



## Adıyaman ve Civarının İstatistiksel Deprem Risk Analizi

### *Statistical Earthquake Risk Analysis of Adıyaman and It's Surroundings*

ULAŞ İNAN SEVİMLİ <sup>1</sup> 0000-0003-1168-2150

<sup>1</sup>Adıyaman Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Adıyaman

Geliş (received): 06/10/2022

Kabul (Accepted): 03/11/2022

### ÖZ

Günümüzde depremlerin oluş zamanları ve aletsel büyüklükleri kullanılarak belirli istatistik yöntemlerde kullanarak daha sonra meydana gelecek olan depremlerin oluş zamanları için olasılık hesapları yapılmaktadır. Günümüzde Deprem riski analiz modellemelerinde Gama, Lognormal, Exponential ve Weibull dağılım modelleri sıklıkla kullanılmaktadır. Adıyaman ili için yapılan deprem risk analiz modelini hazırlanırken bahsi geçen dağılım modelleri kullanılmış ve Lognormal ve Weibull dağılım modellerinin hazırlanan veri setine en uygun oldukları görülmüştür. Bölgede 1900'lü yıllardan günümüze kadar olmuş magnitüdü 3'den büyük depremler için deprem risk analizi yapılmış ve magnitüdü 3, 4 ve 5'den büyük depremlerin ardışık deprem oluş zamanları ve olasılıkları belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Deprem, İstatistiki Risk Analizi, Jeoloji, Adıyaman

### ABSTRACT

Today, probabilistic calculations are made for the occurrence times of possible earthquakes that will occur later by using certain statistical methods by using the occurrence times of earthquakes and instrumental sizes. Gamma, Lognormal, Exponential and Weibull distribution models are frequently used in earthquake risk analysis models. While preparing the earthquake risk analysis model for Adıyaman province, the aforementioned distribution models were used and it was seen that the Lognormal and Weibull distribution models were most suitable for the prepared data set. Earthquake risk analysis has been made for earthquakes with a magnitude greater than 3 that have occurred in the region from 1900 to the present, and the consecutive occurrence times and probabilities of earthquakes with magnitudes greater than 3, 4 and 5 have been determined.

**Keywords:** *Earthquake; Statistical Risk Analysis; Geology; Adiyaman*

Ulaş İnan SEVİMLİ

---

usevimli@adiyaman.edu.tr

## **GİRİŞ**

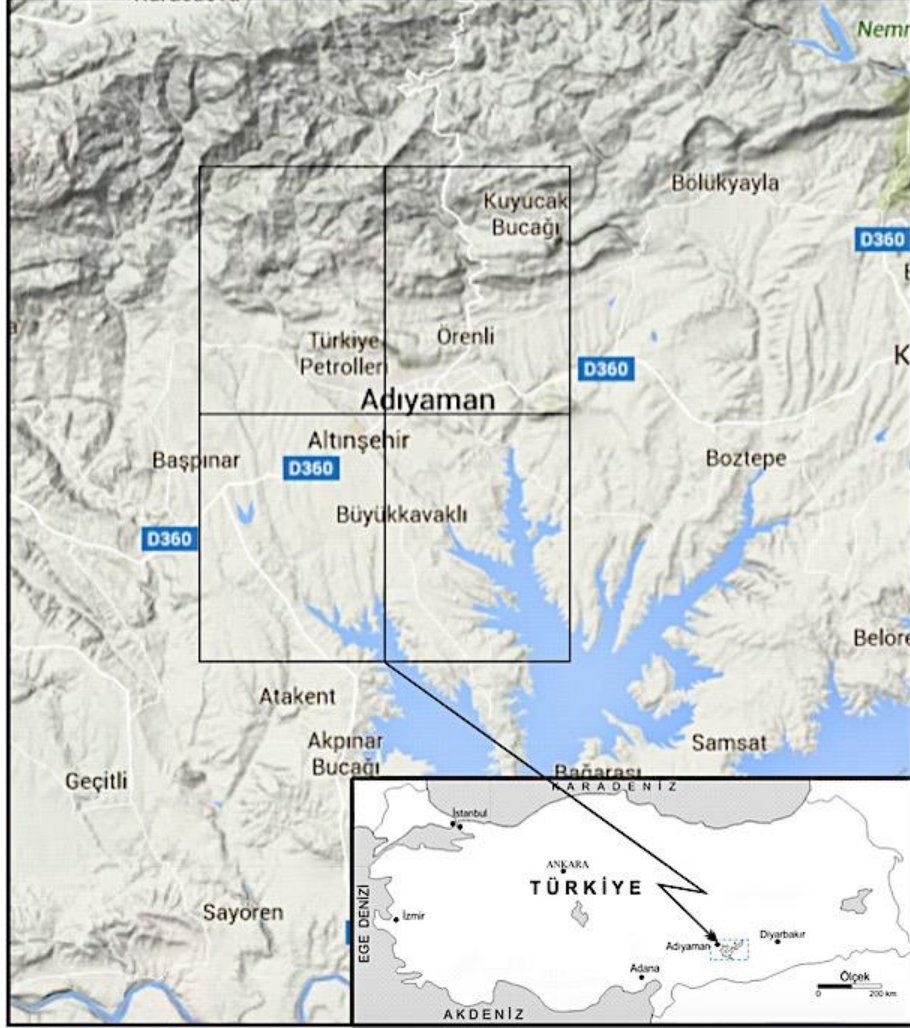
Ülkemiz, tektonik konumundan dolayı aktif fay ve fay zonlarının etkisi altındadır. Bu aktif fay ve fay zonları oluşum tarihlerinden günümüze kadar birçok büyük deprem üretmiş ve çok sayıda can ve mal kaybına neden olmuşlardır. Örneğin 1930 Hakkâri depremi (7.2), 1939 Erzincan depremi (7.9), 1999 Gölcük depremi (7.5) gibi. Deprem, dünya oluştuğundan beri var olan ve var olmaya devam edecek önemli bir doğa olayıdır. Herhangi bir alandaki deprem riskinin ortaya konulması ve bu riske karşı önlemler alınması, olası depremin meydana getireceği hasarları en aza indirecektir. Günümüzde yapılan tüm çalışmalara rağmen depremlerin ne zaman olacağı konusunda herhangi bir alet geliştirilememiştir. Günümüzde yapılan son çalışmalar, olmuş depremlerin büyüklük ve oluş zamanları kullanarak istatistiksel yöntemler kullanılarak olası deprem zamanlarının tahminine dayanmaktadır. Yapılan bu çalışmalarda önceki olmuş ve kayıt edilmiş depremlerin verilerinden yararlanarak olması muhtemel depremlerin periyotları ve olma olasılıklarını belirlemektedir.

