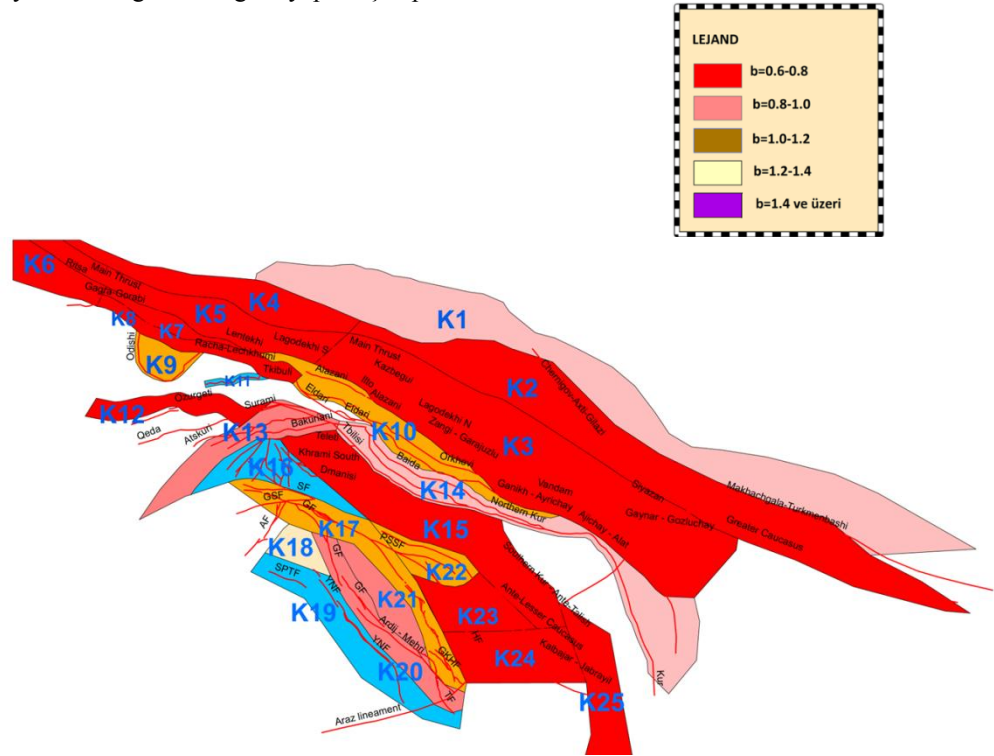
Bu çalışmada birinci aşama sonucunda toplam 1668 adet fay kesmesinin parametre girişi yapılmış, 36932 km fay uzunluğu tanımlanmıştır. Türkiye için aktif faylar veri tabanında 1070 fay kesmesinin fiziksel parametreleri tanımlanmıştır. 23356 km uzunluğunda fay girdisi tam olarak yapılmıştır. Ermenistan için yine aynı formatta 1660 km fay tam olarak parametrelendirilmiş ve 20 adet fay kesmesi tanımlanmıştır. Azerbaycan için 402 adet fay kesmesi tanımlanmıştır. 6559 km uzunluğundaki fay girdileri tam olarak yapılmıştır. Gürcistan için ise 176 adet fay kesmesi tanımlanmış

fiziksel parametreleri girilmiş, 5355 km uzunluğundaki fay girdileri tam olarak yapılmıştır. Dolayısıyla Türkiye ve Kafkaslar 'da standart bir formatta ilk kez bu kadar ayrıntılı bir aktif fay veri tabanı oluşturulmuş, sismik tehlike çalışmaları için başarılı bir adım atılmış ve kullanıcılarına açık bir hale gelmiştir. Tanımlanan her fay kesmesi için girilen fiziksel parametrelerin referanslarının (makale, rapor, harita vb.) standart bir formatta bir araya getirilerek pdf hallerinin saklanması da bize zengin dijital bir kütüphane sunmuştur. Bu da literatür açısından ve verilerin güvenilirliği açısından çok önemlidir. Ayrıca diğer ülkelerle yapılan işbirliği içerisinde derlenen homojen kataloglardan yararlanılarak ayrıntılı bir şekilde deprem analizi yapılmış ve bulunan b değerleri açısından kataloglarda tutarlılık görülmüştür.

Çalışmanın ikinci aşamasında b değerleri analizi yapılarak Türkiye'nin belli başlı kaynak zonlarında 1900–2010 yılları arasındaki tüm olaylar incelenerek b değeri değişimleri haritalanmıştır, kaynak zonlarında depremlerin yıllara ve depremlerin büyüklüklerine göre analizi yapılmış, kümülatif deprem grafikleri elde edilmiş, $M_w=7$ büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma zamanları hesaplanmıştır. Bulunan b değerleri ile Türkiye ve Kafkaslar Bölgesi'nin deprem risk haritası oluşturulmuştur. Deprem risk haritası tüm bölge için bulunan b değerlerine göre yapılmıştır. Buna göre b değerlerine göre Türkiye ve Kafkaslar'ın 1., 2.,3., ve 4., dereceden deprem bölgelerini gösteren haritalar aşağıdadır

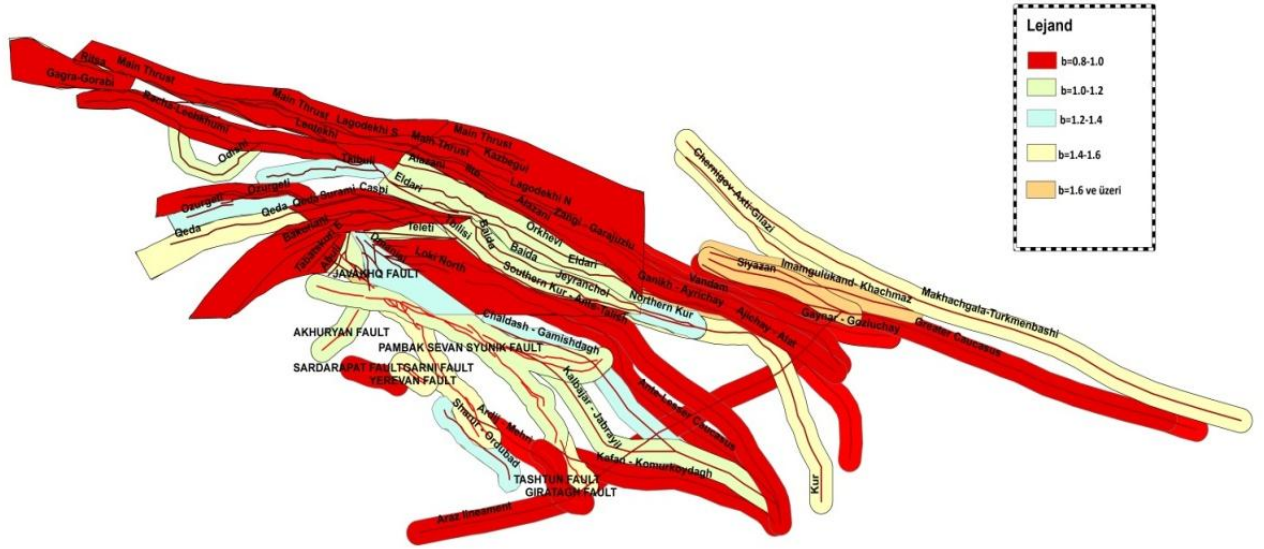


Şekil 4.518. Türkiye'nin b değerlerine göre yapılmış deprem tehlike haritası



Şekil 4.519. Kafkasların b değerlerine göre yapılmış deprem tehlike haritası (Bütünleştirilmiş deprem kaynak zonu modeli)





Şekil 4.520. Kafkasların b değerlerine göre deprem tehlike haritası

Yukarıda gösterilen deprem tehlike haritalarına göre;

Türkiye jeo-tektonik elemanların özellikleri ile deprem oluşumlarının ve kaynak mekanizmalarının homojenliklerine göre 53 adet kaynak zonuna bölünmüştür. Bu zonlarda hesaplanan deprensellik sabitlerine göre hesaplanan b değerleri genellikle 0.6-1.4 arasında değiştiği görülmüştür (Şekil 4.518). Haritada bölgelerin b değeri değişimi 5 grupta incelenmiştir 0.6-0.8, 0.8-1.0, 1.0-1.2, 1.2-1.4, 1.4 ve üzeri olanlardır. En düşük b değerleri 0.6-0.8 arasında değişirken, Kuzey Anadolu Fay zonu, Doğu Anadolu Fay zonu, Helenik yayının doğusu, Marmara Bölgesi'nin güneyi, Kıbrıs yayının batısı, Gediz, Menderes, Kütahya Fay zonu ve çevresinde tespit edilirken, yüksek b değerleri 1.4 ve 2.0 arasında değişmekte ve Marmara'nın batısında Kırklareli ve Edirne bölgesi ve çevresinde, ülkenin güneyinde ise Hatay bölgesi civarında tespit edilmiştir.

