

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOFİZİK MÜHENDİSLİK ANABİLİM DALI

**BATİ ANADOLU BÖLGESİ VE ÇEVRESİNDEKİ DEPREM TEHLİKESİNE
PARAMETRELERİNİN BAYES YAKLAŞIMI YÖNTEMİYLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeofizik Müh. Tüba TÜRKER

Haziran 2014

TRABZON

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOFİZİK MÜHENDİSLİK ANABİLİM DALI

**BATİ ANADOLU BÖLGESİ VE ÇEVRESİNDEKİ DEPREM TEHLİKELERİNİN
PARAMETRELERİNİN BAYES YAKLAŞIMI YÖNTEMİLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Jeofizik Mühendisi Tuğba TÜRKER

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde

‘JEOFİZİK YÜKSEK MÜHENDİSLİK’

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih:23.05.2014

Tezin Savunma Tarihi:17.06.2014

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Yusuf BAYRAK

Trabzon 2014

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalında

Tu ba TÜRKER tarafından hazırlanan

**BAYES YÖNTEMİ KULLANILARAK BATI ANADOLU VE C VARI Ç N
DEPREM TEHLİKE PARAMETRELERİNDE ERLENDİRİLMESİ**

**ba lıklı bu çalı ma, Enstitü Yönetim Kurulunun 27/05/2014 gün ve 1555/05
sayılı kararıyla olu turulan jüri tarafından yapılan sınavda**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan: Prof. Dr. Fikri BULUT

Üye : Prof. Dr. Yusuf BAYRAK

Üye :Yrd. Doç Dr. Hakan ÇINAR

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Batı Anadolu Bölgesi ve Civarı için Deprem Tehlike Parametrelerin Bayes Yaklaşımı Yöntemi ile Değerlendirilmesi” adlı bu araştırma K. T. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak yapılmıştır.

Öğrencilik hayatım boyunca ilminden faydalandığım, insani ve ahlaki değerleri ile de örnek edindim, yanında çalışmaktan onur duyduğum ve ayrıca tecrübelerinden yararlanırken göstermiş olduğu hoşgörüsü ve sabırdan dolayı değerli hocam, Prof. Dr. Yusuf BAYRAK’a çok teşekkür ederim.

Tezimde bana yardımcı olan hocam Yrd. Doç. Dr. Hakan ÇINAR’a, çok teşekkür ederim.

Bu çalışmaya, yeti tirmemde emeği geçen ve benden maddi, manevi hiçbir desteğini esirgemeyen aileme ithaf ederim.

Tuğba TÜRKER

Trabzon 2014

TEZ BEYANNAMES

Yüksek Lisans Tezi olarak sundu um “Batı Anadolu Bölgesi ve Civarı için Deprem Tehlike Parametrelerin Bayes Yaklaşımı Yöntemi ile Değerlendirilmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Yusuf BAYRAK’ın sorumluluğunda tamamladım, verileri/örnekleri kendim topladım, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptım/yaptırdım, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdim, çalışmam sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandım ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.17/06/2014

Tuba TÜRKER

Ç NDEK LER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ BEYANNAMES	IV
Ç NDEK LER.....	V
ÖZET.....	VII
SUMMARY	VIII
EK LER D Z N	IX
TABLolar D Z N	XII
SEMBOLLER D Z N	XIV
1. GENEL B LG LER.....	1
1.1. Giri	1
1.2. Batı Anadolu Bölgesinin Tektoni i.....	3
1.2.1. Batı Anadolu Bölgesinde Yer Alan Önemli Faylar veya Fay Zonları ve Meydana Gelen Depremler.....	6
1.2.2. Fethiye-Burdur Fay Zonu.....	7
1.2.3. Alia a Fayı.....	7
1.2.4. Foça-Bergama Fay Zonu.....	8
1.2.5. Kuzey Anadolu Fayı.....	8
1.2.6. Eski ehir Fayı.....	11
1.2.7. Gediz Grabeni.....	11
1.2.8. Karova-Milas Fay Zonu.....	13
1.2.9. Büyük Menderes Grabeni.....	13
1.2.10. Küçük Menderes Fayı.....	13
1.2.11. Ege Yayısı.....	14
1.2.12. Dinar Grabeni.....	15
1.2.13. Simav Fayı.....	15
1.2.14. Ula-Ören Fay Zonu.....	15
1.2.15. Sultanda 1, Tatarlı ve Kumdanlı Fayları.....	16

2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	17
2.1.	Batı Anadolu ve Civarı için Sismik Tehlike Çalışmalarında Kullanılan Sismik Kaynak Bölgeleri.....	17
2.2.	Çalışmada Kullanılan Deprem Kataloğu ve Deprem Verisi.....	19
2.3.	Süreklilik Analizi Çalışması.....	19
2.4.	Batı Anadolu Bölgesi'nin Depremselliği.....	25
2.5.	UYGULANAN YÖNTEM.....	30
2.5.1.	Bayes Yöntemi.....	30
2.5.2.	Batı Anadolu Bölgesinin Sismik Bölgeleri için Bayes Analiz Tahminleri.....	34
2.5.3.	Batı Anadolu Bölgesi Deprem Tehlike Parametrelerinin İstatistik Karakteristikleri.....	49
3.	BULGULAR VE DEĞERLEMELELER.....	81
4.	SONUÇLAR.....	85
5.	KAYNAKLAR.....	87

ÖZGEÇMİŞ

BATI ANADOLU BÖLGESİ VE CİVARI ÇİN DEPREM TEHLİKE
PARAMETRELERİNİN BAYES YAKLAŞIMI YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Tuuba TÜRKER

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Yusuf BAYRAK
2014, 96 Sayfa

Batı Anadolu bölgesi ve civarının farklı sismik kaynak bölgeleri için deprem tehlike parametreleri, M_{max} , de eri ve λ , Bayes yöntemi ile tahmin edilmiştir. Bu amaçla; aletsel dönemi içeren (1900-2013), $M_s \geq 4.0$ olan homojen bir katalog kullanılmıştır. Yöntem, diğer yaklaşımlardan küçük standart sapmalar ile daha kararlı ve daha güvenilirdir; fakat teknik daha çok zaman tüketir. Bu çalışmada, gelecek 5, 10, 20, 50 ve 100 yıllık zaman aralıklarında görünür ve gerçek magnitüdlere dağılımının fonksiyonunun 'olasılıkları', bütün sismojenik kaynak zonları için % 50, 70 ve 90 olasılık seviyelerinde hesap edilmiştir. Deprem tehlike parametre hesaplamalarına göre en tehlikeli bölge Ege Adaları bölgesidir ve bu bölgenin M_{max} de eri 8.06 olarak hesap edilmiştir. Sismik kaynak bölgeleri kıyaslandığında, en yüksek magnitüde de eri Ege Adaları bölgesinde %90 olasılıkla gelecek 100-yıl içerisinde 7.65 büyüklüğünde hesap edilerek, bu bölgenin diğer sismik bölgelerden daha tehlikeli ve sismik etkinlik açısından daha önemli olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bayes yöntemi, Sismik tehlike parametreleri

Master Thesis

SUMMARY

ASSESSMENT WITH BAYESIAN APPROACH METHOD OF EARTHQUAKE
HAZARD PARAMETERS FOR WESTERN ANATOLIA REGION AND AROUND

Tu ba TÜRKER

Karadeniz Technical University
The Graduate of Natural and Applied Sciences
Supervisor: Prof. Dr. Yusuf BAYRAK
2014, 96 Pages

Earthquake hazard parameters M_{max} , value and , for different seismic source regions of the Western Anatolia Region and around to estimate with Bayesian method. This purpose; a homogeneous earthquake catalogue including instrumental periods (1900-2013), for $M_s > 4.0$ is used. The method, more reliable and trust with low standard deviations than other approaches, but the technique is more time consuming. In this study, 'quantiles' of functions of distributions of true and apparent magnitudes for future time intervals of 5, 10, 20, 50 and 100 years are calculated in probability levels of 50, 70 and 90 % of all seismogenic source zones. According to earthquake hazard to calculate, Aegean Islands regions is the most dangerous region and M_{max} value of this region was calculated 8.06. The seismic resource regions comparison, higher magnitude value the Aegean Island regions calculated 7.65 greatness with 90% probability in next 100-years, of this region more dangers and more important with seismic activity than other regions was found.

Key Words: Bayesian method, Seismic hazard parameters

EK LLER D Z N

Sayfa No

ekil 1.1. Anadolu'nun tektoni i(Bozkurt E.(2001),Bingöl E.(1989), aro lu vd. (1992)....3	
ekil 1.2. Batı Anadolu'da bu yüzyılda meydana gelen depremlerin yakla ık yüzey kırıklarının da ılımı (Westaway, 1990'dan de i tirilerek alınmı tır).....9	
ekil 1.3. Batı Anadolu Bölgesinde ba lıca tektonik yapılar ve 1953-2010 yılları 190 (h<70 km, 4.7<Mb<7.1 ve 26–33° E, 33–40.5° N) odak mekanizması çözümleri (Bayrak&Bayrak, 2012).....12	
ekil 1.4. Batı Anadolu'da $M_s \geq 4$ aletsel dönemde olu mu depremlerin episantr da ılımları, odak mekanizması çözümleri ve mevcut tektonik yapı dikkate alınarak yapılan bölgelendirme.....21	
ekil 1.5. Batı Anadolu 15 farklı kaynak bölge için süreklilik analizi.....22	
ekil 1.6. Batı Anadolu 15 farklı kaynak bölge için magnitüd-deprem sayısı ili kisi.....29	
ekil 1.7. 15 farklı kaynak bölge için hesaplanan b(bayes) ve b(kijko) de erleri arasındaki ili ki (1'den 15'e kadar olan numaralar bölgeleri temsil etmektedir).....41	
ekil 1.8. 15 farklı kaynak bölge için hesaplanan b(eboy) ve b(bayes) de erleri arasındaki ili ki (1'den 15'e kadar olan numaralar bölgeleri temsil etmektedir).....43	
ekil 1.9. 15 farklı kaynak bölge için hesaplanan M_{max} (Gumbel-III) ve M_{max} (Bayes) de erleri arasındaki ili ki (1'den 15'e kadar olan numaralar bölgeleri temsil etmektedir).....45	
ekil 2.0. 15 farklı kaynak bölge için hesaplanan M_{max} (Kijko) ve M_{max} (Bayes) de erleri arasındaki ili ki (1'den 15'e kadar olan numaralar bölgeleri temsil etmektedir).....46	

ekil 2.1. Batı Anadolu'nun farklı 15 kaynak zonu için Bayes yöntemi ile hesaplanan M_{max} de erlerinin da ılımı.....	47
ekil 2.2. Batı Anadolu'nun farklı 15 kaynak zonu için Bayes yöntemi ile hesaplanan b de erlerinin da ılımı.....	48
ekil 2.3. 15 farklı bölge için gelecek T=5, 10, 20, 50 ve 100 yıllık zaman aralıklarında deprem tehlike parametrelerinin istatistiksel karakteristiklerinin 'görünür magnitüd' de erleri ($M_{max}(T)$)'nin olasılık yo unluk grafikleri.....	50
ekil 2.4. 15 farklı bölge için gelecek T=5, 10, 20, 50 ve 100 yıllık zaman aralıklarında deprem tehlike parametrelerinin istatistiksel karakteristiklerinin 'gerçek magnitüd' de erleri ($M_{max}(T)$)'nin olasılık yo unluk grafikleri.....	53
ekil 2.5. 15 farklı bölge için gelecek T=5, 10, 20, 50 ve 100 yıllık zaman aralıklarında deprem tehlike parametrelerinin istatistiksel karakteristiklerinin 'görünür magnitüd' de erleri ($M_{max}(T)$) 'nin olasılık fonksiyon grafikleri.....	56
ekil 2.6. 15 farklı bölge için gelecek T=5, 10, 20, 50 ve 100 yıllık zaman aralıklarında deprem tehlike parametrelerinin istatistiksel karakteristiklerinin 'gerçek magnitüd' de erleri ile ($M_{max}(T)$)'nin olasılık fonksiyon grafikleri.....	60
ekil 2.7. 15 farklı bölge için gelecek T=5, 10, 20, 50 ve 100 yıllık zaman aralıklarında deprem tehlike parametrelerinin istatistiksel karakteristiklerinin 'görünür magnitüd' de erleri ($1 - (M) = \text{Prob}(M_{max}(T) > M)$)'nin 'kuyruk' olasılık grafikleri.....	63
ekil 2.8. 15-farklı bölge için gelecek T=5, 10, 20, 50 ve 100 yıllık zaman aralıklarında deprem tehlike parametrelerinin istatistiksel karakteristiklerinin 'gerçek magnitüd' de erleri ($1 - (M) = \text{Prob}(M_{max}(T) > M)$)'nin 'kuyruk' olasılık grafikleri.....	66
ekil 2.9. 15 farklı bölge için T yıllık periyotlarda ile M_{max} da ılımının fonksiyonları (%50,70 ve 90) için 'görünür magnitüd' de erlerin 'olasılık' grafikleri.....	69

ekil 2.10. 15 farklı bölge için T yıllık periyotlarda ile M_{max} da ılımmın fonksiyonları
(%50,70 ve 90) için 'gerçek magnitüd' de erlerin 'olasılık' grafikleri.....72

TABLolar D Z N

Sayfa No

Tablo 1.1. Ege çöküntü sisteminde 1898-2003 yılları arasında olmu hasar yapıcı depremler (Ambraseys, 1988; Eyidogan vd., 1991).....	10
Tablo 1.2. Batı Anadolu 15 farklı kaynak bölgesi için süreklilik analizi.....	20
Tablo 1.3 Batı Anadolu 15 farklı sismik bölge için 1900'den günümüze kadar gözlenen en büyük magnitüdü depremler ve tektonik yapıları.....	26
Tablo 1.4. Batı Anadolu 1900'den günümüze 15 farklı kaynak bölge için M_S 6.5 depremler ve tarihleri.....	28
Tablo 1.5. Batı Anadolu Bölgesi 15 farklı sismik bölge için M_{max} , , parametreleri ve bu parametrelerin belirsizlikleri ile ara tırılan alandaki olayların M 4.0 için N ve M_{max}^{obs} de erlerinin tahminlerinin listesi.....	37
Tablo 1.6. Batı Anadolu ve civarındaki 15 farklı kaynak bölge için Bayes yöntemi, Kijko ve En büyük olasılık yöntemi ile hesap edilen b_{bayes} , b_{kijko} , b_{eboy} değerleri (Kijko ve En büyük olasılık de erleri Bayrak E. (2012) tarafından hesap edilmi tir).....	39
Tablo 1.7. Batı Anadolu ve civarındaki 15 farklı kaynak bölge için Bayes yöntemi, Kijko yöntemi ve Gumbel-III yöntemi ile hesap edilen M_{max}^{Bayes} , M_{max}^{Kijko} , $M_{max}^{Gumbel-III}$ değerleri (Kijko ve Gumbel-III de erleri Bayrak E. (2012) tarafından hesap edilmi tir).....	44
Tablo 1.8. Batı Anadolu'nun 15 farklı bölgesinde $\alpha=0.50$, $\alpha=0.70$, $\alpha=0.90$ olasılık seviyeleri için $T=5, 10, 20, 50$ ve 100 yıllık periyotlarda 'görünür magnitüde' için ($M_{max}(T)$)'nin tahmin edilen 'olasılık' de erleri.....	77

Tablo 1.9. Batı Anadolu'nun 15 farklı bölgesinde $\sigma=0.50$, $\sigma=0.70$, $\sigma=0.90$ olasılık seviyeleri için $T=5,10,20,50$ ve 100 yıllık periyotlarda 'gerçek magnitüdler' için ($M_{max}(T)$)'nin tahmin edilen 'olasılık' değerleri.....79

SEMBOLLER D Z N

KAFZ: Kuzey Anadolu Fay Zonu

KDAFZ: Kuzey Do u Anadolu Fay Zonu

BZBZ: Bitlis-Zagros Bindirme Zonu

DAFZ: Do u Anadolu Fay Zonu

BAGS: Batı Anadolu Graben Sistemi

OAFS: Orta Anadolu Fay Sistemi

a: Ortalama Yıllık Sismisite ndeksi

b: Sismotektonik Parametre

M_b : Cisim Dalgası Magnitüdü

M_C : Kesme Magnitüdü

M_D : Süreye Ba lı Magnitüd

M_L : Yerel Magnitüd

M_{max} : Bölgesel Maksimum Magnitüd

M_s : Yüzey Dalgası Magnitüdü

M_w : Moment Magnitüdü

M_{max}^{obs} : Maksimum Gözlenen Magnitüd

N: Deprem Sayısı

: Sabit Regresyon Katsayısı

: Sabit Regresyon Katsayısı

: Sismik Aktivite Oranı veya Yo unluk

(M)= Tekrarlanma Periyodu

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Deprem, aniden gelişen sonuçları önceden kestirilemeyen, toplum yaşamını olumsuz yönde etkileyen ve ekonomik olumsuzluklara neden olan jeolojik kökenli bir doğal afettir. Bu nedenle son yıllarda aktif tektonik ve depremsellik, birçok ülkede olduğu gibi Türkiye’de önemli bir araştırma konusu olmuştur. Türkiye yüksek depremselliğin olduğu karmaşık bir tektonizmaya sahiptir. Bu yüksek aktiviteden dolayı Türkiye ve civarında birçok araştırmacı tarafından depremsellik çalışmaları yapılmış ve farklı zaman aralıkları için sismik tehlike haritaları oluşturulmuştur (Dewey, 1976; Yarar vd., 1980; Burton vd., 1984; Erdik vd., 1985; Yılmaztürk vd., 1999). Daha da önemlisi Türkiye’de son yüzyılda olmuş hasar yapıcı orta ve büyük magnitüdü depremlerde can ve mal kaybı fazladır.

Depremsellik, depremlerin zaman ve uzaydaki dağılımlarını tanımlamak amacıyla kullanılır. Bir bölgenin depremselliği; o bölgede meydana gelmiş depremlerin coğrafik dağılımını, oluş zamanlarını, büyüklüklerini, mekanizmalarını ve ürettikleri hasarı tanımlar. Depremsellik çalışmaları; bir bölgenin sismotektonik ve jeodinamik koşullarını anlamak ve o bölgenin sismik riskini değerlendirmek için temeldir.

Son 80 veya 90 yıllık dönemde dünyanın değişik yerlerinde her yıl yaklaşık 10 kadar $M_s \geq 7$ deprem meydana gelmiştir. Büyük depremlere ait aletsel kayıtlar 1900 yılından itibaren alınmaya başlanmışsa da, 1960 yılından önceki çok sayıda depreme ait veriler ya eksiktir ya da kalite sorunu bulunmaktadır. Buna rağmen, deprem kaynaklarının tespit edilmesinde ve değerlendirilmesinde en iyi bilgiler aletsel kayıtlardan elde edilmektedir. Bu kayıtlar konusundaki en önemli kısıtlama, büyük depremler arasındaki ortalama zamanla kıyaslandığında, sadece kısa bir süreden beri mevcut oluşlarıdır. Türkiye ve civarında aletsel deprem verileri kullanılarak birçok deprem tehlike çalışması yapılmıştır (Aslan, 1972; Bath, 1979; Yarar vd., 1980; Erdik vd., 1999; Kayabalı ve Akın, 2003; Bayrak vd., 2005).

Tarihsel depremlere ait magnitüd bilgileri makro sismik gözlemlere dayandığından ve yorumcuya göre değişebildiğinden büyük belirsizlikler içerir. Ayrıca, makro sismik gözlemlerin magnitüde dönüştürülmesinde de hatalar olmaktadır (Ambraseys ve diğ. 1983. Bender 1987, Tinti ve diğ. 1987). Öte yandan, aletsel olarak belirlenmiş magnitüdüde de

büyük hatalar olabileceği gibi katalog içinde magnitüd türünün aynı olmasını sağlamak için deneysel bağıntılar ile yapılan magnitüd dönüşümlerinden kaynaklanan hatalar vardır. Chung ve Bernreuter (1981) bu işlemin her zaman geçerli olmadığını belirtmişlerdir.

Bu sebeplerden, hem tarihsel hem de aletsel dönem deprem katalogları magnitüde düzensizlikler içerir ve deprem risk parametrelerinin hesaplanmasında magnitüd hatalarını dikkate alabilecek yöntemlere ihtiyaç duyulur. Bayes yöntemi bu amaca uygundur.

Belirli bir saha veya bölgedeki deprem tehlikeleri değerlendirmek için, sismik aktivitenin muhtemel tüm kaynakları belirlenmeli ve bunların gelecekte deprem oluşturma potansiyeli değerlendirilmelidir. Sismik kaynakların tespit edilmesi ayrıntılı bir incelemeyi gerektirir.

Maksimum bölgesel magnitüd deprem tehlike parametrelerinin en önemlilerinden birisidir. Bu yüzden; bu parametre tahmin edilen en önemli parametreyi ve gelecek zaman aralığında M_{max} dağılımının 'olasılıklarını' verir. M_{max} 'ın tahmin edilen değerleri Bayes yaklaşımında kullanılır. Bayes yaklaşımı yöntemi diğer yaklaşımlardan daha çok zaman tüketir ve diğer yaklaşımlardan daha güvenilir sonuçları üretir (Pisarenko,1996).

Magnitüd-frekans ilişkisinin farklı kısımlarında çok sayıdaki farklı depremler β değerinin tahmini için hesap edilir. Bu yüzden, depremlerin çoğu için daha az büyüklükteki magnitüde ve daha alçak magnitüde tahmin etmek için β değeri önemlidir. β , deprem tehlike çalışmalarında en çok kullanılan parametre olup, bölgenin tektonik karakteristiğiyle ilgili bir parametredir (Hatzidimitriou vd., 1985; Wang, 1988; Tsapanos, 1990).

Sismik aktivite oranı, yer kabuğunun belirgin bir bölgesinde gerilme dağılımının araştırılabilmesi için tanımlayıcı bir araç olarak birçok çalışmada kullanılmaktadır.

Bayes olasılığının teorisi, basit veriden çıkan sonuçları formüleleştirir ve meydana gelen problemlerin sonuçlarını verir. Bayes yöntemi magnitüd belirsizliklerini dikkate alan bir yöntemdir. Bayes analiz tahminlerinde güçlü depremler boyunca ortalama zamanlar tahmin edilir. Belirli sismojenik alanlarda deprem tehlike tahminleri yapmak için deprem olaylarında Bayes yöntemi kullanılır. Deprem tehlike parametrelerin kullanılmasında veri önemlidir ve Bayes yöntemi de verinin eksik veya tam olması halinde uygulanır.

Bu çalışmada; Bayes yöntemi kullanılarak, Batı Anadolu Bölgesi ve civarı farklı sismik bölge için deprem tehlike parametreleri M_{max} , β değeri ve λ değerleri hesaplanmıştır. Bu çalışmada gelecek 5, 10, 20, 50 ve 100 yıllık periyotlarda görünür ve gerçek magnitüde dağılımının fonksiyonlarının 'olasılık' tahminleri bütün sismojenik bölgeleri için % 50, 70 ve 90 olasılık seviyelerinde hesaplanmıştır.

sürecin Doğu Akdeniz bölümünde Anadolu-Ege bloğu saatin tersine rotasyonel bir hareketle Girit merkezli Ege yayına doğru kaçmaktadır. Bu yanal kaçış hareketinin kuzey sınırını Kuzey Anadolu fayı belirlemektedir. Güney sınırını ise doğuda Doğu Anadolu fayı, güney Anadolu'da ise Kıbrıs ve Helenik yayları oluşturmaktadır. Kıbrıs ve Helenik yayları boyunca Afrika kıtasının kuzey kenarındaki okyanusal litosfer Anadolu ve Ege'nin altına dalarak yutulmaktadır. Isparta Dirseği bu iki yayın birleştiği alandır ve son derece karmaşık bir yapıya sahiptir (Blumenthal, 1962; Brunn ve diğ., 1971; Poisson, 1984, 1990, Poisson ve diğ., 1984, Macoux, 1987; Kissel ve diğ., 1993; Frizon ve diğ., 1995).

Güncel GPS (Global Konum Belirleme Sistemi, kısaca uydu kullanılarak yapılan jeodezik ölçümler) Anadolu-Ege bloğunun dönme hareketinin merkezinin yaklaşık Sinai yarımadasının hemen kuzeyinde yer aldığını ve bu hareketin Kuzey Anadolu fayı üzerinde yaklaşık 23 mm/yıl'lık bir hızı olduğunu göstermektedir (Oral, 1994, Oral ve diğ., 1995). Yine GPS ölçümleri bu rotasyonel hareketin genel olarak rijit bir hareket olduğunu ve bu sebeple blok içi deformasyonun az olduğunu (%20-30) doğrular niteliktedir. Bununla beraber özellikle Batı Anadolu ve Ege Denizi içinde önemli miktarlarda iç deformasyon olduğu anlaşılmaktadır.

Anadolu-Ege bloğunun saatin tersine dönme hareketinin iki ana sebebi olduğunu göstermektedir. Birincisi, Doğu Anadolu' da Arabistan ve Avrasya levhalarının çarpışması ve bu sıkışma bölgesinden üçgen şeklinde kıtasal Anadolu bloğunun batıya kaçması, ikincisi ise Helenik yayında batan okyanus kabuğunun ağırlığı sebebiyle arkın geriye güneye doğru geri çekilmesi sonucunda Batı Anadolu ve Ege Denizi'nde meydana gelen yaklaşık KKD-GGB gerilmedir. Bu yapıların gelişimi ile ilgili ayrıntılı jeolojik araştırmaların (Arpat ve Bingöl, 1969; Koçyiğit, 1984; Hancock ve Barka, 1987; Emre, 1988, 1996; Seyitoğlu ve Scott, 1991, 1996 ; Patton, 1992) yanı sıra birçok tektonik ve sismotektonik modeller ortaya atılmış ve tartışılmıştır (McKenzie, 1972, 1978; Alptekin, 1973, 1978; Papazachos, 1973; Mercier, 1979; Mercier ve diğ., 1987; Dewey ve Şengör, 1979; Şengör, 1980; 1982; 1987).

Dewey ve Şengör (1979) Batı Anadolu ve Ege Denizi'ndeki K-G gerilmeyi Anadolu bloğunun Kuzey Anadolu fayı boyunca Batı Marmara'da meydana gelen sıkışma nedeniyle Batı Anadolu'da D-B sıkışma ve K-G gerilme meydana geldiğini iddia etmiştir. Buna karşılık Le Pichon ve Angelier (1981, McKenzie 1978) gerilmenin tamamen Ege yayındaki dalma-batma ile ilgili olduğunu savunmuşlardır.

Koçyiğit (1984) Batı Anadolu bu yapıların KB-GD, KD-GB, K-G ve D-B yönelimli 4 ayrı genişleme yönünde eş yaşlı blok faylanma şeklinde geliştiği ileri sürmüştür. Şengör ve

diğ., (1985) ve Şengör (1987) Batı Anadolu'da yer alan bu farklı doğrultudaki yapıları "cross-graben" olarak yorumlamıştır. Bu modelde D-B ana grabenlerine yüksek açılı veya dik yapılar grabenin tavan bloğunun parçalanması ile ilgili yapılar olarak kabul edilmiştir. Taymaz ve diğ. (1991), Jackson (1995) kırık tahtalar modeli ile Ege Denizi'ndeki deformasyonu izah etmeye çalışmışlarsa da bu modelin bu günden çok Anadolu bloğunun dönme hareketi öncesi deformasyonu izah ettiği düşünülmektedir. Barka ve Reilenger (1997) GPS ve neotektonik verileri göz önüne alarak Eskişehir fayı ve Fethiye-Burdur fayı ile sınırlı bir Batı Anadolu bloğu tanımlamışlardır. England ve diğ. (1997) kıtasal kabuğun hareketinin tamamen üst mantodaki viskoz malzemenin akmasına tabi olarak hareket ettiğini ve deformasyonun yaygın yani fay zonlarına konsantre olmadığını iddia etmektedirler. Buna karşılık Armijo ve diğ. (1997) hareketlerin daha çok sınır koşulları tarafından sağlandığını ve deformasyonun belli sınırlar veya faylar boyunca meydana geldiği görüşünü ortaya koymuşlardır. Güncel GPS verileri her iki görüşün bazı alanlarda geçerli olduğunu göstermektedir. Bütün bu farklı görüşlerden anlaşılacağı gibi bu bölgedeki deformasyonla ilgili kinematik özellikler ve dinamik olaylar son derece karışıktır.

Batı Anadolu'da K-G gerilmenin yaşı da uzun zamandır tartışılan konulardan biridir. Seyitoğlu ve Scott (1991) gerilmenin yaşının Oligosen sonu Miyosen başı olduğunu belirtmişlerdir. Buna karşılık Şengör (1987) ve Yılmaz (1997) bu dönemde sıkışmanın hala devam ettiğini ve ancak bu dönemde oluşan basenlerin gerilme ile değil sıkışma rejimi içerisinde meydana geldiğini savunmuşlardır. Esas gerilme rejiminin orta Miyosen'den itibaren düşük hızda oluştuğunu ve bu hızın Pliyosende arttığını kabul etmişlerdir.

Batı Anadolu ve Ege Denizindeki yaklaşık K-G gerilmenin hızı konusunda da farklı görüşler vardır. Jackson ve McKenzie (1984) ve Taymaz ve diğ. (1991) bu hızın 6 cm/yıl olabileceğini ileri sürmüşlerdir ve Ege Denizi'nin son birkaç milyon yılda %50 gerildiğini belirtmişlerdir. Ancak yine güncel GPS verilerine göre bu gerime miktarı 15 mm/yıl civarındadır.

1.2.1. Batı Anadolu Bölgesinde Yer Alan Önemli Faylar veya Fay Zonları ve Meydana Gelen Depremler

Batı Anadolu'da yaklaşık K-G yönlü genişleme tektoniğine bağlı olarak D-B ve BKB-DGD doğrultulu birçok graben gelişmektedir. (Philipsson 1910-1915, 1918; Ketin 1968; McKenzie, 1978; Dewey ve Şengör 1979; Jackson ve McKenzie 1984; Şengör 1982, 1987; Şengör ve diğ., 1984). Bunlar Gökova, Büyük Menderes, Küçük Menderes, Gediz, Bakırçay ve Simav riftleri, Kütahya ve Eskişehir'dir. Bunların yanı sıra KD-GB hatların normal bileşeni olan doğrultu atımlı faylara karşılık geldiği ve bu yörenin tektoniğinde önemli rol oynadığına inanılmaktadır. Bunlar arasında Fethiye-Burdur fay zonu, Tuzla fayı, Bergama Foça fayı sayılabilir. KB-GD normal faylar daha çok GB Anadolu'da yer almaktadır. Kuzey Anadolu Marmara Denizi çevresinde üç kola ayrılmaktadır ve Anadolu bloğu ile Avrupa arasında geniş bir sınır oluşturur (Dewey ve Şengör 1979; Şengör ve diğ. 1985; Barka ve Kadinsky-Cade 1988; Barka 1992).

Batı Anadolu'da genelde orta kısmında D-B doğrultulu Gediz, Büyük Menderes ve Küçük Menderes fayları yer almaktadır. Bu fayların Kuzeyinde kalan alanda Simav, Kütahya ve Eskişehir fayları yine benzer özellikler sunar. Bu D-B ve BKB-DGD doğrultulu normal faylar arasında KD-GB basenler yer almaktadır ve daha önce de bahsedildiği gibi bu basen Erken Miyosen'de şekillenmeye başlamıştır. İzmir kuzeyindeki KD-GB hatlar D-B yapılarına göre önem kazanmaktadır. Büyük Menderes grabenin güneyinde ise KB-GD basenler vardır ve bu doğrultuda gelişen fayların aktif olduğu güncel depremler tarafından da doğrulanmaktadır (Price ve Scott, 1994; Eyidoğan ve Barka 1996), (Şekil 1.2). Bu yapıların bazılarının daha eski olmasına rağmen güncel sistemde nasıl çalıştığı hala anlaşılmamaktadır. Bütün bu karmaşık ilişkiler Helenik yayının iki kenarındaki farklı yöndeki yayılmadan kaynaklandığı sanılmaktadır.

Batı Anadolu'da yer alan grabenlerdeki (Gördes, Simav, Soma, Alaşehir, Büyük ve Küçük. Menderes) çökellerin yaşlarını saptamaya yönelik olarak çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Becker-Platen, 1970; Nebert, 1978, Emre, 1988, 1996; Seyitoğlu, 1992; Seyitoğlu ve Scott, 1991, 1994,1996). Örneğin, Gediz grabeninin oluşum yaşı, metamorfik temel ile Neojen arasında gelişen ana güney fayın tavan bloğunda yer alan ve graben çökellerinin en alt kesimine karşılık gelen Kurşunlu formasyonu içerisindeki linyitli düzeylerden elde edilen Eskişehir sponomorf topluluğuna göre Orta Burdigaliyen-Orta Serravaliyen (Erken Miyosen) olarak verilmektedir (Seyitoğlu ve Scott, 1996). Bununla

beraber Yılmaz (1998, sözlü görüşme) Kurşunlu formasyonunun Gediz grabeni öncesi çökeldiğini belirlemiştir. Gediz grabeni çökellerinin en üst kesimine karşılık gelen Sart Formasyonu içerisinde elde edilen paleontolojik bulgulara göre ise Dasiyen (Erken Pliyosen) yaşı verilmektedir (Emre, 1996).

Tarihsel ve aletsel dönem depremlerinin iyi bilinmesi Batı Anadolu' nun tektoniğinin anlaşılması açısından son derece önemlidir. Fay sistemlerine bağlı olarak Batı Anadolu' da yoğun bir deprem aktivitesi görülmektedir. Çok sayıdaki eski uygarlıkların yerleşim birimlerine ait çeşitli veriler ve tarih kaynaklarından elde edilen bilgilere göre, bölgenin tarihsel dönemde de (1900 yılı öncesi) birçok yıkıcı depremin etkisinde kaldığı ortaya çıkmaktadır (Ambraseys, 1970; Altunel ve Hancock, 1993; Altunel ve Barka, 1997). Yalnız bu yüzyılda normal faylarla ilgili olarak 1899 Büyük Menderes, 1928 Torbalı, 1955 Balat, 1969 Alaşehir, 1969 Simav, 1970 Gediz ve 1995 Dinar depremleri meydana gelmiştir (Ambraseys 1988; Eyidoğan ve diğ., 1991) (Tablo 1.1).

Şekil 1.3'de Batı Anadolu Bölgesindeki aktif faylar ve 1953-2010 yılları arasında magnitüdü $4.7 < M_b < 7.1$ arasında oluşmuş derinliği 70 km'den daha az olan 190 adet depremin odak mekanizması çözümleri gösterilmiştir.

1.2.2. Fethiye-Burdur Fay Zonu

Fethiye-Burdur fay zonu normal bileşeni olan sol-yanal doğrultu atımlı bir faydır (Dumont ve diğ., 1979; Şaroğlu ve diğ., 1987; Price ve Scott, 1994). Bu fay zonu Ege yayının doğu kanadını oluşturan Plini-Strabo sisteminin KD'ya devamı olarak kabul edilmektedir (Dumont ve diğ., 1979). Fay zonu boyunca küçük ve orta büyüklükteki deprem aktivitesi yoğundur (örneğin; Taymaz ve diğ., 1991; Jackson, 1994) ve Burdur yakınlarında bu yüzyılda iki önemli deprem meydana gelmiştir (1914, $M=7$ and 1971, $M=6.2$, Ambraseys, 1988; Taymaz ve Price, 1992). 1957, $M=7$, depreminin de bu fay zonunun GB'sında meydana geldiği sanılmaktadır (Ambraseys, 1981).

1.2.3. Aliğa Fayı

Bu fay, Marmara depremine sebep olan Kuzey Anadolu fayının bir uzantısı olan paralel bir faydır. Kuzey Anadolu fayındaki depremler ya da enerji birikimi, Aliğa fayını da tetikleyebilir.

1.2.4. Foça-Bergama Fay Zonu

Bu fay zonu Bergama kuzeyinden başlayarak Foça'ya kadar birbirine paralel KKD doğrultulu bir fay zonudur. Bakırçay grabeni bu fay zonunda bir süreksizlik meydana getirmektedir. Aslında bu fay zonu kuzeyde Balıkesir-Soma sistemi ile geniş bir zon oluşturmaktadır. 1919 depremi (M=7) fay zonunun bu kesiminde meydana gelmiştir. Ayrıca 1939 Dikili depreminin episantrı bu fay zonu yakınlarında yer alıyorsa da izosismik eğriler KB-GD doğru göstermektedir. Antik dönem depremleri açısından M.S. 175 depreminin bu fayla ilgili olabileceği düşünülmektedir.

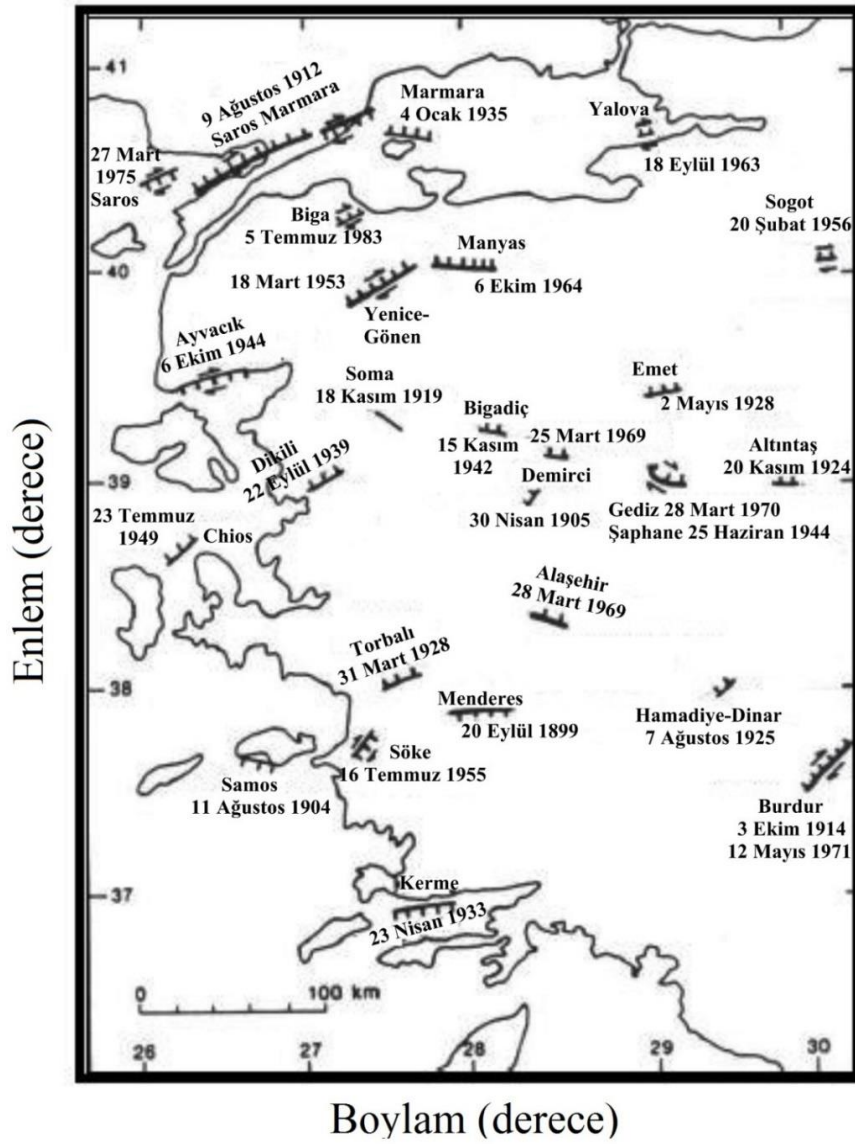
Bu sistem özellikle Kütahya, Simav ve Gediz grabenlerinin batı uçlarını sınırlamaktadır. Güneybatıda ise bu fayın ucu İzmir körfezine kadar uzanmaktadır. Menemen kenarı da bu sistem ile sınırlıdır. GPS verileri, bazı morfolojik ötelenmeler ve bazı fay düzlemi çözümleri bu fay zonunun sol-yanal olabileceğini göstermektedir. Bu fay zonu Kuzey Egenin KB Anadolu'dan daha hızlı GB'ya hareket ettiğini göstermektedir. Bununla beraber henüz çok detay çalışılmamış bir fay zonudur. Kinematığının ve aktivitesinin açıklığa kavuşması İzmir' in deprem riski açısından son derece önemlidir.

1.2.5. Kuzey Anadolu Fayı

Batı Anadolu'nun kuzey sınırını Kuzey Anadolu fayının güney kolları ve Eskişehir fayı oluşturmaktadır. Sağ-yanal Kuzey Anadolu fayı saatin tersine dönme hareket ile batıya doğru hareket eden Anadolu-Ege bloğunun kuzey sınırını oluşturmaktadır yaklaşık 1500 km uzunluğundadır. Doğuda Karlı oviden başlar ve batıya Yunanistan' a kadar uzanır. Armijo ve diğ. (1997) fayın batı ucunun halen gelişmekte olduğunu ve bu sürece bağlı olarak Korinth körfezinin açılmakta olduğunu ileri sürmüşlerdir. Güncel GPS verilerine göre fayın hızı yaklaşık 23 mm/yıl civarındadır. Kuzey Anadolu fayı boyunca yalnız bu yüzyılda 25 büyük deprem meydana gelmiştir. Bunlardan 7 tanesi Kuzey Ege'de 7 tanesi ise Marmara Denizi ve çevresinde ve 11 tanesi de fayın Doğu Marmara ve Karlıova arasında meydana gelmiştir. Özellikle 1939-1967 yılları arasında meydana gelen deprem göçü sırasında Kuzey Anadolu fayının Erzincan ile Sapanca arasında kalan 900 km'lik kırılmasına sebep olmuştur. Bu depremler sırasında bazı alanlarda (Erzincan-Suşehri arasında) 7-7.5 m maksimum sağ-yanal atım gözlenmiştir (Koçyiğit 1989, Barka 1992). Son meydana gelen 17 Ağustos'ta 1999 İzmit depremi bu deprem göçünün batıya devamı olup ortalama 5 m sağ-yanal

ötelenmelere sebep olmuştur.

Marmara Denizi civarında Kuzey Anadolu fayı üç koldan oluşmaktadır ve geniş bir sınır özelliğindedir. Barka ve Kadinsky-Cade (1988 fayın Marmara denizi içinde ve çevresinde birçok çek-ayır baseni oluşturduğunu ileri sürmüştür. Ekstrom ve England (1989), Barka (1992), Taymaz ve diğ. (1991) fayın Marmara denizi içindeki kollarını Kuzey Ege içinde de devam ettiği ve bu kollar üzerindeki ana hareketin sağ-yanal olduğunu ortaya koymuştur.



Şekil 1.2. Batı Anadolu'da bu yüzyılda meydana gelen depremlerin yaklaşık yüzey kırıklarının dağılımı (Westaway, 1990'dan değiştirilerek alınmıştır)

Tablo 1.1. Ege çöküntü sisteminde 1898-2003 yılları arasında olmuş hasar yapıcı depremler (Ambraseys, 1988; Eyidogan vd., 1991).