Yapılan bu çalışmada deprem potansiyeli yüksek ve bölgemizin en önemli doğrultu atımlı fay zonlarından birisi olan Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) 'nun etkisi altında kalan inceleme alanının (Adiyaman) istatistiksel deprem risk analizi hazırlanmıştır. Adiyaman ili merkezi başlangıç noktası alınmış olup yaklaşık çapı 125 km olan daire içerisinde kalan alanda 1900-2021 yılları arasında meydana gelmiş magnitüdü 3 ve üzerinde olan 1548 adet deprem verisi kullanılarak veri setleri hazırlanmış depremlerin belirli zaman aralıklarında olma olasılıkları hesaplanmıştır.

## **METOD VE BULGULAR**

Yapılan çalışmada DAFZ üzerinde, 1900'den günümüze kadar, Adiyaman il merkezi başlangıç noktası olup yaklaşık çapı 125 km olan daire içerisinde Magnitüdü 3'den büyük ( $M > 3$ ) deprem

verileri kullanılarak, seçili alan içerisinde istatistiksel deprem risk analizi hazırlanmıştır. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsün deprem verilerinden derlemiş olduğumuz 5535 deprem içerisinde 3 ve üstü büyüklükte 1548 deprem seçilerek bu çalışmada kullanılmıştır.



Şekil 1. Yer buldur haritası ve çalışma alanı.

Figure 1. Location map.

İstatistiksel yöntemler, olası depremlerin oluş zamanlarının modellenmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Depremlerin oluşma zamanları modellemeleri ile ilgili literatürde bir çok çalışma bulunmaktadır. Bu modellemelerde sıklıkla kullanılan dağılımlar Gama Dağılımı (Udias, 1975; Utsu, 1984), Weibull dağılımı (Hagiwara, 1974; Udias, 1975; Utsu, 1984; Rikitake, 1991; Sykes at all, 2003;), ve Lognormal dağılımı (Nishenko at all, 1987; Goes, 1996; Shimazaki, 2002) sayılabilir (Erisoğlu ve ark., 2011).

Utsu (2002) yapmış olduğu çalışmasında, deprem oluş zamanlarının modellenmesinde sıkça kullanılan Üstel, İki Parametrelili Üstel, Weibull, Gamma ve Lognormal dağılımlarını incelemiştir. Yakın dönemlerde yapılan çalışmalarda büyük depremlerin oluşma zamanlarının modellemelerinde matematiksel modellemelerin yanında Novel modellerde de geliştirmeler olmuştur (Matthews at all, 2002; Parsons 2004). Brownian modeli, magnitudü 7 ve daha büyük depremlerin Marmara Deniz'i tabanında meydana gelme zamanlarının tahmininde kullanılmıştır (Matthews at all, 2002). Lee ve Tasi (2005) ise Tayvan'da 1900-2001 yılları arasında  $M \geq 5$  büyük depremlerin oluşma zamanlarının modellenmesinde Weibull, Gamma, Poisson ve lognormal dağılımlarına göre incelemiştir, bu dağılımlar arasında Gamma dağılımının daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. Kagan ve Jackson (2000), Gutenberg Richter dağılımı yöntemini Filipinler adasının kuzey kesimlerinde meydana gelen deprem tahminleri için kullanmıştır. Shimazaki (2002) ise Nankai depremlerinin oluşma zamanlarının modellenmesinde Lognormal, Poisson, İki Parametrelili Üstel, Weibull ve Gamma dağılımlarını kullanmıştır. Seher ve Main (2004), deprem verilerinin farklı boyutlardaki Multi-line, Sinüzoidal, polinom ,modellemelerini kullanarak ortaya koydukları üç parametrelili doğrusal bir modelleme ile tahmin etmiştir. Parsons (2004), paleoseismik veriler kullanarak Poisson, Lognormal, ve Brownian modellerinin sonuçlarını incelemiştir. Stein vd. (1997), 1939-92 yılları arasında Kuzey Anadolu Fay Zonu'nda (KAFZ) magnitudü 6.7'den büyük olan toplam 10 adet depremin verisini kullanarak gelecek 30 yıllık periyot içerisinde olası depremlerin oluş zamanlarını istatistiksel modellemeler kullanarak tahmin etmişlerdir. Erişoğlu vd. (2011) yapmış oldukları çalışmada, Kuzey Anadolu Fay Zonu üzerinde 1960'dan 2008'e kadar olan magnitudü 3 ve üstü depremleri kullanarak istatistiksel olarak deprem oluş zamanı modellemesinde karma dağılımları kullanmışlardır.

Bu çalışmada, deprem oluş zamanlarının modellenmesinde, Erişoğlu vd. (2011)'in önermiş oldukları istatistiksel modellemeler kullanılarak, depremlerin oluş zamanlarının modellemeleri yapılmıştır. Bu çalışmada Üstel, Lognormal, Gamma ve Weibull dağılım modellemeleri kullanılmıştır.

## **Bölgesel Jeolojisi ve Tektonik**

Gondwana ile Avrasya arasındaki Tetis denizinin kapanması sonucu, Hakkari - Kahramanmaraş arasında devam eden ve Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) ile kesilen Güneydoğu Anadolu bindirme kuşağı, bir bindirme fayı olup kıta-kıta çarpışması özelliğini göstermektedir. Bindirme kuşağının, Doğu Anadolu Fay Zonu tarafından kesilen bölümündeki atım miktarı yaklaşık 25 km dir. Güneydoğu Anadolu bindirme kuşağı ayrıca bir kenet kuşağıdır (Perinçek vd, 1990).