Düşük b değerlerinin elde edildiği bölgeler tektonik açıdan bu değerlerin beklenildiği bölgelerdir. Ancak Hatay ve civarında yüksek b değerlerinin gözlenmesinin tektonik sebebinin günümüzde etkin olan gerilme durumunun, bölgede meydana gelen sık odaklı depremlerin odak mekanizmalarının ters çözüm işlemleri sonucunda elde

edilmesiyle KD-GB gidişli σ_3 eksenini ile temsil edilen bir açılma rejiminin Hatay bölgesinde etkin olduğunu göstermekte olduğundan kaynaklandığından dolayı olduğu öne sürülebilir. ‘‘Diri fay düzlemleri □ üzerinde ölçülen kayma vektörlerinin ters çözüm işlemi de, güncel açılma rejiminin etkin durumda olduğunu doğrulamaktadır. Gerek fayların kinematik analizi, gerekse kayma vektörleri arasındaki kronolojik ilişkiler Hatay bölgesindeki gerilme durumunda bir değişimin varlığını göstermektedir. Bu değişim, doğrultu atımlı rejimden açılma rejimine doğrudur. Her iki gerilme rejimi KD-GB gidişli σ_3 eksenini ile temsil edilmektedir. KB-GD yönlü açılma eksenine sahip her iki rejim, Doğu Anadolu ile Ölü Deniz Fay Zonları üzerinde sol yönlü □ bir hareketi sağlamaktadır. Hatay bölgesinde oluşan etkin gerilme durumları, bu bölgenin güneybatısında yer alan yitim zonu (Kıbrıs yayı) ile kuzeydoğusunda uzanan bindirme zonu (Bitlis kenet zonu) boyunca gelişen levha kenarı kuvvetlerin etkileşiminden kaynaklanmış olması öne sürülebilir’’(Över ve diğ., 2001).

Başka bir açılmalı tektonik rejimin hakim olduğu Ege Bölgesi’nde b değerlerinin çok düşük çıkması ise başka bir soru işaretidir. Belirgin kaynak bölgelerindeki b değerlerinin hâkimiyetinin, b değerlerinin özellikle bölgenin tektonik, litolojik vs. yapısına oldukça bağlı olan bir parametre olduğunu bizlere göstermektedir. GPS çalışmaları Ege bölgesi için çok çabuk deforme olabilen kıtasal bölgelerden olarak tanımlar ve büyük ölçüde bu hızlı açılımın kanıtı sıcak sıvı akımı miktarından kaynaklandığı düşünülür. Rezistivite çalışmaları Ege bölgesinde üst kabuk ile alt kabuk arasında çok keskin bir ayrılma göstermektedir. Üst kabukta rezistivite değerlerinin çok fazla olması buralarda sık deprem olması için gerekli stresi biriktirmektedir diyebiliriz. Özdirenci az olan alt kabuk için Ege Bölgesi çok hızlı bir şekilde deforme olmakta ve uzamaktadır. Güneydoğuya doğru üst kabuk inceler. Sıcak sıvı akımı artar. Depremlerin hiposantr çözümlenmeleri bunu doğrulamakta ve bu bölgede 10 km derinliğe kadar çok yüksek deprensellik gösterdiğini vurgulamaktadır (Bayrak ve İlkışık, 1995; Bayrak ve Nalbant, 2001; Bayrak, 2002; Zhu ve diğ., 2005; Zhu ve diğ.,2006; Gürer ve diğ., 2009).

b değeri hesaplamalarını önemli ölçüde etkileyecek diğer faktörler sismik katalogların tamamlılığı, b değerinin odak derinliğine bağlılığı, b değeri hesabında kullanılan teknikler, belirgin kaynak bölgelerindeki b değerlerinin hâkimiyeti olarak sayılabilir. Hesaplamalarda verinin fazla ve güvenilir olması elbette b değeri hesaplamalarının güvenilirliğini arttıracaktır. Bu noktada tamamlılık magnitüdlерinin tayini ve ($M_c=4$ ve civarı) küçük olması çalışmalar açısından daha faydalı olacaktır. Wiemer ve diğ., 'ne (1998) göre b değerindeki değişimler; magnitüd ölçeğine, derinliğe ve diğer faktörlere bağlı olarak %50 veya daha fazla olabilir. Yapılan b değeri hesaplamalarının bölgenin hakim tektonik rejimine doğrudan bağlı olduğu ve dolayısıyla dünya standartlarında $b=1$ değerinden sapmalar olacağı ve yapılan çalışmanın çoğu yerlerde km bazında incelendiği unutulmaması gereken bir gerçektir. b değerindeki bazı farklılıklar değişik sismik bölgeler arasında gözlenebilir ve bu farklılıkların önemi ile ilgili pek çok tartışma vardır. Küçük bir artçı şok bölgesi için bile b-değeri önemli değişimler gösterebilir. Minimum b değeri, bölgedeki gelecek bir deprem için olası bir yere işaret edebilir (Westerhaus ve diğ., 2002).

Kafkaslar ve yakın civarı için yapılan analizlere baktığımızda Ermenistan 9, Azerbaycan 14 ve Gürcistan 17 olmak üzere toplam 40 adet deprem kaynak zonuna bölünmüştür. Bu zonlar için hesaplanan b değerleri ise genellikle 0.8 ve 1.6 arasında değişmiştir. Deprem tehlike haritasında b değerleri yine 5 grupta incelenmiştir 0.8-1.0, 1.0-1.2, 1.2-1.4, 1.4-1.6, 1.6 ve üzeri olanlardır (Şekil 4.519). En düşük b değerleri Ana Bindirme fay zonları boyunca, Büyük Kafkaslar ve Küçük Kafkaslar Fay zonlarında tespit edilmiştir ve buralar birinci dereceden ön görülen tehlike arz eden ve b değerinin düşük beklenildiği bölgeler olarak kabul edilmiştir. Yüksek b değerleri ise 1.6 ve üzeri olup Azerbaycan sınırları içerisinde olup Siyazam, Imamgulukand ve Khachmaz Fay zonları üzerinde elde edilmiştir. Ancak bölgenin genel çerçevesine bakıldığında b değerinin genel olarak düşük sonuçlar verdiğini ve bu da bizlere Kafkaslar ve çevresinin deprem tehlike çalışmalarında dikkate değer bir bölge olması gerektiğine dair çok önemli bulgular vermiştir.

Türkiye ve yakın çevresi olan Kafkaslar; Arabistan, Avrasya ve Afrika plakaları arasında kavşak bir bölge olması itibariyle; tektonik deformasyon ve sismisite olarak

çok önemle çalışılması, jeolojik ve jeofizik bilgilerin tamamıyla güncel tutulması gereken bir bölgedir. Bu bölgenin deprem tehlikesi bakımından dünyada öncelikli gelen bölgeler olması itibariyle bu çalışmayı diğer çalışmalardan ayıran özellikler; en güncel verilerle analizlerin yapılması, bölgeyi kontrol eden fay zonlarının tekrar güncellenmesi ve en detaylı bir şekilde fay kinematiklerinin belirlendiği bir veri tabanı oluşturulması, bu dinamik karakterdeki veri tabanı bundan sonraki gelişmelere açık tutularak veri tabanına güncel veri girişinin sağlanması, homojen deprem kaynakları belirlenerek deprensellik sabitlerinin hesaplanması olmuştur. Sonuçların önümüzdeki çalışmalara ışık tutması açısından yararlı olacağını umuyoruz.

KAYNAKLAR

AKI, K., Maximum Likelihood Estimate of b in the formula $\log N = a - bM$ and its confidence limits, Bull. Earthquake. Res. Inst. Tokyo Univ., 1965; 43, 237-239.

AKI, K., Seismicity and seismological method, Tectonophysics 1968; 6 41-58.

AKTAR, M., ERGİN, M., ÖZALAYBEY, S., TAPIRDAMAZ, C., YÖRÜK, A. and BİÇMEN, F., A lower-crustal event in the northeastern Mediterranean: the 1998 Adana Earthquake ($M_w = 6.2$) and its aftershocks, Geophys. Res. Lett. 2000; 27, 2361–2364.

AKYOL, N., ZHU, L., J. MITCHELL, B., SÖZBİLİR, H., AND KEKOVALI, K., Crustal structure and local seismicity in western Anatolia, Geophys. J. Int. (2006) 166, 1259–1269.

ALLEN, C. R., Active Faulting in northern Turkey, Division of Geological Sciences, Contribution 1577, California Institute of Technology, Pasadena 1969; 10 p.

ALPTEKİN, O., Focal Mechanisms of Earthquakes in Western Turkey and Their Tectonic Implications, Ph. D. thesis, Tech, Socorro, New Mexico 1973.

ALPTEKİN, O., Magnitude-frequency relationships and deformation release for the earthquakes in and around Turkey, Thesis for Promoting to Associate Professor Level. Karadeniz Technical University, 107 pp. (in Turkish), 1978.

