



*Erciyes University Journal of the Institute of Science and Technology*

*Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*

ISSN 1012-2354

Cilt (Volume): 29, Sayı (Issue): 3, Haziran/June-2013

<http://fbe.erciyes.edu.tr/>



## Bitlis İli'nin Depremselliği

**Ercan IŞIK**

<sup>1</sup> Yrd.Doç.Dr., Bitlis Eren Üniversitesi, Müh.-Mim. Fakültesi, İnşaat Müh. Bölümü

### ÖZET

**Anahtar Kelimeler:**  
Bitlis,  
azalış ilişkileri,  
depremsellik

Bu çalışmada, sismik açıdan oldukça hareketli olan Vangölü Havzasında yer alan Bitlis ili ve civarının deprem tehlikesinin ortaya konulması amaçlanmaktadır. Çalışma alanı depremselliği incelenirken magnitüd-frekans ilişkisi, sismik risk ve dönüş periyotları hesaplanmıştır. Çalışma alanına 150 km yarıçapındaki alanda 1900–2006 yılları arasında meydana gelen ve  $M \geq 4$  olan depremler Gutenberg-Richter bağıntısı dikkate alınarak bölgenin deprem riski istatistiksel olarak ortaya konulmuştur. Bitlis ve civarında 6 büyüklüğündeki bir depremin 100 yıl içinde gerçekleşme olasılığı %85 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışma depremsellik ögesi ihmal edilen Bitlis ve civarında yapılacak çalışmalara katkı sağlayacağı gibi, yapılaşma esnasında deprem etkisinin dikkate alınması gerektiğini gözler önüne sermektedir.

## Seismicity of Bitlis city

### ABSTRACT

**Key Words:**  
Bitlis,  
attenuation  
relationships,  
seismicity

In this study, the earthquake hazard of Bitlis province and its surrounding located in Lake Van Basin which is seismically quite active is aimed to be presented. Analyzing the seismicity of studied area the relation between magnitude-frequency, seismic risk and cycling periods are calculated. Seismic risk of Bitlis were statically calculated by using the equation of Gutenberg-Richter for earthquakes which are  $M \geq 4$  that happened in between 1900-2006 of a radius 150km . In Bitlis and its surrounding, the probability of an earthquake of 6 magnitude in 100 years is calculated as %85. This study is supposed to contribute to the studies to be carried out in Bitlis and its districts where its seismicity has been neglected. It unfolds the necessity of earthquake effects to be kept in mind during constructing. Due to seismic risks the reality of earthquake should not be forgotten in Bitlis.

## 1. Giriş

Depremsellik; jeolojik, tektonik ve istatistiksel verilere dayanmaktadır. Depremün oluş tarihi ve zamanı, merkez ve merkez üstü konumu, kaynak parametreleri ve yarattığı etkilerle ilgili makrosismik veriler, bir yöre nin deprem tehlikesinin belirlenmesindeki en önemli unsurlardandır. Bir bölgenin depremselliği o bölgede gelecekte olabilecek bir depremin göstergesidir.

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. Bitlis İli ve özellikle yakın çevresinin depremselliği ve buralarda geçmişte meydana gelen depremlerden dolayı Bitlis incelenmeye değer bir konumdadır.

Bitlis şehri, özellikle İlhanlı hakimiyeti sırasında ilki 1246, sonuncusu 1275 yılında olmak üzere Bitlis iki büyük deprem geçirmiştir. Bu deprem sonucunda Ahlatşahlar, Dilmaçoğulları, Selçuklular ve Eyyubiler dönemlerinde yapılan birçok yapı tamamen yıkılmıştır. İkinci depremde halkın çoğu deprem altında kalarak ölmüştür (Sümer, 1986).

Bitlis Doğu Anadolu'yu Güney Doğu Anadolu'ya bağlayan boğaz geçitleri üzerinde kurulmuş, 41°33'-43°11' doğu boylamları, 37°54'-38°58' kuzey enlemleri arasında yer alan, etrafı dağlarla çevrili tarihi bir şehirdir (Serdar, 2000) (Şekil 1).