Güneydoğu Anadolu bölgesinin kuzeyinde yer alan Adıyaman ili, tektonik açıdan (Perinçek vd, 1990)'e göre 3 farklı kuşağın etkisi altındadır. Bunlar güneydeki Arap Platformu, bunun üzerine gelen Ekay zonu ve Ekay zonunun kuzeyinde kalan nap alanıdır.

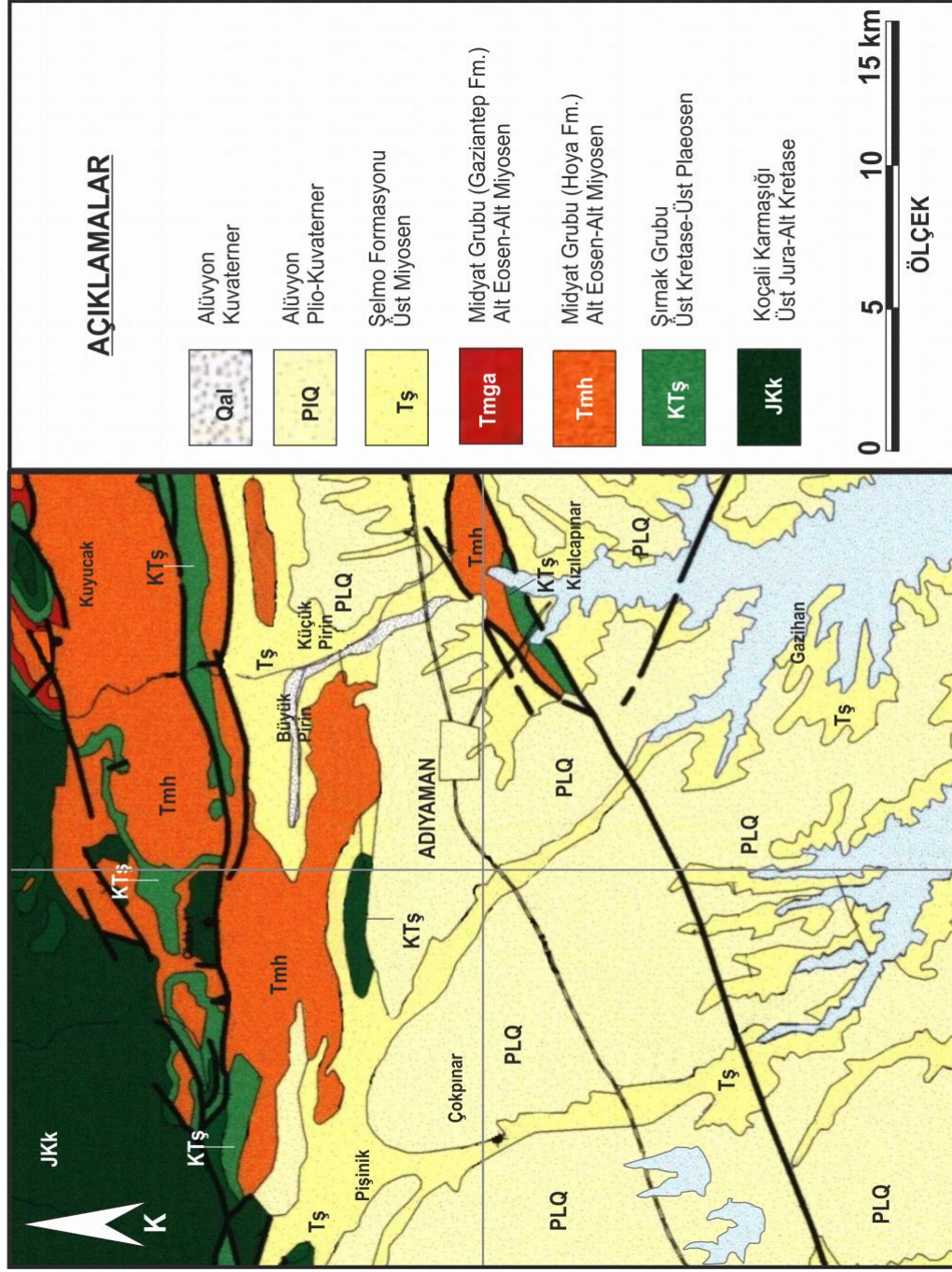
İnceleme alanının temelini Üst Kretase yaşlı Koçali Karmaşığı oluşturmaktadır. Tektonik olarak bölgeye yerleşmiş olan birim çalışma alanının kuzeybatı tarafında yüzeylenmektedir. Koçali Karmaşığı üzerine Üst Kretase – Üst Paleosen yaşlı Şırnak Grubu uyumsuz olarak yerleşmiştir. Şırnak Grubu genellikle çalışma alanının kuzey kesimlerinde ince dilimler halinde bulunmaktadır. Şırnak Grubu üzerine uyumsuz olarak Alt Miyosen – Alt Paleosen yaşlı Midyat Grubuna ait Hoya ve Gaziantep formasyonları gelmektedir. Hoya Formasyonu çalışma alanının kuzey kesiminde doğu – batı uzanımlı bir hat şeklinde yüzeylenmektedir. Gaziantep formasyonu ise kuzey kesimlerde çok küçük bir alanda yüzeylenmektedir. Midyat Grubu üzerinde uyumsuz olarak Üst Miyosen yaşlı Şelmo Formasyonu bulunmaktadır. Birim çalışma alanının orta ve güney kesimlerinde genellikle Pliyo-Kuvaterner birimlerin aşındığı vadi içlerinde ve aşınma alanlarında görülmektedir. Çalışma alanında en geniş yayılımı sunan Pliyo-Kuvaterner yaşlı birimler açısız uyumsuzlukla altta bulunan birimleri örtmektedir. Son olarak bu birimleri açısız uyumsuzluk ile Kuvaterner yaşlı Alüvyon ve Taraçalar üzerlemektedir (Şekil 2).

