

SIİRT İLİ SİSMİK TEHLİKE ANALİZİ

Fuat KÖKER

Yüksek Lisans Tezi

İnşaat Mühendisliği Mekanik Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Fatih CETİŞLİ

OCAK-2013

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

SİİRT İLİ SİSMİK TEHLİKE ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fuat KÖKER

(101115117)

Anabilim Dalı: İnşaat Mühendisliği

Programı: Mekanik

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Fatih CETİŞLİ

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 24 Ocak 2013

OCAK-2013

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SİİRT İLİ SİSMİK TEHLİKE ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fuat KÖKER

(101115117)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 24 Ocak 2013

Tezin Savunulduğu Tarih: 17 Ocak 2013

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Fatih CETİŞLİ (PA.Ü.)

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Mehmet ÜLKER (F.Ü.)

Doç. Dr. Ömer KELEŞOĞLU (F.Ü.)

OCAK-2013

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanması sırasında bana yol gösteren ve bilgilerini benimle paylaşarak çalışmalarımı yönlendiren Sayın Yrd. Doç. Dr. Fatih CETİŞLİ'ye, çalışmalarım sırasında beni aydınlatan Fırat Üniversitesi Öğretim Üyelerine, Fırat Üniversitesi Çalışanlarına, bana sürekli destek olan aileme, değerli Eşim Asiye'ye Kızlarım Perihan Naz ve Elif'e en içten dileklerimle teşekkürlerimi sunarım.

Fuat KÖKER

Elazığ, - 2013

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET	IV
SUMMARY.....	V
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VI
TABLolar LİSTESİ.....	VII
SEMBOLLER LİSTESİ.....	VIII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Amaç.....	2
1.2. Kapsam.....	5
2. MATERYAL ve METOT	7
2.1. Türkiye'nin Depremselliği (Sismisitesi)	8
2.1.1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Yakın Yöresinin Depremselliği	11
2.1.2. Güneydoğu Anadolu Bölgesini Etkileyen Önemli Tektonik Yapılar	12
2.1.3. Güneydoğu Anadolu Bindirmesi / Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı(BZKK): ...	14
2.1.4. Ölü Deniz Fayı (ÖDFZ)	15
2.1.4. Lice Fay Zonu	16
2.1.5. Adıyaman Fay Zonu	16
2.1.6. Bozova Fayı	16
2.1.7. Kalecik Fayı	17
2.1.8. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ni Etkileyen Tarihi Depremler.....	17
2.1.9. Güneydoğu Anadolu ve Yakın Yöresinin Son Dönem Deprem Etkinliği ...	18
2.2. Siirt İlinin Depremselliği	20
2.3. Fay ve Fay Çeşitleri.....	22
2.3.1. Fay	22
2.4. Sismik Tehlike Analizi.....	28
2.4.1. Sismik Tehlike Analizinin Amaçları.....	30
2.4.2. Sismik Tehlike Analizinde Kullanılan Yöntemler.....	31
2.4.3. Deprem Ölçülmesi.....	32
2.4.3.1. Deprem Şiddeti	32
2.4.3.2. Deprem Büyüklüğü	37
3. BULGULAR.....	49
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	54
KAYNAKLAR	56
EKLER	61

ÖZET

Depremler yeryüzündeki en büyük doğal afetlerden birisidir. Depremleri diğer doğal afetlerden farklı kılan zaman, yer ve şiddet bakımından rastsallık göstermeleridir. Gelecekte oluşabilecek depremlerin tahmini için istatistiksel analizler yapılmaktadır son yıllarda pek çok araştırmacı tarafından da kullanılmaktadır. Bu istatistiksel yaklaşım "Sismik Risk Analizi" olarak adlandırılmaktadır.

Yüksek sismisiteye sahip olan Türkiye'de pek çok deprem yaşanmıştır bu depremler sonucunda çok sayıda vatandaşımız hayatını kaybederken geride bıraktıklarında büyük yıkımlar yaşatmıştır. Bu çalışmada Siirt ilinin depremselliği araştırılmıştır.

Çalışma sonucunda Siirt ilimizin maksimum manyetüd, aşılma olasılığı, dönüş periyodu, pik zemin ivme değerleri ile azalım ilişkileri araştırılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda ilgili grafikler çizilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aşılma Olasılığı, Azalım İlişkileri, Deprem Manyetüdü, Dönüş Periyodu, Pik Zemin İvmesi, Sismik Risk Analizi,

SUMMARY

Earthquakes are one of the biggest natural disasters on earth. What makes earthquakes different from other natural disasters is that they demonstrate randomness in terms of time, place and magnitude. Statistical analyses have been done for the estimation of future earthquakes and recently they have been used by many researchers. This statistical approach is named as "Seismic Risk Analysis".

In Turkey, which has a high seismicity, there have been lots of severe earthquakes. As a result of these earthquakes, many citizens died and huge destructions were caused on their relatives. In this study, the seismicity of Siirt was analyzed.

As a result of this study, seismic hazard analysis of Siirt province has been calculated. In the light of these analyzes, relevant graphs have been drawn.

Keywords: Earthquake Magnitude, Probability of Exceedance, Tectonic Faults, Seismic Risk Analysis,

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Siirt ilinin Türkiye haritasındaki konumu	4
Şekil 1.2. Siirt ilindeki barajlar ve üretim kapasiteleri	5
Şekil 2.1. 2010 yılı Türkiye ve çevresi deprem etkinliği	8
Şekil 2.2. Anadolu levhasının batıya kayma mekanizması.	10
Şekil 2.3. Türkiye diri fay haritası	10
Şekil 2.4. Türkiye'nin deprem bölgeleri haritası	11
Şekil 2.5. Son birkaç yüz yıl içinde bu fay üzerinde meydana gelen en önemli depremler	13
Şekil 2.6. Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve yakın yöresinde meydana gelen tarihsel depremler	14
Şekil 2.7. Mart 2004-Şubat 2006 tarihleri arasında Türkiye'deki deprem etkinliği	15
Şekil 2.8. Türkiye deprem bölgeleri haritası	20
Şekil 2.9. Fay düzleminin konumu ve kayma bölgesinin genişlemesi	23
Şekil 2.10. Doğrultu atımlı fay	25
Şekil 2.11. Normal atımlı fay	25
Şekil 2.12. Ters atımlı fay	26
Şekil 2.13. Verev Atımlı Fay	26
Şekil 3.1. Siirt ili deprem haritası	49
Şekil 3.2. Siirt ili konumu yakın çevresinde oluşan depremler	51
Şekil 3.3. Deprem tekrarlanma sayısı-Manyetüd ilişkisi	53

TABLÖLAR LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.2. İvme konturlarına göre bölgeleme (Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1996).....	21
Tablo 2.3. Siirt İli Deprem Bölgeleri (Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1996)	21
Tablo 2.4. Şiddet, Zemin İvmesi, Hız ve Yapı Tiplerindeki Hasar Arasındaki İlişkiler (URL-2, 2012).....	36
Tablo 2.5. Dönüştürülmüş Mercalli şiddet cetveli (Kumbasar ve Celep, 1992)	36
Tablo 2.6. Richter büyüklüğü ile dönüştürülmüş Mercalli şiddeti ilişkisi (USBR, 1989).....	37
Tablo 3.1. Siirt ili ve civarında 1900 – 2011 Mart arasında meydana gelen depremlerin büyüklükleri.....	50
Tablo 3.2. Siirt ilinin yeryüzündeki konumuna göre yakın çevresinde oluşan depremlerin koordinatlar ve Manyetüdler.....	50
Tablo 3.3. 1900-2010 Yılları arası 50 km yarıçaplı mesafe için Siirt ve çevresinde oluşan depremler	52
Tablo 3.4. Regresyon analizleri	52
Tablo 3.5. T_r yılda oluşacak deprem manyetüdüleri.....	53

SEMBOLLER LİSTESİ

Simgeler **Acıklama**

M	Manyetüd (Richter ölçeğine göre)
N	Manyetüdü M ya da daha büyük olan depremlerin sayısı
a	Gumbel dağılımında regresyon katsayısı
b	Gumbel dağılımında regresyon katsayısı
P	Gumbel dağılımında regresyon katsayısı
T	Gumbel dağılımında zaman periyodu
T_d	Dönüş periyodu
R	Aşılma olasılığı
$G(M)$	Gumbel dağılımında eklenik frekans
$f(M)$	Gumbel dağılımında frekans fonksiyonu
h	Poisson dağılımında yıllık ortalama deprem sayısı
r	Poisson dağılımında bir yılda meydana gelen deprem sayısı
X	Poisson dağılımında birim zamandaki deprem sayısı
y	Weibull dağılımında şekil parametresi
$X(t)$	Weibull dağılımında tehlike oranı
D	Weibull dağılımında tasarım periyodu

Kısaltmalar **Acıklamalar**

amb	Ambrase
PGA	Pik Zemin İvmesi
PGV	Pik Zemin Hızı
PGD	Pik Zemin Yerdeğiştirmesi
cm	Santimetre
km	Kilometre
In	Doğal logaritma
log	Logaritma
TDY	Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
vb.	Ve benzerleri
vd.	Ve diğerleri

1. GİRİŞ

1.1. Genel Bilgiler

Diğer birçok doğal afetlere kıyasla zaman, yer ve şiddet olarak rastsallık gösteren ve en büyük doğal afetlerden biri olan depremler geçmişte olduğu gibi günümüzde de hala yüksek oranda ölümle ve maddi hasarlarla sonuçlanmaktadır. Her ne kadar zaman, yer ve şiddet bakımından rastsallık gösterse de, bir bölgede meydana gelebilecek bir depremin mekanizmasından ötürü geçmişte o bölgede meydana gelmiş olan depremlerle benzer karakterlerde olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur.

Mühendislik tasarımı, meydana gelebilecek olağanüstü durumun gerçekleşebilme ihtimalinin ve sıklığının tahmini ile mühendislik hizmeti alan yapının bu olağanüstü durum halinde hasar görme ihtimalinin birlikte değerlendirilmesini içermektedir. Sismik Risk Analizi olarak adlandırılan bu yöntemle bir yandan olağanüstü durumun gerçekleşme ihtimali (Sismik Tehlike Analizi) değerlendirilirken diğer yandan bu afet durumunda yapının davranışı (Hasar Görebilirlik) incelenmektedir.

Bu tezin temelini teşkil eden Sismik Tehlike Analizi kapsamında bugüne kadar birçok çalışma yapılmıştır. Gutenberg-Richter yöntemi, Gumbel yöntemi, Poisson yöntemi ve Weibull yöntemi bu çalışmalara örnek olarak verilebilir. Bunlardan Gumbel yönteminin gerçeğe yakın olması sebebiyle uygulamaların birçoğunda tercih edilmiştir. Sismik tehlike analizinin uygulandığı bazı çalışmalar ve içeriği şu şekilde özetlenebilir.

Yunatçı vd, yaptıkları çalışmada deterministik ve olasılıksal sismik tehlike analizinin kavramsal çekişmesine ışık tutmakta ve genel çerçevesi günümüzde olgunlaşmış olan olasılıksal sismik tehlike analizi akışını özetlemektedir. Çalışmada yerel saha etkilerinin olasılıksal sismik tehlike analizlerinde daha doğru temsil edilmesi amacıyla sistemle tümleştirilmesi esas alınmıştır. Sahaya özel elde edilen zemin tepkileri, olasılıksal çerçeve dâhilinde değerlendirilerek sismik tehlike eğrileri elde edilmiştir (Yunatçı ve Çetin, 2007).

Cornell bir bölgede yapılacak mühendislik projesi hakkında sismik risk değerlendirilmesi ile ilgili bir yöntem sunmuştur. Çalışma ortalama dönüş periyoduna karşılık gelen zemin hareketlerinin sonuçlarını içermektedir. Çalışmada kullanılan metod tüm potansiyel deprem kaynaklarının etkisini ve bunlar için hesaplanmış ortalama aktivite oranlarını içermektedir. Çalışılan saha ile potansiyel noktasal, çizgisel veya alansal

kaynaklar arasındaki ilişkiyi kolayca hesap ederek modellenebilmektedir (Cornell, 1968).

King ve Kiremidjian bölgesel sismik tehlike ve risk analizi için tanımlanan coğrafi bilgi sisteminin geliştirilmesi için bir çalışma yapmışlardır. Yerel zemin koşullarının etkilerini hesaplamak için farklı modeller gözden geçirilmiştir. Çalışma aynı zamanda geniş bir alan için deprem hasar ve kayıplarının hesaplanmasını da içermektedir (King and Kiremidjian, 1994).

McGuire sismik tehlike ve risk analizi metotları hakkında genel bir değerlendirme yapmıştır. Sismik tehlike analizinde ortaya çıkabilecek belirsizliklerin nasıl dağıtılacağını tarif etmiştir (McGuire, 2004).

Çetin ve arkadaşları Bursa ili için olasılıksal sismik tehlike analizini yapmışlardır. Bölgeyi etkileyebilecek diri faylar ile ilgili veriler çalışılmış, sismik kaynak özellikleri belirlenmiş ve uygun sönüm ilişkileri kullanılarak 50 yılda %10 aşılma olasılığına sahip zemin için maksimum yer ivmesi ve spektral ivme haritalarını elde etmişlerdir. (Çetin vd., 2004)

Yücemen tarafından yapılan çalışmada deprem tehlikesinin belirlenmesi için basit bir istatistiksel model sunulmuş, sismik tehlike analizine ilişkin yöntemlerinin yapı mühendislerine tanıtılması amaçlanmıştır (Yücemen, 2008).

Işık yapmış olduğu doktora tezinde Bitlis Şehri için olasılıksal sismik tehlike analizini gerçekleştirmiştir. Bitlis İli ve çevresindeki bölgelerde bulunan fayların yerleri ve özellikleri ile bu faylarda meydana gelen aktivitelerin tarihsel gelişimi araştırılmış ve bu verilerden yola çıkarak sismik tehlike analizi yapılmıştır. Bitlis için yapılan olasılıksal sismik tehlike analizlerinden elde edilen ivme spektrumları ile ABYYHY 2007'de (Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik) verilen ivme spektrumları karşılaştırılmıştır (Işık, 2010).

1.2. Çalışmanın Amacı

Geçmiş depremlerin gelecekte oluşabilecek depremleri etkilediği aşikârdır. Geçmişte meydana gelen depremler göz önünde bulundurularak gelecekte oluşabilecek depremler için olasılıksal yaklaşımlar üretilmekte ve tasarım kriterleri geliştirilmektedir. Bu bilgilerden yararlanılarak yürütülen çalışmalara "Sismik Tehlike Analizi" adı verilmektedir.

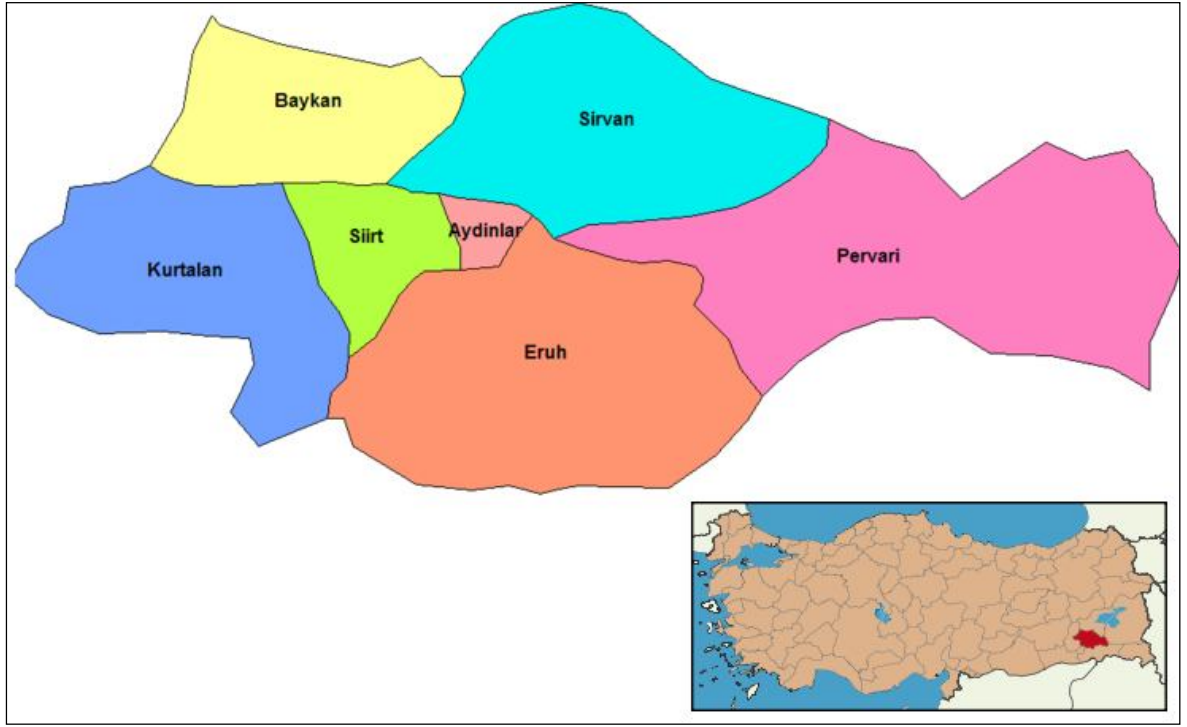
Sismik tehlike analizinin amacı geçmişte meydana gelmiş deprem verilerinin analizi ile

bölgede gelecekte beklenebilecek sismik aktivite için belirli olasılık değerleri elde etmektir. Sismik tehlike analizinin sonucunda genellikle ele alınan bölgedeki belirli bir zemin parametresinin veya deprem şiddetinin bir yıldaki aşılma olasılığını gösteren bir eğri elde edilir. Sismik tehlike analizi sonucunda elde edilen parametreler yapıların tasarımına yansıtılabilir (Yüçemen, 1982).

İleriki zamanlarda meydana gelebilecek olası depremlerin etkinliklerinin ve tekrarlama periyotlarının belirlenebilmesi için daha önce meydana gelmiş depremlerin meydana geliş tarihleri, dışmerkez koordinatları, manyetüd veya şiddeti, odak derinliği ve azalım ilişkilerinin ortaya çıkarılması gereklidir. Elde edilen sonuçların daha sağlıklı ve güvenilir olması için incelemeye alınan zaman periyodu olabildiğince geniş tutulmalıdır. Alınan verilerin doğruluğu kontrol edilip zaman içinde değişen ve gelişen teknolojiyle birlikte yeni derlemeler yapılmalıdır. Bu yapılan çalışmaların gerçeğe yakınlık derecesi % 100'e yakın olursa oluşacak depremlerin şiddet ve yerinin bilinmesi de bir o kadar da kolaylaşır.

Özellikle son yıllarda dünyada ve ülkemizde yaşanan yıkıcı depremler ve bu depremler sonucunda oluşan büyük çaplı can ve mal kayıpları deprem konusunda yapılan çalışmaları, araştırmaları ve alınacak önlemlerin önemini gündeme getirmiştir. Siirt ili ve özellikle yakın çevresinin depremselliği ve buralarda geçmişte meydana gelen depremlerden dolayı Siirt incelenmeye değer bir konumdadır.

Siirt, Güney Doğu Anadolu Bölgesinde, 41°00'-42°00' doğu boylamları, 37°45'-38°15' kuzey enlemleri arasında yer alan, 6.186 km² lik yüz ölçüme sahip Güney Doğu Torosların güney eteğinde kurulmuş bir şehirdir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Siirt ilinin Türkiye haritasındaki konumu (URL-1, 2012)

Siirt İlinin Sismik tehlike analiziyle yakın zamanda olabilecek depremlerin büyüklüğü ve olma olasılıkları hesaplanarak bölgede yapılmış ve yapılması hedeflenen baraj gibi Türkiye'nin gelişmesine büyük katkı sağlayacak yapıların projelendirme aşamasında bu çalışmanın dikkate alınması gerekeceği düşünülmektedir.

Çalışmada Siirt ilinin seçilme amacı Siirt ilinin 1.Deprem bölgesinde yer alması ve ilde, Türkiye'nin enerji açığını büyük ölçüde kapatabileceği düşünülen birçok baraj projesinin olmasıdır. Yakın zamanda yapılması düşünülen baraj projelerinin tasarımında da deprem tehlike analiziyle katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Siirt ilinde tamamlanmış ve proje aşamasında olan barajların üretim kapasiteleri aşağıda verilmiştir.

Planlama ve proje aşamasında	: 553,77 MW, % 28	2 054,02 GWh/yıl, % 34
*Baykan Enerji Grubu	: 81,50 MW,	273,61 GWh/yıl
*Eruh Barajı ve HES	: 44,30 MW,	150,59 GWh/yıl
*Hizan Regülatörü ve HES	: 38,50 MW,	100,16 GWh/yıl
*Keskin Barajı ve HES	: 164 MW,	740,60 GWh/yıl
*Narlı Barajı ve HES	: 36 MW,	168 GWh/yıl
*Oran Barajı ve HES	: 71,02 MW,	211,55 GWh/yıl
*Tarihler I-II Regülatörü ve HES	: 47,60 MW,	169,01 GWh/yıl
*Kezer Regülatörü ve HES	: 16,16 MW,	48,43 GWh/yıl
*Karasu Regülatörü ve HES	: 22,65 MW,	85,90 GWh/yıl
*Başören Regülatörü ve HES	: 9,74 MW,	33,24 GWh/yıl
*Balcılar Regülatörü ve HES	: 22,30 MW,	72,93 GWh/yıl
İnşa halinde olan	: 1 182,04 MW, % 59	3 085,53 GWh/yıl, % 52
*Şirvan Barajı ve HES	: 30 MW,	104,62 GWh/yıl
*Kirazlık Regülatörü ve HES	: 38,77 MW,	139,55 GWh/yıl
*Çetin Barajları ve HES	: 517 MW,	1 474,74 GWh/yıl
*Pervari Barajı ve HES	: 400 MW,	889,12 GWh/yıl
*İncir Barajı ve HES	: 140 MW,	323,87 GWh/yıl
*Baran 1-2 Regülatörleri ve HES	: 56,27 MW,	153,63 GWh/yıl
İşletmede olan	: 263,27 MW, % 13	823,26 GWh/yıl, % 14
*Alkumru Barajı	: 261,27 MW,	817,26 GWh/yıl
Botan HES	: 2 MW,	6 GWh/yıl
İL ENERJİ TOPLAMI	: 1 999,08 MW	5 962,81 GWh/yıl
* 4628 Sayılı Kanun kapsamında özel sektör tarafından yapılması düşünülen projeler.		