Şekil 1. Bitlis ili ve yer bulduru haritası

Van Gölü, Arabistan levhası ile Avrasya Levhasının çarpışması sonucu oluşan tektonik basınç sonucu oluşmuştur (Öztürk, 2005). Bu tektonik hareketin devam ediyor olması ve 1976 yılından beri biriken enerjiden dolayı Van Gölü Havzasının depremsellik riskini artırmaktadır. Van Gölü havzasında meydana gelecek yıkıcı depremler bu havzada bulunan Bitlis il merkezi ve ilçelerini yakından etkileyecektir (Işık, 2010)

## 2. Tektonik yapı

Bitlis ili alanları içerisinde kalan Van Gölü, Doğu Anadolu'da oldukça şiddetli deformasyonlara uğramış bir tektonik yapı içerisindedir. Aynı zamanda önemli ve kural dışı neotektonik unsurlar mevcuttur. Bölgenin tektonik açıdan çok aktif olduğundan beri, deprem aktivitesi havza boyunca ve Van Gölü çevresindeki bölgede çok yüksektir (Horasan, 2007), (Toker, 2007).

Türkiye'de güncel sismik aktivitenin yoğun olarak yaşadığı bölgelerden biri de Doğu Anadolu Bölgesidir. Doğu Anadolu Bölgesinin genel tektonik yapısı ağırlıklı olarak Bitlis Bindirme Zonu olarak bilinen deformasyon zonu boyunca Arap levhası ile Anadolu levhasının çarpışması ile kuzeye doğru hareketi ile kontrol edilmektedir (Şekil 2).

Çarpışma Karlıova Üçlü Birleşim noktasında birleşen sağ yönlü doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fayı ve sol yönlü Doğu Anadolu Fayı ile yönetilmektedir (Şekil 2). Bunun yanı sıra Karlıova Üçlü birleşim noktasının doğusunda bu çarpışma sebebi ile çoğunlukla KB-GD doğrultulu sağ yönlü, KD-GB doğrultulu sol yönlü faylar bölgenin baskın elemanlarıdır. D-B doğrultulu Muş – Van Gölü ve Pasinler rampa havzaları Doğu Anadolu Bölgesinin göze çarpan diğer tektonik elemanlarıdır.

Doğu Anadolu Fayı, Türkiye'nin doğusunda Karlıova ile İskenderun Körfezi arasında KD-GB doğrultusunda uzanan yaklaşık 550km'lik uzunluğa sahip sol yanal doğrultu atımlı bir faydır (Şekil 1). Bitlis Bindirme Zonu, Güneydoğu Türkiye'den İran'daki Zağros dağlarına kadar uzanan, kıta-kıta ve kıta-okyanus çarpışma sınırı olarak tarif edilecek bir komplekstir. Karlıova üçlü birleşim noktasının doğusunda kalan K-G yönlü sıkışma tektonik rejimi ile karakterize edilmektedir (Şekil 2).

Kuzey ve Doğu Anadolu Fay zonlarına paralel sağ, sol yönlü doğrultu atımlı faylar bölgenin baskın tektonik unsurlarıdır. Bu tektonik unsurlardan bazıları Ağrı Fayı, Bulanık Fayı, Çaldıran Fayı, Erçiş Fayı, Horasan Fayı, Iğdır Fayı, Malazgirt Fayı, Süphan Fayı, Balıkgölü Fay Zonu, Başkale Fayı, Çobandede Fayı, Dumlu Fay Zonu, Hasan Timur Fay Zonu, Kavakbaşı Fayı, Kağızman Fay Zonu, Doğubeyazıt Fay Zonu, Karayazı Fayı, Tutak Fay Zonu, Yüksekova-Şemdinli Fay Zonu ve Kuzeydoğu Anadolu Fay Zonu'dur (Şekil 3). Bu faylar sismik olarak aktif durumda olup birçok depreme kaynak oluşturmaktadırlar

