

ÜSTEL DAĞILIM YÖNTEMİ KULLANILARAK AĞRI VE ÇEVRESİNİN DEPREM TEHLİKESİNİN BELİRLENMESİ

Ayşe Nur ATMIŞ², Tuğba TÜRKER¹ ve Yusuf BAYRAK²

¹ Araştırma Görevlisi, jeofizik Müh. Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon

² Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Ağrı

² Profesör, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Ağrı

Email: tturker@ktu.edu.tr

ÖZET:

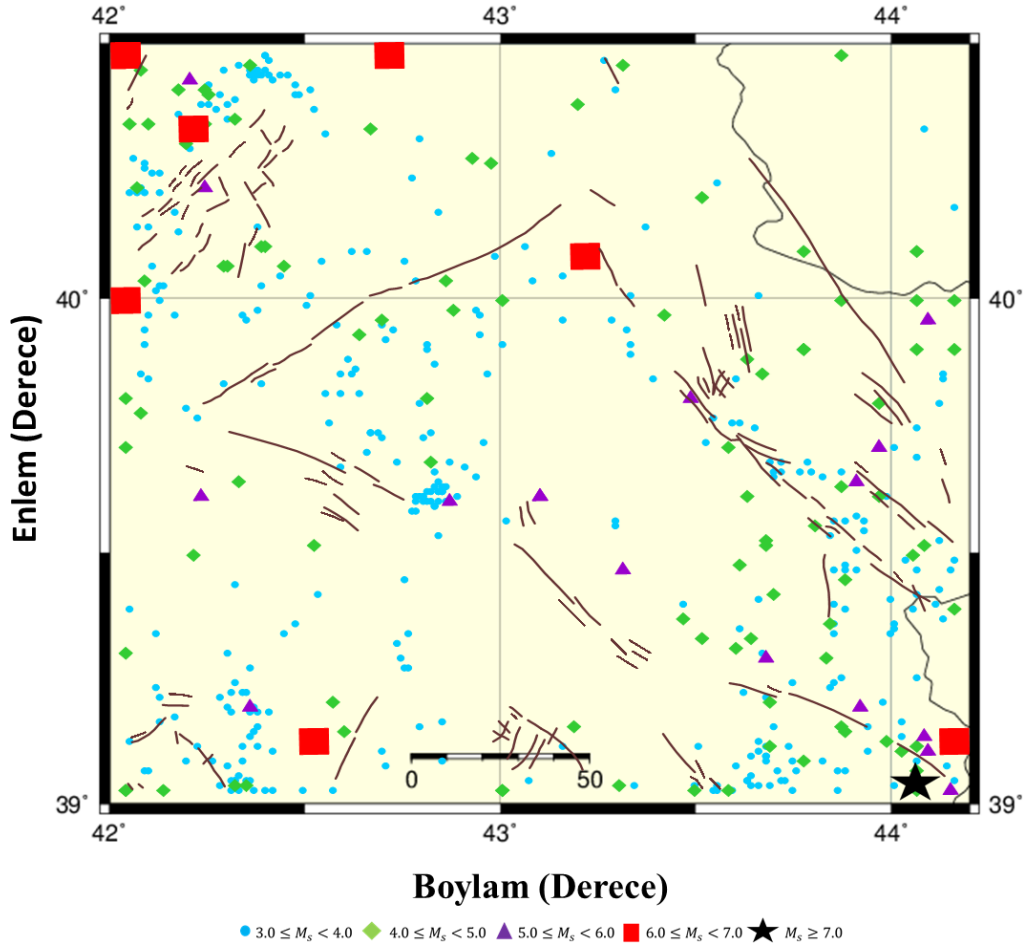
Bu çalışmada amaç; Üssel dağılım yöntemi kullanılarak Ağrı ve çevresinin deprem tehlikesi belirlenmeye çalışılmıştır. Ağrı ve çevresi için 1900-2014 (aletsel dönem) homojen bir deprem kataloğu ile $M_s \geq 4$ olan 121 adet deprem verisi incelenmiştir. Katalog; Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü (BÜRKDAE), Ulusal Deprem İzleme Merkezi (UDİM), TÜBİTAK, TURKNET, Uluslararası Sismoloji Merkezi (ISC), Sismoloji Araştırma Enstitüsü (IRIS) gibi farklı kataloglar kullanılarak oluşturulmuştur. Çalışmada incelenen bölgedeki magnitüdlere göre ortalama magnitüd değeri $\bar{M} = 4.7$ olarak hesap edilmiştir. Yapılan hesaplamalar ile gözlenen ve beklenen birikimli olasılıklar arasındaki en büyük fark 4.2 büyüklüğündeki sınıfa karşılık gelen 0.067 değeri olarak belirlenmiştir. Yapılan hesaplamaların sonuçlarının güvenilir olup olmadığını belirlemek amacıyla, 121 deprem verisinin kuramsal olarak üstel dağılıma uygunluğu Ki-kare (uyum iyiliği) testi ile belirlenmiştir. Elde edilen hesaplamalar ile Ağrı ve çevresinde meydana gelen $M_s \geq 4$ olan depremlerin kuramsal olarak üstel dağılıma uygun olduğu (0.05 anlamlılık düzeyinde) belirlenmiştir. Ağrı ve çevresinde meydana gelen depremlerin tekrarlanma yılları ve yıllık deprem oluş sayıları hesap edilmiştir. Yapılan hesaplamalar ile 4.7 büyüklüğündeki bir depremin meydana gelme olasılığının 7.2 büyüklüğündeki bir depremin meydana gelme olasılığından düşük olduğu belirlenmiştir. Ağrı ve çevresinde 7.2 büyüklüğünde bir depremin 248 yılda, 4.7 büyüklüğünde bir depremin 1.6 yılda, 4.2 büyüklüğünde bir depremin 2.5 yılda ve 5.2 büyüklüğünde bir depremin 4.5 yılda meydana geleceği hesap edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER : Üstel Dağılım Yöntemi, Ağrı ve Çevresi