Şekil 1.2. Siirt ilindeki barajlar ve üretim kapasiteleri (DSİ, 2012)

1.3. Çalışmanın Kapsamı

Çalışmada sismik tehlike analizinde kullanılan yöntemler hakkında bilgi verilmiş ve daha sonra da analiz sırasında uygulanan yöntemler ayrıntılarıyla açıklanmıştır. Ayrıca depremlerin nasıl meydana geldiği, nasıl oluştuğu Türkiye’de ve dünyadaki deprem kuşakları hakkında kısaca bilgi verilmiştir. Siirt ilinin deprem kuşağındaki yeri Siirt ilini etkileyen deprem kuşağı ve yakın çevresinin bu kuşaklarda bulunduğu evrelerden de bahsedilmiştir

Yüzölçümü 6186 km², yüksekliği 895 m. olan Siirt ili 41.57 E(Doğu Boylamı)’de-37.56N (Kuzey Enlemi)’de yer almaktadır. Siirt merkezindeki Atatürk büstünü merkez nokta kabul ederek 100 km yarıçapındaki alanda meydana gelmiş aletsel dönem deprem

verileri değerlendirilmiştir. Manyetüdü 4.5 ten büyük depremler değerlendirilmeye alınmıştır. Tarihsel dönem kayıtlarından ise doğru veya doğruya yakın sonuçlar alınamayacağı için değerlendirmeye tabi olmamıştır.

Tartışma ve Sonuç kısmı ise son bölümde yer almıştır. Bu son bölümde Siirt ili için uygulanan sismik tehlike analizinin değerlendirilmesi yapılmış ve bir takım önerilerde bulunulmuştur farklı görüşlere de yer verilmiştir.

2. MATERYAL ve METOT

Sismik tehlike analizi sırasında TC. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Deprem Dairesi Başkanlığı'ndan veriler alınmıştır. Bu veriler deprem büyüklükleri kullanılacak şekilde ilgili deprem büyüklüklerine dönüştürülmüştür.

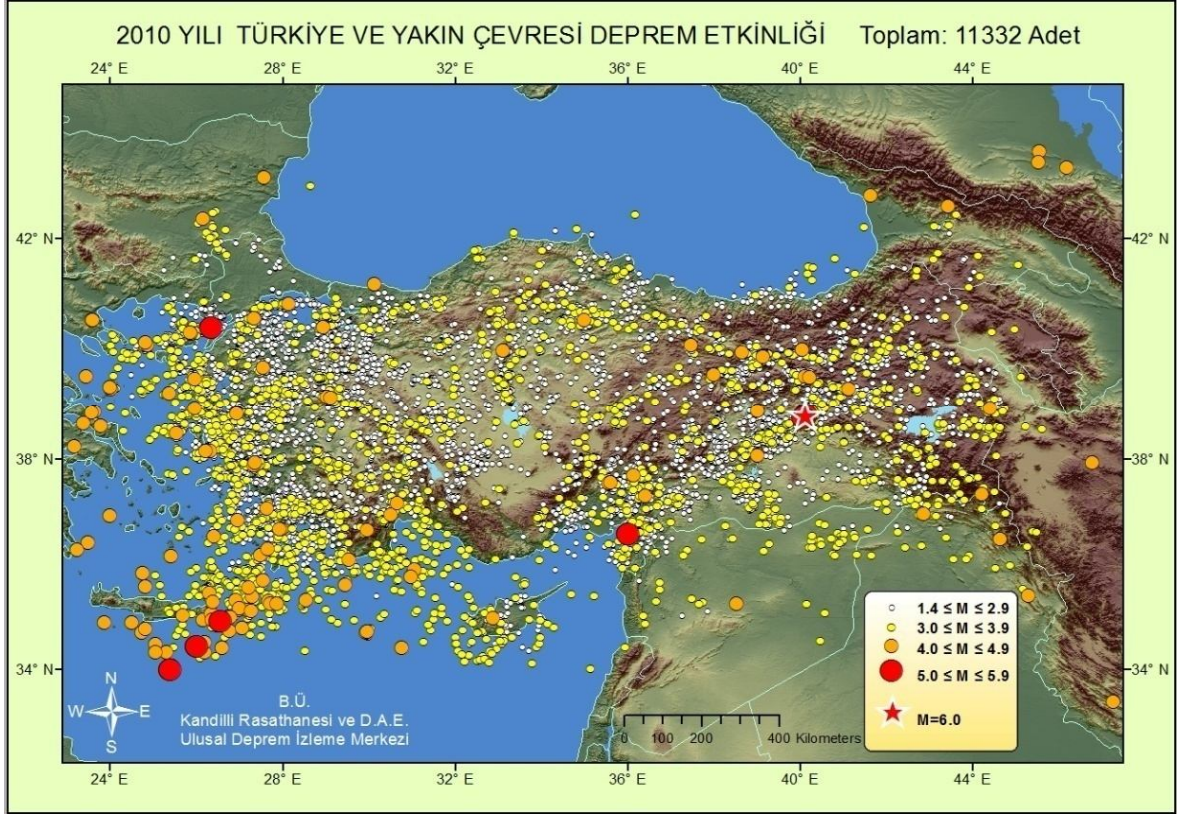
Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde oluşan depremler daha önce yaşanmış depremlerle hasarları bakımından aynı özelliktedir. Genel olarak bu hasar sebepleri basit mühendislik kurallarına uyulmaması ve taşıyıcı sistem oluşturulmasında basit kuralların göz ardı edilmesi olarak verilebilir. Çok katlı betonarme binaların mühendislik hizmeti almamış olması da diğer önemli hasar sebebi olarak verilebilir.

Yapılan betonarme binalar ve gökdelenlerin iyi bir denetimden geçmemesi de hasarların oluşmasında önemli sebeplerdendir. Yapılan çelik konstrüksiyon binalarda oluşan hasarların, diğer yapı malzemeleriyle yapılan binalara göre daha az hasara uğradığı da bir gerçektir.

Dünyanın oluşumundan beri, sismik yönden aktif bulunan bölgelerde depremlerin ardışıklı olarak olduğu ve sonucundan da milyonlarca insanın ve barınakların yok olduğu bilinmektedir (URL-2, 2012).

Bilindiği gibi yurdumuz dünyanın en etkin deprem kuşaklarından birinin üzerinde bulunmaktadır. Geçmişte Türkiye'de birçok yıkıcı depremler olduğu gibi, gelecekte de sık sık oluşacak depremlerle büyük can ve mal kaybına uğrayacağımız bir gerçektir (URL-2, 2012).

Deprem Bölgeleri Haritası'na göre, yurdumuzun %92'sinin deprem bölgeleri içerisinde olduğu, nüfusumuzun %95'inin deprem tehlikesi altında yaşadığı ve ayrıca büyük sanayi merkezlerinin %98'i ve barajlarımızın %93'ünün deprem bölgesinde bulunduğu bilinmektedir (URL-2, 2012). Şekil 2.1'de görüldüğü üzere Türkiye ve yakın çevresi 2010 yılında 11332 adet yer sarsıntısı geçirmiştir.



Şekil 2.1. 2010 yılı Türkiye ve çevresi deprem etkinliği (URL-2, 2012).

Son 58 yıl içerisinde depremlerden ötürü, 58.202 vatandaşımız hayatını kaybetmiş, 122.096 kişi yaralanmış ve yaklaşık olarak 411.465 bina yıkılmış veya ağır hasar görmüştür. Sonuç olarak denilebilir ki, depremlerden her yıl ortalama 1.003 vatandaşımız ölmekte ve 7.094 bina yıkılmaktadır (URL-2, 2012).

2.1. Türkiye'nin Depremselliği (Sismisitesi)

Alp-Himalaya deprem kuşağında yer alan Türkiye'de olan depremler, Atlantik Okyanus ortası sırtının iki tarafa doğru yayılmasına bağlı olarak Afrika-Arabistan levhalarının kuzey-kuzeydoğuya doğru hareket etmeleriyle ilişkilidir. Ayrıca, Kızıldeniz'in uzun eksenı boyunca bugün de devam eden deniz tabanı yayılması nedeni ile Arabistan levhası kuzeye doğru itilmekte ve Avrasya levhasının altına doğru dalmaya zorlanmaktadır. Bu zorlanma ile Arabistan levhası ile Avrasya kıtası arasında kalan Doğu Anadolu bölgesinde yoğun sıkışma etkisi oluşmaktadır (URL-3, 2012).

Kuzey Anadolu Fayı ve Doğu Anadolu Fayı gibi belli başlı büyük kırıkları harekete geçiren bu sıkışma milyonlarca yıldır devam etmekte ve günümüzde de yaşadığımız depremlerin ana nedenini oluşturmaktadır. Kuzey Anadolu Fayı 1400-1500 km uzunluğunda bir faydır. Kuzey Anadolu Fayı ile Doğu Anadolu Fayı arasında kalan Anadolu levhası yılda 13-27 mm hızla, batıya doğru hareket etmekte ve en batıda ise sola doğru kıvrılarak Girit dalma-batma bölgesine doğru ilerlemektedir (Şekil 2.2). Arabistan levhasının kuzeye doğru ilerlemesi ile Atlas Okyanusu ve Akdeniz'i Hint okyanusuna bağlayan eski bir okyanus yok olmaya başlamış ve böylece Arabistan kıtası ile Avrasya kıtası birbirleri ile çarpışma sürecine girmiştir. Anadolu bu çarpışma zonu üzerinde bulunmaktadır. Çarpışma sırasında Anadolu'nun doğusunda kıta kabuğu kalınlaşmış olup bu kalınlaşma halen de devam etmektedir. Bu sayede Doğu Anadolu birkaç milyon yıldır yaklaşık 2000 m yükselmiştir (URL-3, 2012).

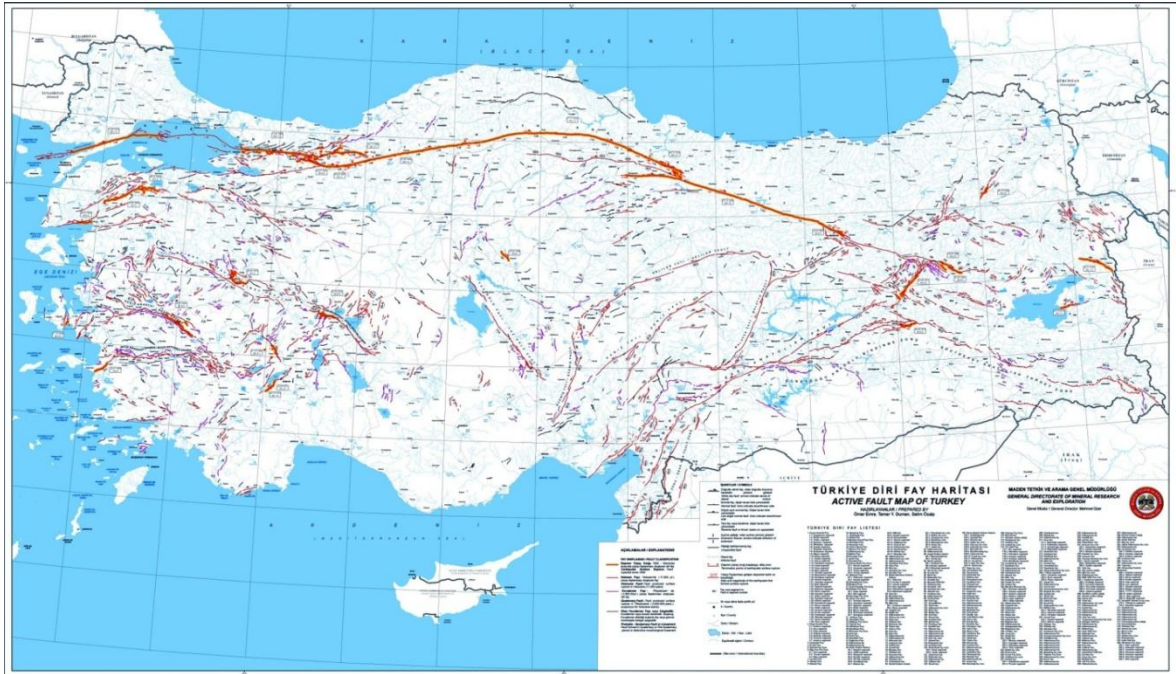
Günümüzden yaklaşık 5 milyon yıl önce Kuzey Anadolu Fayı ile Doğu Anadolu Fayı Karlıova'da birleşmiş olup Anadolu levhası da 100 yılda 2 metre kuzeye doğru ilerleyen Arabistan levhasının sıkıştırması sonucunda o tarihten beri batıya doğru kaymaktadır. Anadolu levhasının batıya hareketi, Yunanistan-Ege coğrafyasındaki yer kabuğu tarafından engellenmeye çalışılmaktadır. Bu engelleme Batı Anadolu'da genişlemelere yol açmakta ve bu bölgede graben ve horst adı verilen çöküntü ve yükselti alanları oluşmaktadır (URL-3, 2012).

Afrika levhasının kuzeyindeki, Akdeniz'in tabanındaki kalıntı okyanusal kabuk yaklaşık 15 milyon yıl önce Girit Adası'nın güneyinde, Avrasya levhasının altına dalmaya başlamış, dalan bölüm Manto içinde ergiyerek magmaya dönüşmüş ve bu magma tekrar yükselerek Ege Denizi'ndeki volkanik ada yayı kuşağını oluşturmuştur. Anadolu levhasındaki yaşanan bu süreç beraberinde de birçok fayın gelişmesine ve buna bağlı olarak da depremlerin oluşmasına neden olmaktadır (URL-3, 2012).

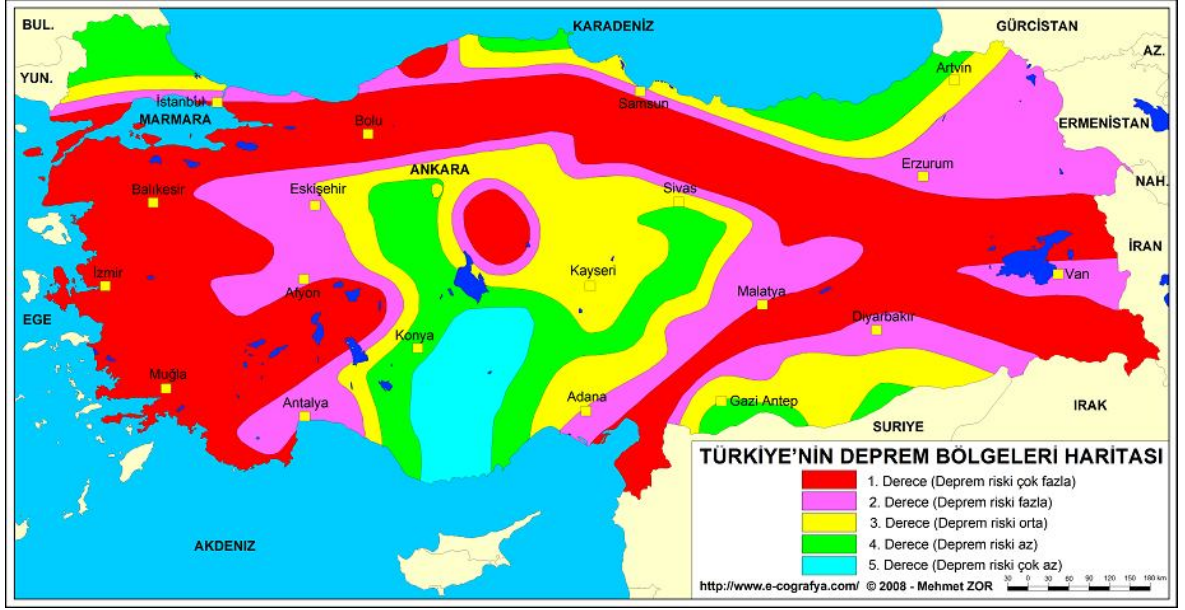
Türkiye deprem potansiyelinin daha iyi anlaşılabilmesi için Şekil 2.3'deki Türkiye diri fay haritası ve Şekil 6'daki Türkiye deprem bölgeleri haritasına bakmak yararlı olacaktır.



Şekil 2.2. Anadolu levhasının batıya kayma mekanizması (Okay vd, 1999)



Şekil 2.3. Türkiye diri fay haritası (MTA, 2012)



Şekil 2.4. Türkiye'nin deprem bölgeleri haritası (URL-4, 2012)

Daha önce ki bölümlerde de değinildiği gibi depremlerin oluşumu kaçınılmazdır. Depremi nerede, ne zaman, hangi büyüklükte meydana geleceğini tam olarak bilmenin mümkün olmadığı kabul edilen bir olgudur. Bu amaçla hem dünyada hem de Türkiye'de çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Bu çalışmaların sonucunda depremin olacağı ve bu oluşacak depremlere önlem alınması gerekliliği fikri kabul edilmektedir. Depreme karşı tüm tedbirlerin alınıp depremin yıkıcı etkilerini azaltmaya karşı insanlar bilinçlendirilmelidir.

2.1.1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Yakın Yöresinin Depremselliği

Arabistan ve Avrasya levhalarının kuzey-güney doğrultuda yakınsamaları sonucu, 2. jeolojik zamanın sonlarına doğru (Alt-Orta Mestrihtiyen), Akdeniz'in eski atası sayılan Tetis Denizi kapanmış ve bunu takip eden süre içinde Arabistan ve Avrasya levhaları Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı veya Güneydoğu Anadolu Bindirmesi boyunca çarpışmışlardır. Bu dönemden Pliyosen'e kadar, kuzey-güney yönlü sıkışmalar, kuzeyden bindiren faylar ve kıvrımlanmalar ile karşılanmıştır. Ancak Geç Pliyosen'de bu sıkışmalar bindirme fayları ve kıvrımlanmalar ile karşılanamaz duruma gelmiş ve yanıl atımlı faylar egemen duruma geçmiştir. Bu arada Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu fay zonları gelişmiş ve bu zonlar boyunca Anadolu Bloğu batıya doğru hareket etmeye başlamıştır. Bu hareket sırasında, Doğu Anadolu Fayı boyunca sol yönlü atımlar gelişmiştir (İmamoğlu ve Çetin, 2007).

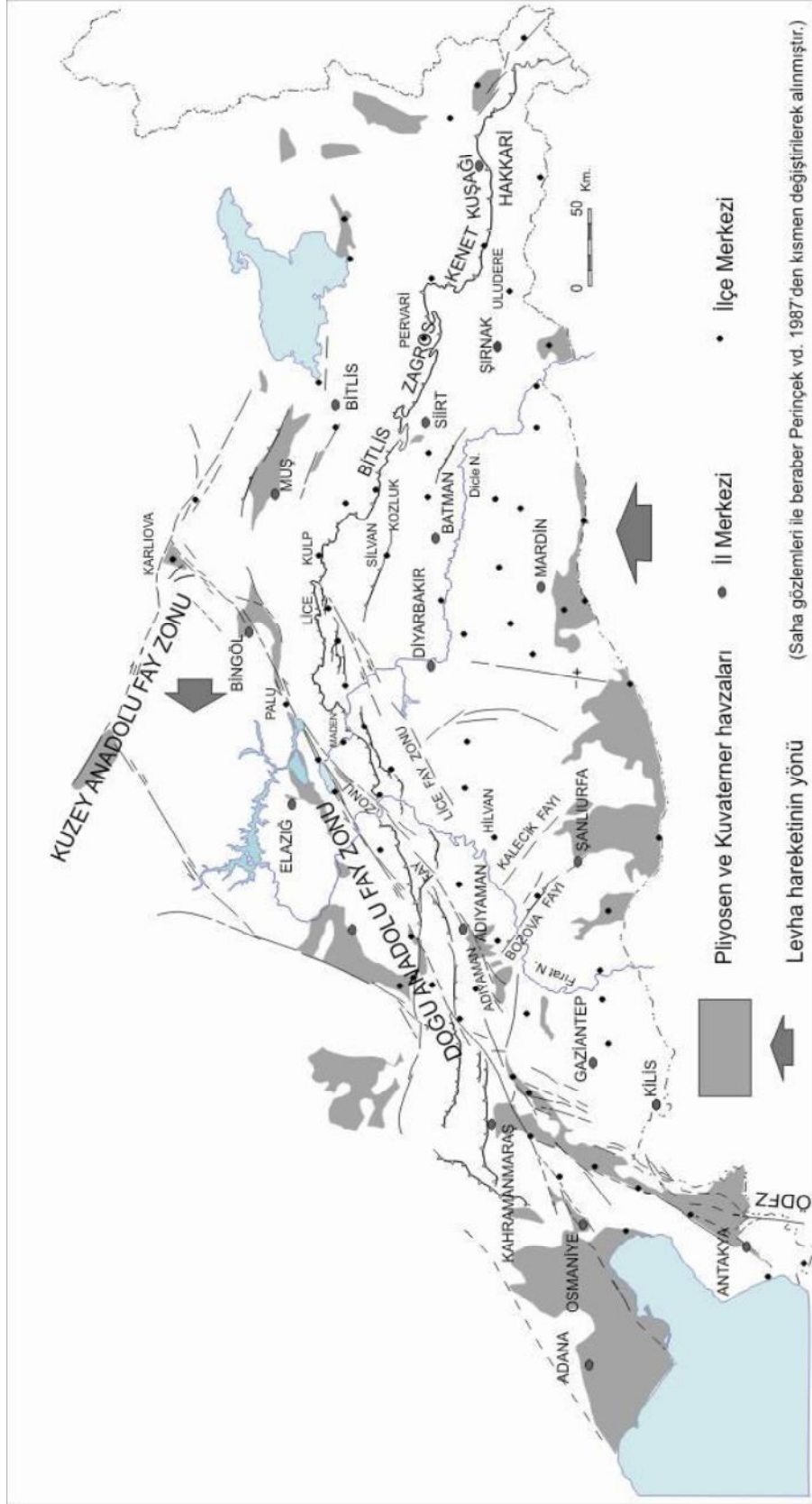
Gerek Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı'nın oluşumundan günümüze kadar, bu kuşaktaki bindirme fayları, gerekse Doğu Anadolu Fayı ve bu fayın eşlenikleri olan Lice Fay Zonu ve Bozova Fayı gibi faylar boyunca meydana gelen hareketler sonucu, Güneydoğu Anadolu Bölgesi içinde ve yakın yöresinde değişik şiddetlerde yüzlerce büyük deprem meydana gelmiştir. Hazar Gölü genç tortulları üzerinde yapılan araştırmalarda, buranın beş adet büyük deprem geçirdiği ortaya konmuştur. Ayrıca, fay zonları boyunca meydana gelen çok sayıda güncel heyelanın varlığı da, bu fayların diriliğini göstermektedir (İmamoğlu ve Çetin, 2007).

Güncel deprem aktiviteleri incelendiğinde, değişik büyüklükte pek çok deprem odağının bu aktif fay zonları ile örtüştüğü görülmektedir. Dolayısıyla bu bölgedeki fayların aktif oldukları ve değişik büyüklüklerde sürekli deprem üretme potansiyeline sahip oldukları söylenebilir (İmamoğlu ve Çetin, 2007).

