

## Çankırı İli için Deprem Olasılık Tahmini

M. Murat KÖLE<sup>1</sup>

Geliş Tarihi	29.02.2016	Kabul Tarihi	30.03.2016
--------------	------------	--------------	------------

### Öz

Tektonik açıdan Çankırı ili oldukça hareketli bir kuşakta yer almaktadır. Çalışmanın amacı, seçili stokastik yöntem yardımıyla Çankırı il sınırları içerisinde farklı deprem olma olasılıklarının ve dönüş periyotlarının hesaplanmasıdır. Çalışma genelinde, Richter ölçeğine göre dört ve dörtten büyük olan deprem verilerinden faydalanılmıştır. Çankırı ili için Gutenberg – Richter (1954) büyüklük – sıklık (frekans) bağıntısından itibaren Poisson (1838) yöntemi kullanılarak farklı büyüklüklerdeki depremlerin oluşma olasılıkları ve dönüş periyotları hesaplanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre; (1) Çankırı’da 100 yıllık dönemde, büyüklüğü ( $x_M$ ) 6,0, 6,5 ve 7,0 olan yıkıcı depremlerin ortaya çıkma olasılığı sırası ile %78, %45 ve %26 olarak hesaplanmıştır. (2) Büyük ölçekli depremler ile bölge halkının yüz yüze gelme olasılığı çok yüksektir.

**Anahtar Kelimeler:** Çankırı, Deprem, Deprem Olasılığı, Poisson Yöntemi.

<sup>1</sup>Çankırı Karatekin Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Çankırı-TÜRKİYE  
E-posta: muratkole@karatekin.edu.tr

---

---

## Probability of Earthquake Occurrences to Cankiri Province

M. Murat KÖLE

---

---

Received	29.02.2016	Accepted	30.03.2016
----------	------------	----------	------------

---

---

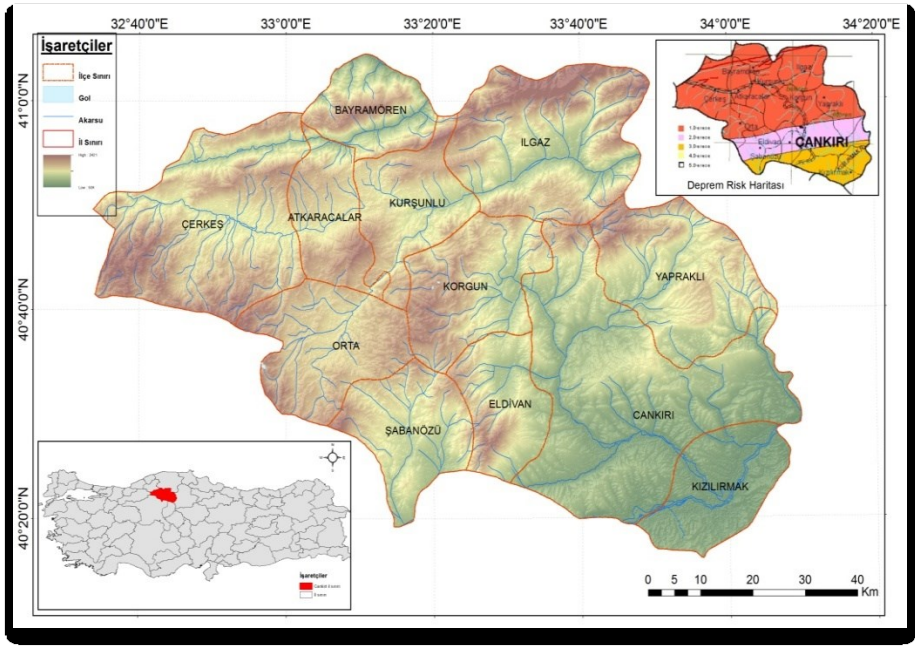
### Abstract

Due to for tectonic activity, Cankiri province is located at quite a moving belt. It aims to investigate the probability of earthquake occurrences to Cankiri province and to compute the average recurrence periods by selected stochastic approach. In this study, earthquake data which is equal to or greater than four according to Richter scale are used. Probability of earthquake occurrences and recurrence periods of Cankiri were found by using the equation of Gutenberg and Richter (1954) with magnitude – frequency statistic method and Poisson (1838) method. As a results of study; (1) The probability of an earthquake occurrence at Cankiri in 100 years period, was calculated 78%, 45% and 26% respectively magnitudes for (xM) 6,0, 6,5 and 7,0. (2) There is a high probability of coming across to larger magnitude earthquakes for inhabitants.

**Keywords:** Cankiri, Earthquake, Earthquake Probability, Poisson Method.

## Giriş

Depremler insanoğlunun mücadele etmek zorunda olduğu en önemli doğal olaylar arasındadır. Alp – Himalaya Orojenez kuşağında yer alan Türkiye tektonik açıdan oldukça hareketlidir. Çalışma bölgesi olan Çankırı ili; Türkiye'nin kuzeyinde,  $41^{\circ} 04' - 40^{\circ} 16'$  kuzey enlemleri ile  $32^{\circ} 34' - 34^{\circ} 08'$  doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 1). Çalışma bölgesinin çok büyük bir kısmı maksimum şiddet dağılımına göre hazırlanan deprem tehlike haritasına göre birinci ve ikinci derece deprem bölgesi özelliği taşımaktadır (Şekil 1).