ALSAN, E., TEZUÇAN L., and BATH, M., An earthquake catalogue for Turkey for the interval 1913-1970, , Kandilli Rasathanesi, İstanbul 1975; Report No.7-75.

AMBROSEYS, N. N., ve ZATOPEK, A., The Mudurnu Valley, West Anatolia, Turkey, earthquake of 22 July 1967. Bull. Seism. Soc. A. 1969; 59, 521-589.

AMBRASEYS, N. N., Some characteristic features of the Anatolian fault zone: *Tectonophysics*, 1970; v. 9, p. 143–165, doi: 10.1016/0040-1951(70)90014-4.

AMBRASEYS, N. N., 1971, On the value of historical records of earthquakes: *Nature*, v. 232, p. 275, doi: 10.1038/232375a0.

AMBRASEYS, N. N., *Studies in historical seismicity and tectonics: Geodynamics Today*, p. 7–16, Publications of the Royal Society of London, 1975.

AMBRASEYS, N. N., *Engineering seismology: Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, v. 17, p. 1–105, 1988.

AMBRASEYS, N. N., Temporary seismic quiescence: SE Turkey: *Geophysical Journal International*, v. 96, p. 311–331, 1989.

AMBRASEYS, N.N., ADAMS, R. D., Long-term seismicity of north Armenia: *Eos (Transactions, American Geophysical Union)*, v. 70, p. 152–154, 1989.

AMBRASEYS, N. N., ADAMS, R. D., Seismicity of the Cyprus region, *TerraNova*, 1993; 5, 85–94.

AMBRASEYS, N. N., JACKSON, J. A., Faulting associated with historical and recent earthquakes in the Eastern Mediterranean region. *Geophysical Journal International- Oxford*, 133, 390-406, 1998.

AMELUNG, F. KING, G., Earthquake scaling laws for creeping and non-creeping faults, *Geophys. Res. Lett.*, 1997; 24, 507-510.

ANASTASAKIS, G., and KELLING, G., Tectonic connection of the Hellenic and Cyprus Arcs and related geotectonic elements, *Mar. Geol.*, 1971; 97, 261–277.

ANONİM, Türkiye'nin Doğal Afet Haritaları , Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 1998.

ARPAT, E., ve ŞAROĞLU, F., Türkiye'deki bazı önemli genç tektonik olaylar. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 1975; 18(1), 91-101.

ARPAT, E., ŞAROĞLU, F., İZ, HB., The 1976 Caldiran earthquake. Yeryuvari İnsan, 1977; 2, 29– 41.

ARVIDSSON, R., BEN-MENAHM, Z., EKSTROM, G., WDOWINSKI, S., Plate tectonic framework for the October 9, 1996, Cyprus earthquake. Geophys. Res. Lett. 1998; 25, 2241–2244.

AXEN, G.J., LAM, P.S., GROVE, M. & STOCKLI, D.F., Exhumation of the west-central Alborz mountains, Iran, Caspian subsidence, and collision- related tectonics, Geology, 6, 559–562., 2001

BARKA, A., KADINSKY-CADE, K., Strike-slip Fault Geometry in Turkey and its influence on Earthquake Activity. Tectonics, 1988; 7, 663-684.

BARKA, A. A., and GÜLEN, L., New constraints on age and total offset of the North Anatolian Fault Zone: Implications for tectonics of the eastern Mediterranean region, Middle East Tech. Univ. J. Pure Appl. Sci., 1988; 21, 39-63.

BARKA, A. A., The North Anatolian Fault Zone, Annal. Tectonicae, Spec. Issue supplement to v. VI, 1992; 164-195.

BATH, M., A note on the measure of seismicity, Bull. Seism. Soc. Am. 1956; 46, 217-218.

BAYRAK, Y., ERDURAN, A., YILMAZTÜRK, A., Türkiye'deki farklı sismotektonik bölgelerim sismisitesi, Ulusal Jeofizik 2000 Toplantisi, 2000; P.135-138. 23-25, Kasım –Ankara.

BAYRAK, Y., YILMAZTÜRK, A., ÖZTÜRK, S., Lateral variations of the modal (a/b) values for the different regions of the world, J. Geodynamics 2002; 34, 653–666.

BAYRAK, Y., ÖZTÜRK, S., and ERDURAN, A., The relationships between maximum magnitudes and modal values for different regions of Turkey, 3.Balkan Geophysical Congress and Exhibition 2004; 24-28 June, 2002, Sofia, Bulgaria.

BAYRAK, Y., Sismoloji Ders Notlari 2004.

BAYRAK, Y., Global Sismisite Fakülte ders notlari-2005; No:64.

BAYRAK, Y., YILMAZTÜRK, A., and ÖZTÜRK, S., Relationships between fundamental seismic hazard parameters for the different source regions in Turkey, Natural Hazards 2005; 36, 445-462.

BAYRAK, Y., ÖZTÜRK, S., ÇINAR H., KALAFAT D., TSAPONOS T., KORAVAS, G, C. H., LEVENTAKIS, G, A., Estimating earthquake hazard parameters from instrumental data for different regions in and around Turkey, Engineering Geology 105 (2009) 200–210.

BEN-AVRAHAM, Z., KEMPLER, D., GINZBURG, A., Plate convergence in the Cyprian Arc. Tectonophysics 1988; 146, 231–240.

BEN-AVRAHAM, Z., GINZBURG, A., MAKRIS, J., EPELBAUM, L., Crustal structure of the Levant Basin, eastern Mediterranean. Tectonophysics, 2002; 346, 23–43.

BERBERIAN, M., Contribution to the seismotectonics of Iran. Part II. GSI Report 1976; 39, 516.

BERBERIAN, M., Active faulting and tectonics of Iran, in Zagros-Hindu Kush Himalaya Geodynamic Evolution, American Geophysical Union Geodynamic Series, 1981, Vol. 3, pp. 33–69, ed. Gupta, H.K., and Delany, F.M. American Geophysical Union, Washington, D. C., 1981.

BERBERIAN, M., The southern Caspian: a compressional depression floored by a trapped, modified oceanic crust, *Can. J. Earth Sci.*, 20(2), 163–183, 1983.

BERBERIAN, M., Master ‘blind’ thrust faults hidden under the Zagros folds: active basement tectonics and surface morphotectonics, *Tectono- physics*, 241, 193–224, 1995.

BERBERIAN, M. & KING, G.C.P., Towards a paleogeography and tectonic evolution of Iran, *Can. J. Earth Sci.*, 18(2), 210–285, 1981.

BERBERIAN, M. & YEATS, R.S., Patterns of historical earthquake rupture in the Iranian Plateau, *Bull. seism. Soc. Am.*, 89, 120–139., 1999

BOORE, D.M., Equations for Estimating Horizontal Response Spectra and Peak acceleration from Western North American Earthquakes: A summary of Recent work. *Seismological Research Letters*, 1997, Vol:68, No:1.

BURTON, P.W, MCGONIGLE, R. W., MACROPOULOS, R.W., ÜÇER S. B., Seismic Risk in Turkey, the Aegean, and the Eastern Mediterranean: the occurrence of large magnitude earthquakes, *Geophys. J. R. Astr. Soc.* 78, 475-506, (1984).

BÜYÜKAŞIKOĞLU, S., Sismolojik verilere göre Anadolu ve Doğu Akdeniz’de Avrasya/Afrika levha sınırlarının özellikleri, Doktora tezi, İ.T.Ü. (İstanbul), 1979.

ÇAĞNAN, Z., AND TANIRCAN, GB., Seismic hazard assessment for Cyprus, Springer Science, 2010, DOI 10.1007/s10950-009-9163-1.

CLUBE, TM., and ROBERTSON, AHF., The palaeorotation of the Troodos Micro plate, Cyprus, In the Late Mesozoic-Early Cenozoic plate tectonic framework of the eastern Mediterranean, Surveys In Geophysics 1986; 8, 375-437.

COMNINAKIS, P.E., PAPAZACHOS, B.C., Seismicity of the eastern Mediterranean ridge. Bull. Geol. Soc. Am. 1972; 83, 1093–1102.

COĞRAFYA DÜNYASI WEB SİTESİ (<http://www.cografya.gen.tr/cbs/cbs-nasil-calisir.htm>)

ÇETİN, C., Marmara Bölgesi'nde artçı depremlerin istatistiksel analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2004; 93 syf.

DAVIS, S. D. and FROHLICH, C., Single-Link Cluster Analysis of Earthquake Aftershocks: Decay Laws and Regional Variations, J. Geophys. Res., 1991; 96, 6335-6350.

DeMETS, C., GORDON, RG., ARGUS DF., and STEIN S., Effects of recent revisions to the geomagnetic reversal time scale on estimates of current plate motions, Geophys. Res. Lett., 1994; 21, 2191-2194.

DeMETS, C., GORDON, R.G., ARGUS, D.F. & STEIN, S., Current plate motions, Geophys. J. Int., 101, 425–478., 1990.