2.1.2. Güneydoğu Anadolu Bölgesini Etkileyen Önemli Tektonik Yapılar

Afrika Plakası kendisini çevreleyen okyanus ortası sırtlarındaki ıraksayan levha sınırlarındaki hareketlilik nedeniyle sürekli kuzeye doğru hareket halinde olmuştur. Kızıldeniz'deki açılma nedeniyle Arap Plakası daha da hızlı hareket etmiş ve kuzeye doğru kaymıştır. Afrika-Arabistan ve Avrasya levhalarının kuzey-güney doğrultuda yakınsamaları sonucu Alt-Orta Mestrihtiyen'de Akdeniz'in eski atası sayılan Tetis Denizi kapanmış ve bunu takiben Tortoniyen'de (yaklaşık 10 milyon yıl önce) Arabistan ve Avrasya levhaları, Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı (BZKK) veya Güneydoğu Anadolu Bindirmesi boyunca çarpışmışlardır (Şengör, 1980). Bu dönemden Pliyosen'e kadar (2-5 milyon yıl önce) kuzey-güney yönlü sıkışmalar, kuzeyden bindiren bindirme fayları ve eksen doğrultuları yaklaşık doğu-batı istikametinde olup, BZKK'na paralel olan kıvrımlanmalar ile karşılanmıştır.

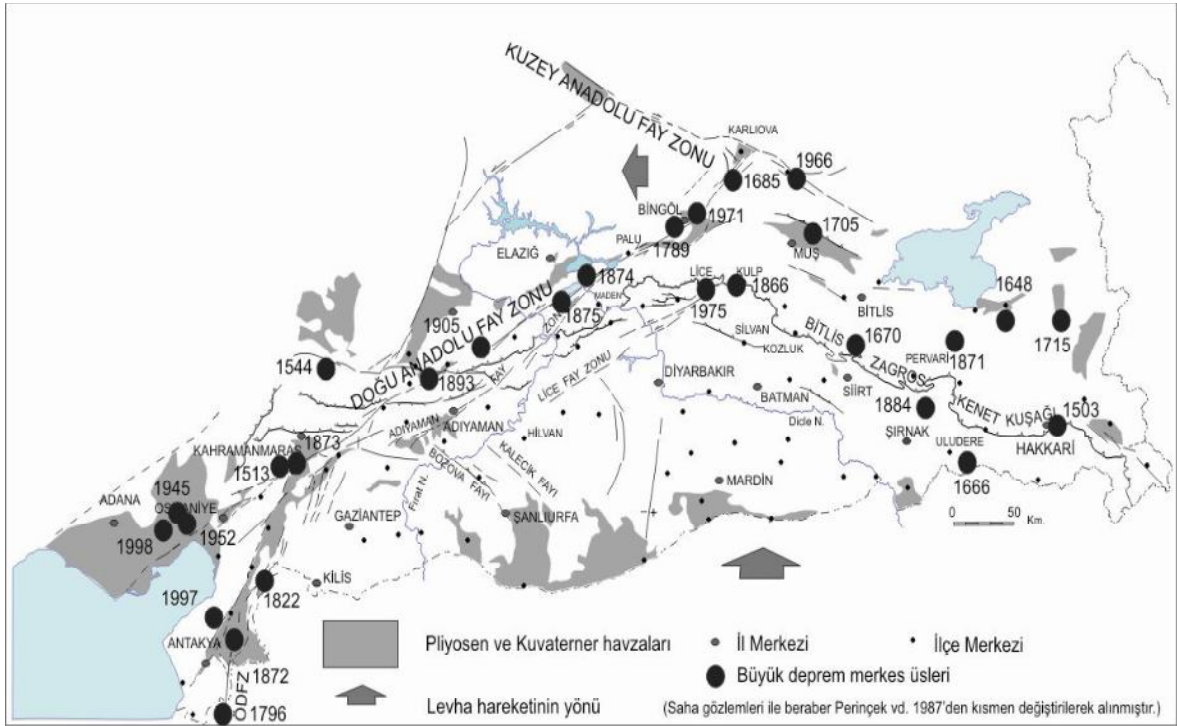
Geç Pliyosen'de bu sıkışmalar, bindirme fayları ve kıvrımlanmalar ile karşılanamaz duruma gelmiş ve yanal atımlı faylar egemen duruma geçmiştir (Perinçek ve Eren, 1990 ; Herece ve Akay, 1992; İmamoğlu, 1993, 1996). Bu arada Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) gelişmiş ve bu fay zonları boyunca Anadolu Bloku batıya doğru hareket etmeye başlamıştır. Bu hareket sırasında, doğrultu atımlı fay modellerine uygun olarak KAFZ boyunca sağ yönlü, DAFZ boyunca ise sol yönlü doğrultu atım gelişmiştir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Son birkaç yüz yıl içinde bu fay üzerinde meydana gelen en önemli depremler (Perinçek vd, 1987)

2.1.3. Güneydoğu Anadolu Bindirmesi / Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı (BZKK)

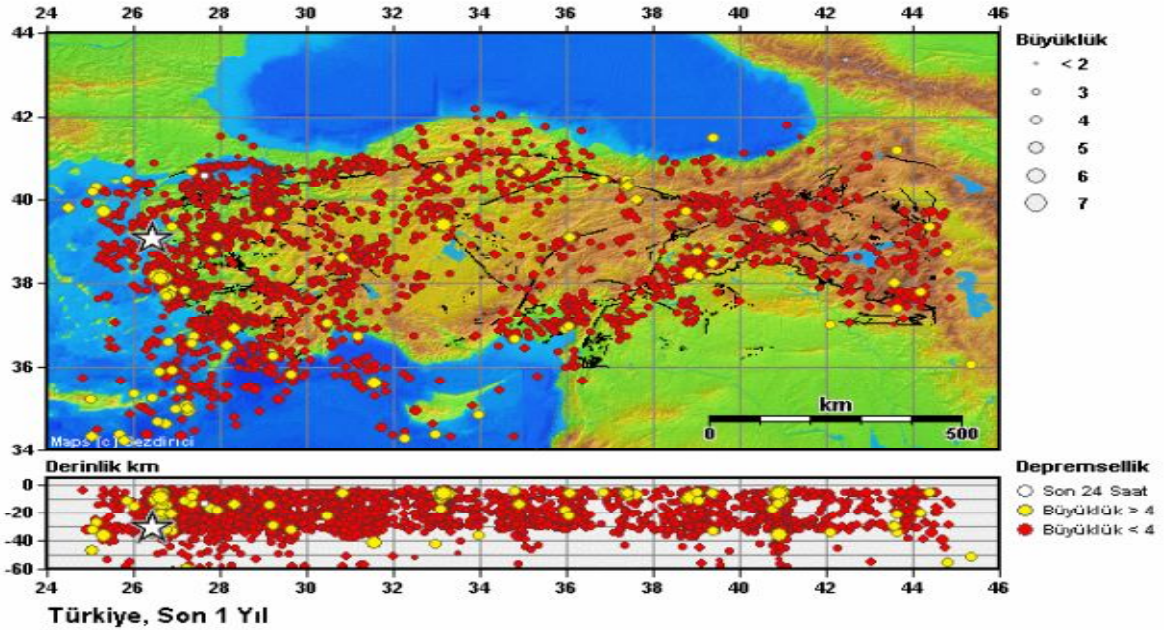
Tetis Denizi tabanının Avrasya Plakası altına dalarak yitiminden sonra, kıta-kıta çarpışması sınırında gelişen bir yapı olan Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı (BZKK) Güneydoğu Anadolu Bölgesinin kuzey kenarı boyunca gelişmiştir (Şekil 2.5). Bu bindirme fayı, İran'daki Zagros Bindirme Kuşağı'nın devamı şeklinde olup, doğudan batıya doğru Hakkari, Beytüşşebap, Narlı, Pervari güneyi, Kozluk, Kulp, Lice kuzeyi, Ergani kuzeyi, Çüngüş ve Çelikhan'dan geçer. Bu kesimde, DAFZ tarafından atıma uğrayan BZKK, Gölbaşı kuzeyinde tekrar ortaya çıkmaktadır. Batıya doğru iki bindirme halinde devam eden BZKK'nın bir kolu Kahramanmaraş'tan, diğer kolu da daha kuzeyden geçip, Andırın doğusunda güneye dönerek belirsizleşir.



Şekil 2.6. Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve yakın yöresinde meydana gelen tarihsel depremler (Akbaş, 1999)

Hakkâri–Narlı yöresinde Yüksekova karmaşığı, Narlı–Kulp–Lice yöresinde Bitlis metamorfikleri, Ergani–Çüngüş yöresinde Maden karmaşığı, Çüngüş–Çelikhan yöresinde Pötürge metamorfikleri, daha batıda ise Engizek Grubu, Arap Plakası üzerindeki çökellere bindirmektedirler. Anadolu Plakası ile Arabistan Plakası arasındaki ilk kıta-kıta çarpışması

Bitlis metamorfikleri boyunca meydana gelmiştir. Hazro yöresinde Paleosen öncesinde, Mardin-Derik yöresinde ise Eosen öncesinde, bu çarpışmaya paralel yapılar oluşmuştur (Perinçek vd.,1987). Halen etkinliği devam eden bu fay üzerinde en son 1975 Lice depremi meydana gelmiştir. Bu faydan kaynaklanan pek çok tarihi depremin deprem kataloglarında ve bu kataloglardan yararlanılarak hazırlanan haritalarda yer aldığı görülmektedir (Şekil 2.7). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde, pek çok küçük fay ile Bitlis Zagros Kenet Kuşağı'na paralel birkaç küçük bindirme veya ters fay gelişmiş bulunmaktadır. Bu fay zonları boyunca pek çok heyelan meydana gelmektedir. Meydana gelen bu heyelanlar, bu fayların diriliğini ortaya koymaktadır.



Şekil 2.7. Mart 2004-Şubat 2006 tarihleri arasında Türkiye'deki deprem etkinliği (URL-5, 2012)

2.1.4. Ölü Deniz Fayı (ÖDFZ)

Miyosen'den bu yana toplam yanal atım miktarı 105 Km.ye ulaşan bu fay (Manspeizer, 1985), Ölüdeniz'den DAFZ'a kadar yaklaşık 1000 Km.lik bir uzanım göstermektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesini batıdan sınırlayan ve Kırıkhan-Hassa arasında Amik Ovası içinden geçen fay, Reyhanlı kuzeyinde çatallanmalar yaparak kuzeye doğru devam eder ve Narlı yöresinde DAFZ ile birleşir. Bu yörede, bu faydan kaynaklanan, ağır hasarlı büyük depremler de dahil, pek çok deprem meydana gelmiş ve aktivitesi halen devam etmektedir

2.1.4. Lice Fay Zonu

Lice yöresinden başlayan fay, Hazro Antiklinali'nin batısından ve Hani'nin güneydoğusundan geçerek güneybatıya doğru devam eder. Hani güneyinde çatallanan fayın güney kolu, Karacadağ bazaltları altında kaybolur.

Kuzey kolu ise, Dicle Nehri'ni sol yönlü olarak öteledikten sonra, güneybatıya doğru devam eder. Petrol amaçlı açılan kuyu verilerinden, fayın kuzeybatı bloğunun düştüğü ve düşey atımın 500-900 m. arasında değiştiği görülmektedir (Perinçek vd.,1987). Lice Fay Zonu güneybatı yönünde kesiklikler göstererek uzanmakta ve Hilvan batısında, Fırat Nehri yatağına paralel uzanan faya bağlanmaktadır. Bu fayın, sol yönlü yanal atımın yanı sıra düşey atımı da bulunan, verrev bir fay konumunda olduğu görülmektedir (Şekil 2.5).

Kimi araştırmacılar tarafından, 1975 Lice depreminin, faydaki ters ve doğrultu atım bileşenleri hemen hemen eşit olan sol yönlü yanal atım sonucu meydana geldiği savunulmakta ise de (Eyidoğan, 1983), Lice yöresinde yapılan çalışmalarda, fayın bindirme karakterinin daha etkin olduğu görülmüştür (İmamoğlu, 2006).

2.1.5. Adıyaman Fay Zonu

Doğu Anadolu Fayı'nın R kırığı şeklinde görülen bu fay zonu, Palu ilçesinin batısında, DAFZ'ndan ayrılarak, güneybatıya döner, Hazar Gölü'nün güneyinde yer alan Helindir ve Hazar yerleşim birimleri içinden geçerek Adıyaman'a doğru devam eder (Şekil 1.1). Yaklaşık 210 km'lik bir uzanım göstermekte olan (Perinçek vd., 1987), sol yanal atımlı fay, Fırat vadisini sol yanal olarak öteledikten sonra, Adıyaman il merkezinden geçerek, Besni güneyinde çatallanıp kaybolmaktadır.

2.1.6. Bozova Fayı

Bozova Fay Zonu, DAFZ'nun sağ yanal atımı olan bir X kırığı niteliğindedir. Adıyaman güneyinde belirginleşen fay, Bozova'dan geçip, Şanlıurfa il merkezi yakınında hafif güneye dönerek, Akçakale grabeninin batı kenarını oluşturur (Şengör ve Yılmaz, 1981) (Şekil 2.5). Kandilli Rasathanesi kayıtları ve Türkiye'nin son yıllardaki deprem kayıtlarına bakıldığında, Şanlıurfa yöresinde bu faydan kaynaklanan yoğun bir deprem etkinliği görülmektedir.

2.1.7. Kalecik Fayı

Kalecik fayı, Bozova Fayı'nın doğusunda, Bozova doğusu ile Hilvan arasından geçen kuzeybatı-güneydoğu yönlü bir fay olup, Bozova Fayı'na paralel gelişmiş bir faydır. Bu fay, Lice Fay Zonu ile DAFZ'ın bir X kırığı niteliğinde olup, sağ yanal olarak gelişmiştir. Kalecik fayı ile Bozova fayı arasında son yıllarda yoğun bir deprem etkinliğinin olduğu gözlenmektedir (Şekil 2.7).

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde, yukarıda belirtilen yanal atımlı faylara paralel veya yanal atımlı fay modellemelerine uygun gelişmiş, pek çok küçük fay ile Bitlis Zagros Kenet Kuşağı'na paralel birkaç küçük bindirme veya ters fay gelişmiş bulunmaktadır. Bu fay zonları boyunca pek çok heyelan meydana gelmektedir. Meydana gelen bu heyelanlar, bu fayların diriliğini ortaya koymaktadır.

2.1.8. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ni Etkileyen Tarihi Depremler

Tarihi deprem katalogları incelendiğinde (Özmen, 1999) şiddetleri VIII-IX'a varan pek çok depremin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ni etkilediği görülmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ni etkileyen önemli depremler Tablo 2.1 ve Şekil 2.6'da verilmiştir.

Tablo 2.1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Yakın Yöresini Etkileyen Depremler (Özmen,1999; Atabey, 2000).

Tarih	Enlem (N)	Boylam (E)	Oluş Yeri/Etkilenen Alan	M	Şiddet	Açıklama
995	38,50	39,50	Palu, Sivrici		VI	
? .05.1789	38,70	39,90	Palu, Elazığ		VIII	Faylanma L:20 km. 51000 ölü
22.07.1866	38.40	39.40	Hazar Gölü güneyi-Elazığ	5.5		
03.05.1874	38.65	39.20	Harput-Elazığ, Diyarbakır		VIII	
04.05.1874	38.40	39.50	Maden-Elazığ, Diyarbakır	6.1	VIII	
1889	38.70	39.90	Palu yöresi –Elazığ	4.3	VI	
? .11.1890	38.35	38.30	Malatya yöresi		VI	
31.03.1893	38.40	38.70	İzoli yöresi – Malatya	6.7	IX	469 ölü
? .10.1895	38.40	38.30	Malatya Akçadağ	4.3	VI	
14.06.1964	38.35	38.30	Malatya yöresi	6	VIII	8 ölü, 678 hasarlı bina
1968	38.70	39.90	Bingöl-Elazığ	5.1		2 ölü
22.05.1971			Bingöl	6.7	VIII	878 ölü, 5617 hasarlı bina
26.03.1977			Palu-Elazığ	5.2	VII	8 ölü, 842 hasarlı bina
01.05.2003			Bingöl	6.4		
1245	38.74	42.50	Ahlat, Van, Bitlis, Muş		VIII	
1276	38.90	42.90	Ahlat, Erciş, Van		VIII	
1363	38.70	41.50	Muş ve yöresi		VIII	Pek çok ölü
1441	38.35	42.10	Van, Bitlis, Muş		VIII	Nemrut Dağı'nın volkanik etkinliği ile, 30.000 ölü
1582	38.35	42.10	Bitlis ve geniş yöresi		VIII	
02.04.1647	39.15	44.00	Van, Muş, Bitlis		IX	
1715	38.70	43.50	Van ve Erciş yöresi		VIII	
1869	38.40	42.10	Bitlis ve yöresi		VI	
05.03.1871	38.50	43.40	Van yöresi	5.5	VII	
30.05.1881	38.50	43.40	Van, Bitlis, Muş	7.3	IX	Van yöresinde 400 ev yıkıldı.
10.02.1884	37.80	42.60	Pervari -Siirt	6.1	VIII	Pek çok ölü
28.04.1903	38.70	41.50	Malazgirt, Muş	6.7	IX	2626 ölü, 4500 hasarlı bina
06.05.1930			Hakkari	7.2	X	2514 ölü, 3000 hasarlı bina
10.09.1941	38.70	43.50	Erciş-Van	5.9	VIII	194 ölü, 600 hasarlı bina
29.07.1945	38.50	43.40	Van yöresi	5.8	VIII	12 ölü, 2000 hasarlı bina
31.05.1946			Varto-Muş	5.9	VIII	839 ölü, 3000 hasarlı bina
07.03.1966			Varto-Muş	5.6	VIII	14 ölü, 1100 hasarlı bina
19.08.1966			Varto-Muş	6.9	IX	2964 ölü, 20007 hasarlı bina
16.07.1972	38.50	43.40	Van	5.2		1 ölü, 400 hasarlı bina
24.11.1976			Çaldıran-Van	7.2	IX	3840 ölü, 9552 hasarlı bina
M.Ö. 131	37.05	36.60	İslâhiye		VII	Filistin'de de duyuldu.
128	37.30	36.80	İslahiye, Maraş		VIII	
30.09.587	36.25	36.10	Antakya		IX	60.000 ölü
718	37.15	38.80	Urfa		VIII	
21.03.1003	37.10	38.80	Urfa ve yöresi		VIII	
18.12.1037	37.10	38.80	Urfa		VII	
29.11.1114	37.60	36.90	Maraş, Urfa, Harran		VIII	
1115	37.10	38.80	Urfa	7		
06.09.1975			Lice-Diyarbakır	6.9	VIII	2385 ölü, 8149 hasarlı bina
1977			Lice-Diyarbakır	4.8		8 ölü, 210 hasarlı bina
05.05.1986			Sürgü – Malatya	5.8	VII	8 ölü, 824 hasarlı bina
06.06.1986			Sürgü – Malatya	5.6		1 ölü, 1174 hasarlı bina
? .09.1999			Şanlıurfa	5.0		

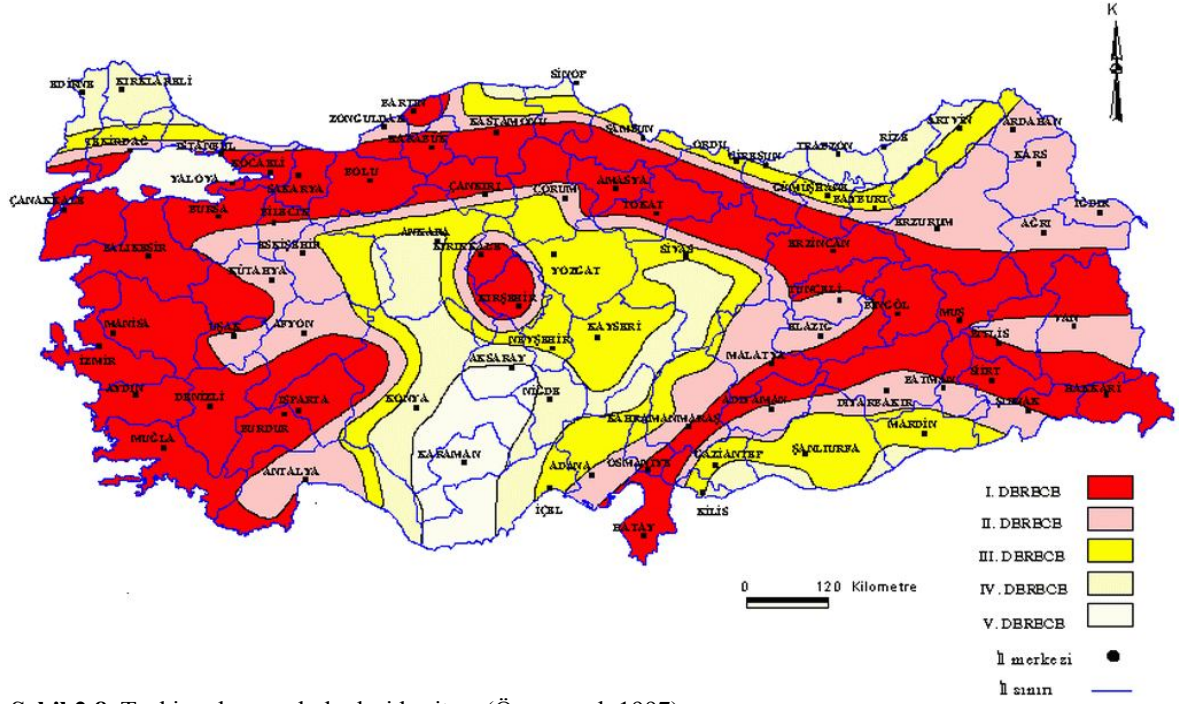
2.1.9. Güneydoğu Anadolu ve Yakın Yöresinin Son Dönem Deprem Etkinliği

Kandilli Rasathanesi ve Afet İşleri Genel Müdürlüğü deprem kayıtları ve bu kayıtlara dayanarak yapılan Türkiye deprem etkinliği haritaları incelendiğinde, her yıl Rihter ölçeğine göre manyetüd değerleri 3-4 civarında olan yüzü aşkın deprem ile 4'ü aşan onun üzerinde depremin meydana geldiği görülür (Şekil 2.7). Bu deprem merkez üsleri haritaya yerleştirildiğinde, tümünün yukarıda belirtilen fay hatları üzerinde meydana geldikleri ve büyük çoğunluğunun ana hareketin meydana geldiği DAFZ ile BZKK üzerinde oluştukları görülmektedir.