Şekil 1: Çalışma Bölgesi Yer Bulduru Haritası

Deprem, en genel ifade ile yer kabuğunun derinliklerinde biriken enerjinin dışarıya çıkması olarak tanımlanmaktadır. Tektonik kökenli depremlerde, bu enerji fay süreksizlikleri boyunca açığa çıkmaktadır.

Çankırı İl sınırları içerisinde, deprem üreten birçok fay hattı yer almaktadır. Ketin (1948) tarafından varlığı ortaya konulan, sağ yönlü doğrultu atımlı hareket mekanizmasına sahip Kuzey Anadolu Fay (KAF) hattı ilin kuzeyinde, doğu – batı yönünde yayılım göstermektedir. Bölgede KAF'a

bağlı olarak gelişen tali fay sistemleri de bulunmaktadır. Tokay (1973), KAF'a yarı paralel olarak, KAF'ın güneyinde Çerkeş – Atkaracalar – Kurşunlu arasında yer alan ikincil fayı Ulusu Fayı olarak adlandırmıştır. Aynı çalışmada, Devrez oluşu boyunca uzanan Ulusu Fayı'nın ikinci tali ve KAF'ın üçüncü tali kolu olarak kabul edilen fay, Devrez Fayı olarak isimlendirilmiştir. İl sınırları içerisinde yer alan K50D doğrultulu Devrez Fayı ve KAF'a yarı paralel uzanan Ulusu Fayı sağ yönlü doğrultu atımlı hareket mekanizmasına sahiptir. Devrez Fayı'nın güney ucunu oluşturan K70D doğrultulu fay ise Orta Fayı olarak adlandırılmaktadır. Yaklaşık 36 km uzunluğunda kuzey – güney uzanımlı, sol yönlü doğrultu atımlı Dodurga Fayı bölgede deprem üreten bir diğer önemli faydır (Türkecan vd.,1991). Şabanözü Fayı ve Çankırı Fayı bölgede sismik aktivite oluşturan diğer faylar arasında yer almaktadır.

Çankırı sismik aktivite açısından oldukça hareketlidir. İl fiziki sınırlarının %50'den fazlası I. derece deprem bölgesi içerindedir. Nüfusunun büyük bir kısmı I. ve II. derece deprem bölgesinde yaşamaktadır. Tarihsel dönemde Çankırı'da meydana gelen en önemli depremlerden biri MS 1050 tarihinde gerçekleşmiştir (Gökmen, 2011). Aletsel dönem öncesinde, Çankırı'da hasara ve/veya can ve mal kaybına neden olan yakın tarihli depremler ve şiddetleri Soysal vd. (1981) tarafından; 1845 yılında V şiddetli, 1881 yılında VIII şiddetli, 1882 yılında VI şiddetli ve 1883 VI şiddetli olarak verilmektedir. Aletsel dönem sonrasında il fiziki sınırları içerisinde kaydedilen en büyük üç deprem sırası ile 1951, 1953 ve 2000 yıllarında gerçekleşmiştir. 1951 Çerkeş depremi 6,9 büyüklüğünde (xM), 1953 Kurşunlu depremi 6,0<sup>2</sup> büyüklüğünde (xM) ve 2000 Orta depremi 5,9 büyüklüğünde (xM) gerçekleşmiştir (BÜKRDAE, 2016).

Depremi oluş mekânı ve zamanı önceden belirlenememesine karşın, deprem risk analizleri ile belirli bir bölgeye ait beklenen depremlerin oluşma olasılıkları hesaplanabilmektedir. Depremlerin ortaya çıkma olasılıkları ve dönüş periyotlarını belirlemek için literatürde birçok çalışma yapılmıştır. Burton, (1979); Papazachos, (1992); Kijko ve Graham, (1998); Manakou ve Tsapanos, (2000); Rafi, (2005); Bayrak vd., (2005); Çobanoğlu vd., (2006); Sayıl ve Osmanşahin, (2008); Kahraman vd., (2008); Çobanoğlu ve Alkaya, (2011), Bayrak ve Bayrak, (2011) bu çalışmalara örnek olarak gösterilebilir.

<sup>2</sup> Çalışmada, Çankırı ili güncel fiziki sınırları referans alınmıştır. 1953 Kurşunlu depremi merkez üssü, 1995 yılında il olan Karabük sınırları içerisinde yer almaktadır. Bu nedenle 1953 Kurşunlu depremi çalışma veri seti içerisinde yer almamaktadır.

Bu çalışmada, 1910 – 2015 yılları arasında Richter ölçeğine göre büyüklüğü dört ve üzerinde olan ( $x_M \geq 4$ ) deprem veri setinden faydalanılarak farklı büyüklüklerde depremlerin Çankırı il sınırları içerisinde olma olasılıklarının ve bunların dönüş periyotlarının Poisson (1838) yöntemi ile hesaplanması amaçlanmıştır.

Poisson (1838) yöntemi literatürde sıklıkla başvurulan deprem olasılık hesaplama yöntemleri arasında yer almaktadır. Lomnitz, (1973); Bender, (1984); Zhengxiang vd., (2004); Yüçemen ve Akkaya, (1996); Özmen, (2001); Özmen, (2011); Çobanoğlu ve Akkaya, (2011); Özmen, (2013); Kannan, (2014); tarafından gerçekleştirilen çalışmalar Poisson (1838) yöntemini kullanarak yapılan çalışmalara örnek olarak gösterilebilir.