DEMİRTAŞ, R. ve YILMAZ, R., Türkiye'nin sismotektoniği; Sismisitedeki uzun süreli değişim ve güncel sismisiteyi esas alarak deprem tahminine bir yaklaşım. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yayını, 91 s., Ankara, 1996.

DERCOURT, J., Geological evolution of the Tethys belt from the Atlantic to the Pamirs since the Lias, *Tectonophysics*, 123, 241–315, 1986.

DEWEY, J.F., PITMAN, W.C., RYAN, W.B.F., BONNIN, J., Plate tectonics and the evolution of the Alpine system. *Geol. Soc. Amer. Bull.* 84, 3137–3180, 1973.

DEWEY, J. W., Seismicity of Northern Anatolia. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 66, 843-868., 1976.

DEWEY, JF., ŞENGÖR, A.M.C., Aegean and surrounding regions: complex multiplate and continuum tectonics in a convergent zone, *Geol. Soc. Am. Bull.* 1979; 90, 84-92.

DEWEY, J.F., HEMPTON, M.R., KIDD, W.S.F., ŞAROĞLU, F., ŞENGÖR, A.M.C., Shortening of continental lithosphere: the neotectonics of Eastern Anatolia—a young collision zone. In: Coward, M.P., Riea, A.C. (Eds.), *Collision Tectonics*. *Geol. Soc. Lond., Spec. Publ.*, 1986; vol. 19, pp. 3 – 36.

DOYURAN, V., Seismic Source Regionalization, in *Strong Ground Motion Seismology*, ed.by M. Erdik, M. N. Toksöz, Reidel, pp.461-479, 1987.

DZIEWONSKI A.M., EKSTROM G., FRANZEN J.E., and WOODHOUSE J.H., Global seismicity of 1978: Centroid-moment tensor solutions for 512 earthquakes, *Phys. Earth Planet Int.*, 1987; 46, 316-342.

ENESCU, B., and ITO, K., Spatial Analysis of the Frequency Distribution and Decay Rate of Aftershock Activity of the 2000 Western Tottori Earthquake, *Earth Planets Space* 2002; 54, 847-2002.

ENGDAHL, E.R., VAN DER HILST, R.D., and BULAND, R., Global teleseismic earthquake relocation with improved travel times and procedures for depth relocation, Bull. Seism. Soc. Am., 1998; 88, 722–743.

ERGİN, K., GÜÇLÜ, U., ve UZ, Z., Türkiye ve civarının deprem kataloğu, İTÜ., Maden Fakültesi yayını, 1967.

ERDİK, M., ÖZSELÇUK, A., Türkiye deprem kataloglarının bölgesel düzenlenmesi, Rapor No. ODTÜ/DMAE 78/6, Aralık 1978.

ERGİN, K., GÜÇLÜ, U., AKSOY, G., , Türkiye ve dolaylarının deprem kataloğu, İTÜ., Maden Fakültesi, Arz Fiziği Enstitüsü yayını, 1971

ERDİK, M., DOYURAN, V., YÜCEMEN, S., GÜLKAN, P. AND AKKAŞ, N., A probabilistic assessment of the seismic hazard in Turkey for long return periods. Proc. 3rd Int. Earthquake Microzonation Conf., Seattle, Wash, pp. 1261-1272, 1982.

ERDİK, M., V., DOYURAN, N., AKKAŞ, P., GÜLKAN, A probabilistic assessment of the seismic hazard in Turkey, Tectonophysics, 117 (1985), Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, pp. 295-344.

ERDİK, M., DEMİRCİOĞLU, M., ŞEŞETİYAN, K., DURUKAL, E., SİYAHİ B., Assessment of Probabilistic Earthquake Hazard in the Marmara Region, Soil Dynamic and Earthquake Engineering, Vol: 24, 605–631, (2004).

ERDİK, M., DEMİRCİOĞLU M., ŞEŞETİYAN K., DURUKAL E., Ulaştırma Bakanlığı Demiryollari, Limanlar Ve Hava meydanlari İnşaatı Genel Müdürlüğü Kiyi Yapilari, Demiryollari Ve Havameydanlari İnşaatlari Deprem Teknik Yönetmeliği İçin Deprem Tehlikesi Belirlemesi, (2006).

ERGÜNAY, O., Earthquake Zoning Map of Turkey, Proc., Seminar on Seismic Zoning Map, Vol.1., p.359-370, 1976, UNESCO

ERGÜNAY, O., Türkiye’de Afet Zararlarının Azaltılması Konusunda Yapılan ve Yapılması Gereken Çalışmalar Hakkında Rapor, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, (1996).

ERGÜNAY, O., Türkiye’nin afet profili, TMMOB AFET SEMPOZYUMU, (2007).

EYİDOĞAN, H., Rates of crustal deformation in western Turkey as deduced from major earthquakes, Tectonophysics, 1988; 148, 83-92.

EYİDOĞAN, H., GÜÇLÜ, U., UTKU, Z., DEĞİRMENCİ, E., Türkiye büyük depremleri makrosismik rehberi 1900-1988. İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeofizik Bölümü, 1991; İstanbul.

EYİDOĞAN, H., GÜÇLÜ, Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasının Evrimi ve Yeni Bir Harita İçin Öneri. Jeofizik 7, 95-108, 1993.

FACENNA, C., JOLIVET, L., PIROMALLO C., AND MORELLI, A., Subduction and the depth of convection in the Mediterranean mantle, Journal Of Geophysical Research, Vol. 108, No. B2, 2099, doi:10.1029/2001jb00190, 2003.

FACENNA, C., BELLIER, O., MARTINOD, J., PIROMALLO C., REGARD, V., Slab detachment beneath eastern Anatolia: A possible cause for the formation of the North Anatolian fault, Earth and Planetary Science Letters 242 (2006) 85– 97.

FROHLICH, C., Aftershocks and Temporal Clustering of Deep Earthquakes, J. Geophys. Res., U.S.A, 1987; 92, 13944-13956.

FROHLICH, C., and DAVIS, S., Teleseismic b values: or, much ado about 1.0, *J. Geophys. Res.*, 1993; 98, 631-644.

GALANOPOULOS, A., DELIBASIS, N., The seismic activity in the Cyprus area. *Prakt. Akad. Athenon* 1965; 40, 387–405.

GARFUNKEL, Z., ZAK, I., FREUND, R., Active faulting in the Dead Sea rift, *Tectonophysics* 1981; 80, 1-26.

GARFUNKEL, Z., Constrains on the origin and history of the Eastern Mediterranean basin. *Tectonophysics* 1998; 298, 5–35.

GIARDINI, D., P. BASHAM: The Global Seismic Hazard Assessment Program (GSHAP), *Ann. di Geofisica*, 36, 3-14, (1993).

GLOVER, C., ROBERTSON, A., Neotectonic intersection of the Aegean and Cyprus tectonic arcs: extensional and strike-slip faulting in the Isparta Angle, SW Turkey, *Tectonophysics*, 298 (1998) 103– 132.

GUTENBERG, B., RICHTER, C. F., Seismicity of the earth, *Geol. Soc. Am. Spec. Paper No. 1941*; 34, 1-131.

GUTENBERG, R., RICHTER C. F., Frequency of earthquakes in California, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 1944; 34,185-188.

GUTENBEG, R., RICHTER, C. F., Earthquake Magnitude, Intensity, Energy and Acceleration, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 1954; 32, 163-191.

GUO, Z., OGATA, Y., Statistical Relations between the Parameters of Aftershocks in Time, Space, and Magnitude, *Journal of Geophysical Research*, 1997; Vol. 102, No. B2, 2857-2873.

GÜLEN, L., BARKA, A., TOKSÖZ, M. N., Continental collision and related complex deformation: Maraş Triple Junction and surrounding structures, southeastern Turkey, *Yerbilimleri (Bull. Earth Sci. Applic. and Res. Center, Hacettepe Univ.)*, 1987; 14, 319-336.

GÜLEN, L., From plate tectonics to global domain tectonics, In: *Crust/Mantle recycling at convergence zones*, S. R. Hart and L. Gülen (editors), NATO ASI Series, C258, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1989; 173-179.

GÜLEN, L., Isotopic characterization of Aegean magmatism and geodynamic evolution of the Aegean subduction, In: *Proceed. Int. Earth Sci. Cong. on Aegean Regions*, M. Y. Savascin and A. H. Eronat (editors) 1990; 2, 143-166.

GÜLEN, L., KULELİ, HS., Aegean Subduction: A key element in Mediterranean tectonics, *Supplement to EOS, Trans. AGU*, 1995; 76, 622-623.

GÜLEN, L., PINAR, A., KALAFAT, D., ÖZEL, N., HORASAN, G., YILMAZER, M., and IŞIKARA, AM., Surface fault breaks, aftershock distribution, and rupture process of the August 17, 1999 İzmit, Turkey Earthquake, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 92, 1, pp. 230–244, February 2002

GÜLEN, L., JFM 204 Tektonik Ders Notları.