Doğu Anadolu Fay Zonu ve Bitlis Zagros Kenet Kuşağı'ndan sonra en büyük etkinlik Bozova Fayı üzerinde meydana gelmektedir. Ancak ana fay zonlarındaki yoğun etkinlik ve büyüklüğü dördün üzerinde olan deprem etkinliği aksine, burada daha küçük depremlerin meydana geldiği, dördü aşan depremlerin birkaç tane düzeyinde kaldığı görülmektedir. Kalecik Fayı ve Lice Fay Zonu üzerinde son yıllarda yoğun bir etkinliğin oluşmadığı ve nispeten durgun bir dönemde bulundukları görülmektedir. Bu nedenle, ileride buralarda da bu günkü etkinliklerine göre biraz daha etkin bir döneme girebilecekleri söylenebilir.

Ana fay zonlarını oluşturan DAFZ ve BZKK üzerinde, bu günkü yoğun etkinliğe rağmen, Kuzey Anadolu Fay Zonu üzerinde son yüzyılda oluşan büyük deprem etkinliği görülmemiştir. Ancak, bu faylar üzerinde tarihi dönemlerde meydana gelen depremlere bakıldığında, bu fayların, manyetüd değerleri 7'ye varan deprem ürettikleri görülmüştür. Buralarda oluşan yoğun küçük deprem etkinliğine rağmen, bu faylar üzerinde sismik boşluklar olduğu ve büyük deprem üretebilecekleri belirtilmektedir (URL-2, 2012).

Bu faylar ve bu faylar üzerinde yoğunlaşan sismik etkinliğe göre yapılan deprem bölgeleme haritasında, DAFZ ve BZKK birinci derece deprem bölgesi olarak belirlenmiştir. Bu faylardan güneye inildikçe, 2. 3. ve 4. Derece deprem bölgelerine geçilmektedir (Şekil 2.8). Şekil 2.8'de bu deprem bölgeleri koyu alanlar 1. derece deprem bölgesi olmak üzere renk açıldıkça 2. 3. 4. 5. derece deprem bölgeleri olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.8. Türkiye deprem bölgeleri haritası (Özmen vd. 1997)

Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Yakın Yöresi, Türkiye'nin en büyük tektonik yapılarından Doğu Anadolu Fay Zonu, Bitlis Zagros Kenet Kuşağı, Ölü Deniz Fay Zonu ve bu fayların eşlenikleri olan daha küçük faylarla kesilmiş bulunmaktadır. Bu fayların üzerinde yoğun bir deprem etkinliği bulunmakta, üzerinde yer alan sismik boşluklardan dolayı bölgenin, özellikle kuzeyde yer alan DAFZ, BZKK ve batıdaki ÖDFZ boyunca, önümüzdeki yüzyıl içinde tarihi dönemlerde meydana gelen depremlere benzer ve son dönemlerde meydana gelen depremlerden daha büyük depremlere gebe bir durumda olduğu söylenebilir.

2.2. Siirt İlının Depremselliği

Türkiye'nin deprem bölgesi haritası hazırlanırken olasılık hesaplarına dayanan bir yöntem kullanılmıştır. Oluşturulan bu harita 475 yıl dönüşüm süresine haiz eşivme kontur haritası ve % 90 güvenilirlik seviyesi esas alınmıştır. 475 yılda bir meydana gelecek depreme göre hesabı yapılan yapının 50 yıllık ekonomik ömrü içerisinde %10 aşılma ihtimaline maruz kalacaktır.

Deprem bölgeleri haritasında Afet Bölgelerinde yapılacak yapıların yönetmelikle belirlenen kurallara uygun yapılması gerekmektedir. Haritada tanımlanan bu bölgeler

yönetmelikte belirtilen yapı tiplerine bağlı olarak değerlendirileceklerdir. İvme konturlarına göre yeni bölgeleme aşağıda verilmiştir (Tablo 2.2).

Tablo 2.2. İvme konturlarına göre bölgeleme (Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1996)

Birinci Derece Deprem Bölgeleri	$A \geq 0.40g$
İkinci Derece Deprem Bölgeleri	$0.30g \leq A < 0.40g$
Üçüncü Derece Deprem Bölgeleri	$0.20g \leq A < 0.30g$
Dördüncü Derece Deprem Bölgeleri	$0.10g \leq A < 0.20g$
Beşinci Derece Deprem Bölgeleri	$A < 0.10g$

Tablo 2.3'te belirtilen yerleşim merkezlerinin hangi deprem bölgesinde bulunduğu gösterilmiştir. Bu tabloya bakıldığında zaman sadece Bağgöze beldesinin 2. derece deprem bölgesine girdiği gözlenmektedir. Siirt ili merkezi ve diğer ilçe ve beldelerin Birinci Derece Deprem bölgesine girdiği ve yapılacak yapıların bu kriterler göz önüne alınması gerektiği aşikârdır.

Siirt ili ve ilçelerinin deprem bölgelerine göre ayrılması aşağıda Tablo 2.3'te verilmiştir.

Tablo 2.3. Siirt İli Deprem Bölgeleri (Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1996)

Yerleşim Yeri	Deprem Bölgeleri
Siirt Merkez	1.
Aydınlı	1.
Baykan	1.
Dilektepe	1.
Eruh	1.
Bağgöze	2.
Kurtalan	1.
Bağlıca	1.
Yanarsu	1.
Pervari	1.
Doğanca	1.
Şirvan	1.
Cevizlik	1.
Özpınar	1.

2.3. Fay ve Fay Çeşitleri

2.3.1. Fay

Fay, yer değiştirmiş kırık ve çatlaklara verilen isimdir. Yerdeğiştirme genellikle bir kırık boyunca meydana gelmektedir. Hareketin meydana geldiği düzlemi, birçok fay düzleminin bulunduğu kuşağa fay bölgesi denilmektedir (Güleç, 1980).

Depremler sonucu yerkürenin dış kısmı olan kabukta oluşan yırtılmalar sonucu oluşan faylar, açığa çıkan enerjinin miktarına ve odak derinliğine bağlı olarak yeryüzünde görünebilirler. Yerkabuğunu oluşturan kayaçlar basınç altında kaldıkları zaman çeşitli şekillerde kırılırlar. Bazı büyük ölçekli kırılmalarda, kayaçlar dilimler halinde ayrılı ve ufak parçalara ayrılırlar. Kayaçlar, bu dilimler arasında gelişen ve faylanma yüzeyleri boyunca göreceli olarak aniden kayarlar. Bu kayma sonucu, kırılmadan önce yan yana bulunan kısımlar, kırılmadan sonra birbirlerine uyuyorsa bu tip kırılmalara rijit kırılmalar adı verilir. Diğer bir kırılma tipinde ise, kırılan kısımlar aniden kayma yerine, yavaş bir şekilde yer değiştirirler. Bu tür kaymalar, biriken elastik enerjiyi hızlı bir şekilde boşaltmazlar. Doğada çeşitli ölçekteki kayma yüzeyleri, üzerinde deprem olan ve hareket eden iki levha ya da levhacık arasındaki yüzey fay olarak adlandırılır. Bir fayın blokları dereceli olarak kayabilir ya da bir depremde enerjisini boşaltarak aniden kayabilir. İkinci durumda fayın karşılıklı bloklarında yer alan çizgisel hatlar göreceli olarak yer değiştirirler. Bazı faylar, binlerce kilometre kadar karada izlenebilecek uzunluktadırlar. Faylar çok çeşitli özellikler sergilerler. Bazı faylar küçük ötelemeler gösteren oldukça temiz yüzeyler sunabilir veya tekrarlı hareketler sonucu yüzlerce metre genişlikte bir ezilme zonuna sahip olabilirler. Faylanma meydana geldikten sonra bu yüzeyler, sürekli yüklenen gerilmeler karşısında sürekli ötelenmeler gösterirler. Yüzeydeki kayaçlarda, kaymaya eşlik eden çok sayıda kırıklar bulunur. Faylar, geometrik olarak ve kayma yönüne doğru sınıflandırılırlar. Fay yönelimi, üç boyutta iki açı ile tanımlanır. İlki eğim açısı olup, yatay düzlemle fay yüzeyinin yaptığı açıyı temsil eder. İkinci fayın doğrultusu olup, yeryüzündeki fay izinin kuzey ile yapmış olduğu açıyla tanımlanır (Şekil 2.9) (Demirkesen, 2005).

Yakın fay hareketleri, yüksek hızlı darbe içeren büyük kinetik enerji girişi ile yapıyı karşı karşıya bırakan hareket olarak, yapılar üzerinde sıradan kayıtlara göre çok daha fazla büyük yer değiştirme ya da süneklik taleplerine neden olmaktadır (Hasgür, 2007).

1979). Bir bölgeyi etkileyebilecek veya o bölgede bulunan fayların bilinmesi, yapılacak yapıların, bu faylarda meydana gelebilecek yer hareketlerinde nasıl bir davranış göstereceğinin çözümünde yardımcı olması açısından önemlidir.

Faylar ana sismik kaynaklar olarak düşünülebilir. Yıkıcı depremlerin neredeyse tamamı, yüzey kırıkları ile birleştirilmiş bölgede bulunan fayların hareketlerinden oluşmuşlardır. Bununla beraber, büyük depremler süresince, bazı gözlenemeyen faylar, yüzey kırığı yapacak yüzeyler oluşturmamışlardır. Faylar, fayı düzlemini meydana getiren yüzeylerin birbirine göre göreceli hareketlerinde göre sınıflandırılabilirler (URL-6).

Faylar eğim ve doğrultularına göre sınıflandırılmaktadır. Aşağıda bu sınıflandırmalar tarif edilmektedir.

Fay Çeşitleri

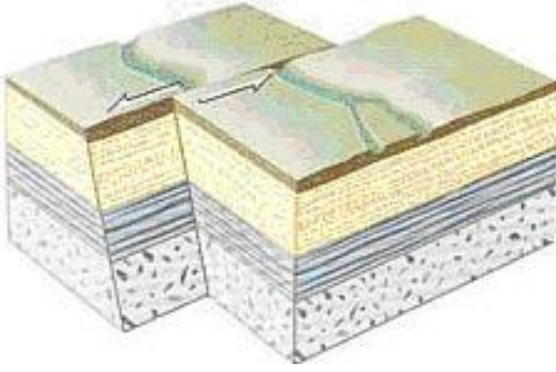
A- Eğim ve Doğrultularına Göre Fay Çeşitleri

Hareketin meydana geldiği düzlem kuzey-güney doğrultusundaki düşey düzlemle yaptığı iki açı ile tanımlanabilir. Hareketi oluşturan yer değiştirmenin yönünü gösteren vektör de bu düzlem içinde herhangi bir doğrultuda bulunabilirler. Bu vektörün düzlem içindeki yönü ve büyüklüğü genellikle değişken olarak ortaya çıkar (Celep ve Kumbasar, 2004).

1- Doğrultu Atımlı Faylar: Karşılıklı blokları birbirlerine göre yatay olarak yer değiştiren faylardır. Bu tüp faylarda her iki blokta bulunan kayalar yanal olarak ötelenirler. Yeryüzünde 90°'ye yakın dik konumda olan ve yerin içine doğru hafifçe eğimlenen yalnızca yanal atımlı faylardır (Demirtaş ve Erkmen, 2000).

Yukarıda açıklandığı üzere; Eğer yer değiştirme vektörü yatay ise ($\lambda = 0^\circ, 180^\circ$) , fay yüzeyleri arasında kayma hareketi ortaya çıkar ve bu tür faylar yatay atımlı fay olarak adlandırılır. Bunun yanı sıra fay yüzeyi düşeyse ($\delta=90^\circ$), bu durum düşey düzlemde yatay kayma hareketine karşı gelir ve düşey düzlemde yatay atımlı fay söz konusu olur.

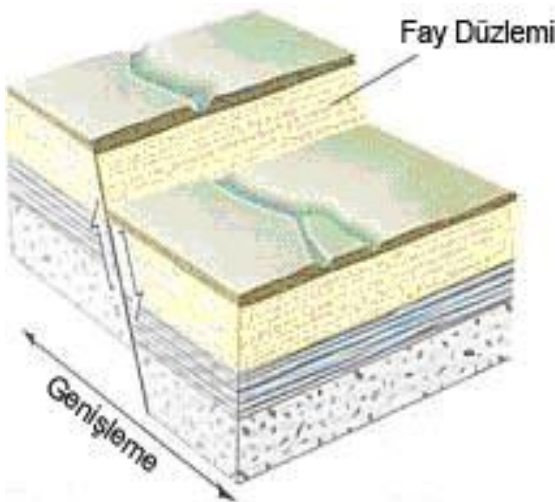
Fay yüzünün bir tarafından diğer tarafına bakıldığında, bulunulan yüz sağa ($\lambda=0^\circ$) ve karşı yüz sola doğru hareket ediyorsa sol atımlı fay ve fay yüzünün bir tarafından diğer tarafına bakıldığında, bulunulan yüz sola ($\lambda = 180^\circ$) ve karşı yüz sağa doğru hareket ediyorsa sağ atımlı fay olarak isimlendirilir (Celep ve Kumbasar, 2004).



Şekil 2.10. Doğrultu atımlı fay (Celep ve Kumbasar, 2004).

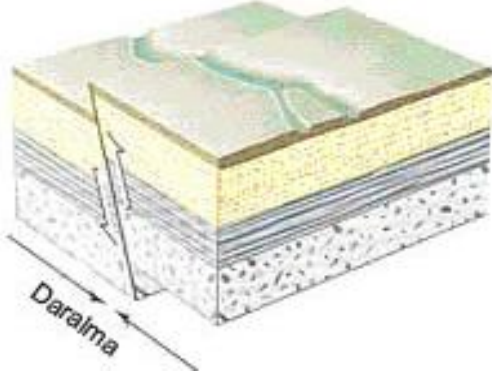
Doğrultu atımlı faylar, meydana gelmeleri için büyük bir gerilme birikimini gerektirdiklerinden şiddetli sismik etkinliğe neden olurlar. Sıkışmalı bölgelerde ortaya çıkan dar kısa uzanımlı doğrultu atımlı faylarda da sismik etkinlik görülürse de özgün basit makaslama rejimlerinde yapı, ülkemizdeki gibi genellikle uzun mesafeli olduğu için çok geniş alanlarda etkili olan hareketliliğe yol açarlar (Dirik, 1997).

2- Normal Atımlı Fay: Fay düzleminin bir tarafındaki blok yükselirken diğer tarafındaki düşerek uzaklaşır. Burada hareket göreceli olarak gelişmektedir. Bir başka deyişle bir blok yükselirken diğeri yerinde durabilir veya bir taraf yerinde dururken diğer taraf düşebilir (Atabey E., 2000). Örneğin; 1970 Gediz ve 1995 Dinar depremi ile ilgili faylar normal atımlı faylardır (Celep ve Kumbasar 1996).



Şekil 2.11. Normal atımlı fay (Celep ve Kumbasar, 2004).

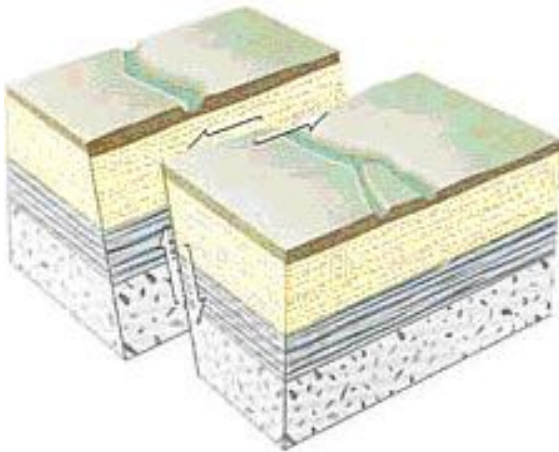
3- Ters Atımlı Faylar: Bu tip faylar da düşey atımlı faylar olup, yalnızca fay düzlemi boyunca hareket eğim yönüne göre ters yönde olmakta ve bloklar birbirine göre yaklaşmaktadır. Ters fayda, fay yüzeyinin üzerinde yer alan jeolojik formasyonlar altta yer alanlara göre yukarı doğru çıkmışlardır (Dirik, 2006) Örneğin; 1975 Lice depremi ile ilgili faylar ters atımlı faylardır.



Şekil 2.12. Ters atımlı fay (Celep ve Kumbasar, 2004).

Dalma açısı 45° eşit veya daha az olan bindirme fayları da ters fay özelliği göstermektedir (Day, 2002).

4- Verev (Oblik) Atımlı Fay: Fay düzlemi boyunca ortaya çıkan hareketin hem düşey hem de yatay yönde olduğu faylardır (Dirik, 1997).



Şekil 2.13. Verev Atımlı Fay (Celep ve Kumbasar, 2004).

B- Diriliklerine Göre Fayların Çeşitleri

Faylarla ilgili diğer ve çok önemli bir özellik de fayın diri veya ölü olarak nitelendirilmesidir. Fayın üzerinde deprem olup olmayacağının saptanmasıdır. Aslında bütün fayların üzerinde geçişte hareketler olmuştur. Ancak bazı faylarda bu hareket, günümüzde de belirli aralıklarla depremler şeklinde devam etmektedir.

Herhangi bir fayın diri olup olmadığının belirlenmesinde jeolojik, sismolojik ve tarihsel veriler kullanılır. Bu veriler kullanılarak bir fayın etkinliği değerlendirilebilir.

1- Diri Faylar: Tarihsel dönemde deprem veya asismik kaymalar (krip) oluşturan tüm faylar diri fay olarak isimlendirilebilir. Bu fayların dirilikleri sadece yazılı kataloglardan değil aynı zamanda tarihi yapıları etkileyen faylanma işaretlerinden de anlaşılabilir. Ancak tarihsel dönemde olmuş şiddetli depremlerle ilgili raporlar fayların diriliklerini daha da kuvvetlendirir. Deprem üretebilme potansiyeline sahip faylar diri fay olarak adlandırılmaktadır. Geçmiş birkaç bin yızyılda deformasyona uğramış ve de gelecekte de deformasyon oluşturabilecek faylardır.

2- Olası Diri Faylar: Faylı bir bölgede deprem episantırları yer alırsa bu faylara ait izler eski alüvyonlarla kısmen örtülmüş veya silinmiştir. Fakat deprem episantırları yüzeydeki fay izi ile birebir örtüşmüyorsa, bu fayların potansiyel olarak diri oldukları varsayılır. Tarihsel dönemde bu faylar üzerinde depremleler veya yüzey faylanması olup olmadığına dair bilgiler bulunmayabilir.

3- Şüpheli veya Belirsiz Faylar: Fayın diriliğine ait yukarıda sözü edilen işaretlerden hiç birini taşımayan faylardır. Fakat diğer yandan fayın ölü olduğuna dair de herhangi bir bilgi mevcut değildir. Bu nedenle bu tür faylar yakınında risk taşıyan herhangi bir yapı yapılacaksa çok dikkatli olunması gerekmektedir.

4- Ölü Faylar: Holosen, pleyistosen ve pliyosen dönemine ait yani beş milyon yıl öncesinden günümüze kadar fayın diriliğini gösterecek herhangi bir işaret taşımayan faylar ölü faylar olarak nitelendirilmektedir. Yani ne sismisite ne de fay ötelenmesiyle ilgili hiçbir bulgu gözlemlenmeyen faylardır. (Karaman, 1995).

2.4. Sismik Tehlike Analizi

Depremler ne zaman, nerede ve hangi büyüklükte meydana gelecekleri bilinmeyen bir olgudur. Buna bağlı olarak da deprem sırasında yüksek binaların, köprülerin, barajların, nükleer enerji santrallerinin ve benzer önemli mühendislik yapılarının ayrıca zemin yapılarının ve doğal zemin tabakalarının hasar görmeleri kaçınılmazdır. Bazı yerler bulundukları bölgenin sismolojik geçmişi ve sismotektonik yapısı nedeniyle daha fazla deprem oluşumuna maruz kalırlar ve gelecekte de deprem yaşama riskleri diğer bölgelere göre daha yüksektir. Depremlerin zamanı, yeri, büyüklüğü ve diğer özellikleri önceden kestirilememektedir. Ancak gerek istatistiksel gerekse deneysel yöntemler uygulanarak bölgelerin sismik potansiyelleri yani faylanma mekanizmaları, zemin koşulları, olası deprem özellikleri belirlenebilmektedir. Deneysel yöntemler faylanma mekanizması, zemin koşulları, sıvılaşma analizi gibi değerlendirmelerde kullanılır. İstatistiksel sismik risk değerlendirmesi; matematiksel ve istatistiksel işlemler kullanılarak bir yer hareketi parametresinin belirlenmesi ve bu parametrelerin belli bir zaman dilimi için aşılma olasılığının elde edilmesini içermektedir. Analizler sırasında sismik bölge; aktif fayları iyi bilinmeyen fakat gelişigüzel depremsellik dağılımına sahip olan bir alan olarak esas alınır (Kıray B., 2005).

Depremlerin önceden belirlenebilmesi için gelecekte beklenen depremleri oluşturacak sismik aktivitenin yoğun olduğu bölgelerin detaylı olarak incelenmesi gerekir. Deprem hasarını etkileyen önemli parametrelerin bilinmesiyle deprem etkilerini azaltmak ve önlemek mümkün olabilmektedir.

Depremler meydana gelirken görülen deprem özellikleri, yerel zemin koşulları ve yapı özellikleri yapısal hasarı belirleyen faktörlerdir (Ansal vd.,1991).

Depremin manyetüdü, süresi ve bölgenin dışmerkeze uzaklığı yapısal hasar oluşmasında oldukça etkilidir. Bölgenin topoğrafik, jeolojik yapısı ve yerel zemin koşulları da yapısal hasara yol açmaktadır. Bir diğer faktör de yapısal özelliklerdir. Türkiye’de yaşanan deprem hasarlarına bakıldığında tasarım ve inşaat hataları ortaya çıkmaktadır (Ersoy, 1993; Okutucu, 1993).

Yapılar bölgede gerekli etütler yapıldıktan sonra elde edilen parametreler ve yerel zemin koşulları göz önüne alınarak, tasarımına uygun olarak inşa edilirse depremden daha az

etkileneceklerdir. Bütün bu etkilerin göz önüne alınabilmesi için mühendislik tasarımında sayısal verilere ihtiyaç vardır. Bu sayısal veriler de depremselliğin değerlendirilmesi sonucu bulunan deprem özellikleri, aşılma olasılıkları ve hasar görebilirliğin tahminidir.

Bir bölgedeki sismik risk:

Sismik Risk = Sismik Tehlike x Hasar Görebilirlik

Şeklinde tanımlanabilir (Skipp, 1995). Sismik riskin düşük olabilmesi için hasar görebilirliğin minimize edilmesi gerekir. Sismik tehlikenin aynı olduğu bölgelerde yapının ve yerel zeminin koşullarının farklılık göstermesi, değişik sismik risk derecelerinin görülmesini sağlamaktadır. Bir bölgedeki sismik risk, hasar ve can kaybına sebep olabilecek bir depremden kaynaklanan yer hareketinin belli bir yerde ve belli bir zaman periyodu içinde meydana gelme olasılığı olarak ifade edilmektedir.