Bu çalışmanın konusu olan Adıyaman ili civarını etkileyen ve ilin kuzeyinde yer alan Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ), Doğu Anadolu Bölgesinde Karlıova (Bingöl) civarında KAFZ ile yaptığı birleşme ile başlar, Antakya bölgesinde ise Ölü Deniz Fay sistemine bağlanır (Şekil 3.). DAFZ Karlıova-Antakya arasında KD-GB yönünde devam eder. Bu transform fay sisteminin uzunluğu yaklaşık 580 km dir 1969 yılından günümüze kadar DAFZ üzerinde çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu çalışmaların sonucunda DAFZ'nun Akdeniz'in doğusunun

depremselliği ve jeodinamik evriminde bölgedeki bir başka fay sistemi olan Ölü Deniz Fayı ile birlikte önemli rol oynadığı belirlenmiştir. (Şaroğlu vd., 1987; Herece vd., 1992), DAFZ, Karlıova'nın doğusunda, KAFZ ile kesişme yerinden başladığını ve KD-GB yönünde Göynük güneybatıya doğru devam ettiğini belirtmişlerdir. Burada 17 km'lik atımı olan fay, Bingöl yöresinde biraz belirsizleşmekte, ancak Palu-Pötürge arasında tekrar belirginleşip güneybatıya doğru devam etmektedir. Hazar Gölü kuzeyinde son bulan segment, güneye sıçrama yaparak batıya devam etmektedir.

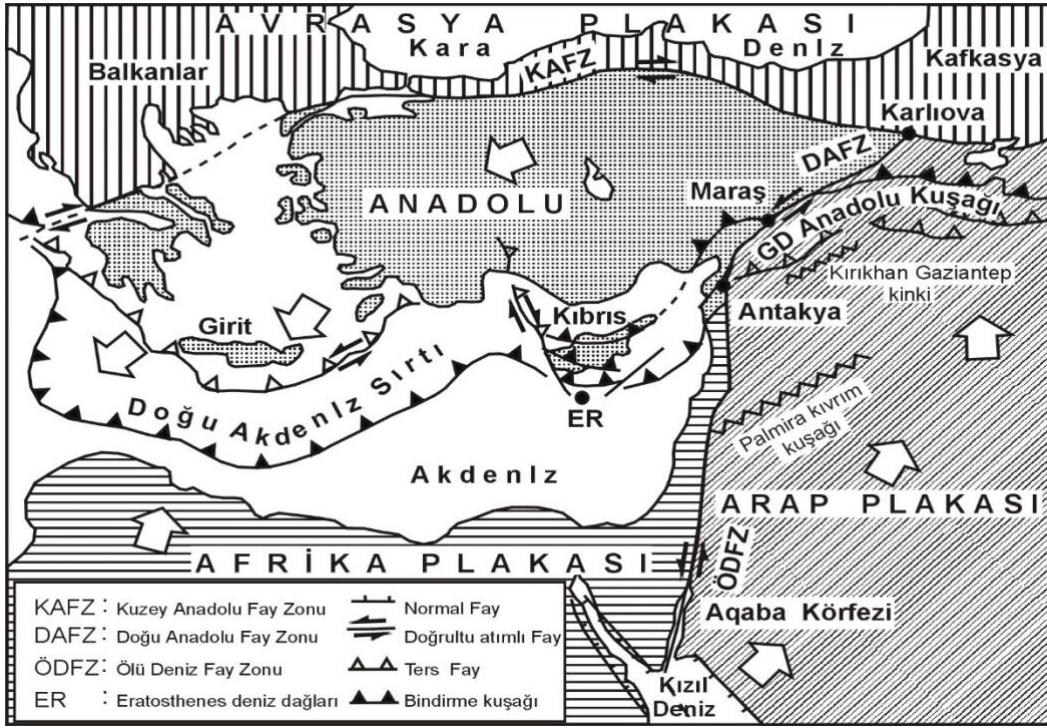
Hazar Gölü ve civarında yapılan araştırmalarda, buranın beş adet büyük deprem geçirdiği ortaya konmuştur (Hempton, 1982; İmamoğlu, 1993). Pötürge'nin kuzeyinde ise Şiro Çayı boyunca batıya devam eden segment, Karakaya baraj gövdesinin 14 km kuzeyinden geçerek, Fırat Nehri üzerinde 13 km'lik sol yönlü bir atım oluşturmaktadır (Şaroğlu vd, 1987). Güneybatıya doğru devam eden DAFZ, Çelikhan'ın güneyinden ve Adıyaman Gölbaşı ilçe merkezinden geçerek, Gölbaşı batısında 4750 m'lik bir atım oluşturmaktadır (İmamoğlu, 1993 ve 1996) ve Kahramanmaraş'ın güneyinde, Türkoğlu'nda, çatallanmaktadır. Bir kolu doğrultu atımın yanı sıra, eğim atım karakteri de kazanarak, güneye dönerek Amanos Fayı'nı oluştururken; bir kolu da Türkoğlu'nda doğrultu değiştirmeden güneybatıya doğru devam eder ve Bahçe kuzeyinden, Osmaniye'den ve Ceyhan'ın güneyinden geçerek, Karataş'ta Akdeniz'e girer. Son birkaç yüz yıl içinde bu fay üzerinde meydana gelen en önemli depremler, 1513 Pazarcık depremi, 1822 Kahramanmaraş depremi, 1866 Karlıova depremi, 1872 Antakya, 1874 Gezin depremi, 1875 Sivrice depremi, 1893 Çelikhan depremi, 1905 Pötürge depremi, 1971 Bingöl depremi, 1977 Palu depremi (Ateş, 1977), Haziran-Temmuz 1986 Sürgü depremleri (Şaroğlu vd, 1987) ve 1998 Ceyhan depremleridir (İmamoğlu vd, 2007).

## Adıyaman İli Merkezi ve Yakın Çevresinin Jeolojisi Haritası



Şekil 2. Çalışma alanı ve yakın civarının jeoloji haritası (MTA ve (Sungurlu, 1973)'den değiştirilerek).

*Figure 2. Geological map of the study area and its vicinity (modified from MTA and (Sungurlu, 1973)).*



Şekil 3. Türkiye ve yakın bölgesini şekillendiren ana neotektonik yapılar (Rojay at all, 2000).

Figure 3. The main neotectonic structures shaping Turkey and its immediate region (Rojay at all, 2000).