Sayı	Tarih	Büyüküğü (M _s)	Yeri
1	20.09.1899	6.9	Menderes Vadisi
2	18.12.1901	5.9	Ayvalık
3	11.08.1904	6.2	Samos
4	03.10.1914	7.0	Burdur
5	18.11.1919	6.9	Soma
6	26.09.1921	5.9	Argithani
7	20.11.1924	6.0	Altıntaş
8	07.08.1925	6.0	Dinar
9	31.03.1928	6.5	Torbali
10	02.05.1928	6.2	Emet
11	19.07.1933	5.8	Çal
12	22.09.1933	6.5	Dikili
13	15.11.1942	6.2	Bigadiç
14	25.06.1944	6.0	Şaphane
15	21.02.1946	5.7	Algithani
16	23.07.1949	6.6	Khios
17	02.05.1953	5.6	Karaburun
18	16.07.1955	6.7	Söke
19	20.02.1956	6.1	Söğüt
20	14.09.1962	4.5	Balıkesir
21	11.03.1963	5.6	Buldan
22	22.11.1963	4.6	Tefenni
23	13.06.1965	5.6	Honaz
24	25.03.1969	6.1	Demirci
25	28.03.1969	6.5	Alaşehir
26	06.04.1969	5.8	Karaburun
27	28.03.1970	7.1	Gediz
28	23.02.1971	5.6	İvrindi
29	12.05.1971	6.2	Burdur
30	26.04.1972	4.9	Lesvos
31	01.02.1974	5.5	İzmir
32	19.08.1976	5.0	Denizli
33	01.10.1995	5.9	Dinar
34	21.04.2000	5.2	Honaz

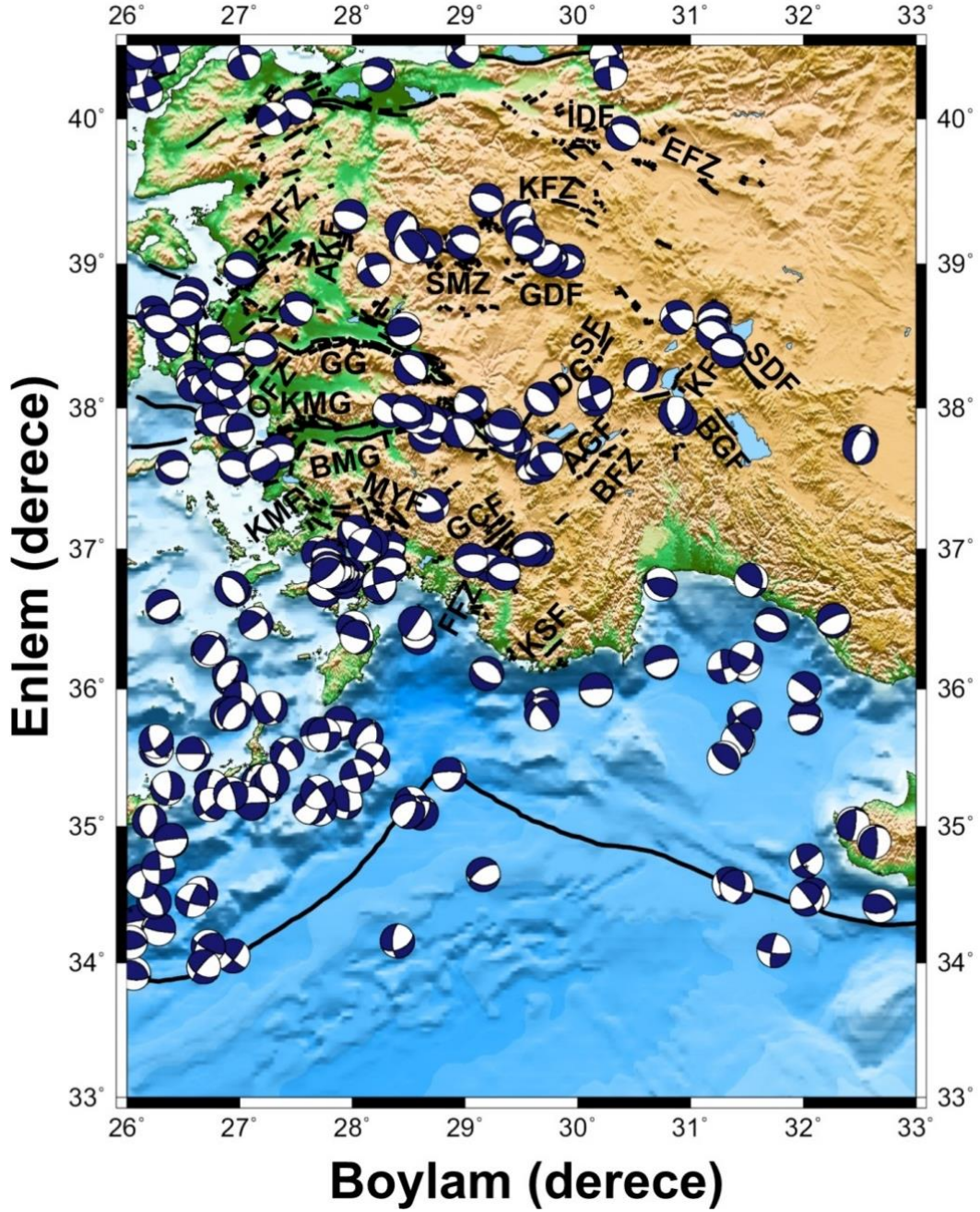
1.2.6. Eskişehir Fayı

Eskişehir fayı BKB-DGD doğrultu bir fay olup Uludağ'ın doğusu ile Afyon arasında yer alır (Şaroğlu ve diğ., 1987). Normal bileşenli sağ-yanal harekete sahiptir. 1956 Eskişehir depremi (Öcal, 191) bu fay üzerinde meydana gelmiştir. Bu depremin mekanizma çözümü normal bileşenli sağ-yanal hareket göstermektedir (Jackson ve McKenzie 1984). Altunel ve Barka (1998) fay zonu boyunca yaptıkları gözlemlerde fayın genç çökelleri etkilediğini morfolojik olarak tanınır özellikler ortaya koyduğunu belirtmişlerdir.

1.2.7. Gediz Grabeni

Gediz Grabeni Manisa'dan Pamukkale'ye kadar uzanan yaklaşık 200 km uzunluğunda bir yapıdır. Grabenin ana fayı güney kenarı boyunca uzanır, kuzeyde ise yer yer bu fayın antitetik bileşeni yer alır. Graben içinde oluşan $M=6.5$ büyüklüğündeki 28 Mart 1969 Alaşehir depremi ve 36 km uzunlukta ve $K 70^{\circ}-80^{\circ} B$ doğrultulu yüzey kırıkları oluşturmuş ve bu yüzey kırıkları üzerinde 3-13 cm düşey atım ölçülmüştür (Arpat ve Bingöl, 1969; Ergin ve diğ., 1971). Bu deprem sonrası grabenin kuzeyinde yer alan bölgede yoğun bir artçı deprem aktivitesi gözlenmiştir. Grabenin sismik aktivitesi ve depremleri Eyidoğan ve Jackson (1985) tarafından çalışılmıştır.

Gediz Grabeninin Neojen çökellerini metamorfik temelden (Menderes Masifi) ayıran ana fay, güney sınır fayı (Seyitoğlu ve Scott, 1996) ya da Karadut Fayı (Emre, 1996) olarak adlandırılmaktadır. Grabenin iç kesimlerine gerçek bir yarı-paralel fay, Neojen-Kuvaterner çökellerini sınırlamaktadır (Seyitoğlu ve Scott, 1996). Gediz grabeninin güney kenarını ve Büyük Menderes grabeninin kuzey kenarını oluşturan Bozdağ horstunun kenarlarındaki genişleme türü fay sistemlerine göre her iki havza, asimetrik yarı-graben olarak tanımlanmaktadır (Karamanderesi, 1982; Roberts, 1988; Patton, 1992; Emre, 1996). Birçok uygarlığın üzerinde geliştiği Batı Anadolu, tarihsel dönemlerde de birçok yıkıcı depremlerin etkisinde kalmıştır. Tarihsel depremlerin büyük bir çoğunluğu Büyük Menderes, Denizli-Pamukkale ve Gediz grabenleri yakınlarında yoğunlaşmaktadır.



Şekil 1.3. Batı Anadolu Bölgesinde başlıca tektonik yapılar ve 1953-2010 yılları 190 ($h < 70$ km, $4.7 < M_b < 7.1$ ve $26-33^\circ$ E, $33-40.5^\circ$ N) odak mekanizması çözümleri (Bayrak&Bayrak, 2012). Kısaltmalar: AGF – Acıgöl fayı, AKF – Akhisar Fayı, BFZ – Burdur fay zonu, BGF – Beyşehir Gölü fayı, BMG – Büyük Menderes Graben, BZFZ – Bergama- Zeytinadağı fay zonu, DG – Dinar Graben, EFZ – Eskişehir fay zonu, FFZ – Fethiye fay zonu, GÇF – Gölhisar-Çameli fay, GDF – Gediz-Dumlupınar fay, GG – Gediz Graben, İDF – İnönü-Dodurga fay, KF – Kumdanlı Fayı, KFZ – Kütahya fay zonu, KMF – Karova-Milas fay, KMG – Küçük Menderes Graben, KSF – Kaş Fayı, MYF – Muğla-Yatağan fay, OFZ – Orhanlı Fay zonu, SDF – Sultandağı fay, SF – Sandıklı fay, SFZ – Simav fay zonu (Bayrak & Bayrak 2012).

1.2.8. Karova-Milas Fay Zonu

Bu fay zonu Karova-Milas arasında yüzeylenen metamorfik kayalarda izlenebilen KB-GD doğrultulu birbirine paralel fay takımlarından oluşmaktadır. Yaklaşık 20 km genişlikte olan fay zonu, morfolojiyi denetlemesi nedeniyle olası diri fay olarak kabul edilmiştir (Şaroğlu vd. 1987).

1.2.9. Büyük Menderes Grabeni

Büyük Menderes grabeni Denizli ile Ege Denizi arasında yer alır ve yaklaşık 200 km uzunluğundadır. Grabenin doğu ucu Pamukkale civarında Gediz grabeni ile kesişmektedir. Batı ucu ise Germencik civarında iki kola ayrılmaktadır. Kuzey kolu Kuşadası'na devam etmekte olup güney kolu GB'ya dönerek Ege Denizi'ne girmektedir. Bu grabenin ana fayı grabenin kuzey kenarı boyunca uzanır ve güneye doğru eğimlidir. Büyük Menderes grabeninde tarihsel dönemde birçok deprem meydana gelmiştir (Guidobani ve diğ., 1994; Ambraseys ve Finkel 1995). 17. Yüzyılda 1645, 1654 ve 1702 ($I \geq VIII$) depremleri grabenin Denizli'den Aydın'a kadar uzanan kısmında etkin olmuştur. Daha sonra 1899 depremi ($I=IX$) yakın zamanda meydana gelmiş en büyük depremdir (Shaffer 1900) ve bu deprem 1-2 m'lik fay şevleri oluşturmuştur (Schaffer, 1900; Altunel 1998). 1955 Balat depremi ($M=6.7$) grabenin batı ucunda meydana gelmiş ve fay düzlemi çözümü KD-GB sağ-yanal hareket göstermiştir (McKenzie 1972, Jackson ve diğ., 1982). Güncel sismik aktivite Denizli civarında yoğunlaşmaktadır. Bu graben boyunca yer alan antik şehirlerde ve morfolojide eski depremlerle ilgili deformasyonlara ve fay şevlerine rastlanmıştır ve bu konudaki çalışmalar sürmektedir (Altunel, 1998).

1.2.10. Küçük Menderes Fayı

Bazı araştırmacılar Küçük Menderes vadisini Gediz ve Büyük Menderes gibi bir graben olduğunu kabul etmektedirler. Küçük Menderes vadisinin güney kenarının batı yarısında kuzeye eğimli belirgin bir fay izlenmektedir (Erinç, 1955; Şengör ve diğ., 1985). 1928 Torbalı depreminin bu fay tarafından oluşturulduğu sanılmaktadır (Westaway 1990). Bu fay batıda Efes Antik şehri güneydoğusundan geçerek (Dumont ve diğ., 1979; Angelier ve diğ., 1981) Ege Denizi'ne kadar uzanmaktadır. Buradan Sisam adası kuzeyinden gelen

fay zonu ile birleşmektedir. Küçük Menderes fayı üzerinde meydana gelen depremler İzmir açısından önemlidir ve 1928 depremi de İzmir'de önemli hasarlara sebep olmuştur.

1.2.11. Ege Yayı

Afrika ve Anadolu levhaları arasında ki yaklaşma, Kıbrıs yayının batısındaki Ege yayı tarafından temsil edilir. Ege yay sistemi Ege bölgesinin jeodinamik evriminde önemli rol oynar. Ege yayı boyunca hendeğin yapısı farklılıklar taşır.

Batı Anadolu'nun neotektoniği son derece karışıktır. Batı Ege'nin deprem riskinin belirlenmesinde paleotektonik özelliklerin rolü ikinci derecede önemlidir. Fakat neotektonik yapıların geometrisi, kinematığı ve birbirleri arasındaki ilişkilerin anlaşılması son derece önemlidir. Batı Anadolu aktif tektoniği iki önemli olayın etkisi altında gelişmektedir. Ege dalma-batma sistemi ve Arabistan levhasının Bitlis bindirme kuşağı boyunca Anadolu'yu kuzey yönde sıkıştırmasıdır. Bu sebeple Batı Anadolu depremsellik açısından aktif bir bölgedir. Ege bölgesinin K-G yönlü bir gerilme içinde biçim değiştirmesinin en açık verisi D-B doğrultulu grabenlerdir. Grabenler Ege'nin jeolojik açıdan egemen unsurlarıdır ve grabenleri sınırlayan faylar boyunca depremsellik fazladır. Bölge, oldukça karışık tektonik görünüm sunması nedeniyle sürekli depremlere maruz kalmış ve gelecekte de deprem oluşturma potansiyeli yüksek olan bir bölgeyi oluşturmaktadır. Bölgede meydana gelen depremler incelendiğinde: Ege Graben sisteminde suskun dönemlerin yaklaşık 10-30 yıl, aktif dönemlerin ise 15-20 yıllık dönemleri kapsadığı görülmektedir. Ege Graben sisteminde 1995-günümüz arasında küçük ölçekte depremler özellikle Denizli civarında yoğunlaşmaktadır. Bu depremlerin sebebi Batı Anadolu'da grabenleri sınırlayan normal fayların Denizli Bölgesinde kesişmesidir (Tekin ve Hafizoğlu, 2011). Ayrıca Ege graben sistemi içerisinde bir depremden hemen sonra yakın bir segmentte bir deprem oluşma olasılığı oldukça fazla olduğu gözlenmektedir. Bu bilgilerin yanında Ege bölgesinin 1. derecede deprem bölgesi olduğunu ve depremlerin önlenemez yer hareketleri olduğunu biliyoruz. Ayrıca fay hareketlerinin meydana getirmiş olduğu çöküntülerde biriken alüvyon topraklarda, bölge tarımında önemli rol oynamaktadır. Yani fay hareketlerinin kötü etkileri yanında bu gibi etkileri de vardır.

1.2.12. Dinar Grabeni

Dinar havzası Batı Anadolu'da dağlar arasında birkaç kilometre genişliğe ve açılma rejimine sahiptir. Bu havza pekişmemiş çakıl taşı, kum, silt ve kilden oluşmuş Pliyosen-Kuvaterner sedimentleri ile doldurulmuştur. Dağlık rejimi ise daha yaşlı kireçtaşı ve konglomeradan oluşan ana kayadan meydana gelmiştir. Bu basenin özelliklerinin belirlenmesi için çeşitli jeofizik ve geoteknik çalışmalar yapılmıştır (Türker vd., 1996; Ansal vd., 2001; Bakir vd., 2002).

1.2.13. Simav Fayı

19 Mayıs 2011 Simav depreminin dış merkezi Batı Anadolu'nun en önemli aktif tektonik yapılarından biri olan Simav Fay Zonu'na rastlar. Simav Fay Zonu Balıkesir ilinin Sındırgı ve Afyonkarahisar ilinin Sincanlı ilçeleri arasında uzanır. Toplam 220 km uzunlukta, sağ yönlü doğrultu atımlı diri bir fay sistemidir. BKB-DGD genel doğrultulu olan fay zonu batıdan doğuya doğru Sındırgı, Simav, Şaphane, Banaz ve Sincanlı olarak adlandırılan beş alt fay segmentinden oluşur. Simav ovası, fay sistemi içinde gelişmiş en büyük yapısal çöküntüdür ve Simav ve Şaphane segmentleri arasındaki sağa sıçramalı bükümde gelişmiş açılmalı bir havzadır. Simav havzası güneyden ana fay, kuzeyden ise normal fayların oluşturduğu Naşa Fay Zonu tarafından sınırlandırılmıştır (Şekil 1.2). Simav fay zonunda bu deprem öncesinde son yüzyılda meydana gelen en büyük deprem $M=6.2$ büyüklüğündeki 1944 Şaphane depremidir. Bu deprem fayın Şaphane segmenti üzerinde gelişmiştir. Bölgede son yüzyılda meydana gelmiş en yıkıcı deprem olan $M_S=7.2$ büyüklüğündeki 1970 Gediz depremi ise Simav fayı zonu ile ilişkili olmayıp, Emet-Gediz fay zonundan kaynaklanmıştır. Simav fay zonunun doğrultu atımlı ana segmentleri üzerinde gözlenen sağ yönlü yer değiştirmeler zondaki doğrultu atımlı fay segmentlerinin, Holosen'de (son on bin yıl) yüzey faylanması gelişen büyüklükteki ($M_w \geq 7.0$) depremlere kaynaklık ettiğini göstermektedir. (MTA Simav depremi raporu).

1.2.14. Ula-Ören Fay Zonu

Bu fay zonu, Muğla doğusunda Muğla-Yatağan fay zonundan dar bir açı yapacak şekilde ayrılarak BGB doğrultusunda uzanır. Bu fay zonunun karadaki toplam uzunluğu 2

km civarında olup, Ören'in batısında denize girerek İstanköy adasının güneyini izleyerek batıya doğru devam etmektedir. Bu fay zonu, K74D 77GD yönelime sahip olup, listrik normal fay karakteri taşımaktadır. Bu faylanma sonucu güney blok kuzeyine göre 500 m civarında aşağıya doğru kaymıştır.

1.2.15. Sultandağı, Tatarlı ve Kumdanlı Fayları

Batı Anadolu bölgesinin doğu kısmındaki aktif faylar Sultandağı, Tatarlı ve Kumdanlı faylarıdır. Sultandağı fay zonu 37 km uzunluğa, 7 km derinliğe sahip ve sağ yönlü doğrultu atımlı bir faydır. İlk başlarda bindirme olarak gelişen deformasyon türü daha sonraları normal deformasyon türü olarak devam etmektedir. Tatarlı ve Kumdanlı fayları ise sol yönlü oblik faylardır (Alp vd., 2006).

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Batı Anadolu ve Civarı İçin Deprem Tehlike Çalışmalarında Kullanılan Sismik Kaynak Bölgeleri

Sismik kaynak bölgeleri sismotektonik açıdan çizgi ya da alan kaynak olarak modellenen ve sismik kaynağın her yerinde deprem olasılığının aynı olduğu varsayılan bölgelerdir.

Tanımsal (deterministik) yaklaşıma dayalı ilk resmi Türkiye sismik tehlike haritası 1945'te yapılmıştır ve daha sonra 1972'de yapılan sismik tehlike haritası, Ergunay (1976) tarafından 1945-1970 yılları arasında yapılan çok sayıda rapor ve makalelerin derlenmesinden sonra şekillendirilmiştir. Türkiye'de sismik tehlike analizlerinde olasılıksal (probabilistik) yaklaşımların kullanımı ise ilk kez Erdik vd. (1985) tarafından yapılmıştır. Türkiye'nin mevcut sismik tehlike bölgelendirme haritası Gülkan vd. (1993) tarafından yapılan rapora dayalı olarak, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü (1996) tarafından hazırlanmıştır.

Bayrak vd. (2005), Türkiye'nin farklı bölgeleri için sismik tehlike parametreleri arasında güvenilir ilişkiler hesaplamak ve bu parametrelerin birbiriyle ilişkili olduğunu göstermek amacıyla, Türkiye'nin tektonik yapısını ve episantr dağılımlarını dikkate alarak Türkiye'yi 8 farklı bölgeye ayırmışlardır ve farklı kaynaklardan derlenen deprem kataloglarını yüzey dalgası magnitudüne (M_s) göre homojen hale getirmişlerdir.

Bayrak vd. (2008), magnitudü 4.0 ve daha büyük olan depremlerin episantr dağılımları ile mevcut tektonik yapı ve odak çözümleri de dikkate alınarak Türkiye ve civarını 24 farklı bölgeye ayırmıştır. 24 bölgeden 10., 11., 12., 13., 14., 15., 16., 17. ve 18. bölgeler bu tezdeki çalışma alanına denk gelen bölgelere karşılık gelmektedir. 10., 11. ve 12. bölgeler Ege Yayı ve Ege Adalarını çevreleyen bölgelerdir. 14. ve 15. bölgeler ise Büyük Menderes Grabeni ve Gediz Grabenini içermektedir. 16., 17. ve 18. bölgeler ise sırası ile Sultandağı Fayı, Kütahya Fayı ve İnönü-Dodurga Faylarını içermektedir.

Bayrak&Bayrak (2012) tarafından yapılan çalışmalar ve bölgelendirmeler de göz önüne alınarak, magnitüdü $M_s \geq 4$ olan aletsel dönemde oluşmuş depremlerin episantr dağılımları, odak mekanizması çözümleri ve mevcut tektonik yapı dikkate alınarak yapılan bölgelendirme sonucunda Türkiye'nin batısı 15 farklı kaynak bölgeye ayrılmıştır (Şekil 1.4.). Şekil 1.4'de 15 farklı kaynak bölgenin episantr dağılımlarını belirlemek için magnitüd aralıkları $4.0 \leq M < 5.5$, $5.5 \leq M < 7.0$, $M \geq 7.0$ olarak alınmıştır. Birinci bölge Urla ve civarı ile Aliğa Fayını, ikinci bölge Akhisar civarı ile Akhisar Fayını, üçüncü bölge Kütahya civarı ile Eskişehir ve İnönü-Dodurga Fay Zonlarını, dördüncü bölge Tire civarı ile Gediz Grabenini, beşinci bölge Uşak civarı ile Simav, Gediz-Dumlupınar Faylarını, altıncı bölge Afyon civarı ile Kütahya Fay Zonunu, yedinci bölge Bodrum civarı ile Karova-Milas, Muğla-Yatağan Faylarını, sekizinci bölge Büyük Menderes Grabenini, dokuzuncu bölge Burdur civarı ile Dozkırı-Çardak, Sandıklı Faylarını, onuncu bölge Ege Adalarını, on birinci bölge Ege Yayını, on ikinci bölge Rodos civarı ile Ege Yayını, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Faylarını, on üçüncü bölge Gölhisar-Çameli, Acıgöl, Tatarlı Kumdanlı Fayları, Dinar Grabenini, on dördüncü bölge Sultandağı Fayını, on beşinci bölge Kaş ve Beyşehir gölü Faylarını içine almaktadır. Genel tektonik yapılar dikkate alınacak olursa çalışmada düşünülen 15 farklı kaynak bölge şu şekilde sıralanabilir:

1. Bölge; Aliğa Fayı
2. Bölge; Akhisar Fayı
3. Bölge; Eskişehir, İnönü Dodurga Fay zonları
4. Bölge; Gediz Graben
5. Bölge; Simav, Gediz-Dumlupınar Fayları
6. Bölge; Kütahya Fay Zonu
7. Bölge; Karova-Milas, Muğla-Yatağan Fayları
8. Bölge; Büyük Menderes Graben
9. Bölge; Dozkırı-Çardak, Sandıklı Fayları
10. Bölge; Ege Adaları
11. Bölge; Ege Yayını
12. Bölge; Ege Yayını, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Fayları
13. Bölge; Gölhisar-Çameli, Acıgöl, Tatarlı Kumdanlı Fayları, Dinar Graben
14. Bölge; Sultandağı Fayı
15. Bölge; Kaş ve Beyşehir gölü Fayları

2.2. Çalışmada Kullanılan Deprem Kataloğu ve Deprem Verisi

Yapılan çalışmada Bayrak vd. (2008) tarafından hazırlanan deprem kataloğu kullanılmıştır. Bu kataloğu hazırlayabilmek için Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü (BÜKRDAE), Ulusal Deprem İzleme Merkezi (UDİM), TÜBİTAK (URL-1, 2006), TURKNET (URL-3, 2006), International Seismological Centre (ISC); URL-4, 2006), Incorporated Research Institutions for Seismology (IRIS; URL-6, 2006) kataloglarından faydalanılmıştır. Katalog, depremlerin tarihlerini, oluş zamanlarını, farklı magnitüd değerlerini (M_s : yüzey dalgası magnitüdü M_b : cisim dalgası magnitüdü, M_D : süreye bağlı magnitüd, M_L : yerel magnitüd M_w : moment magnitüdü), coğrafik koordinatlarını ve derinlik bilgilerini içermektedir. Ayrıca, katalog içerisinde belirgin magnitüd değerleri olmayan depremler TURKNET (URL-4, 2006), TURKNET (International Seismological Centre (ISC); URL-5, 2006), Incorporated Research Institutions for Seismology (IRIS; URL-6, 2006) ve TÜBİTAK (URL-2, 2006) kataloglarından tamamlanmıştır. TURKNET tarafından hazırlanan katalogdan 1991–2005 arasındaki, TURKNET (ISC) tarafından hazırlanan katalogdan 1900–2002 arasındaki, 1900–2005 yılları arasındaki magnitüdü eksik olan depremler BÜKRDAE kataloğuna eklenmiştir. 2005 yılından 2013 yılına kadar olan kısım ise BÜKRDAE kataloğundan eklenmiştir. Katalogta toplam 84926 adet deprem verisi kullanılmıştır. Çalışmada 1900 yılından 2013 yılı Eylül ayının sonuna kadar olan bütün depremler kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan katalog M_s magnitüdü için homojendir.

2.3. Süreklilik Analizi Çalışması

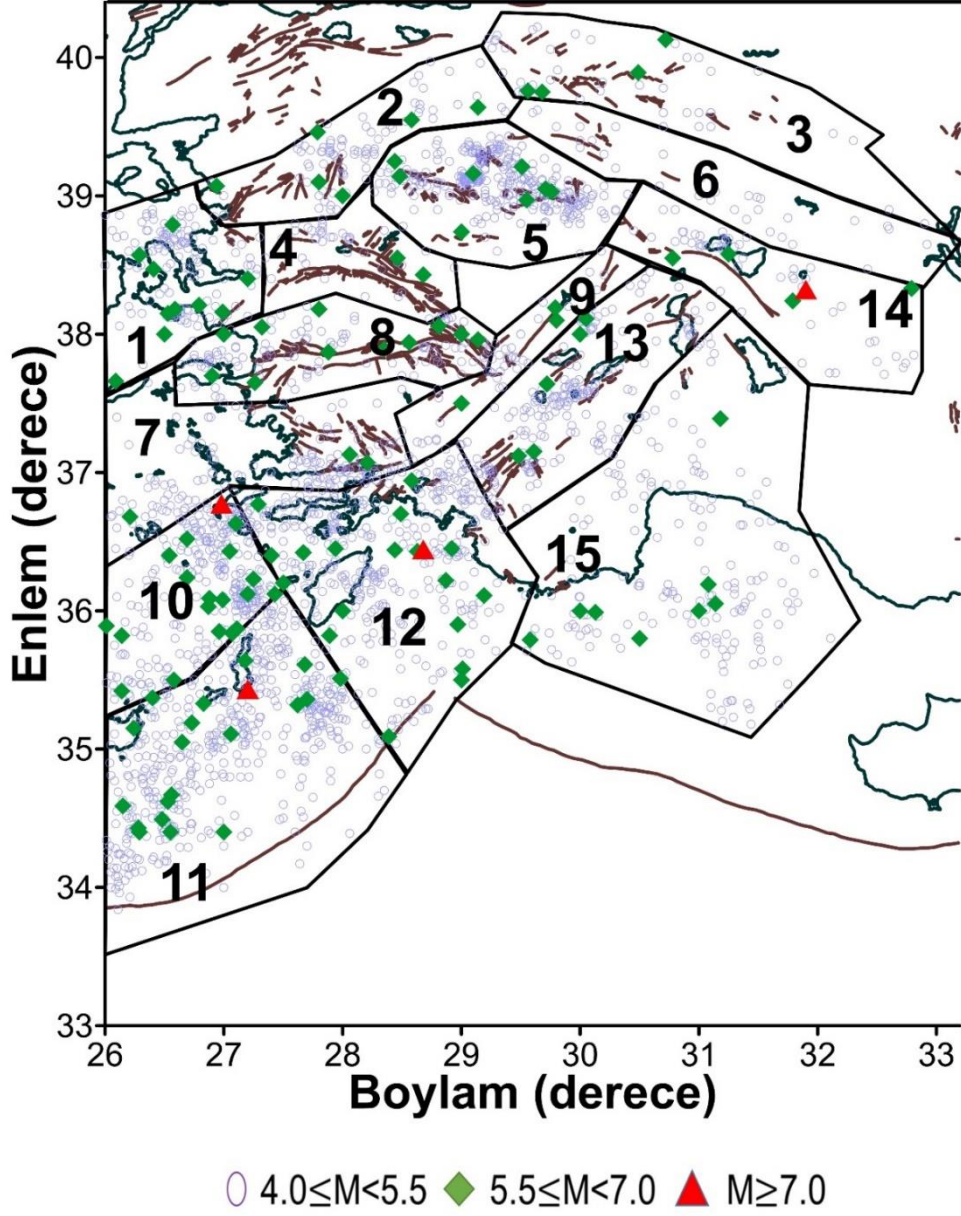
Sismik tehlike çalışmalarında, yüksek kalitede sonuçlar elde etmek için maksimum sayıdaki uygun veri kullanılmalıdır. Süreklilik, herhangi bir bölge için belirli bir zaman ve magnitüd aralığında yer alan depremlerin, deprem sayısı-zaman dağılımının incelenmesidir. Magnitüde bağlı olarak belirli zaman aralıklarında oluşan deprem sayılarının hesaplanması ile elde edilen deprem sayısı-zaman ilişkileri kullanılarak, bir katalogun hangi yıllar ve magnitüdü aralığında sürekli olduğu araştırılır.

Tablo 1.2’de her bölge için farklı yıllarda kesme magnitüdü değerleri hazırlanmıştır. Şekil 1.5’de süreklilik analizi çalışması grafiksel olarak gösterilmiştir. Birçok katalogda

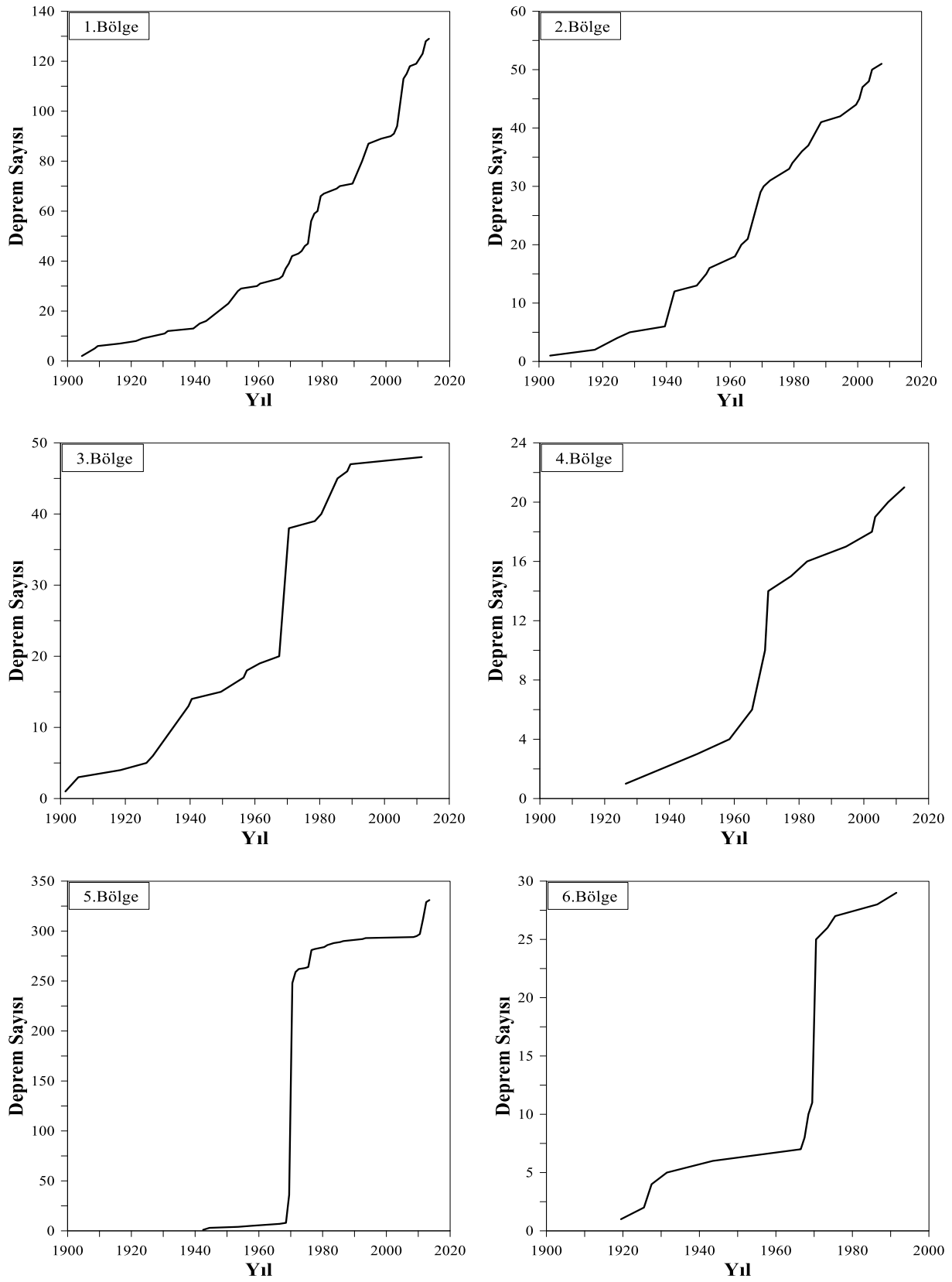
magnitüd sürekliliği zamanla değişmektedir ve genellikle günümüzden geçmişe doğru azalmaktadır. Bu yüzden tamamlanmış kataloglardaki minimum magnitüdü, depremsellik ile ilişkili olan bu çalışmalarda önemli bir parametre teşkil etmektedir. Magnitüd sürekliliği, değişken depremsellik parametrelerinin güvenilirliği için gereklidir. Bu sebeple çalışmada kullanılan katalog 1900 yılından 2013 yılının Eylül ayına kadar olan aletsel dönemi ve 15 farklı kaynak zonunu içerecek şekilde hazırlanmıştır. 1900 yılından önceki tarihsel dönem için ise hesaplama yapılmamıştır.

Tablo 1.2. Batı Anadolu 15 farklı kaynak bölgesi için süreklilik analizi

Bölge	Kesme Magnitüdü	Yıl
1	4.1	1904
2	4.3	1903
3	4.3	1901
4	4.1	1926
5	4.2	1942
6	4.2	1919
7	4	1904
8	4.3	1900
9	4	1920
10	4	1918
11	4	1910
12	4	1917
13	4.5	1914
14	4.3	1903
15	4	1911

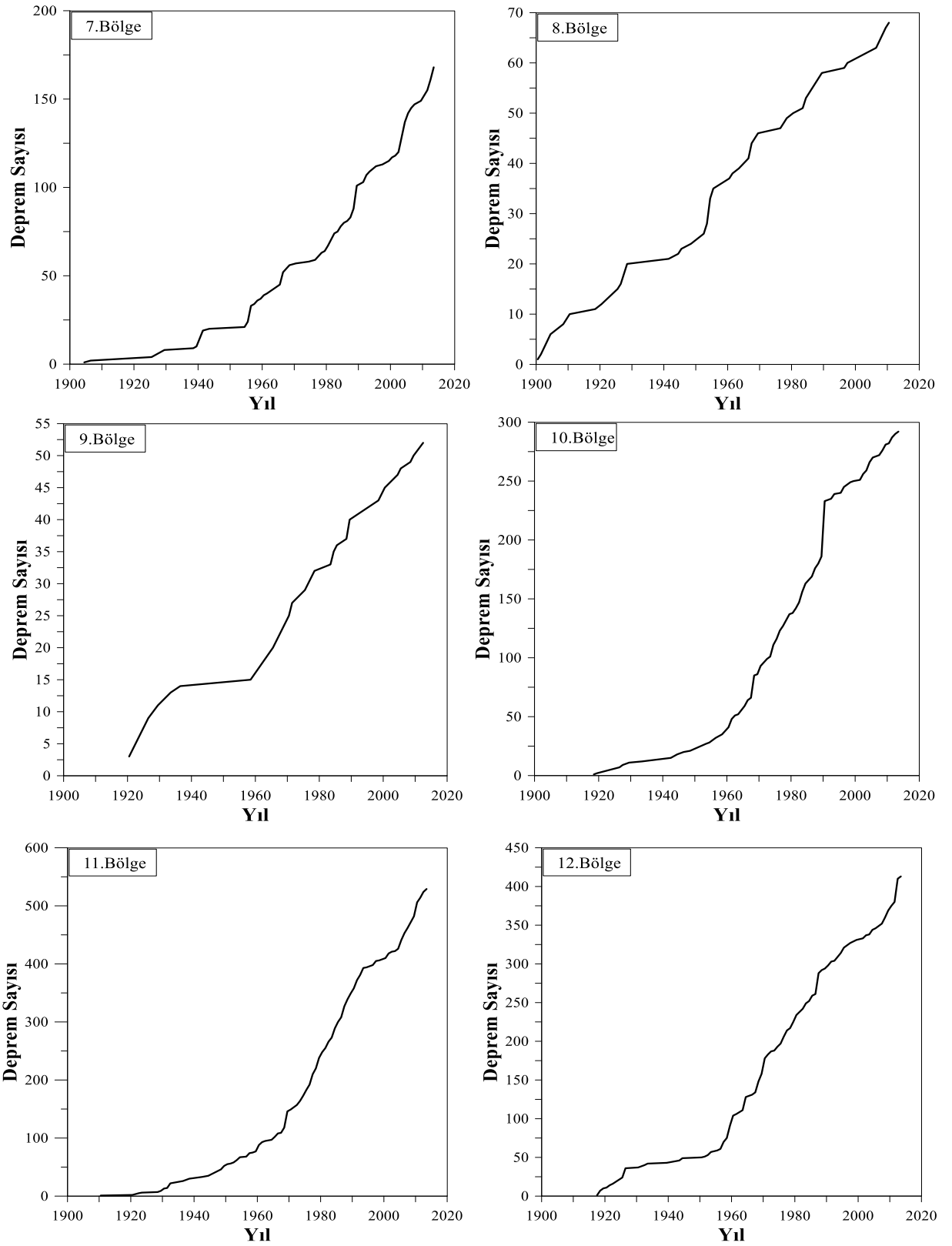


Şekil 1.4. Batı Anadolu'da $M_S \geq 4$ aletsel dönemde oluşmuş depremlerin episantr dağılımları, odak mekanizması çözümleri ve mevcut tektonik yapı dikkate alınarak yapılan bölgelendirme (Bölgelendirme Bayrak E.& Bayrak Y.(2012) tarafından yapılmıştır)

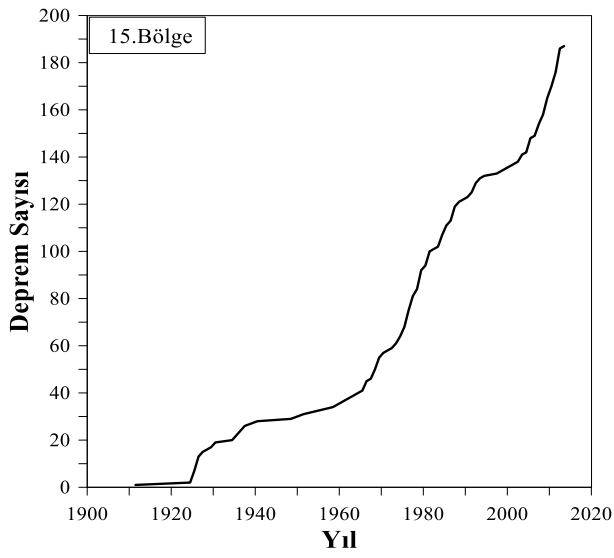
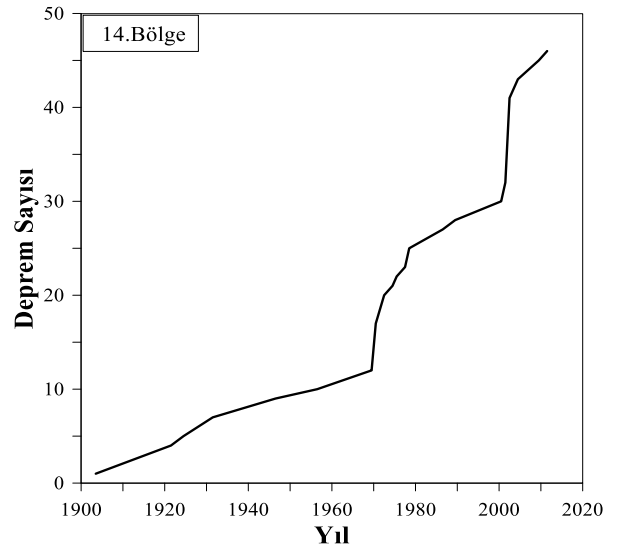
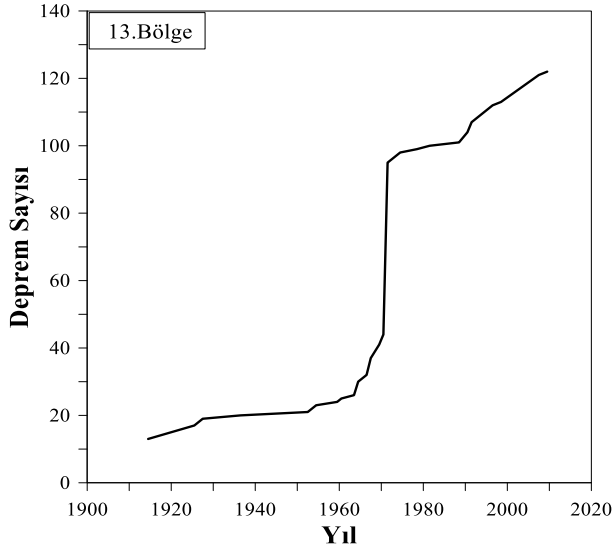


Şekil 1.5. Batı Anadolu 15 farklı kaynak bölge için süreklilik analizi

Şekil 1.5'in devamı



Şekil 1.5'in devamı



2.4. Batı Anadolu Bölgesi'nin Depremselliği

Deprem aktivitesi yüksek olan Batı Anadolu bölgesi, dünyanın en hızlı şekil değiştirmelerinin gözlemlendiği bölgelerden birisidir. Batı Anadolu'nun sismolojik yapısını açıklamaya yönelik çok sayıda tektonik, sismotektonik model önerilmiştir (Dewey ve Şengör 1979, Le Pichon ve Angelier 1979, Şengör vd. 1987, Dewey 1988, Meulenkamp vd. 1989, Seyitoğlu ve Scott 1992 ve 1996, Koçyiğit vd. 1999). Ancak, bölgedeki deformasyona ilişkin dinamik ve kinematik yapı son derece karmaşık olduğundan genel kabul gören bir modelden söz edilememektedir. Bölgenin sismik etkinliği ve deprem tehlikesi konusunda da yapılmış çok sayıda çalışma bulunmaktadır. (Barka ve Reilinger 1997, Şalk vd. 2000, Kahraman vd., 2004, 2007, 2008).