Yapıların tasarımı sırasında kullanılacak olan parametreler bölgenin depremselliğinin araştırılması sonucunda elde edilir. Bölgenin depremselliğinin belirlenmesi sırasında iki unsur esas alınır. Birincisi tarihte meydana gelmiş depremler ikincisi de bölgede deprem üretebilecek tektonik yapıların varlığıdır.

Bir bölgenin sismik tehlike analizi belli bir yapı ömrü içinde o bölgede deprem manyetüdlerine göre aşılma olasılıklarının bulunması anlamına gelmektedir. Ayrıca deprem manyetüdlerine göre dönüşüm periyotları hesaplanmaktadır.

Sismik tehlike analizinde ilk olarak incelenen bölgenin hangi sınırlar içinde kaldığı belirlenir. Ardından bu sınırlarda geçmişte meydana gelmiş deprem verileri elde edilir. Bu değerlerden yararlanılarak gerekli hesaplamalar yapılır.

Mevcut yapıların sismik güvenliğinin hesaplanmasında, binaların sismik tasarım seviyelerinin belirlenmesinde, ilgili yönetmeliklerin oluşturulmasında sismik tehlike ve riskin azaltılmasındaki önceliklerin belirlenmesinde olasılıksal yaklaşımlar son yıllarda önem kazanmıştır. Yeni bir karar verme mekanizması olarak Sismik Risk Analizi geleneksel deterministik yöntemlere göre olasılıksal bir yaklaşım olarak geliştirilmiştir (EERI Committee On Seismic Risk, 1989).

2.4.1. Sismik Tehlike Analizinin Amaçları

Sismik tehlike analizinin amacı tarihte meydana gelmiş depremlere ait mevcut verileri jeolojik, sismolojik, istatistiksel ve diğer verilerle birleştirerek incelenen bölgede meydana gelmesi muhtemel sismik aktivite için belirli olasılık değerlerini saptamaktır. Sismik risk analizi ile deprem tehlikesi niceliksel olarak belirlenir. Bu değerler deprem mühendisliğinde kullanılabilecek parametreleri ifade etmektedir. Sismik risk üç bileşenden oluşmaktadır. Birincisi riskin hesaplandığı süre, ikincisi kayıpların değerlendirilmesi, üçüncüsü de belli bir süre boyunca kayıpların tekrarlanma olasılığıdır. Sismik risk analizi belli bir süre için sismik tehlikenin oluşma olasılığını tahmin etmektedir. Yer hareketleri deprem sırasında hasarın ana nedenidir; binaların yıkılması, baraj göçmeleri, heyelanlar ve sıvılaşma yer hareketlerinin bir sonucudur. Yapıların temellerinin ve boru hatlarının bozulmasına yol açan fay hareketleri, kıyı kesimlerde su basmalarına ve zarara neden olan tsunamiler deprem hasarlarının bir diğer önemli sebebini oluşturmaktadır. Tsunamiye en önemli örnek olarak Güney Asya'da yaşanmış felaketi gösterebiliriz.

Sismik risk analizi, bölgenin sismik potansiyelini, deprem oluşumlarının rastsallığını, deprem nedeniyle oluşan yer hareketlerinin doğasını ve yer hareketinin hasar potansiyelini dikkate almaktadır (EERI Committee On Seismic Risk, 1989). Özetle sismik risk analizi geçmişte meydana gelmiş depremlerle ilgili verileri göz önüne alarak bir bölgede ileride meydana gelebilecek sismik aktivite için çeşitli olasılık yöntemlerini kullanarak bir risk değeri belirlemeyi amaçlar. Sismik tehlike analizlerinde bir takım belirsizlikler bulunmaktadır.

Bu belirsizlikler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Sismik risk analizi kapsamında uygulanan yöntemlerdeki yaklaşıklıklardan kaynaklanan belirsizlikler
2. Depremlerin ne zaman, nerede ve hangi büyüklükte meydana geleceklerinin bilinmemesi
3. Sismik aktivite gösteren bölgenin sismik ve geometrik parametre değerlerinin yetersiz olması

Sonuçların daha gerçeğe yakın olması için bu belirsizliklerin sismik risk analizi hesaplarında dikkate alınması gerekir.

2.4.2. Sismik Tehlike Analizinde Kullanılan Yöntemler

Sismik tehlike analizinde aşağıdaki yaklaşımlar kullanılmaktadır:

- A. Pik Zemin İvmesi gibi zemin hareketi parametrelerinin bulunması
- B. Yer hareketinin süresinin ve incelenen bölgenin sismik geçmişinin belirlenmesi
- C. Seçilen bir periyot aralığına göre ivme davranış spektrumunun belirlenmesi,
- D. Tasarım deprem şiddetinin veya ana şiddet olasılığının tahmini

Sismik risk analizi ise;

1. Potansiyel sismik kaynakların bölgeleşmesi,
2. Sismisite parametrelerinin belirlenmesi,
3. Deprem oluş modellerinin seçilmesi,
4. Azalım ilişkilerinin belirlenmesi,
5. Bölge merkez alınarak 200 – 300 km. çapındaki alanda aşılma olasılığının hesaplanması adımlarını içerir.

Gelecekte olabilecek depremlerin tahmin edilmesi için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Sismik tehlike sonucunda yapılacak tahminin doğruluğu kaynak mekanizmasının geoteknik verilerine ve tarihsel sismik verilerin zenginliğine bağlıdır (Tezcan, 1994). Bir bölgede sismik risk analizi yapılmadan önce o bölge ile ilgili sismik veriler, jeolojik bilgiler ve geoteknik faktörler belirlenmelidir (Cornell, 1968).

Sismik veriler tarihsel ve aletsel veriler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Tarihsel dönem deprem katalogları 1900 yılına kadar olan depremleri içermektedir. Bu kaynaklarda depremler meydana getirdikleri hasar ve hissedilme derecelerine göre bulunmaktadır. Deprem şiddetleri genellikle Mercalli Şiddet Cetveli'ne göre yorumlanmıştır. Dönüştürülmüş Mercalli Şiddet Cetveli ve Richter büyüklüğü ile dönüştürülmüş Mercalli şiddeti ilişkisi Tablo 2.5 ve Tablo 2.6'da sırasıyla verilmiştir. Tarihsel depremlere ait manyetüd bilgileri makro sismik gözlemlere dayandığından ve genelde bu gözlemler yeterince net olmadığından, göreceli olduklarından önemli belirsizlikler içerir. Buna ilaveten tarihsel deprem kataloglarında belirli bir manyetüdden daha küçük manyetüdü depremler eksiktir.

Aletsel dönem deprem katalogları 1900 yılından günümüze kadar meydana gelmiş hem aletsel hem de gözlemsel olarak belirlenebilmiş depremleri içermektedir. Skipp'e (1995) göre gelecek 50 yıl içindeki depremlerin tahmin edilmesi için en iyi sonuçlar geçmiş 100 yıllık deprem verilerin kullanılması ile elde edilmektedir.

Deprem verileri; bir bölgenin sismik özelliklerinin belirlenmesi ve incelenen bölgede gelecekte meydana gelmesi beklenen sismik aktivitenin tahmin edilmesi için uygulanan istatistiksel yöntemlerde kullanılmaktadır. Bu tahmin; geçmişte meydana gelmiş aktivitelerin aynı bölgede veya yakınında yeniden oluşabileceği varsayımına dayanmaktadır.

Deprem verileri depremsellik ile ilgili olarak düzenlenmiş kapsamlı deprem kataloglarından elde edilmektedir. Türkiye'de bu kataloglar Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Kandilli Deprem Araştırma Enstitüsü ve bazı üniversitelerden temin edilebilmektedir. Deprem kataloglarından;

- Depremin merkez üstü koordinatları
- Depremin büyüklüğü
- Deprem oluşumunun tarihi ve zamanı
- Deprem oluşum derinliğine ulaşılabilmektedir.

2.4.3. Depremin Ölçülmesi

Depremin büyüklüğü çok önemli bir parametredir ve birçok değişik şekilde tanımlanmıştır. Modern aletlerin icadına kadar depremin yarattığı etkilerin tanınım nitelikseldi. Yakın zamanda modern sismografların kullanımı deprem büyüklüğünün ölçümü için nicel yöntemler geliştirilmiştir (Gülkan ve Canbay, 2008).

2.4.3.1. Deprem Şiddeti

Sismografların olmadığı dönemlerde, depremin gücünü belirleme amacıyla depremlerin yapılar ve canlılar üzerindeki etkileri dikkate alınarak şiddet adı verilen ölçek ortaya çıkmıştır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan ölçekler Medvedev-Sponheuer-Karnik (MSK), Değiştirilmiş Mercalli (MM) ve Japon (JM) ölçeğidir. Şiddet ölçeği niteliksel bir ölçek özelliği taşır ve bu nedenle depremin büyüklüğünün tam bir ölçüsü değildir (Gülkan ve Canbay, 2008).

- MSK Siddet Cetveli

Günümüzde yaygın olarak kullanılan deprem ölçeklerinden olan Medvedev-Sponheuer-Karnik (MSK) ölçeği I ile XII arasında değişen şiddetlere ayrılmıştır. Bu ölçeğin ayrımı aşağıda verilmiştir.

I- Duyulmayan

(a): Titreşimler insanlar tarafından hissedilmeyip, yalnız sismograflarca kaydedilirler.

II- Çok Hafif

(a): Sarsıntılar yapıların en üst katlarında, dinlenme durumunda bulunan az kişi tarafından hissedilir.

III- Hafif

(a): Deprem ev içerisinde az kişi, dışarıda ise sadece uygun şartlar altındaki kişiler tarafından hissedilir. Sarsıntı, yoldan geçen hafif bir kamyonetin meydana getirdiği sallantı gibidir. Dikkatli kişiler, üst katlarda daha belirli olan asılmış eşyalardaki hafif sallantıyı izleyebilirler.

IV- Orta Şiddetli

(a): Deprem ev içerisinde çok, dışarıda ise az kişi tarafından hissedilir. Sarsıntı, yoldan geçen ağır yüklü bir kamyonun oluşturduğu sallantı gibidir. Kapı, pencere ve mutfak eşyaları v.s. titrer, asılı eşyalar biraz sallanır. Ağzı açık kaplarda olan sıvılar biraz dökülür. Araç içerisindeki kişiler sallantıyı hissetmezler.

V- Şiddetli

(a): Deprem, yapı içerisinde herkes, dışarıda ise çok kişi tarafından hissedilir. Uyumakta olan çok kişi uyanır, az sayıda dışarı kaçan olur. Hayvanlar huysuzlanmaya başlar. Yapılar baştan aşağıya titrerler, asılmış eşyalar ve duvarlara asılmış resimler önemli derecede sarsılır. Sarkaçlı saatler durur. Az miktarda sabit olmayan eşyalar yerlerini değiştirebilirler ya da devrilebilirler. Açık kapı ve pencereler şiddetle itilip kapanırlar, iyi kilitlenmemiş kapalı kapılar açılabilir. İyice dolu, ağzı açık kaplardaki sıvılar dökülür. Sarsıntı yapı içerisine ağır bir eşyanın düşmesi gibi hissedilir.

(b): A tipi yapılarda hafif hasar olabilir.

(c): Bazen kaynak sularının debisi değişebilir.

VI- Çok Şiddetli

(a): Deprem ev içerisinde ve dışarıda hemen hemen herkes tarafından hissedilir. Ev içerisindeki birçok kişi korkar ve dışarı kaçarlar, bazı kişiler dengelerini kaybederler. Evcil hayvanlar ağıllarından dışarı kaçarlar. Bazı hallerde tabak, bardak v.s.gibi cam eşyalar kırılabilir, kitaplar raflardan aşağıya düşerler. Ağır mobilyalar yerlerini değiştirirler.

(b): A tipi çok ve B tipi az yapılarda hafif hasar ve A tipi az yapıda orta hasar görülür.

(c): Bazı durumlarda nemli zeminlerde 1 cm. genişliğinde çatlaklar olabilir. Dağlarda rastgele yer kaymaları, pınar sularında ve yeraltı su düzeylerinde değişiklikler görülebilir.

VII- Hasar Yapıcı

(a): Herkes korkar ve dışarı kaçar, pek çok kişi oturdukları yerden kalkmakta güçlük çekerler. Sarsıntı, araç kullanan kişiler tarafından önemli olarak hissedilir.

(b): C tipi çok binada hafif hasar, B tipi çok binada orta hasar, A tipi çok binada ağır hasar, A tipi az binada yıkıntı görülür.

(c): Sular çalkalanır ve bulanır. Kaynak suyu debisi ve yeraltı su düzeyi değişebilir. Bazı durumlarda kaynak suları kesilir ya da kuru kaynaklar yeniden akmaya başlar. Bir kısım kum çakıl birikintilerinde kaymalar olur. Yollarda heyelan ve çatlama olabilir. Yeraltı boruları ek yerlerinden hasara uğrayabilir. Taş duvarlarda çatlak ve yarıklar oluşur.

VIII- Yıkıcı

(a): Korku ve panik meydana gelir. Araç kullanan kişiler rahatsız olur. Ağaç dalları kırılıp, düşer. En ağır mobilyalar bile hareket eder ya da yer değiştirerek devrilir. Asılı lambalar zarar görür.

(b): C tipi çok yapıda orta hasar, C tipi az yapıda ağır hasar, B tipi çok yapıda ağır hasar, A tipi çok yapıda yıkıntı görülür. Boruların ek yerleri kırılır. Abide ve heykeller hareket eder ya da burkulur. Mezar taşları devrilir. Taş duvarlar yıkılır.

(c): Dik şevli yol kenarlarında ve vadi içlerinde küçük yer kaymaları olabilir. Zeminde farklı genişliklerde cm. ölçüsünde çatlaklar oluşabilir. Göl suları bulanır, yeni kaynaklar meydana çıkabilir. Kuru kaynak sularının akıntıları ve yeraltı su düzeyleri değişir.

IX- Çok Yıkıcı

(a): Genel panik. Mobilyalarda önemli hasar olur. Hayvanlar rastgele öteberiye kaçar ve bağırır.

(b): C tipi çok yapıda ağır hasar, C tipi az yapıda yıkıntı, B tipi çok yapıda yıkıntı, B tipi az yapıda fazla yıkıntı ve A tipi çok yapıda fazla yıkıntı görülür. Heykel ve sütunlar düşer. Bentlerde önemli hasarlar olur. Toprak altındaki borular kırılır. Demiryolu rayları eğrilip, bükülür yollar bozulur.

(c): Düzlük yerlerde çokça su, kum ve çamur tasmaları görülür. Zeminde 10 cm. genişliğine dek çatlaklar oluşur. Eğimli yerlerde ve nehir teraslarında bu çatlaklar 10 cm.den daha büyüktür. Bunların dışında, çok sayıda hafif çatlaklar görülür. Kaya düşmeleri, birçok yer kaymaları ve dağ kaymaları, sularda büyük dalgalanmalar meydana gelebilir. Kuru kayalar yeniden sulanır, sulu olanlar kurur.

X- Ağır Yıkıcı

(b): C tipi çok yapıda yıkıntı, C tipi az yapıda yıkıntı, B tipi çok yapıda fazla yıkıntı, A tipi pek çok yapıda fazla yıkıntı görülür. Baraj, bent ve köprülerde önemli hasarlar olur. Tren yolu rayları eğrilir. Yeraltındaki borular kırılır ya da eğrilir. Asfalt ve parke yollarda kasisler oluşur.

(c): Zeminde birkaç desimetre ölçüsünde çatlaklar oluşabilir. Bazen 1 m. genişliğinde çatlaklar da olabilir. Nehir teraslarında ve dik meyilli yerlerde büyük heyelanlar olur. Büyük kaya düşmeleri meydana gelir. Yeraltı su seviyesi değişir. Kanal, göl ve nehir suları karalar üzerine taşar. Yeni göller oluşabilir.

XI - Çok Ağır Yıkıcı

(b): İyi yapılmış yapılarda, köprülerde, su bentleri, barajlar ve tren yolu raylarında tehlikeli hasarlar olur. Yol ve caddeler kullanılmaz hale gelir. Yeraltındaki borular kırılır.

(c): Yer, yatay ve düşey doğrultudaki hareketler nedeniyle geniş yarık ve çatlaklar tarafından önemli biçimde bozulur. Çok sayıda yer kayması ve kaya düşmesi meydana gelir. Kum ve çamur fışkırmaları görülür.

XII- Yok Edici (Manzara Değişir)

(b): Pratik olarak toprağın altında ve üstündeki tüm yapılar baştanbaşa yıkıntıya uğrar.

(c): Yer yüzeyi büsbütün değişir. Geniş ölçüde çatlak ve yarıklarda, yatay ve düşey hareketlerin yön miktarları izlenebilir. Kaya düşmeleri ve nehir ve etrafındaki göçmeler çok geniş bir bölgeyi kaplarlar. Yeni göller ve çağlayanlar oluşur.

Tablo 2.4. Şiddet, Zemin İvmesi, Hız ve Yapı Tiplerindeki Hasar Arasındaki İlişkiler (URL-2, 2012).

Şiddet	Zemin İvmesi (gal) (0.1-0.5 sn periyod aralığı için)	Yer Titresiminin (0.5-2 sn periyod hızı cm/sn aralığı için)	Yapı Tipleri		
			A	B	C
V	12-15	1.0-2.0	%5 Hafif hasar	-	-
VI	25-50	2.1-4.0	% 5 Orta Hasar % 50 Hafif Hasar	%5 Hafif hasar	-
VII	50-100	4.1-8.0	% 5 Yıkıntı % 50 Ağır Hasar	%5 Orta hasar	% 5 Hafif hasar
VIII	100-200	8.1-16.0	% 5 Fazla Yıkıntı % 50 Yıkıntı	%5 Yıkıntı % 50 Ağır Hasar	% 5 Ağır hasar % 50 Orta Hasar
IX	200-400	16.1-32.0	% 50 Fazla Yıkıntı	% 5 Fazla Yıkıntı %50 Yıkıntı	% 5 Yıkıntı % 50 Ağır Hasar
X	400-800	32.1-64.0	% 75 Fazla Yıkıntı	%50 Fazla Yıkıntı	% 5 Fazla Yıkıntı % 50

-Dönüştürülmüş Mercalli Ölçeği

Günümüzde yaygın olarak kullanılan deprem ölçeklerinden olan dönüştürülmüş (modifiye) Mercalli Ölçeği (MM) I ile XII arasında değişen şiddetlere ayrılmıştır. Bu ölçeğin ayrımı aşağıda verilmiştir.

Tablo 2.5. Dönüştürülmüş Mercalli şiddet cetveli (Kumbasar ve Celep, 1992)

Şiddet Sınıfı	Tanımı	Zemin İvmesi (cm/s ²)
I	Yalnız duyarlı aletler algılar	~ 1
II	Özellikle üst katlarda, dinlenmekte olan kimselerce hissedilir. Hassas biçimde asılı olan cisimler sallanabilir.	2-3
III	Bina içinde hissedilir, deprem olup olmadığı anlaşılmaz. Duran otomobiller yanından kamyon geçmiş gibi sallanır.	3-7
IV	Bina içinde çoğunluk ve dışarıda az kimse tarafından hissedilir. Gece bazı kimseler uyanır. Kap-kacak, kapı pencere sallanır.	7 - 15
V	Hemen herkes hisseder. Bazı tabaklar, sıvalar, pencereler kırılır, uzun cisimler oynar.	15 - 30
VI	Herkes hisseder, birçoğu korkup dışarı fırlar. Bacalar, sıvalar düşer. Hafif hasarlar olur.	30 - 70
VII	Herkes dışarı kaçır. Yapıda sağlamlığına bağlı olarak değişen hasarlar oluşur. Otomobil sürücüleri de algılar.	70-150
VIII	Duvarlar çerçevelerden ayrılıp dışarı fırlar. Anıtlar, bacalar, duvarlar devrilir. Kum ve çamur fişkirir.	150-300
IX	Yapılar temelinden ayrılır, çatlar, eğilir. Zemin ve yeraltı boruları çatlar.	300-700
X	Kagir ve çerçeve yapıların çoğu tahrip olur. Zemin çatlar, raylar eğilir. Toprak kaymaları olur.	700-1500
XI	Yeni tip yapılar ayakta kalabilir, köprüler tahrip olur. Yeraltı boruları kırılır. Toprak kaymaları olur.	1500-3000
XII	Hemen her şey harap olur. Toprak yüzeyinde dalgalanma görülür. Cisimler havaya fırlar.	3000-7000

2.4.3.2. Depremin Büyüklüğü

Richter Büyüklük Ölçeği

1841 yılından itibaren depremleri kaydeden sismografların yapılmaya başlanmasıyla birlikte aletsel kayıt dönemi başlamıştır. Böylece depremin ölçüsünü belirleyen ölçekler ortaya çıkmıştır (Gülkan ve Canbay, 2008)

1935’de Charles Richter sığ ve lokal (merkez üssü uzaklığı 600 km’den az olan) deprem kayıtlarının genliklerinden hesaplanan ve Bölgesel Büyüklük(M_L) adı verilen bir ölçek geliştirmiştir. Bu ölçeğin yararı, depremin ölçüsünü bulunan konumdan bağımsız olarak saptayabilmeyi olanaklı kılmasıdır. Richter lokal büyüklük ölçeği logaritmiktir. Büyüklüğü 4 olan bir depremin yer hareketi 3 büyüklüğündeki depreminkinden 10 kat daha fazladır. Ancak enerji açısından kıyaslandığında 4 şiddetindeki deprem 3 şiddetindeki depremden 30 kat daha fazla olmaktadır (Gülkan ve Canbay, 2008).

Tablo 2.6. Richter büyüklüğü ile dönüştürülmüş Mercalli şiddeti ilişkisi (USBR, 1989)

Büyüklüğü (M)	Dönüştürülmüş Mercalli En Büyük Şiddeti(I_0)	Yakın Alan Yarıçapı (km)
5.0	VI	5
5.5	VII	15
6.0	VIII	25
6.5	IX	35
7.0	X	40
7.5	XI	45

Cornell (1968) sismik tehlike analizinin ilk temel modelini ortaya konmuştur. Modelde çizgi, nokta ve alan gibi farklı sismik kaynaklar için sismik tehlike analizi yöntemleri önerilmektedir. Çeşitli araştırmacılar bilgisayar programları kullanılarak da farklı bölgeler için tehlike analizleri yapmıştır. Algermissen ve Perkins Amerika'da tarihte meydana gelmiş depremleri kullanarak maksimum yer ivmelerini hesaplamış ve bu ivmelere göre harita oluşturarak Cornell Yöntemini uygulamışlardır (Skipp, 1995).