Literatürde, doğrudan Çankırı il sınırlarını sismoteknik bölge olarak kabul ederek gerçekleştirilmiş, deprem olasılık tahmini içeren bir çalışma bulunmamaktadır. Farklı araştırmacılar tarafından farklı tarihlerde Çankırı civarı ve dolaylı olarak Çankırı ili deprem olma olasılığı stokastik yöntem temelli incelenmiştir (Özmen, 2011; Özmen 2013). Çankırı il sınırlarını sismoteknik bölge olarak nitelendiren farklı bir çalışma olmaması, doğrudan Çankırı ili için yapılmış olması ve güncel veri setlerinden faydalanılması nedenleri ile çalışma farklılık taşımaktadır.

## Veri ve Yöntem

Çalışma genelinde stokastik yöntemlerden faydalanılmıştır. Çankırı il sınırı çalışma alanı sınırlarını oluşturmakta olup, söz konusu sınır çalışmanın sismoteknotik bölgesi olarak kabul edilmiştir. Çalışmada, aletsel büyüklüğü dörtten daha küçük ( $x_M < 4$ ) depremlerin sismik tehlike oluşturmayacağı varsayılmıştır.

Aletsel döneme ait veri setleri Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem – Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi veri tabanından elde edilmiştir. Çalışmada 1910 – 2015 yılları arasındaki 105 yıllık deprem veri seti kullanılmıştır.

Literatürde deprem olasılık hesaplamaları için farklı stokastik yöntemler kullanılmaktadır. Poisson, Markov ve Gumbell literatürde sıklıkla başvurulan olasılık hesaplama yöntemleri arasındadır. Poisson (1838) modeli, diğer modellere göre daha emniyetli tarafta (konservatif) deprem tehlikesi sonuçları vermektedir (Jordanovski ve Todorovska, 1995). Yüçemen ve Akkaya (1996), KAF için farklı stokastik modelleri kullanarak elde ettikleri sonuçların karşılaştırmalı bir incelemesini yapmış ve Poisson (1838) yönteminin KAF için daha uygun olacağı sonucuna varmıştır. Gerek

KAF için daha uygun sonuçlar vermesi gerekse diğer modellere göre daha emniyetli tarafta deprem tehlikesi sonuçları vermesi nedeni ile Poisson (1838) yöntemi çalışmada tercih edilmiştir.

Çalışma sırasında kullanılan stokastik yöntemle ait temel ilkeler, sınır koşulları ve yöntemlerin uygulanması aşağıdaki gibidir:

Çalışmada Gutenberg ve Richter (1954) tarafından ortaya konulan, büyüklük – sıklık (frekans) ilişkisi ile Poisson (1838) olasılık hesaplama yöntemi kullanılmıştır.

Büyüklük – sıklık (frekans) ilişkisi, deprem büyüklüğünü (M) bir yıldaki tüm depremlerin sıklığına (N) bağlayarak; deprensellik ve deprem büyüklüklerinin olasılık dağılımlarını belirlemek için kullanılmaktadır (Gutenberg ve Richter, 1954). Büyüklük – sıklık (frekans) ilişkisi aşağıdaki bağıntı ile açıklanmaktadır.

$$\text{Log}N = a - bM$$

Burada; “M” parametresi büyüklüğü, “N” parametresi ise büyüklüğü “M” veya daha büyük olan depremlerin belirli bir periyotta ki sayısını, “a” ve “b” parametreleri regresyon katsayılarını ifade etmektedir. “a” ve “b” parametreleri, çalışma bölgesine özel tektonik özellikler nedeni ile farklı değerler almaktadır. Tabban ve Gencoğlu (1975), “a” parametresini, çalışma bölgesinin büyüklüğüne, gözlem süresine ve gözlem süresindeki deprem aktivitesine bağlı olarak, *ortalama yıllık sismik aktivite indeksi* ve çalışma bölgesinin tektonik özelliklerine göre değişkenlik gösteren “b” parametresini, *sismotektonik indeks* olarak tanımlamaktadır. Weeks vd. (1978), gerçekleştirdikleri çalışma sonucunda “b” katsayısının depremden önce azaldığını belirlemişlerdir.

Poisson (1838) yöntemi; deprem oluşumlarının hafızasız olduğunu ve bir kaynak bölgesi içinde depremlerin gerek konum ve gerekse zaman açısından birbirinden bağımsız olarak oluştuğunu kabul eder. Poisson (1838) yöntemine göre çalışma sahasında belirli bir zaman süresince (t), “n” sayıda deprem olma olasılığı ( $M \geq M_0$ ), aşağıdaki bağıntı ile açıklanmaktadır.

$$P_n(t) = \frac{e^{-vt}(vt)^n}{n!}$$

Burada; “n” olay sayısını, “v” incelenen zaman süresinde meydana gelen deprem sayısını ve “Pn(t)” belirli zaman süresinde (t) “n” adet deprem olma olasılığını ifade etmektedir.

Deprem oluşumunun Poisson (1838) yöntemine uygun olması için aşağıdaki koşulların sağlanması gerekmektedir.

\* Depremler zamanda bağımsızdır, yani bu yıl olacak bir deprem gelecek yıl olabilecek bir depremin oluşunu önceden etkilemez.

\* Depremler uzayda bağımsızdır, yani belirli bir kaynaktan oluşacak deprem başka bir kaynaktan meydana gelecek bir depremi etkilemez.

\* Aynı an ve aynı yerde iki ayrı depremin olma ihtimali sıfırdır.

Çalışmada Poisson (1838) yönteminin bağımsızlık koşulunun sağlanması için öncü ve artçı depremler veri setinden çıkartılmıştır. Bu amaçla Richter ölçeğine göre büyüklüğü 5,5 ve üzerinde olan depremlerin öncü ve artçı şoklarının olabileceği varsayılarak ana depremden altı ay önce ve sonra fay doğrultusu boyunca meydana gelmiş depremler veri setinden çıkartılmıştır.