Tarih boyunca sismik etkinliklerin sıklıkla hissedildiği bilinen Batı Anadolu'da deformasyonların bölgedeki küçük faylar ve sistemler kadar üç ana levhanın (Avrasya, Arabistan ve Afrika) hareketi ile de ilgili olduğu düşünülmektedir (Royden 1993). Bölgedeki aktif deformasyonlar, kuzeye doğru hareket eden Afrika-Arabistan ve Hindistan Levhalarının Avrasya Levhasıyla çarpışmaları sonucunda oluşmaktadır. Bu hareket, kuzeyde Kuzey Anadolu fayları (KAF), güneyde Doğu Anadolu fayları (DAF), Kıbrıs ve Ege yayları ile sınır oluşturmaktadır (Barka 1992, Barka ve Reilinger 1997, Rockwell vd. 2001).

Ege graben sistemi genel olarak D-B doğrultulu normal faylar ile sınırlandırılmış çok sayıda bloktan meydana gelmektedir. Bu bloklar arasında, D-B uzanımlı grabenler yer almaktadır. Bölge, genel olarak KKD-GGB yönlü bir çekme rejiminin etkisi altında bulunmaktadır. Bu oluşumlar, kuzeyden güneye doğru; Edremit Körfezi, Bakırçay-Simav grabeni, Gediz-Küçük Menderes grabenleri, Büyük Menderes ve Gökova Körfezi grabenleri şeklinde sıralanabilir. Ege graben sisteminin Edremit Körfezini içine alan kuzey kesimi, Kuzey Anadolu fayı ile Batı Anadolu'daki çekme rejiminin etkisi altında bulunmaktadır. Dolayısıyla, bu bölgede oluşmuş depremlerin odak mekanizmaları hem normal, hem de yatay bileşenlerin hâkim olduğu birleşik fay çözümlerini vermektedir. Bölgede 1900-1910 yılları arasında suskun bir dönem gözlenirken, 1910-1930 yılları arasında deprem sayısının önemli ölçüde arttığı izlenmektedir. Benzer şekilde, 1930-1960 yılları arasında tekrar sakin bir dönem, 1960-1975 yılları arasında yoğun bir sismik aktivite gözlenmektedir (Ayhan v.d.. 1986). Kahraman v.d (2007, 2008) 1975-2005 arasında tekrarlanan suskunluk dönemi ardından, yeniden bir sismik aktivite artışına girilmesi olasılığını yüksek olarak

tanımlamışlardır. Bu çalışmaların ardından geçen sürede bölgede gözlenen deprem sayısındaki artış (son beş yılda $M \geq 4$ olan 144 deprem gözlenmiştir) bu öngörüğü gerçekler niteliktedir.

Tablo 1.3 Batı Anadolu 15 farklı sismik bölge için 1900'den günümüze kadar gözlenen en büyük magnitudlü depremler ve tektonik yapıları

Bölge	Maksimum Gözlenen Magnitud (M_{max}^{obs})	Tarih (Ay.Gün.Yıl)	Tektonik Yapılar
1	6.6	07.23.1949	Aliğa Fayı
2	6.6	09.22.1939	Akhisar Fayı
3	6.4	02.20.1956	Eskişehir, İnönü Dodurga Fay zonları
4	5.9	03.28.1969	Gediz Graben
5	6.2	06.25.1944	Simav, Gediz-Dumlupınar Fayları
6	5.3	05.27.1919	Kütahya Fay Zonu
7	6.5	12.13.1941	Karova-Milas, Muğla-Yatağan Fayları
8	6.8	07.16.1955	Büyük Menderes Graben
9	6.3	03.16.1926	Dozkırı-Çardak, Sandıklı Fayları
10	7.7	06.26.1926	Ege Adaları
11	7.1	02.09.1948	Ege Yayı
12	7.1	04.25.1957	Ege Yayı, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Fayları
13	6.9	10.03.1914	Göhlisar-Çameli, Acıgöl, Tatarlı Kumdanlı Fayları, Dinar Graben
14	7.0	04.09.1931	Sultandağı Fayı
15	6.8	03.18.1926	Kaş ve Beyşehirgölü Fayları

Bu tür deprem tehlike çalışmalarında çalışılan bölgenin depremselliği oldukça önemli bir yer teşkil etmektedir. Batı Anadolu ve civarının depremselliği incelendiğinde 1900'den günümüze kadar çok sayıda depremin meydana geldiği görülmektedir. Bu çalışmada 84926 adet deprem verisi kullanılmıştır ve bu deprem verilerinin tümü aletsel döneme aittir.

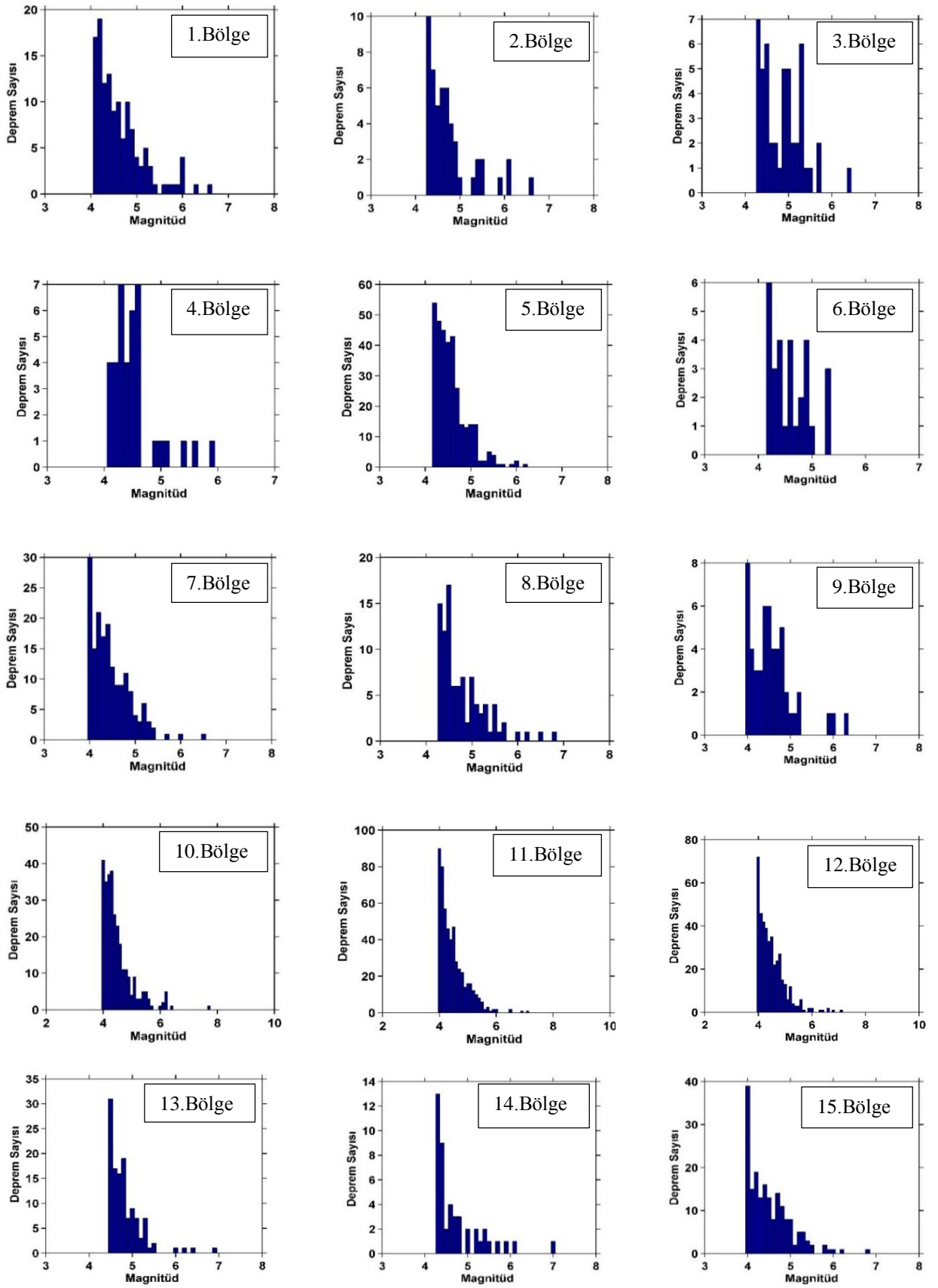
15 bölge içinde Ege Adaları bölgesinde gözlenmiş en büyük deprem 07. 23. 1949 tarihinde 7.7 büyüklüğünde gözlenmiş olup bu bölgede magnitudü 4 olan depremlerin yoğunlukta olduğu görülmüştür (Şekil 1.6.). Ege Yayı ve Ege Yayı, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Fayları bölgelerinde 02. 09. 1948 ve 04. 25. 1957 tarihlerinde 7.1 büyüklüğünde depremler gözlenmiştir. Bu bölgelerde magnitudleri 4 olan depremlerin yoğunlukta olduğu görülmüştür. Gediz Graben ve Kütahya Fay Zonu bölgelerinde magnitudleri 4.2 büyüklüğünde olan depremlerin yoğunlukta olduğu ve bu bölgelerde gözlenmiş en büyük depremler 6.2 ve 5.3 büyüklüğünde meydana gelmiştir. Aliğa Fayı ve Gediz Graben bölgelerinde 07.23.1949 ve 03.28.1969 tarihlerinde 6.6 ve 5.9 büyüklüğünde en büyük depremler meydana gelmiştir. Bu bölgelerde 4.1 ve 4.2 büyüklüklerinde depremlerin yoğunlukta olduğu görülmüştür. 4.3 büyüklüklerinde depremlerin yoğunlukta olduğu bölgeler sırası ile Akhisar Fayı, Eskişehir, İnönü Dondurga Fay Zonu, Büyük Menderes Graben ve Sultandağı Fayı bölgeleridir. Gölhisar-Çameli, Acıgöl, Tatarlı Kumdanlı Fayları, Dinar Graben bölgesinde magnitudü 4.5 olan depremlerin yoğunlukta olduğu görülmüştür. Bu bölgede meydana gelmiş en büyük deprem 10. 03. 1914 tarihinde 6.9 büyüklüğündedir. Karova-Milas, Muğla-Yatağan Fayları ve Dozkırı-Çardak, Sandıklı Fayları bölgelerinde 4 büyüklüğünde depremlerin yoğunlukta olduğu gözlenmiştir. Bu bölgelerde gözlenmiş en büyük depremler 6.5 ve 6.3 büyüklüklerinde 12. 13. 1941 ve 03. 16. 1926 tarihlerinde meydana gelmiştir.

Bölgelerde meydana gelen maksimum deprem magnitud değeri o bölgenin sismik etkinliği ile ilişkilidir. Bu bölgelerde meydana gelen yüksek magnitudlü depremlerin olması Batı Anadolu bölgesinin deprem olasılık yüzdesi çok olan bir bölge olduğunu göstermekte olup, Batı Anadolu bölgesi ve çevresinin sismik aktivite yoğunluğunun yüksek olduğunu göstermektedir.

Tablo 1.4. Batı Anadolu 1900'den günümüze 15 farklı kaynak bölge için $M_s \geq 6.5$ depremler ve tarihleri

Boylam	Enlem	Yıl	Ay	Gün	Magnitüd	Bölge
26.29	38.57	1949	7	23	6.2	1
26.94	39.07	1939	9	22	6.2	2
28.06	37.13	1941	12	13	6.50	7
27.26	37.65	1955	7	16	6.80	8
26.98	36.75	1926	6	26	7.70	10
27.20	35.41	1948	2	9	7.10	11
28.68	36.42	1957	4	25	7.10	12
30.00	38.00	1914	10	3	6.90	13
31.90	38.30	1931	4	9	7.00	14
30.13	35.99	1926	3	18	6.80	15

Batı Anadolu bölgesinde 1900'den günümüze kadar meydana gelen 6.5 'dan büyük magnitüdü depremler incelendiğinde (Tablo 1.4) en büyük deprem 1926 yılında 7.7 büyüklüğünde 10.bölgede (Ege Adaları) meydana gelmiştir. İkinci gözlenen en büyük magnitüd 7.1 büyüklüğünde olup 11. ve 12 bölgelerde gözlenmiştir. Bu bölgelerde incelenen deprem sayıları ise 17701 ve 14816 olup, sırasıyla depremler 1948 ve 1957 yıllarında meydana gelmiştir. 7.0 büyüklüğünde oluşmuş deprem ise 1931 yılında meydana gelmiştir ve 14.bölgede (Sultandağı Fayı) meydana gelmiştir. 13.bölgede (Göhlisar-Çameli, Acıgöl, Tatarlı Kumdanlı Fayları, Dinar Graben) oluşan en büyük deprem ise 6.9 büyüklüğünde olup 1914 yılında gözlenmiştir. 6.8 büyüklüğünde gözlenen en büyük deprem 15.bölgede 1926 yılında meydana gelmiştir. İncelenen bölgede 6.6 büyüklüğünde oluşmuş iki bölge bulunmaktadır ve bunlar sırasıyla 1. ve 2. bölgeler olup 1949 ve 1939 yıllarında meydana gelmiştir. 7. Bölgede meydana gelmiş en büyük deprem ise 6.5 büyüklüğünde olup 1941 yılında meydana gelmiştir.



Şekil 1.6. Batı Anadolu 15 farklı kaynak bölge için magnitüd-deprem sayısı ilişkisi

2.5. UYGULANAN YÖNTEM

2.5.1. Bayes Yöntemi

Thomas Bayes tarafından geliştirilen, koşullu olasılıkların hesaplanmasında kullanılan bir teoremdir.

Bayes yaklaşım yöntemi ile bilinmeyen nicelikler; sismik risk analizi parametreleri ve onların belirsizlikleri belirlenir. Bu yöntem; diğer yöntemlere kıyasla daha kararlı, daha güvenilir bir yöntem olması ile birlikte aynı zamanda çok uzun zaman da alır. Bir olayın ortaya çıkmasında birden fazla bağımsız nedenin etkili olması durumunda, bu nedenlerden herhangi birinin o olayı meydana getirme olasılığını hesaplamada kolaylık sağlar.

İlk olarak yöntem Pisarenko (1996) tarafından tanımlanmıştır ve sonrasında dünyada deprem tehlike değerlendirmeleri için bazı araştırmacılar tarafından uygulanmıştır (Pisarenko ve Lyubushin, 1997, 1999; Tsapanos 2001, 2002; Lyubushin, 2002; Tsapanos, 2003; Tsapanos ve Christova, 2003; Lyubushin ve Parvez, 2011).

R_i (M) magnitüdüdür ve depremlerin boyutunun bir ölçümü geçmiş zaman aralığında $(-\tau, 0)$ bir dizi olarak tahmin edilir.

$$\vec{R}^{(n)} = (R_1, \dots, R_n), R_i \geq R_0 \quad (1)$$

$$R_t = \max((R_1, \dots, R_n), 1 \leq i \leq n)$$

Burada, $i=1,2,\dots,n$; ve R_0 : (M) magnitüdüdür minimum kesme değeri, Denklem (1) 'de yazılan değerler, istatistikeldir ve bunlar minimum değerler olarak seçilirler veya kayıt sisteminin olasılıkları tarafından elde edilir.

İki ana varsayım Denklem (1) için önerilmiştir. İlk varsayım (1)'deki değerler, dağılımın Gutenberg-Richter yasasına uyar.

$$Prob\{R < r\} = F\left(\frac{x}{R_0}, \rho, \beta\right) = \frac{e^{-\beta R_0} - e^{-\beta x}}{e^{-\beta R_0} - e^{-\beta \rho}} \quad (2)$$

$$R_0 \leq x \leq \rho$$

Burada, ρ bilinmeyen parametredir, R'nin maksimum olası değerini temsil eder, örneğin, bir alanda deprem magnitudün maksimum olası değeridir. β bilinmeyen parametre genellikle x 'in küçük değerlerinde, Gutenberg-Richter yasaının 'regresyon katsayısı' olarak adlandırılır ve denklem (2)'den bağımsız olarak çift logaritmik eksene çizilmiştir.

İkinci varsayım Denklem(1) dizisinde bir poisson sürecinde, aktivite oran veya yoğunluk λ değeridir ve bilinmeyen bir parametredir. Böylece, üç bilinmeyen parametreler ρ , β ve λ için aşağıdaki vektör elde edilmiştir:

$$\theta = (\rho, \beta, \lambda) \quad (3)$$

$n(x/\delta)$, ε hatasının olasılık dağılımının yoğunluk değeridir ve bu değer doğru ve görünür magnitud değerleri arasında ε hatası ve ölçek parametresini (δ) verir. Normal (üniform) dağılımın yoğunluğu aşağıdaki şekilde ifade edilir:

$$n(x/\delta) = \frac{1}{2\delta}, |x| \leq \delta \quad (4)$$

$$n(x/\delta) = 0, |x| > \delta$$

Bayes tahminleri üretilirse, θ parametrelerin değerlerinin önsel belirsizlik alanı π aşağıdaki denklem ile ifade edilir:

$$\pi = \{\lambda_{min} < \lambda \leq \lambda_{max}, \beta_{min} \leq \beta \leq \beta_{max}, \rho_{min} \leq \rho \leq \rho_{max}\} \quad (5)$$

θ vektörün önsel yoğunluğu olarak düşünülürse, π alanın normal (üniform) olabilir.

Bayes yaklaşımı yöntemi denklem olarak ifade edilirse, Bayes formülü (Rao,1965) tarafından aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

$$F(\theta/\vec{R}^{(n)}, \delta) = \frac{f(\theta/\vec{R}^{(n)}, \delta)}{\int_{\pi} f(\vec{R}/V, \delta) dV} \quad (6)$$

Bayes yaklaşımı yönteminde denklem(6)'yı kullanmak için, denklemdeki $f(\vec{R}/\theta, \delta)$ fonksiyonun ne olduğu bilinmelidir. Bunu için denklem(1) dizisinin poisson karakterinin ve denklemdeki üyelerin bağımsız oluşu varsayımı ile aşağıdaki formül tanımlanır:

$$f(\vec{R}^{(n)}/\theta, \delta) = \bar{f}(R_1/\theta, \delta) \dots \dots \dots \bar{f}(R_n/\theta, \delta) * \frac{\exp(-\lambda(\theta, \delta)\tau) * (-\lambda(\theta, \delta)\tau)^n}{n!} \quad (7)$$

θ vektörü Bayes tahmininden hesaplanabilir ve aşağıdaki formül ile tanımlanır:

$$\theta(\vec{R}^{(n)}/\delta) = \int_{\pi} V f(V \setminus \vec{R}^{(n)}, \delta) dV \quad (8)$$

Denklem 8'de yapılan hesaplamalardan ρ 'nun maksimum değeri hesap edilebilir. Denklem 8'de ifade edilen fonksiyon değerlerinden Bayes tahminleri hesabı yapılamaz. Gelecek $[0, T]$ zaman aralığında görünür ve doğru değerlerin fonksiyonlarının dağılımının 'olasılıkları' tahmin edilir ve α görünür olasılık değerleridir ve aşağıdaki şekilde tanımlanırsa:

$$\widehat{Y}(\alpha/\vec{R}^{(n)}, \delta) = \int_{\pi} \overline{Y}_T(\alpha \setminus V, \delta) * f(V \setminus \vec{R}^{(n)}, \delta) dV \quad (9)$$

Doğru değerlerin α değerleri için $Y_T(\delta \setminus \vec{R}^{(n)}, \delta)$ denklem(9)'da yerine yazılır. Denklem 6 ve 7 yoğunluk değerlerinin Bayes tahminleri, 8. ve 9. denklemlerden tahmin edilir. Aşağıdaki şekilde tanımlanırsa:

$$Var\{\widehat{Y}_T(\alpha \setminus \vec{R}^{(n)}, \delta)\} = \int_{\pi} (\overline{Y}_T(\alpha \setminus V, \delta) - \overline{Y}_T(\alpha \setminus \vec{R}^{(n)}, \delta))^2 * f(V \setminus \vec{R}^{(n)}, \delta) dV \quad (10)$$

ρ_{min} değeri $\rho_{min} = R_\tau - \delta$ şeklinde ifade edilir. ρ_{max} değerleri için, yöntem tarafından değerler üretilir ve bu değer Denklem 1'deki dizinin özelliklerine bağlıdır. β regresyon katsayısının sınır değerleri aşağıdaki formül tarafından tanımlanmıştır:

$$\begin{aligned} \beta_{min} &= (\beta_0 \cdot (1 - \gamma)), \beta_{max} \\ &= \beta_0 \cdot (1 + \gamma); 0 < \gamma < 1 \end{aligned} \quad (11)$$

β_0 merkez değerdir ve Gutenberg-Richter yasası için regresyon katsayısının maksimum olasılık tahmini aşağıdaki şekilde tanımlanırsa:

$$\sum_{i=1}^n \ln \left\{ \frac{\beta e^{-\beta R_i}}{e^{-\beta R_0} - e^{-\beta R_\tau}} \right\} \rightarrow \text{Max}; \beta, \beta \varepsilon(0, \beta_s) \quad (12)$$

β_s değeri tercih edilen bir değerdir. γ değeri yöntemin bir parametresi ve genellikle $\gamma = 0.5$ alınır.

Denklem (5)'deki yoğunluk veya aktivite oranı (λ) için sınır değerleri belirlenir Poisson sürecinde normal yaklaşımın bir sonucu olarak, büyük n değeri (Cox ve Lewis, 1966) tercihi sonucunda $\lambda \tau$ değerinin standart sapmasının yaklaşık değeri $\sqrt{n} \approx \sqrt{\lambda \tau}$ şeklinde ifade edilir. λ 'nın sınır değerleri aşağıdaki şekilde tanımlanırsa:

$$\lambda_{min} = \lambda_0 \left(1 - \frac{3}{\sqrt{\lambda_0 \tau}} \right), \lambda_{max} = \lambda_0 \left(1 + \frac{3}{\sqrt{\lambda_0 \tau}} \right) \quad (13)$$

$$\lambda_0 = \frac{\bar{\lambda}_0}{c_f(\beta_0, \delta)}, \bar{\lambda}_0 = \frac{n}{\tau}$$

2.5.2. Batı Anadolu Bölgesinin Sismik Bölgeleri İçin Bayes Analiz Tahminleri

Bayes yöntemi kullanılarak hesaplanan Batı Anadolu'da 15 farklı sismik bölge için deprem tehlike parametreleri (maksimum bölgesel magnitüd değerleri, β değerleri, sismik aktivite oran veya yoğunluk değerleri) hesap edilmiştir (Tablo 1.5.). σ_β ve σ_λ standart sapma değerleridir.

Dünyadaki deprem tehlike parametrelerinin tahminleri çeşitli araştırmacılar tarafından üretilmiştir (Tinti ve Mulargia, 1985; Kijko ve Sellevoll, 1989, 1992; Wells ve Coppersmith, 1994; Pisarenko, 1996; Stein ve Hanks, 1998; Field, 1999; Kijko, 2004; Wheeler, 2009; Mueller, 2010; Kijko ve Singh, 2011). Tinti ve Mulargia (1985) ve Kijko ve Sellevoll (1992).

Bayes yöntemi teorisinin deprem tehlike parametrelerinin tahmini için özel bir önemi vardır ve bu yöntem iki amaca dayanmaktadır. Birinci amaç; sismisitedeki öncü bilginin birleştirilmesidir ve öncü bilgi jeolojik veya deprem olaylarının tarihi gözlemlerinin istatistikliğinin incelenmesidir. İkinci amaç; istatistiksel belirsizlikleri birleştiren parametrelerin tahminleri ile ilişkili olarak sismisitenin ölçülmesinde kullanılır. Ek olarak da doğal deprem olaylarının olasılıklarındaki belirsizlikler ile ilişkilidir (Galanis, 2002).

Maksimum bölgesel magnitüd deprem tehlike parametrelerinin en önemlilerinden birisidir. Bu yüzden; bu parametre tahmin edilen en önemli parametreyi ve gelecek zaman aralığında M_{max} dağılımın değerlerini verir. M_{max} 'ın tahmin edilen değerleri Bayes yaklaşımında kullanılır. Bu değerler 0.21 ile 0.88 arasında değişen değerlere göre daha güvenilirdir. Bayes yaklaşımı yöntemi daha çok zaman tüketir (Pisarenko, 1996); fakat diğer yaklaşımlardan daha güvenilir sonuçları üretir.

M_{max}^{obs} o bölgede meydana gelmiş en büyük deprem büyüklüğüdür. Bu çalışmada araştırılan alan için, Tablo 1.5'de M_{max} tahminleri elde edilmiştir, bunlar M_{max}^{obs} değerleri ve onların değişim farklılıkları ile oldukça iyi uyum sağlar. Tablo 1.5'de M_{max} tahminleri ve M_{max}^{obs} değerleri arasında iyi bir uyumun olduğu gözlenmiştir.

Tablo 1.5'de 10.bölgede görünür magnitüd değeri 8.06 olarak hesap edilmiştir. Gerçek magnitüd değeri ise bu değere eklenebilen hata miktarı olan 0.25 değeri ile elde edilebilen değerdir. Ege Adaları bölgesinde 292 deprem meydana gelmiştir. Bir bölgede deprem sayısının fazla oluşu o bölgenin sismik etkinliğinin yüksek olduğunun göstergesidir. En düşük görünür magnitüd değeri 6. bölge olan Kütahya Fay zonunda gözlenmiş olup değeri 6.00'dır. Bu bölgedeki gerçek magnitüd değeri ise 6.00 ± 0.88 olarak hesap edilmiştir.

$M_{max} \pm \sigma_{Mmax}$ ile temsil edilen görünür ve gerçek magnitüd değerlerinin diğer bölgedeki değerlere göre daha düşük olmasının nedeni bu bölgede meydana gelmiş aktivitesinin düşük olması ve büyük depremlerin oluşmamasıdır ve bu bölgedeki deprem sayısı 29'dur. 11. ve 12. bölgelerde görünür magnitüd değerleri sırasıyla 7.69 ve 7.68 olarak hesap edilmiştir. Görünür magnitüd değerlerinin birbirine yakın değerler verdiği gözlenmiştir. Gerçek magnitüd değerleri belirlenen görünür magnitüd değerlerine 0.43 hata miktarının eklenmesi ya da çıkarılmasıyla hesap edilmiştir. Bu bölgelerde meydana gelen deprem sayıları sırasıyla 292 ve 530'dur. 8. ve 15. bölgelerde görünür magnitüd değerleri 7.53 ve 7.50 değerlerindedir ve gerçek magnitüd değerleri 7.53 ± 0.52 ve 7.50 ± 0.52 değerlerindedir. Bölgelerde meydana gelmiş deprem sayısı sırasıyla 95 ve 187'dir.

Bu yöntemde, magnitüd-frekans ilişkisinin farklı kısımlarında çok sayıdaki farklı depremler ' β ' değerinin tahmini için hesap edilir. Bu yüzden, depremlerin çoğu için daha az büyüklükte ve daha küçük magnitüd değerlerini tahmin etmek için ' β ' değeri önemlidir. Her bölge için Gutenberg-Richter (1954) bağıntısı olarak bilinen $\text{Log}N=a-bM$ denkleminin başka bir şekli olan $\text{Log}N=\alpha-\beta M$ denklemidir. Burada, M; magnitüdü, N; magnitüdü M veya M'den daha büyük olan depremlerin bir yıldaki sayısı. ' α ve β ' sabit regresyon katsayılarını göstermektedir. ' β ' değeri ülkemizde zamanla düzgün ve yavaş bir artış göstermektedir. Bunun nedeni; dünya sismograf ağının hızla gelişmesi sonucu algılanılan küçük depremlerin sayısının artmasıdır. 1950'lerden sonra Batı Anadolu'da artan deprem faaliyeti ve artçı sarsıntılarda ' β ' değerlerinin düzenli ve yavaş artış göstermesine katkısı olmuştur. Bir bölge için ' β ' değeri, yalnızca o bölgedeki büyük ve küçük depremlerin sayısındaki relatif oranları yansıtmakla kalmaz aynı zamanda bölgedeki gerilme dağılımlarıyla da ilişkilidir. Birçok faktör ' β ' değerlerinin değişimlerine neden olabilir. ' β ' katsayısı deprem oluşumunun fiziği ile ilgili olduğundan depremlerin istatistik analizinde önemli bir parametre olarak dikkati çeker. ' β ' parametresi ise deprem oluşumunun fiziği ile ilişkili bir parametre olarak tanımlanmaktadır. Yakın zamanlara kadar ' β ' değerinin her bölgede aynı olacağı varsayılmışsa da son yapılan çalışmalar ' β ' değerlerinin bölgeler arasında farklılık göstereceği sonucuna varılmıştır.

Deprem tehlike parametrelerinden olan G-R ilişkisinin ' b ' değeri ile ilgili çok sayıda araştırmacı tarafından farklı görüşler ileri sürülmüştür. Mori ve Abercrombie (1997) farklı tektonik bölgelerde bulunan ' b ' değerleri arasında önemli değişimler olduğunu belirtmiştir. Frohlich ve Davis (1993) yaptıkları çalışmalarında, büyük ölçekli çalışmalarda ' b ' değerleri arasında çok küçük değişimlerin olduğunu ileri sürmüşlerdir. Miyamura (1962), ' b '

parametresinin sismotektonik zon ve jeolojik yaşla ilişkili olduğunu ileri sürmüştür. Mogi (1967) laboratuvar çalışmasında '*b*' değerinin materyalin mekanik yapısına ve gerilme şartlarına bağlı olduğunu göstermiştir. Scholz (1968) çalışmasında, '*b*' katsayısının kayaç tipi, gerilme durumu ve kayacın düktilitite artışı ile ilişkili olduğunu, gerilme artışının '*b*' değerinde düşüşe yol açtığını ileri sürmüştür. Diğer bir deyişle '*b*' değeri bölgenin tektonik karakteristiğini belirleyen bir parametre olarak kabul edilmiştir (Allen ve diğ., 1965; Hatzidimitriou ve diğ., 1985; Wang, 1988; Tsapanos, 1990; Olsson, 1999; Manakou ve Tsapanos, 2000).

Ayrıca bazı araştırmalarda '*b*' değeri ile ilgili oldukça geniş bilgiler bulunmuştur. Sismik olarak aktif olan birçok bölge için '*b*' değeri ortalama olarak bir civarındadır (Frohlich ve Davis, 1993). Everden (1970) '*b*' değer aralığını 0.8-1.2 olarak vermiştir. Bath (1983) İsveç depremleri için *b* değerini 0.84 olarak bulmuştur. Turcotte (1986) '*b*' değerini $0.5 \leq b \leq 1.5$ olarak vermiştir. Shi ve Bolt (1982) merkezi Kaliforniya depremleri için ortalama *b* değerini 0.95 olarak sunmuştur. Wang (1994) 1966-1969 yılları arasında Çin depremleri için 51 bölgede yalnız bir '*b*' değerinin 1.5'dan büyük olduğunu belirtmiştir. Pacheco ve diğ. (1992) küçük ve çok büyük depremlerden hesaplanan '*b*' değerlerinin birbirinden farklı olduğunu söylemişlerdir.

Yöntemde ' β ' değerlerinin görünür değerleri ve gerçek değerleri Tablo 1.5'de listelenmiştir. Batı Anadolu'da büyük ' β ' değerleri 1.70-3.08 aralığında görülmektedir (Tablo 1.5).

$\beta = b * (\ln 10)$ bağıntısından '*b*' değerleri hesap edilmiştir (Tablo 1.6). ' β ' değeri daha çok bölgenin tektonik yapısı ile ilişkilidir ve büyük magnitüdlü depremlerin küçüklere olan göreceli oranını gösterir. Bu bakımdan, ' β ' değerleri bölgenin tektonik açıdan sismik etkinliğinin bir göstergesi olarak kabul edilir. ' β ' değerleri sismik bölgeler arasında farklılık göstermektedir.

En büyük β değeri (3.08 ± 0.27) 13.bölge olan Gölhisar-Çameli, Acıgöl, Tatarlı Kumdanlı Fayları, Dinar Grabenlerinde gözlenmiştir. Diğer bölgelerde de büyük β değerleri gözlenmiştir. 5. bölgede β değeri 2.66 ± 0.15 ve 4. bölgede β değeri 2.35 ± 0.38 olarak gözlenmiştir. En düşük β değerleri 1.70 ± 0.27 ve 1.74 ± 0.26 , 3. ve 9. bölgelere karşılık gelmektedir. 8. ve 9. bölgelerde β değerleri sırasıyla 2.01 ± 0.21 ve 1.74 ± 0.26 . Bu bölgeler sırasıyla Büyük Menderes Graben ve Ege Yaylı, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Faylarıdır. 12.bölgede β değeri 2.02 ± 0.10 . Bu bölgeler orta derecede sismik etkinliğe sahiptir. En düşük β değeri 3.bölgede 1.70 ± 0.27 (Eskişehir, İnönü Dodurga Fay Zonları) gözlenmiştir.

14.bölgede (Sultandağı Fayı) yüksek β değeri 2.25 ± 0.33 gözlenmiştir. 2. (Akhisar Fayı), 7. (Karova-Milas, Muğla-Yatağan Fayları) ve 11.(Ege Yayı) bölgelerde yüksek β değerleri 2.16 ± 0.30 , 2.13 ± 0.16 , 2.11 ± 0.93 gözlenmiştir. 11.bölge olan Ege Yayında yüksek β değerlerinin gözlenmesi o bölgede meydana gelmiş deprem sayısının çokluğu ile ilişkili olabilir. 15.bölgede (Kaş ve Beyşehirgölü Fayları) gözlenen β değeri 1.95 ± 0.14 . Aliğa Fayı ve Kütahya Fay Zonu içeren bölgelerde düşük β değerleri gözlenmiştir.

Tablo 1.5. Batı Anadolu Bölgesi 15 farklı bölge için deprem tehlike parametreleri (M_{max} , β , λ) deprem sayısı ve M_{max}^{obs} değerlerinin tahminlerinin listesi

Bölge	Bölge Adı	N	$M_{max} \pm \sigma_{Mmax}$	M_{max}^{obs}	$\beta \pm \sigma_{\beta}$	$\lambda \pm \sigma_{\lambda}$
1	Aliğa Fayı	129	7.29 ± 0.58	6.6	1.84 ± 0.17	0.31 ± 0.27
2	Akhisar Fayı	51	7.46 ± 0.57	6.6	2.16 ± 0.30	0.12 ± 0.17
3	Eskişehir, İnönü Dodurga Fay zonları	48	7.15 ± 0.64	6.4	1.70 ± 0.27	0.11 ± 0.16
4	Gediz Graben	38	7.04 ± 0.79	5.9	2.35 ± 0.38	0.11 ± 0.18
5	Simav, Gediz-Dumlupınar Fayları	331	7.01 ± 0.72	6.2	2.66 ± 0.15	0.12 ± 0.66
6	Kütahya Fay Zonu	29	6.00 ± 0.88	5.3	1.81 ± 0.37	0.85 ± 0.15
7	Karova-Milas, Muğla-Yatağan Fayları	172	7.33 ± 0.61	6.5	2.13 ± 0.16	0.42 ± 0.31
8	Büyük Menderes Graben	95	7.53 ± 0.52	6.8	2.01 ± 0.21	0.22 ± 0.22
9	Dozkırı-Çardak, Sandıklı Fayları	52	7.17 ± 0.67	6.3	1.74 ± 0.26	0.15 ± 0.20
10	Ege Adaları	292	8.06 ± 0.25	7.7	1.99 ± 0.11	0.82 ± 0.47
11	Ege Yayı	530	7.69 ± 0.43	7.1	2.11 ± 0.93	0.13 ± 0.58
12	Ege Yayı, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Fayları	413	7.68 ± 0.43	7.1	2.02 ± 0.10	0.11 ± 0.55
13	Göhlisar-Çameli, Acıgöl, Tatarlı Kumdanlı Fayları, Dinar Graben	123	7.66 ± 0.48	6.9	3.08 ± 0.27	0.32 ± 0.28
14	Sultandağı Fayı	46	7.71 ± 0.45	7.0	2.25 ± 0.33	0.11 ± 0.16
15	Kaş ve Beyşehirgölü Fayları	187	7.50 ± 0.52	6.8	1.95 ± 0.14	0.49 ± 0.35

15 farklı kaynak bölgede aletsel dönemi içeren katalog için Bayes yöntemi ile hesaplanan b değerleri 1.33-0.75 arasında değişmektedir. Hesaplanan b değerleri dört farklı grupta ($b < 0.8$, $0.8 \leq b < 0.9$, $0.9 \leq b < 1.0$, $b \geq 1.0$) farklı renklerle haritalanmıştır (Şekil 2.2.).

Yapılan hesaplamalar sonucunda Bayes yöntemiyle hesaplanan ' β ' değerleri ile Gutenberg-Richter bağıntısından hesap edilen ' b ' değerlerinin uyuşmadığı sonucuna varılmıştır.

Batı Anadolu 15 farklı kaynak bölge için Bayes yöntemi, Kijko ve Sellevol yöntemi ve En büyük olasılık yöntemi ile hesap edilen b değerleri karşılaştırılmıştır (Tablo 1.6). Bayes yöntemi ile hesap edilen en yüksek b değeri ($b_{bayes} = 1.33$) 13. bölgede, Kijko ve En büyük olasılık yöntemi ile hesap edilen en yüksek b değerleri ($b_{kijko} = 1.14$ ve $b_{eboyl} = 1.02$) 2. bölgede hesap edilmiştir. 13. ve 2. bölgelerde yüksek b değerlerinin gözlenmesi bu bölgelerin sismik faaliyetinin yüksek ve gerilmenin düşük yani bölgelerde gerilme boşalımı düşüktür. En düşük b değerleri ($b_{bayes} = 0.73$, $b_{kijko} = 0.69$ ve $b_{eboyl} = 0.71$) 3. ve 12. bölgelerde hesap edilmiştir. Kijko ve En büyük olasılık yönteminde 12. bölgede en düşük b değerleri hesap edilmişken, Bayes yönteminde en düşük b değeri 3. bölgede hesap edilmiştir. Düşük b değerleri bu bölgelerin sismik etkinliğinin düşük ve gerilmelerin yüksek yani bölgelerde gerilme boşalımı yüksektir. Üç yöntem ile 4. , 5., ve 7. bölgelerde yüksek b değerleri hesap edilmiştir. 4. bölgede hesap edilen b değerleri $b_{bayes} = 1.02$, $b_{kijko} = 0.97$ ve $b_{eboyl} = 0.96$. 5. bölgede hesap edilen b değerleri $b_{bayes} = 1.15$, $b_{kijko} = 0.87$ ve $b_{eboyl} = 0.94$. Bu bölgeler Simav, Gediz-Dumlupınar Fayları ve Gediz Graben sismojenik yapılarıdır. Bilindiği üzere Batı Anadolu Bölgesi'nde bulunan graben yapıları sürekli gerilme boşalmalarının olduğu sismik faaliyetin yüksek olduğu bölgelerdir.

Bayes yöntemi ile hesaplanan b değerleri bölgenin tektonik yapısı ve deprenselliği hakkında bilgi vermektedir. Yapılan hesaplamalardan 15 farklı bölgedeki sismik etkinlik araştırılmıştır. Yüksek b değeri gözlenen bölgelerde sismik etkinliğin yüksek, bölgelerin tektonik yapısının deprem üretme potansiyeline sahip olduğu sonucuna varılabilir. Bu bölgelerde sismik etkinlik yüksek olduğundan fay yapılarının aktif olduğu ve gelecek yıllarda bu bölgelerde deprem olma olasılıklarının yüksek olduğu söylenebilir. Düşük b değeri gözlenen bölgelerde, sismik etkinliğin düşük ve bu bölgelerin tektonik yapısının deprem üretme potansiyeline sahip olmadığını göstermiştir. Bayes yöntemi ile hesaplanan b değerlerinin Kijko ve En büyük olasılık yöntemleri ile hesap edilen b değerlerinden farklı olmasının nedeni; seçilen magnitüd büyüklüklerinin farklı olması ve aletsel, tarihsel katalog için hesaplamaların yapılmasıdır.

15 farklı kaynak bölge için Bayes, Kijko ve Sellevol ve Gumbel-III yöntemleri ile hesap edilen M_{max} değerleri karşılaştırılmıştır (Tablo 1.7). Hesap edilen en yüksek M_{max}

değerleri üç yöntem ile 10.bölge Ege Adaları bölgesinde gözlenmiştir ve bu değerler; Kijko ve Sellevol yöntemi ile $M_{max}^{Kijko}=7.95$, Gumbel-III yöntemi ile $M_{max}^{Gumbe-III}=7.80$ ve Bayes yöntemi ile $M_{max}^{Bayes}=8.06$. Hesap edilen en düşük M_{max} değerleri 6.bölge olan Kütahya Fay Zonu bölgesinde gözlenmiştir. Kijko ve Sellevol yönteminde hesap edilen en düşük $M_{max}^{Kijko}=5.55$, Gumbel-III yönteminde hesap edilen en düşük $M_{max}^{Gumbe-III}=5.59$ ve Bayes yönteminde hesap edilen en düşük $M_{max}^{Bayes}=6.00$. Kijko ve Sellevol, Gumbel-III ve Bayes yöntemi ile yüksek 11., 12., 13., 14. bölgelerde yüksek M_{max} değerleri elde edilmiştir. Ege Yayı bölgesinde $M_{max}^{Kijko}=7.20$, $M_{max}^{Gumbe-III}=7.28$ ve $M_{max}^{Bayes}=7.69$. Ege Yayı, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Fayları bölgesinde $M_{max}^{Kijko}=7.20$, $M_{max}^{Gumbe-III}=7.22$ ve $M_{max}^{Bayes}=7.68$. 11. ve 12. bölgeler Ege Yayı'nın bulunduğu bölgelerdir ve bu bölgelerin deprem etkinliği yüksektir Bu bölgelerde hesap edilen yüksek magnitüdler gelecek yıllarda 11. ve 12. bölgelerde deprem olma olasılığının yüksek olduğu gözlenmiştir.

Tablo 1.6. Batı Anadolu ve civarındaki 15 farklı kaynak bölge için Bayes yöntemi, Kijko ve En büyük olasılık yöntemi ile hesap edilen b_{bayes} , b_{kijko} , b_{eboy} değerleri (Kijko ve En büyük olasılık değerleri Bayrak E. (2012) tarafından hesap edilmiştir).