Mortgat sismik tehlike haritası için Bayes Modeli'ni önermektedir. Mortgat geniş bölgeler için sismik tehlike haritaları oluşturmayı amaçlamış, batma bölgelerini düzlem

üçgen ve trapez alanlar olarak esas alan bir yöntem önermiştir. Deprem oluşum modeli olarak Poisson modeli manyetüd-frekans ilişkisi için standart logaritmik Gutenberg-Richter ilişkisi yerine Bernoulli Modeli kullanılmıştır (Skipp, 1995). Woodward-Clyde belirli bir manyetüdün altındaki deprem büyüklüklerinin oluş zamanları için Poisson modeli hesabına, bu manyetüdün üzerindeki manyetüdlere için ise Yan-Markow modeli hesabına dayanan bir yaklaşım önermektedir.

Woodward-Clyde tarafından ayrıca standart Gutenberg-Richter ilişkisini ve Poisson Modeli'ni geçici oluşumlara uyarlayan, alan ve çizgi kaynakların kullanıldığı bir program geliştirilmiştir (Skipp, 1995).

Gutenberg-Richter Yöntemi

Gutenberg ve Richter gelecekte meydana gelebilecek depremlerin manyetüdlerinin hesaplanmasında geçmişte meydana gelmiş bütün depremleri hesaba katan bir yöntem önermişlerdir. Bu yöntemde önce geçmişte meydana gelmiş bütün depremlerin istatistiksel bir sınıflaması yapılır. İncelenen periyotta meydana gelmiş deprem manyetüdlerinden belli bir eşik manyetüdün üzerinde olanlar (M) küçükten büyüğe doğru sıralanır ve her manyetüdün karşısına bu manyetüd ve üzerinde kaç tane (N) olduğu belirtilir. N değerleri Logaritmik düşey eksene, manyetüd (M) değerleri de yatay eksene de yerleştirilerek $\log N$ -Manyetüd ilişkisi grafiği elde edilir. Bu grafikte koordinatların gösterdiği veri noktalarından geçen en yakın doğru parçasının denklemi:

$$\log N = a - b \cdot M \quad (2.1)$$

şeklinde ifade edilebilir. Yukarıdaki bağıntıda N ; belli bir (M) manyetüdünde ve bundan daha büyük değerdeki depremlerin toplam sayısıdır. a ve b regresyon katsayıları En Küçük Kareler Yöntemi ile hesaplanırlar.

(2.1) eşitliği ile verilen Richter formülü incelenen T yıllık sismik gözlem periyoduna karşılık gelir (genellikle 100 yıl). T_1 yıllık sismik yeni bir periyot göz önüne alınırsa iki grup arasında;

$$N_1/N_2 = T_1/T_2 \quad (2.2)$$

şeklinde bir ilişki kurulabilir. Yapılan kabulde belli M_1 manyetüdüne eşit veya daha büyük manyetüddeki depremlerin sayısı ile zaman periyodu arasında bir oran vardır.

Zaman periyodu büyüdükçe deprem sayıları da artar. (2.2) eşitliğinde her iki tarafın logaritması alınıp düzenlenirse;

$$\log(N_1/N_2) = \log(T_1/T_2)$$

$$\log N_1 = a - b \cdot M + \log(T_1/T_2) \quad (2.3)$$

denklemleri elde edilir.

T_1 veya T_3 yıllık yeni çalışma periyotları için (2.3)'te verilen eşitlik kullanılmalıdır.

T_2 yıllık gözlem periyodunda sismik veriler için regresyon analizi tamamlandıktan sonra (2.2) ve (2.3) no'lu denklemlerden aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir:

a. T_2 yıl içinde meydana gelmesi muhtemel maksimum manyetüd değeri (2.1) eşitliğinde $N=1$ konularak

$$M_{maks} = a/b \quad (2.4)$$

şeklinde elde edilir.

b. Maksimum olası deprem manyetüdü M_{maks} için dönüş periyodu T_2 yıldır.

c. T_2 yıl içinde meydana gelebilecek maksimum deprem sayısı N_2 (2.1)'de verilmiş olan bağıntıda $M = 0$ konularak

$$N_2 = 10^a \quad (2.5)$$

olacak şekilde elde edilir.

d. Herhangi yeni T_1 yıllık bir periyotta meydana gelebilecek maksimum manyetüd değeri (2.3)'de verilen bağıntıda $N = 1$ konularak

$$M_{maks} = \frac{(a + \log(T_1/T_2))}{b} \quad (2.6)$$

şeklinde elde edilir.

e. Dönüş Periyodu $T_1 = 1$ yıl olan ortalama manyetüd değeri (2.6) eşitliğinde $T_1=1$

konularak

$$M_m = (a - \log T_2) / b \quad (2.7)$$

şeklinde hesap edilir.

f. Maksimum manyetüd (M_d) için dönüş periyodu T_d , (2.3)no'lu bağıntıda $N_1 = 1$ yazılarak aşağıdaki bağıntıdan hesaplanabilir.

$$T_d = 10^{(\log T - (a - b \cdot M_d))} \quad (T_1 = T_d) \quad (2.8)$$

g. M_d manyetüdünde bir depremin bir yıl içinde meydana gelme olasılığı

$$R = pr = 1/T_d \quad (2.9)$$

şeklinde ifade edilir. Bu eşitlikte R , M_d manyetüdünün yıllık aşılma olasılığıdır.

Gumbel Yöntemi (Fisher - Tippett Tip-1, Yıllık Maksimum Değerler Metodu)

Yöntem her yılda meydana gelmiş en büyük manyetüdlü depremi dikkate alır. Hiç deprem kaydı bulunmayan yıllarda ise alt sınır olarak kabul edilen bir manyetüd değeri kullanılır (Lomnitz, 1966; Cornell, 1968; Olivera, 1974). Gumbel yöntemi sadece yıllık en şiddetli deprem manyetüdünü esas alacak şekilde geliştirilmiştir. Bunun sebebi katalog bilgilerinin eksikliklerini gidermek ve bir yıl içinde meydana gelen depremlerin en şiddetli olanından geri kalanlarının sonuçlara etkisini ortadan kaldırmaktır. Gumbel tarafından önerilen ekstrem değerler yöntemi ile ekstrem olayların dağılımları ve bu olayların tekrar oluş zamanları güvenilir şekilde hesaplanabilir (Knopoff ve Kagan, 1977). Gumbel yönteminde;

$N(M)$: Belli bir M değerine eşit ya da büyük deprem sayısı

$f(M)$: M manyetüdünde bir depremin gruptaki diğer depremlere göre rölatif frekansı

$G(M)$: Manyetüdlere dağılım fonksiyonu, M veya daha küçük deprem oluşumlarının eklenik rölatif frekansı

$R(M)$: M veya daha büyük deprem oluşumlarının olasılığı

olacak şekilde hesap edilmesi gereken 4 farklı manyetüd fonksiyonu bulunmaktadır.

Frekans fonksiyonu $f(M)$ aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır:

$$f(M) = J/(N_0-1) \quad (2.10)$$

Yukarıdaki eşitlikte N_0 değeri ele alınan toplam deprem sayısı yani sismik gözlem periyodundaki yıl sayısıdır.

Eklenik frekans $G(M)$, frekans fonksiyonu $f(M)$ değerlerini yukarıdan aşağıya toplayarak elde edilir. Gumbel (1958) tarafından yıllık maksimum şiddetli deprem manyetüdlerinin dağılımı

$$G(M) = e^{(-\alpha \cdot e^{(-\beta \cdot M)})} \quad (2.11)$$

bağıntısı ile verilmiştir. Bu eşitlikte M , deprem manyetüdü α ve β regresyon katsayıları yani bölgenin sismisitesine bağlı ilişki katsayılarıdır; $G(M)$ ise bir yılda manyetüdü M' den büyük depremlerin aşılma olasılığıdır.

Aşılma olasılığı:

$$R(M) = pr(M) = 1 - G(M) \quad (2.12)$$

şeklinde tanımlanır. Bu bağıntıda $R(M)$ manyetüdü M' den büyük bir depremin aşılma olasılığını ifade etmektedir. Regresyon katsayılarını bulmak amacı ile önce her yılda bir meydana gelen en şiddetli deprem manyetüdü saptanır.

Ardından Gumbel dağılım fonksiyonunun katsayılarını bulmak için yıllık maksimum deprem manyetüdüleri N adet yıl için küçükten büyüğe doğru sıralanır ve her bir J 'inci manyetüde $J / (N + 1)$ olasılık derecesi verilir. Her manyetüd için N değerinin $\log N$ değeri hesaplanır. En Küçük Kareler Yöntemi ile $\log N - M$ ilişkisinin grafiği çizilir. Bu eğriden bir doğru geçirilir ve bu doğruya ait regresyon katsayıları α ve β hesaplanır.

Gumbel bağıntısı Gutenberg-Richter (1942) tarafından geliştirilen aşağıdaki Manyetüd-Frekans bağıntısı ile yakından ilişkilidir, (2.11) bağıntısının her iki tarafının iki defa doğal logaritması alınırsa şu bağıntı elde edilir:

$$\log N = a - b \cdot M$$

$$\ln(-\ln G) = \ln \alpha - \beta \cdot M$$

Her iki taraf ($\log e$) ile çarpılarak 10 tabanına göre

$$\log(-\ln G) = \log \alpha - \beta \cdot \log e \cdot M \quad \text{şeklinde dönüştürülür. Buradan;}$$

$$N = -\ln G \quad (2.13)$$

$$a = \log \alpha \quad (2.14)$$

$$b = \beta \cdot \log e \quad (2.15)$$

yerlerine konularak,

$\log N = a - b \cdot M$ Gutenberg-Richter eşitliği elde edilmiş olur. Gutenberg-Richter ve Gumbel yöntemleri arasında (2.14) ve (2.15) bağıntılarından

$$\alpha = 10^a \quad (2.16)$$

$$\beta = b / \log e \quad (2.17)$$

$$N = \alpha \cdot e^{(-\beta \cdot M)} = -\ln G \quad (2.18)$$

matematiksel ilişkileri elde edilir. Bunlara bağlı olarak; Her yıl meydana gelen ortalama manyetüd değeri:

$$M_m = (M_{min} + 1) / \beta \quad (2.19)$$

ile hesap edilir. En sık meydana gelen manyetüd,

$$M_{m,maks} = \ln \alpha / \beta \quad (2.20)$$

şeklindedir. Bu değere "Modal Maksimum" adı verilir.

Modal maksimumun tekrarlama periyodu 1 yıldır. Modal maksimum manyetüd değeri, 1 yıllık baz süre içindeki deprem sayısını veren (2.1) denkleminde $N = 1$ koyularak hesaplanır.

incelenen sismik gözlem periyodu T_r yıl içinde meydana gelebilecek maksimum manyetüd yani tekrarlama periyodu T_r yıl olan manyetüd

$$M_{maks} = (a + \log T_r) / b \quad (2.21)$$

elde edilir. Dönüş periyodu T_d olan manyetüdü M ve daha büyük depremlerin sayısı N için

$$N = T_d \cdot \alpha \cdot e^{(-\beta \cdot M)} \quad (2.22)$$

$$N = -\ln G = -\ln(e^{-\alpha \cdot T_d \cdot e^{-\beta \cdot M}}) \quad (2.23)$$

yazılır.

Yıllık aşılma olasılığı R , seçilen " M " manyetüdünde veya daha büyük bir depremin aşılabilme olasılığıdır. Yıllık aşılma olasılığı ise Gumbel dağılımının 1' den farkı olup aşağıdaki gibidir:

$$R = 1 - G = 1 - e^{(-\alpha \cdot e^{-\beta \cdot M})} \quad (2.24)$$

Yıllık aşılma olasılığının tersi, depremin tekrarlama periyodu olan değerini verir ve (2.25) bağıntısı ile hesap edilir.

$$T_r = 1/R \quad (2.25)$$

Yıllık aşılma olasılığı değeri R 'nin bilinmesi durumunda bu aşılma olasılığına karşılık gelen manyetüd değeri

$$M = (1/\beta) \cdot \ln(\alpha / -\ln(1 - R)) \quad (2.26)$$

bağıntısı ile belirlenir. T_d yıllık bir periyotta meydana gelebilecek maksimum manyetüd değeri;

$$M_{maks} = (\ln(\alpha) \cdot T_d) / \beta \quad (2.27)$$

ifadesinden bulunur (Tezcan vd., 1991).

Ekonomik ömrü T_d yıl olan bir yapının ömrü içinde meydana gelebilecek ve manyetüdü M veya daha büyük depremlerin meydana gelme olasılığı aşağıdaki eşitlik ile hesap edilir:

$$R = 1 - e^{(-\alpha \cdot T_d \cdot e^{-\beta \cdot M})} \quad (2.28)$$

Bu bağıntıda $e^{-\beta \cdot M} = \alpha \cdot T_r$ konulursa yıllık aşılma olasılığı değeri ile yapının ekonomik ömrü ve maksimum manyetüdün tekrarlama periyodu arasındaki bağıntısı elde edilir. (2.29) bağıntısı aşağıda verilmiştir.

$$R = 1 - e^{-(T_d/T_r)} \quad (2.29)$$

Buradan yapı ekonomik ömrü T_d biliniyorsa maksimum tekrarlama periyodu T_r (2.29) bağıntısı kullanılarak (2.30) eşitliğindeki gibi hesaplanır.

$$T_r = -T_d / \ln(1 - R) \quad (2.30)$$

Poisson Yöntemi

Depremlerin zamana göre oluşumu gelişigüzel bir süreç olarak alınmaktadır. Geçmişte gözlenen depremlerle beklenecek depremlerin tahmini stokastik modellerle ifade edilmektedir. Lomnitz 1966'da büyük depremlerin oluşumu için Poisson modelini kullanmıştır. Poisson modelinde deprem olaylarının birbirinden bağımsız oldukları varsayılarak depremlerin oluşumu zaman uzayında bir Poisson süreci olarak alınmaktadır. Poisson dağılımının üç temel özelliği vardır:

A) Kararlılık; Oluşumların birim zamandaki ortalama sayısı λ "dağılımın oranı" olarak adlandırılmaktadır.

B) Düzenlilik; Olayların zaman içerisinde geniş bir biçimde yayılması ve iki veya daha fazla olayın aynı anda gerçekleşme olasılığının sıfıra gitmesini ifade etmektedir. Buna bağlı olarak olayların tek tek oluştuğu varsayılır.

C) Bağımsızlık; Δt küçük bir zaman aralığını ifade etsin. t zamanından $t + \Delta t$ zamanına kadar oluşan olayların sayısı $N(t, t + \Delta t)$ olsun. t 'den önceki herhangi bir zaman ise x ile gösterilirse, $N(t, t + \Delta t)$, $N(x + \Delta x)$ 'den bağımsızdır.

Bu özellik olayların gerçekleşmesinin tamamen rastlantı sonucu olduğunu göstermektedir. Eğer λ zamanın bir fonksiyonu değilse dağılım kararlılık özelliğine sahiptir. Yani zaman eksenini boyunca herhangi bir elemanter aralık için bir oluşumun meydana gelme olasılığı tamamen aynıdır. Poisson dağılımı matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$P(N, t) = ((\lambda \cdot t)^N \cdot e^{-\lambda \cdot t}) / N! \quad (2.31)$$

Bu bağıntı olasılık fonksiyonudur ve birim zamanda N tane olayın gerçekleşme olasılığını verir. λ birim zamandaki deprem sayısını göstermektedir. Deprem oluşumlarının Poisson dağılımıyla verilebilmesi için yukarıda saydığımız özellikleri göstermesi gerekir.

Poisson modelinin deprem verileri ile uyumlu olup olmadığının araştırılması için değişik istatistiksel testlerden yararlanılabilir. Dünyanın çeşitli bölgelerinde Poisson modelinin uygunluğu araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Gözlenen geçmiş deprem kayıtlarından artçı depremler ayıklandığında geriye kalan ana şoklar için özellikle bunların büyük manyetüdü olmaları durumunda Poisson süreci geçerli bir varsayım olmaktadır.

Örneğin Kallberg tarafından Kaliforniya'da meydana gelmiş ve manyetüdü 4,5'tan büyük tüm depremleri içeren bir iyi uyum (goodness of fit) testi yapılmıştır.

Poisson varsayımının başlıca eksikliği depremlerin büyük bir ana şok etrafında kümeleşme eğilimlerini içermemesidir. Poisson modelini geliştirme yönünde yapılan çalışmaların çoğunluğunda bir deprem olayının sadece kendisinden hemen önce olan bir deprem olayı ile bağıntısının bulunduğu varsayılmıştır. Deprem sayıları yıllara göre düzenlenir ve depremlerin yıllık sayılarının gerçek dağılımı hesaplanabilir. Hesap sonucu Poisson dağılımı ile karşılaştırılabilir. (2.31) no'lu denklem depremlerin zaman içinde Poisson dağılımına uygunluğunu belirlemekte kullanılır.

$$Pr = (h^r \cdot e^{-h}) / r! \quad (2.32)$$

Bu eşitlikte h depremlerin yıllık ortalama sayısıdır. Gerçek dağılım ise aşağıdaki gibi hesap edilir:

$$Pr = n_r / \sum n_r \quad (2.33)$$

Bu bağıntıda n_r r sayıdaki depremin yıllık oluşumlarıdır. Her iki dağılımda r bir yılda olan depremlerin sayısıdır. Poisson yönteminde kümülatif frekans dağılımı, (t zaman aralığında N veya daha az deprem bulunma olasılığı)

$$Pr(N, t) = \sum (\lambda \cdot t)^k \cdot e^{-\lambda t} / k! \quad (2.34)$$

ile gösterilir. Poisson dağılımında deprem oluşları arasındaki zamanlar negatif üstel dağılımı göstermektedir.

$$P(t) = -\lambda \cdot e^{-\lambda t} \cdot dt \quad (2.35)$$

Yukarıdaki bağıntıda P , iki deprem arasında verilen bir zaman aralığının ($t, t+dt$) zaman aralığı içine düşme olasılığıdır. Buna karşılık gelen kümülatif dağılım fonksiyonu;

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad (2.36)$$

şeklindedir. $F(t)$ iki deprem arasında verilen zaman aralığının t ve t' 'den daha az olma olasılığıdır. İncelenen zaman aralığında M_1 değerinden büyük ve ona eşit olan depremlerin yıllık ortalama sayısı $n(M > M_1)$ ve sismik risk değerleri hesaplanabilir. M manyetüdüne eşit ya da büyük depremlerin toplam sayısı Gutenberg-Richter tarafından verilen (2.1)

bağıntısından aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$N(M) = 10^{a-bM} \quad (2.37)$$

Yukarıdaki eşitlik incelenen zaman periyodu T ile bölünürse (2.38) bağıntısı elde edilir:

$$N(M)/T = (10^{a-bM})/T \quad (2.38)$$

Her iki tarafın logaritması alınırsa (2.39) bağıntısı elde edilir:

$$\log(N(M)/T) = a - b \cdot M - \log T \quad (2.39)$$

Belli M manyetüdüne eşit ya da daha büyük depremlerin yıllık kümülatif sayısı

$$n(M \geq M_1) = 10^{a-bM-\log T} \quad (2.40)$$

olarak hesaplanır.

Belirli bir T periyodunda manyetüdü verilen bir M değerinden daha büyük bir ya da daha fazla yıkıcı depremin meydana gelme olasılığı aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$R(M) = 1 - e^{n(M)/T} \quad (2.41)$$

T yıllık sürede meydana gelen depremlerin manyetüdlerinin ortalaması:

$$M_m = \frac{\sum M_i \cdot N_i}{\sum N_i} \quad (2.42)$$

bağıntısı ile elde edilir.

Weibull Yöntemi (Fisher-Tippet Tip-Üİ Yöntemi)

Weibull dağılımı öncelikle kalite-kontrol araştırmalarında kullanılmıştır. Weibull dağılımını Hagiwara (1974) ve Rikitake (1975) deprem oluşumu için, Fisher ve Chou (1975) deprem riskinin saptanmasında kullanmışlardır. Ayrıca İstanbul'un deprem riskini belirlemek amacıyla Işıkara (1984) bu yöntemle çalışmıştır.

Meydana gelen depremler arasındaki zaman aralıkları t_1 olacak şekilde Weibull yoğunluk fonksiyonu:

$$f_T(t) = \mu \cdot \gamma \cdot t^{\gamma-1} \cdot e^{-\mu \cdot t^\gamma} \quad \mu, \gamma > 0 \quad (2.43)$$

bağıntısından hesaplanır. Dağılım fonksiyonu ise

$$F_T(t) = 1 - e^{-\mu \cdot t^\gamma} \quad \mu, \gamma > 0 \quad (2.44)$$

şeklinde hesaplanır. Yukarıdaki bağıntılarda μ ölçek, γ ise şekil parametresi olup dağılımdan bulunurlar.

Δt küçük zaman aralıkları olsun, t ile $t + \Delta t$ zaman aralığında deprem olma olasılığı depremin t zamanından önce olmaması koşulu ile $\lambda(t)$. Δt ile hesap edilir. Burada $\lambda(t)$ tehlike oranıdır ve aşağıdaki bağıntı ile tanımlanır:

$$\lambda(t) = \frac{F_T(t)}{(1 - F_T(t))} \quad (2.45)$$

(2.44) ve (2.45) bağıntılarından (2.46) bağıntısı şu şekilde elde edilir:

$$\lambda(t) = \mu \cdot \gamma \cdot t^{\gamma-1} \quad (2.46)$$

γ şekil parametresi değiştikçe tehlike oranı $\lambda(t)$ de zamanla artar veya azalır. $\gamma = 1$ olması durumunda $\lambda(t)$ sabit bir değere eşittir. Bu da Poisson dağılımını ifade eder (Yüksel ve Khalili, 1989).

Weibull dağılımını belirlemek amacıyla grafik yöntem kullanılırsa dönüşüm için gerekli olan değişken (2.47) bağıntısı ile elde edilir.

$$G = \ln(\mu \cdot T^\gamma) \quad (2.47)$$

Dağılım fonksiyonu ise

$$F_G(G) = 1 - e^{-e^G} \quad (2.48)$$

şeklinde tanımlanır. t_i i'inci zaman aralığı olmak üzere

$$G_i = \ln \mu + \gamma \cdot \ln t_i \quad (2.49)$$

bağıntısı ile doğrusal hale dönüşür.