1. ÇALIŞMADA KULLANILAN YÖNTEM VE VERİ

Çalışmada; Bayrak vd. (2009) tarafından hazırlanmış aletsel deprem kataloğu kullanılmıştır. Bu katalog; Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü (BÜRKDAE), Ulusal Deprem İzleme Merkezi (UDİM), TÜBİTAK, TURKNET, International Seismological Centre (ISC);(2006), Incorporated Research Institutions for Seismology (IRIS) gibi farklı kataloglar kullanılarak oluşturulmuştur. Aletsel katalog, depremlerin tarihlerini, oluş zamanlarını, farklı magnitüd değerlerini (M_s : yüzey dalgası magnitüdü, M_b : cisim dalgası magnitüdü, M_D : süreye bağlı magnitüd, M_L : yerel magnitüd, M_w : moment magnitüdü), coğrafik koordinatlarını ve derinlik bilgilerini içermektedir.

Aletsel dönemde (1900-2014) meydana gelmiş $M_s \geq 4$ olan depremlerin episantr dağılımları, odak mekanizması çözümleri ve mevcut tektonik yapı dikkate alınarak yapılan bölgelendirme Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Ağrı ve Çevresi $M_S \geq 4$ aletsel dönemde oluşmuş depremlerin episantr dağılımları, odak mekanizması çözümleri ve mevcut tektonik yapı dikkate alınarak yapılan bölgelendirme.

1.1. Üstel Dağılım Yöntemi

Ağrı ve Çevresi bölgesi için oluşturulan katalog kullanılarak 1900-2014 yılları arasında oluşmuş $M_S \geq 4$ depremler kullanılarak üstel dağılım yöntemi ile yapılan tehlike analizi çalışmasında depremlerin 0.5 birim magnitüd aralığı içeren sınıflara göre dağılımları ve bu aralıklarda meydana gelen deprem sayıları tablo halinde oluşturulmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. Ağrı ve Çevresinin magnitüd değer aralıkları ve bu aralıklarda meydana gelen deprem sayıları.

Magnitüd M (X)	Sayı (fi)
4,0-4,4	48
4,5-4,9	44
5,0-5,9	15
5,5-5,9	5
6,0-6,4	6
6,5-6,9	2
7,0-7,4	1

Üstel dağılım yöntemine göre ortalama magnitüd değeri aşağıdaki denklem ile hesap edilir.

$$\bar{M} = \bar{X} = (\sum_{i=1}^k O_i f_i) / (\sum_{i=1}^k f_i) \quad (1)$$

$\bar{M} = 4.7$ olarak hesap edildi.

İlk sınıfın orta değeri $\theta = 4.2$ için en küçük değer alındı.

Oluşturulan tablodaki veriler kullanılarak üssel dağılım fonksiyonundaki λ parametresinin değeri aşağıdaki denklem ile;

$$\lambda = (\bar{x} - \theta)^{-1} \quad (2)$$

$\lambda = 0.2$ olarak hesap edildi.

X rasgele değişkenin olasılık yoğunluk fonksiyonu aşağıdaki denklem ile hesap edilir.

$$f_M(x) = \lambda * e^{-\lambda(x-\theta)} \quad (3)$$

X rasgele değişkenin dağılım fonksiyonu aşağıdaki denklem ile hesap edilir.

$$F_M(x) = \int_0^x \lambda * e^{-\lambda(u-\theta)} du = 1 - e^{-\lambda(x-\theta)} \quad (4)$$

Hesap edilen $\lambda = 2.0$ değeri olasılık yoğunluk ve dağılım fonksiyonlarında aşağıdaki denklemde yerine koyulursa;

$$f_M(x) = 2.0 * e^{-2.0(x-4.2)} \quad (5)$$

$$F_M(x) = 1 - e^{-2.0(x-4.2)} \quad (6)$$

fonksiyonlar elde edilir.