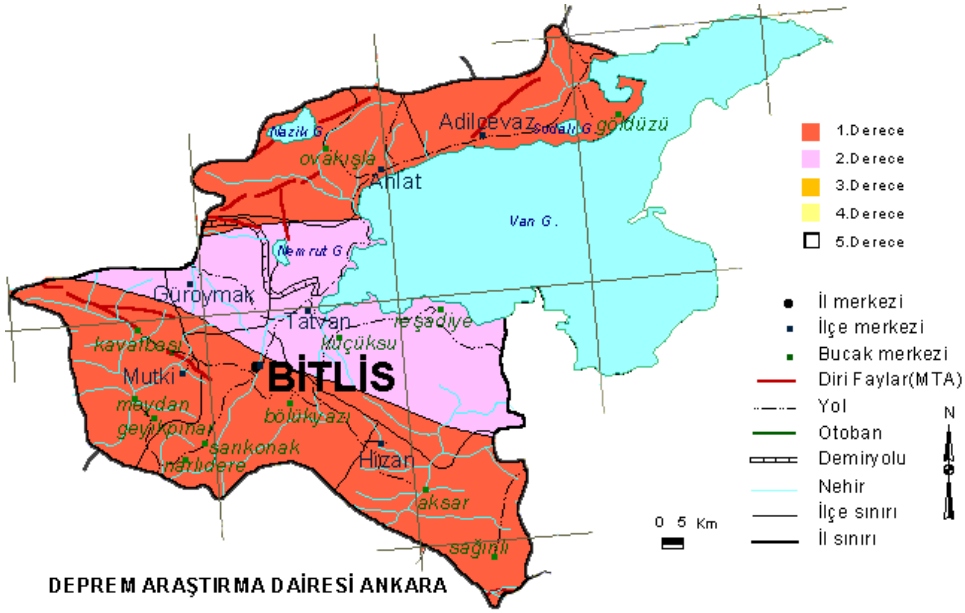
## 3. Metodoloji

Hasar ve can kaybı yaratabilecek bir depremden kaynaklanan yer hareketinin belirli bir yerde ve belli zaman periyodunda meydana gelme ihtimali deprem tehlikesi olarak tanımlanmaktadır.

