



Makale / Research Paper

Bilecik İli Merkezinin Depremselliğinin İncelenmesi

Burak GÖRGÜN*, Nazile URAL*

*Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bilecik/TÜRKİYE
burak.gorgun@bilecik.edu.tr

Received/Geliş: 23.01.2018

Revised/Düzeltilme: 20.02.2018

Accepted/Kabul: 22.02.2018

Öz: Bilecik ili merkezi 1.derece deprem kuşağı bölgesinde yer almasına rağmen il genelinde son yüzyılda hasar yapıcı deprem meydana gelmemiştir. Ancak tarihsel dönemde 1897 yılında Bilecik, Osmaneli’nde V şiddetinde ve 1862 yılında Bilecik Söğüt’te VI şiddetinde depremler meydana geldiği bilinmektedir. Ayrıca 1956 yılında yaşanan 6.4 büyüklüğündeki Eskişehir depremi ile 1999 yılında yaşanan 7.4 büyüklüğündeki Kocaeli Depremi il merkezi ile çevre ilçeleri etkilemiştir. İl merkezinin genel olarak kaya zemine sahip olması ve son yıllarda önemli bir deprem olmamasından dolayı Bilecik il merkezinin depremselliği hep geri planda tutulmuştur. Birçok deprem örneği göstermektedir ki kaya zeminlerde dahi deprem esnasında ciddi taşıma gücü problemleri olabilmektedir. Bu çalışmada Olasılık Yöntemi kullanılarak Bilecik iline gelecek en büyük deprem büyüklükleri tespit edilerek bölgenin depremselliği incelenmiştir. Bulunan sonuçlara göre Bilecik ilinin kuzey bölgesi Kuzey Anadolu fay hattı nedeniyle riskli bölgededir. Ayrıca ilin güney bölgesinde aktif fay kuşaklarının bulunması, bu bölge göreceli olarak düşük büyüklükte olmasına rağmen yüksek periyotlara sahip deprem riski taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: Yerel Koşulların Etkisi, Mikrobölgeleme, Deprem Risk Haritası, Olasılık Yöntemi, ArcGis Sayısal Haritalama

Determination of Seismicity of Bilecik City Center

Abstract: Although the central of Bilecik is in 1st degree earthquake zone in the last century, the damaging earthquakes haven't occurred in the province. But in the historical period in 1897 in Bilecik Osmaneli V intensity of earthquake and in 1862 in Bilecik Söğüt VI intensity earthquake are known to occur. Also the earthquakes, which has 6.4 magnitude earthquake in Eskişehir in 1956 and which has 7.4 magnitude earthquake in Kocaeli in 1999, have affected neighboring districts and the city center. Because of Bilecik has generally rock ground and there haven't been a major earthquake in recent years, Bilecik seismicity has always been kept in the background. But many earthquakes examples show that it can be serious problems for bearing capacity, even rock ground during earthquakes. In this study, using probabilistic methods, the largest earthquake magnitudes which would be in Bilecik province and the seismicity of the region is determined. According to the results, the northern part of Bilecik province is in the risky area due to North Anatolian fault line. Furthermore, because of the active fault zones in the southern region of Bilecik province, although it has relatively low magnitude this region is carrying a risk of earthquakes with high periods.

Keywords: Impact of Local Conditions, Microzonation, Earthquake Risk Map, Probabilistic Method, ArcGis Digital Mapping

1. Giriş

Bilecik, Marmara Bölgesi’nin güneydoğusunda, Marmara, Karadeniz, İç Anadolu ve Ege Bölgelerinin kesim noktaları üzerindedir. 39° ve 40° 31’ kuzey enlemleri ile 29° 43’ ve 30° 41’ doğu boylamları arasında bulunmaktadır. Bilecik ilinin yüzölçümü 4302 km²’dir. Dağlar il topraklarının %32’sine yakın bir bölümünü kaplamaktadır. Bilecik bölgesinden yüzeylenen

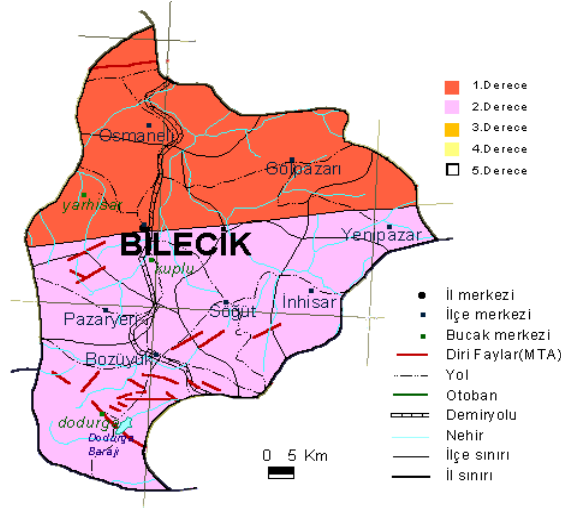
Bu makaleye atıf yapmak için

Görgün B., Ural N., “Bilecik İli Merkezinin Depremselliğinin İncelenmesi” El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi 2018, 5(2); 394-402.