Tablo 2. Oluşturulan sınıflara ait sıklık dağılım tablosu oluşturulmuştur.

Sınıf Numarası	Magnitüd alt sınırı	Magnitüd orta değeri (O _i)	Magnitüd üst sınırı	Deprem Sayısı (f _i)	%
1	4	4.2	4.4	48	0.3967
2	4.5	4.7	4.9	44	0.3636
3	5	5.2	5.4	15	0.1240
4	5.5	5.7	5.9	5	0.0413
5	6	6.2	6.4	6	0.0496
6	6.5	6.7	6.9	2	0.0165
7	7	7.2	7.4	1	0.0083
Toplam		121		1	

121 deprem verisine göre oluşturulan her bir sınıf için deneysel dağılım fonksiyon değerleri ve dağılım fonksiyon denklemi ile de kuramsal dağılım fonksiyon değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 3. Oluşturulan model için deneysel ve teorik dağılım fonksiyonlarına ait değerler tablosu.

Sınıf orta değeri(O _i)	Sıklık Sayısı (f _i)	%	Deneysel FMg(x)	f _M (x)	Kuramsal FMb(x)	Fark FMg(x)-FMb(x)
4.2	48	0.3967	0.3967	0.3297	0.3297	0.0670
4.7	44	0.3636	0.7603	0.4932	0.8229	-0.0625
5.2	15	0.1240	0.8843	0.1814	1.0043	-0.1200
5.7	5	0.0413	0.9256	0.0667	1.0711	-0.1454
6.2	6	0.0496	0.9752	0.0246	1.0956	-0.1204
6.7	2	0.0165	0.9917	0.0090	1.1046	-0.1129
7.2	1	0.0083	1.0000	0.0033	1.1080	-0.1080

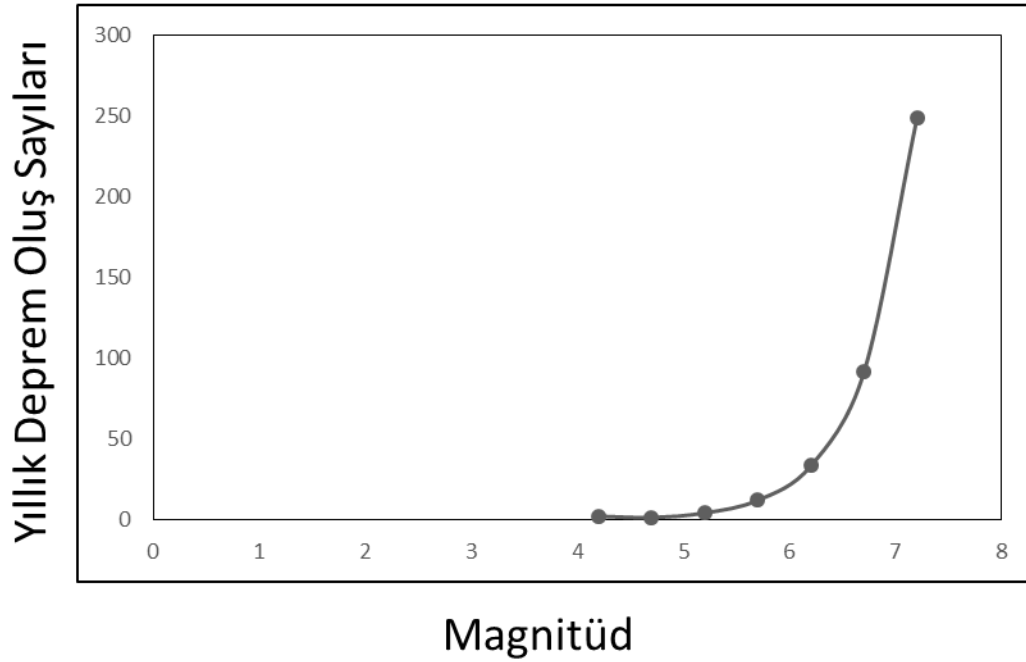
Üstel dağılım modeli kullanılarak belirlenen magnitüd değerlerindeki depremlerin yıllık deprem oluş sayıları (frekans değerleri, F_i) ve tekrarlanma periyotları hesap edilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Modele ait sınıf değerleri için tekrarlanma periyotları.