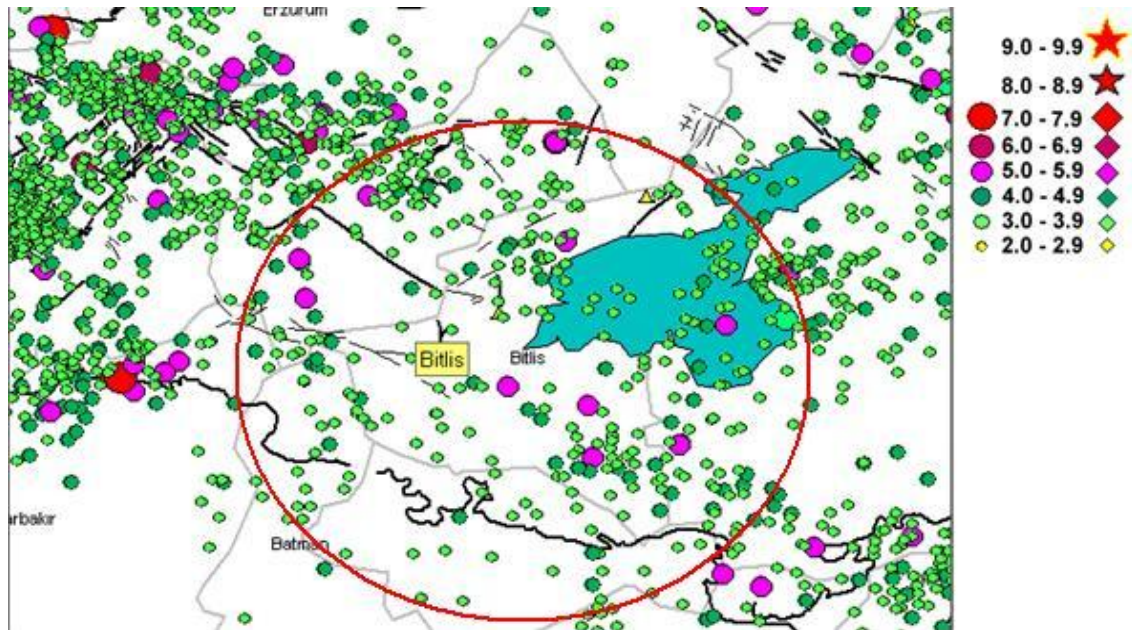
Deprem riski, deprem nedeni ile hasar, mal ve can kaybı ihtimali olarak tanımlanabilir. Risk şu soruların yanıtlarının toplamıdır: Ne büyüklükte bir deprem, ne kadar uzaklıkta, nasıl bir zeminde, ne tür bir yapıda, ne değerde hasar ve kayba neden olur? 'Ne düzeyde tehlike?' sorusunun yanıtını ararken yapılacak ilk iş nerede deprem olabileceğini deterministik olarak tanımlamak ya da olasılıksal olarak kestirmektir. Deprem tehlikesi, deprem riskinin önemli bir ögesidir (Özmen,2008)(Türkelli, 2008)(Eyidoğan, 2003).







Şekil 4. Bitlis deprem haritası (Bayındırlık, 1996)

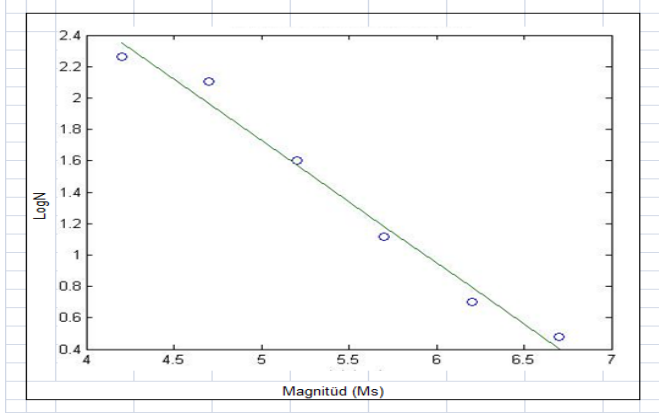


Şekil 5. Bitlis ve çevresinin sismisitesi

Ms	M =0.5	Ort. Aralık	Frekans	Log N	Yığınsal frekans	Log N
4.0 -- 4.5		4.25	55	1.74036	183	2.26245
4.5 -- 5.0		4.75	88	1.94448	128	2.10721
5.0 -- 5.5		5.25	27	1.43136	40	1.60206
5.5 -- 6.0		5.75	8	0.90309	13	1.11394
6.0 -- 6.5		6.25	2	0.30103	5	0.69897
6.5 -- 7.0		6.75	3	0.47712	3	0.47712

Tablo 1: Deprem magnitüd değerlerinin logartimik değerleri

olan ve  $M \geq 4$  olan depremler dikkate alınmıştır. Dikkate alınan deprem magnitüd değerlerinin logaritmik değerleri Tablo 1’de hesaplanmıştır. Hesap sonucu elde edilen değerler Şekil 6’ teki grafikte gösterilmiştir.