Bölge	Bölge Adı	b_{bayes}	b_{kijko}	b_{eboy}
1	Aliğa Fayı	0.79	0.81	0.82
2	Akhisar Fayı	0.93	1.14	1.02
3	Eskişehir, İnönü Dodurga Fay Zonları	0.73	0.87	0.88
4	Gediz Graben	1.02	0.97	0.96
5	Simav, Gediz-Dumlupınar Fayları	1.15	0.87	0.94
6	Kütahya Fay Zonu	0.78	1.12	0.97
7	Karova-Milas, Muğla-Yatağan Fayları	0.92	0.92	1.00
8	Büyük Menderes Graben	0.87	0.96	0.83
9	Dozkırı-Çardak, Sandıklı Fayları	0.75	0.87	0.84
10	Ege Adaları	0.86	0.78	0.75
11	Ege Yayı	0.91	0.78	0.79
12	Ege Yayı, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Fayları	0.87	0.69	0.71
13	Göhlhisar-Çameli, Acıgöl, Tatarlı Kumdanlı Fayları, Dinar Graben	1.33	0.80	0.86
14	Sultandağı Fayı	0.97	0.83	0.85
15	Kaş ve Beyşehirgölü Fayları	0.84	0.84	0.85

13.bölgede $M_{max}^{Kijko}=7.01$, $M_{max}^{Gumbe-III}=7.03$ ve $M_{max}^{Bayes}=7.66$. Sultandağı Fayı bölgesinde $M_{max}^{Kijko}=7.22$, $M_{max}^{Gumbe-III}=7.07$ ve $M_{max}^{Bayes}=7.71$. 13. ve 14. bölgelerde gelecek

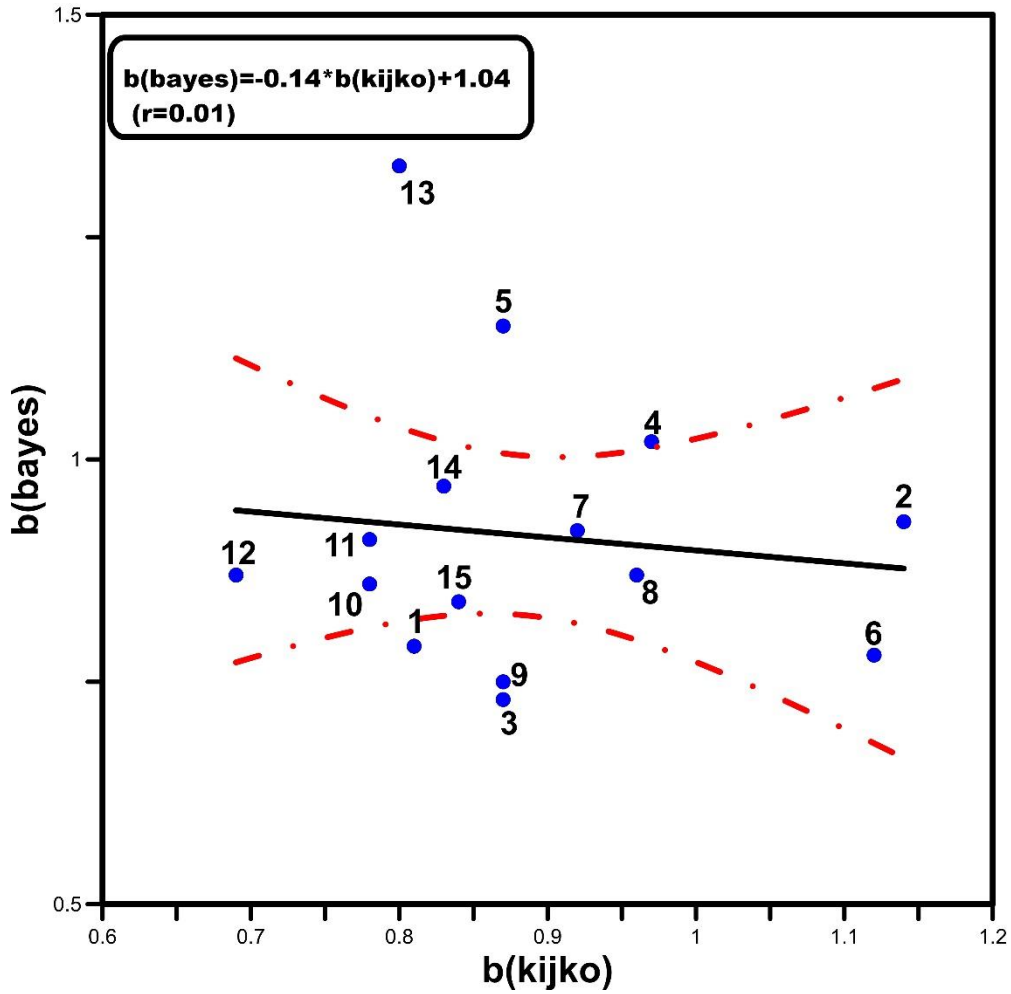
yıllardaki deprem etkinliğinin yüksek olduğu gözlenmiştir. Aliğa Fayı bölgesinde hesap edilen değerler $M_{max}^{Kijko}=6.70$, $M_{max}^{Gumbe-III}=6.81$ ve $M_{max}^{Bayes}=7.29$. Gediz Graben bölgesinde Bayes yöntemi ile $M_{max}^{Bayes}=7.04$, Gumbel-III yöntemi ile $M_{max}^{Gumbe-III}=6.07$ ve Kijko yöntemi ile $M_{max}^{Kijko}=6.02$. Simav, Gediz-Dumlupınar Fayları bölgesi deprem etkinliği yüksek bölgedir ve bu bölgede hesap edilen M_{max} değerleri $M_{max}^{Kijko}=6.29$, $M_{max}^{Gumbe-III}=6.45$ ve $M_{max}^{Bayes}=7.01$. Simav Fayı'nı içine alan 5.bölgede deprem etkinliği yüksektir. Aletsel dönemde bu bölgede oluşmuş en büyük deprem magnitudü 6.2 büyüklüğündedir. Yapılan hesaplamalardan bu bölgenin deprem etkinliğinin yüksek olduğu gözlenmiştir. Akhisar Fayı bölgesinde hesap edilen değerler; $M_{max}^{Kijko}=6.76$, $M_{max}^{Gumbe-III}=6.75$ ve $M_{max}^{Bayes}=7.29$. 3., 7., 9. ve 15. bölgeler incelendiğinde hesap edilen M_{max}^{Kijko} değerleri 6.56, 6.59, 6.70, 6.94. Hesap edilen $M_{max}^{Gumbe-III}$ değerleri 6.55, 6.66, 6.41, 6.95. Hesap edilen M_{max}^{Bayes} değerleri 7.15, 7.33, 7.17, 7.50. Kijko, Gumbel-III ve Bayes yöntemi ile yapılan hesaplamalar sonucunda Ege Adaları bölgesi gelecekte deprem olma ihtimali en yüksek bölge olduğu, Kütahya Fay Zonu bölgesinde gelecekte deprem olma olasılığının en düşük bölge olduğu gözlenmiştir. Üç yöntem karşılaştırıldığında her yöntem için 15 farklı kaynak bölgede hesap edilen M_{max} değerleri arasında az bir farklılık olduğu ve deprem etkinliği en yüksek 10.bölgede, deprem etkinliği en düşük 6. bölgede hesap edilmiştir.

Batı Anadolu 15 farklı kaynak bölge için b_{bayes} ve b_{kijko} değerleri arasındaki ilişki incelenmiştir (Şekil 1.7). b_{bayes} - b_{kijko} değerleri arasında nasıl bir ilişki olduğunu belirlemek için hesap edilen değerler en küçük kareler yöntemi kullanılarak b değerleri arasındaki ilişki belirlenmiştir:

$$b(bayes)=-0.14*b(kijko)+1.04 \quad (14)$$

Hesap edilen b_{bayes} ve b_{kijko} değerleri arasında ilişki yoktur. $r=0.01$ olarak hesap edilmiştir. b_{bayes} ve b_{kijko} değerleri 3 grup şeklinde değerlendirilmiştir. Şekil 1.7'deki kırmızı çizgiler güven aralıklarını göstermektedir. 1. grup grafiğin sol alt kısmında kalan 3., 9., 1., 15., 10., 11., 12. ve 14. bölgelerin olduğu guruptur. Eskişehir, İnönü Dodurga Fay Zonları ve Dozkırı-Çardak, Sandıklı Fayları bölgelerindeki b değerlerinin ilişkiler yoktur. Bu bölgelerde düşük b (yüksek gerilim) değerleri gözlemlendiği için bölgelerin sismik etkinliği düşüktür. Ege Adaları, Ege Yayı ve Ege Yayı, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Fayları bölgelerinde düşük b değerleri gözlenmiştir. Afrika plakasının Ege plakasına yaptığı

bindirmeden dolayı bu bölgelerde yüksek bir kuvvet etkili olmakla birlikte yüksek gerilme meydana gelmektedir. Bu bölgelerde düşük b değerlerinin gözlenmesi Ege Yayı ile ilişkilidir. İkinci grup grafiğin üst kısmında kalan 6., 2., 8., 4., 7. ve 5. bölgelerin olduğu gruptur. Büyük Menderes Grabeni bölgesinde düşük b değerinin gözlenmiş olması bölgedeki graben yapısının etkisiyle jeolojinin heterojinitesinin yüksek olması yüksek gerilme gözlenmesine etkindir. Simav, Gediz-Dumlupınar Fayları bölgesinde b değerleri arasında ilişki yoktur. Bu bölgenin deprem etkinliğinin yüksek olması bölgede yüksek b değerlerinin gözlenmesinin nedenidir. Üçüncü grup grafiğin sağ alt kısmında kalan 13. bölgenin olduğu gruptur. Bu bölgede yüksek b (düşük gerilme) değeri gözlenmiştir. Gölhisar-Çameli, Acıgöl, Tatarlı Kumdanlı Fayları, Dinar Graben bölgesinde b_{bayes} ve b_{kijko} arasında ilişki gözlenmemiştir.



Şekil 1.7. 15 farklı kaynak bölge için hesaplanan $b(\text{bayes})$ ve $b(\text{kijko})$ değerleri arasındaki ilişki (1'den 15'e kadar olan numaralar bölgeleri temsil etmektedir)

Batı Anadolu 15 farklı kaynak bölge için b_{eboy} ve b_{bayes} değerleri arasındaki ilişki incelenmiştir (Şekil 1.8). b_{eboy} - b_{bayes} değerleri arasında nasıl bir ilişki olduğunu belirlemek için hesap edilen değerler en küçük kareler yöntemi kullanılarak b değerleri arasındaki ilişki belirlenmiştir:

$$b(bayes)=0.32*b(eboy)+0.63 \quad (15)$$

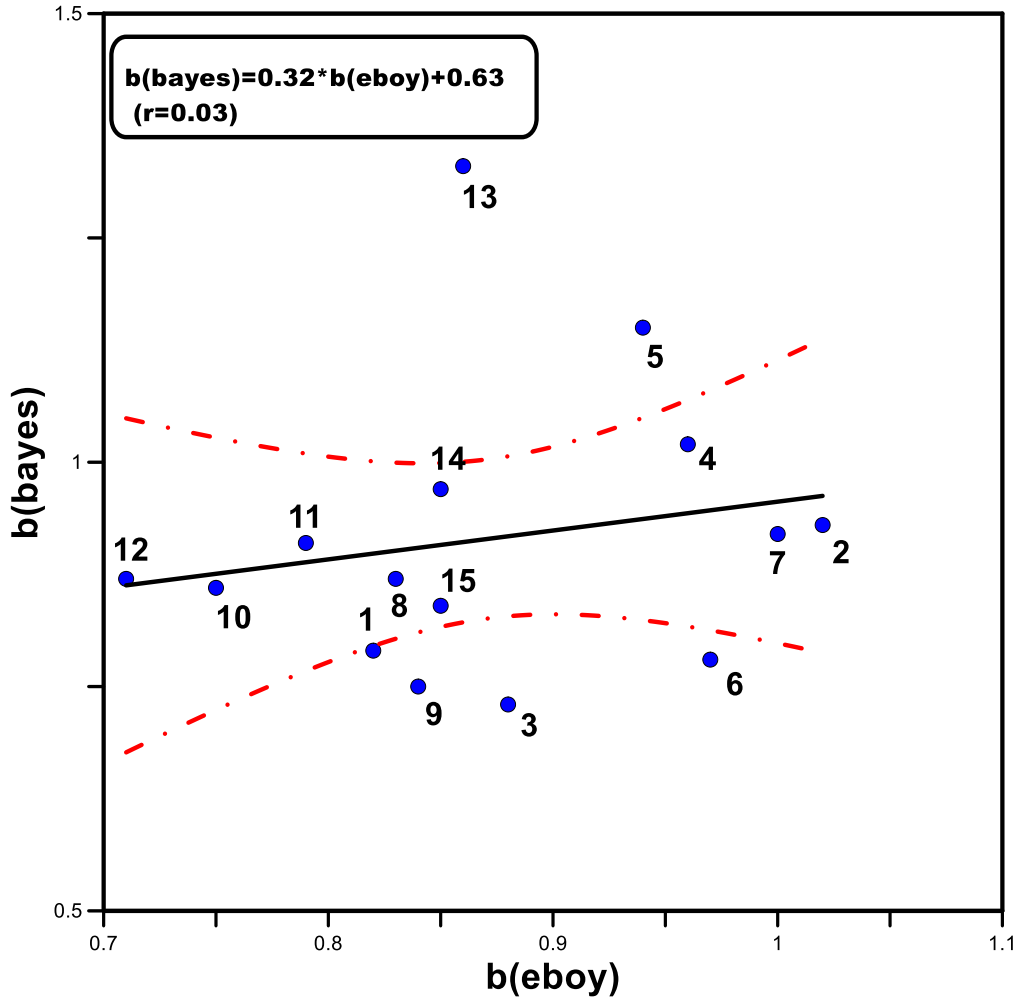
Hesap edilen b_{eboy} - b_{bayes} değerleri arasında bir ilişki yoktur. $r=0.03$ olarak hesap edilmiştir. Hesap edilen b_{eboy} ve b_{bayes} değerleri üç gruba ayrılmıştır. Şekil 1.8'deki kırmızı çizgiler güven aralıklarını göstermektedir. Birinci grup grafiğin alt kısmında 1., 2., 3., 6., 7., 8., 9. ve 10. bölgelerin olduğu guruptur. Akhisar Fayı ve Karova-Milas, Muğla-Yatağan Fayları bölgelerinde b değerleri arasında ilişki yoktur. Bu bölgelerde b değerleri yüksektir. Hesap edilen ilişkiye göre bu bölgelerin sismik etkinliği yüksektir. Dozkırı-Çardak, Sandıklı Fayları bölgesinde düşük b değerleri gözlenmiştir. Bu bölge sismik etkinliği düşük bir bölgedir. 2. grup grafiğin üst kısmında 4., 5., 11., 12. ve 14. bölgelerin olduğu guruptur. Ege yayını içinde bulunan 12. bölgede düşük b yani yüksek gerilme gözlenmiştir. Gediz Grabeni bölgesinde yüksek b değerleri gözlenmiştir. Bu bölgede b değerinin yüksek olmasının nedeni graben yapılarında düşük gerilme gözlenmesidir. Üçüncü grup en üst kısmında 13. bölgenin olduğu guruptur. Gölhisar-Çameli, Acıgöl, Tatarlı Kumdanlı Fayları, Dinar Graben bölgesi graben yapısına sahip bir bölge olmasından dolayı bu bölgede düşük gerilme yani yüksek b değerleri gözlenmiştir. Bu bölge sismik faaliyeti yüksek bir bölgedir.

15 farklı kaynak bölge için $M_{max}(\text{Gumbel-III})$ ve $M_{max}(\text{Bayes})$ değerleri arasındaki ilişki incelenmiştir (Şekil 1.9). $M_{max}(\text{Gumbel-III})$ - $M_{max}(\text{Bayes})$ değerleri arasında nasıl bir ilişki olduğunu belirlemek için hesap edilen değerler en küçük kareler yöntemi kullanılarak M_{max} değerleri arasındaki ilişki belirlenmiştir:

$$M_{max}(\text{Bayes})=0.85*M_{max}(\text{G-III})+1.60 \quad (16)$$

$r=0.90$ olarak hesap edilmiştir. İlişki değerine göre $M_{max}(\text{Gumbel-III})$ - $M_{max}(\text{Bayes})$ arasında pozitif bir ilişki vardır ve bu değerler arasındaki ilişki yüksektir. İlişki katsayısı hesaplanan değerlerin benzer olduğunu göstermektedir. Hesap edilen $M_{max}(\text{Gumbel-III})$ ve $M_{max}(\text{Bayes})$ değerleri dört gruba ayrılmıştır. Şekil 1.9'daki kırmızı çizgiler güven aralıklarını

göstermektedir. 1. grup grafiğin alt kısmında kalan 1., 3., 5., 11., 12. ve 15. bölgelerdir. 11. ve 12. bölgeler Ege Yayının içinde bulunmalarından dolayı benzer tektonik yapıya sahip oldukları için bu bölgelerde benzer büyüklükte magnitüdlere deprem meydana gelmiştir. 2. grup grafiğin üst kısmında kalan 2., 3., 4., 7., 8., 9., 13. ve 14. bölgelerdir. Büyük Menderes Grabeni bölgesinin deprem etkinliğinin yüksek olmasından dolayı yüksek M_{max} değeri gözlenmiştir. 3. grup grafiğin sağ alt kısmında kalan 10. bölgedir. Ege Adaları bölgesinde M_{max} değerleri arasında yüksek bir ilişki vardır. Bu bölgede deprem sayısının fazla oluşu yüksek M_{max} değerinin gözlenmesinin nedenidir. Bu bölgede Bayes ve Gumbel-III yöntemi ile yapılan 4. grup grafiğin sol alt kısmında kalan 6. bölgedir. Kütahya Fay Zonu bölgesinde bölgenin her iki yöntem ile M_{max} değerleri arasındaki ilişkinin zayıf olduğu yani düşük M_{max} değerleri gözlenmiştir. Bunun sebebi bu bölgede deprem sayısının az oluşudur.



Şekil 1.8. 15 farklı kaynak bölge için hesaplanan b(eoy) ve b(bayes) değerleri arasındaki ilişki (1'den 15'e kadar olan numaralar bölgeleri temsil etmektedir)

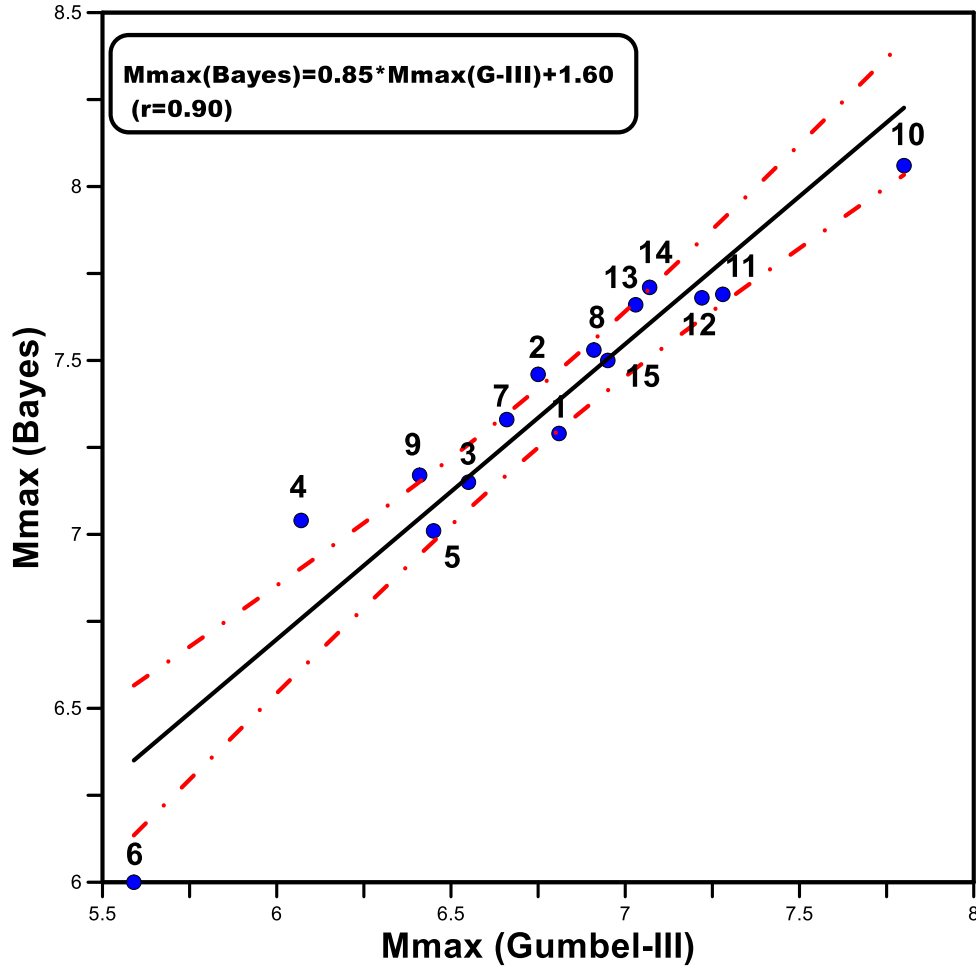
Tablo 1.7. Batı Anadolu ve civarındaki 15 farklı kaynak bölge için Bayes yöntemi, Kijko yöntemi ve Gumbel-III yöntemi ile hesap edilen M_{max}^{Bayes} , M_{max}^{Kijko} , $M_{max}^{Gumbel-III}$ değerleri (Kijko ve Gumbel-III değerleri Bayrak E. (2012) tarafından hesap edilmiştir).

Bölge	Bölge Adı	M_{max}^{Bayes}	M_{max}^{Kijko}	$M_{max}^{Gumbel-III}$
1	Aliağa Fayı	7.29	6.70	6.81
2	Akhisar Fayı	7.46	6.76	6.75
3	Eskişehir, İnönü Dodurga Fay Zonları	7.15	6.56	6.55
4	Gediz Graben	7.04	6.02	6.07
5	Simav, Gediz-Dumlupınar Fayları	7.01	6.29	6.45
6	Kütahya Fay Zonu	6.00	5.55	5.59
7	Karova-Milas, Muğla-Yatağan Fayları	7.33	6.59	6.66
8	Büyük Menderes Graben	7.53	6.94	6.91
9	Dozkırı-Çardak, Sandıklı Fayları	7.17	6.70	6.41
10	Ege Adaları	8.06	7.95	7.80
11	Ege Yayı	7.69	7.20	7.28
12	Ege Yayı, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Fayları	7.68	7.20	7.22
13	Göhlisar-Çameli, Acıgöl, Tatarlı Kumdanlı Fayları, Dinar Graben	7.66	7.01	7.03
14	Sultandağı Fayı	7.71	7.22	7.07
15	Kaş ve Beyşehirgölü Fayları	7.50	6.94	6.95

15 farklı kaynak bölge için $M_{max}(Kijko)$ ve $M_{max}(Bayes)$ değerleri arasındaki ilişki incelenmiştir (Şekil 2.0). $M_{max}(Kijko)$ - $M_{max}(Bayes)$ değerleri arasında nasıl bir ilişki olduğunu belirlemek için hesap edilen değerler en küçük kareler yöntemi kullanılarak M_{max} değerleri arasındaki ilişki belirlenmiştir:

$$M_{max}(Bayes)=0.79*M_{max}(Kijko)+1.98 \quad (17)$$

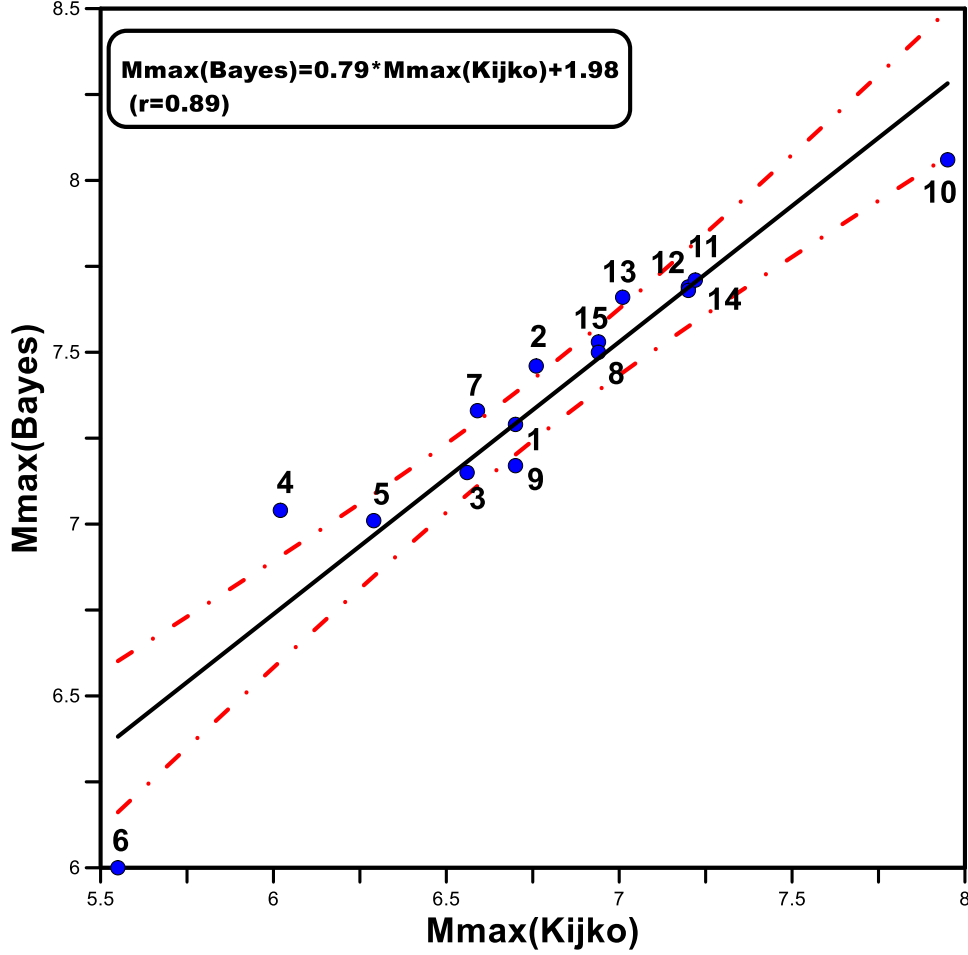
$r=0.89$ olarak hesap edilmiştir. İlişki değerine göre $M_{\max}(\text{Kijko})-M_{\max}(\text{Bayes})$ arasında pozitif bir ilişki vardır. Hesap edilen ilişki 4 gruba ayrılmıştır. Şekil 2.0'daki kırmızı çizgiler güven aralıklarını göstermektedir. 1. grup grafiğin alt kısmında 1., 3., 8., 9. ve 14. bölgelerden oluşmaktadır. 2. grup grafiğin üst kısmında 2., 4., 5., 7., 11., 12., 13. ve 15. bölgelerden oluşmaktadır. Ege Yayı ve Ege Yayı, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Fayları bölgelerinde M_{\max} değerleri arasında yüksek bir ilişki gözlenmiştir.



Şekil 1.9. 15 farklı kaynak bölge için hesaplanan $M_{\max}(\text{Gumbel-III})$ ve $M_{\max}(\text{Bayes})$ değerleri arasındaki ilişki (1'den 15'e kadar olan numaralar bölgeleri temsil etmektedir)

Ege yayı bölgesi deprem etkinliği yüksek ve bölgede deprem sayısının fazla olmasından dolayı bu bölgede yüksek M_{\max} değerleri gözlenmiştir. 3. grup grafiğin sol alt kısmında 6. bölgeden oluşmaktadır. Kütahya Fay Zonu bölgesinde deprem sayısının az oluşu bu bölgede düşük M_{\max} değerlerinin gözlenmesine nedenidir. 4. grup grafiğin sağ üst kısmında 10.

bölgeden oluşmaktadır. Ege adaları bölgesinde Kijko ve Bayes yöntemi ile hesap edilen M_{max} değerlerin ilişkisi yüksektir.

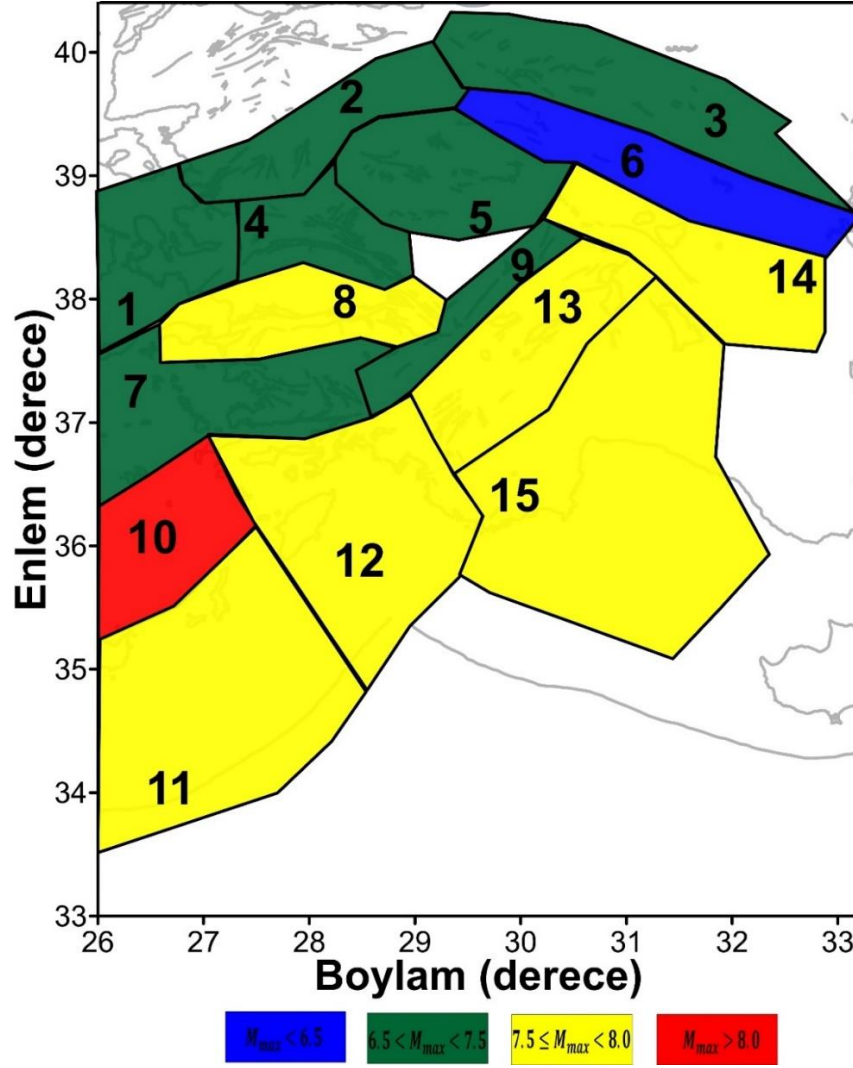


Şekil 2.0. 15 farklı kaynak bölge için hesaplanan M_{max} (Kijko) ve M_{max} (Bayes) değerleri arasındaki ilişki (1'den 15'e kadar olan numaralar bölgeleri temsil etmektedir)

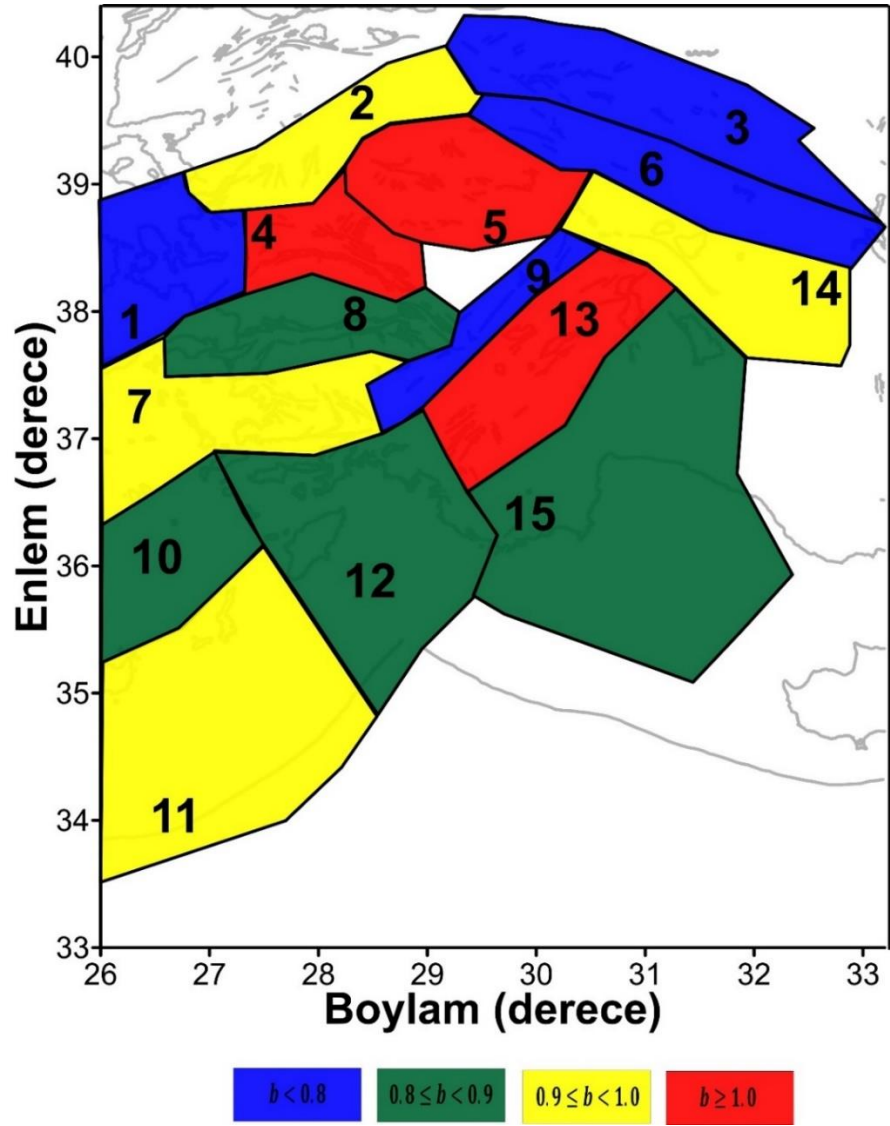
Batı Anadolu 15 farklı kaynak bölge için hesaplanan maksimum bölgesel magnitüd değerleri Şekil 2.2'de haritalanmıştır. M_{max} değerleri 6.00-8.06 arasında değişmektedir. Hesaplanan değerler 4 farklı guruba ($M_{max} < 6.5$, $6.5 < M_{max} < 7.5$, $7.5 \leq M_{max} < 8.0$, $M_{max} > 8.0$) ayrılarak her grup için farklı renklendirmeler yapılarak M_{max} değerleri haritalanmıştır. En büyük maksimum olası magnitüd değeri (8.00'dan büyük) 10.bölgede elde edilmiştir. En büyük $M_{max}=8.06$ değeri 10.bölgede (Ege Adaları) hesaplanmıştır. Bu bölgede en büyük deprem gözlenmiştir (1926 yılında $M_{max}^{obs}=7.7$). İkinci grup en büyük M_{max} değerleri 7.5-8.0 arasında 8., 11., 12., 13., 14. ve 15. bölgelerde hesaplanmıştır. İkinci en büyük $M_{max}=7.71$ değeri 14.bölge olan Sultandağı Fayında gözlenmiş olup bu bölgede 1931 yılında 7.0 büyüklüğünde deprem meydana gelmiştir. Ege Yayı, Marmaris, Köyceğiz,

Fethiye Fayları bölgesinde 1957 yılında 7.1 büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir ve bu bölgede $M_{max}=7.68$ hesap edilmiştir. 1948 yılında 7.1 büyüklüğünde depremin meydana geldiği Ege Yayı bölgesinde $M_{max}=7.69$ hesap edilmiştir. Gölhisar-Çameli, Acıgöl, Tatarlı Kumdanlı Fayları, Dinar Graben ve Kaş ve Beyşehirgölü Fayları bölgelerinde M_{max} değerleri 7.66 ve 7.50 olarak hesap edilmiştir. Üçüncü grup maksimum olası magnitüd değerleri 6.5-7.5 arasında 1., 2., 3., 4., 5., 7. ve 9. bölgelerde hesap edilmiştir. En düşük $M_{max}=6.00$ değeri Kütahya Fay Zonunu içine alan 6.bölgede hesap edilmiştir.

Araştırılan bölgelerdeki maksimum olası magnitüd değerlerinden yapılan tahminler ile bu bölgelerin gelecek yıllarda deprem üretme potansiyellerinin belirlenmesine katkı sağlayacaktır.



Şekil 2.1. Batı Anadolu'nun farklı 15 kaynak zonu için Bayes yöntemi ile hesaplanan M_{max} değerlerinin dağılımı



Şekil 2.2. Batı Anadolu'nun farklı 15 kaynak zonu için Bayes yöntemi ile hesaplanan b değerlerinin dağılımı

2.5.3. Batı Anadolu Bölgesi Deprem Tehlike Parametrelerin İstatistik Karakteristikleri

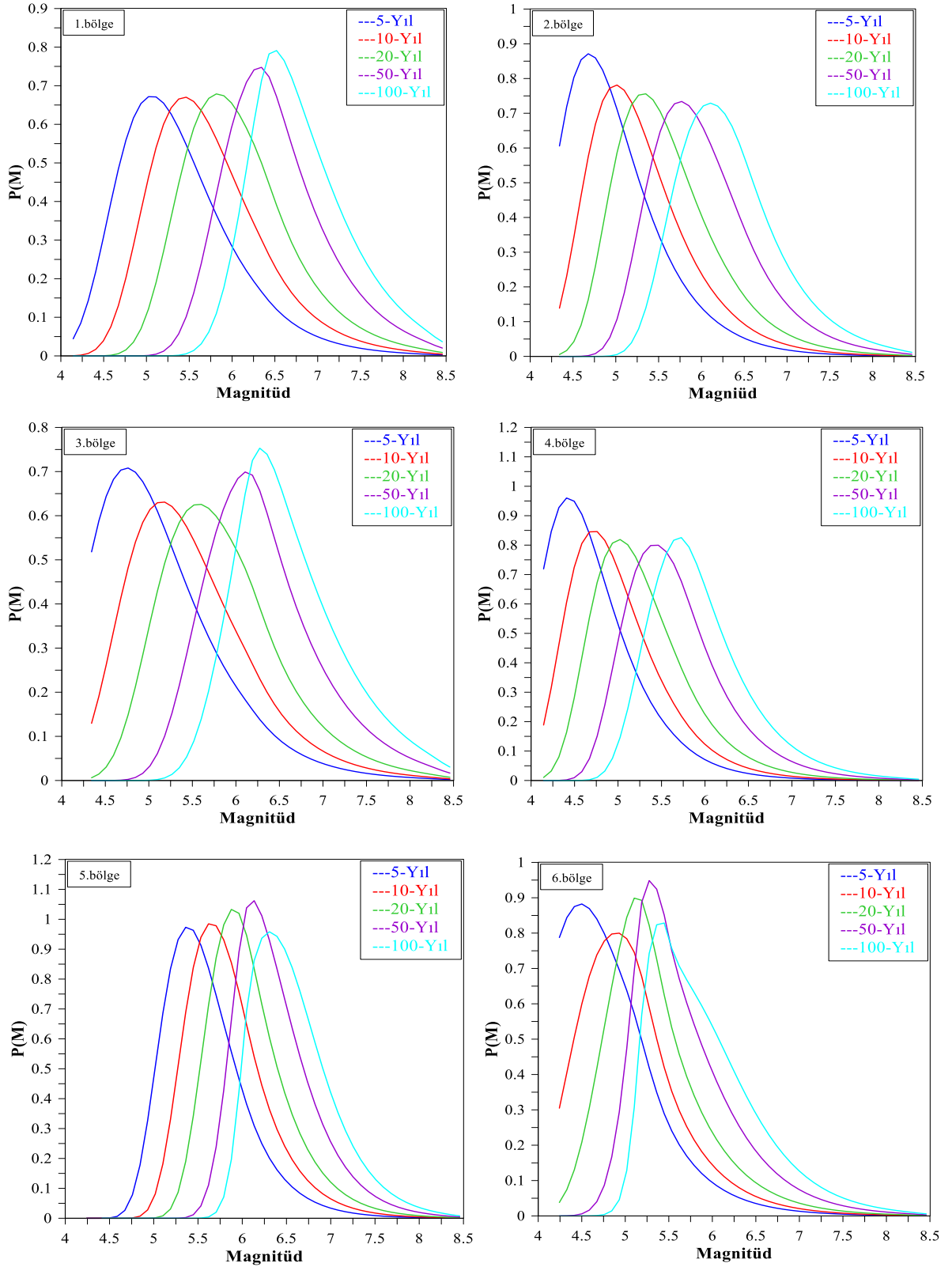
Batı Anadolu 15 farklı kaynak bölgesi için deprem tehlike parametrelerin istatistik karakteristikleri incelenmiştir. Görünür ve gerçek magnitüdlerin değerleri için Batı Anadolu bölgesi her bir kaynak zonu için gelecek 5, 10, 20, 50 ve 100 yıllık zaman aralıklarında $M_{max}(T)$ değerlerine karşılık olasılık hesaplamaları yapılmıştır. $M_{max}(T) \geq 4$ değerler için hesaplamalar yapılmış, 4-8.5 aralığındaki magnitüdlere gelecek yıllar içerisinde meydana geleceği deprem olasılıkları incelenmiştir. Yapılan hesaplamalar ile en küçük $M_{max}(T)$ değeri 4 ve en büyük $M_{max}(T)$ değeri 8.5 olarak alınmıştır.

Görünür magnitüd değerleri için $M_{max}(T)$ 'nin sonsal olasılık yoğunluk değerleri gelecek $T=5, 10, 20, 50$ ve 100 yıllık zaman aralıklarında farklı bölgeler için hesaplanmıştır. (Şekil 2.3). Gerçek magnitüd değerleri için $M_{max}(T)$ 'nin sonsal olasılık yoğunlukları gelecek $T=5, 10, 20, 50$ ve 100 yıl içinde 15 farklı bölge için elde edilmiştir (Şekil 2.4). Batı Anadolu Bölgesi'nin her bir kaynak zonu için olasılık hesaplamaları yapılmıştır. Gerçek magnitüd değerleri Tablo 1.5'deki hesaplamalar sonucunda hesaplanmıştır. Batı Anadolu bölgesinin 15 farklı bölgesi için gerçek magnitüd değerleri hesaplanan $M_{max} \pm \sigma_{M_{max}}$ formülünden değerler yerine koyularak gerçek magnitüd değerleri elde edilir. Görünür magnitüd değerleri için $M_{max}(T)$ 'nin sonsal olasılık fonksiyonları gelecek $T=5, 10, 20, 50$ ve 100 yıllar içerisinde 15 farklı bölge için hesap edilmiştir (Şekil 2.5). Gerçek magnitüd değerleri için $M_{max}(T)$ 'nin sonsal olasılık fonksiyonları gelecek $T=5, 10, 20, 50$ ve 100 yıllar içerisinde 15 farklı bölge için hesap edilmiştir (Şekil 2.6).

Görünür magnitüd değerleri için $1-\Phi(M)=\text{Prob}(M_{max}(T) \geq M)$ 'nin 'kuyruk' olasılıkları gelecek $T=5, 10, 20, 50$ ve 100 yıl içinde 15 farklı bölge için hesap edilmiştir (Şekil 2.7).