Gutenberg – Richter (1954) büyüklük – sıklık bağıntısında, yığınsal (kümülatif) frekans ile normal frekans arasındaki ilişkiden aşağıdaki bağıntılar elde edilir.

$$a' = a - \text{Log}(bLn10)$$

$$a_1 = a - \text{Log}T$$

$$a_1' = a' - \text{Log}T$$

Gutenberg – Richter (1954) büyüklük – sıklık bağıntısının inceleme zaman periyoduna “T<sub>1</sub>” bölünmesi ve her iki tarafın logaritmalarının alınması ile aşağıdaki bağıntı elde edilir.

$$n(M) = 10^{a_1' - bM}$$

Burada; “n(M)” yıllık oluş sayısını temsil etmektedir. Yıllık ortalama oluş sayıları “n(M)” ve Poisson (1838) yöntemi ile kullanılarak depremin belirli yıllar için meydana gelme olasılığı “R(M)” aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

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

Yukarıda yer alan bağıntıda “n(M)” değerinin ve sorgulanan “ T ” zaman süre değerlerinin yerine konulması ile belirli yıllar için Poisson (1838) yöntemine göre deprem olasılıkları hesaplanır.

Deprem dönüş periyodu “Q” ise aşağıdaki bağıntı ile hesaplanmaktadır (Gutenberg ve Richter, 1944;Gençoğlu, 1972).

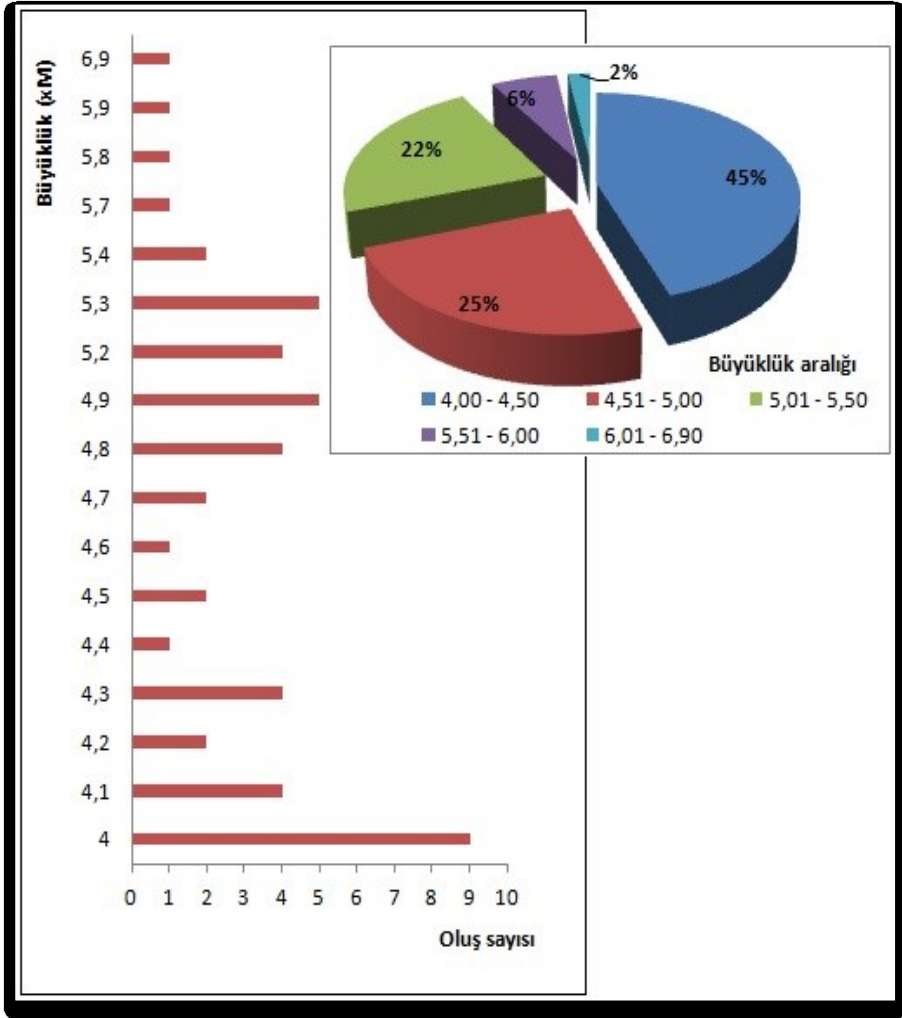
$$Q = \frac{1}{n(M)}$$

### Bulgular

Çalışma bölgesinde, 1910 – 2015 dönemine ait 954 sismik aktivite kaydedilmiştir. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (BÜKRDAE) Bölgesel Deprem – Tsunami İzleme ve

Değerlendirme Merkezi (BDTİM) veri tabanına göre, meydana gelen depremlerin 49 tanesi orta büyüklükte ve üzerindedir ( $xM \geq 4$ ).