Şekil 6. Bitlis İli için Gutenberg-Richter bağıntısı

a ve b regresyon katsayıları hesaplanırken en küçük kareler yöntemi uygulanarak bilgisayar ortamında %99 korelasyon katsayısı ile hesaplanmıştır. Bitlis İli için hesaplanan Gutenberg-Richter bağıntısı;

$$\log N = 5,6247 - 0,7794 M$$

olarak bulunmuştur. a parametresi inceleme alanının genişliğine, gözlem dönemine ve deprem düzeyine bağlıdır. b değeri ise bölgenin tektonik karakteristiğini belirleyen bir parametre olarak kabul edilmektedir (Kalyoncuoğlu,2005). Bu şekilde hesaplanan a ve b sabitleri ile istenen magnitüdü bir depremin, istenen bir periyot aralığında olma olasılığı hesaplanabilir. İncelenen alanın depremsellik parametreleri ise;

$$a' = a - \log(b \ln 10)$$

$$a_1 = a - \log T$$

$$a'_1 = a' - \log T$$

bağıntıları ile hesaplanabilmektedir. Verilen bir dönemde magnitüdü verilen bir M değerinden büyük veya ona eşit olan depremlerin yıllık ortalama oluş sayıları,

$$n(M) = 10^{a'_1 - bM}$$

bağıntısı ile bulunabilir. Herhangi bir bölgede  $T_1$  yıllık bir gözlem aralığı için verilen herhangi bir M magnitüdü depremin T yıl içinde oluşma riski (Gencoğlu, 1972, Taban ve Gencoğlu 1975);

$$R(M) = 1 - e^{-n(M)T}$$

bağıntısı ile hesaplanabilir. Bunların dönüş periyotları ise,

$$Q = 1 / n(M)$$

bağıntısından hesaplanabilir.

Bitlis İli için yukarıdaki bağıntılardan yararlanılarak deprem tehlikesini belirlemede kullanılan parametreler hesaplanmış ve Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2: Deprem tehlikesini belirlemede kullanılan parametreler

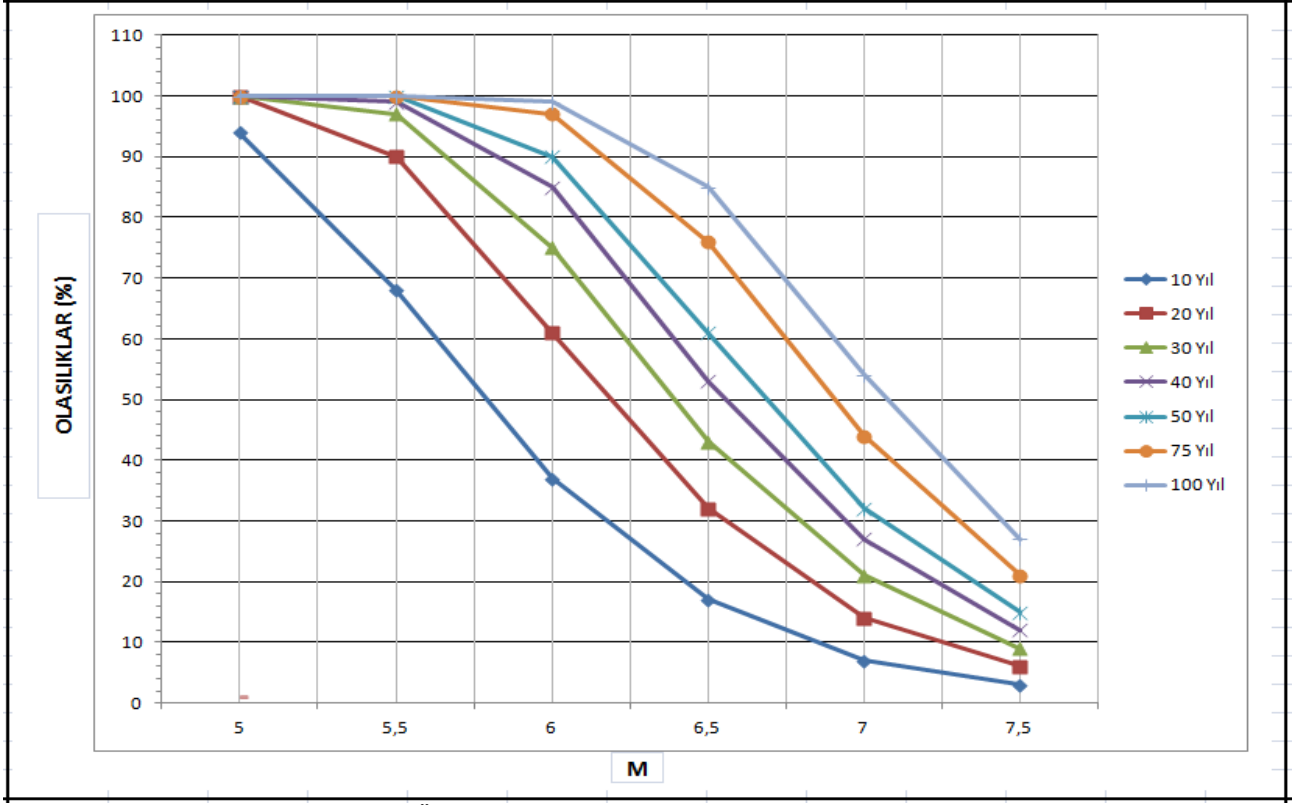
a	b	a <sub>1</sub>	a'	a' <sub>1</sub>
5.6247	0.7794	3.5994	5.3707	3.3454