How to cite this article

Görgün B., Ural N., “Determination of Seismicity of Bilecik City Center” El-Cezerî Journal of Science and Engineering, 2018, 5(2); 394-402.

birimler, Alt-Orta Miyosen volkanik ve sedimanter kayaçları ile Üst Miyosen volkanik ve sedimanter kayaçlardır. Bölgenin genelinde zemin yapısı yeşil şist olmakla beraber çeşitli alanlarda kil, kireçtaşı ve kumtaşı gibi değişik jeolojik birimler de bulunmaktadır [1]. Bilindiği üzere yeşil şistler en zayıf başkalaşım dönüşümlerinin ürünüdür. Bilecik ili merkezi 1.derece deprem kuşağı bölgesinde yer almasına rağmen il genelinde son yüzyılda hasar yapıcı deprem meydana gelmemiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Bilecik deprem haritası [2]

Ancak tarihsel dönemde 1897 yılında Bilecik, Osmaneli’nde V şiddetinde ve 1862 yılında Bilecik Söğüt’te VI şiddetinde depremler meydana geldiği bilinmektedir [3]. Ayrıca 1956 yılında yaşanan 6.4 büyüklüğündeki Eskişehir depremi ile 1999 yılında yaşanan 7.4 büyüklüğündeki 17 Ağustos İzmit Depremi il merkezi ile çevre ilçeleri etkilemiştir. İl merkezinin genel olarak kaya zemine sahip olması ve son yıllarda önemli bir deprem olmamasından dolayı Bilecik il merkezinin depremselliği hep geri planda tutulmuştur. Birçok deprem örneği göstermektedir ki kaya zeminlerde dahi deprem esnasında ciddi taşıma gücü problemleri olabilmektedir. Aynı zamanda Bilecik ilinde bulunan binalar afet yönünden ciddi riskler taşımaktadır [4]. Bu çalışmada Olasılık Yöntemi kullanılarak Bilecik iline gelecek en büyük deprem ivmeleri tespit edilerek bölgenin depremselliği hakkında incelemelerde bulunulmuştur. Bu yöntem kullanılarak birçok bölgenin deprem risk analizi yapılmıştır [5-8]. Bu çalışmada ise Bilecik ilinin deprem riski incelenmiştir. Olasılık Yöntemi yer hareketinin farklı düzeyleri için olasılık eğrileri vermek üzere kaydedilen depremsellikten elde edilen şiddet veya büyüklük-sıklık ilişkilerini kullanarak meydana gelecek depremin büyüklüğünün tahmini için kullanılan bir yöntemdir. Olasılık sismik tehlike değerlendirilmesinde Poisson modeli kullanılmaktadır. Poisson modelinde her deprem rasgele oluşur, zamandan bağımsızdır, diğerlerinden bağımsız her bir olay diğerlerini veya diğerlerinin dağılım durumunu etkilemez. Olasılık analizden elde edilen sonuçlar belli bir zaman aralığı için şiddetin veya yer ivmesinin yıllık aşılma ihtimali cinsinden ifade edilmektedir.

3. Materyal ve Metot

3.1. Deprem Verilerinin Elde Edilmesi

Bu çalışmada, Bilecik ili depremselliğini incelemek için sayısallaştırma ve olasılık yöntemi kullanılmıştır. Bu kapsamda kullanılacak deprem verileri Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Ulusal Deprem İzleme Merkezi sayfasından elde edilmiştir. Depremler 01.01.1900 tarihi ile 31.12.2008 tarihi arasında meydana gelen depremleri kapsamaktadır (Şekil 2). Bahsi geçen sayfadan Bilecik merkezinden itibaren 100 km yarıçaplı alana

4 ve üzeri büyüklüğe sahip depremler sorgulanarak elde edilmiştir. Yapılan sorgulama sonucu 4 ve üzeri deprem büyüklüğüne sahip 01.01.1900 tarihi ile 31.12.2008 tarihi arasında 234 deprem bulunmaktadır [9].