GÜLKAN, P., A. KOÇYİĞİT, M. S. YÜCEMEN, V. DOYURAN AND N. BAŞÖZ, A Seismic Zones Map of Turkey Derived from Recent Data (in Turkish), Middle East Technical University, Earthquake Engineering Research Center, Report No:93-01, Ankara, (1993),

GÜRER, A., BAYRAK, M., GÜRER, Ö.F., Magnetotelluric images of the crust and mantle in the southwestern Taurides, Turkey. *Tectonophysics* 391, 109–120, 2004a

GÜRER, A., BAYRAK, M., GÜRER, O.F., İLKIŞIK, O.M., The deep resistivity structure of southwestern Turkey: tectonic implications. *International Geology Review* 7, 655–670, 2004b.

GÜRER, A., BAYRAK, M., GÜRER, Ö.F., 2009, A VLF survey using current gathering phenomena for tracing buried faults of Fethiye–Burdur Fault Zone, Turkey, *Journal of Applied Geophysics* 68 (2009) 437–447.

IKEDA, Y., SUZIKI, Y., HERECE, E., ŞAROGLU, F., and IŞIKARA, AM., Geological evidence for the last two faulting events on the North Anatolian fault zone in the Mudurnu Valley, western Turkey, *Tectonophysics*, 1991; 193, pp. 335-345.

IMPRESCIA, P., PONDRELLI, S., VANNUCCI, G., GRESTA, S., Regional centroid moment tensor solutions in Cyprus from 1977 to the present and seismotectonic implications, *J. Seismol.*, 2011, DOI 10.1007/s10950-011-9254-7

ISHIMOTO, M., and LIDA K., Observations of Earthquakes Registered with the Microseismograph Constructed Recently, *Bull. Earthquake Res. Inst., Univ. Tokyo* 1939; 17, 443-478.

ITO, A., UCER, B., BARIŞ, Ş., NAKAMURA, A., HONKURA, Y., KONO, T., HORI, S., HASEGAWA, A., PEKTAŞ, R., IŞIKARA, A. M., Aftershock activity of the 1999 İzmit, Turkey, earthquake revealed from microearthquake observations: *Bull. Seismol. Soc. Amer.* 2002; 92, 418-427.

IVANOV, M.K., LIMANOV, A.F., WOODSIDE, J., Geological investigations in the Mediterranean and Black Seas, *UNESCO Rep. Mar. Sci.* 1992.

İLHAN, E., The structural features of Turkey, in *Geology and History of Turkey*, pp. 431-441, A.S. Campbell, editör, *The Petrol. Explore. Soc. Libya*, Tripoli, 1971.

İŞTEMEN, Ö., Türkiye'nin farklı bölgelerinde sismik risk ve hazard parametrelerinin değişimi ve bu parametreler arasındaki ilişkilerin irdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bil. Enst. 2003; Trabzon.

JACKSON, J., MCKENZIE, D., Active tectonics of the Alpine-Himalayan Belt between western Turkey and Pakistan: *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*, 1984; v. 77, p. 185–264.

JACKSON, J., MCKENZIE, D., The relationship between plate motions and seismic moment tensors, and the rates of active deformation in the Mediterranean and Middle East: *Geophysical Journal*, 1988; v. 93, p. 45–73.

JACKSON, J., Partitioning of strike-slip and convergent motion between Eurasia and Arabia in Eastern Turkey: *Journal of Geophysical Research*, 1992; v. 97, no. B9, p. 12,471–12,479.

JACKSON, J., HAINES, J. ve HOLT, W., 1995. The accommodation of the Arabia-Eurasia plate convergence in Iran, *J. Geophys. Res.*, 100, 15 205-15219.

JACKSON, J., AMBRASEYS, N. N., Convergence between Eurasia and Arabia in eastern Turkey and the Caucasus, in Giardini, D., and Balassanian, S., eds., *Historical and prehistorical earthquakes in the Caucasus*: Dordrecht: Kluwer, 1997; p. 79–90.

JACKSON, J., PRIESTLEY, K., ALLEN, M., BERBERIAN, M., Active tectonics of the South Caspian Basin: *Geophysical Journal International*, 2002; v. 148, p. 214–245, doi: 10.1046/j.1365-246X.2002.01588.x.

KAGAN, Y. Y., KNOPOFF, L., Stochastic Synthesis of Earthquake Catalogs, *J. Geophys. Res.*, 1981; 86, 2853-2862.

KAGAN, Y. Y., Universality of the Seismic Moment-Frequency Relation, *Pure Appl. Geophys.*, 1999; 155, 537-573.

KAILA, K. L., GAUR, V. K., NARAIN, H., Quantitative seismicity maps of India , *Bull. Seism. Soc. Am.* 1972; 62, 1119-1132.

KALAFAT, D., GÜNEŞ , Y., KEKOVALI , K., KARA, M., DENİZ, M., ve YILMAZER, M., Bütünleştirilmiş Homojen Türkiye Deprem Kataloğu (1900-2010; $M \geq 4.0$), 2011.

KARAKHANIAN, A. S., DJRBASHIAN, R. T., TRIFONOV, V. G., PHILIP, H. RITZ, J. F., Active faults and strong earthquakes of the Armenian upland, in *Historical and Prehistorical Earthquakes in the Caucasus*, pp. 181-187, eds Giardini, D. and Balassanian , S., Kluwer Academic, Dordrecht, 1997.

KARAKHANIAN, A., TRIFONOV, V., PHILIP, H., AVAGYAN, A., HESSAMI, K., JAMALI, F., BAYRAKTUTAN, S., BAGDASSARIAN, H., ARAKELIAN, S., DAVTIAN, V., ADILKHANYAN, A., Active faulting and natural hazards in Armenia, eastern Turkey and northwestern Iran, *Tectonophysics* , 2004; 380 189-219.

KAYABALI, K., Modeling of seismic hazard for Turkey using the recent neotectonic data. *Eng. Geol.* 63, 221, 2002.

KAYABALI, K., AKIN, M., Seismic hazard map of Turkey using the deterministic approach. *Eng. Geol.* 69, 127–137, 2003.

KAZMIN, V. G., Expulsion tectonics in the Black Sea–Caucasus area: 1st International Symposium of İstanbul Technical University, the Faculty of Mines on Earth Sciences and Engineering, 16–18 May 2002; İstanbul, p. 46.

KELLING, G., GÖKÇEN, S. L., FLOYD, P. A., GÖKÇEN, N., Neogene tectonics and plate convergence in the eastern Mediterranean: new data from southern Turkey. *Geology* 1987; 15, 425–429.

KEMPLER, D., BEN-AVRAHAM, Z., The tectonic evolution of the Cyprian Arc, *Annales Tectonicae* 1987; 1, 58-71.

KETİN, İ., Tectonic units of Anatolia. *Bull. Min. Res. And Explor. Inst.* 1966; 66, s. 23-25.

KETİN, İ., Türkiye'nin genel tektonik durumu ile başlıca deprem bölgeleri arasındaki ilişkiler, *MTA Enstitüsü dergisi* 1968; 71,129-134.

KETİN, İ., On the North Anatolian Fault, *Bull. Miner. Res. Explor. Inst.*, 1969; 72, 1-28.

KETİN, İ., ve CANITEZ, Yapısal Jeoloji, İTÜ yayını, 1972; sayı 869.

KETİN, İ., San Andreas ve Kuzey Anadolu fayları arasında bir karşılaştırma, *Türkiye Jeol. Kur. Bül.*, 1976; C.19, 149-154.

KNOPOFF, L., Energy release in earthquakes, *Geophys. J.*, 1958; 1, 44-52.

KNOPOFF, L., The statics of earthquakes in southern California, *Bull. Seism. Soc. Am.* 1964; 54, 1871-1873.

KOÇYİĞİT, A., YILMAZ, A., ADAMIA, S., and KULOSHVILI, S., Neotectonics of East Anatolian Plateau (Turkey) and Lesser Caucasus: Implication for transition from thrusting to strike-slip faulting: *Geodynamical Acta*, 2001; v. 14, p. 177–195, doi: 10.1016/S0985-3111(00)01064-0.

KOPP, M. L., Lateral escape structures in the Alpine-Himalayan Collision Belt, ed. Leonov Yu.G.: Russian Academy of Sciences, Geological Institute, Transactions, v. 506: Moscow, Scientific World, 1997; 312 p. (in Russian).

KORAL, H., Jeolojiye Giriş Dersi Notları-Levha Tektoniği.

KREEMER, C., HOLT, W.E. & HAINES, A.J., An integrated global model of present-day plate motions and plate boundary deformation, *Geophys. J. Int.*, 2003; 154, 8 34.