#### **Adıyaman Fayı:**

Palu'nun batısında DAFZ'ndan ayrılan Adıyaman Fayı güney batıya doğru döner. Hazar Gölü'nün güneyinde Adıyaman'a doğru devam eder. Yaklaşık 210 Km'lik bir uzanım göstermekte olan, sol yanal atımlı fay, Fırat vadisini sol yanal olarak öteledikten sonra, Adıyaman il merkezinden geçerek, Besni güneyinde çatallanıp kaybolmaktadır (Perinçek vd, 1987) (Şekil 4).

#### **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 (İmamoğlu vd, 2007). Türkiye'nin son yıllardaki deprem kayıtları incelendiğinde, bölgede bu faydan kaynaklı yoğun bir depremsellik görülmektedir.





**Şekil 4.** Adiyaman ili ve çevresindeki fayların konumu ([www.mta.gov.tr](http://www.mta.gov.tr)).

*Figure 4. Location of faults in and around Adiyaman province ([www.mta.gov.tr](http://www.mta.gov.tr)).*

### **Modelleme ve Deprem Risk Analizi**

Erisoğlu vd, 2011, Deprem oluş zamanlarının modellenmeleriyle ilgili yapılmış olan çalışmalarda en çok kullanılan Weibull, Gamma, Üstel ve Lognormal dağılımları olduğunu belirtmişlerdir.

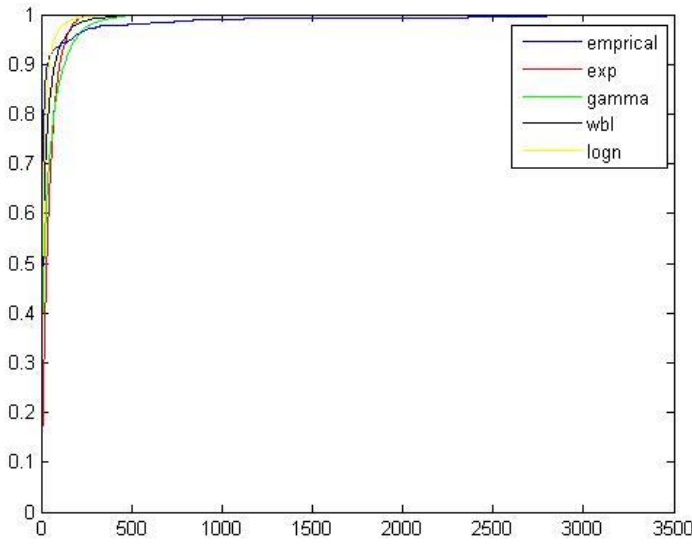
Bu çalışmada Adiyaman ili merkezi merkez olacak şekilde yarı çapı 125 km olan daire içerisinde oluşmuş olan  $M > 3$  ve üzerinde 1660 adet deprem verisi elde edilmiştir. Derlenen deprem verileri 1900 ile günümüze kadar (2021) oluşmuş ve magnitütü ( $M > 3$ ) 3 ten büyük depremlere aittir. Bu verilerden 1660 tanesi 3 ve üzeri, 222 tanesi 4 ve üzeri, 33 tanesi de 5 ve üzeri magnitütte depremlere aittir.

1900–2021 yılları arasında elde edilen deprem verileri öncelikle Gamma, Üstel, Weibull ve Lognormal dağılımları ile modellenmiştir. Parametre tahminleri, Ortalama karesel hatanın karekök (RMS) ve Kolmogorov Smirnov (KS) değerleri Çizelge 1’de gösterilmiştir.

*Çizelge 1.* Üstel, Gamma, Weibull ve Lognormal dağılımı parametre tahminleri, KS ve RMS değerleri.

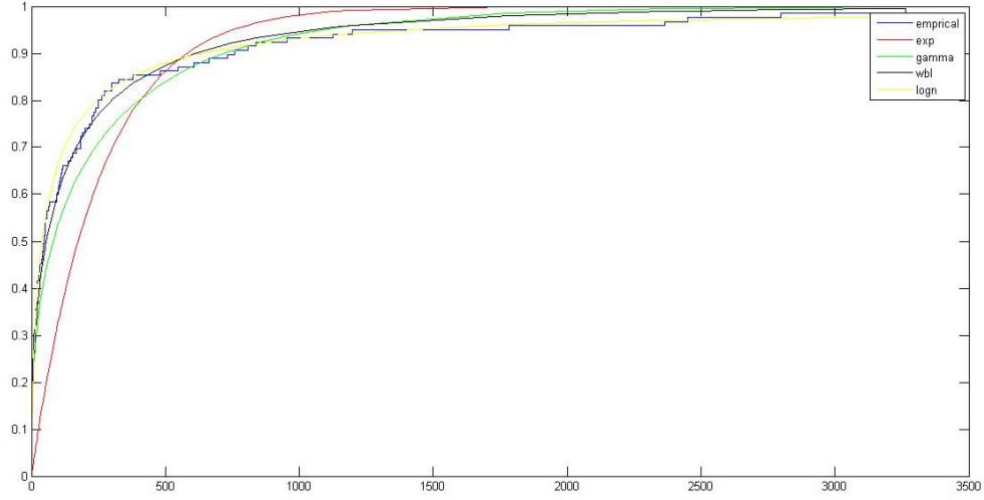
A	Dağılım	Parametre Tahminleri	KS	RMS
Magnitüt >3	Exponential	$\hat{\lambda} = 449$	0.5136	0.3277
	Gamma	$\hat{\alpha} = 0.3848$	0.3043	0.1765
		$\hat{b} = 16.5654$		
	Weibull	$\hat{\alpha} = 0.5543$ $\hat{b} = 16.9588$	<b>0.1902</b>	<b>0.1248</b>
Lognormal	$m = 1.3385$ $\hat{\alpha} = 2.0826$	<b>0.1365</b>	<b>0.0735</b>	
B	Dağılım	Parametre Tahminleri	KS	RMS
Magnitüt >4	Exponential	$\hat{\lambda} = 250.7632$	0.3608	0.2235
	Gamma	$\hat{\alpha} = 0.3621$	0.1167	0.0671
		$\hat{b} = 692.4661$		
	Weibull	$\hat{\alpha} = 0.4995$ $\hat{b} = 115.5496$	<b>0.0829</b>	<b>0.0329</b>
Lognormal	$m = 2.1653$ $\hat{\alpha} = 3.6779$	<b>0.0724</b>	<b>0.0319</b>	
C	Dağılım	Parametre Tahminleri	KS	RMS
Magnitüt >5	Exponential	$\hat{\lambda} = 1325.2$	0.2003	0.1103
	Gamma	$\hat{\alpha} = 0.0006$	0.1064	0.0520
		$\hat{b} = 2.0464$		
	Weibull	$\hat{\alpha} = 0.0007$ $\hat{b} = 1.1094$	<b>0.0893</b>	<b>0.0478</b>
Lognormal	$m = 1.6324$ $\hat{\alpha} = 6.2457$	<b>0.0989</b>	<b>0.0414</b>	