Boğaziçi Üniversitesi
Kandilli Rasathanesi ve Deprem Arastırma Enstitüsü
ULUSAL DEPREM İZLEME MERKEZİ

Katalogdan Genel Sorgulama | Katalogdan İllere Göre Sorgulama |

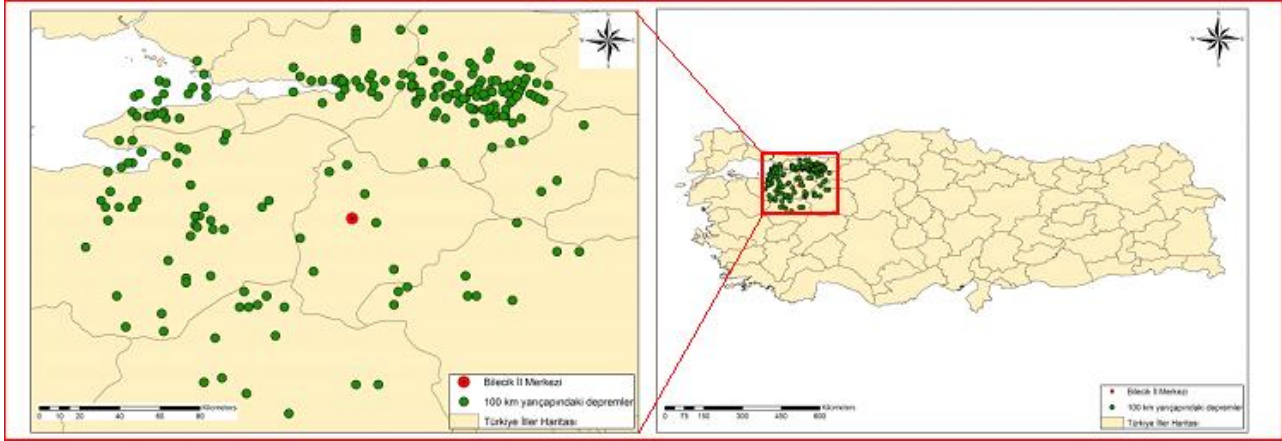
Bütünleştirilmiş Homojen Türkiye Deprem Kataloğundan İllere Göre Sorgulama Formu

İl	BİLECİK
Uzaklık (km)	100
Sorgu Başlangıç Tarihi	1900 1 1
Sorgu Bitiş Tarihi	2008 12 31
Büyüklik (Minimum)	4
Büyüklik (Maksimum)	9
Katalog	Bütünleştirilmiş Homojen Türkiye Deprem Kataloğu

< .Sorgula. >

Şekil 2. Deprem sorgulama ekranı [9]

Sorgulama ekranına istenilen bilgiler girildikten sonra belirlenen tarihlerdeki veriler liste olarak ekrana getirilmiştir (Şekil 4). Depremlerin enlem ve boylam bilgilerinden yararlanılarak tüm depremlere ait bir “shapefile” dosyası üretilmiştir. Bilecik ilinin koordinatı Enlem=40.15013100, Boylam=29.98306100 olmak üzere alınıp ArcGis programına eklenmiştir (Şekil 3). Depremlerin standart olması açısından yalnızca Moment büyüklükleri (Mw) ile hesap işlemi yapılmıştır.



Şekil 3. Bilecik il merkezini etkileyen 100km yarıçaplı alandaki depremler

Bütünleştirilmiş Homojen Türkiye Deprem Kataloğu (1900 - 2005 Arası - 4.0 'den büyük depremler)																	
Seçmiş Olduğunuz İl : BİLECİK Enlemi :40.15 Boylamı :29.98																	
İl Merkezine 100 km yarıçapındaki daire içerisine 31400 km ² 'lik alana düşen depremlerin listesi:																	
Sorgulamanın Sonuçları Aşağıdaki Gibidir :										Referanslar için Tıklayın.							
SN	Tarih	Zaman	Enlem	Boylam	Ref	Derinlik(km)	Ms	Ref	Mb	Ref	Md	Ref	Ml	Ref	Mw	Ref	Mesafe
1	5/12/1901	12:32:00.0	39,80	30,50	8	15	5	E	5	R	5	R	4,9	R	5,3	R	58
2	4/15/1905	05:36:00.0	40,20	29,00	8	6	5,6	8	5,4	R	5,4	R	5,4	R	5,7	R	81
3	4/30/1905	16:13:00.0	39,80	30,50	8	22	5,4	E	5,3	R	5,3	R	5,3	R	5,5	R	58
4	8/21/1907		40,70	30,10	8	15	5,5	8	5,4	R	5,4	R	5,3	R	5,6	R	61
5	5/29/1923	11:34:02.0	41,00	30,00	8	25	5,5	8	5,4	R	5,4	R	5,3	R	5,6	R	94
6	6/24/1925	00:00:34.5	40,88	30,39	1	10	4,6	1	4,7	R	4,7	R	4,6	R	4,8	R	87
7	12/16/1926	17:54:05.1	40,13	30,72	1	10	5,7	1	5,5	R	5,5	R	5,5	R	5,8	R	61
8	5/2/1928	21:54:32.2	39,64	29,14	1	10	6,1	E	5,8	R	5,8	R	5,8	R	6	R	89
9	5/6/1928	18:00	39,80	30,50	8	12	5	E	5	R	5	R	4,9	R	5,3	R	58
10	10/15/1932	22:19:54.0	40,90	30,60	8	15	4,5	8	4,6	R	4,6	R	4,6	R	4,7	R	97
11	7/25/1939	03:40:28.5	39,75	29,52	1	50	5,2	E	5,1	R	5,1	R	5,1	R	5,4	R	58
12	7/31/1939	13:32:48.4	39,80	29,60	1	10	4,8	E	4,9	R	4,8	R	4,8	R	4,9	R	50