Çalışmanın sismotektotik bölgesini oluşturan Çankırı il sınırlarında aletsel döneme ait, Richter ölçeğine göre büyüklüğü dört ve üzerinde olan ( $xM \geq 4$ ) depremlerin oluş sayısı ve büyüklüklerine göre dağılımları Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2: Çalışma Sahasında Büyüklüğü Dört ve Üzerinde Olan ( $xM \geq 4$ ) Depremlerin Oluş Sayısı ve Büyüklüklerine Göre Dağılımları (1910 – 2015)

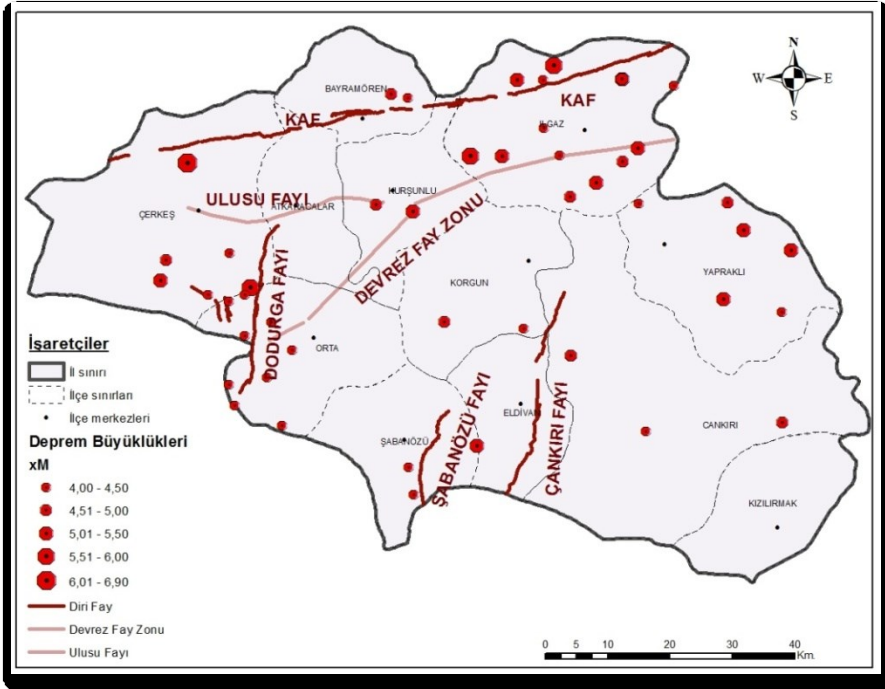
Aletsel dönemde, Çankırı’da büyüklüğü dört ve üzerinde olan ( $xM \geq 4$ ) 49 adet deprem kaydedilmiştir. Söz konusu depremlerin % 45’inin büyüklüğü



4,00 – 4,50 arasında, % 25'inin büyüklüğü 4,51 – 5,00 arasında, % 22'sinin büyüklüğü 5,01 – 5,50 arasında, % 6'sının büyüklüğü 5,51 – 6,00 arasında ve sadece %2'sinin büyüklüğü 6,00'nın üzerinde gerçekleşmiştir.

Depremlerin oluş yerleri incelendiğinde, Richter ölçeğine göre dört ve dörtten büyük olan ( $xM \geq 4$ ) sismik aktivitenin, en yüksek sıklıkla sırası ile Ilgaz, Orta, Çerkeş ve Yapraklı ilçe sınırlarında kaydedildiği saptanmıştır (Şekil 3). Kızılırmak, Atkaracalar ve Eldivan ilçelerinde Richter ölçeğine göre büyüklüğü dört ve üzerinde olan ( $xM \geq 4$ ) sismik kayıt olmadığı tespit edilmiştir (Şekil 3).

Aletsel dönemde Çankırı il sınırları içerisinde gerçekleşen, Richter ölçeğine göre büyüklüğü dört ve üzerinde olan ( $xM \geq 4$ ) depremlerin dağılımı Şekil 3'de verilmiştir. Depremler çoğunlukla Kuzey Anadolu Fay hattı, Devrez Fay Zonu ve Dodurga Fayı etrafında yoğunlaşmıştır. Yüz beş yıllık dönem boyunca en büyük deprem Çerkeş ilçe sınırları içerisinde KAF hattı yakınında kaydedilmiştir. Yüz beş yıllık çalışma döneminde, aletsel büyüklüğü 4,00 – 4,50 arasında olan depremler Dodurga Fayı etrafında yoğunlaşmıştır. Devrez Fay Zonu depremlerin yoğunlaştığı bir diğer kırık kuşağı olarak karşımıza çıkmaktadır.

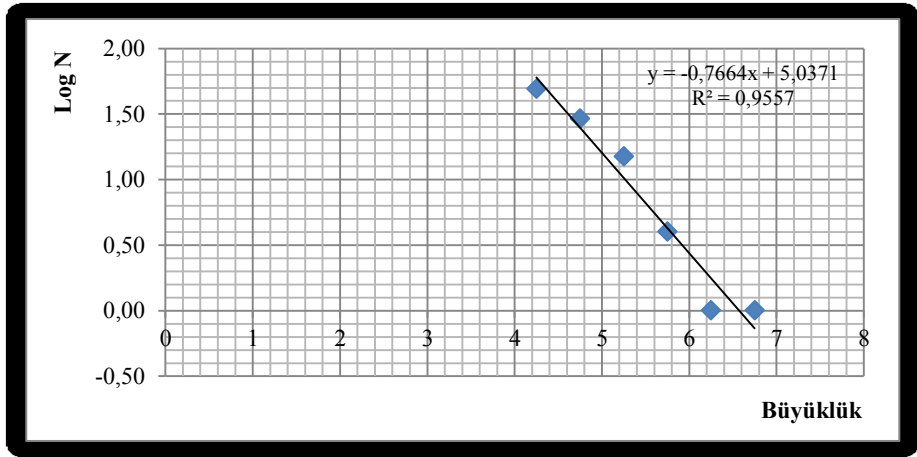


Şekil 3: Çalışma Sahasında Büyüklüğü Dört ve Üzerinde Olan ( $xM \geq 4$ ) Depremlerin Dağılımı (1910 – 2015)

Çalışma bölgesine ait 49 deprem verisinden itibaren, büyüklük – sıklık ilişkisi belirlenmiştir (Tablo 1). Log N – Büyüklük (M) eğrisi en küçük kareler yöntemi ile çizilerek Gutenberg ve Richter (1954) büyüklük – sıklık (frekans) bağıntısındaki “a” ve “b” katsayıları hesaplanmıştır (Şekil 4).