Çizelge 3. 'de, Lognormal ve Weibull dağılımlarına ait KS ve RMS istatistik değerlerine göre, ardışık deprem oluş süresinin modellenmesine daha uygun oldukları görülmüştür. Lognormal ve Weibull dağılımına ait KS ve RMS parametre değerleri  $M>3$ 'den büyük olan depremler için uyarlanan modellemeler diğer dağılımlara iat KS ve RMS parametre değerlerine göre daha düşük çıktığı hesaplanmıştır. Bu sonuç aynı zamanda Gamma, Weibull Exponential ve Lognormal dağılımlarının Birikimli Dağılım fonksiyonları ile Empirik Dağılım fonksiyon grafiklerinde de görülmektedir (Şekil 5., 6. ve 7.).



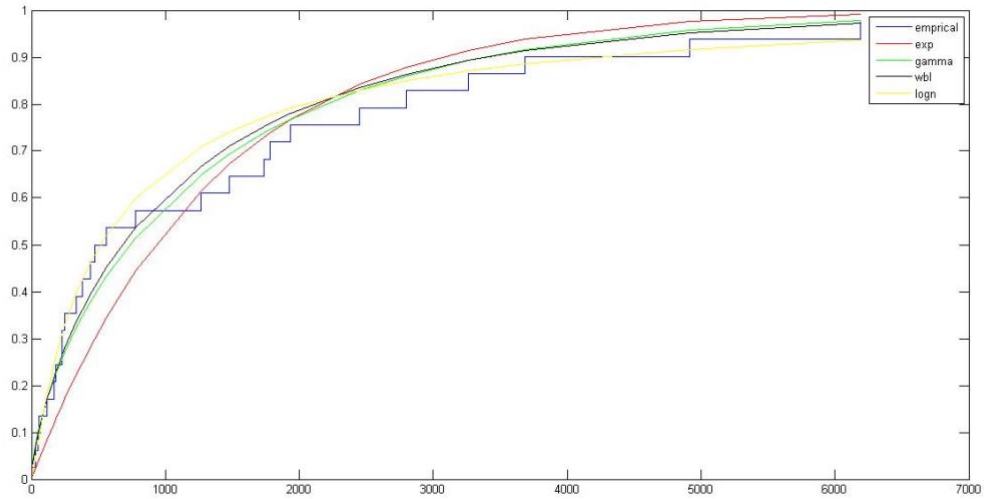
Şekil 5. Ardışık deprem oluş zamanlarına ( $M>3$ ) ait Gamma, Exponential, Lognormal ve Weibull dağılımlarının birikimli dağılım fonksiyonları grafiği.

*Figure 6. Graph of cumulative distribution functions of Gamma, Exponential, Lognormal and Weibull distributions of consecutive earthquake occurrence times ( $M>3$ ).*



**Şekil 6.** Ardışık deprem ( $M > 4$ ) oluş zamanlarına ait Exponential, Gamma, Lognormal ve Weibull dağılımlarının birikimli dağılım fonksiyonları grafiği.

*Figure 6. Graph of cumulative distribution functions of Gamma, Exponential, Lognormal and Weibull distributions for consecutive earthquake ( $M > 4$ ) occurrence times.*



**Şekil 7.** Ardışık deprem ( $M > 5$ ) oluş zamanlarına ait Gamma, Exponential, Lognormal ve Weibull dağılımlarının birikimli dağılım fonksiyonları grafiği.

Figure 7. Graph of cumulative distribution functions of Gamma, Exponential, Lognormal and Weibull distributions for consecutive earthquake ( $M>5$ ) occurrence times.

Çizelge 2.  $M>3$ 'den büyük depremler için risk analizi.

Zaman (Gün)	Exponential	Gamma	Weibull	Lognormal
1	0,002	0,181	0,188	0,060
10	0,022	0,428	0,526	0,565
50	0,105	0,727	0,838	0,914
100	0,200	0,861	0,931	0,970
200	0,359	0,956	0,980	0,992
500	0,672	0,998	0,999	0,999
750	0,812	1,000	1,000	1,000
1000	0,892	1,000	1,000	1,000
1250	0,938	1,000	1,000	1,000
1500	0,965	1,000	1,000	1,000
2000	0,988	1,000	1,000	1,000
2500	0,996	1,000	1,000	1,000
3000	0,999	1,000	1,000	1,000
3250	0,999	1,000	1,000	1,000
3500	1,000	1,000	1,000	1,000
3750	1,000	1,000	1,000	1,000
4000	1,000	1,000	1,000	1,000
4250	1,000	1,000	1,000	1,000
4500	1,000	1,000	1,000	1,000

Çizelge 3.  $M > 4$ 'den büyük depremler için risk analizi.