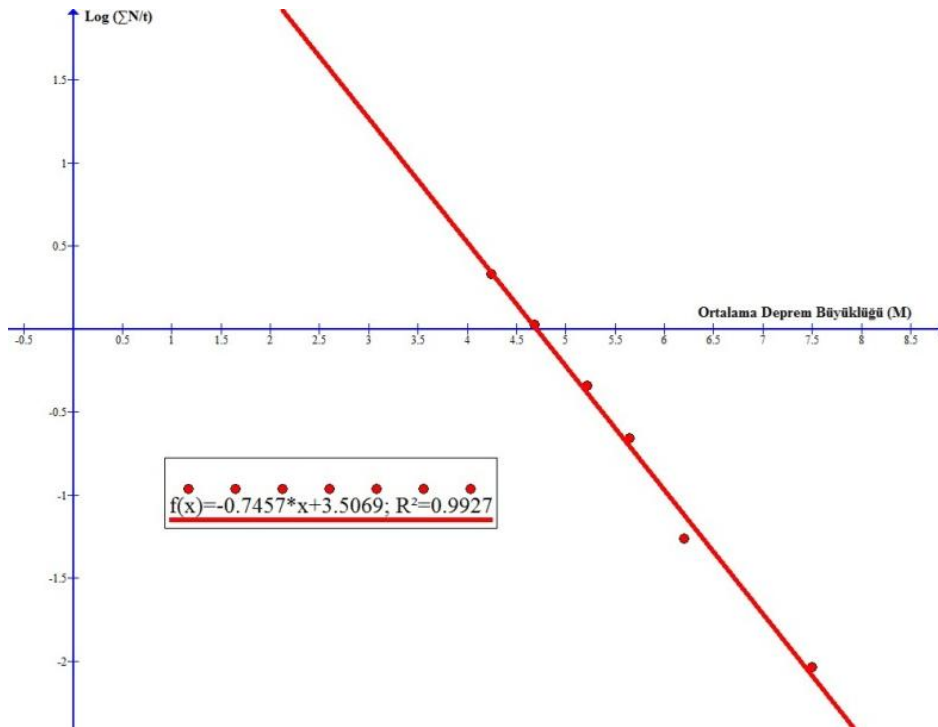
Şekil 4. Bilecik merkezini etkileyen depremler [9]

3.2. Deprem Verileri ile Olasılık Değerlerinin Bulunması

M_w deprem büyüklüklerinden yararlanılarak $4.0 \leq M_w < 4.5$ büyüklüğü ile başlayarak $7.5 \leq M_w < 8$ büyüklüğüne kadar depremler sıralanarak, deprem büyüklükleri ile frekansları arasındaki ilişki bulunmuştur (Tablo 1). Burada; N deprem sayısını, t ise oluşma süresini ifade etmektedir. Bulunan frekanslar ile Gutenberg ve Richter (1954); $\log N = a - bM$ (1) eşitliği kullanılarak [10], $\log(\sum N/t)$ (2) değerlerine karşılık gelen deprem kuvvetleri grafiksel olarak belirlenip “a” ve “b” parametreleri bulunmuştur (Şekil 5). Burada N deprem sayısını, t depremin oluşma süresini, M ise ortalama deprem büyüklüğünü ifade etmektedir. Ortalama deprem büyüklüğü ile kümülatif deprem sayılarının zamana oranlanmasıyla elde edilen sayının logaritmasının doğrusal regresyonu yapılarak, doğrusal ilişkinin katsayıları a ve b katsayıları belirlenmektedir.