**Tablo 1: Çalışma Bölgesine Depremlerin Büyüklük – Sıklık (frekans) İlişkisi**

Büyüklük	Ortalama Aralık	Frekans	Yığınsal Frekans	Log N
$4,0 \leq M \leq 4,5$	4,25	20	49	1,690
$4,5 < M \leq 5,0$	4,75	14	29	1,462
$5,0 < M \leq 5,5$	5,25	11	15	1,176
$5,5 < M \leq 6,0$	5,75	3	4	0,602
$6,0 < M \leq 6,5$	6,25	0	1	0,000
$6,5 < M \leq 7,0$	6,75	1	1	0,000



**Şekil 4: Çalışma Bölgesi Log N – Büyüklük Grafği**

Çalışma bölgesine ait büyüklük – sıklık (frekans) ilişkisine ait bağıntı aşağıdaki gibi bulunmuştur.

$$\text{Log N} = 5,0371 - 0,7664M$$

Değişkenliğin ne kadarının elde edilen fonksiyon tarafından açıklanabildiğini ifade eden regresyon belirleme katsayısı ( $R^2$ ) 0,9557 olarak hesaplanmıştır.

Poisson (1838) yöntemine göre sismik aktivitenin belirli yıllar için meydana gelme olasılığının belirlenmesi için gerekli olan katsayılar hesaplanarak Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2: Poisson (1838) Yöntemi için Gerekli Parametreler**

a	b	a'	a <sub>1</sub> '
5,0371	0,7664	4,79	2,769

Tablo 2’de yer alan değerler kullanılarak, Poisson (1838) yöntemi ile Çankırı iline ait büyüklüğü dört ve üzerinde olan ( $x_M \geq 4$ ) depremlerin belirli yıllar içinde olma olasılıkları ve dönüş periyotları Tablo 3’te verildiği gibi hesaplanmıştır.

**Tablo 3: Poisson (1838) Yöntemine Göre Çankırı İli için Farklı Büyüklükteki Depremlerin Meydana Gelme Olasılıkları ve Dönüş Periyotları**

Büyüklük	n(M)	Deprem olma olasılığı (%)											Dönüş periyodu (yıl)
		1 (yıl)	10 (yıl)	20 (yıl)	30 (yıl)	40 (yıl)	50 (yıl)	60 (yıl)	70 (yıl)	80 (yıl)	90 (yıl)	100 (yıl)	
4,0	0,505	40	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1,98
4,5	0,209	19	88	99	100	100	100	100	100	100	100	100	4,78
5,0	0,086	8	58	82	92	97	99	99	100	100	100	100	11,63
5,5	0,036	4	30	51	66	76	84	89	92	94	96	97	27,78
6,0	0,015	2	14	26	36	45	53	59	65	70	74	78	66,67
6,5	0,006	1	6	11	17	21	26	30	34	38	42	45	166,7
7,0	0,003	0	3	6	9	11	14	17	19	21	24	26	333,3

## Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada 1900 – 2015 yıllarını kapsayan dönem boyunca, Richter ölçeğine göre büyüklüğü dört ve üzerinde olan ( $x_M \geq 4$ ) sismik verilerden itibaren Poisson (1838) yöntemi yardımı ile farklı büyüklüklerde depremlerin Çankırı il sınırları içerisinde olma olasılıkları ve dönüş periyotları hesaplanmıştır.

Çalışma bölgesi için Gutenberg ve Richter (1954) büyüklük – sıklık (frekans) bağıntısına ait regresyon belirleme katsayısı ( $R^2$ ) 0,9557 olarak

hesaplanmıştır. Değişkenliğin ne kadarının elde edilen fonksiyon tarafından açıklanabildiğini ifade eden regresyon belirleme katsayısı ( $R^2$ ) üst sınırı birdir (Ünver vd., 2013). Büyüklük – sıklık (frekans) bağıntısına ait regresyon belirleme katsayısının yüksek bir yakınlık değeri, elde edilen fonksiyonun gerçeği temsil etme oranının ne kadar yüksek olduğunun bir göstergesidir.

Büyüklük – sıklık (frekans) bağıntısında, “b” katsayısının küçük değerler alması yüksek gerilim düşmesini ve büyük aletsel ölçekli depremlerin gelişimine işaret etmektedir (Gutenberg ve Richter, 1954). Bayrak ve Öztürk (2004)’e göre küçük “b” değerleri büyük gerilme, büyük deformasyon hızı ve büyük faylar ile ilişkilidir.

Çalışmada elde edilen düşük “b” katsayısı, sismik olarak aktif bir bölgenin varlığı ve yüksek gerilimin temsilcisi olarak yorumlanmaktadır.