Zaman (Gün)	Exponential	Gamma	Weibull	Lognormal
1	0,004	0,105	0,089	0,045
10	0,039	0,241	0,255	0,263
50	0,181	0,426	0,482	0,543
100	0,329	0,537	0,606	0,666
200	0,550	0,666	0,732	0,773
500	0,864	0,841	0,875	0,879
750	0,950	0,906	0,922	0,913
1000	0,981	0,942	0,947	0,932
1250	0,993	0,964	0,963	0,945
1500	0,997	0,977	0,973	0,953
2000	1,000	0,990	0,984	0,965
2500	1,000	0,996	0,990	0,972
3000	1,000	0,998	0,994	0,977
3250	1,000	0,999	0,995	0,979
3500	1,000	0,999	0,996	0,981
3750	1,000	0,999	0,997	0,982
4000	1,000	1,000	0,997	0,983
4250	1,000	1,000	0,998	0,985
4500	1,000	1,000	0,998	0,986
4750	1,000	1,000	0,998	0,986
5000	1,000	1,000	0,999	0,987
5250	1,000	1,000	0,999	0,988
5500	1,000	1,000	0,999	0,989
5750	1,000	1,000	0,999	0,989
6000	1,000	1,000	0,999	0,990
6250	1,000	1,000	0,999	0,990

<b>6500</b>	1,000	1,000	<b>0,999</b>	<b>0,991</b>
<b>6750</b>	1,000	1,000	<b>1,000</b>	<b>0,991</b>
<b>7000</b>	1,000	1,000	<b>1,000</b>	<b>0,992</b>
<b>7250</b>	1,000	1,000	<b>1,000</b>	<b>0,992</b>

**Çizelge 4.**  $M > 5$ 'ten büyük depremler için risk analizi..

<b>Zaman (Gün)</b>	<b>Exponential</b>	<b>Gamma</b>	<b>Weibull</b>	<b>Lognormal</b>
<b>1</b>	0,001	0,012	<b>0,007</b>	<b>0,000</b>
<b>10</b>	0,008	0,046	<b>0,036</b>	<b>0,008</b>
<b>50</b>	0,037	0,120	<b>0,108</b>	<b>0,076</b>
<b>100</b>	0,073	0,180	<b>0,169</b>	<b>0,157</b>
<b>200</b>	0,140	0,267	<b>0,260</b>	<b>0,281</b>
<b>500</b>	0,314	0,440	<b>0,436</b>	<b>0,492</b>
<b>750</b>	0,432	0,537	<b>0,532</b>	<b>0,591</b>
<b>1000</b>	0,530	0,613	<b>0,605</b>	<b>0,657</b>
<b>1250</b>	0,611	0,673	<b>0,663</b>	<b>0,706</b>
<b>1500</b>	0,678	0,722	<b>0,709</b>	<b>0,743</b>
<b>2000</b>	0,779	0,797	<b>0,779</b>	<b>0,797</b>
<b>2500</b>	0,848	0,850	<b>0,829</b>	<b>0,833</b>
<b>3000</b>	0,896	0,888	<b>0,866</b>	<b>0,860</b>
<b>3250</b>	0,914	0,903	<b>0,880</b>	<b>0,870</b>
<b>3500</b>	0,929	0,916	<b>0,893</b>	<b>0,880</b>
<b>3750</b>	0,941	0,927	<b>0,904</b>	<b>0,888</b>
<b>4000</b>	0,951	0,937	<b>0,914</b>	<b>0,895</b>
<b>4250</b>	0,960	0,945	<b>0,923</b>	<b>0,902</b>
<b>4500</b>	0,966	0,952	<b>0,930</b>	<b>0,908</b>
<b>4750</b>	0,972	0,958	<b>0,937</b>	<b>0,913</b>
<b>5000</b>	0,977	0,964	<b>0,943</b>	<b>0,918</b>

<b>5250</b>	0,981	0,968	<b>0,949</b>	<b>0,922</b>
<b>5500</b>	0,984	0,972	<b>0,953</b>	<b>0,926</b>
<b>5750</b>	0,987	0,976	<b>0,958</b>	<b>0,930</b>
<b>6000</b>	0,989	0,979	<b>0,962</b>	<b>0,934</b>
<b>6250</b>	0,991	0,982	<b>0,965</b>	<b>0,937</b>
<b>6500</b>	0,993	0,984	<b>0,968</b>	<b>0,940</b>
<b>6750</b>	0,994	0,986	<b>0,971</b>	<b>0,942</b>
<b>7000</b>	0,995	0,988	<b>0,974</b>	<b>0,945</b>
<b>7250</b>	0,996	0,989	<b>0,976</b>	<b>0,947</b>

Şekil 5., 6., ve 7. de verilen grafikler incelendiğinde, bu dağılımların modellenmesinde, ampirik dağılıma en uygun modellerin Lognormal ve Weibull dağılımlar olduğu görülmüştür. Çizelge 2. de ise, Lognormal ve Weibull dağılımları incelendiğinde, örneğin  $M>3$ 'den büyük bir depremin 50 gün içerisinde olma olasılığı (Weibull) %83,8 ve (Lognormal) %91,4'tür. Çizelge 3. de ise, Lognormal ve Weibull dağılımları incelendiğinde, örneğin 1000 gün içerisinde magnitüdü 4'den büyük bir depremin olma olasılığı %94,7 (Weibull) ve %93,2 (Lognormal)'dir. Çizelge 4. İncelendiğinde, Lognormal ve Weibull dağılımlarına göre, magnitüdü 5'ten büyük bir depremin 6500 gün içerisinde olma olasılığı %96,8 (Weibull) ve %94 (Lognormal)'dir.

## SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Adıyaman ve civarının istatistiksel metotlar kullanılarak hazırlanan deprem risk analizi, magnitüdü 3 ve üstü, 4 ve üstü, 5 ve üstü depremler için ayrı ayrı yapılmış ve şu sonuçlara ulaşılmıştır.

Deprem risk analizi hazırlanırken Gamma, Exponential, Lognormal ve Weibull dağılımları kullanılmış olup bu dağılımlar içerisinde Lognormal ve Weibull dağılım modellerinin hazırlanan veri setine en uygun dağılım oldukları belirlenmiştir.



1900-2021 yılları arasında meydana gelmiş ve magnitüdü 3 ve üzerinde olan depremler modellenmiş olup ardışık deprem oluş zamanları hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda , 500 gün içerisinde magnitüdü 3'den büyük bir depremin olma olasılığı %99 (Weibull) 'dan fazla olduğu hesaplanmıştır.

1900-2021 yılları arasında meydana gelmiş ve magnitüdü 4 ve üzerinde olan depremler modellenerek, ardışık deprem oluş zamanları belirlenmiştir. Bu modellere göre, 500 gün içerisinde magnitüdü 4'den büyük bir depremin olma olasılığı %87 (Weibull) 'den fazla olduğu hesaplanmıştır.