Tablo 1. Deprem büyüklükleri ile frekansları arasındaki ilişki

Büyüklik Aralıkları	$4.0 \leq M_w < 4.5$	$4.5 \leq M_w < 5.0$	$5.0 \leq M_w < 5.5$	$5.5 \leq M_w < 6.0$	$6.0 \leq M_w < 6.5$	$6.5 \leq M_w < 7.0$	$7.0 \leq M_w < 7.5$	$7.5 \leq M_w < 8.0$
Deprem Sayısı (N)	118	66	26	18	5	0	0	1
Ortalama Büyüklük (M_{ort})	4.24	4.68	5.22	5.65	6.2	0	0	7.5
Kümülatif Deprem Sayısı ($\sum N$)	234	116	50	24	6	1	1	1
$\sum N/t$	2.147	1.064	0.459	0.220	0.055	0.009	0.009	0.009
$\log(\sum N/t)$	0.332	0.027	-0.338	-0.657	-1.259	-2.037	-2.037	-2.037



Şekil 5. Deprem büyüklüğü ile sıklığı arasındaki ilişki

Şekilde verilen grafikteki doğrunun eğiminden “a” parametresi (-0.7457) ve “b” parametresi (3.5069) olarak bulunmuştur. Daha sonra bulunan bu parametreler ile 5, 5.5, 6, 6.5, 7, 7.5 büyüklüğündeki depremlerin ortalama yıllık oluşum oranları (λ değerleri) bulunmuştur. Sismik tehlike açısından tekrarlanma periyodu (T) kullanılmaktadır. T belli bir yer hareketi seviyesinin ortalama yıllık oluşum oranının (λ) tersidir. T değeri biliniyorsa herhangi bir süre (t) için aşılma ihtimali;

$$P[N(t) \geq 1] = 1 - P[N(t)=0] = 1 - e^{-\lambda t} \quad (3)$$

formülü yardımıyla bulunabilir. Burada; N deprem sayısını, t ise oluşma süresini ifade etmektedir. P(N(t)) ile de t süresi içinde deprem olma olasılığı ifade edilmektedir.

$P[N(t) \geq 1] = 1 - P[N(t)=0] = 1 - e^{-\lambda t}$ (3) olasılık formülü kullanılarak 10 yıl, 50 yıl, 75 yıl ve 100 yıl zaman dilimleri için olasılık değerleri bulunarak, $T = \lambda^{-1}$ ilişkisi yardımıyla tekrarlanma periyodu bu deprem büyüklükleri için hesaplanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Olasılık değerleri ve ortalama tekrarlanma periyodlarının bulunuşu

$\lambda = \text{Log}(\sum N/t)$	Büyüklik (Mw)	Zaman Dilimi (t)		Olasılık (%)		Ortalama Tekrarlanma Periyodu (Yıl)
		10 Yıl	50 Yıl	75 Yıl	100 Yıl	
0.600038781	5	0.9975222	1	1	1	1.66655894
0.254278643	5.5	0.921353	0.99999699	1	1	3.93269363
0.107755749	6	0.659574	0.99542792	0.999691	0.999979	9.28024731
0.045663691	6.5	0.3665897	0.89804101	0.967443	0.989604	21.8992370
0.019350918	7	0.1759377	0.61998552	0.765739	0.855589	51.6771340
0.008200345	7.5	0.0787312	0.33636121	0.459373	0.559584	121.946083

4. Bulgular

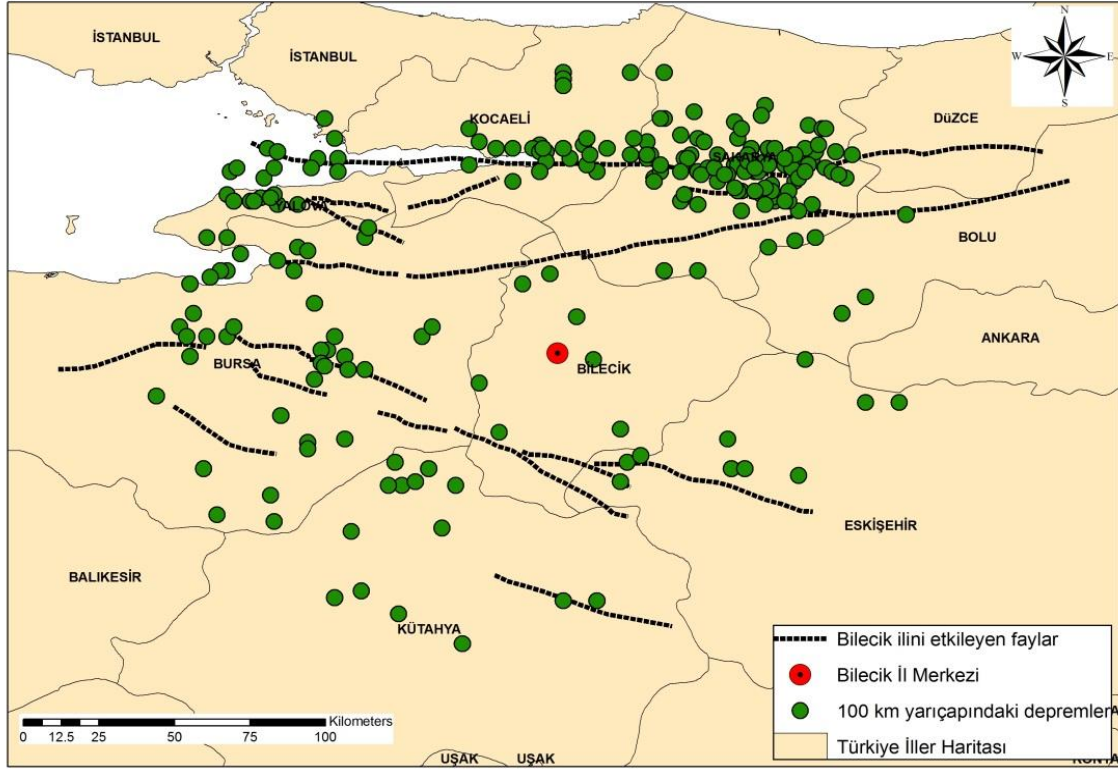
ArcGis programı ile sayısallaştırılarak haritalanan depremler kümülatif olarak analiz edilerek Bilecik ilini etkileyecek olan depremler elde edilmiştir (Şekil 6). Sayısal haritalardan elde edilen fay hatları bu depremler ile kesiştirilerek Bilecik ilinin deprem oluşturan unsurları tespit edilmiştir (Şekil 7). Daha sonra söz konusu fayların uzunlukları belirlenerek Bilecik il merkezine olan uzaklıkları tespit edilmiştir [11]. Wells ve Coppersmith (1994) tarafından önerilen;