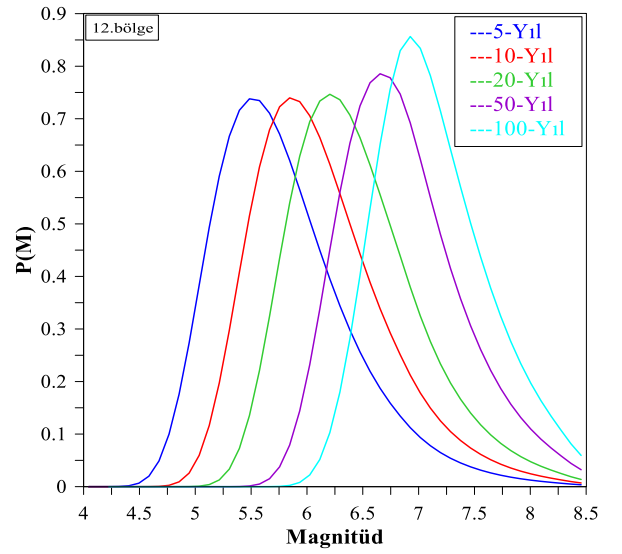
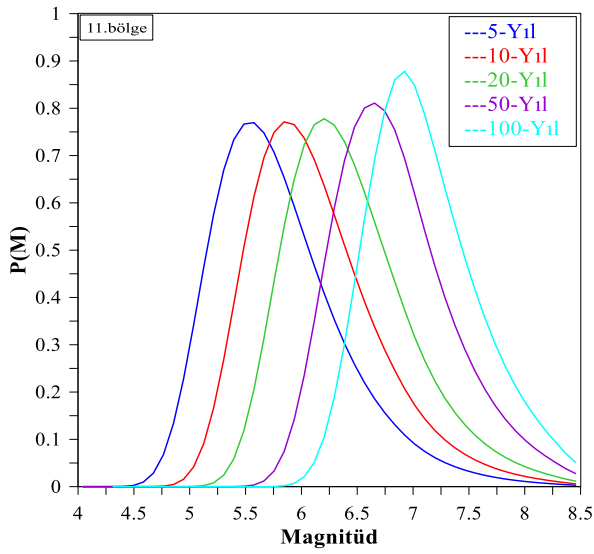
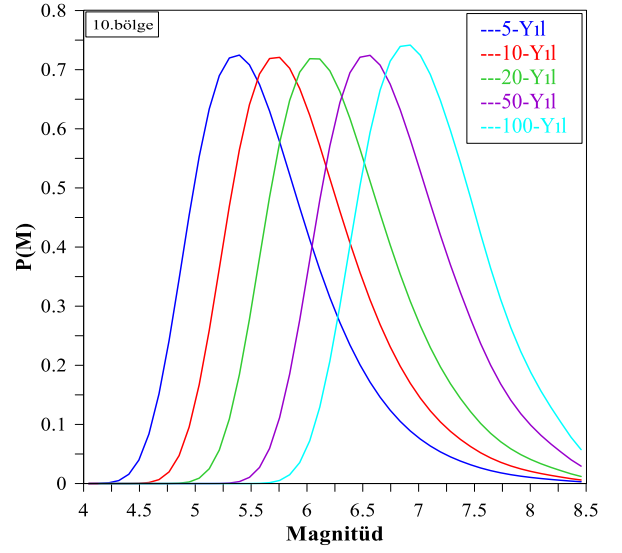
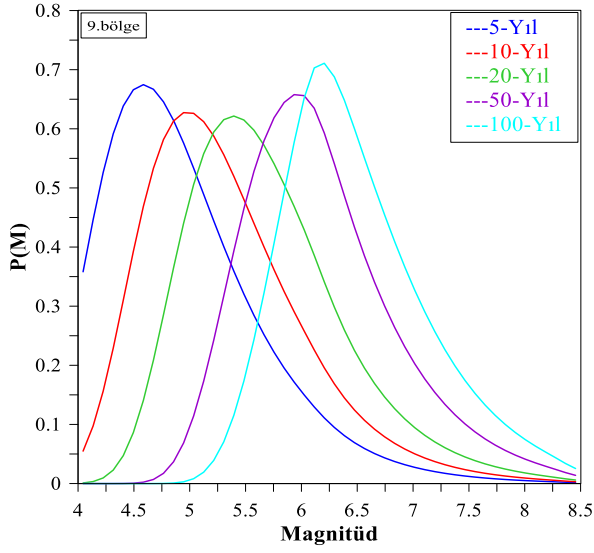
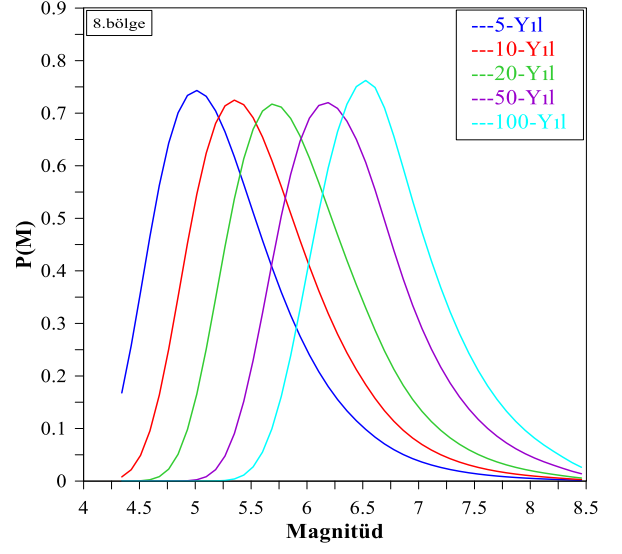
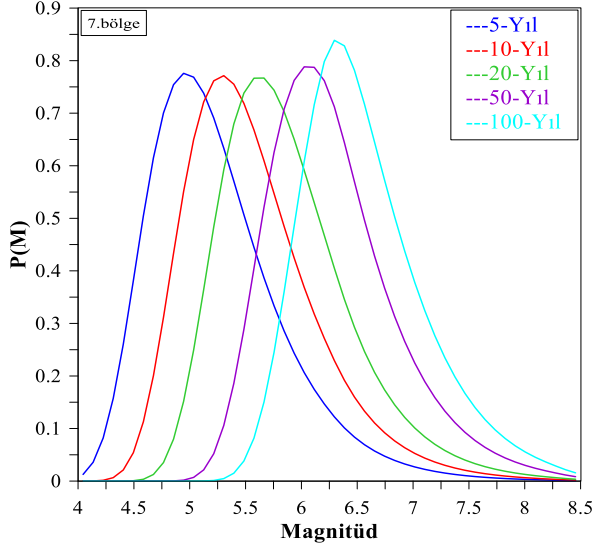
Gerçek magnitüd değerleri için $1-\Phi(M)=\text{Prob}(M_{max}(T) \geq M)$ 'nin 'kuyruk' olasılıkları gelecek $T=5, 10, 20, 50$ ve 100 yıllar içerisinde 15 farklı bölge için hesap edilmiştir (Şekil 2.8).

Şekil 2.7 ve Şekil 2.8 incelendiğinde 4 büyüklüğünde bir depremin oluşma olasılığının 15 bölge için gelecek 5, 10, 20, 50 ve 100 yıllar içerisinde %100 olduğu gözlenmiştir. 8.5 büyüklüğünde bir depremin oluşma olasılığının 15 bölge için gelecek 5, 10, 20, 50 ve 100 yıllar içerisinde %0.01 olduğu gözlenmiştir.

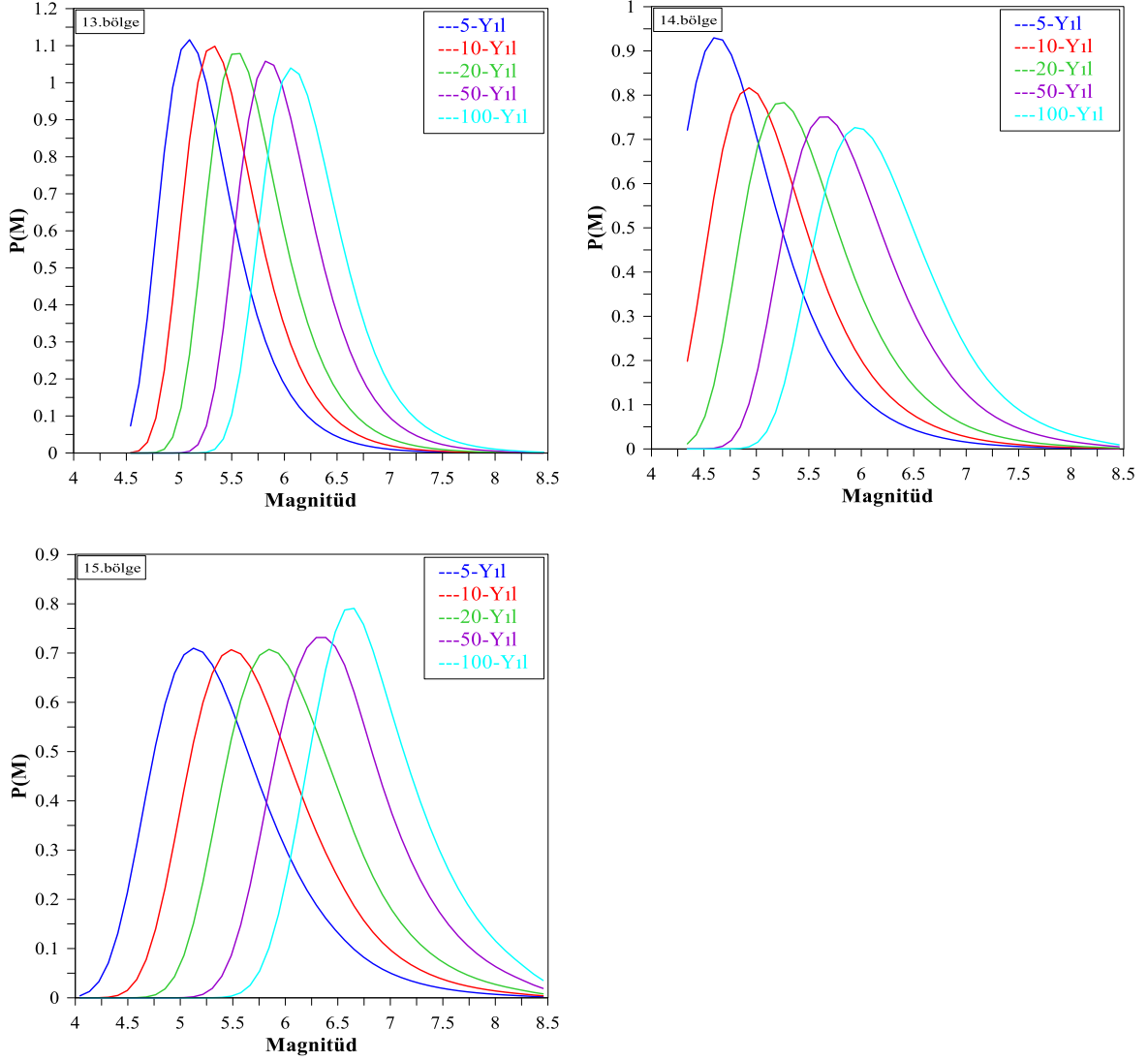


Şekil 2.3. 15 farklı bölge için gelecek $T=5, 10, 20, 50$ ve 100 yıllık zaman aralıklarında deprem tehlike parametrelerinin istatistiksel karakteristiklerinin 'görünür magnitüd' değerleri ($M_{\max}(T)$)'nin olasılık yoğunluk grafikleri

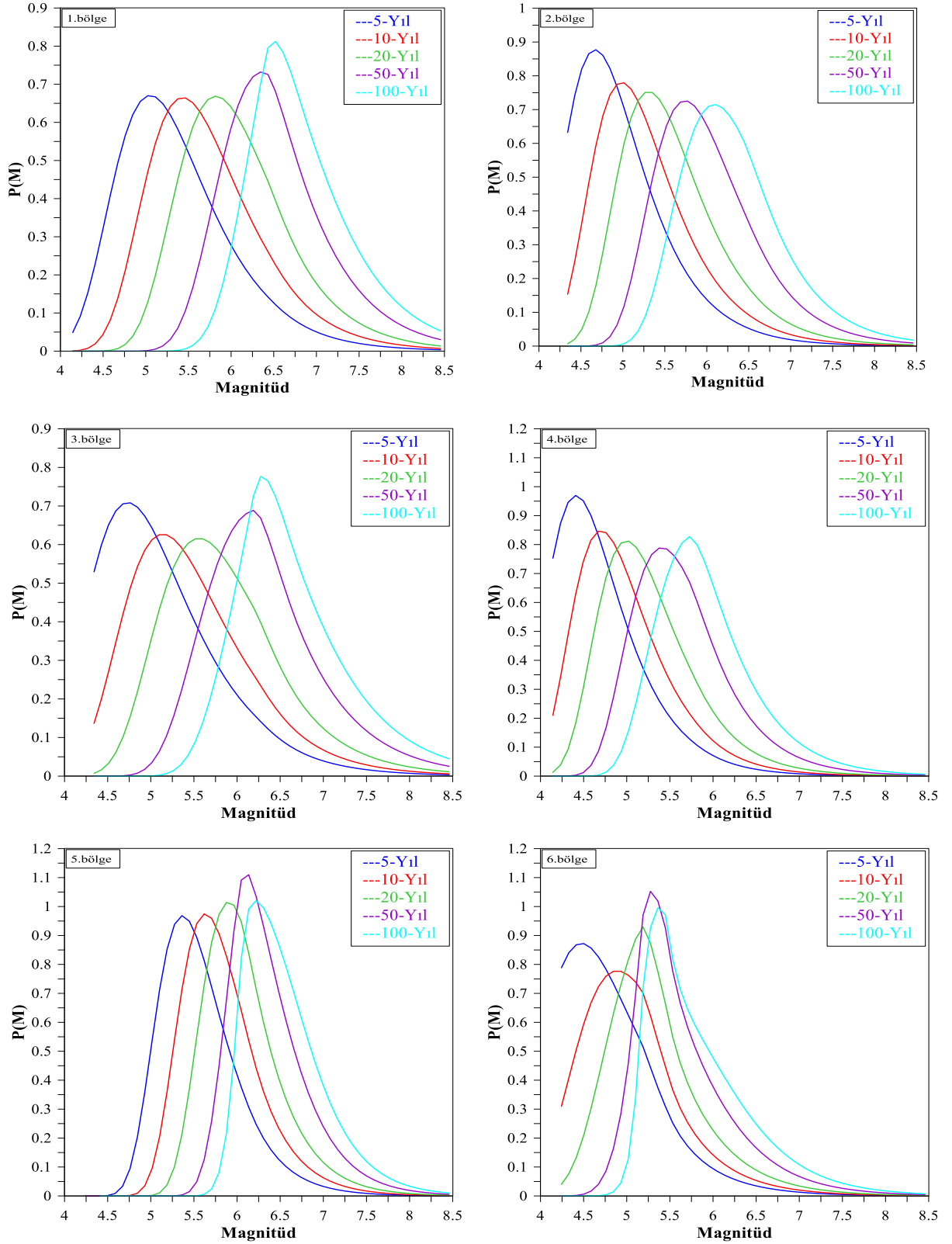
Şekil 2.3'ün devamı



Şekil 2.3'ün devamı

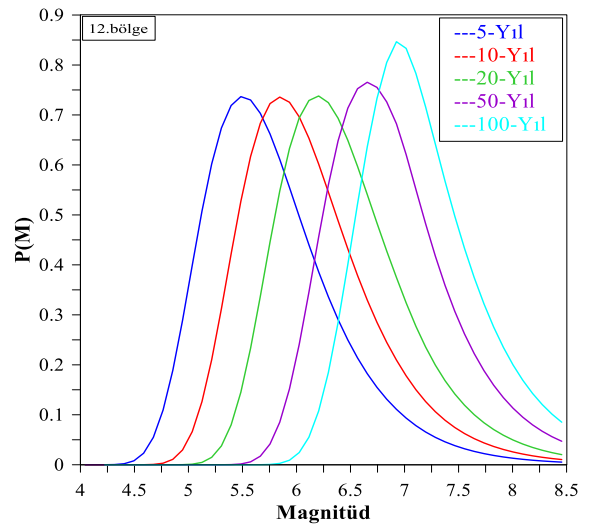
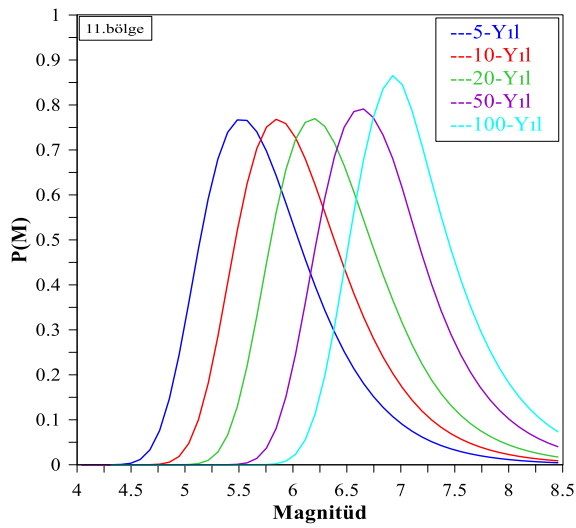
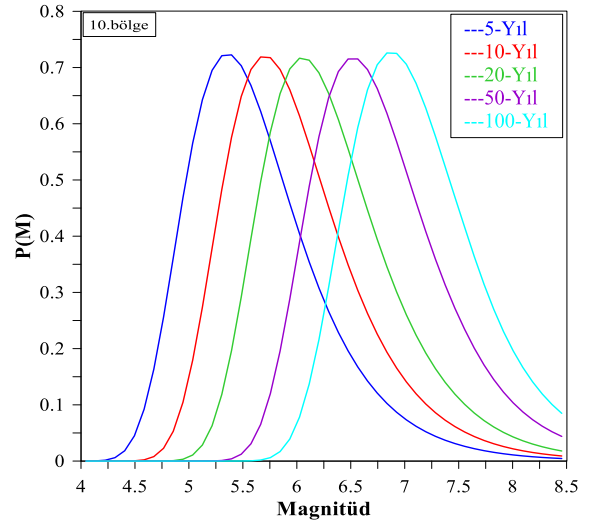
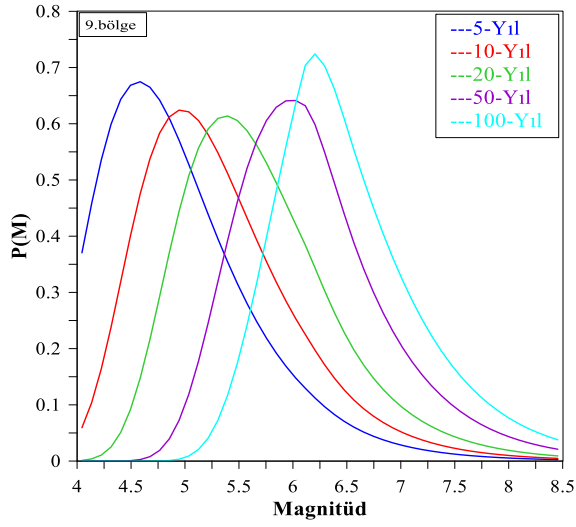
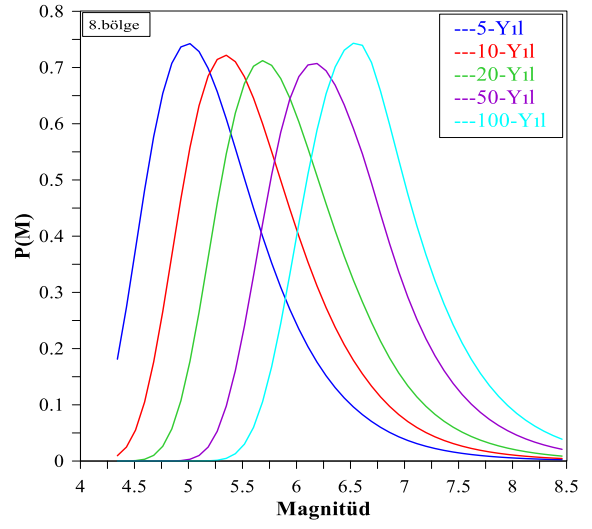
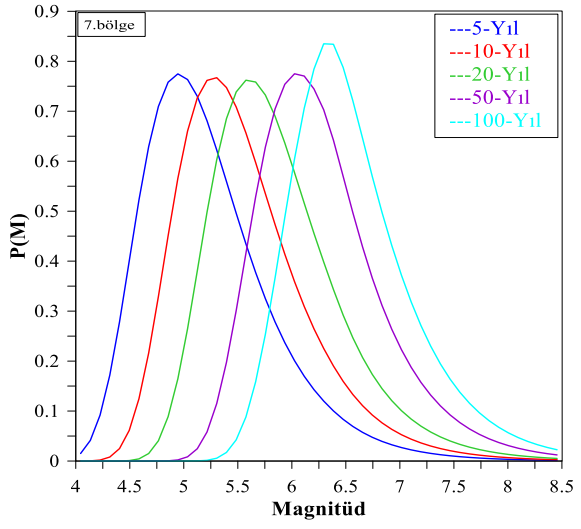


Görünür magnitüd değerleri için gelecek 5, 10, 20, 50 ve 100 yıllar içerisinde 'kuyruk' olasılık grafiklerinde 15 farklı bölge için gerçek magnitüd değerlerinde meydana gelebilecek olasılık değerleri incelendiğinde, 4-5.5 magnitüd değerlerinde deprem olma olasılık değerlerinin %100'den küçük olduğu, 6-7.5 magnitüd aralığındaki değerlerinde deprem olma olasılık değerlerinin %90'dan küçük olduğu, 7.5-8.5 magnitüd aralığındaki değerlerinde deprem olma olasılık değerlerinin %20'den küçük olduğu sonucuna varılmıştır.

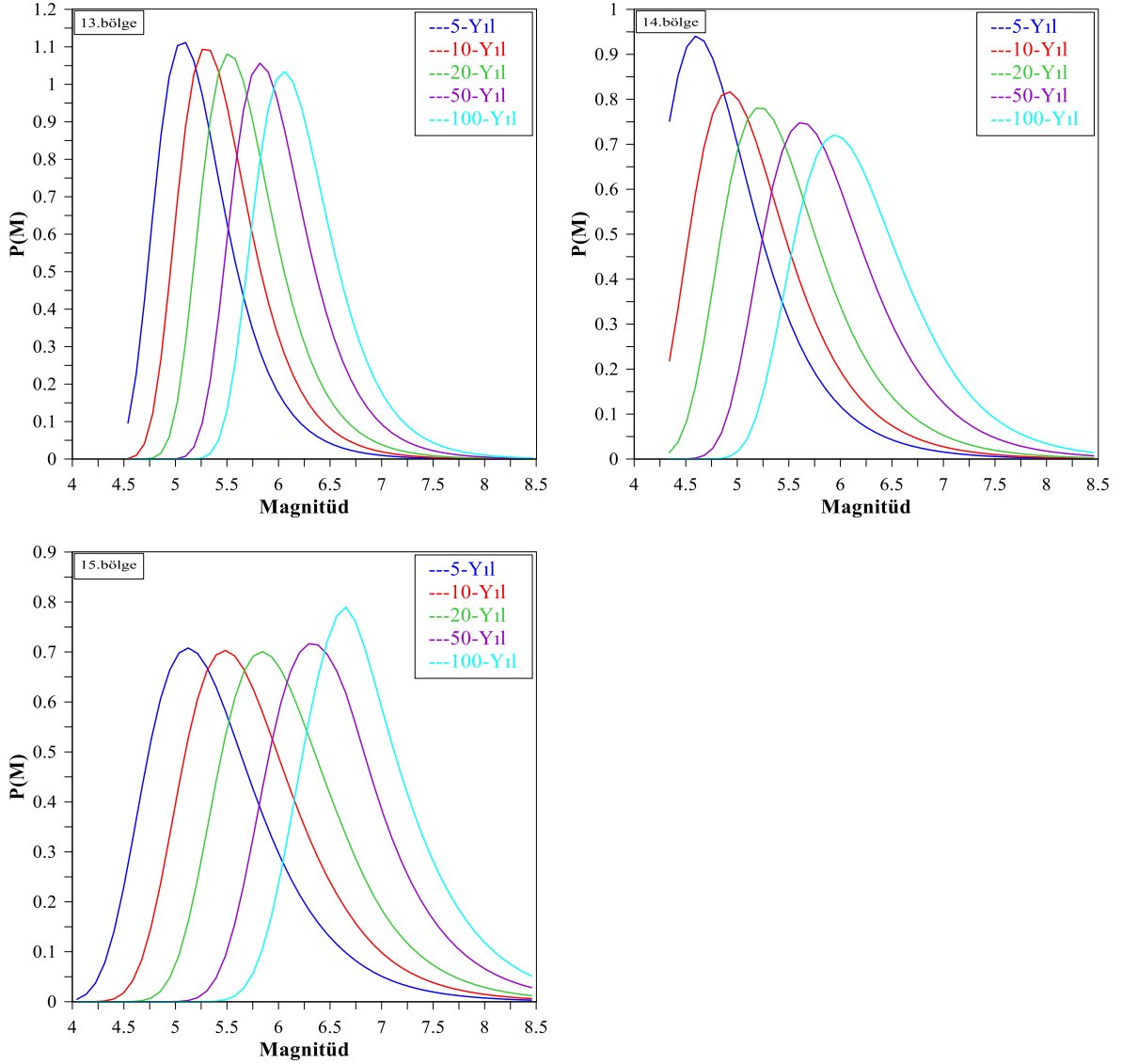


Şekil 2.4. 15 farklı bölge için gelecek $T=5, 10, 20, 50$ ve 100 yıllık zaman aralıklarında deprem tehlike parametrelerinin istatistiksel karakteristiklerinin 'gerçek magnitüd' değerleri ($M_{\max}(T)$)'nin olasılık yoğunluk grafikleri

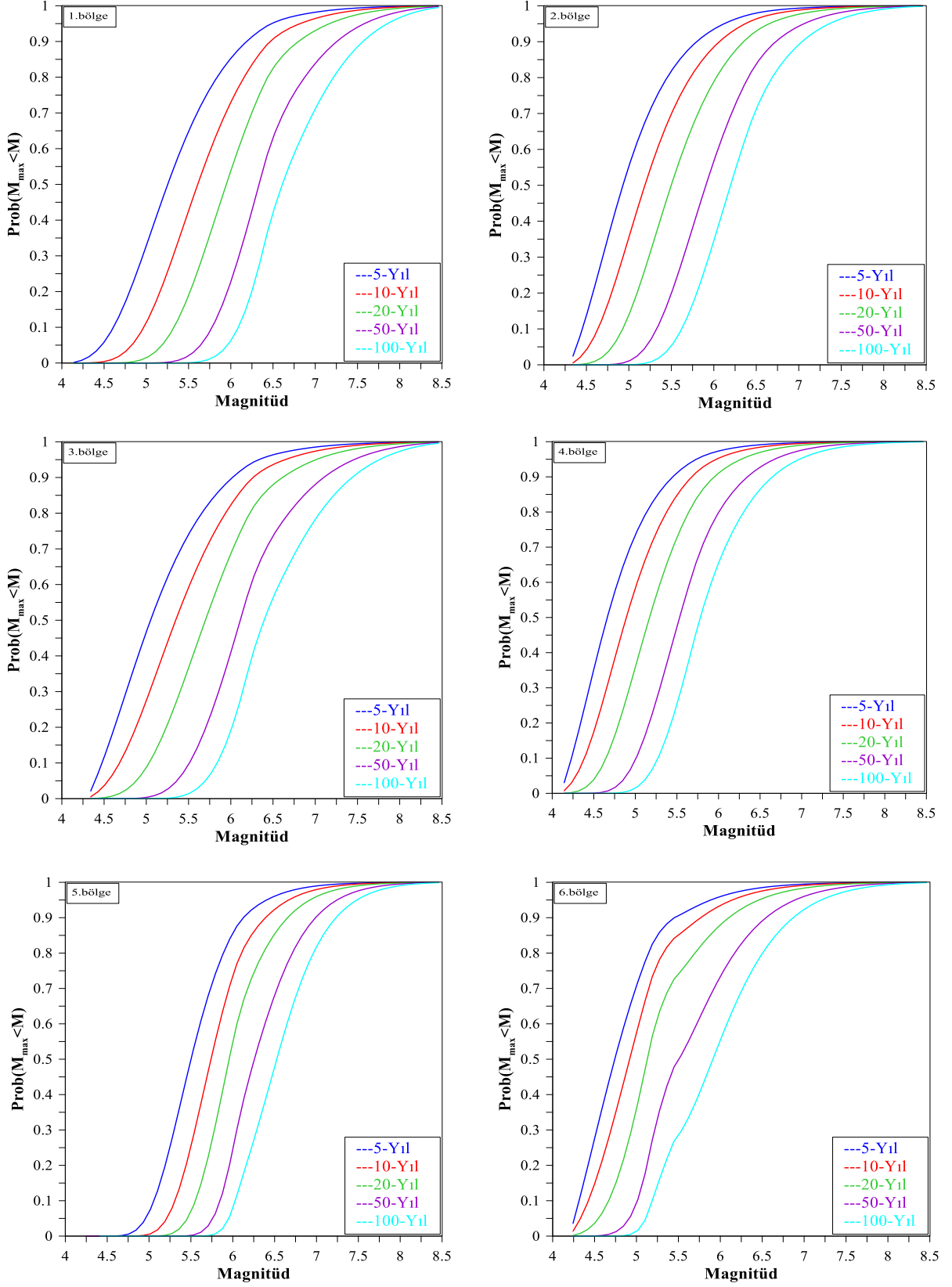
Şekil 2.4'ün devamı



Şekil 2.4'ün devamı

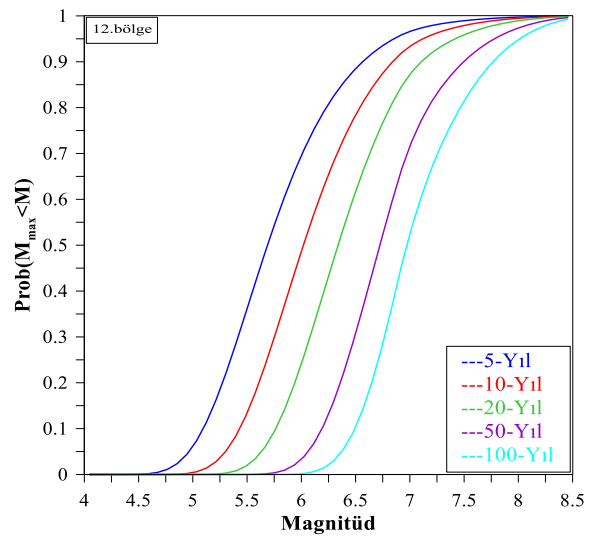
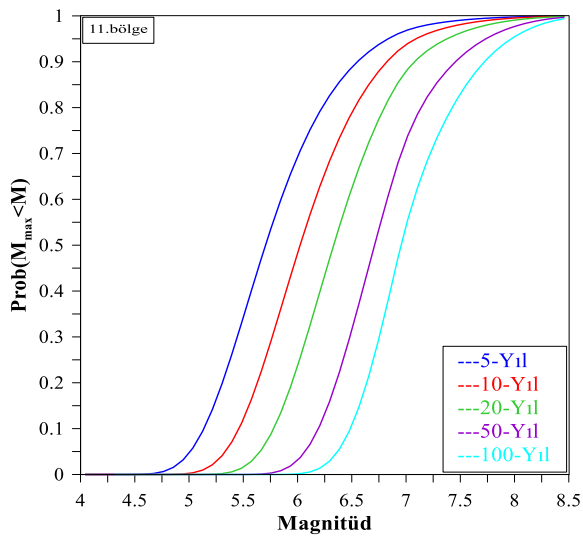
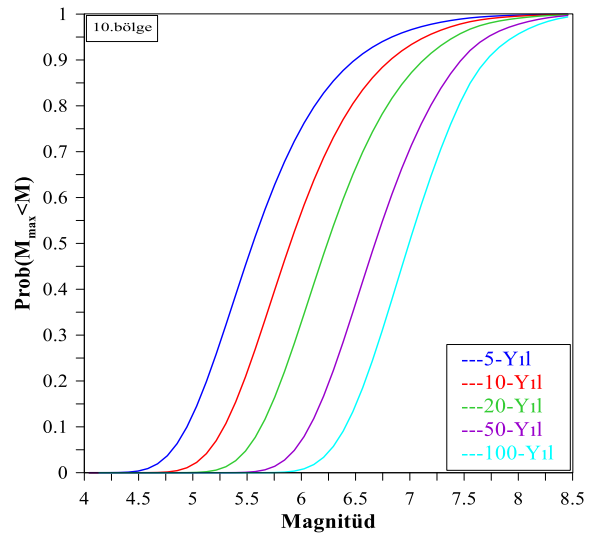
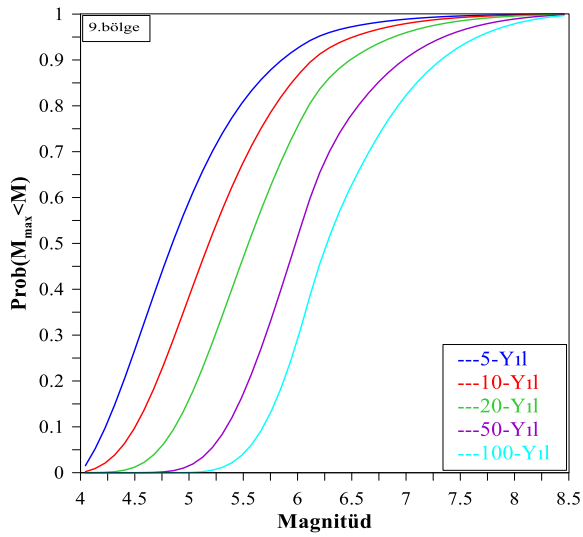
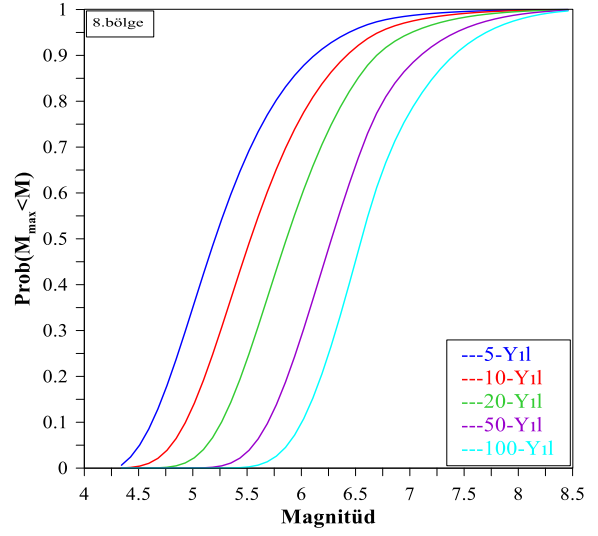
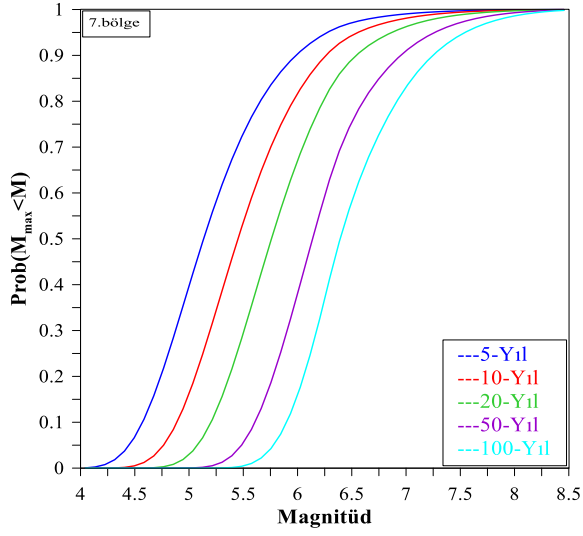


Gerçek magnitüd değerleri için gelecek 5, 10, 20, 50 ve 100 yıllar içerisinde 'kuyruk' olasılık grafiklerinde 15 farklı bölge için gerçek magnitüd değerlerinde meydana gelebilecek olasılık değerleri incelendiğinde, 4-5.5 magnitüd değerlerinde deprem olma olasılık değerlerinin %100'den küçük olduğu, 6-7.5 magnitüd aralığındaki değerlerinde deprem olma olasılık değerlerinin %90'dan küçük olduğu, 7.5-8.5 magnitüd aralığındaki değerlerinde deprem olma olasılık değerlerinin %20'den küçük olduğu sonucuna varılmıştır.

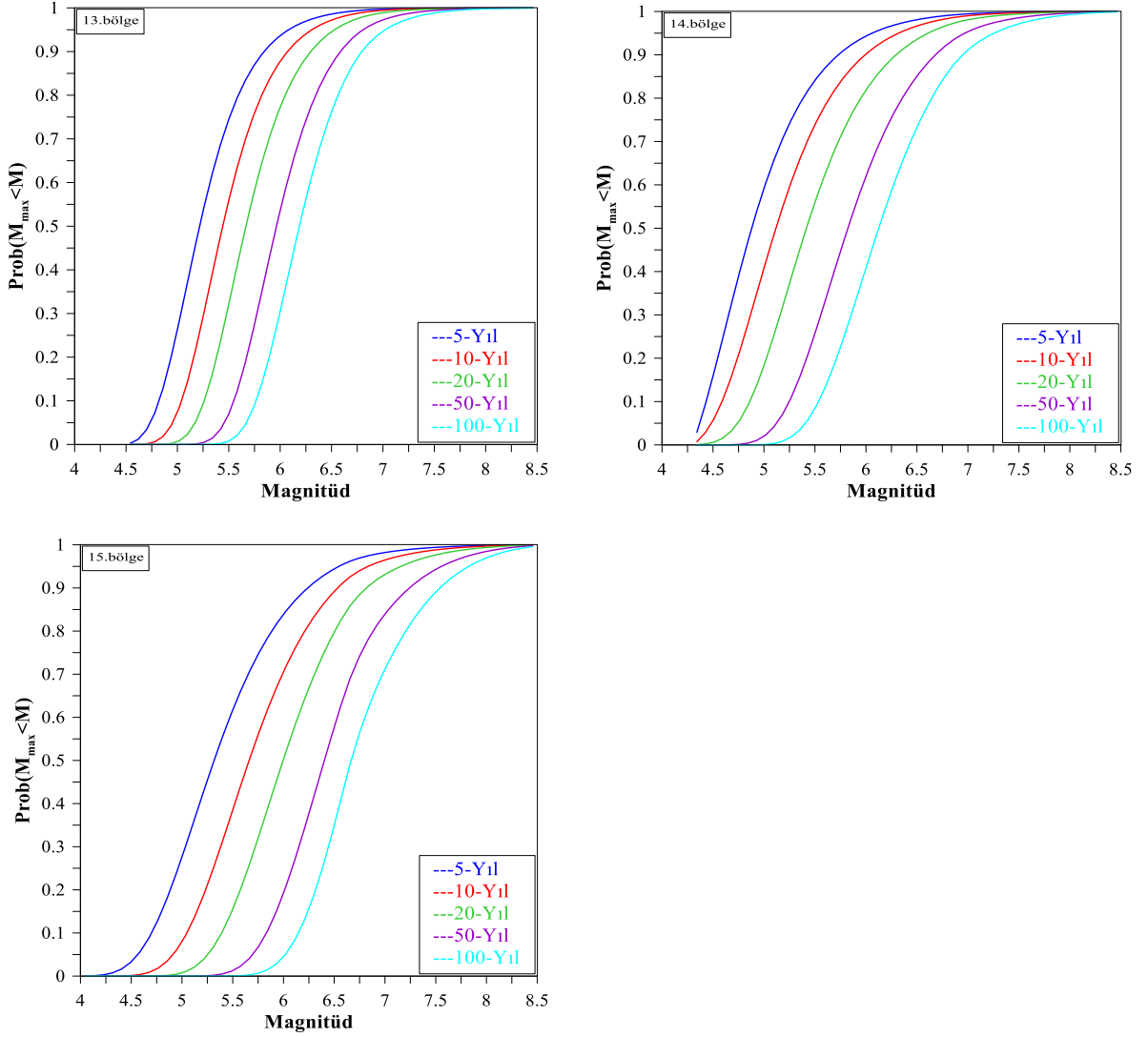


Şekil 2.5. 15 farklı bölge için gelecek $T=5, 10, 20, 50$ ve 100 yıllık zaman aralıklarında deprem tehlike parametrelerinin istatistiksel karakteristiklerinin ‘görünür magnitüd’ değerleri ($M_{\max}(T)$) ‘nin olasılık fonksiyon grafikleri