μ ve γ değerleri En Küçük Kareler Yöntemi ile hesaplanır. R olabilirlik veya geçerlilik fonksiyonu (reliability function) aşağıdaki gibi belirlenir:

$$R = 1 - F_G(G) \quad (2.50)$$

(2.47), (2.48) ve (2.50) no'lu denklemler kullanılarak aşağıdaki (2.51) bağıntısı elde edilir.

$$G_i = \ln(\ln 1/R) \quad (2.51)$$

μ ve γ parametreleri kullanılarak aşılma olasılığı bağıntısı (2.52) eşitliğindeki gibi hesaplanır.

$$P = 1 - e^{-\mu \cdot t^\gamma} \quad (2.52)$$

(2.52) bağıntısından yineleme periyodu (r); tasarım periyodu (D) ve $B = r / D$ boyutsuz parametreleri kullanılarak

$$P = 1 - e^{-(1/B)^\gamma} \quad (2.53)$$

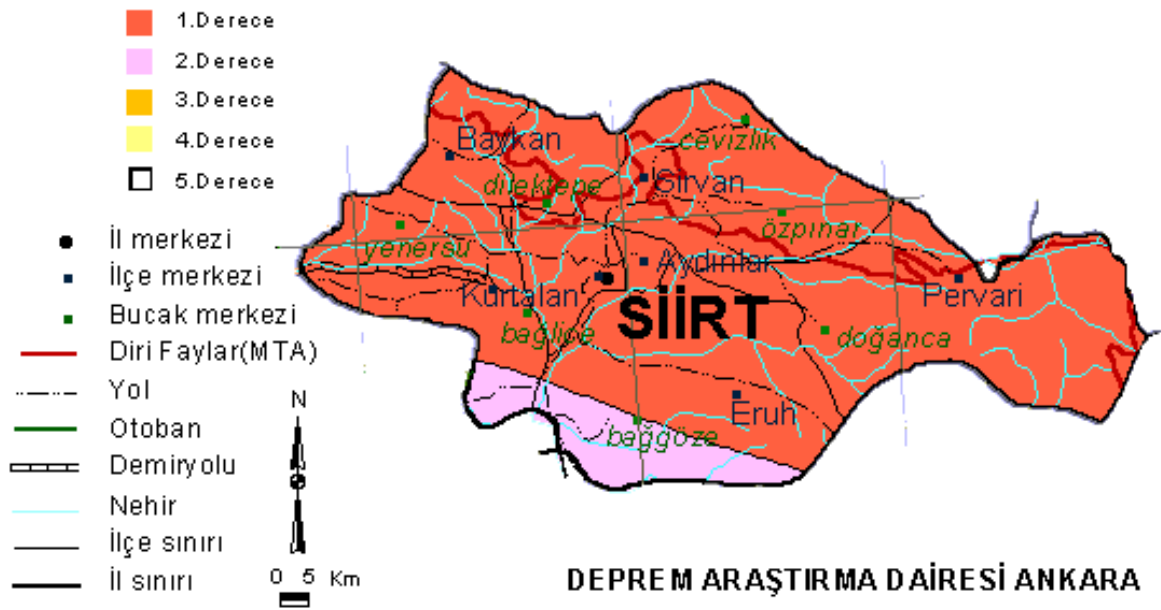
olarak tanımlanır. Yineleme periyodu r , μ ve γ cinsinden de aşağıdaki gibi elde edilir:

$$r = (1/\mu)^{(1/\gamma)} \quad (2.54)$$

$$(2.54)$$

3. BULGULAR

Siirt ili Deprem Haritasında, Siirt il ve ilçelerinin içinde bulundukları deprem kuşakları gösterilmektedir. Harita incelendiğinde, Siirt ilinin 1. ve 2. derece deprem kuşağında olduğu görülmektedir. Siirt il merkezi, deprem haritasına göre birinci derece deprem kuşağı etkisi altında bulunmaktadır.



Şekil 3.1. Siirt İli deprem haritası (URL-2, 2012).

T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığından alınan 1900-2011 yılları arasında Siirt, Bitlis, Batman, Van, Diyarbakır, Hakkari, Şırnak ve civarında meydana gelen $M \geq 4.5$ olan depremler Tablo 3.1.'de gösterilmiştir.

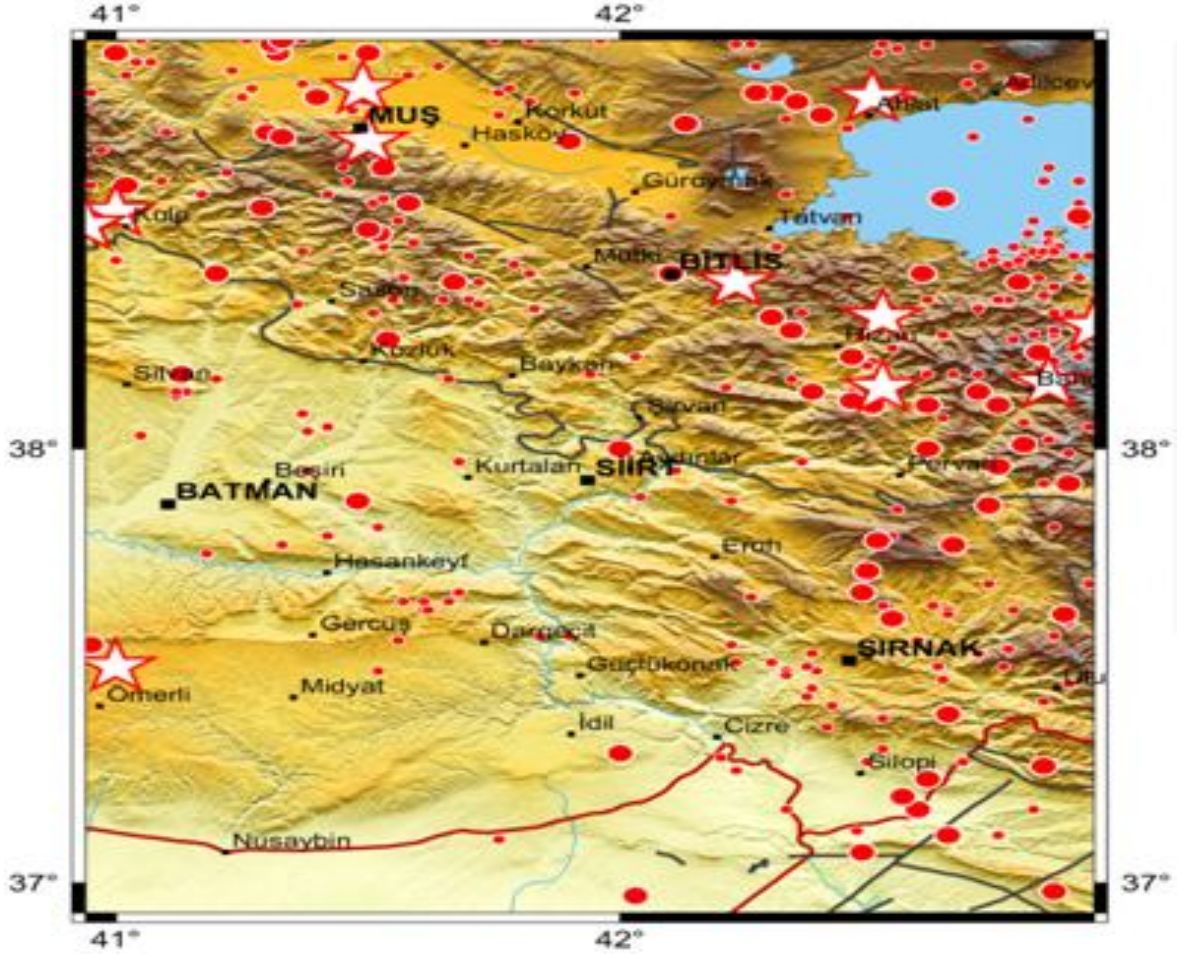
Tablo 3.1. Siirt ili ve civarında 1900 – 2011 Mart arasında meydana gelen depremlerin büyüklükleri

Siirt ili ve civarında 1900 – 2011 Mart arasında meydana gelen depremlerin büyüklükleri	Deprem sayısı ($M \geq 4.5$)
4.5 ve 4.9 büyüklükleri arasında	16
5.0 ve 5.9 büyüklükleri arasında	100
6.0 ve 6.9 büyüklükleri arasında	19
7.0 ve 7.9 büyüklükleri arasında	4
Toplam deprem sayısı	139

Siirt ili $37^{\circ},56',39.444''$ Kuzey enlemleri, $41^{\circ},55',58.368''$ Doğu boylamları üzerinde yer almaktadır. Siirt ilinin yeryüzündeki konumuna göre yakın çevresinde oluşan depremlerin koordinatlar ve Manyetüdler (M) değerleri aşağıdaki verilmiştir.

Tablo 3.2. Siirt ilinin yeryüzündeki konumuna göre yakın çevresinde oluşan depremlerin koordinatlar ve Manyetüdler

Manyetüdler (M)	Enlem	Boylam
5.7	38.54	41.00
5.6	38.80	42.50
5.4	38.38	42.23
5.2	38.28	42.94
5.2	38.30	42.52
5.1	38.14	42.52
5.1	38.15	42.85
5.0	37.50	41.00
5.0	38.51	40.94
5.0	38.70	41.50
5.0	38.82	41.49



Şekil 3.2. Siirt ili konumu yakın çevresinde oluşan depremler (URL-2, 2012).

T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığından alınan 1900-2011 yılları arasında Siirt, Bitlis, Batman, Van, Diyarbakır, Hakkari, Şırnak ve civarında meydana gelen $M \geq 4.5$ olan depremler tarih, zaman, derinlik ve manyetüd değerleri EK-1’de verilmiştir.

Tablo 3.3. 1900-2010 Yılları arası 50 km yarıçaplı mesafe için Siirt ve çevresinde oluşan depremler

No	Tarih	Enlem	Boylam	Derinlik	Author	Originid	Mtype	M	Author	Mw	Err
1	31.03.1907	38,5300	42,1600		(Amb.)		MS	5,1	(Amb.)	5,6	0,5
2	05.03.1914	38,4600	42,1500		(Amb.)		MS	5,2	(Amb.)	5,6	0,4
3	07.03.1914	38,4600	42,1500		(Amb.)		MS	5,8	(Amb.)	5,9	0,1
4	12.11.1934	38,5400	41,0000	50	(1)		MS	5,9	(9)	6,0	0,1
5	02.12.1941	37,5000	41,0000		(2)		MS	5,0	(1)	5,5	0,5
6	28.06.1965	38,0000	41,3000	33	ISC	1867513	mb	5,1	ISC	5,3	0,2
7	27.04.1966	38,1400	42,5200	28	ISC	1854224	mb	4,9	ISC	4,9	0,0
8	06.09.1975	38,5132	40,7741	31,9	ISC	1595324	mb	6,0	ISC	7,4	1,4
9	06.09.1975	38,5513	40,5822	47,3	ISC	1595335	mb	4,9	ISC	4,9	0,0
10	06.09.1975	38,4595	40,8214	46,6	ISC	1595346	mb	5,1	ISC	5,3	0,2
11	05.09.1976	38,5061	40,9379	16,9	ISC	1561682	mb	5,0	ISC	5,1	0,1

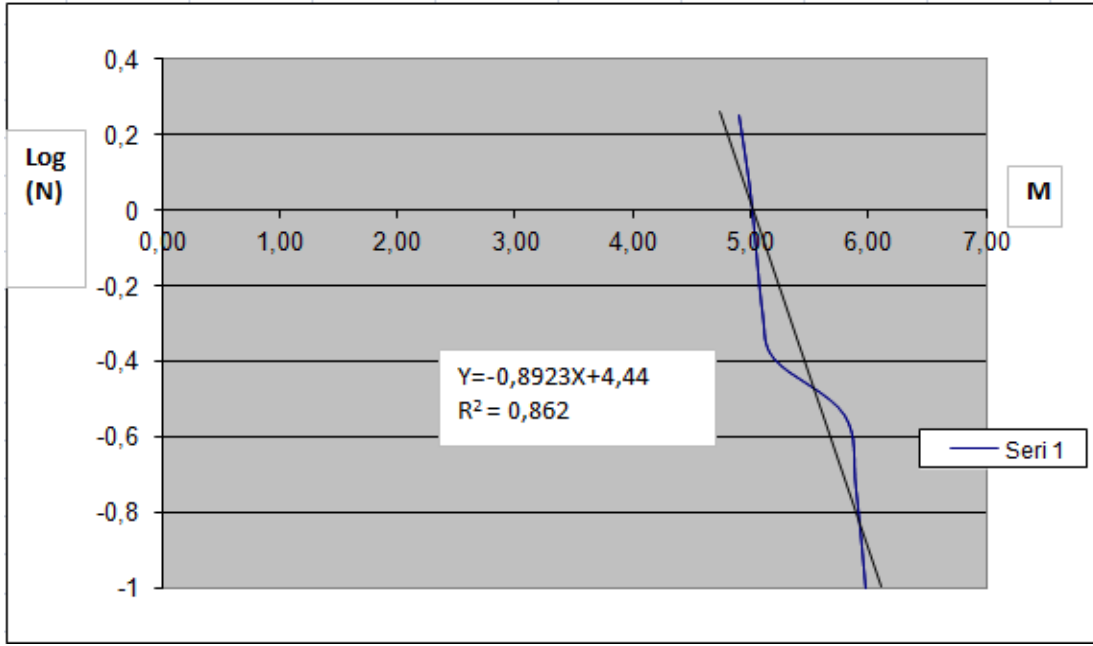
Tüm bu hesaplamalar bir yıldaki maksimum depremler yerine, kendilerini T_r yılda tekrarlayan depremler için yapılırsa, T_r yıl içinde meydana gelebilecek maksimum manyetüd,

$$\log N = a - b \cdot M + \log T_r$$

denklemleri ile hesaplanmaktadır. Burada T_r , depremin tekrarlanma periyodunu belirtmekte olup yıllık risk olan R 'nin tersine eşittir.

Tablo 3.4. Regresyon analizleri

M	J	$f=j/(\Sigma j+1)$	$G(M)$	$N=-\ln(G)$	$\log(N)$
4,90	2	0,166667	0,166667	1,792	0,25327971
5,00	2	0,166667	0,333333	1,099	0,04084445
5,10	3	0,25	0,583333	0,539	-0,26841405
5,20	1	0,083333	0,666667	0,405	-0,39204651
5,80	1	0,083333	0,75	0,288	-0,5410872
5,90	1	0,083333	0,833333	0,182	-0,73916198
6,00	1	0,083333	0,916667	0,087	-1,06042396



Şekil 3.3. Deprem tekrarlanma sayısı-Manyetüd ilişkisi

Şekil 3.3’de hesaplanan a ve b regresyon katsayıları kullanılarak Siirt bölgesinde tekrarlanma periyodunun 10 yıl, 20 yıl, 50 yıl, 100 yıl, 200 yıl olması durumları dikkate alınırsa depremin episantrında meydana gelebilecek deprem büyüklükleri Tablo 3.5’de verilmiştir.

Tablo 3.5. T_r yılda oluşacak deprem manyetüdları

T_r (Yıl)	M	R
10	6,096604	10%
20	6,433968	5%
50	6,879939	2%
100	7,217304	1%
200	7,554668	0,50%

Yapılan hesaplamalarda bina türü yapılar seçildiği için 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan deprem dikkate alınarak çözümler elde edilmiştir. Bu depremin manyetüdü ise 6,879939 olarak hesaplanmıştır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Siirt ve özellikle yakın çevresinin depremselliği daha önce oluşan depremlerden dolayı Siirt ili incelenmeye alınmıştır. Siirt ve çevresindeki bölgelerde bulunan fayların yerleri ve özellikleri ile bu faylarda meydana gelen aktivitelerin tarihsel gelişimi araştırılarak olasılığa dayalı sismik tehlike ve risk analizi yapılmıştır.

Bölgede çok sayıda fay ve fay grupları yer almaktadır. Fakat günümüzde bu fay hatlarının son değerlendirilmesi yapılmadığından fayların tam yeri tespit edilememiştir.

Bu çalışmadan anlıyoruz ki Siirt ili ve çevresinde yapılan hesaplamalarda bina türü yapılar seçildiği için 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan deprem dikkate alınarak yapılacak yapıların depreme karşı dayanıklı olması gerekmektedir. Bu depremin manyetüdü ise 6,879939 olarak hesaplanmıştır. Siirt ilinin yapılaşmasına bakıldığında bu oluşabilecek depremin yıkıcı etkilerinin büyük olacağı tahmin edilmektedir. Türkiye’de oluşan depremlerin sonucu binlerce bina, işyerleri, fabrikalar yıkılmış, deprem sonrasında oluşan yangınlar da çok sayıda insanların ölümüne sebebiyet vermiştir.

Siirt ilinde plansız olarak yapılmış birçok konut bulunmaktadır. Bu yapıların bitişik nizam olması ve aralarında deprem derzi bulunmaması sebebiyle Siirt’te 50 yıl içinde oluşabilecek 6,879939 manyetüd deki depremde büyük hasarlara uğraması tahmin edilmektedir.

Siirt il merkezinde bulunan binalar 7 kata müsaade edilirken, asma kat ve teras olarak iki kat fazladan yapılmaktadır bu da yapının rijitlik merkeziyle kütle merkezinin birbirinden uzaklaşmasına sebebiyet vermektedir. Asma katlarda kısa kolan uygulaması yapılmaktadır. Bu durumlar istenmeyen düzensizliklerdendir.

Siirt merkezde bulunan binaların hepsinin alt bölümleri dükkan, alışveriş merkezi, iş merkezi olarak kullanıldığı için alt katlar cam vitrinlerle doludur buda yumuşak kat oluşumuna sebebiyet vermektedir. Bu durumda istenmeyen düzensizliklerden birisidir.

Siirt’te yapılan yapıların birçoğunda konsollar yasal boyutundan daha fazla yapılmaktadır. Deprem perdeleri ise binanın asansör sahanlığında yapılmakta buda deprem perdelerinden beklenen etkiyi göstermemektedir.

Sonuç olarak Siirt ilinde yapılan yapıların birçoğunda istenmeyen düzensizlikler söz konusudur. Denetimlerin yetersizliğı, yapıların mühendislik hizmetinden eksik kalması gibi durumlarda söz konusudur.

Depremın olması kaçınılmazdır, o yüzden depreme karşı önlemlerimizi almamız gerekmektedir. Bunları kısaca değerdendirecek olursak basit mühendislik kuralları uygulanmalı, denetimler düzgün ve düzenli yapılmalı, yumuşak kat ve zayıf katlardan kaçınılmalı. Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmeliklere uyulmalı.

KAYNAKLAR

- Akbaş, Ö. 1999. 27 Haziran 1998 Adana-Ceyhan Depremi fay mekanizması, *Deprem Araştırma Bülteni*, **80**, 5-108.
- Ambraseys, N.N. and Bommer, J.J., 1992, The attenuation of ground accelerations in Europe, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, **V.20**, 1179-1202.
- Ambraseys, N.N., 1995, The prediction of earthquake peak ground acceleration in Europe, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, **V.24**, 467-490.
- Ansal, A.M., şengezer, S., İyisan, R. ve Gençoğlu, S., 1993, The damage distribution in march 13, 1992 earthquake and effects of geotechnical factors, *Soil dynamics and earthquake engineering*, Ed. P. Seco e Pinto. Balkema, Rotterdam, 413-434.
- Atabey E., 2000. Deprem, *Maden Tetkik ve Arama Müdürlüğü Yayını*, **34**, 71.
- Atabey, E., 2000. Deprem, *MTA Yayınları Eğitim Serisi*, **34.**, Ankara.
- Bağcı, G., 1990. Batı Anadolu deprem riskinin incelenmesi, *Deprem Araştırma Bülteni*, **68**, 96-111.
- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, 1996. Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası
- Celep Z., Kumbasar N., 1996. Yapı Dinamiğı ve Deprem Mühendisliğıne Giriş" İstanbul, Sema Matbaacılık, ISBN .975-95405-1-7
- Celep Z., Kumbasar N., 2004. Deprem Mühendisliğıne Giriş ve Depreme dayanıklı Yapı Tasarımı, İstanbul, Beta Dağıtım, ISBN.975-95405-2-5
- Celep, Z. ve Kumbasar, N., 1992. Örneklerle Yapı Dinamiğı ve Deprem Mühendisliğıne Giriş, *İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları*, 254-255.
- Cornell, C.A., "Engineering Seismic Risk Analysis", Bull. Seism. Soc. Am., v.58, p. 1583-1606.
- Cornell, C.A., 1968, Engineering seismic risk analysis, Bulletin of the Seismological Society of America, V.58, No.5, 1583-1606.

- Çetin, K.Ö., Yunatçı, A.A., Çağlı, S., Aktaş, R., 2004. “Bursa Şehri için CBS Destekli Olasılıksal Sismik Tehlike Analizi ve Risk Haritası Oluşturulması” Zemin Mekanik ve Temel Mühendisliği Onuncu Ulusal Kongresi, İstanbul.
- Day W. R., Geotechnical Earthquake Engineering Handbook, McGraw-Hill pubs., ISBN 0-07-137782-4, 614p.
- Demirkese A.C., 2005. Landsat-5 TM Çok Bantlı Uydu Görüntülerinden Fayların Yorumlanması, *Deprem Sempozyumu Kocaeli*, Mart 1280-1292
- Demirkese A.C., 2005. Landsat-5 TM Çok Bantlı Uydu Görüntülerinden Kıvrımların Yorumlanması, *Deprem Sempozyumu Kocaeli*, Mart 1273-1279
- Demirtaş R., Erkmen C., 2000. “Deprem ve Jeoloji” *Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları*, **52**, 390 s.,
- Dirik K. 2006. Kıvrımlar, Faylar ve Kayaçların Deformasyonu, Hacettepe Üniversitesi, Fiziksel Jeoloji I, Ders Notları, Deformasyon, 14.
- Dirik K., "Aktif Tektonik" , Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ders Notları , 35s.
- Dumont F.J., Uysal Ş., Şimşek Ş., Karamenderesi İ.H., Letouzey J., 1980. Güneybatı Anadolu'daki Grabenlerin Oluşması, *MTA Dergi* **92-2**, 7-17.
- Eeri Committee On Seismic Risk, 1989. The basics of seismic risk analysis, Earthquake Spectra, V.5, No.4, 675-702.
- Ergin, K., Güçlü, U. ve Uz, Z., 1967. Türkiye ve Civarının Deprem Kataloğu, İ.T.Ü., Maden Fak. Ofset Bas. Atölyesi
- Ersoy, U., 1993. 1992 Erzincan depreminden alınması gereken dersler, 2. *Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*, 395-403.
- Eyidoğan, H., 1983. Bitlis-Zagros kıtasal çarpışma kuşağı boyunca etkin sığ deformasyonlar ve depremler arasındaki ilişkiler, *Deprem Araştırma Bülteni*, 43, 63-99.
- Gumbel, E.J., 1958. Statistics of extremes, *Columbia University Press.*, New York
- Güleç K., 1980. Mühendislikte Jeoloji, *Sakarya D.M.M. Akademisi Yayınları*, **4**, 296.
- Gülkan, P., Canbay E., 2008. Binalar için Deprem Mühendisliği Temel İlkeler, 1-15.