$$M_w = 5.08 + 1.16 \log(SRL) \quad (4)$$

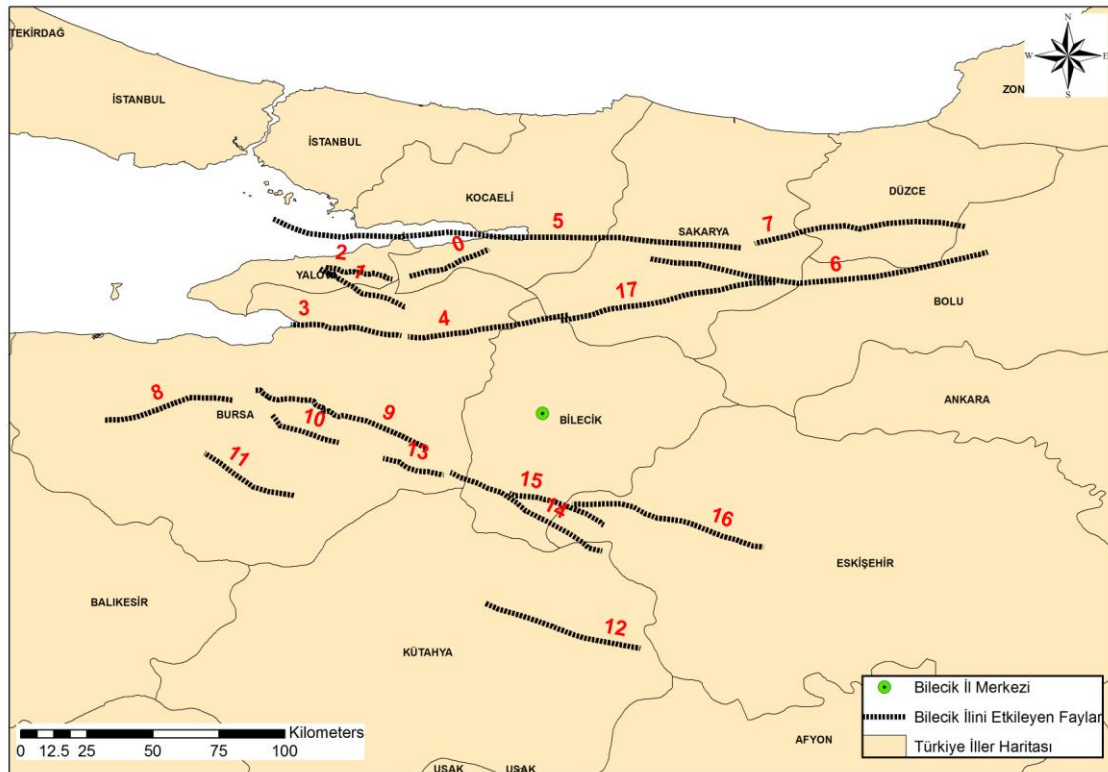
formülasyonu kullanılarak yüzey kırığı uzunluğu ile fayların oluşturacağı en büyük deprem potansiyelleri belirlenmiştir [12]. Burada; Mw, moment büyüklüğünü, SRL, yüzey kırığı uzunluğunu (km) ifade etmektedir. Belirlenen bu deprem büyüklükleri ile Ulusay ve diğ. (2004) tarafından Türkiye deprem verileri dikkate alınarak önerilen azalım ilişkisi kullanılarak maksimum ivme değerleri;