LAY, T., KANAMORI, H., The Asperity model of earthquake sources and its implication for triggering and discrimination, in *Earthquake Prediction: An International Review*, Maurice Ewing Ser., 4, vol. edited by D. W. Simpson, and P. G. Richards, AGU, Washington, D.C 1981; pp. 579-592.

LAY, T., KANAMORI, H., RUFF, I., The asperity model and the nature of large subduction zone earthquakes, *Earthq. Pred. Res.*, 1982; 1, 3-72.

LAY, T., WALLACE, T. C., *Modern global seismology*, Academic Press , 1995; London.

LEE, W., KANAMORI, H., JENNINGS P. C., KISSLINGER, C., *International Handbook of Earthquake Engineering Seismology-Chapter 30*.

LIDA, K., A Magnitude-energy relation for large and small earthquakes and seismic efficiency factor, *Zisin*, 1971; 24, 266-274.

LIGDAS, C. N., MAIN, I. G., ADAMS, RD., 3-D structure of the lithosphere in the Aegean region, *Geophys. J. Int.* 1990; 102, 219-229.

LOMNITZ, C., SING, S. K., Earthquake and earthquake prediction in seismic risk and engineering decisions, Elsevier Scientific Pub. Co., Amsterdam, 1976; pp.3-30.

LYBERIS, N., Y.R.R, T., CHOROWICZ, J., KASAPOĞLU, E., GÜNDOĞDU, N., The East Anatolian Fault: an oblique collisional belt. *Tectonophysics*, 1992; 204, 1-15.

LYBERIS, N., MANBY, G., Oblique to orthogonal convergence across the Turan block in the post-Miocene, *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, 83, 1135–1160, 1999

NADIROV, R.S., BAGIROV, E., TAGIYEV, M., LERCHE, I., Flexural plate subsidence, sedimentation rates, and structural development of the super- deep South Caspian Basin, *Marine Petrol. Geol.*, 14, 383–400, 1997.

NILFOROUSHAN, F., GPS networks monitor the Arabia-Eurasia collision deformation in Iran, *J. Geodyn.*, 77, 411–422, 2003.

MANGINO, S.G., Eurasian crust and upper mantle structure [Ph. D. thesis]: Queens' College, University of Cambridge, Cambridge, 1996.

McCLUSKY, S., BALASSANIAN, S., BARKA, A., DEMIR, C., ERGINTAV, S., GEORGIEV, I., GÜRKAN, O., HAMBURGER, M., HURST, K., KAHLE, H., KASTENS, K., NADARIYA, M., OUZOUNIS, A., PARADISSIS, D., PETER, Y., PRILEPIN, M., REILINGER, R., SANLI, I., SEEGER, H., TEALEB, A., TOKSÖZ, M. N. VEIS, G., GPS constraints on plate kinematics and dynamics in the Eastern Mediterranean and Caucasus, *J. Geophys. Res.*, 2000; 105, 5695-5719.

McCLUSKY, S., REILINGER, R., MAHMOUD, S., BEN SARI, D., TEALEB, A., GPS constraints on Africa (Nubia) and Arabia plate motion: *Geophysical Journal International*, 2003; v. 155, p. 126–138, doi: 10.1046/j.1365-246X.2003.02023.x.

McKENZIE, D. P., Active Tectonics of the Alpine-Himalayan Belt: the Aegean Sea and Surrounding Regions (tectonics of Aegean region). *Geophys. J. R. Astr.cSoc*, 1972a; 55, 217-254.

McKENZIE, D. P., Active Tectonics of the Mediterranean Region. *Geophysical Journal of Royal Astronomical Society*, 1972b; 30, 109-185.

McKENZIE, D., Active tectonics of Alpine-Himalayan belt: the Aegean and surrounding regions, *Geophys. J. R. astr. Soc.*, 1978; 55, 217-254

MIYAMURA, S., Magnitude-frequency relations and its bearings to geotectonics, *Proc. Japan Ac.*, 1962; 38 , No 1, 27-30.

MIYAMURA, S., OMOTE, S., TEISSEYRE, R., VESANEN, E., Multiple shocks and earthquake series pattern, *Bull. Int. Inst. Seismol. Earthquake Eng.*, 1964; 2, 71-92.

MOGI, K., Study of the Elastic Shocks Caused by the Fructure of Heterogeneous Materials and its Relation to the Earthquake Phenomena, *Bull. Earthquake Res. Inst. Univ. Tokyo*, 1962a; 40, 125- 173.

MOGI, K., Magnitude-frequency relation for elastic shocks accompanying fractures of various materials and some related problems in earthquakes *Bull. Earthquake Res. Inst., Univ. Tokyo*, 1962b; 40, 831-853.

MOGI, K., On The Time Distribution of Aftershocks Accompanying The Recent Major Earthquakes in and Near Japan, *Bull. Earthquake Res. Inst. Univ. Tokyo*, 40, 107-124, 1962c.

MOGI, K., Regional Variation of Aftershock Activity, *Bull. Earthquake Res. Inst. Univ. Tokyo*, 46, 175-203, 1967.

- MOGI, K., Some Features of Recent Seismic Activity in and near Japan, {2}: Activity Before and After Great Earthquakes, Bull. Eq. Res. Inst. Univ., Tokyo, 47, 395-417, 1969.
- MORI, J., ABERCROMBIE, R. E., Depth dependence of earthquake frequency-magnitude distributions in California: Implications for the rupture initiation, J. Geophys. Res., 1997; 102, 15081-15090.
- NOWROOZI, A. A., Seismo-tectonics of the Persian Plateau, Eastern Turkey, Caucasus, and Hindu-Kush regions: Bulletin of the Seismological Society of America, v. 61, p. 317–341, 1971,
- NOWZOOZI, A. A., Focal mechanism of earthquakes in Persia ,Turkey, west Pakistan , and Afghanistan and plate tectonics of the Middle East ,Bull.Seism.Soc.Am. 1972; 62, 823-850.
- OGATA, Y., Estimation of the Parameters in the Modified Omori Formula for Aftershock Frequencies by the Maximum Likelihood Procedure, J. Phys. Earth., 31, 115-124 , 1983
- OGATA, Y., MASAJIRO, I. KOICHI, K., 3-D spatial Variation of b-values of Magnitude-Frequency Distribution beneath the Kanto District, Japan, Geophys. J. Int, 104, 135-146, 1991.
- OLSSON, R., An Estimation of the Maximum b value in the Gutenberg-Richter Relation, Geodynamics, 27, 547-552, 1999.
- OMORI, F., Investigation of Aftershocks, Rep. Earthq. Inv. Comm., 1999; 2, 103-139, 1894.

OPPENHEIMER, D. H., BAKUN, W. H., LINDH, A. G., Slip partitioning of the Calveras Fault, California, and prospects for future earthquakes, *J. Geophys. Res.*, 1990; 95, 8483-8498.

ORAL, M. B., REILINGER, R. E., TOKSÖZ, M. N., KING, R. W., BARKA, A. A., KINIK, I., and LENK, O., Global Positioning System offers evidence of plate motions in eastern Mediterranean, *EOS, Transactions, Amer. Geophys. Union*, 1995; 76, 9-11.

ÖNCEL, A. O., MAIN, I., ALPTEKİN, O., COWIE, P., Spatial variations of the fractal properties of seismicity in the Anatolian Fault Zones, *Tectonophysics*, 1996; 257, 189-202.

ÖNCEL, A. O., Fraktal analiz ile Türkiye'deki doğrultu atımlı fayların yapısal ve sismolojik özelliklerinin belirlenmesi, *Deprem Araştırma Bülteni*, 2000, Sayı 84.

ÖRGÜLÜ, G., AKTAR M., TURKELLİ N., SANDVOL E., BARAZANGI M., Contribution to the seismotectonics of Eastern Turkey from moderate and small size events, *Geophys. Res. Lett.*, 30(24), 8040, doi:10.1029/2003GL018258, (2003),

ÖVER, S., ÜNLÜGENÇ, U. C., ÖZDEN, S., Hatay bölgesinde etkin gerilme durumları, *Yerbilimleri*, 23, 1-14, Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, (2001),

ÖVER, S., ÜNLÜGENÇ, U. C., BELLIER, O., Quaternary stress regime change in the Hatay region (SE Turkey). *Geophys. J. Int.* (2002) 148, 649–662

PAGE, R., Aftershocks and micro aftershocks of the Great Alaska Earthquake of 1964, *Bull. Seism. Soc. Am.* 1968; 58, 1131-1168.

PAMPAL, S., ÖZMEN, B., Development Of Earthquake Zoning Maps Of Turkey, İstanbul Sixth National Conference on Earthquake Engineering, 16-20 October 2007, İstanbul, Turkey

PAPAZACHOS, B. C., COMNINAKIS, P. E., Geophysical and tectonic features of the Aegean arc. *J. Geophys. Res.* 76, 8517–8533, 1971.