- Hagiwara, Y., 1974. Probability of earthquake occurrence as obtained from a Weibull distribution analysis of crustal strain, *Tectonophysics*, **V.23**, 313-318.
- Hasgür Z., Umut Ö. 2007. Yakın Fay Hareketli Depremlerin Yapılar Üzerindeki Etkisi ve Temel Ayırıcılı-Sıvı Sönümleyicilerin Bu yapılardaki Etkinliği. *Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*, 305-316.
- Hereke, E. ve Akay, E. 1992. Karlıova-Çelikhan arasında Doğu Anadolu Fayı, *Türkiye 9.Petrol Kongresi*, 361-372.
- Işık, E. 2010. “ Bitlis Şehri Deprem Performans Analizi”, *Doktora Tezi*, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 216.
- Işıkkara, A.M., 1984. İstanbul için deprem olma olasılığının Weibull dağılımından yararlanarak elde edilmesi, *Deprem Araştırma Bülteni*, **46**, 5-13.
- İmamoğlu, M.Ş. 1993. “Gölbaşı (Adıyaman)-Pazarcık-Narlı (K.Maraş) Arasındaki Sahada Doğu Anadolu Fayı’nın Neotektonik İncelemesi.”*Yayımlanmamış Doktora Tezi*, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- İmamoğlu, M.Ş. 1996. Doğu Anadolu fay zonu Gölbaşı kesimi neotektonik özellikleri ve Gölbaşı-Saray fay kaması havzası, *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*, **11**, 176-184.
- İmamoğlu, M.Ş. 2006. Diyarbakır Lice’de aktif faylanma, *ATAG 10*, 41.
- İmamoğlu, M.Ş., Çetin E., 2007. *D.Ü.Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi* **9**, 93-103
- Joyner, W. B. and Boore, D. M., 1981. Peak horizontal acceleration and velocity from strong-motion records including records from 1979 Imperial valley, *California earthquake: Bulletin Of Seismological Society of Ankara*, **V.71**, 6, 2011-2038.
- Kalafat, D., 2002. Sismik ağlarda deprem büyüklüklerinin ampirik olarak ilişkilendirilmesi: Aktif Tektonik Araştırma Grubu ATAG-6, MTA Genel Müdürlüğü, 21-22 Kasım 2002 Bildiri Özetleri Kitabı, Ankara, 105-108.
- Karaman, M.E., 1995. Yapısal Jeoloji ve Uygulamaları. Akdeniz Üniversitesi. Antalya.
- Ketin, I. ve Canitez., 1979. Yapısal Jeoloji, İTÜ Kütüphanesi, Sayı 1143, İstanbul.
- Ketin, İ., 1976. San Andreas ve Kuzey Anadolu fayları arasında bir karşılaştırma, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, **19**, 2.
- Kıray B., 2005. Sismik Risk Analizi Yöntemlerinin Bilgisayar Tabanlı Çözümü ve Uygulanması, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*.

- King, S.A, and Kiremidjian, A., 1994. "Regional Seismic Hazard and Risk Analysis Through Geographic Information Systems", Report no :111
- Knopoff, L. and Kagan, Y., 1977. Analysis of the theory of extremes as applied to earthquake problems, *Journal of Geophysical Research*, **V. 82, 36**, 5647-5657.
- Lomnitz, C., 1966. Statistical prediction of earthquakes, *Rev. Geophys.*, **V. 4**, 377-393.
- Manspeizer, W. 1985. The Dead Sea Rift: Impact of climate and tectonism on Pleistocene and Holocene sedimentation. in Biddle, K. T. and Christie Blick, N., eds., *Strike-slip Deformation Basin Formation and Sedimentation. SEPM Spec. Pub.*, 37, 143-158.
- Mc Guire, R., 2004. Seismic Hazard and Risk Analysis, *EERI*, Oakland, CA.
- Mendi H.E., 2005. Evaluation of Architectural Consciouness and Exploration of Architecture-Based Issues In Seismic Design. *A Thessis Submitted to the Graduate Scholl of Natural and Applied Sciences of Middle East Technical Univercity*, Augst, 161.
- Okay, A., Kaşlılar-Özcan, Boztepe-Güney, A. ve Kuşçu, I., 1999. Marmara Depreminde İstanbul'u Tehdit Eden Kırıklar, *Cumhuriyet Bilim Teknik*, **648**, 9.
- Okutucu, S. F., 1993. 13 Mart 1992 Erzincan depreminde denetim tasarım ve yapım hataları ile oluşan hasarlar, 2. *Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*, 464-468.
- Olivera, B., and Lehman, I., 1967. *Proc. natn. Acad. Sci. U.S.A.*, **57**, 1426–1433.
- Özmen, B., 1999. İzmit Depreminin eşşiddet haritası, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi, Ankara
- Perinçek, D. ve Eren, A.G. 1990. Doğrultu atımlı Doğu Anadolu ve Ölü Deniz fay zonları etki alanında gelişen Amik Havzası'nın kökeni, 8. *Petrol Kongresi*, 180-192.
- Perinçek, D., Günay, Y. ve Kozlu, H. 1987. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki yanal atımlı faylar ile ilgili yeni gözlemler, *Türkiye 7. Petrol Kongresi*, 89-103.
- Rikitte, T., 1975. Statistics of ultimate strain of the earth's crust and probability of earthquake occurrence, *Tectonophysics*, **V. 26**, 1-21.
- Skipp, O. B., 1995. Seismic risk, 18th European Regional Earthquake Engineering Seminar, Lyon, 3-16.
- Şaroğlu, R., Emre, Ö. ve Kuşçu, I., 1992. Türkiye Dili Fay Haritası, MTA Yayınları.

- Şengör, A. M. C. ve Yılmaz, Y. 1981. Tethyan evolution of Turkey a plate tectonic approach *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Şengör, A.M.C. 1980. Türkiye'nin Neotektoniğinin Esasları, *Türkiye Jeoloji Kurumu*, 40, Ankara.
- Tezcan, S., 1994. Probability Analysis of Earthquake Magnitudes *Türkiye Deprem Vakfı*, Boğaziçi Üniversitesi.
- Tosun, H., 2002. Dolgu Baraj Depremselliği ve Tasarım Esasları, *DSİ Genel Müdürlüğü*, Ankara, 208.
- URL-1 <http://www.sirt.gov.tr>. 01 Aralık 2012.
- URL-2 <http://deprem.gov.tr> 15 Eylül 2012
- URL-3 <http://turkiyecogrfyasi.net> 21 Eylül 2012
- URL-4 <http://www.e-cografya.com/@2008-mehmetZOR> 27 Ekim 2012
- URL-5 <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/map/tr/oneyear>. 25 Ekim 2012
- URL-6 Tüysüz O., “Dynamics of the Earth, Faults and Earthquakes”, ITU Eurasia Institute of Science, “www.eies.itu.edu.tr/deprem/dynamics_earth.pdf”
- Weibull, W., 1951. A statistical distribution function of wide application, *Journal of Applied Mechanics*, **V.18**, 293-297.
- Yunatçı A., Çetin Ö.K., 2007. Olasılıksal Sismik Tehlike Analizleriyle Tümlleştirilmiş, Sahaya Özel Sismik Tepki ve Zemin Sıvılaşması Değerlendirilmesi, *Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*, İstanbul, 17-28.
- Yüçemen, M.S. Deprem Tehlikesinin Tahmininde Olasılıksal Yöntemler, 14. Bölüm, Binalar için Deprem Mühendisliği Temel İlkeleri, Editorler, E. Canbay v.d., Bizim Büro Basımevi, Ankara, 28, Mayıs 2008.
- Yüçemen, M.S., 1982, Sismik risk analizi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Yayınları, Ankara
- Yüksel, F. ve Khalili, A., 1989, Karkheh (Iran) Baraj yeri ve göl alanının deprem risk analizi, *Deprem Araştırma Bülteni*, **66**, 67-89.

EKLER

EK-1. Koordinatlara göre deprem Manyetüd değerleri

TARİH	ZAMAN (GMT)	ENLEM (N)	BOYLAM E	DERİNLİK (km)	KAYNAK	OriginID	Mag	Mw	Err
24.02.1900	00:30	38,4500	44,8700		(Ambraseys)		5,2	5,6	0,4
15.03.1900	02:30	38,5000	44,9700		(Ambraseys)		5,1	5,6	0,5
05.10.1900	17:00	37,4700	44,7400		(Ambraseys)		5,2	5,6	0,4
22.12.1902	22:08	38,0000	39,0000		(Ambraseys)		5,2	5,6	0,4
28.04.1903	23:39	39,1400	42,6500		(Ambraseys)		7,0	6,6	-0,4
29.04.1903	14:11	39,1500	42,6500		(Ambraseys)		5,0	5,5	0,5
06.08.1903	03:49	39,0500	42,4200		(Ambraseys)		5,9	6,0	0,1
13.08.1903	04:48	38,7300	42,1800		(Ambraseys)		5,2	5,6	0,4
29.03.1907	07:37	38,6000	42,0000		(Ambraseys)		5,0	5,5	0,5
31.03.1907	14:14	38,5300	42,1600		(Ambraseys)		5,1	5,6	0,5
03.06.1907	06:44	38,3000	43,8000		(Ambraseys)		5,0	5,5	0,5
28.09.1908	06:27	38,3500	39,1500		(Ambraseys)		6,1	6,1	0,0
05.03.1909	12:17	39,3700	40,6500		(Ambraseys)		5,0	5,5	0,5
18.08.1910	19:04	38,6000	40,0300		(Ambraseys)		5,0	5,5	0,5
30.03.1912	21:14	37,4600	44,3100		(Ambraseys)		5,1	5,6	0,5
27.01.1913	19:39	39,0600	41,6000		(Ambraseys)		5,6	5,8	0,2
09.12.1913	02:30	39,4000	41,0800		(Ambraseys)		5,2	5,6	0,4
05.03.1914	17:57	38,4600	42,1500		(Ambraseys)		5,2	5,6	0,4
07.03.1914	19:10	38,4600	42,1500		(Ambraseys)		5,8	5,9	0,1
11.08.1914	13:39	39,6500	43,9000		(Ambraseys)		5,4	5,7	0,3
14.02.1915	08:20:06	38,8000	42,5000		(9)		5,6	5,8	0,2
28.02.1915	12:47:24	37,7000	43,1000		(9)		5,3	5,7	0,4
19.05.1915	04:48:24	37,6200	39,4700	10	(1)		5,4	5,7	0,3
08.02.1930	05:20:18	38,5200	39,4000	100	(1)		5,1	5,6	0,5
09.04.1930	05:27:48	39,5500	39,2600	10	(1)		5,0	5,5	0,5
06.05.1930	07:03:20	37,2100	44,5700	10	(1)		5,5	5,8	0,3
06.05.1930	22:34:23	38,0000	44,5000	35	GUTE	1953557	7,2	6,7	-0,5
08.05.1930	14:23	38,0000	44,5000		(Z)		5,1	5,6	0,5
08.05.1930	15:05	38,0000	44,5000		(Z)		5,4	5,7	0,3
08.05.1930	15:35:27	37,9700	45,0000	30	(1)		6,3	6,2	-0,1
23.05.1930	09:48	38,0000	44,5000		(Z)		5,2	5,6	0,4
29.05.1930	17:15	38,0000	44,5000		(Z)		5,5	5,8	0,3
03.08.1930	22:06:03	38,4600	44,7000	80	(1)		5,0	5,5	0,5
06.05.1931	20:22:25	37,5000	39,5000		(9)		5,0	5,5	0,5
12.11.1934	07:19:19	38,5400	41,0000	50	(1)		5,9	6,0	0,1
18.08.1935	09:00:10	39,6000	43,1000		(2)		5,0	5,5	0,5
13.10.1935	19:32:22	39,3500	40,5200	40	(1)		5,0	5,5	0,5
01.05.1936	10:24:44	39,6000	43,1000		(9)		5,6	5,8	0,2
22.04.1940	12:20:43	39,6200	39,8900	20	(1)		5,2	5,6	0,4
18.10.1940	12:25:41	39,6000	42,2000	15	(7)		5,6	5,8	0,2
10.09.1941	21:53:57	39,4500	43,3200	20	(1)		5,9	6,0	0,1
02.12.1941	05:02:56	37,5000	41,0000		(2)		5,0	5,5	0,5
15.01.1945	05:30:00	38,4000	44,2000	32	(7)		5,1	5,6	0,5
20.11.1945	06:27:58	38,6300	43,3300	10	(1)		5,2	5,6	0,4
31.05.1946	03:12:50	39,2900	41,2100	60	(1)		5,9	6,0	0,1
19.04.1947	17:39:15	37,8000	43,3100	40	(1)		5,0	5,5	0,5
18.08.1948	19:06:12	38,5100	39,2500	10	(1)		5,0	5,5	0,5
25.04.1949	23:09:21	38,2700	38,9900	80	(1)		5,3	5,7	0,4
17.08.1949	18:44:20	39,5700	40,6200	40	(1)		6,7	6,4	-0,3
17.08.1949	20:38	39,6000	40,6000		(Z)		5,3	5,7	0,4
17.08.1949	20:45:33	39,5800	40,5700	60	(1)		5,2	5,6	0,4
08.11.1950	10:08:02	38,2700	39,1600	50	(1)		5,2	5,6	0,4
23.03.1953	05:22:48	39,3700	41,2800	50	(1)		5,0	5,5	0,5
28.03.1954	04:47:53	39,1000	41,0000	0	BCIS	1925761	6,8		#DEĞER!

07.07.1957	05:58:58	39,3700	40,4600	60	(1)		5,1	5,6	0,5
14.01.1958	13:34:50	39,4800	40,4100	60	(1)		5,1	5,6	0,5
26.10.1958	12:40:31	37,3500	44,5000	0	ISS	1917522	5,6		#DEĞER!
10.09.1959	13:59:23	39,6400	41,7300	70	(1)		5,3	5,7	0,4
25.10.1959	15:57:60	39,2500	41,6300	50	(1)		5,0	5,5	0,5
16.05.1965	11:29:41.10	38,1600	38,9800	26	ISC	1868256	4,9	4,9	0,0
28.06.1965	23:27:29.00	38,0000	41,3000	33	ISC	1867513	5,1	5,3	0,2
31.08.1965	07:29:46.90	39,3600	40,7900	11	ISC	1864922	5,1	5,3	0,2
07.03.1966	01:16:08.90	39,2000	41,6000	26	ISC	1854662	5,2	5,6	0,4
27.04.1966	19:48:51.00	38,1400	42,5200	28	ISC	1854224	4,9	4,9	0,0
19.08.1966	12:22:10.50	39,1700	41,5600	26	ISC	1846633	5,8	6,9	1,1
19.08.1966	13:15:13.60	39,4100	41,3000	62	ISC	1846645	4,9	4,9	0,0
19.08.1966	13:54:25.00	38,9900	41,7700	32	ISC	1846650	5,2	5,6	0,4
19.08.1966	14:17:56.90	39,3300	41,2500	39	ISC	1846661	5,0	5,1	0,1
20.08.1966	11:59:09.00	39,4200	40,9800	14	ISC	1846729	5,3	5,8	0,5
20.08.1966	12:01:43.70	39,1600	40,7000	33	ISC	1846731	5,4	6,0	0,6
26.07.1967	18:53:01.10	39,5400	40,3800	30	ISC	1827069	5,6	6,5	0,9
29.04.1968	17:01:55.60	39,2400	44,2300	17	ISC	1811471	5,3	5,8	0,5
10.08.1968	04:28:01.40	37,0000	43,1300	42	ISC	1799998	5,0	5,1	0,1
24.09.1968	04:19:53.00	39,1900	40,2900	8	ISC	1798963	5,0	5,1	0,1
25.09.1968	20:52:15.80	39,2400	40,2900	41	ISC	1799026	5,0	5,1	0,1
10.09.1969	12:14:00.80	39,2500	41,3800	52	ISC	1775465	5,3	5,8	0,5
14.03.1970	01:51:47.80	38,6200	44,8000	50	ISC	1763896	5,2	5,6	0,4
22.05.1971	16:43:59.33	38,8548	40,5243	3	ISC	1738312	5,9	7,1	1,2
25.08.1971	09:06:40.59	38,4228	40,8055	41	ISC	1731074	4,9		#DEĞER!
16.07.1972	02:46:51.67	38,2324	43,3633	46	ISC	1709029	4,9	4,9	0,0
06.09.1975	09:20:11.99	38,5132	40,7741	32	ISC	1595324	6,0	7,4	1,4
06.09.1975	10:13:10.29	38,5513	40,5822	47	ISC	1595335	4,9	4,9	0,0
06.09.1975	10:52:16.57	38,4595	40,8214	47	ISC	1595346	5,1	5,3	0,2
12.01.1976	22:41:51.65	38,6103	43,2028	56	ISC	1585367	4,9	4,9	0,0
05.09.1976	22:07:34.36	38,5061	40,9379	17	ISC	1561682	5,0	5,1	0,1
24.11.1976	12:22:15.61	39,0506	44,0368	10	ISC	1558179	6,1	7,6	1,5
24.11.1976	12:30:40.89	39,1689	43,9546	33	ISC	1558183	5,1	5,3	0,2
24.11.1976	12:36:48.73	39,0988	44,1973	63	ISC	1558187	5,5	6,2	0,7
24.11.1976	13:18:08.95	39,0864	43,7098	49	ISC	1558194	4,9	4,9	0,0
24.11.1976	15:04:05.11	39,1806	43,7064	46	ISC	1558208	4,9	4,9	0,0
24.11.1976	15:11:07.61	38,9988	44,1896	62	ISC	1558213	5,0	5,1	0,1
24.11.1976	20:46:07.16	39,0782	44,1345	55	ISC	1558236	4,9	4,9	0,0
25.11.1976	09:49:26.96	38,9619	44,2820	38	ISC	1558293	5,0	5,1	0,1
04.12.1976	04:10:36.78	39,3055	43,6571	53	ISC	1554318	4,9	4,9	0,0
02.01.1977	19:37:26.65	39,2894	43,6249	46	ISC	1551886	4,9	4,9	0,0
17.01.1977	05:19:24.67	39,2703	43,7006	40	ISC	1552989	5,0	5,1	0,1
25.03.1977	02:39:58.94	38,5835	40,0318	29	ISC	1549223	5,0	5,1	0,1
04.05.1977	06:08:47.96	39,3733	44,1958	42	ISC	1542245	4,9	4,9	0,0
26.05.1977	01:35:13.89	38,9252	44,3765	38	ISC	1543965	5,2	5,6	0,4
26.05.1977	09:50:24.49	38,8930	44,3493	41	ISC	1543988	4,9	4,9	0,0
30.05.1977	03:43:00.35	39,2298	44,9215	108	ISC	1544271	4,9	4,9	0,0
03.11.1977	19:46:16.47	39,3100	43,5340	38	ISC	1526330	4,9	4,9	0,0
27.03.1982	19:57:24.01	39,2298	41,8981	38	ISC	1336108	5,1	5,6	0,5
03.12.1984	07:38:12.22	37,9392	43,1807	55	ISC	1182578	5,0	5,5	0,5
22.02.1987	06:51:42.25	38,4203	40,4973	10	ISC	1046194	5,0	5,1	0,1
20.04.1988	03:50:07.86	39,1070	44,1224	48	ISC	971170	5,1	5,6	0,5
25.06.1988	16:15:38.33	38,5034	43,0727	49	ISC	960364	5,0	5,5	0,5
20.05.1989	20:44:02.15	39,5943	40,1803	34	ISC	891061	5,3	5,7	0,4
02.02.1991	09:09:01.10	37,1700	42,5897	21	ISC	741680	4,9	4,9	0,0
27.01.1992	09:32:07.0000	38,0000	39,0000	3	DDA		5,0	5,2	0,2
15.03.1992	16:16:25.28	39,5278	39,9290	29	ISC	649220	5,8	5,9	0,1
14.02.1995	11:13:21.0000	38,0000	43,0000	11	DDA		5,0	5,2	0,2
05.12.1995	18:49:29.9900	39,4100	40,2600	12	DDA		5,2	5,5	0,3
05.12.1995	18:52:38.4400	39,5200	40,1100	13	DDA		5,0	5,2	0,2
17.10.1996	21:48:34.20	38,6900	39,9200	10	ISK	2144869	5,0	5,2	0,2
13.04.1998	15:14:29.5300	39,2200	41,3900	6	DDA		5,0	5,2	0,2

15.11.2000	15:05:34.8700	38,5100	43,0100	11	DDA		5,4	5,7	0,3
15.11.2000	15:17:24.10	38,1470	42,9720	5	ISK	3041844	5,0	5,2	0,2
15.11.2000	18:32:11.40	38,7110	43,0070	10	ISK	3041872	5,0	5,2	0,2
21.11.2000	02:57:41.50	38,5220	42,8230	5	ISK	3041969	5,0	5,2	0,2
27.01.2003	05:26:23.6800	39,4100	39,8000	16	DDA		6,4	7,0	0,6
01.05.2003	00:27:04.6800	38,9400	40,5100	6	DDA		6,1	6,6	0,5
13.07.2003	01:48:19.9500	38,2700	38,9500	11	DDA		5,7	6,1	0,4
03.03.2004	14:38:39.7500	39,0535	40,3334	5	DDA		5,0	5,2	0,2
01.07.2004	22:30:11.4200	39,6458	43,9512	9	DDA		5,1	5,4	0,3
11.08.2004	15:48:25.02	38,3403	39,2527	7	ISC	7438710	5,4	5,7	0,3
25.01.2005	16:44:15.1300	37,6435	43,8163	23	DDA		5,4	5,7	0,3
12.03.2005	07:36:10.9700	39,4165	40,8672	7	DDA		5,6	6,0	0,4
14.03.2005	01:55:57.5300	39,4186	40,8183	10	DDA		5,9	6,4	0,5
23.03.2005	21:44:52.4100	39,4164	40,8094	12	DDA		5,4	5,7	0,3
06.06.2005	07:41:30.0200	39,3888	40,9038	11	DDA		5,1	5,4	0,3
10.12.2005	00:09:46.5200	39,3976	40,8547	19	DDA		5,2	5,5	0,3
21.01.2007	07:38:58.9838	39,6133	42,8	10	DDA		5,1	5,3	0,2
09.02.2007	02:22:56.2500	38,3415	39,1698	23	DDA		5	5,2	0,2
21.02.2007	11:05:27.2600	38,3957	39,2977	23	DDA		5,4	5,7	0,3
28.02.2007	19:55:32.3500	38,2787	39,2638	17	DDA		5,2	5,5	0,3
28.02.2007	23:27:47.85	38,3174	39,2919	4	ISC	10848701	5,1	5,6	0,5
08.03.2010	02:32:30.3600	38,7665	40,0712	5	DDA		5,8	6,4	0,6
08.03.2010	07:47:38.7000	38,7518	40,0418	15	DDA		5,6	6,1	0,5
08.03.2010	10:14:23.4700	38,7957	40,0477	5	DDA		5	5,2	0,2
08.03.2010	11:12:10.7400	38,7452	40,0342	12	DDA		5	5,2	0,2
24.03.2010	14:11:30.8900	38,7713	40,0935	23	DDA		5	5,2	0,2