$$[a_{\max} = 2.18e^{0.0218} (33.3 M_w - R_e + 7.8427 S_A + 18.9282 S_B)] \quad (5)$$

formülü kullanılarak kaya, toprak zemin ve gevşek zeminler için bulunmuştur (Tablo 3)[13]. Burada S_A ve S_B saha koşulları olup; kaya için $S_A=0$, $S_B=0$, toprak zemin için $S_A=1$, $S_B=0$, gevşek zemin için $S_A=0$, $S_B=1$ olarak verilmektedir. R_e değerlendirme yapılan alana uzaklık, M_w deprem büyüklüğü, a_{max} en büyük yatay yer ivmesidir. Tablodaki sıralama oluşacak maksimum ivmelere göre yapılmıştır.



Şekil 6. Bilecik ilini etkileyecek depremlerin belirlenmesi



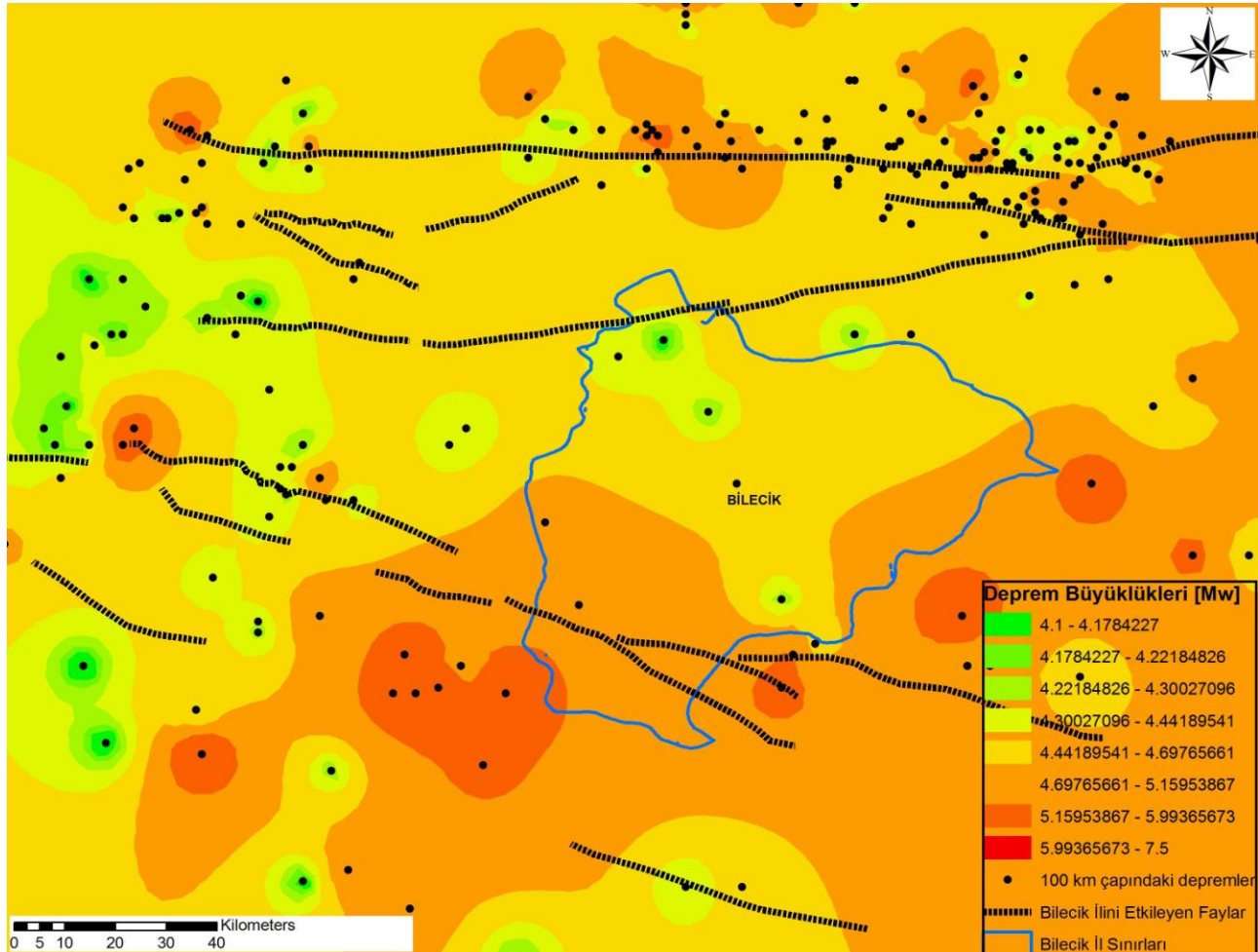
Şekil 7. Bilecik ilini etkileyecek fayların belirlenmesi