PAPAZACHOS, B. C., HATZIDIMITRIOU, P. M., PANAGIOTOPOULOS, D. G., TSOKAS, G. N., Tomography of the crust and upper mantle in southeast Europe, *J. Geophys. Res.* 1995; 100, 12,405-12,422.

PAPAZACHOS, B. C., PAPAIOANNOU, C. H. A., Lithospheric boundaries and plate motions in the Cyprus area. *Tectonophysics* 1999; 308, 193–204

PHILIP, H., CISTERNAS, A., GVISHKIANI, A., GORSHKOV, A., The Caucasus: an actual example of the initial stages of continental collision. *Tectonophysics* 1989; 161, 1– 21.

PHILIP, H., AVAGYAN, A., KARAKHANIAN, A. S., RITZ, J. F., REBAI, S., Estimating slip rates and recurrence intervals for strong earthquakes along an intercontinental fault: example of the Pambak-Sevan-Sunik fault (Armenia), *Tectonophysics*, 343, 205–232, 2001.

PINAR, A., KALAFAT, D., Source processes and seismotectonic implications of the 1995 and 1996 Cyprus, eastern Mediterranean region earthquakes, *Tectonophysics*, 1998; 301, 217-230.

PURCARU, A new quantitative measure of seismicity and some related problems, *Veröff. Zentralinst. Physikd. Erde* Nr. 31. Teil. 1975; 1, 185 -204.

REID, H. F., The mechanics of the earthquake: the California earthquake of April 18, 1906, Report of the state investigation committee, V.2, Carnegie Institution of Washington D. C., 1910.

REILINGER, R. E., McCLUSKY, S.C., ORAL, M. B., KING, R. W., TOKSÖZ, M. N., BARKA, A. A., KINIK, I., LENK, O., ŞANLI, I., Global Positioning System Measurements of present-day crustal movements in the Arabia-Africa-Eurasia plate collision zone, *J. Geophys. Res.*, 1997; 102, 9983- 9999.

RICHTER, CF., Elementary seismology. W.H. Freeman and Company, San Francisco 1958.

RIZNICHENKO, Y. V., The study of seismic conditions, *Bull. Acad. Sci. USSR Geophys. Ser (Izvestzia English Transl.)*, 1958; pp. 615-622.

RIZNICHENKO, J., On quantitative determination and mapping of seismic activity, *Ann. Geol.* 1959; 12, 2.

ROBERTSON, A.H.F., KIDD, R.B., IVANOV, M.K., LIMONOV, A.F., WOODSIDE, J.M., GALINDO-ZALDIVAR, J., NIETO, L., Eratosthenes Seamount, easternmost Mediterranean: Evidence of active collapse and thrusting beneath Cyprus, *Terra Nova*, 1995; 7, 254-264.

ROBERTSON, A.H.F., Tectonic significance of the Eratosthenes Seamount: a continental fragment in the process of collision with a subduction zone in the eastern Mediterranean (Ocean Drilling Program Leg 160). *Tectonophysics* 1998; 298, 63–82.

SANDVOL, E., SEBER, D., CALVERT, A., BARAZANGI, M., Grid search modeling of receiver functions: Implication for crustal structure in the Middle East and North Africa: *Geophysical Journal Research*, 1998; v. 103, p. 26, 899– 26, 917.

SARKER, G., ABERS, G. A., Seep structures along the boundary of a collisional belt: Attenuation tomography of P and S waves in the Greater Caucasus: *Geophysical Journal International*, 1998; v. 133, p. 326–340, doi: 10.1046/j.1365-246X.1998.00506.x.

ŞAROĞLU, F., Ö. EMRE, I. KUŞÇU, Active Fault Map of Turkey, Mineral Res. Explor. Inst. Turkey, 1992.

SCHOLZ, C. H., The Frequency-Magnitude Relation of Micro fracturing in Rock and its Relation to earthquakes, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 1968; 58, 399-415.

SCHWARTZ, D. P., COPPERSMITH, K. J., “Fault Behavior and Characteristic Earthquakes from the Wasatch and San Andreas Faults,” *Journal of Geophysical Research*, Vol 89, pp 5681-5698, 1984.

SELLA, G. F., DIXON, T.H., MAO, A., REVEL: A model for recent plate velocities from space geodesy, *J. geophys. Res.*, 107(B4), ETG 11–1, 11–32, 2002.

SELLIER, N. C., LONCKE, L., VENDEVILLE, B. C., MASCLE, J., ZITTER, T., WOODSIDE, J., LOUBRIEU, B., Post-Messinian evolution of the Florence Ridge area (Western Cyprus Arc), Part I, *Tectonophysics*, doi: 10.1016/j.tecto.2012.04.001- (Accepted Manuscript), 2012.

SHEBALIN, N.V., KARNIK, V., HADZIEVSKI, D., Editors, Catalogue of earthquakes, Part 1, 1901-1970, and Part 2, prior to 1901, UNESCO Publ., Skopje 1974.

SHEBALIN, N. V., NIKONOV, A. A., TATEVOSIAN, R. E., MOKRUSHINA, N.G., PETROSSIAN, A. E., KONDORSKAYA, N.V., KHROMETSKAYA, E. A., KARAKHANIAN, A. S., HARUTUNIAN, R. A., ASATRIAN, A. O., PIRUZIAN, S. A., GASSANOV, A. G., VARAZANASHVILI, O. D., PAPALASHVILI, V. G., GOLINSKIY, G. L., KARRYEV, B., PUSTOVITENKO, B. G., KULCHTISKIY, VE., Caucasus test-area strong earthquake, 1997.

SHOTA, A., GURAM, Z., TAMAR, C., NINO, S., NINO, T., ALEKSANDRE, C., ALEKSANDRE, G., Geology of the Caucasus: a Review, Turkish, Journal of Earth Sciences [Turkish J. Earth Sci.] (2011); doi: 10.3906/yer-1005-11. [in press].

SPAKMAN, W., M. J. R. WORTEL, AND N. J. VLAAR, The Hellenic subduction zone: A tomographic image and its geodynamic implication, *Geophys. Res. Lett.*, 15, 60–63, 1988.

SPAKMAN, W., VAN DER LEE S., VAN DER HILST R., Travel-time tomography of the European–Mediterranean mantle, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 79, 3–74, 1993.

SOBIESIAK, M., Fault plane structure of the Antofagasta, Chile, earthquake of 1995, *Geophys. Res. Lett.*, 27, 577-600, 2000.

SOBORNOV, K. O., Structural segments of the East Caucasus thrust belt: *Geotectonics*, 1996; v. 30, no. 5, p. 410–421.

ST.AMAND, P., Two proposed measures of seismicity, *Bull. Seism. Soc. Am.* 1956; 46, 41-45.

ŞAROGLU, F., EMRE, Ö., KUŞÇU, I., Active fault map of Turkey: Mineral Research and Exploration Institute (MTA) of Turkey, Ankara, 1992; scale 1:250,000.

ŞENGÖR, A.M.C., The North Anatolian transform fault: its age, offset and tectonics significance, *J. Geol. Soc. London*, 1979; 136, 269-282.

ŞENGÖR, A.M.C., YILMAZ, Y., Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach: *Tectonophysics*, 1981; v. 75, p. 181–241, doi: 10.1016/0040-1951(81)90275-4.

ŞENGÖR, A.M.C., GÖRÜR, N., ŞAROĞLU, F., Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study, in: *Strike-slip Faulting and Basin Formation*, K. Biddle and N. Christie-Blick (editors), Special Publication 37, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Tulsa, Oklahoma, 1985.

TAN, O., TAYMAZ, T., Seismotectonics of Eastern Anatolia at the intersections of East and North Anatolian Fault Zones and along the Caucasus: Source and rupture histories of the recent destructive earthquakes: International Workshop on the North Anatolian, East Anatolian and Dead Sea Fault Systems: Recent Progress in Tectonics and Paleoseismology and Field Training Course in Paleoseismology, Middle East Technical University (METU), 31 August–12 September 2003, Ankara, p. 160, 2003,

TAN, O., The source mechanism properties and rupture histories of the Caucasian, Eastern Anatolian and North Western Iranian earthquakes [Ph.D. thesis]: Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey, 2004; 308 p. (in Turkish).

TAN, O., and TAYMAZ, T., Active tectonics of the Caucasus: Earthquake source mechanisms and rupture histories obtained from inversion of teleseismic body waveforms. *Geological Society of America Special Paper* 2006; 409, p.531-578, doi:10.1130/2006.2409 (25).

TAYMAZ, T., JACKSON, J., MCKENZIE, D., Active tectonics of the North and central Aegean Sea. *Geophys. J. Int.* 106, 433-490, 1991.

TAYMAZ, T., JACKSON, J. A., WESTAWAY, R., Earthquake mechanisms in the Hellenic Trench near Crete: *Geophysical Journal International*, v. 102, p. 695–731, 1990.

TAYMAZ, T., JACKSON, J.A., McKENZIE, D., Active tectonics of the North and Central Aegean Sea: *Geophysical Journal International*, v. 106, p. 433–490, 1991a.