Özmen (2001), KAF Gerede - Niksar kırığını 30 km çevreleyen sismotektonik bölge için gerçekleştirdiği çalışmasında “b” katsayısını 0,5081 olarak bulmuştur (Tablo 4). Özmen (2011), Kastamonu il merkezli 100 ve 150 km yarıçaplı daireler ile belirlediği sismotektonik bölge içerisinde “b” katsayılarını sırası ile 0,5542 ve 0,6023 olarak hesaplamıştır (Tablo 4). Benzer şekilde Özmen (2013), Ankara il merkezli 100 ve 150 km yarıçaplı daireler ile belirlediği sismotektonik bölge içerisinde “b” katsayılarını sırası ile 1,0426 ve 0,8322 olarak hesaplamıştır (Tablo 4).

Çalışma sonucunda elde edilen 0,7664 değerindeki “b” katsayısı, çalışma sahasıyla ilişkili farklı çalışmalar ile uyum göstermektedir. Çalışmalar bir arada yorumlandığında KAF hattına yaklaştıkça “b” katsayısının küçüldüğü sonucu ile karşılaşılmaktadır. Söz konusu durum özellikle Çankırı kuzeyine doğru gerilimin ve riskin arttığı bir göstergesi olarak yorumlanmaktadır.

**Tablo 4: Çalışma Sahasını Kapsayan Farklı Araştırmalarda Elde Edilen “b” Katsayıları**

Araştırmacı	"b " Katsayısı	Sismotektonik bölge	Çalışma sahası ile ilişkisi
Özmen, 2013	0,8322	Ankara merkezli 150 km yarıçaplı daire.	Tüm çalışma sahasını kapsamaktadır.
Özmen, 2013	1,0426	Ankara merkezli 100 km yarıçaplı daire.	Çalışma sahasının güney batısını kapsamaktadır.
Özmen, 2011	0,6023	Kastamonu merkezli 150 km yarıçaplı daire.	Tüm çalışma sahasını kapsamaktadır.
Özmen, 2011	0,5542	Kastamonu merkezli 100 km yarıçaplı daire.	Çalışma sahasının kuzeyini kapsamaktadır.
Özmen, 2001	0,5081	KAF Gerede- Niksar kırığını 30 km çevreleyen alan.	Çalışma sahasının kuzeyini kapsamaktadır.

Poisson (1838) yöntemine göre, Çankırı’da aletsel büyüklüğü ( $xM$ ) 4,0 olan bir depremin 10 yıllık dönemde olma (aşılma) olasılığı %99 ve dönüş periyodu 1,98 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu rakam, Çankırı il sınırları içerisinde yaşayan halkın, aletsel büyüklüğü 4,0 olan depremler ile her an yüz yüze kalabileceğini göstermektedir.

Aletsel büyüklüğü ( $xM$ ) 6,0, 6,5 ve 7,0 olan yüksek miktarda enerji açığa çıkartan depremler ile Çankırı halkının 100 yıllık dönemde karşılaşma olasılığı sırası ile %78, %45 ve %26 olarak hesaplanmıştır. Son derece yüksek olan değerler; Çankırı il ölçeğinde yıkıcılık yaratacak, büyük ölçekli depremlerin gerçekleşme olasılığının yüksek olduğunun bir kanıtı olarak yorumlanmaktadır. Aynı zamanda bu durum, büyük Richter ölçekli depremler ile bölge halkının yüz yüze gelme olasılığının çok yüksek olduğunu göstermektedir.

## KAYNAKÇA

- Bayrak, Y., Öztürk, S. (2004). “Spatial and Temporal Variations of the Aftershock Sequences of the 1999 İzmit and Düzce Earthquake”, *Earth Planets Space*, 56: 933–944.
- Bayrak, Y., Yılmaztürk, A., Öztürk, S. (2005). “Relationships Between Fundamental Seismic Hazard Parameters for the Different Source Regions in Turkey”, *Natural Hazards*, 36: 445-462.
- Bayrak, Y., Bayrak, E. (2011). “An Evaluation of Earthquake Hazard Potential for Different Regions in Western Anatolia Using the Historical and Instrumental Earthquake Data”, *Pure and Appl. Geophys.*, 169(10): 1859-0) Dat
- Bender, B.A. (1984). “A Two-State Poisson Model for Seismic Hazard Estimation”, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 74: 1463 – 1468.
- Burton, P.W. (1979). “Seismic Risk in Southern Europe Through to India Examined Using Gumbel’s Third Distribution of Extreme Values”, *Geophys. J. R. astr. Soc.*, 59: 249–280.
- Çobanoğlu, İ., Bozdağ, Ş., Dinçer, İ., Erol, H. (2006). “Statistical Approaches to Estimating the Recurrence of Earthquakes in the Eastern Mediterranean Region”, *İstanbul Univ. Eng. Fac. Earth Sciences Journal*, 19(1): 91-100.