Deprem tehlikesini belirlemede kullanılan parametreler hesaplandıktan sonra 10, 20, 30, 40, 50, 75 ve 100 yıllık periyotlar ve bazı magnitüd değerleri için sismik tehlike değerleri ve dönüş periyotları hesaplanmıştır (Tablo 3).

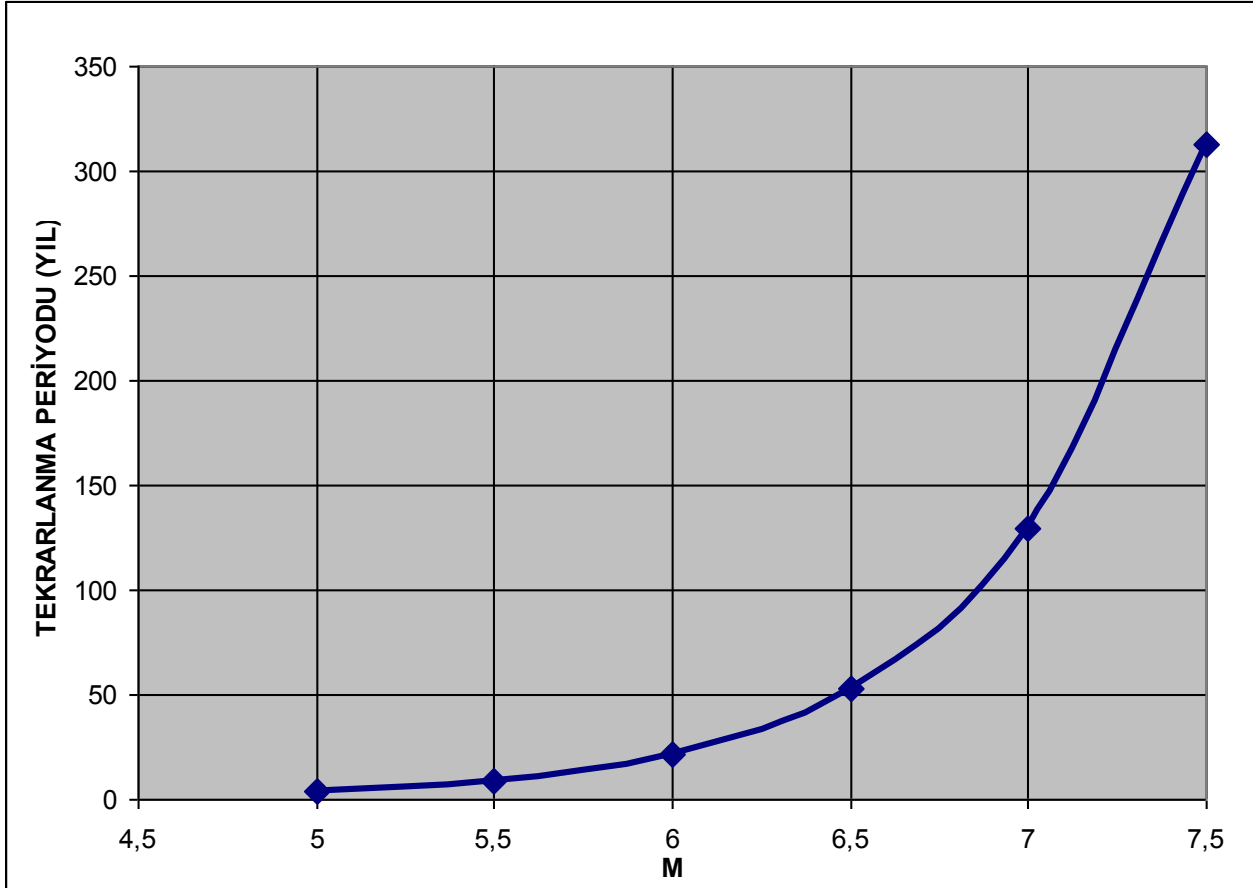
Elde edilen verilere göre Bitlis ve civarında 6 büyüklüğündeki bir depremin 100 yıl içinde gerçekleşme olasılığı %85 olarak hesaplanmıştır (Şekil 7).