TAYMAZ, T., EYIDOĞAN, H., JACKSON, J., Source parameters of large earthquakes in the East Anatolian Fault Zone (Turkey): *Geophysical Journal International*, 1991b; v. 106, p. 537–550.

TAYMAZ, T., WESTAWAY, W., REILINGER, R., Active faulting and crustal deformation in the Eastern Mediterranean Region (editorial of special issue): *Tectonophysics*, 2004; v. 391, no. 1–4, p. 1–9, doi: 10.1016/j.tecto. 2004.07.005.

TRIFANOV, V. G., A. S. KARAKHANIAN, A. I. KOZHURIN, Major Active Faults of the Collision Area Between the Arabian and the Eurasian Plates, *Proceedings of the International Conference at Yerevan-Sevan, Armenia, 1-6 Oct. 1993*.

TRIFONOV, V.O., KARAKHANIAN, A.S., BERBERIAN, M., IVANOVA, T.P., KAZMIN, V.G., KOPP, M.L., KOZURIN, A.I., KULOSHVILI, S.I., LUKINA, NV., MAHMUD, S.M., VOSTRIKOV, G.A., SVEDAN, A., and ABDEEN, M., Active faults of the Arabian plate bounds in Caucasus and Middle East: *Journal of Earthquake Prediction Research*, 1996; v. 5, p. 363–374.

ULMANN, W., MAAZ, R., A new method for computation of seismicity , *Publication No.25, Institut für Geodynamik ; 69 Jena (GDR), Burgweg 11, 1966*.

URBANCIC, T.I., TRIFU, C.I., LONG, J.M., and TOUNG, R.P., Space-Time Correlations of b value with Stress Release, *Pure Appl. Geophys.*, 1992; 139, 449-462.

UTKUCU, M., ÇETİN, C., ALPTEKİN, Ö., Düzce depremi artçı depremlerinden hesaplanan b ve p değerlerinin uzaysal ve zamansal dağılımı ve gelecekteki sismik tehlike açısından değerlendirmeler. *Hacettepe Üniversitesi-Yerbilimleri Dergisi (Earth Sciences)*, 12 Kasım 1999; 26(1), 75-9.

UTKUCU, M., ALPTEKİN, Ö., Real-time (gerçek-zaman) sismolojisi, dünyadaki gelişimi ve Türkiye’de uygulanabilirliği. *İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi* 2001; 14(1-2), 139-152.

UTKUCU, M., NALBANT, S., McCLUSKY, J., STEACY, S., ALPTEKİN, Ö., Slip Distribution and Stress Changes Associated with the 1999 November 12, Düzce (Turkey) Earthquake (Mw=7.1). *Geophys. J. Int.*, 2003a; 153, 229-241.

UTKUCU, M., ALPTEKİN, O., PINAR, A., A Detailed Source Study of The Orta (Çankiri) Earthquake of June 6, 2000 (Ms= 6.1): An Intraplate Earthquake in Central Anatolia. *Journal of Seismology* 2003b; 7: 193-202.

UTKUCU, M., ÇETİN, C., ALPTEKİN, Ö., Deprem Zararlarının Azaltılmasında Artçı Depremlerin Önemi, *Deprem Sempozyumu*, 1409-1416, Kocaeli, 2005.

UTKUCU, M., KANBUR, Z., ALPTEKİN, Ö., SÜNBÜL, F., Mapping b value in the Marmara region (NW TURKEY) : Implications for local recurrence times and seismic hazard. *International Earthquake Symposium*, Kocaeli, 2007.

UTKUCU, M., BUDAKOĞLU, E., DURMUŞ, H., Marmara Bölgesinde (KB Türkiye) Depremsellik ve Deprem Tehlikesi Üzerine Bir Tartışma. *Hacettepe Yerbilimleri Dergisi*, 2011.

UTKUCU, M., Sismotektonik Ders Notları.

UTSU, T., A method for determining the value of b in the Formula $\log N = a - bM$, showing the magnitude - frequency relation for earthquakes. Geophys. Bull. Hokkaido Univ, 1965; 13 99 – 103.

UTSU, T., On seismicity, in Report of the Joint Research Institute for Statistical Mathematics, Institute for Statistical Mathematics, Tokyo 1992; Vol. 34, pp. 139–157.

VARAZANASHVILI, O., TSERETELL, N., TSERETELLI, E., Historical Earthquakes in Georgia (up to 1900): Source Analysis and Catalogue Compilation.

WALLACE, T. C., Geophysics Res.Lett. 1995; 22, 2231-2232.

WELLS, D. L., COPPERSMITH, K. H., Empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture area, and surface displacement. Bull. Seismol. Soc. Am. 1994; 84, 974– 1002.

VERNANT, Ph., NILFOROUSHAN F., HATZFELD, D., ABBASSI, R., VIGNY, C., MASSON, F., NANKALI, H., MARTINOD, J., ASHTIANI, A., BAYER, R., TAVAKOLI, F., and CHERY, J., Present-day crustal deformation and plate kinematics in the Middle East constrained by GPS measurements in Iran and northern Oman, Geophysical J. Int. (2004) 157, 381-398.

WESNOUSKY, S. G., The Gutenberg-Richter or characteristic earthquake distribution, which is it? , Bull. Seismol. Soc. Am., 1994; 84, 1940- 1959.

WESTERHAUS, M., WYSS, M., YILMAZ, R., and ZSCHAU, J., Correlating variations of b values and crustal deformations during the 1990s may have pinpointed the rupture initiation of the $M_w=7.4$ Izmit earthquake of 1999 August 17. Geophysical Journal International 2002; 148, 1, 139-152.

WIEMER, S., WYSS, M., Mapping the frequency-magnitude distribution in asperities: an improved technique to calculate recurrence times, *J. Geophys. Res.* 1997; 102, 15 115-15 128.

WIEMER, S., MCNUTT, S., Variations in frequency-magnitude distribution with depth in two volcanic areas: Mount St. Helens, Washington, and Mt. Spurr, Alaska, *Geophys. Res. Lett.*, 1997; 24, 189-192.

WIEMER, S., MCNUTT, SR., WYSS, M., Temporal and three-dimensional spatial analysis of the frequency-magnitude distribution near Long Valley Caldera, California., *Geophys. J. Int.*, 1998; 134, 409-421.

WIEMER, S., KATSUMATA, K., Spatial Variability of Seismicity Parameters in Aftershock Zones. *J. Geophys. Res.*, 1999; 104, 13135-13151.

WIEMER, S., A software package to analyze seismicity: ZMAP, *Seis. Res. Lett.*, 72(2), 2001; 374-383.

WYSS, M., BRUNE, J.N., The Alaska earthquake of 28 March 1964: A complex multiple rupture, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 1967; 57, 1017-1023.

WYSS, M., Towards a physical understanding of the earthquake frequency distribution, *Geophys. J. R. astr. Soc.*, 1973; 31, 341-359.

WYSS, M., SHIMAZAKI, K., and WIEMER, S., Mapping active magma chambers by b value beneath Off-Izu volcano, Japan, *J. Geophys. Res.*, 1997; 102, 20,413- 20, 433.

WYSS, M., SCHORLEMMER, D., WIEMER, S., Mapping asperities by minima of local recurrence time: the San Jacinto-Elsinore fault zones, *J. Geophys. Res.*, 2000; 105, 7829-7844.

YARAR, R., ERGÜNAY, O., ERDİK, M. GÜLKAN, P., A preliminary probabilistic assessment of the seismic hazard in Turkey. Proc. 7th World Conf. Earthquake Eng., Istanbul, pp. 309 316, 1980

YOUNGS, R.R., COPPERSMITH, K.J., Implications of Fault Slip Rates and Earthquake Recurrence Models to Probabilistic Seismic Hazard Estimates, Bull.Seism. Soc. Am., v.75, pp.939-964, (1985),

YEATS, R. S., SIEH, K., ALLEN, C. R., The Geology of Earthquakes. Oxford Univ. Press, Oxford, N.Y., 1997.

ZARE, M., Kişisel Görüşme, IIEES, Tahran, IRAN, 2011,

ZONENSHAIN, L.P., and LE PICHON, X., Deep basins of the Black Sea and Caspian Sea as remnants of Mesozoic back-arc basins: Tectonophysics; v. 123, p. 181–211, doi: 10.1016/0040- 1951(86) 90197 6. , 1986

23 EKİM 2011 VAN DEPREMİ (MW=7.2) HAKKINDA ÖN RAPOR- Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 2011.

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Beykoz/İstanbul'da doğdu. Lise öğrenimini İstanbul Haydarpaşa Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2004 yılında girmiş olduğu Kocaeli Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü'nden 2008 yılında mezun oldu. 2009 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı yüksek lisans programını kazandı ve aynı sene bu bölümde Araştırma Görevlisi oldu. Halen bu bölümde eğitimine devam etmektedir.