Şekil 2.5'in devamı

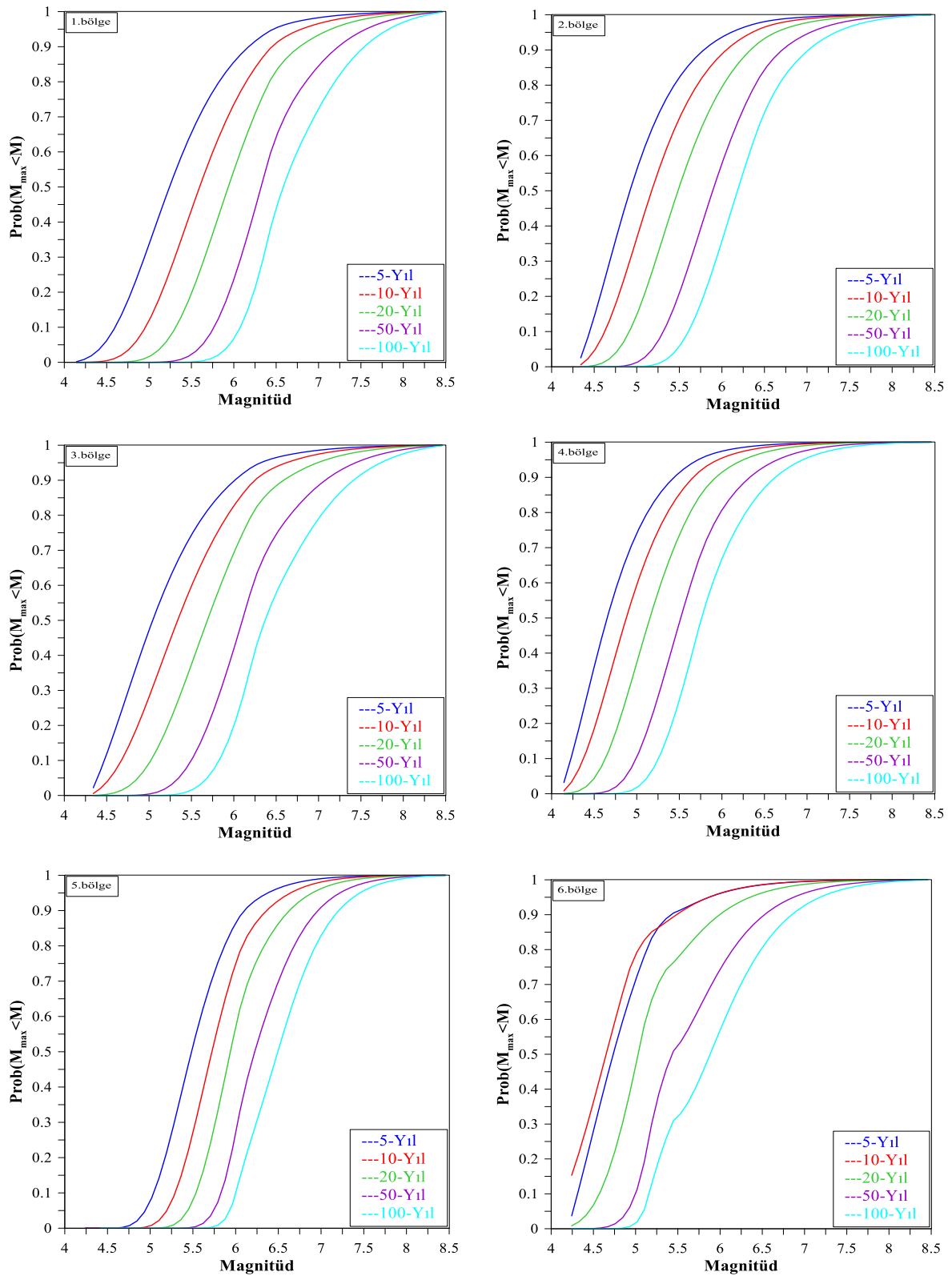


Şekil 2.5'in devamı



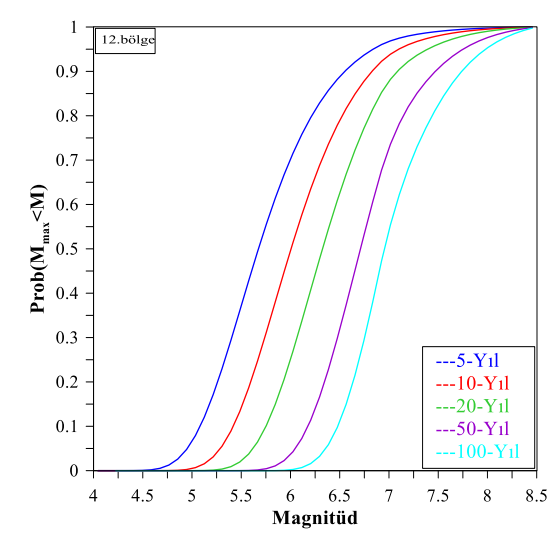
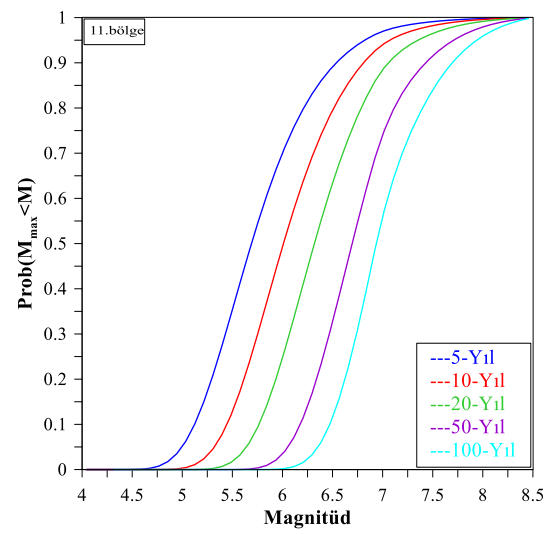
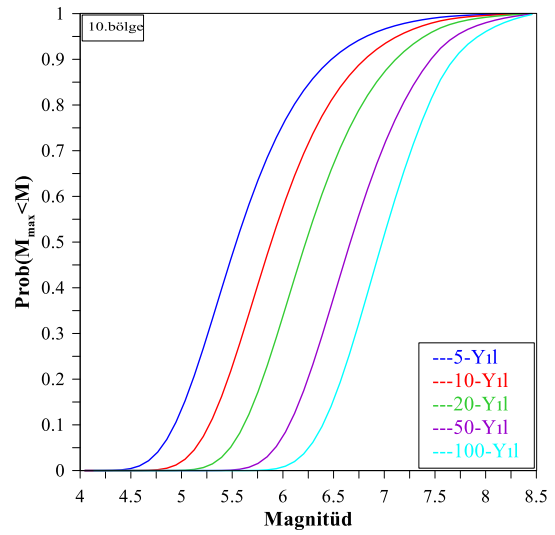
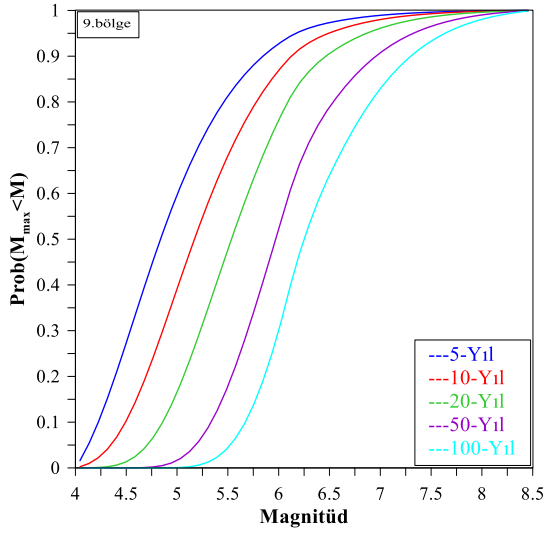
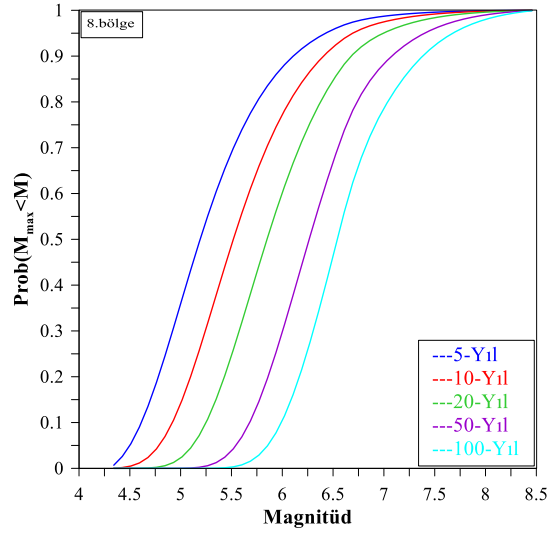
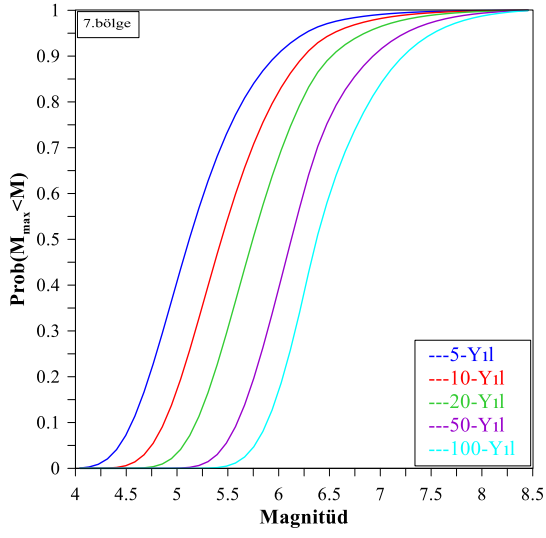
Batı Anadolu 15 farklı bölgesinin görünür ve gerçek magnitüd değerleri için ‘olasılık’ grafikleri çizilmiştir (Şekil 2.9 ve Şekil 2.10). Bu şekillerde; $\alpha=0.50$, $\alpha=0.70$ ve $\alpha=0.90$ olasılık seviyelerinin magnitüd değerleri her bir bölge için gösterilmiştir. Gerçek ve görünür magnitüd değerleri için belirlenen olasılık seviyelerinde ‘magnitüdlere olasılıkları’ tahmin edilmiştir (Tablo 1.8 ve Tablo 1.9). Bu iki tablo karşılaştırılırsa, Tablo 1.9’daki değerlerin Tablo 1.8’deki değerlere göre daha az olduğu gözlenmiştir. Tablo 1.8’de ve Tablo 1.9’da elde edilen görünür ve gerçek magnitüd değerlerine ε hata miktarları eklenmiştir. Bütün değerler arasındaki farklılığın çok düşük olduğu gözlenmiştir ve bu farklılık verinin kalitesine bağlı olup küçük hataları içerir. Bu durum verinin, hesaplamalarda ne kadar önemli olduğunu göstermiştir.

15 farklı bölge içinde 10.bölgede (Ege Adaları) ve 12.bölgede (Ege Yayı, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Fayları) gelecek 100-yıl içerisinde %50 olasılıkla oluşabilecek en yüksek magnitüd değerleri 6.99 büyüklüğünde hesap edilmiştir. Bu bölgelerde en büyük depremlerin meydana gelmiştir. 100-yıl içinde %50 olasılıkla en düşük görünür magnitüd değeri 6.bölgede (Kütahya Fay Zonu) 5.58 büyüklüğünde hesap edilmiştir. Gelecek 50-yıl içinde %50 olasılıkla en yüksek görünür magnitüd değeri 12.bölgede (Ege Yayı, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Fayları 6.73 büyüklüğünde hesap edilmiştir. 50-yıl içinde %50 olasılıkla en düşük görünür magnitüd değeri 6.bölgede (Kütahya Fay Zonu) 5.42 büyüklüğünde hesap edilmiştir. 5.bölge (Simav, Gediz-Dumlupınar Fayları) ve 6.bölge (Kütahya Fay Zonu) gelecek 50-yıl içinde %50 olasılık seviyesinde görünür magnitüd değerleri, bu bölgelerde aletsel katalog içerisinde maksimum gözlenen magnitüd değerlerinden daha yüksektir. 1.bölge (Aliağa Fayı) gelecek 50-yıl içinde %70 olasılık seviyesinde görünür magnitüd değerleri, bu bölgelerde aletsel katalog içerisinde maksimum gözlenen magnitüd değerlerinden daha yüksektir. 15 farklı bölge içinde 10.bölgede (Ege Adaları) gelecek 100-yıl içerisinde %70 olasılıkla gözlenen en yüksek magnitüd değeri 7.26 büyüklüğünde hesap edilmiştir. Bu bölgede gelecek 100-yıl içinde %70 olasılıkla en büyük deprem meydana gelecektir. 100-yıl içerisinde %70 olasılıkla gözlenen en düşük magnitüd değeri 6.bölgede (Kütahya Fay Zonu) 5.71 büyüklüğünde hesap edilmiştir. Bu bölgede gelecek 100-yıl içinde %70 olasılıkla 5.71 büyüklüğünde bir deprem meydana gelme olasılığı çok düşüktür. Gelecek 50-yıl içerisinde %70 olasılıkla gözlenen en yüksek magnitüd değeri 12.bölge (Ege Yayı, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Fayları) 6.98 büyüklüğünde hesap edilmiştir. Bu bölgede gelecek 50-yıl içerisinde %70 olasılıkla 6.98 büyüklüğünde deprem meydana gelecektir. Gelecek 50-yıl içerisinde %70 olasılıkla gözlenen en düşük görünür magnitüd değeri 6.bölgede (Kütahya Fay Zonu) 5.57 büyüklüğünde hesap edilmiştir. 15 farklı bölge içinde 10.bölgede (Ege Adaları) gelecek 100-yıl içerisinde %90 olasılıkla gözlenen en yüksek magnitüd değeri 7.66 büyüklüğünde hesap edilmiştir. Bu bölgede gelecek 100-yıl içinde en büyük magnitüdü depremin oluşma ihtimali yüksektir. 15 farklı bölge için 100-yıl içerisinde %90 olasılıkla hesaplanan değerlere göre magnitüd değerleri gelecek 5, 10, 20, 50 ve 100 yıllar içerisinde artış göstermiştir. 100-yıl içerisinde %90 olasılıkla hesaplanan en düşük magnitüd değeri 6.bölgede (Kütahya Fay Zonu) 5.89 büyüklüğünde hesap edilmiştir. Bu bölgede gelecek 100-yıl içerisinde %90 olasılıkla 5.89 büyüklüğünde bir depremin meydana gelme olasılığı çok düşüktür.

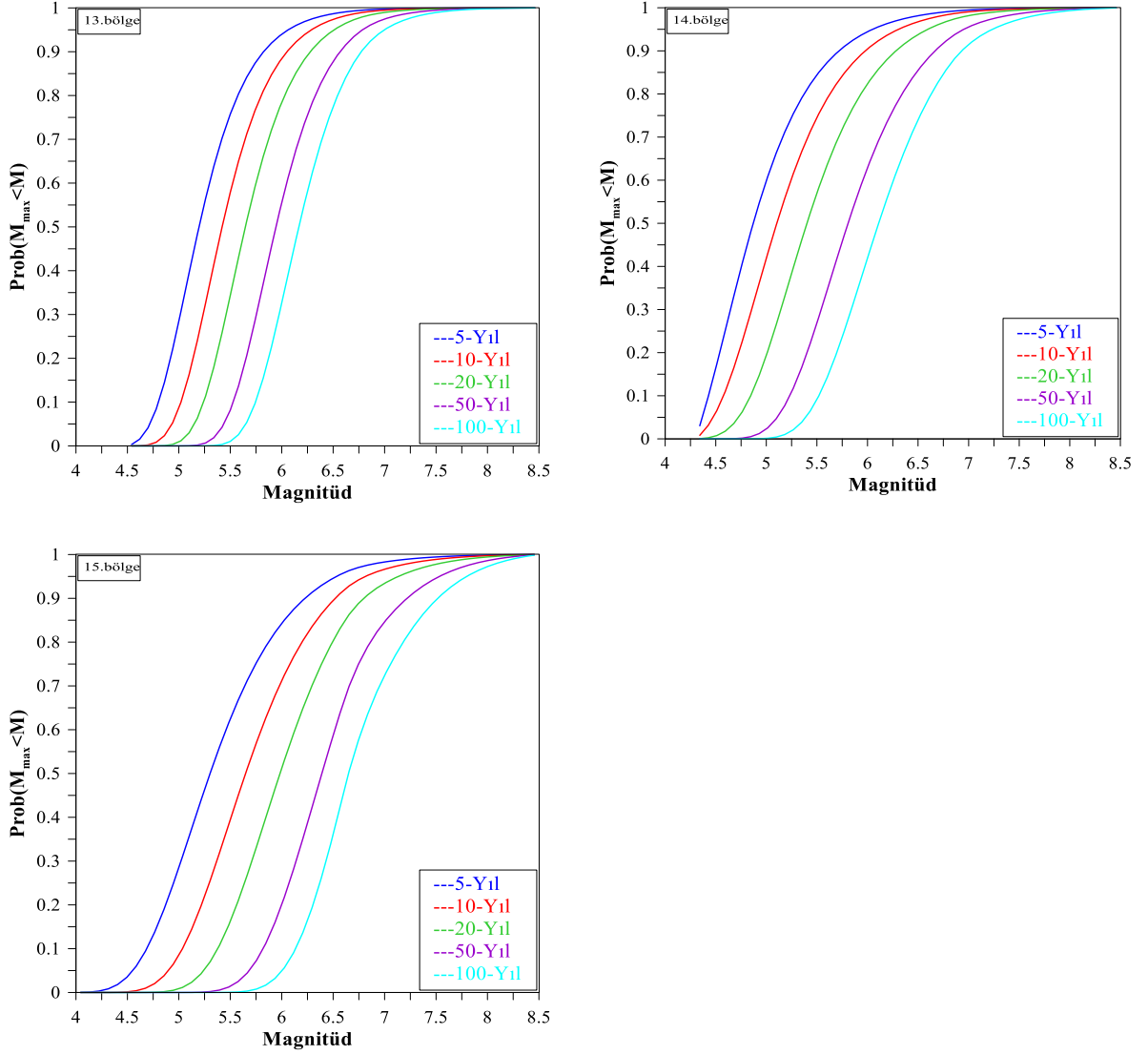


Şekil 2.6. 15 farklı bölge için gelecek $T=5, 10, 20, 50$ ve 100 yıllık zaman aralıklarında deprem tehlike parametrelerinin istatistiksel karakteristiklerinin 'gerçek magnitüd' değerleri ile $(M_{max}(T))$ 'nin olasılık fonksiyon grafikleri

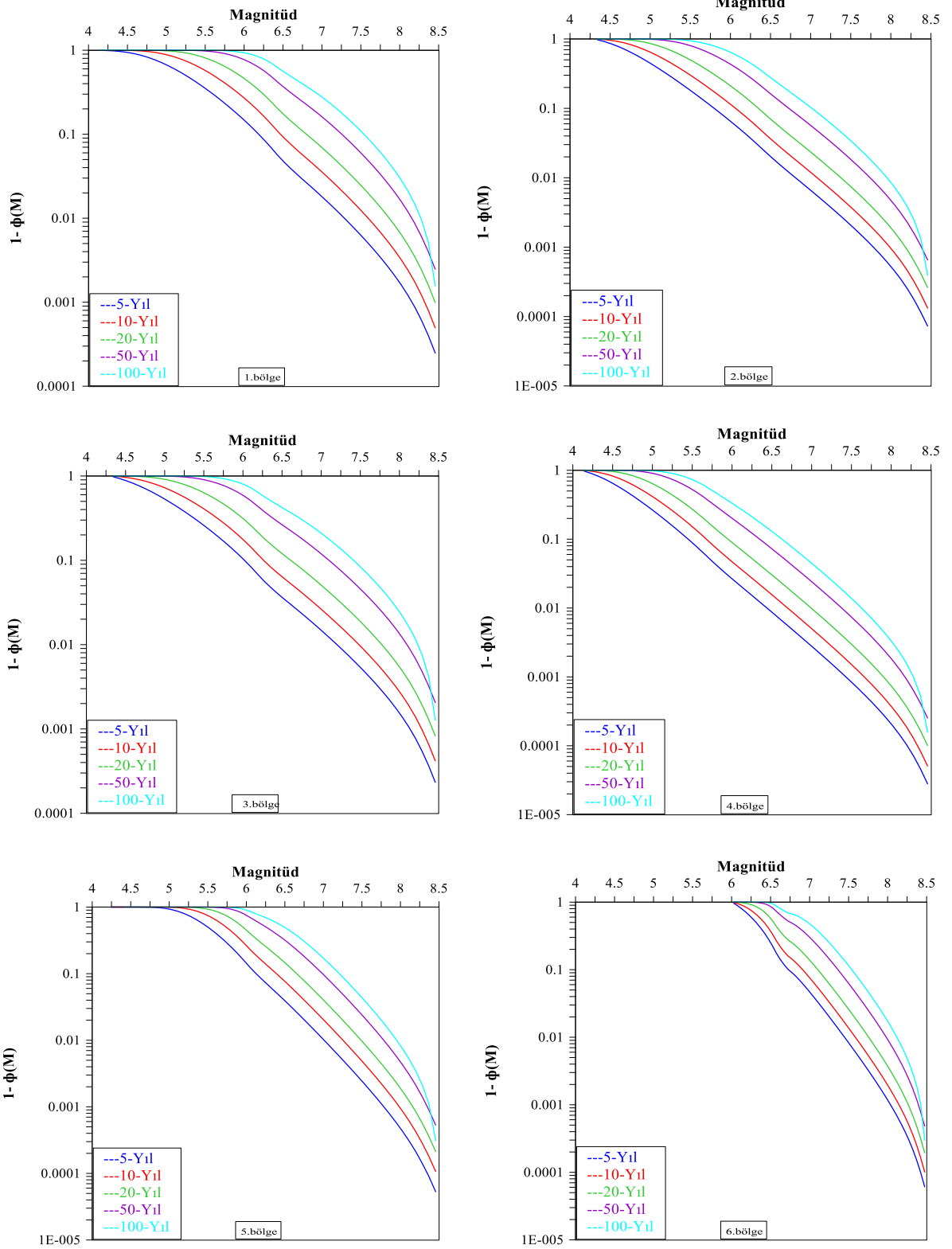
Şekil 2.6'nın devamı



Şekil 2.6'nın devamı

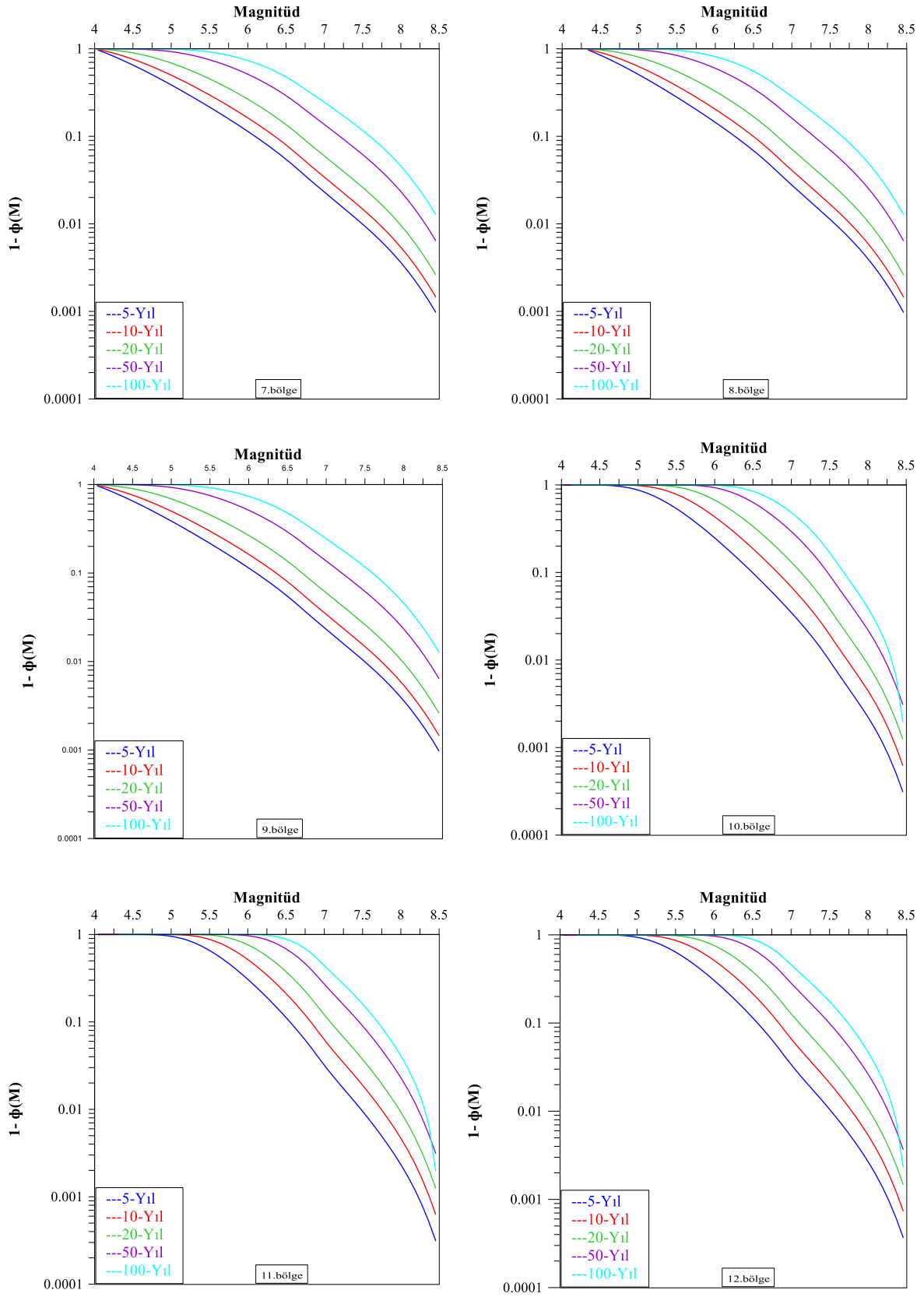


15 farklı bölge için 50-yıl içerisinde %90 olasılıkla hesaplanan en yüksek görünür magnitüd değeri 10.bölgede (Ege Adaları) 7.45 büyüklüğünde hesap edilmiştir. Bu bölgede gelecek 100-yıl içinde %90 olasılıkla 7.45 büyüklüğünde deprem meydana gelecektir. 50-yıl içerisinde %90 olasılıkla hesaplanana en düşük magnitüd değeri 6.bölgede (Kütahya Fay Zonu) 5.80 büyüklüğünde hesap edilmiştir. Bu bölgede gelecek 50-yıl içerisinde %90 olasılıkla 5.80 büyüklüğünde bir depremin meydana gelmesi ihtimali çok düşüktür. 1, 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9., 12., 15. bölgelerde gelecek 50-yıl içinde %90 olasılık seviyesinde görünür magnitüd değerleri, bu bölgelerde aletsel katalog içerisinde maksimum gözlenen magnitüd değerlerinden daha yüksektir.

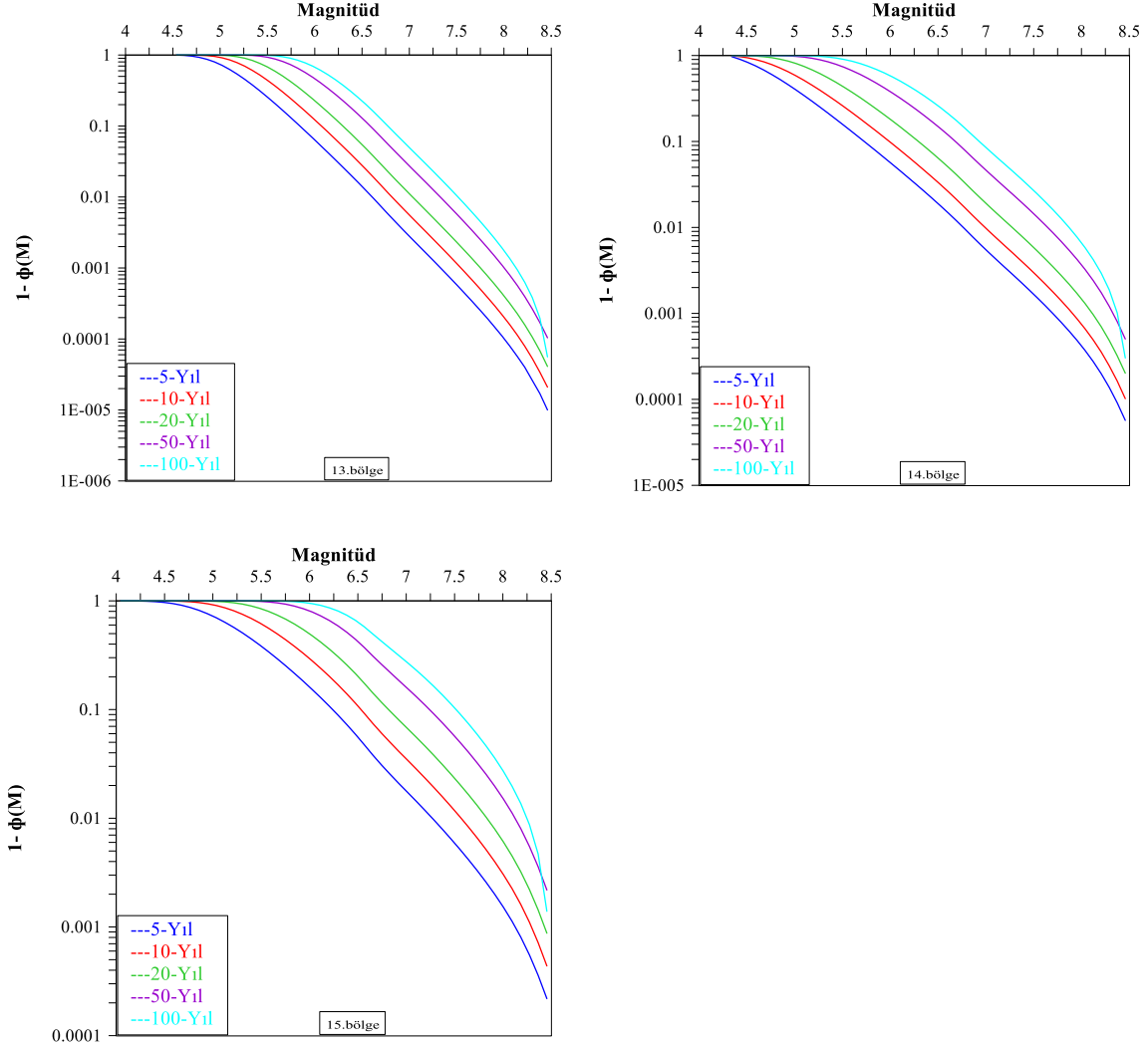


Şekil 2.7. 15 farklı bölge için gelecek $T=5, 10, 20, 50$ ve 100 yıllık zaman aralıklarında deprem tehlike parametrelerinin istatistiksel karakteristiklerinin 'görünür magnitüd' değerleri ($1-\phi(M)=\text{Prob}(M_{\max}(T)\geq M)$)'nin 'kuyruk' olasılık grafikleri

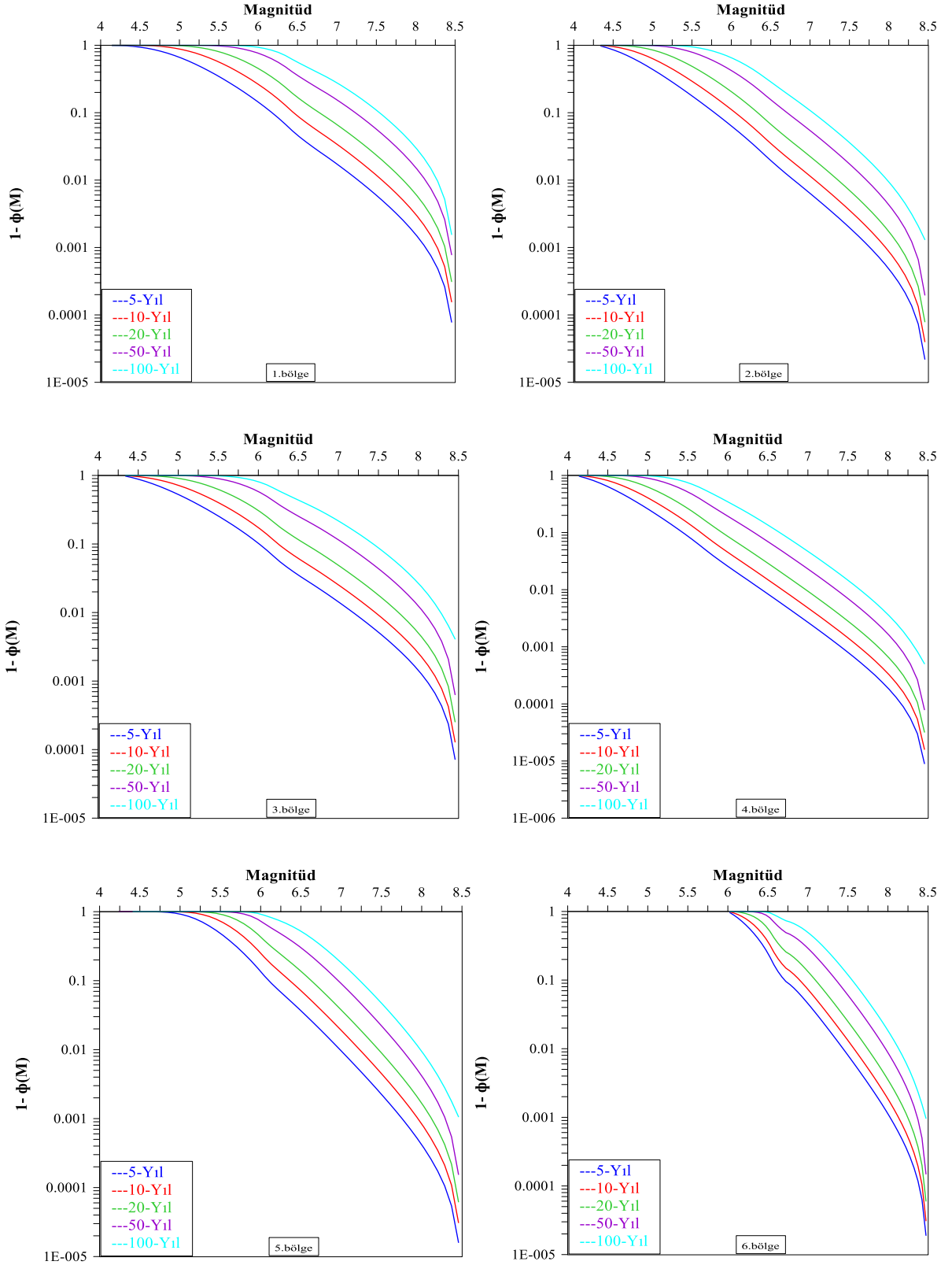
Şekil 2.7'nin devamı



Şekil 2.7'nin devamı

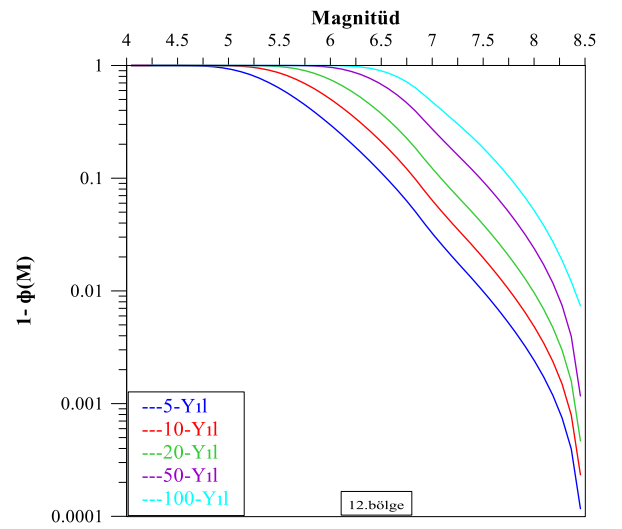
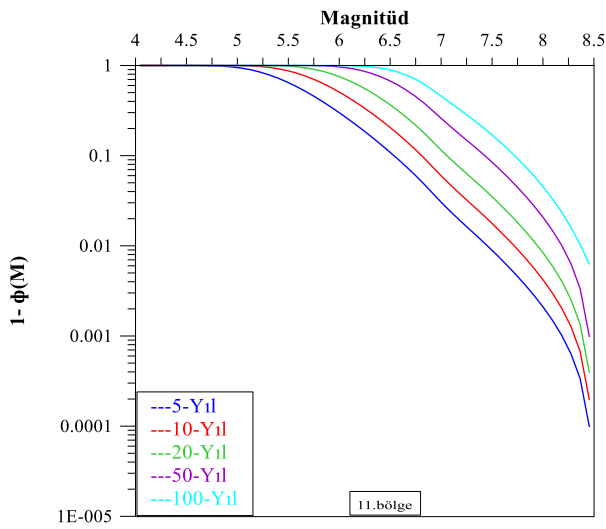
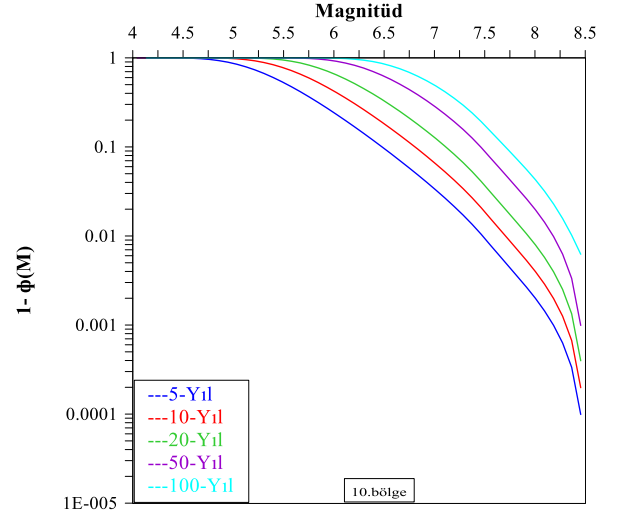
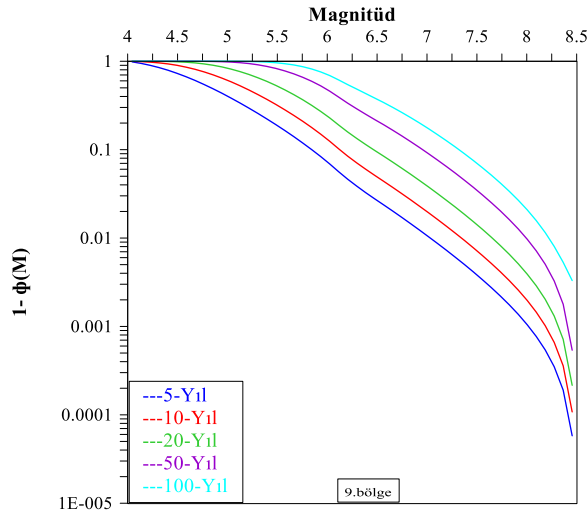
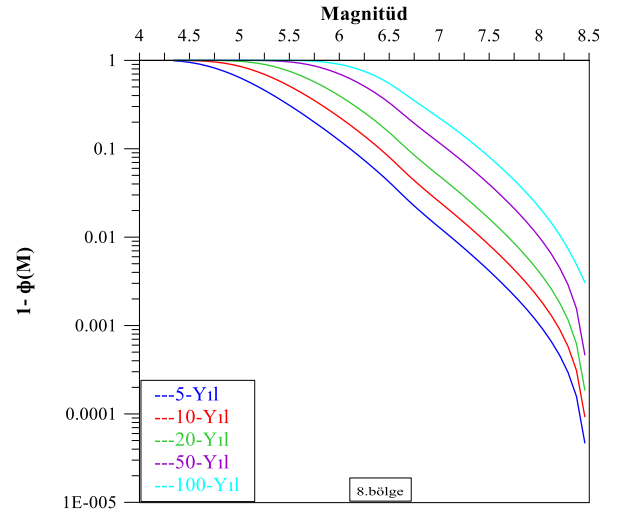
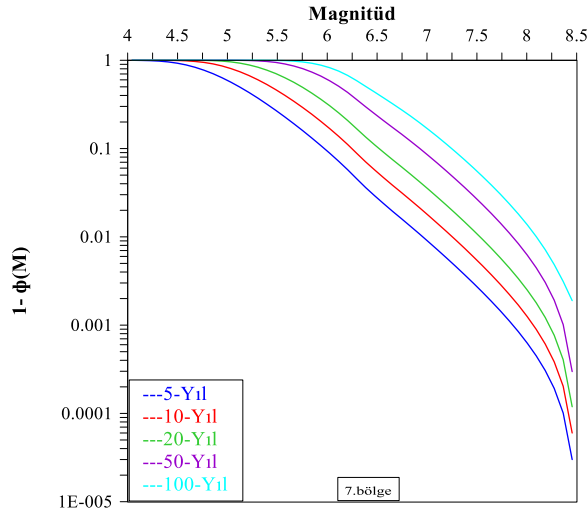


15 farklı bölgede %50 olasılıkla 5-yıl içinde hesaplanan en yüksek görünür magnitüd değeri (5.70) 11.bölgede (Ege Yayı) hesap edilmiştir. %50 olasılıkla 10-yıl içinde hesaplanan en yüksek magnitüd değeri 11.bölgede ve 12.bölgede (Ege Yayı, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Fayları) 6.02 büyüklüğünde hesap edilmiştir. %50 olasılıkla 20-yıl içinde hesaplanan en yüksek magnitüd değeri 11.bölgede ve 12.bölgede (Ege Yayı, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Fayları) 6.33 büyüklüğünde hesap edilmiştir. 15 farklı bölgede %70 olasılıkla 5-yıl içinde hesaplanan en yüksek magnitüd değeri 11.bölgede (Ege Yayı) 6.01 büyüklüğünde hesap edilmiştir. %70 olasılıkla 10-yıl içinde hesaplanan en yüksek magnitüd değeri 11.bölgede ve 12.bölgede (Ege Yayı, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Fayları) 6.32 büyüklüğünde hesap edilmiştir. %70 olasılıkla 20-yıl içinde hesaplanan en yüksek magnitüd değeri (6.62) 12.bölgede (Ege Yayı, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Fayları) hesap edilmiştir.