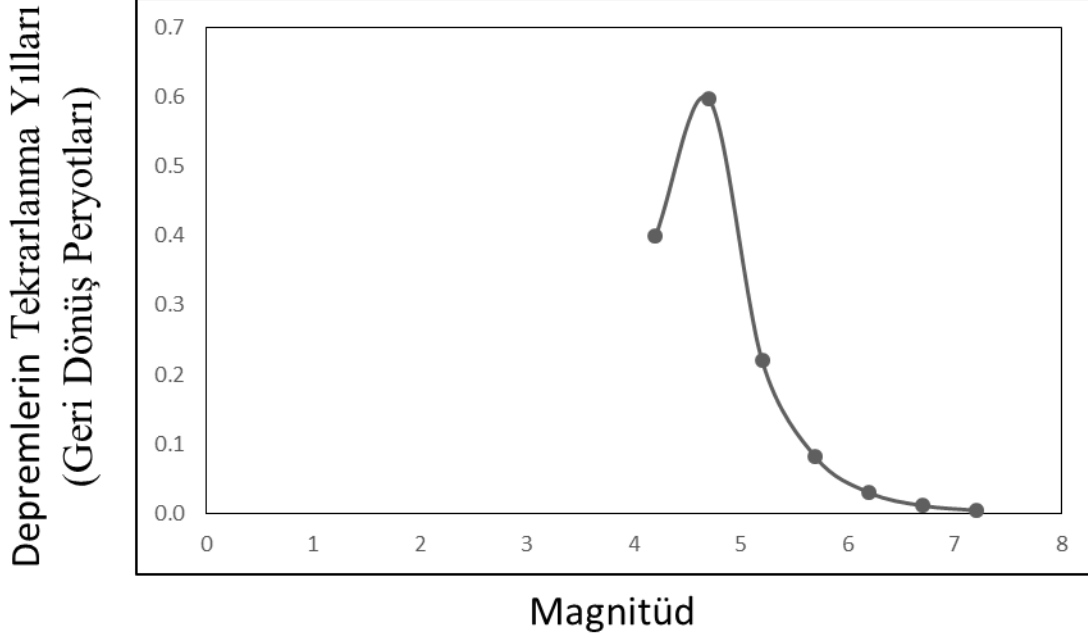
Sınıf orta değeri(O _i)	Kuramsal F _{Mb} (x)	f _M (x)	F _i	Ortalama tekrarlanma periyodu (yıl)
4.2	0.3297	0.3297	0.3989	2.5068
4.7	0.8229	0.4932	0.5968	1.6757
5.2	1.0043	0.1814	0.2195	4.5550
5.7	1.0711	0.0667	0.0808	12.3819
6.2	1.0956	0.0246	0.0297	33.6574
6.7	1.1046	0.0090	0.0109	91.4903
7.2	1.1080	0.0033	0.0040	248.6963

2. SONUÇLAR

Yapılan hesaplamalar ile gözlenen ve beklenen birikimli olasılıklar arasındaki en büyük fark 4.2 büyüklüğündeki sınıfa karşılık gelen 0.067 değeri olarak belirlenmiştir. Yapılan hesaplamaların sonuçlarının güvenilir olup olmadığını belirlemek amacıyla, 121 deprem verisinin kuramsal olarak üstel dağılıma uygunluğu Ki-kare (uyum iyiliği) testi ile belirlenmiştir. Elde edilen hesaplamalar ile Ağrı ve çevresinde meydana gelen $M_s \geq 4$ olan depremlerin kuramsal olarak üstel dağılıma uygun olduğu (0.05 anlamlılık düzeyinde) belirlenmiştir. Ağrı ve çevresinde meydana gelen depremlerin tekrarlanma yılları ve yıllık deprem oluş sayıları hesap edilmiştir. Yapılan hesaplamalar ile 4.7 büyüklüğündeki bir depremin meydana gelme olasılığının 7.2 büyüklüğündeki bir depremin meydana gelme olasılığından düşük olduğu belirlenmiştir. Ağrı ve çevresinde 7.2 büyüklüğünde bir depremin 248 yılda, 4.7 büyüklüğünde bir depremin 1.6 yılda, 4.2 büyüklüğünde bir depremin 2.5 yılda ve 5.2 büyüklüğünde bir depremin 4.5 yılda meydana geleceği hesap edilmiştir.



Şekil 3. Ağrı ve Çevresin’de hesap edilen yıllık deprem oluş sayıları.



Şekil 4. Çalışma Bölgesi için magnitüdlere göre hesap edilen geri dönüş periyotları.

3. KAYNAKLAR

Bayrak, Y., Öztürk, S., Çinar, H., Kalafat, D., Tsapanos, T.M., Koravas, G.CH., and Leventakis, G.A. 2009, Estimating Earthquake Hazard Parameters from Instrumental Data for Different Regions in and Around Turkey, Engineering Geology. 105, 200:210.