1900-2021 yılları arasında meydana gelmiş ve magnitüdü 5 ve üzerinde olan depremler modellenerek, ardışık deprem oluş zamanları belirlenmiştir. Bu modellere göre, 4750 gün içerisinde magnitüdü 5'den büyük bir depremin olma olasılığı %93 (Weibull) 'den fazla olduğu hesaplanmıştır.

## **KATKI BELİRTME**

Makalenin gelişmesine katkı sağlayan hakemlere teşekkür ederiz.

## **KAYNAKLAR**

Ateş R, Bayülke N. 26 Mart 1977 Palu Elazığ Depremi, Deprem Araştırma Daire Başkanlığı, (Yayımlanmamış) Ankara, 1977.

Chien-Ping L, Yi-Ben T. A Study of Recurrence Models of Earthquakes in Taiwan, TAO 2005; 16(1): 251-271.

Erişoğlu M, Çalış N, Servi T, Erişoğlu Ü, Topaksu M. The Mixture Distribution Models for Interoccurrence Times of Earthquakes. Russian Geology and Geophysics 2011; 52 (7): 737-744.

Goes SDB. Irregular recurrence of large earthquakes: an analysis of historic and paleosiesmic catalogs. J. Geophysics Res. 1996; 101: 5739-5749.

Hagiwara Y. Probability of Earthquake occurrence as obtained from a Weibull distribution analysis of crustal strain. Tectonophysics 1974; 23: 323-318.

- Herece E, Akay E. Karlıova-Çelikhan arasında Doğu Anadolu Fayı, Türkiye 9. Petrol Kongresi 1992; 361-372.
- Hempton MR. The North Anatolian fault and complexities of continental escape, Journal of Structural Geology 1982; 4: 502-504.
- İmamoğlu MŞ. Gölbaşı (Adıyaman)-Pazarcık-Narlı(K.Maraş) Arasındaki Sahada Doğu Anadolu Fayı'nın Neotektonik İncelemesi. Yayımlanmamış doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara; 1993.
- İmamoğlu MŞ. Doğu Anadolu fay zonu Gölbaşı kesimi neotektonik özellikleri ve Gölbaşı-Saray fay kaması havzası, Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni 1996; 11: 176-184.
- İmamoğlu MŞ, Çetin E. Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Yakın Çevresinin Depremselliği, D.Ü. Z.G. E.F. Dergisi 2007; 9: 93-123.
- Kagan Y, Jackson D. Probabilistic forecasting of earthquakes, Geophys. J. Int. 2000; 143:438-453.
- Matthews A, Barclay J. Carn S. Thompson G. Alexander J. Herd R. Williams C. Rainfall-induced volcanic activity on Montserrat. Geophysical Research Letters 2002; 29: doi: 10.1029/2002GL014863. issn: 0094-8276.
- Peck, R.B., Hansen, W.E. And Thornburn, T.H., 1974. Foundation Engineering, 2nd Ed., John Wiley and Sons, New York, 514 p.
- Nishenko SP, Buland R. A generic recurrence interval distribution for earthquake forecasting, Bull. Seism. Soc. Am. 1987; 77: 1382-1399.
- Parsons T. Recalculated probability of  $M \geq 7$  earthquakes beneath the Sea of Marmara, Turkey, Journal Of Geophysical Research 2004; pp: 109, B05304, doi:10.1029/2003JB002667.
- Perinçek D, Günay Y, Kozlu H. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki yanal atımlı faylar ile ilgili yeni gözlemler, Türkiye 7. Petrol Kongresi 1987; 89-103.
- Perinçek D, Eren AG. Doğrultu atımlı Doğu Anadolu ve Ölü Deniz fay zonları etki alanında gelişen Amik Havzası'nın kökeni, 8. Petrol Kongresi 1990; 180-192.

- Rikitake T. Assessment of Earthquake Hazard in the Tokyo Area, Japan, *Tectonophysics* 1991; 199(1): 121-131.
- Rojay B, Heimann A, Toprak V. Neotectonic and Volcanic Characteristics of the Karasu Fault Zone (Anatolia, Turkey): the Transition Zone Between the Dead Sea Transform and the East Anatolian Fault Zone, *Geodinamica Acta* 2000; 14: 197-212.
- Seher T, Main IG. A statistical evaluation of a 'stress-forecast' earthquake, *Geophysical Journal International* 2004; 157(1): 187–193.
- Shimazaki K. Long-term probabilistic forecast in Japan and time-predictable behavior of earthquake recurrence, *Seismotectonics in Convergent Plate Boundary*, Y. Fujinawa and A. Yoshida (Editors): 37–43; 2002.
- Stein RS, Barka AA, Dieterich JH. Progressive failure on the North Anatolian fault since 1939 by earthquake stress triggering, *GJI* 1997; 128: 594-604.
- Sungurlu O. VI. Bölge Gölbaşı-Gerger Arasındaki Sahanın Jeolojisi: TPAO Arama Grubu, Rapor No. 802, Ankara, 1973; 30 s.
- Sykes L, Nishenko S. Probabilities of occurrence of large plate rupturing earthquakes for the San Andreas, San Jacinto, and Imperial faults, California, 1983-2003. *Journal of Geophysical Research* 1984; 89: 5905-5927.
- Şaroğlu F, Emre Ö, Boray A. Türkiye'nin diri fayları ve depremsellikleri, MTA Derleme No:8174, 1987; 394 s.
- Udias A, Rice J. Statistical analysis of microearthquake activity near San Andreas geophysical observatory, Hollister, California, *Bulletin of the Seismological Society of America* 1975; 6: 809-827.
- Utsu T. Estimation of parameters for recurrence models of earthquakes, *Bulletin Earthquake Research Inst. Univ. Tokyo* 1984; 59: 53-66.
- Utsu T. list of deadly earthquakes in the World: 1500-2000, in *International Handbook of Earthquake and Engineering Seismology Part A*, edited by Lee WK, Kanamori H, Jennings PC, Kisslinger C.: Academic Press; San Diego. pp:691-717. 2002.