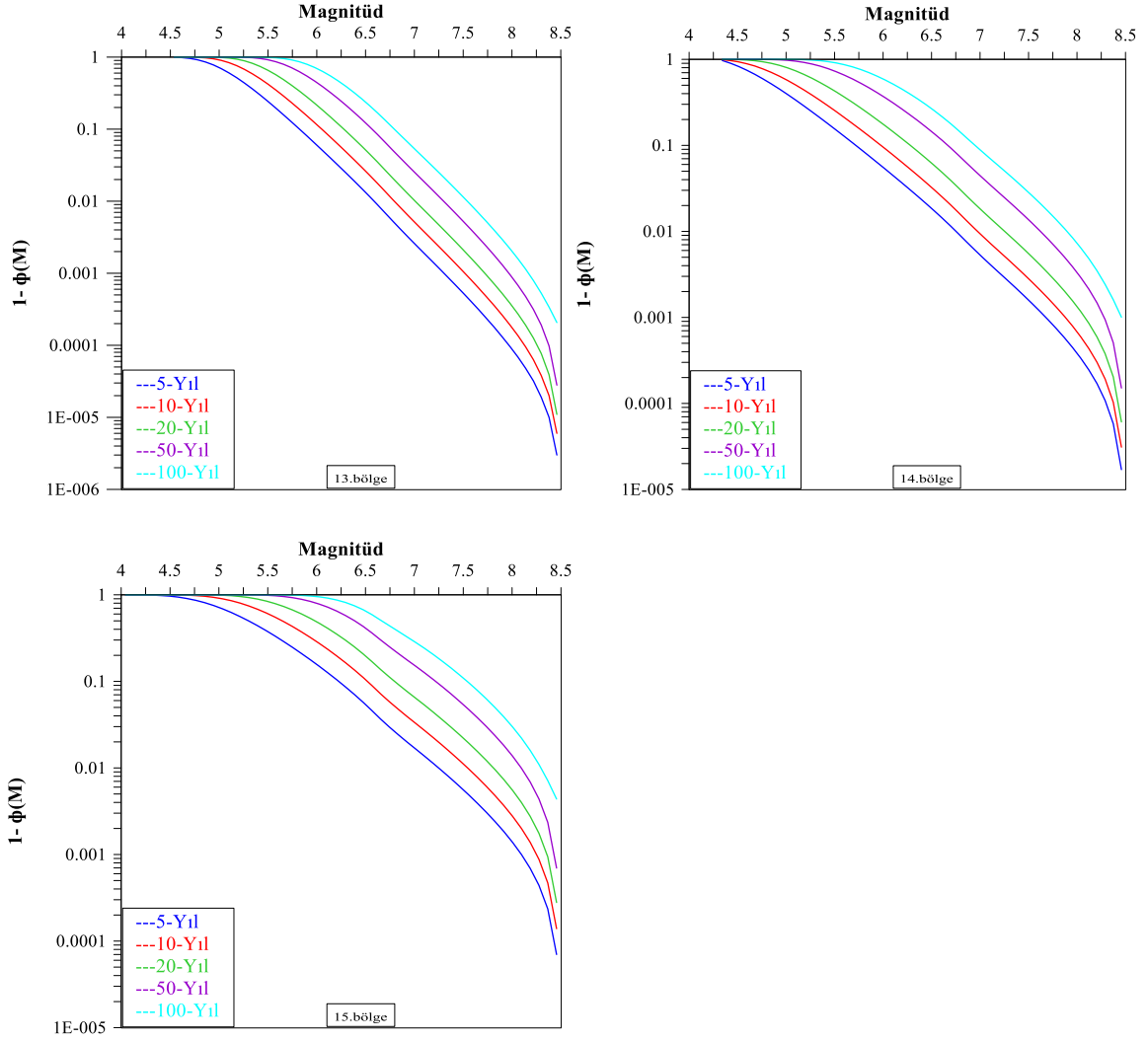


Şekil 2.8. 15-farklı bölge için gelecek $T=5, 10, 20, 50$ ve 100 yıllık zaman aralıklarında deprem tehlike parametrelerinin istatistiksel karakteristiklerinin ‘gerçek magnitüd’ değerleri ($1-\phi(M)=\text{Prob}(M_{\max}(T)\geq M)$)’nin ‘kuyruk’ olasılık grafikleri

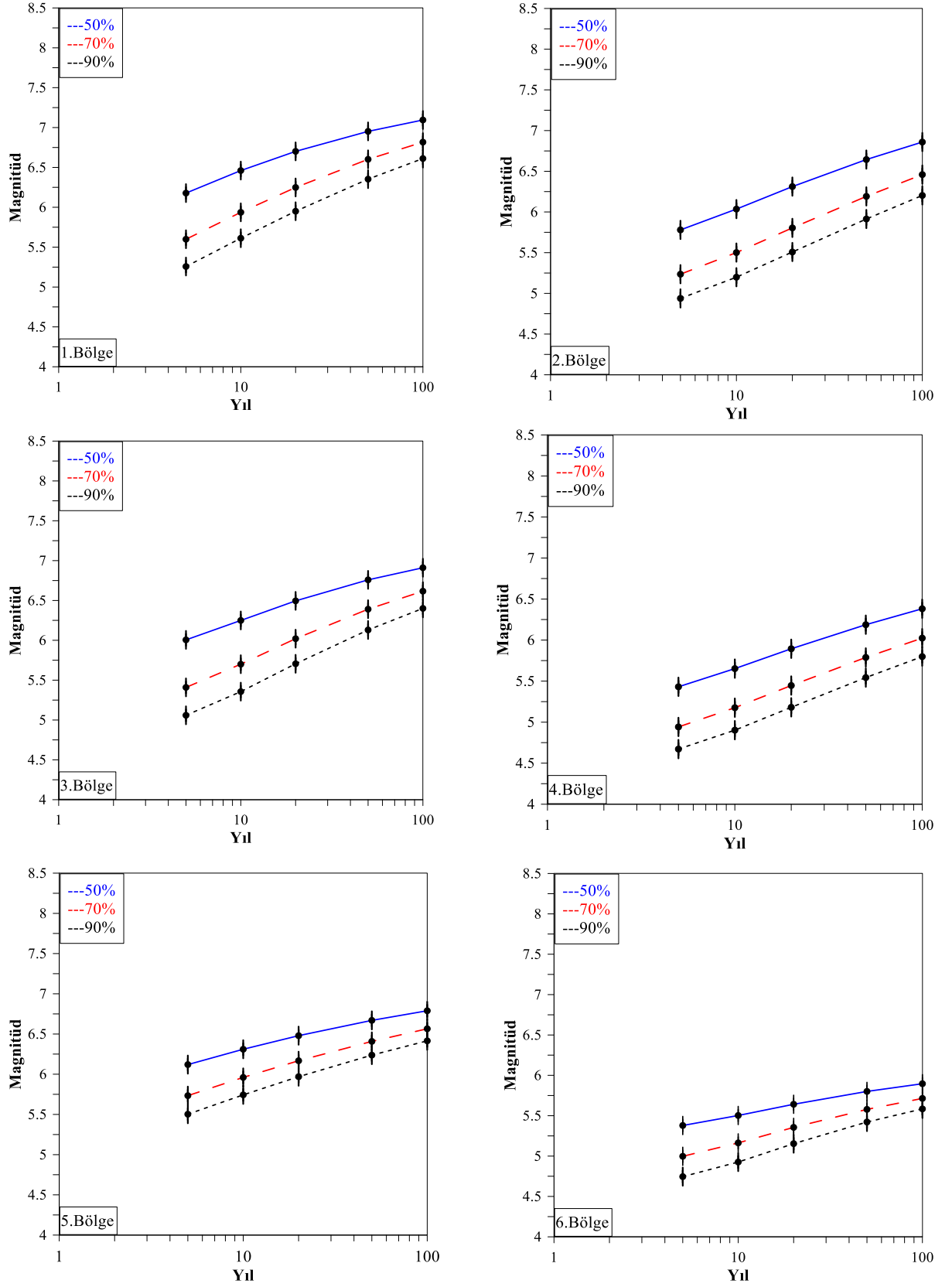
Şekil 2.8'in devamı



Şekil 2.8'in devamı

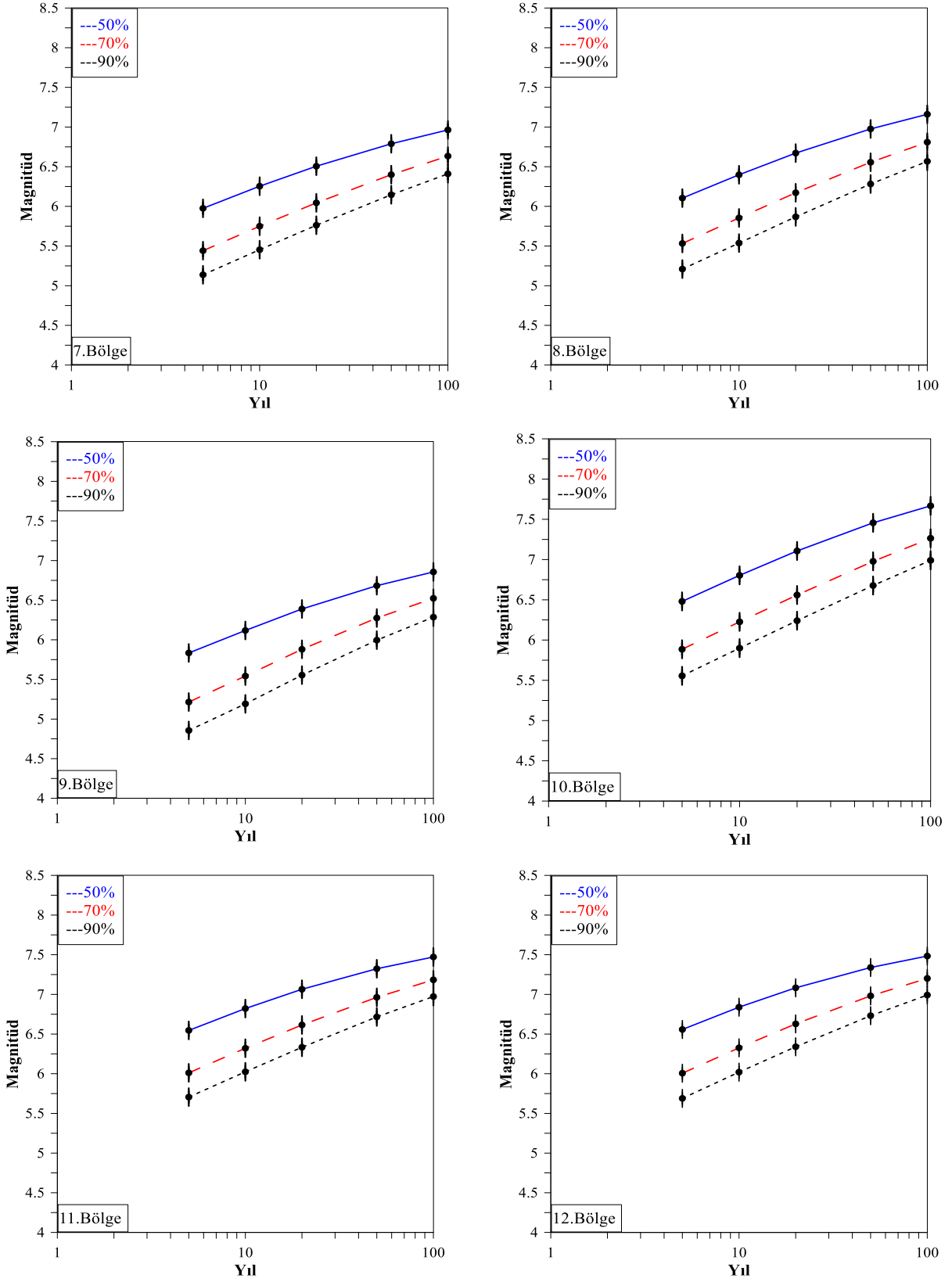


15 farklı bölgede %90 olasılıkla 5-yıl içinde hesaplanan en yüksek magnitüd değeri (6.55) 12.bölgede (Ege Yayı, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Fayları) hesap edilmiştir. %90 olasılıkla 10-yıl içinde hesaplanan en yüksek magnitüd değeri (6.82) 12.bölgede (Ege Yayı, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Fayları) hesap edilmiştir. %90 olasılıkla 20-yıl içinde hesaplanan en yüksek magnitüd değeri (7.08) 12.bölgede (Ege Yayı, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Fayları) hesap edilmiştir.

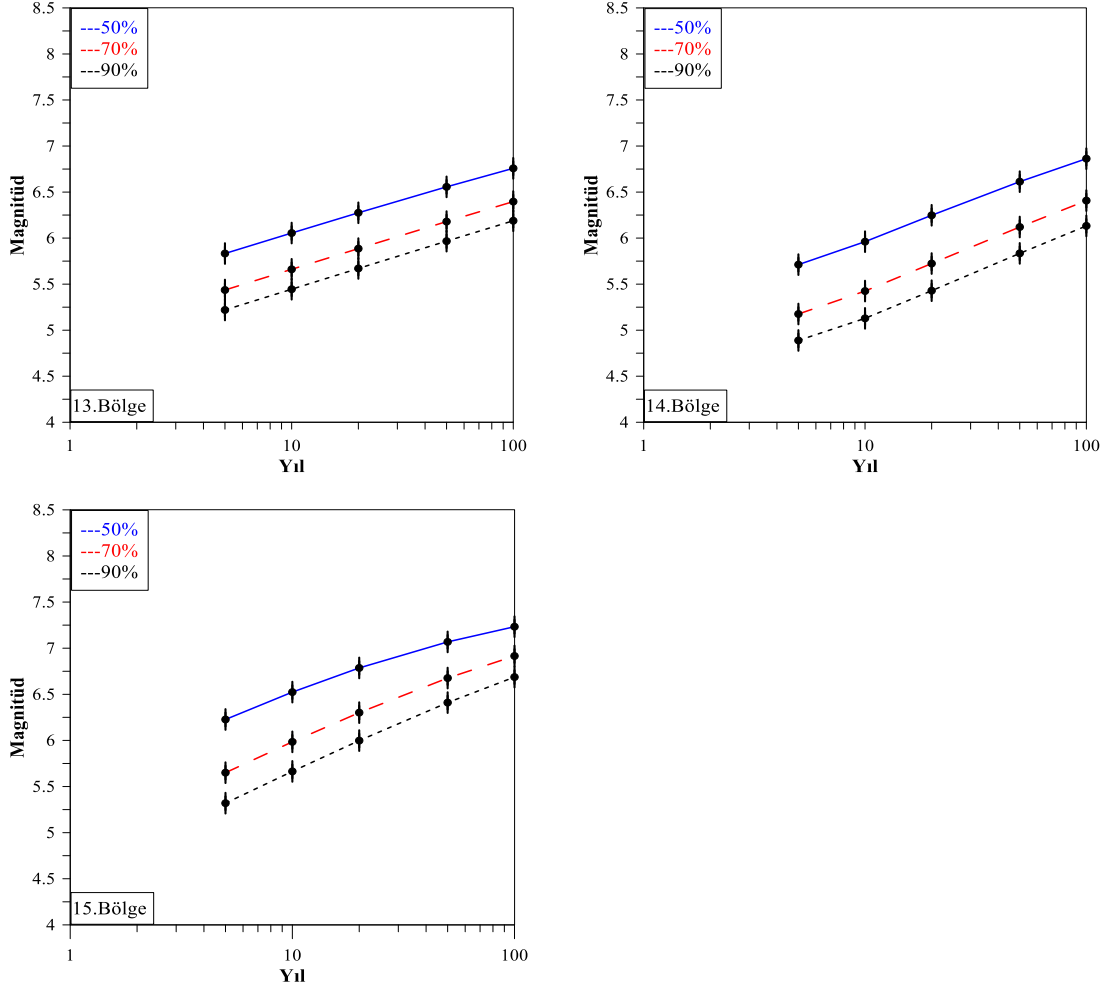


Şekil 2.9. 15 farklı bölge için T yıllık periyotlarda ile M_{max} dağılımının fonksiyonları (%50,70 ve 90) için ‘görünür magnitüd’ değerlerin ‘olasılık’ grafikleri

Şekil 2.9'un devamı

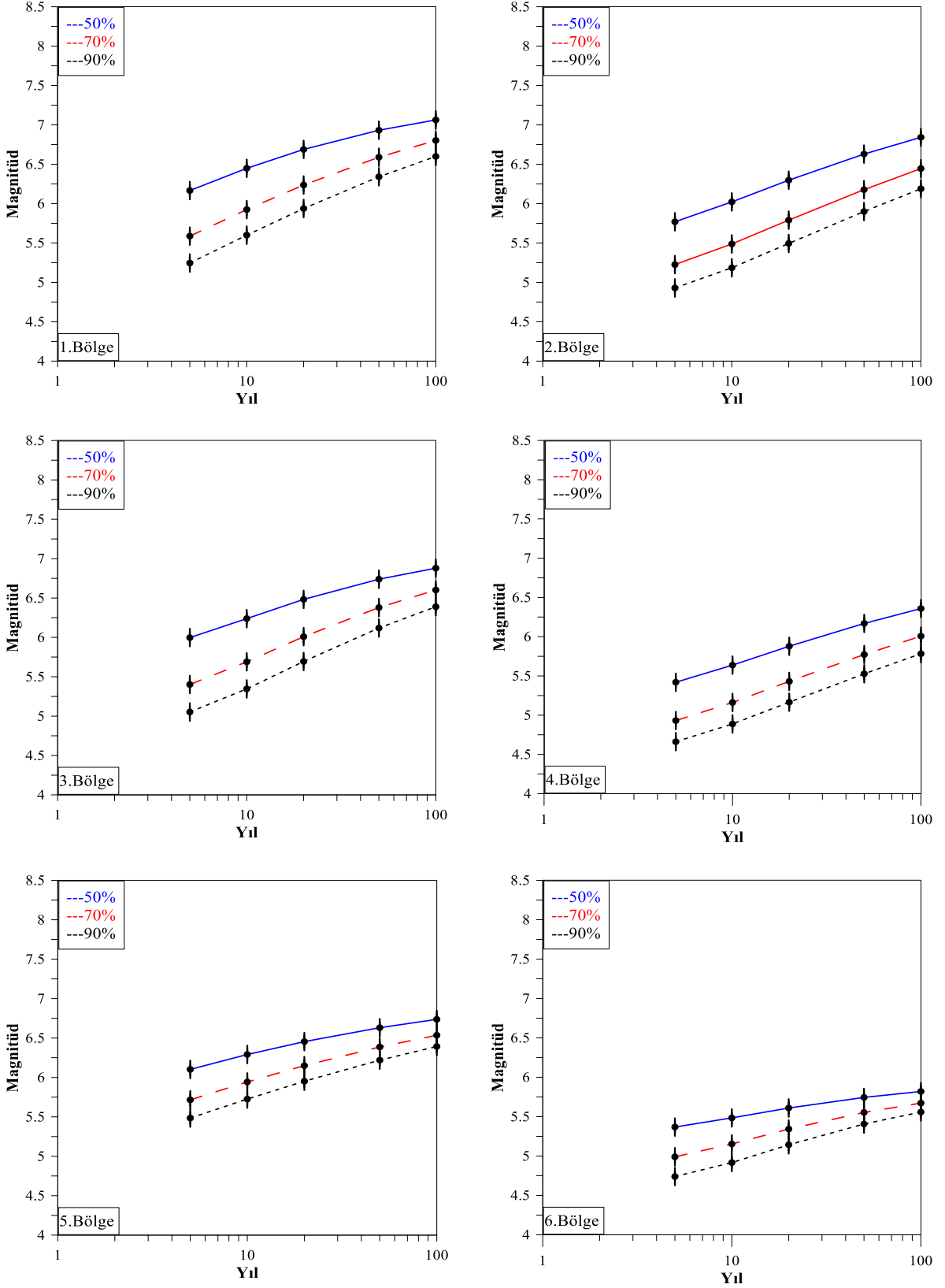


Şekil 2.9'un devamı



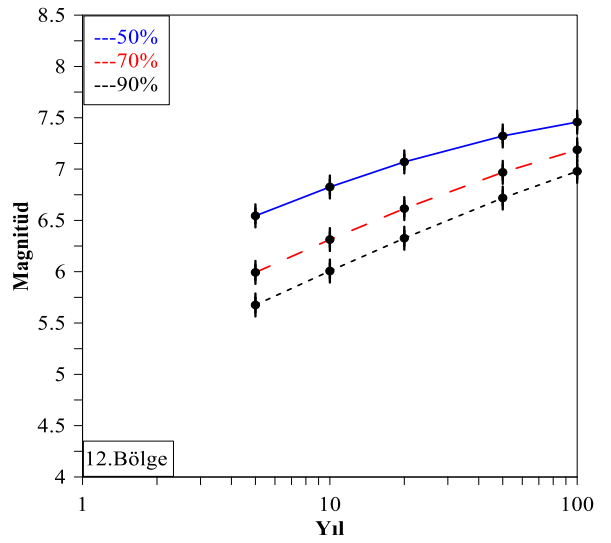
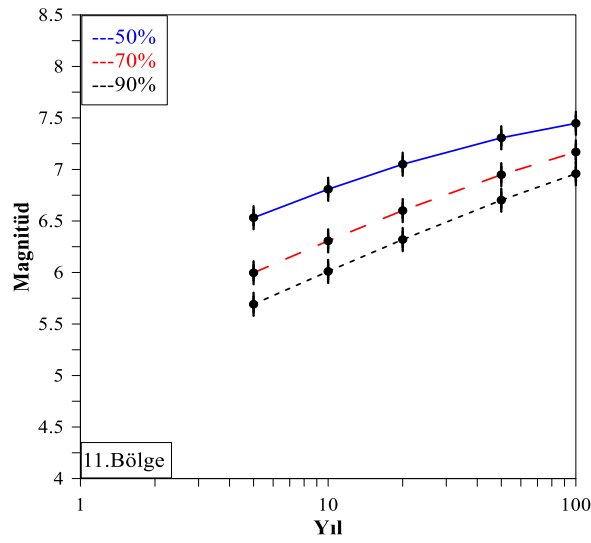
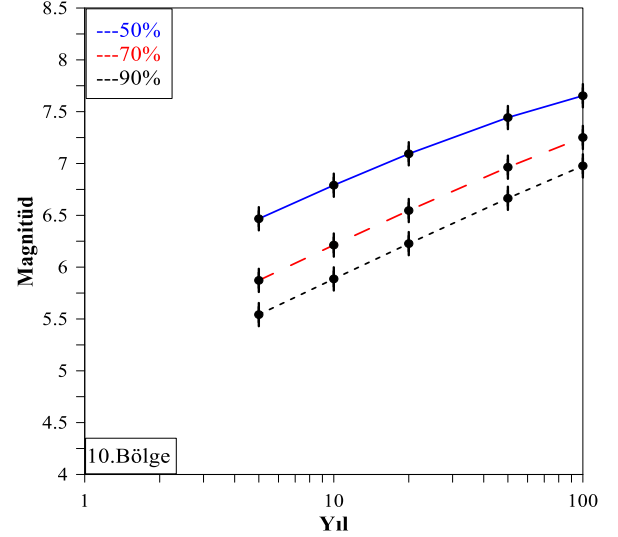
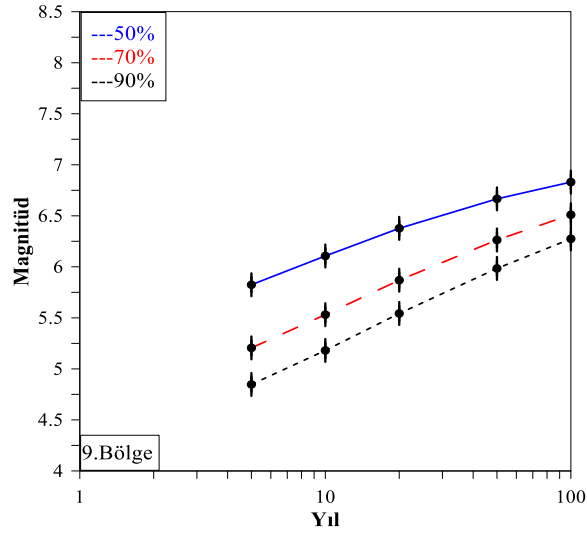
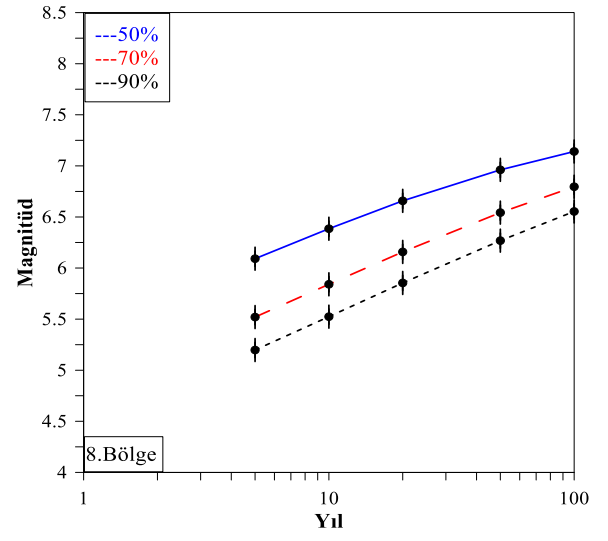
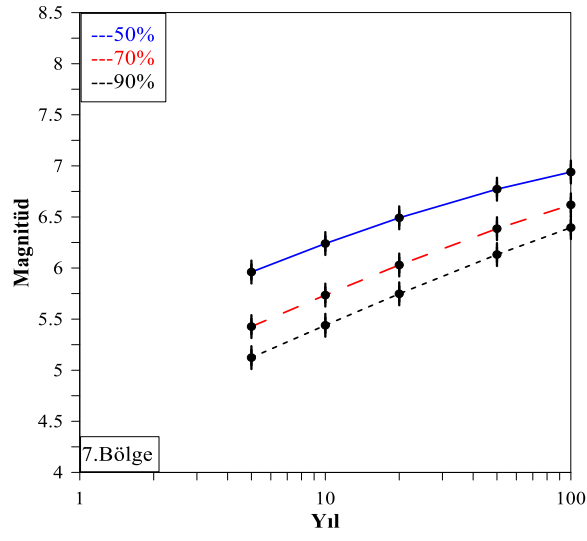
Tablo 1.8'de 15 farklı bölge içerisinde en yüksek görünür magnitüd değeri 12.bölgede (Ege Yayı, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Fayları) %90 olasılıkla 100-yıl içerisinde 7.48 büyüklüğünde hesap edilmiştir.

Yapılan hesaplamalar sonucunda Tablo 1.8'de T=50 ve 100 yıllar içerisinde gerçek magnitüd değerlerinin tahmini değerleri sismik tehlikenin tahmini için uygun zaman aralığıdır fakat kısa dönemler için T=5, 10 ve 20 yıllık periyotlar için gerçek magnitüd değerlerinin tahmini değerleri için uygun değildir. Yapılan hesaplamalarda gelecek 100-yıl içerisinde gerçek magnitüd değerleri esas alınmış ve gelecek 100-yıl içerisinde en uygun gerçek magnitüd değerleri tahmin edilmiştir. Sismik kataloğun aletsel kısmı kullanılarak deprem tehlike parametreleri hesaplanmıştır.

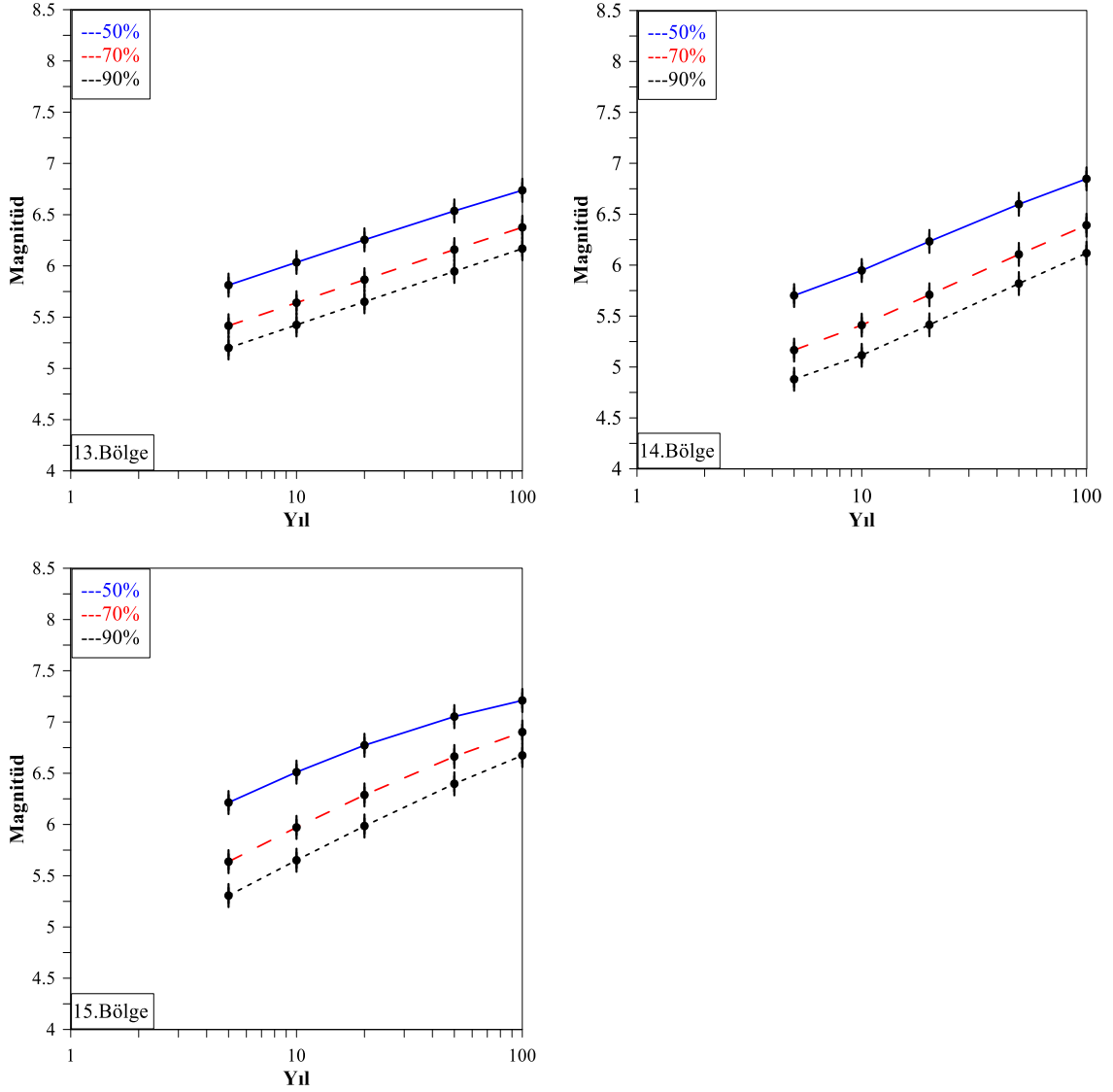


Şekil 2.10. 15 farklı bölge için T yıllık periyotlarda ile M_{max} dağılımının fonksiyonları (%50,70 ve 90) için ‘gerçek magnitüd’ değerlerin ‘olasılık’ grafikleri

Şekil 2.10'un devamı



Şekil 2.10'un devamı



15 farklı bölge içinde 10.bölgede (Ege Adaları) ve 12.bölgede (Ege Yayı, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Fayları) gelecek 100-yıl içerisinde %50 olasılıkla gözlenen en yüksek magnitüd değerleri 6.97 büyüklüğünde hesap edilmiştir. 100-yıl içinde %50 olasılıkla en düşük gerçek magnitüd değeri 6.bölgede (Kütahya Fay Zonu) 5.55 büyüklüğünde hesap edilmiştir. Gelecek 50-yıl içinde %50 olasılıkla en yüksek gerçek magnitüd değeri 12.bölgede (Ege Yayı, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Fayları) 6.71 büyüklüğünde hesap edilmiştir. 50-yıl içinde %50 olasılıkla en düşük gerçek magnitüd değeri 6.bölgede (Kütahya Fay Zonu) 5.40 büyüklüğünde hesap edilmiştir. 5.bölge (Simav, Gediz-Dumlupınar Fayları) ve 6.bölge (Kütahya Fay Zonu) gelecek 50-yıl içinde %50 olasılık seviyesinde gerçek

magnitüd değerleri, bu bölgelerde maksimum gözlenen magnitüd değerlerinden daha yüksektir.

15 farklı bölge içinde 10.bölgede (Ege Adaları) gelecek 100-yıl içerisinde %70 olasılıkla gözlenen en yüksek magnitüd değeri 7.25 büyüklüğünde hesap edilmiştir. Bu bölgede gelecek 100-yıl içinde %70 olasılıkla en büyük deprem meydana gelecektir. 100-yıl içerisinde %70 olasılıkla gözlenen en düşük magnitüd değeri 6.bölgede (Kütahya Fay Zonu) 5.67 büyüklüğünde hesap edilmiştir. Bu bölgede gelecek 100-yıl içinde %70 olasılıkla 5.67 büyüklüğünde bir deprem meydana gelme olasılığı çok düşüktür. Gelecek 50-yıl içerisinde %70 olasılıkla gözlenen en yüksek magnitüd değerleri 10.bölgede (Ege Adaları) ve 12.bölgede (Ege Yayı, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Fayları) 6.96 büyüklüğünde hesap edilmiştir. Bu bölgede gelecek 50-yıl içerisinde %70 olasılıkla 6.96 büyüklüğünde deprem meydana gelecektir.

Gelecek 50-yıl içerisinde %70 olasılıkla gözlenen en düşük gerçek magnitüd değeri 6.bölgede (Kütahya Fay Zonu) 5.55 büyüklüğünde hesap edilmiştir. 5.bölge (Simav, Gediz-Dumlupınar Fayları) ve 6.bölge (Kütahya Fay Zonu) gelecek 50-yıl içinde %70 olasılık seviyesinde gerçek magnitüd değerleri, bu bölgelerde aletsel katalog içerisinde maksimum gözlenen magnitüd değerlerinden daha yüksektir. 15 farklı bölge içinde 10.bölgede (Ege Adaları) gelecek 100-yıl içerisinde %90 olasılıkla gözlenen en yüksek magnitüd değeri 7.65 büyüklüğünde hesap edilmiştir. Bu bölgede gelecek 100-yıl içinde en büyük magnitüdü depremin oluşma ihtimali yüksektir. 15 farklı bölge için 100-yıl içerisinde %90 olasılıkla hesaplanan değerlere göre magnitüd değerleri gelecek 5, 10, 20, 50 ve 100 yıllar içerisinde artış göstermiştir. 100-yıl içerisinde %90 olasılıkla hesaplanan en düşük magnitüd değeri 6.bölgede (Kütahya Fay Zonu) 5.81 büyüklüğünde hesap edilmiştir. Bu bölgede gelecek 100-yıl içerisinde %90 olasılıkla 5.81 büyüklüğünde bir depremin meydana gelme olasılığı çok düşüktür.

15 farklı bölge için 50-yıl içerisinde %90 olasılıkla hesaplanan en yüksek gerçek magnitüd değeri 10.bölgede (Ege Adaları) 7.44 büyüklüğünde hesap edilmiştir. Bu bölgede gelecek 100-yıl içinde %90 olasılıkla 7.44 büyüklüğünde deprem meydana gelecektir. 50-yıl içerisinde %90 olasılıkla hesaplanana en düşük magnitüd değeri 6.bölgede (Kütahya Fay Zonu) 5.74 büyüklüğünde hesap edilmiştir. Bu bölgede gelecek 50-yıl içerisinde %90 olasılıkla 5.74 büyüklüğünde bir depremin meydana gelmesi ihtimali çok düşüktür. 1, 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9., 12., 15. bölgelerde gelecek 50-yıl içinde %90 olasılık seviyesinde gerçek magnitüd değerleri, bu bölgelerde aletsel katalog içerisinde maksimum gözlenen magnitüd

değerlerinden daha yüksektir. 15 farklı bölgede %50 olasılıkla 5-yıl içinde hesaplanan en yüksek magnitüd değeri (5.69) 11.bölgede (Ege Yayı) hesap edilmiştir. %50 olasılıkla 10-yıl içinde hesaplanan en yüksek magnitüd değeri (6.01) 12.bölgede (Ege Yayı, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Fayları) hesap edilmiştir. %50 olasılıkla 20-yıl içinde hesaplanan en yüksek magnitüd değeri 12.bölgede (Ege Yayı, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Fayları) 6.32 büyüklüğünde hesap edilmiştir. 15 farklı bölgede %70 olasılıkla 5-yıl içinde hesaplanan en yüksek magnitüd değeri 11.bölgede ve 12.bölgede (Ege Yayı, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Fayları) 5.99 büyüklüğünde hesap edilmiştir. %70 olasılıkla 10-yıl içinde hesaplanan en yüksek magnitüd değeri 12.bölgede (Ege Yayı, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Fayları) 6.31 büyüklüğünde hesap edilmiştir. %70 olasılıkla 20-yıl içinde hesaplanan en yüksek magnitüd değeri (6.61) 12.bölgede (Ege Yayı, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Fayları) hesap edilmiştir. 15 farklı bölgede %90 olasılıkla 5-yıl içinde hesaplanan en yüksek magnitüd değeri 11.bölgede (Ege Yayı) 6.53 büyüklüğünde hesap edilmiştir. %90 olasılıkla 10-yıl içinde hesaplanan en yüksek magnitüd değeri (6.82) 12.bölgede (Ege Yayı, Marmaris, Köyceğiz, Fethiye Fayları) hesap edilmiştir. %90 olasılıkla 20-yıl içinde hesaplanan en yüksek magnitüd değeri (7.06) 10.bölgede (Ege Adaları) hesap edilmiştir.

Tablo 1.8'deki 15 farklı bölge içerisinde en yüksek gerçek magnitüd değeri 10.bölgede (Ege Adaları) %90 olasılıkla 100-yıl içerisinde 7.65 büyüklüğünde hesap edilmiştir. Bu bölgede %90 olasılıkla gelecek 100-yıl içerisinde 7.65 büyüklüğünde depremin meydana gelme ihtimali yüksektir.

Yapılan hesaplamalar sonucunda Tablo 1.9'da T=50 ve 100 yıllar içerisinde gerçek magnitüd değerlerinin tahmini değerleri sismik tehlikenin tahmini için uygun zaman aralığıdır fakat kısa dönemler için T=5, 10 ve 20 yıllık periyotlar için gerçek magnitüd değerlerinin tahmini değerleri için uygun değildir. Yapılan hesaplamalarda gelecek 100-yıl içerisinde gerçek magnitüd değerleri esas alınmış ve gelecek 100-yıl içerisinde en uygun gerçek magnitüd değerleri tahmin edilmiştir. Sismik kataloğun aletsel kısmı kullanılarak deprem tehlike parametreleri hesaplanmıştır.

Tablo 1.8'de ve Tablo 1.9'da yapılan hesaplamalar ve kıyaslamalar neticesinde Batı Anadolu 15 farklı bölge için $\alpha=0.50$, $\alpha=0.70$, $\alpha=0.90$ olasılık seviyeleri için hesaplanan gerçek ve gerçek magnitüd değerlerinin içerisinde en yüksek magnitüd değeri 10.bölgede (Ege Adaları) %90 olasılıkla gelecek 100-yıl içerisinde 7.65 büyüklüğünde hesap edilmiştir. Bu bölgede gelecek 100-yıl içinde 7.65 büyüklüğünde bir depremin meydana gelme ihtimali çok yüksektir.

Tablo 1.8. Batı Anadolu'nun 15 farklı bölgesinde $\alpha=0.50$, $\alpha=0.70$, $\alpha=0.90$ olasılık seviyeleri için $T=5, 10, 20, 50$ ve 100 yıllar içerisinde 'görünür magnitüdler' için ($M_{\max}(T)$)'nin tahmin edilen 'olasılık' değerleri

Bölge	Gelecek Yıllar				
	5	10	20	50	100
0.50 olasılık seviyesinin değerleri					
1	5.25±0.10	5.61±0.13	5.95±0.14	6.35±0.18	6.61±0.22
2	4.93±0.09	5.19±0.13	5.50±0.17	5.91±0.21	6.20±0.23
3	5.05±0.11	5.35±0.15	5.70±0.18	6.12±0.21	6.40±0.25
4	4.67±0.10	4.90±0.13	5.18±0.17	5.54±0.21	5.79±0.24
5	5.50±0.07	5.74±0.08	5.96±0.10	6.23±0.15	6.41±0.21
6	4.74±0.07	4.92±0.10	5.15±0.13	5.42±0.22	5.58±0.30
7	5.13±0.09	5.45±0.11	5.76±0.12	6.14±0.15	6.40±0.18
8	5.20±0.10	5.53±0.13	5.86±0.15	6.28±0.18	6.56±0.20
9	4.85±0.13	5.19±0.17	5.55±0.20	5.99±0.23	6.28±0.26
10	5.55±0.09	5.89±0.11	6.24±0.12	6.67±0.14	6.99±0.15
11	5.70±0.07	6.02±0.08	6.33±0.09	6.71±0.11	6.97±0.13
12	5.68±0.08	6.02±0.09	6.33±0.10	6.73±0.12	6.99±0.15
13	5.21±0.07	5.44±0.08	5.67±0.10	5.96±0.13	6.18±0.14
14	4.88±0.09	5.12±0.13	5.42±0.17	5.83±0.22	6.13±0.25
15	5.31±0.10	5.66±0.12	5.99±0.13	6.40±0.16	6.68±0.18
0.70 olasılık seviyesinin değerleri					
1	5.1±0.13	5.93±0.14	6.24±0.16	6.2±0.21	6.81±0.27
2	5.23±0.13	5.50±0.17	5.80±0.20	6.19±0.23	6.45±0.25
3	5.40±0.15	5.70±0.18	6.02±0.20	6.39±0.25	6.61±0.30
4	4.94±0.13	5.17±0.17	5.44±0.20	5.78±0.24	6.02±0.27
5	5.73±0.08	5.96±0.10	6.16±0.13	6.40±0.21	6.56±0.27

6	4.99±0.10	5.16±0.13	5.35±0.19	5.57±0.30	5.71±0.38
7	5.44±0.11	5.74±0.12	6.04±0.14	6.39±0.17	6.63±0.22
8	5.53±0.13	5.85±0.15	6.17±0.17	6.55±0.20	6.80±0.22
9	5.21±0.16	5.54±0.20	5.88±0.22	6.27±0.26	6.52±0.31
10	5.88±0.11	6.22±0.12	6.55±0.14	6.97±0.15	7.26±0.15
11	6.01±0.08	6.32±0.09	6.61±0.10	6.96±0.13	7.18±0.17
12	6.00±0.09	6.32±0.10	6.62±0.12	6.98±0.15	7.20±0.19
13	5.43±0.08	5.66±0.10	5.88±0.12	6.17±0.14	6.39±0.16
14	5.17±0.13	5.42±0.17	5.72±0.21	6.12±0.25	6.40±0.27
15	5.65±0.12	5.98±0.13	6.30±0.15	6.67±0.18	6.91±0.22
0.90 olasılık seviyesinin değerleri					
1	6.17±0.16	6.46±0.19	6.70±0.24	6.95±0.32	7.09±0.38
2	5.77±0.19	6.03±0.22	6.31±0.24	6.64±0.27	6.85±0.30
3	6.00±0.20	6.24±0.22	6.49±0.27	6.75±0.34	6.91±0.40
4	5.43±0.19	5.65±0.22	5.89±0.25	6.18±0.30	6.38±0.35
5	6.11±0.12	6.31±0.17	6.47±0.23	6.66±0.32	6.78±0.39
6	5.37±0.20	5.50±0.25	5.64±0.33	5.80±0.45	5.89±0.53
7	5.97±0.14	6.25±0.16	6.50±0.19	6.78±0.26	6.96±0.32
8	6.10±0.17	6.39±0.19	6.67±0.21	6.97±0.25	7.16±0.29
9	5.83±0.21	6.11±0.24	6.38±0.28	6.68±0.35	6.85±0.41
10	6.48±0.13	6.80±0.14	7.10±0.15	7.45±0.15	7.65±0.16
11	6.54±0.10	6.82±0.12	7.06±0.15	7.32±0.21	7.47±0.26
12	6.55±0.11	6.83±0.13	7.08±0.16	7.33±0.23	7.48±0.27
13	5.83±0.12	6.05±0.13	6.27±0.15	6.55±0.17	6.75±0.18
14	5.71±0.20	5.96±0.23	6.24±0.26	6.61±0.28	6.86±0.29
15	6.22±0.14	6.52±0.16	6.78±0.19	7.06±0.26	7.23±0.31

Tablo 1.9. Batı Anadolu'nun 15 farklı bölgesinde $\alpha=0.50$, $\alpha=0.70$, $\alpha=0.90$ olasılık seviyeleri için $T=5,10,20,50$ ve 100 yıllar içerisinde 'gerçek magnitüdü' için ($M_{\max}(T)$)'nin tahmin edilen 'olasılık' değerleri

Bölge	Gelecek Yıllar				
	5	10	20	50	100
0.50 olasılık seviyesinin değerleri					
1	5.24±0.11	5.1±0.13	5.93±0.15	6.34±0.18	6.1±0.22
2	4.92±0.10	5.18±0.13	5.49±0.17	5.89±0.21	6.18±0.23
3	5.05±0.11	5.34±0.15	5.69±0.18	6.11±0.21	6.38±0.25
4	4.66±0.10	4.88±0.14	5.16±0.17	5.52±0.21	5.78±0.24
5	5.48±0.07	5.72±0.08	5.95±0.10	6.21±0.15	6.39±0.21
6	4.73±0.07	4.91±0.10	5.14±0.14	5.40±0.22	5.55±0.31
7	5.12±0.09	5.43±0.11	5.74±0.13	6.13±0.15	6.39±0.18
8	5.19±0.10	5.52±0.13	5.85±0.15	6.26±0.18	6.55±0.20
9	4.84±0.13	5.18±0.17	5.54±0.20	5.98±0.23	6.27±0.26
10	5.54±0.09	5.88±0.11	6.22±0.12	6.66±0.14	6.97±0.15
11	5.69±0.07	6.01±0.08	6.31±0.09	6.70±0.11	6.95±0.14
12	5.67±0.08	6.00±0.09	6.32±0.10	6.71±0.12	6.97±0.15
13	5.19±0.07	5.42±0.09	5.65±0.11	5.94±0.13	6.16±0.15
14	4.87±0.09	5.11±0.13	5.41±0.17	5.81±0.22	6.11±0.25
15	5.30±0.10	5.65±0.12	5.98±0.13	6.39±0.16	6.67±0.18
0.70 olasılık seviyesinin değerleri					
1	5.58±0.13	5.92±0.15	6.23±0.17	6.58±0.21	6.80±0.27
2	5.22±0.13	5.48±0.17	5.79±0.20	6.17±0.23	6.44±0.25
3	5.40±0.15	5.68±0.18	6.00±0.20	6.37±0.25	6.2±0.30
4	4.93±0.13	5.16±0.17	5.43±0.20	5.77±0.24	6.00±0.28
5	5.71±0.08	5.94±0.10	6.14±0.14	6.38±0.21	6.53±0.28

6	4.98±0.10	5.15±0.13	5.34±0.19	5.55±0.31	5.67±0.40
7	5.42±0.11	5.73±0.12	6.03±0.14	6.38±0.18	6.61±0.22
8	5.52±0.13	5.84±0.15	6.15±0.17	6.54±0.20	6.79±0.22
9	5.20±0.16	5.53±0.20	5.86±0.22	6.26±0.26	6.51±0.31
10	5.87±0.11	6.21±0.12	6.54±0.14	6.96±0.15	7.25±0.15
11	5.99±0.08	6.30±0.09	6.2±0.10	6.94±0.13	7.16±0.18
12	5.99±0.09	6.31±0.10	6.61±0.12	6.96±0.15	7.18±0.19
13	5.41±0.09	5.64±0.10	5.86±0.12	6.15±0.15	6.37±0.16
14	5.16±0.13	5.41±0.17	5.70±0.21	6.10±0.25	6.39±0.27
15	5.63±0.12	5.97±0.13	6.28±0.15	6.66±0.18	6.90±0.22
0.90 olasılık seviyesinin değerleri					
1	6.16±0.16	6.44±0.19	6.68±0.24	6.93±0.32	7.06±0.39
2	5.76±0.19	6.02±0.22	6.29±0.24	6.62±0.27	6.84±0.30
3	5.99±0.20	6.23±0.23	6.48±0.27	6.73±0.35	6.87±0.42
4	5.41±0.19	5.63±0.22	5.87±0.25	6.16±0.31	6.35±0.36
5	6.10±0.12	6.29±0.18	6.45±0.24	6.63±0.34	6.73±0.42
6	5.36±0.20	5.48±0.26	5.2±0.35	5.74±0.48	5.81±0.57
7	5.96±0.14	6.23±0.16	6.49±0.19	6.77±0.26	6.93±0.33
8	6.09±0.17	6.38±0.19	6.65±0.21	6.96±0.25	7.14±0.30
9	5.82±0.22	6.10±0.24	6.37±0.28	6.66±0.36	6.83±0.42
10	6.46±0.13	6.79±0.14	7.09±0.15	7.44±0.15	7.65±.016
11	6.53±0.10	6.80±0.12	7.05±0.15	7.30±0.22	7.44±0.27
12	6.54±0.11	6.82±0.13	7.06±0.16	7.32±0.23	7.45±0.29
13	5.81±0.12	6.03±0.14	6.25±0.15	6.53±0.17	6.73±0.18
14	5.70±0.20	5.94±0.23	6.23±0.26	6.1±0.29	6.84±0.29
15	6.21±0.15	6.51±0.16	6.77±0.20	7.05±0.26	7.21±0.32

3. BULGULAR VE İRDELEMELER

Türkiye ve civarı sismik olarak oldukça aktif bir tektonik yapıya sahiptir. Tarih boyunca Türkiye ve civarında birçok hasar yapıcı deprem meydana gelmiştir. Bu bakımdan birçok araştırmacı tarafından bölge, depremsellik çalışmaları açısından incelenmiş ve bölgenin tektonik yapısı ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Batı Anadolu Bölgesi depremsellik çalışmaları nedeniyle, bölgelerde tektonik özellikleri ve sismik aktivitelerindeki değişimler incelenerek 15 farklı kaynak bölgeye ayrılmıştır. Bayrak vd. (2008) tarafından hazırlanan aletsel deprem kataloğu verileri için GSHAP kataloğu kullanılmıştır. 2008-2013 yılları arası depremler ise Kandilli Rasathanesi Ulusal Deprem İzleme Merkezinden alınmıştır. Bu çalışmada kullanılan katalog 1900 yılından 2013 yılı Eylül ayına kadar olan depremleri içermektedir. Çalışmada kullanılan katalog M_S magnitüdü için homojen deprem kataloğu olup Bayrak vd. (2008)'den alınmıştır.