Tablo 3: Bitlis Şehir merkezli 150Km yarıçaplı bir alan için depremlerin gelecekte beklenen oluşumları ve dönüş periyotları

M	N(M)	SİSMİK RİSK (%)							Dönüş Periyodu (Yıl)
		Yıllar							
		10	20	30	40	50	75	100	
5.0	0.2808	94	100	100	100	100	100	100	3.6
5.5	0.1145	68	90	97	99	100	100	100	8.7
6.0	0.0467	37	61	75	85	90	97	99	21.4
6.5	0.0190	17	32	43	53	61	76	85	52.6
7.0	0.0077	7	14	21	27	32	44	54	129.9
7.5	0.0032	3	6	9	12	15	21	27	312.5



Şekil 7: Belli Ekonomik Ömürler Göre Çeşitli Magnitüd Büyüklüklerinin Aşılma Olasılıkları



Şekil 8: Çeşitli Magnitüd Büyüklüklerine Ait Dönüş Periyotları

#### 4. Sonuç ve tartışma

Bu çalışma ile Bitlis ve yakın çevresinin deprem tehlikesi hesaplanmıştır. 1900–2006 yılları arasında oluşmuş depremler dikkate alınarak magnitüd-frekans ilişkisi belirlenmiş ve Bitlis için  $a = 5.6247$  ve  $b = 0.7794$  olarak hesaplanmıştır. Deprem verilerinin istatistiksel analiz sonuçlarına göre 6.0, 6.5, 7.0, ve 7.5 büyüklüklerindeki depremlerin 50 yıllık bir dönemde oluşma ihtimalleri sırası ile %90, %61, %32 ve %15 tir.

Bitlis İli ve civarında hem tarihsel hem de aletsel dönemde büyük ve hasar yapıcı depremlerin etkisinde kalmıştır. Bu da geçmişte olduğu gibi gelecekte de hasar yapacak depremlerin oluşacağını göstermektedir. Tektonik olarak son derece hareketli kuşaklar içerisinde kalan Van Gölü Havzasında yapılaşma esnasında depremsellik faktörü göz önünde bulundurulmalı ve ilgili yönetmeliklere hassasiyetle uyulmalıdır. Mevcut yapılar içinse deprem riskinin azaltılması yönünde tedbirler alınırken yapı stoğu tespit çalışmalarından sonra güvenli olmayan ve güçlendirilmesi ekonomik olmayan yapılar gerekli mühendislik çalışması yapılarak hazırlanan projelerle güçlendirilmelidir.