- Çobanoğlu, İ., Alkaya, D. (2011). “Seismic Risk Analysis of Denizli (Southwest Turkey) Region Using Different Statistical Models”, *International Journal of the Physical Sciences*, 6(11): 2662–2670.
- Gençoğlu, S. (1972). Kuzey Anadolu Fay Hattının Sismisitesi ve Bu Zon Üzerinde Sismik Risk Çalışmaları. Kuzey Anadolu Fayı ve Deprem Kuşağı Sempozyumu, Maden Tetkik Arama (MTA), Ankara.
- Gumbell, E.J. (1958). *Statistics of Extremes*, New York: Colombia University Pres.
- Gutenberg, B., Richter, C.F. (1944). “Frequency of Earthquake in California”, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 34: 185-188.
- Gutenberg, B., Richter C.F. (1954). “Earthquake Magnitude, Intensity, Energy and Acceleration”, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 32(3): 162–191.
- Gökmen, B. (2011). *Çankırı İli Coğrafyası*, Çankırı: Çankırı Belediyesi Kültür Yayınları.
- Jordanovski, L.R., Todorovska M.I. (1995). “Earthquake Source Parameters for Seismic Hazard Assessment: How to Obtain Them From Geologic Data, Historic Seismicity and Relative Plate Motions”, in G. Duma (Ed.), *Proc. 10th European Conf. Earthquake Engrg*, Aug. 28 - Sept. 2, 1994, Vienna, Austria. Spec. Theme Sess. S01.2: Source mechanism, Balkema, Rotterdam, 4: 2561-2566.
- Kahraman, S., Baran, T., Saatçı, A.İ, Şalk, M. (2008). “The Effect of Regional Borders when Using the Gutenberg-Richter Model, Case Study: Western Anatolia”, *Pure Appl. Geophys.*, 165: 331-347.
- Kannan, S. (2014). “Innovative Mathematical Model for Earthquake Prediction”, *Engineering Failure Analysis*, 41: 89-95.
- Ketin, İ. (1948). “Über die Tectonisch – Mechanischen Folgerungen aus den Grossen Anato-lischen Erdbebendes Letzten Dezenniums”, *Geologie Rundsh*, 36: 77–83.
- Kijko, A., Graham, G. (1998). “Parametric–Historic Procedure for Probabilistic Seismic Hazard Analysis. Part I. Estimation of Maximum Regional Magnitudemmax.”, *Pure Appl. Geo Referenc esphys.*” 152: 413–442.
- Lomnitz, C. (1973). “Poisson Process in Earthquake Studies” *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 63(2): 735.

- Manakou, M.V., Tsapanos, T.M. (2000). “Seismicity and Seismic Hazard Parameters Evaluation in the Island of Crete and the Surrounding Area Inferred from Mixed Data Files”, *Tectonophysics*, 321: 157-178.
- Özmen, B. (2001). “Kastamonu İlinin Depremselliği ve Deprem Tehlikesi”, 54. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Ankara.
- Özmen, B. (2011). “Kastamonu ve Yakın Çevresi için Deprem Olasılığı Tahminleri”, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 54(3): 109–122.
- Özmen, B. (2013). “Ankara için Deprem Olasılığı Tahminleri”, *Yerbilimleri*, 34 (1): 23–36.
- Papazachos, B.C. (1992). “A Time and Magnitude Predictable Model for Generation of Shallow Earthquakes in the Aegean Area”, *Pure Appl. Geophys.*, 138: 287–308.
- Poisson, S.D. (1838). *Recherches Sur la Probabilitedes Jugements en Matieres Criminelles et Matiere Civile*, Paris: Elibron Classic Series.
- Rafi, Z. (2005). “Analysis of Seismicity in Arabian Sea Based on Statistical Model”, *Pakistan Journal of Meteorology*, 2(4): 109- 119.
- Sayı, N., Osmaşahin, İ. (2008). “An investigation of Seismicity for Western Anatolia”, *Natural Hazards*, 44: 51-64.
- Soysal, H., Sipahioğlu, S., Kolçak, D., Altınok, Y. (1981). *Türkiye ve Çevresinin Tarihsel Deprem Kataloğu*, TÜBİTAK Projesi, Proje No: TBAG.
- Tabban, A., Gencoğlu, S. (1975). “Deprem ve Parametreleri”, *Deprem Araştırma Bülteni*, 11: 7–83.
- Tokay, M. (1973). *Kuzey Anadolu Fay Zonunun Gereke-İlgaz Arasındaki Kısımında Jeolojik Gözlemler, Kuzey Anadolu Fayı ve Deprem Kuşağı Sempozyumu*, Maden Tetkik Arama (MTA), Ankara, 12–29.
- Türkecan, A., Hepşen, N., Papak, İ., Dinçel, A., Akbaş, B., Bedi, Y., Karataş, S., Özgür, İ., B., Akay, E., Sevin, M., Mutlu, G., Sevin, D., Ünay, E., Saraç, G. (1991). *Seben - Gereke (Bolu) – Güdül - Beypazarı (Ankara) ve Çerkeş - Orta-Kurşunlu (Çankırı) Yörelerinin (Köroğlu dağları) Jeolojisi ve Volkanik Kayaçların Petrolojisi*, Maden Tetkik Arama (MTA) Rapor, No:9193 (yayımlanmamış), Ankara.
- Ünver, Ö., Gamgam, H., Altunkaynak, B. (2013). *Temel İstatistik Yöntemler*, Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yüccemen, M.S., Akkaya, A. (1996). “A Comparative Study of Stochastic Models for Seismic Hazard Estimation”, Landbased and Marine Hazards: Scientific and Management Issues, 7: 5–24.

Zhengxiang, F., Liu, J., Liu, G. (2004). “On the Long-Term Seismic Hazard Analysis in The Zhangjiakou–Penglai Seismotectonic Zone, China”, Tectonophysics, 390:75-83.

Weeks, J., Lockner, D., Byerlee, J. (1978). “Change in B – Values During Movement on Cut Surfaces in Granite”, Bull. Seism. Soc.Am., 68: 333–341.

Deprem Kataloğu (2016), Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (BÜKRDAE) Bölgesel Deprem Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi (DTİDM) veri tabanı,

<http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/zeqdb/>, Erişim Tarihi: 01.02.2016.