Belirlenen bölgelerde meydana gelebilecek depremlerin magnitüdüleri, zamanları ve yerleri bir belirsizlik içermektedir. Bu nedenler, yüksek sismik aktiviteye sahip olan bölgelerde depremlerin oluşumlarının tespit edilmesinde önem taşımaktadır. Geçmişten günümüze kadar gözlenen ve kaydedilen kaliteli deprem verileriyle gelecekte meydana gelebilecek depremlerin oluşma olasılıkları istatistiksel modellerle belirlenebilmektedir. Risk analizi çalışmalarında hayati önem taşıyan giriş parametresi depremlerin göreceli büyüklük dağılımlarıdır. Bu büyüklük dağılımları verilen belirli bir zaman aralığı içerisinde hangi büyüklükte ve sıklıkta depremlerin beklenebileceğinin belirlenebilmesini sağlar. Bu çalışmada; Batı Anadolu ve civarında belirlenen 15 farklı kaynak bölge için Bayes yöntemi kullanılmıştır.

Batı Anadolu ve civarındaki 15 farklı sismik bölge için deprem tehlike parametre (M_{max} , β ve λ) değerleri hesabı yapılmıştır. Bir bölgenin depremselliğini yansıtan en önemli parametrelerden olan sismik risk parametreleri, M_{max} , β ve λ değerleri hesaplanmasında kullanılan verinin özellikleri büyük önem taşımaktadır. Bilindiği gibi, sismik risk parametrelerinin hesaplanmasında tarihsel ve aletsel dönem deprem katalogları kullanılmaktadır. Tarihsel dönem deprem katalogları aletsel sismolojinin başladığı 1900 yılına kadar olan ve yalnızca yaptıkları hasar veya hissedilmiş derecelerine göre belirlenebilmiş depremleri içermektedir. Dolayısı ile bu kataloglarda belirli bir magnitüd

değerinden daha küçük magnitüd değerinde depremler eksik olduğu gibi, kayıtlardaki düzensizliklerden kaynaklanan boşluklar bulunmaktadır; fakat bu çalışmada tarihsel deprem katalogları kullanılmamıştır. Aletsel dönem deprem katalogları ise 1900 yılından günümüze kadar olan ve hem aletsel hem de gözlemsel olarak belirlenebilmiş depremleri içermektedir. Bu kataloglar da, kullanılan aletlerin algılama kapasitelerine göre ancak belirli bir magnitüd değerinden daha büyük depremler için tamam sayılabilmekte ve aletsel problemlerden kaynaklanan boşluklar içerebilmektedir. Tamamlanmış ve eksik deprem kataloglarından sismik risk parametrelerinin hesaplanmasında Bayes yöntemi başarı ile kullanılmaktadır. Bayes olasılığının teorisi, basit veriden çıkan sonuçları formüleleştirir ve meydana gelen problemlerin sonuçlarını verir, diğer taraftan bunlar zorlu da olabilir. Benjamin (1968) deprem olayının problemini araştırıp Bayes yaklaşımını ilk kez ele alır. Morgat ve Shah (1979) tarafından sismik hazard haritası için bir Bayes model sunulur, araştırılan alanda fayların geometrisi hesaba katılır, Campbell (1982, 1983) sismik tehlike değerlendirmeleri için Bayes yöntemi uygulanmıştır. Bayes analiz tahminlerinde güçlü depremler boyunca ortalama zamanlar tahmin edilir. Belirli sismojenik alanlarda sismik tehlike tahminleri yapmak için deprem olayının Bayes yöntemi, Stavrakakis ve Drakopoulos (1995) tarafından kabul edilmiştir. Sismik tehlikenin gerçek evrimi Lamarre (1992) tarafından desteklenmiştir.

Tarihsel depremlere ait magnitüd bilgileri makro sismik gözlemlere dayandığından ve yorumcuya göre değişebildiğinden büyük belirsizlikler içerir. Ayrıca, makro sismik gözlemlerin magnitüde dönüştürülmesinde hatalar olmaktadır (Ambraseys ve diğ. 1983. Bender 1987, Tinti ve diğ. 1987). Öte yandan, aletsel olarak belirlenmiş magnitüde büyük belirsizlikler olabileceği gibi katalog içinde magnitüd türünün aynı olmasını sağlamak için deneysel bağıntılar ile yapılan magnitüd dönüşümlerinden kaynaklanan belirsizlikler vardır, Chung ve Bernreuter (1981) bu işlemin her zaman geçerli olmadığını belirtmişlerdir. Bu sebeplerden, hem tarihsel hem de aletsel dönem deprem katalogları magnitüd değerlerinde düzensizlikler içerir ve sismik risk parametrelerinin hesaplanmasında magnitüd belirsizlikleri dikkate alabilecek yöntemlere ihtiyaç duyulur. Bayes yöntemi bu amaca uygundur.

Bayes yaklaşımı yöntemi ile hesap edilen deprem tehlike magnitüde katalogun sürekli olup olmamasına bağlıdır. Bölüm 2.3'de tartışıldığı üzere süreklilik analizi Batı Anadolu ve civarında oluşan depremleri içeren katalog süreksizlikleri içermektedir. Bu yüzden, bu çalışmada duyarlı hesaplamalar yapmak için bu süreksizlikleri dikkate alan Bayes yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntem sadece aletsel katalog için uygulanmıştır. Bu

yöntemde deprem tehlike parametreleri (M_{\max} , β ve λ) ve deprem tehlike parametrelerin istatistik karakteristikleri hesaplanmıştır. Bayes yönteminin diğer yöntemlerden en büyük avantajı veri eksikliğinden kaynaklanan problemleri ortadan kaldırır, küçük standart sapmalar ile hesaplamalar yapar ve daha iyi bir sonuç verir.

Bayes yöntemi ile geçmiş yıllarda yapılan Gumbel-III ve Kijko yöntemleri arasındaki ilişkiler hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalarda $M_{\max}(\text{Bayes})$ ile $M_{\max}(\text{G-III})$ ve $M_{\max}(\text{Kijko})$ arasında yüksek ilişki olduğu gözlenmiştir. Yapılan hesaplamalarda bayes yöntemi, Gumbel-III ve Kijko yöntemleri ile hesap edilen b değerleri arasında ilişki olmadığı gözlenmiştir. Gelecekte Batı Anadolu Bölgesinde 5, 10, 20, 50 ve 100 yıl içinde deprem olma olasılıkları hesap edilmiştir. Görünür ve gerçek magnitüdlere göre gelecekte 5, 10, 20, 50 ve 100 yıl içinde deprem olma olasılık değerleri gelecek yıllar arttıkça olasılık değerlerinin de azaldığı gözlenmiştir. Bu durum yıl arttıkça deprem olma olasılık değerlerinin azalacağını gösterir. Gelecek 5, 10, 20, 50 ve 100 yıl içerisinde $\alpha=0.50$, $\alpha=0.70$ ve $\alpha=0.90$ olasılık seviyelerinde görünür ve gerçek magnitüd değerleri için hesaplamalar yapılmıştır. Ege Adaları bölgesinde deprem olma olasılığının 15 bölge içerisinde en yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Bu bölgenin deprem etkinliğinin yüksek olması 06.26.1926 yılında bu bölgede 7.7 büyüklüğünde deprem meydana gelmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Görünür magnitüd değerleri için; $\alpha=0.50$ olasılık seviyesi için gelecek 5, 10, 20, 50 ve 100 yıl içindeki olasılıklar 5.55, 5.89, 6.24, 6.67 ve 6.99 olarak hesap edilmiştir. $\alpha=0.70$ olasılık seviyesi için gelecek 5, 10, 20, 50 ve 100 yıl içindeki olasılıklar 5.88, 6.22, 6.55, 6.97 ve 7.26 olarak hesap edilmiştir. $\alpha=0.90$ olasılık seviyesi için gelecek 5, 10, 20, 50 ve 100 yıl içindeki olasılıklar 6.48, 6.80, 7.10, 7.45 ve 7.65 olarak hesap edilmiştir. Gerçek magnitüd değerleri için; $\alpha=0.50$ olasılık seviyesi için gelecek 5, 10, 20, 50 ve 100 yıl içindeki olasılıklar 5.54, 5.88, 6.22, 6.66 ve 6.97 olarak hesap edilmiştir. $\alpha=0.70$ olasılık seviyesi için gelecek 5, 10, 20, 50 ve 100 yıl içindeki olasılıklar 5.87, 6.21, 6.54, 6.96 ve 7.25 olarak hesap edilmiştir. $\alpha=0.90$ olasılık seviyesi için gelecek 5, 10, 20, 50 ve 100 yıl içindeki olasılıklar 6.46, 6.79, 7.09, 7.44 ve 7.65 olarak hesap edilmiştir.

Ege yayının çevrelediği 11. ve 12. bölgelerde deprem olma olasılıklarının yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. 02. 09. 1948 ve 04. 25. 1957 yılında 11. ve 12. bölgelerde 7.1 büyüklüğünde deprem görülmüş ve gelecek yıllar içerisinde yapılacak hesaplamalar ile bu bölgelerde deprem olma olasılıklarının yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

Kütahya Fay zonu bölgesinde 05.27.1919 yılında en düşük magnitüdlü deprem görüldüğü ve yapılan hesaplamalarda gelecek yıllar içerisinde 15 bölge içinde deprem olma

olasılığının en düşük olduğu görülmüştür. Yapılan hesaplamalarda Ege Adaları bölgesinin deprem etkinliğinin yüksek olduğu, geçmişteki deprem etkinliğinin yüksek olmasından kaynaklandığı düşünölmektedir.

4. SONUÇLAR

Yapılan çalışmada Batı Anadolu ve civarındaki 15 farklı sismik kaynak bölge için sismik risk parametreleri belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan veri Bayrak vd. (2008) tarafından hazırlanmış, BÜKRDAE, UDİM, TÜBİTAK, TURKNET gibi farklı kataloglar kullanılarak oluşturulmuş ve kataloğun son kısımları 2008-2013 yılları arası depremler ise Kandilli Rasathanesi Ulusal Deprem İzleme Merkezinden eklenerek katalog tamamlanmıştır. Katalog aletsel dönemi içerir. Bayrak vd. (2008) tarafından Batı Anadolu bölgesi sismik kaynak bölgeleri ve bu bölge için yapılan eski çalışmalar dikkate alınarak belirlenmiş olan 15 farklı sismik kaynak bölge için $M_S \geq 4.0$ alınarak Bayes analiz yöntemi ile maksimum bölgesel magnitüd değerleri (görünür ve gerçek magnitüd değerleri), β değerleri, sismik aktivite oran veya yoğunluk değerleri ve bu değerlerin σ_β ve σ_λ standart sapma belirsizliklerin tahminleri, deprem sayıları ve M_{max}^{obs} değerleri hesaplanmıştır.

Bayes yöntemi ile hesap edilen değerlerden b değerlerinin bölgenin tektonik yapısının sismik faaliyetin belirlenmesindeki etkisi gözlenmiştir. M_{max} değerleri ile bölgenin geçmiş deprem etkinliği araştırılmıştır. En büyük depremin 10. bölgede meydana geldiği, 8., 11., 12., 13., 14. ve 15. bölgelerde de yüksek magnitüdü depremler meydana geldiği gözlenmiştir. Sismik risk hesaplamalarında en yüksek $\beta=3.08$ değeri 13. bölgede (Göhlisar-Çameli, Acıgöl, Tatarlı Kumdanlı Fayları, Dinar Graben) olduğu, en düşük $\beta=0.75$ değeri 9. bölgede (Dozkırı-Çardak, Sandıklı Fayları) olduğu sonucuna varılmıştır. Sismik aktivite oran değerlerinin bölgenin tektoniği ile uyumunun olmadığı gözlenmiştir.

Bayes yöntemi ile yapılan sismik risk hesaplamalarında en yüksek $b=1,33$, 13. bölgede (Göhlisar-Çameli, Acıgöl, Tatarlı Kumdanlı Fayları, Dinar Graben) olduğu, en düşük $b=0.75$, 3. bölgede (Eskişehir İnönü Dondurğa Fay Zonları) olduğu sonucuna varılmıştır.

Gelecek 5, 10, 20, 50 ve 100 yıllık periyotlarda 'kuyruk' olasılık grafiklerinde 15 farklı bölge için görünür ve gerçek magnitüd değerlerinde meydana gelebilecek olasılık değerleri incelendiğinde, 4-5.5 magnitüd değerlerinde deprem olma olasılık değerlerinin %100'den küçük olduğu, 6-7.5 magnitüd aralığındaki değerlerinde deprem olma olasılık değerlerinin %90'dan küçük olduğu, 7.5-8.5 magnitüd aralığındaki değerlerinde deprem olma olasılık değerlerinin %20'dan küçük olduğu sonucuna varılmıştır.

Bayes analiz yöntemi ile 15 farklı sismik kaynak bölgesinde yapılan hesaplamalar sonucunda görünür ve gerçek magnitüd değerlerin olasılık tahminleri incelendiğinde T=50 ve 100 yıllar içerisinde gerçek magnitüd değerlerinin tahmini değerleri sismik tehlikenin tahmini için uygun olduğu; fakat kısa dönemler için T=5, 10 ve 20 yıllık periyotlar için gerçek magnitüd değerlerinin tahmini değerleri için uygun olmadığı gözlenmiştir. Yapılan hesaplamalarda gelecek 100-yıl içerisinde görünür ve gerçek magnitüd değerleri esas alınmış ve gelecek 100-yıl içerisinde en uygun görünür ve gerçek magnitüd değerleri tahmin edilmiştir. Yapılan çalışmalarda hesaplanan deprem tehlike parametrelerinin sismik kataloğunun aletsel kısmı kullanılmıştır.

Batı Anadolu 15 farklı bölgesinin görünür ve gerçek magnitüd değerleri için 'olasılık' grafiklerinin tabloları incelendiğinde yapılan hesaplamalar ve kıyaslamalar neticesinde Batı Anadolu 15 farklı bölge için $\alpha=0.50$, $\alpha=0.70$, $\alpha=0.90$ olasılık seviyeleri için hesaplanan görünür ve gerçek magnitüd değerlerinin içerisinde en yüksek magnitüd değeri 10.bölgede (Ege Adaları) %90 olasılıkla gelecek 100-yıl içerisinde 7.65 büyüklüğünde hesap edilmiştir. Bu bölgede gelecek 100-yıl içinde 7.65 büyüklüğünde bir depremin meydana gelme ihtimalinin çok yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

5. KAYNAKLAR

- Akkaya, A. D. ve Yüçemen, M. S., 2002. Stochastic Modeling of Earthquake Occurrences and Estimation of Seismic Hazard: A Random Field Approach, Probabilistic Engineering Mechanics, 17, 1-13.
- Alptekin, Ö., 1978. Magnitude-frequency Relationships and Deformation Release for the Earthquakes in and Around Turkey, Thesis for Promoting to Associate Professor Level, Karadeniz Technical University, 107.
- Altunel, E., 1999. Geological and Geomorphological Observations in Relation To The 20 September 1899 Menderes Earthquake, Western Turkey, Journal of The Geological Society, 156, 241-246.
- Ambraseys, N. N. ve Finkel, C. F., 1995. The Seismicity of Turkey and Adjacent Areas, a Historical Review, 1500-1800, Eren yayıncılık, İstanbul.
- Anagnos, T. ve Anne, S. K., 1988. A Review of Earthquake Occurrence Models for Seismic Hazard Analysis, Probabilistic Engineering Mechanics, 1, 3-11.
- Anagnos, T. ve Kiremidjian, A. S., 1988. A Review of Earthquake Occurrence Models For Seismic Hazard Analysis, Probabilistic Engineering Mechanics, 3, 1, 3-11.
- Anbazhagan, P., Smitha, C. V. ve Kumar, A., 2014. Representative Seismic Hazard Map Of Coimbatore, India, Engineering Geology, 171, 81-95.
- Arnold, R. ve Townend, J., 2007. A Bayesian Approach to Estimating Tectonic Stress from Seismological Data, Geophys J. Int., 170, 1336-1356.
- Barani, S., Spallarossa, D., Bazzurro, P. ve Eva, C., 2007. Sensitivity Analysis of Seismic Hazard for Western Liguria (North Western Italy): A First Attempt Towards The Understanding and Quantification of Hazard Uncertainty, Tectonophysics, 435, 13-35.
- Barka, A. A. ve Cade, K. K., 2010. Strike-Slip Fault Geometry in Turkey and Its Influence on Earthquake Activity, Tectonics, 7, 663-684.
- Bath, M., 1979. Seismic risk in Turkey-A Preliminary Approach, Tectonophysics, 54, T9-T16.
- Bayrak, E., 2012. Batı Anadolu Bölgesinin Deprem Tehlikesinin Farklı Yöntemler Kullanılarak İncelenmesi, 1-110.
- Bayrak, Y., Öztürk S., Karlı H. ve Çınar H., 2007. Preparation of Homogeneous Earthquake Catalogue Which can be used in the Earthquake Hazard studies in Turkey taking into

- Account Different Seismic Regions, Sixth National Conference on Earthquake Engineering, İstanbul, Bildiriler Kitabı: 347-358.
- Bayrak, Y., Öztürk, S. ve Erduran, A., 2002. The Relationships Between Maximum Magnitudes and Modal Values for Different Regions of Turkey. 3rd Balkan Geophysical Congress and Exhibition, 8-4, 24-28.
- Bayrak, Y., Yılmaztürk, A. ve Öztürk, S., 2005. Relationships Between Fundamental Seismic Hazard Parameters for the Different Source Regions in Turkey. Natural Hazards, 36, 445-462.
- Bayrak, Y., Öztürk, S., Tsapanos, T.M., Koravos, G.Ch., Leventakis, G.A. ve Kalafat, D., 2007. An Evaluation of Earthquake Hazard Parameters Based on the Instrumental Data for Different Seismic Regions of Turkey and Adjacent Areas, International Earthquake Symposium, Ekim, Kocaeli, Bildiriler Kitabı: 92-96, 22-24.
- Bayrak, Y., Öztürk, S., Çınar, H., Kalafat, D., Tsapanos, T.M., Koravos, G.Ch. ve Leventakis, G.A., 2009. Estimating Earthquake Hazard Parameters from Instrumental Data for Different Regions in and Around Turkey, Engineering Geology, 105, 200-210.
- Bayrak, Y. ve Bayrak, E., 2012. An Evaluation of Earthquake Hazard Potential for Different Regions in western Anatolia Using the Historical and Instrumental Earthquake Data. Pure and Applied Geophysics DOI 10.1007/s00024-011-0439-3.
- Bayraktarli, Y. Y., Ulfkjaer J. P., Yazgan U. ve Michael H. F., 2005. On the Application of Bayesian Probabilistic Networks for Earthquake Risk Management, Conference on Structural.
- Bayraktarli, Y. Y., Ulfkjaer, J. P., Yazgan, U. ve Faber, M. H., On the Application of Bayesian Probabilistic Networks for Earthquake Risk Management, Swiss Federal Institute of Technology.
- Beck, J. L. ve Katafygiotis, L. S., 1998. Updating Models and Their Uncertainties, Journal of Engineering Mechanics, 124, 455,461.
- Beck, J. L. ve Yuen, K. V., 2004. Model Selection Using Response Measurements: Bayesian Probabilistic Approach, Journal of Engineering Mechanics, 130, 192-203.
- Budnitz, R. J., Apostolakis, G., Boore, D. M., Cluff, L. S., Coppersmith, K. J., Cornell, C. A. ve Morris, P. A., 1997. Recommendations for Probabilistic Seismic Hazard Analysis: Guidance on Uncertainty and Use of Experts, Nureg/Cr-6372, 1, Doi: 122160.
- Bongajum, E. L., Boisvert, J. ve Sacchi, M. D., 2013. Bayesian Linearized Seismic Inversion With Locally Varying Spatial Anisotropy, Journal of Applied Geophysics, 88, 31-41.

- Bozcu, M., Yağmurlu, F. ve Şentürk, 2007. M., Fethiye-Burdur Fay Zonunun Bazı Neotektonik ve Paleosismolojik Özellikleri, GB-Türkiye, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 31, 25-48.
- Blaser, L., Ohrnberger, M., Riggelsen, C. ve Scherbaum, F., 2009. Bayesian Belief Network for Tsunami Warning Decision Support, C. Sossai and G. Chemello (Eds), 5590, 757-768.
- Brodsky, E. E., Karakostas, V. ve Kanamori, H., A New Observation of Dynamically Triggered Regional Seismicity: Earthquakes in Greece Following The August 1999 İzmit, Turkey Earthquake, Geophysical Research Letters, 27, 17, 2741-2744.
- Cano, A., Masegosa, A. R. ve Moral, S., 2010. An Importance Sampling Approach to Integrate Expert Knowledge When Learning Bayesian Networks From Data, Springer, 6178, 685-695.
- Cua, G. ve Thomas, H., 2007. The Virtual Seismologist (VS) method: A Bayesian Approach to Earthquake Early Warning, Springer, 97-132.
- Çavuşoğlu, B. ve Oral, E. A., 2009. Olasılık ve Rastlantı Değişkenleri Ders Notları, 1-122.
- De Wit, R. W. L., Valentinei A. P. ve Trampert, J., 2013. Bayesian Inference of Earth's Radical Seismic Structure From Body-Wave Traveltimes Using Neural Networks, Geophysical Journal International, 195, 408-422.
- Delampady, M. ve Krishan, T., 2002. Bayesian Statics, Resonance, 27-38.
- Drilleau, M., Beucler, E., Mocquet, A., Verhoeven, O., Moebs, G., Burgos, G. ve Montagner, J-P., 2013. A Bayesian Approach To Infer Radial Models Of Temperature And Anisotropy in The Transition Zone From Surface Wave Dispersion Curves, Geophysical Journal International, 195, 2, 1165-1183.
- Ekici, O., 2009. İstatistikte Bayesyen ve Klasik Yaklaşımın Kavramsal Farklılıkları, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 12, 21, 89-101.
- Embrechts, P., Resnick I. S. ve Samorodnitskys G. 1999. Extreme Value Theory as a Risk Management Tool, North American Actuarial Journal, 3, 30-41.
- Eravcı, B., Yaman, M., Tepeuğur, E., Erkmen, C., Aktan, T., Albayrak, H. ve Demirtaş, R., 2007. Batı Anadolu Çöküntü Bölgesinin Paleosismoloji Projesi Sonuç Raporu, 5691-1.
- Eren Y., 2009. Neotektonik Ders Notları, Selçuk Üniversitesi, 1-124.
- Erdik, M., Demircioğlu, M. B., Şeşetyan, K. ve Hancılar, U., 2011. 7.Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 115, 8-20.
- Erdik, M., Doyuran, V., Aktaş, N. ve Gültekin, P., 1985. A Probabilistic Assessment of The Seismic Hazard in Turkey, Tectonophysics, 117, 295-344.

- Erdik, E., Biro, Y. A., Onur, T., Sestyan, K. ve Birgoren, G., 1999. Assessment of Earthquake Hazard in Turkey and Neighboring, *Annals of Geophysics*, 42, 6, doi: 10.4401/ag-3773.
- Eyidoğan, H., 2003. Tektonik ve Deprem Tehlikesi, Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 34469.
- Eyidoğan, H., 1988. Rates of Crustal Deformation in Western Turkey As Deduced From Major Earthquakes, *Tectonophysics*, 148, 83-92.
- Faber, H. M., Kroon, I. B., Bayly, D., Decosemaeker, P. ve Kragh, E., Risk Assessment of Decommissioning Options Using Bayesian Networks, *J. Offshore Mech. Arct. Eng.* 124, 231-238.
- Fei, L. F., Fergus, R. ve Perona, P., 2005. Learning Generative Visual Models From Few Training Examples: An Incremental Bayesian Approach Tested On 101 Object Categories, *Computer Vision and Image Understanding*, 106, 59-70.
- Firuzan, E., 2008. Statistical Earthquake Frequency Analysis for Western Anatolia, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 17, 741-762.
- Galanis, O. Ch., Tsapanos, T. M., Papadopoulos, G. A. ve Kiratzi A. A., 2002. Bayesian Extreme Values Distribution for Seismicity Parameters Assessment in South America, 3, 77-86.
- Glickman, M. E. ve Dyk, D. A. V., Basic Bayesian Methods, *Biostatistics*, 404, 319-338.
- Goff, L., B., Fitzenz, D. ve Beauval, C., 2012, Towards a Bayesian Seismotectonic Zoning for use in Probabilistic Seismic Hazard Assessment (PSA), Bayesian Inference and Maksimum Entropy Methods in Science and Engineering, 242-249.
- Gu, T., Pung, H. K. ve Zhang, D. Q., A Bayesian Approach for Dealing With Uncertain Contexts, National University of Singapore, Institute of Infocomm Research.
- Gutenberg, B. ve Richter, C. F., 1956. Earthquake Magnitude, Intensity, Energy and Acceleration, *Bulletin of The Seismological Society of America*, 46, 2, 105-145.
- Gutenberg, B. ve Richter, C. F., 2010. Magnitude and energy of Earthquakes, *Annals of Geophysics*, 53, 1, 7-12.
- Gunning, J. ve Glinsky, M. E., 2004. Delivery: An Open-Source Model-Based Bayesian Seismic Inversion Program, *Computers ve Geosciences*, 30, 619-636.
- Gunning, J. ve Glinsky, M. E., 2006. Wavelet Extractor: A Bayesian Well-Tie And Wavelet Extraction Program, *Computers ve Geosciences*, 32, 681-695.
- Hammer, H., Kolbjornsen, O., Tjelmeland, H. ve Buland, A., 2012. Lithology and Fluid Prediction From Prestack Seismic Data Using A Bayesian Model With Markov Process Prior, *Geophysical Prospecting*, 60, 500-515.

- Huang, Q., Öncel, A., O. ve Sobolev, G. A., 2002. Precursory Seismicity Changes Associated With The $M_w=7.4$ 1999 August 17 İzmit (Turkey), Geophysical Journal International, 151, 235-242.
- Jaynes, E. T., 1988. The Relation of Bayesian and Maximum Entropy Methods, Maximum-Entropy and Bayesian Methods in Science and Engineering, 1, 25-29.
- Kahraman, S., Baran, T. ve Saatçi, İ. A., 2007. The Effect of Region Border to Determine the Earthquake Hazard, Case Study: Western Anatolia, Sixth National Conference on Earthquake Engineering, Bildiriler Kitabı: 335-346.
- Kalyoncuoğlu, Y., Uyanık, O., Altuncu, S. ve Geçim, E., 2006. An Alternative Method for the Estimation of b-Value in the Gutenberg-Richter Relation With an Application in Southwest of Turkey, 8, 2, 67-78.
- Kalyoncuoğlu, U. Y., 2007. Evaluation of Seismicity and Seismic Hazard Parameters in Turkey and Surrounding Area Using A New Approach To The Gutenberg-Richter Relation, J. Seismol, 11, 131-148.
- Kayabalı K., 1995. Seismic Hazard Analysis; Theory and Application, Ankara, 46, 28-43.
- Kersten, D. ve Yuille, A., 2003. Bayesian Models of Object Perception, Current Opinion in Neurobiology, 13, 150-158.
- Kurtoğlu, F., 2011. Quantile Regresyon: Teorisi Ve Uygulamaları, 1-107.
- Kutanis, M., 2005. Sismik Tehlike Analizi, Spring, 113-151.
- Kijko, A. ve Graham G., 1998. Parametric-Historic Procedure for Probabilistic Seismic Hazard Analysis, Pure and Applied Geophysics, 152, 413-442.
- Kijko, A., Retief, S. J. ve Graham, G., 2001. Seismic Hazard and Risk Assessment for Tulbagh, South Africa: Part I – Assessment of Seismic Hazard, Natural Hazards, 26, 175-201.
- Kijko, A., 2004. Estimation of the Maximum Earthquake Magnitude, M_{max} , Pure and Applied Geophysics, 161, 1655-1681.
- Kijko, A., 1988. Maximum Likelihood Estimation of Gutenberg-Richter b Parameter For Uncertain Magnitude Values, 127, 4, 573-579.
- Khanzadi, M., Nicknam, A., Yazdani, Z. ve Sasan, M., 2014. A Bayesian Approach for Seismic Recurrence Parameters Estimation, Journal of Vibroengineering, 16, 977-986.
- Le Goff, B., Fitzenz, D. ve Beauval, C., 2011. Towards a Bayesian Seismotectonic Zoning for Use in Probabilistic Seismic Hazard Assessment (PSHA), AIP Conference Proceedings, 1305, 242-249.

- Leon, C. J. ve Vazquez-Polo, F. J., 1997. A Bayesian Approach Double Bounded Contingent Valuation, Environmental and Resource Economics, 11, 197-215.
- Lin, T. I., Lee, J. C. ve Ni, H. F., 2004. Bayesian Analysis of Mixture Modelling Using The Multivariate T Distribution, Statistics and Computing, 14, 119-130.
- Lyubushin, A. A., Tsapanos, T. M., Pisarenko V. F. ve Koravos G., 2002. Seismic Hazard for Selected Sites in Greece: A Bayesian Estimates of Peak Ground Accerelation, Natural Hazard, 25, 83-89.
- Liyubushin, A. A. ve Parvez, A. I., 2010. Map os Seismic Hazard of İndia Using Bayesian Approach, Nat Hazard, 55, 543-556.
- Matsu'ura, M., Noda, A. ve Fukahata, Y., 2007. Geodetic Data Inversion Based On Bayesian Formulation With Direct And Indirect Prior Information, Geophysical Journal International, 171, 1342-1351.
- Murray, I. ve Snelson, Edward, 2005. A Pragmatic Bayesian Approach to Predictive Uncertainty, J. Quinonero-Candela et. al., 3944, 33-40.
- McCreery, C. ve Phil, D., 2007. Probability and Bayes' Theorem, Formerly Lecturer in Experimental Psychology Magdalen College, Oxford, 2, 1-13.
- Myers, S. C., Johannesson, G. ve Hanley, W., 2009. Incorporation Of Probabilistic Seismic Phase Labels İnto A Bayesian Multiple-Event Seismic Locator, Geophysical Journal International, 177, 193-204.
- Passarelli, L., Maccaferri, F., Rivalta, E., Dahm, T. ve Boku A. E., 2013. A Probabilistic Approach fort he Classification of Earthquakes as 'Triggered' or 'not Triggered', J. Seismol, 17, 165-187.
- Paskaleva, I., Kouteva-Guentcheva, M., Vaccari, F. ve Panza, G., 2011. Some Contributions Of The Neo-Deterministic Seismic Hazard Assessment Approach To Earthquake Risk Assessment For The City Of Sofia, Pure and Applied Geophysics, 168, 521-541.
- Perozzi, L., Gloaguen, E., Rondenay, S. ve McDowell, G., 2012. Using Stochastic Crosshole Seismic Velocity Tomography and Bayesian Simulation to Estimate Ni Grades: Case Study From Voisey's Bay, Canada, Journal of Applied Geophysics, 78, 85-93.
- Pisarenko (i), V. F. ve Lyubushin (Jr.), A. A., 1999. A Bayesian Approach to Seismic Hazard Estimation: Maxsimum Values of Magnitudes and Peak Ground Accelerations, Published in Earthquake Research in China (English Edition), 13, 45-57.
- Polat, O., Gök, E. ve Yılmaz, D., 2008. Earthquake Hazard of the Aegean Extension Region (West Turkey), Turkish Journal of Earth Sciences (Turkish J. Earth Sci.), 17, 593-614.

- Rabben, T. E., Tijemeland, H. ve Ursin, B., 2008. Non-Linear Bayesian Joint Inversion Of Reflection Coefficients, Geophysical Journal International, 173, 265-280.
- Richter, C. F., 1935. An Instrumental Earthquake Magnitude Scale, Bulletin Of The Seismological Society Of America, 35, 1, 1-32.
- Rocca, L. L., 2008. Bayesian Non-Parametric Estimation of Smooth Hazard Rates for Seismic Hazard Assessment, Scandinavian Journal of Statistics, 35, 524-539.
- Rotondi, R. ve Varini, E., 2006. Bayesian Analysis of Marked Stress Release Models for Time-Dependent Hazard Assessment in the Western Gulf of Corinth, Tectonophysics, 423, 107-113.
- Rotondi, R. ve Varini, E., 2007. Bayesian inference of Stress Release Models Applied to Some Italian Seismogenic Zones, Geophysical Journal International, 169, 301-314.
- Sarıkaya, M. A., 2004. Gediz Ayrılma Zonu: Fay Kayacı Stratigrafisi ve Tektonik Önemi, 30, 63-79.
- Siu, N. O. ve Kelly, D. L., Bayesian Parameter Estimation in Probabilistic Risk Assessment, Reliability Engineering and System Safety, 62, 89-116.
- Song, Y., Gong, J., Gao, S., Wang, D., Cui, T., Li, Y. ve Wei, B., 2012. Susceptibility Assessment of Earthquake-Induced Landslides Using Bayesian Network: A Case Study In Beichuan, China, 42, 189-199.
- Sheikh, P. A., Aquil, A. ve Athar, A. K., 2010. Bayesian Analysis of Location-Scale Family of Distributions Using S-Plus and R Software, Journal of Moders Applied Statistical Methods, 9, 567-578.
- Shen, W., Ritzwoller, M. H., Schulte-Pelkum, V. ve Lin, F-C., 2013, Joint Inversion Of Surface Wave Dispersion And Recevier Functions: A Bayesian Monte-Carlo Approach, Geophysical Journal International, 192, 807-836.
- Smyth, A. W., Altay, G., Deodatis, G., Erdik, M., Franco, G., Gülkan, P., Kunreuther H., Lus, H., Mete, E., Seeber, N. ve Ozal, Y., 2004. Probabilistic Benefit-Cost Analysis for Earthquake Damage Mitigation: Evaluating Measures for Apartment Houses in Turkey, Earthquake Spectra, 20, 171-203.
- Straub, D., 2005. Natural hazards risk assessment using Bayesian networks, 9th International Conference on Structural Safety.
- Steady, S., Gomberg, J. ve Cocco M., 2005. Introduction To Special Section: Stress Transfer, Earthquake Triggering and Time-Dependent Seismic Hazard, 110, B05S01.
- Tan, O., Tapırdamaz, M. C. ve Yörük, A., 2008. The Earthquake Catalogues for Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences, 17, 405-418.

- Tağıl, Ő. ve Alevyakalı, ., 2013. Earthquake Spatial distribution in the Egean Region, Turkey: The Geostatistical Approach, The Journal of International Social Research, 6, 369-379.
- Tekin, F. ve Hafizoğlu, E., 2011. Batı Anadolu'daki Önemli Fay Zonları ve Depremselliğe Etkileri. Soma MYO dergisi, 1, 4-11.
- Tsapanos, T. M., Lyubushin, A. A. ve Pisarenko V. F., 2001. Application of a Bayesian Approach for Estimation of Seismic Hazard Parameters in Some Regions of the Circum-Pasific Belt, Pure and Applied Geophysics, 158, 859-875.
- Tsapanos, T. M., 2003. Appraisal of Seismic Hazard Parameters for the Seismic Regions of the East Circum- Pasific Belt Inferred from a Bayesian Approach, Natural Hazards, 30, 59-78.
- Tsapanos, T. M., Papadopoulos, G. A. ve Galanis, O. Ch., 2003. Time Independent Seismic Hazard Analysis of Greece Deduced from Bayesian Statistics, 3, 129-134.
- Tsapanos, T. M., Galanis, O. Ch. ve Koravos, G.CH., 2002. A Method for Bayesian Estimation of the Probability of Local Intensity for Some Cities in Japan, Annals of Geophysics, 45, 657-671.
- Tsapanos, T. M., Galanis, O. C., Koravos, G. C. ve Musson, R. M. W., 2002. A Method for Bayesian Estimation of the Probability of Local Intensity for some Cities in Japan, Annals of Geophysics, 45, 5 657-671.
- Tsapanos, T. M. ve Christova, C. V., 2003. Earthquake Hazard Parameters in Crete Island and its Surrounding Area Infered from Bayes Statistics: An Integration of Morphology of the Seismically Active Structures and Seismological Data, Pure and Applied Geophysics, 160, 1517-1536.
- Üer, S. B., Crampin, S., Evans, R., Miller, A. ve Kafadar, N., 1985. The Marnet radiolinked Sismometer Network Spanning The Marmara Sea and The Seismicity of Western Turkey, Geophysical Journal of The Royal Astronomical Society, 83, 1, 17-30.
- Walsh, D., Amold, R. ve Townend, J., 2009. A Bayesian Approach To Determining And Parametrizing Earthquake Focal Mechanisms, Geophysical Journal International, 176, 235-255.
- Wang, L. ve Fu, J. C., 2007. A practical Sampling Approach For A Bayesian Mixture Model With Unknown Number Of Components, Statistical Papers, 48, 631-653.
- Wang, W. ve Zeng, G., 2012. Bayesian Cognitive Model in Scheduling Algorithm for Data Intensive Computing, J. Grid Computing, 10, 173-184.
- Wasserman, L., 2000. Bayesian Model Selection and Model Averaging, Journal of Mathematical Psychology, 44, 92-107.

- Wu, John ve Sons, 2005. Bayesian Survival Analysis, Encyclopedia of Biostatistics, Doi: 10.1002/0470011815.b2a11006.
- Wu, M. ve Jermaine, C., 2009. Guessing the Extreme Values in a Data Set: A Bayesian Method And Its Applications, The Vldb Journal, 18, 571-597.
- Yarar, R., Ergünay, O., Erdik, M. ve Gülkan, P., 1980. A Preliminary Probabilistic Assessment of the Seismic Hazard in Turkey. Proc. 7th World Conf. Earthquake Eng., Istanbul, 309-316.
- Yadav, R.B.S, Tsapanos, T. M., Bayrak, Y. ve Koravos, G.CH., 2012. Probabilistic Appraisal of Earthquake Hazard Parameters Deduced from a Bayesian Approach in the Northwest Frontier of the Himalayas, Pure and Applied Geophysics, doi: 10.1007/s00024-012-0488-2.
- Yadav, R. B. S., Tsapanos, T. M., Tripathi, J.N. ve Chopra, S., 2013. An Evaluation of Tsunami Hazard Using Bayesian Approach in the Indian Ocean, Elsevier, 593, 172-182.
- Yağcı, B. Rasgele Değişkenlerin Dağılımları, Ders Notları
- Yazdani, A. ve Kowsari, M., 2013. Bayesian Estimation of Seismic Hazards in Iran, Scientia Iranica, 20, 3, 422-430.
- Yegulalp, T. M. ve Kuo, J. T. 1974. Statistical Prediction of Occurrence of Maximum Magnitude Earthquakes, Bull. Seismol. Soc. Am. 64, 393-414.
- Yılmaz, D., Gök, E. ve Polat, O., 2006. Ege Açılma Rejiminin Deprem Tehlikesi, Aktif Tektonik Araştırma Grubu 10. Toplantısı, 120-122.
- Yılmaztürk, A., Bayrak, Y. ve Çakır, Ö., 1999. Crustal Seismicity in and Around Turkey. Natural Hazards, 18, 253-267.
- Yuille, A. ve Kersten, D., 2006. Vision as Bayesian inference: Analysis by Synthesis?, Trends in Cognitive Sciences, 10, 7, 301-308.
- Yüçemen, M. S. ve Akkaya, A., Stochastic Models for the Estimation of Seismic Hazard and Their Comparison, 466-475.
- Zollo, A., D'Auria, L., De Matteis, R., Herrero, A., Virieux, J. ve Gasparini, P., 2002. Bayesian Estimation of 2-D P-Velocity Models From Active Seismic Arrival Time Data: Imaging of The Shallow Structure of Mt Vesuvius (Southern Italy), Geophysical Journal International, 151, 2, 566.
- Zöller, G., Hainzl, S. ve Holschneider, M., 2010. Recurrence of Large Earthquakes: Bayesian Inference from Catalogs in the Presence of Magnitude Uncertainties, Pure and Applied Geophysics, doi: 10.1007/s00024-010-0078-0.

Zöller, G., Hainzl, S., Ben-Zion, Y., Holschneider, M., Seismicity, Critical States of: From Models to Practical Seismic Hazard Estimates Space, 7853-7872.

Zhenming, W., 2011. Seismic Hazard Assessment: Issues and Alternatives, Pure and Applied Geophysics, 168, 11-15.

Zhong, J., Gardoni, P. ve Rosowsky, D., 2009. Bayesian Updating Of Seismic Demand Models And Fragility Estimates For Reinforced Concrete Bridges With Two-Column Bents, Journal Of Earthquake Engineering, 13, 716-735.

URL-1 <http://sismo.deprem.gov.tr/VERITABANI/turknetkatalog.php>, 15/03/2006.

URL-2. <http://sismo.deprem.gov.tr/VERITABANI/isckatalog.php>, 15/03/2006.

URL-3. <http://www.iris.edu/quakes/eventsrch.htm>, 15/03/2006

ÖZGEÇM

01.12.1985'de Trabzon'da do du. İlk öğrenimini Namık Kemal İlkö retim okulunda, orta öğrenimini Zehra Kitapçio lu okulunda, liseyi Affan Kitapçio lu okulunda bitirdi. 2006 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisli i Bölümü'ne girmeye hak kazandı. 2010 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeofizik Mühendisli i Bölümünü bölüm birincisi olarak bitirdikten sonra aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeofizik Mühendisli i Anabilim Dalında yüksek lisans e itimine ba ladı. Eylül 2012'de Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeofizik Mühendisli i'ne Ara tırma görevlisi olarak atandı. Bu görevi halen sürdürmektedir.