#### Kaynaklar

- Bozkurt, E.(2001), “ Neotectonics of Turkey –a Synthesis”, *Geodinamica Acta (Paris)*14, 3-30
- Dowrick, D. (2003) “Earthquake Risk Reduction”, Wiley, England
- Eyidoğan, H., (2003), “Tektonik ve Deprem Tehlikesi”, 5. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, Davetli Konuşma , 26-30 Mayıs 2003
- Gezdirici, (2001), “Deprem Monitörü Programı”,2001.
- Gutenberg, B., Richter, C.F., (1944)“Frequency Of Earthquakes In California”, *Bulletin of Seismology Society America*, v.34, p.185-188.
- Horasan, G., Boztepe-Güney, A., (2007) “Observation and Analysis of Low-Frequency Crustal Earthquakes In Lake Van and Its Vicinity, Eastern Turkey” *Journal of Seismology* Vol.11, pp.1-13
- Gencoğlu, S., (1972), “Kuzey Anadolu Fay Hattının Sismisitesi ve Bu zon Üzerindeki Sismik Risk Çalışmaları”, Kuzey Anadolu Fay ve Deprem Kuşağı Sempozyumu, MTA Enstitüsü, Ankara
- Işık, E.(2010), “ Bitlis Şehri Deprem Performans Analizi”, *Doktora Tezi*, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 216s.,
- Kalyoncuoğlu, Ü.,Y., Özer, M.,F., (2005) “Türkiye'nin Sismisitesi, Yüksek Riskli Alanlar ve Tektoniğine Yeni Bir Yaklaşım”, Beşinci Ulusal Deprem Sempozyumu, s. 125-127, Kocaeli, 23-25 Mart 2005,
- Öztürk B., Balkıs N., Güven K.C., Aksu A., Görgün M., Ünlü S., Hanilci N., (2005)“Investigations on the Sediment of Lake Van, II. Heavy Setals, Sulfur, hydrogen Sulfide and Thiosulfuric Acid S-(2-amino ethyl ester) Contents”, *Journal of Black Sea/ Mediterranean Environment*, Vol 11: 125- 138.
- Özmen, B., (2008) “Ankara İçin Deprem Senaryosu”, Ankara'nın Deprem Tehlikesi ve Riski Çalışmayı 17s,
- Serdar, M.T., (2000), “Rüyalar Şehri Bitlis”, Bitlis Valiliği Yayınları, No.7, Bitlis, 234 s.
- Sümer, F., (1986), “Ahlat Şehri ve Ahlatşahlar”, *Belleten, Türk Tarih Kurumu*, Cilt 2, Sayı 197, Ankara, sah. 459, Ağustos 1986
- Taban, A., Gencoğlu, S., (1975), “ Deprem ve Parametreleri”, *Deprem Araştırma Enstitüsü Bülteni*, 11,7-83
- T.C. , Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı
- T.C., Bayındırlık ve İskan Bakanlığı 1996 Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası
- Toker M., Krastel S., Demirel-Schlueter, F., Demirbağ, E., Imren, C., (2007) “Volcano-Seismicity of Lake Van (Eastern Turkey), A Comparative Analysis of Seismic Reflection and Three Component Velocity Seismogram Data and New Insights Into Volcanic Lake Seismicity” *International Earthquake Symposium Kocaeli 2007, 22-26 October 2007*, p.103- 109
- Türkelli N., (2008) “Sismik Ağların Deprem Tehlike Analizlerine Katkısı” Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Jeofizik Bölümü, [www.eies.itu.edu.tr/barkalecture7turkelli\\_barka\\_2005.pdf](http://www.eies.itu.edu.tr/barkalecture7turkelli_barka_2005.pdf), 18.11.2008