Tablo 2. Kaya, toprak zemin ve gevşek zemin için maksimum ivmeler ile Bilecik ilini etkileyecek fayların oluşturacakları potansiyel maksimum deprem büyüklükleri

Fay No	Bilecik'ten Uzaklığı (km)	Fay Uzunluğu (km)	En Büyük Magnitude (Mw)	PGA (kaya) (gal)	PGA (toprak zemin) (gal)	PGA (gevşek zemin) (gal)
5	64.5	136.8740	7.5581	41.705615	43.4530045	45.9229047
6	65	100.2430	7.4012	40.430110	42.1774995	44.6473997
17	33	63.9297	7.1746	45.878622	47.6260117	50.0959119
7	88	62.0910	7.1599	33.515305	35.2626948	37.7325950
5	64.5	136.8740	7.5581	41.705615	43.4530045	45.9229047
6	65	100.2430	7.4012	40.430110	42.1774995	44.6473997
17	33	63.9297	7.1746	45.878622	47.6260117	50.0959119
7	88	62.0910	7.1599	33.515305	35.2626948	37.7325950
16	37	59.3531	7.1372	44.709918	46.4573082	48.9272083
9	35.7	57.2230	7.1188	44.863047	46.6104373	49.0803375
14	33	54.1272	7.0908	45.256877	47.0042667	49.4741668
12	75	48.8533	7.0391	35.515502	37.2628917	39.7327919
4	32	47.2522	7.0223	44.971453	46.7188429	49.1887430
8	88	39.3593	6.9303	31.811812	33.5592023	36.0291024
3	48	32.6985	6.8369	40.031024	41.7784142	44.2483144
11	78	31.6551	6.8205	33.225209	34.9725988	37.4424989
15	33	30.7603	6.8061	43.144576	44.8919656	47.3618658
1	54	29.3943	6.7832	38.295775	40.0431654	42.5130655
0	59	25.3284	6.7082	36.625298	38.3726880	40.8425882
10	59	23.2318	6.6647	36.302555	38.0499444	40.5198446
2	64	20.8507	6.6102	34.784175	36.5315647	39.0014648
3	37	19.1030	6.5661	40.472703	42.2200931	44.6899933

Çalışma sonunda bulunan ve gerçekleşmesi beklenen depremlerin büyüklükleri kullanılarak ArcGis programının Geostatistical analizi kullanılarak, ters mesafe ağırlıklı yöntem ile enterpolasyon yapılmış ve Bilecik ilinin ait deprem risk haritası oluşturulmuştur (Şekil 8). Oluşturulan bu grafiğe göre; Bilecik ilinin kuzey bölgesi yüksek genlikli ama düşük periyota sahip depremler tarafından etkilenmektedir. Bu durum ilin kuzey bölgesinden Kuzey Anadolu fay hattının geçmesi sebebiyle

oluşmaktadır. Kuzey Anadolu fay hattının varlığı Bilecik ilinin riskli alan olmasına sebep olmaktadır. Dahası, ilin güney bölgesinde aktif deprem faylarının bulunması bu bölgede düşük büyüklüklere sahip olmasına rağmen sık sık depremler olmasına sebep olmaktadır. Bilecik ili genel olarak kaya zemine sahip olmasına rağmen çok sayıda deprem örneği göstermektedir ki kaya zeminlerde dahi deprem esnasında zeminlerde ve yapılarda riskli durumlar oluşabilmektedir. Bu sebeple risklerin önceden belirlenip buna göre önlemler alınması gerekmektedir.



Şekil 8. Bilecik ili deprem risk haritası

5. Sonuçlar

Bu çalışmada Bilecik iline gelecek olan depremlerin ivmeleri, bu depremlerin gerçekleşebileceği periyotlar ile 10 yıl, 25 yıl, 50 yıl ve 100 yıl içinde gerçekleşmesi beklenen depremlerin büyüklükleri ile bu depremlerin olma olasılıkları tespit edilmiştir. Türkiye Cumhuriyeti Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı tarafından belirlenen Bilecik risk haritasında Bilecik ilinin bazı bölgeleri 1. ve bazı bölgeleri 2. derece deprem bölgelerinde yer almasına rağmen Bilecik ili merkezi ise 1. Derece deprem bölgesindedir. Bilecik merkezine uzaklığı en fazla 100km olan fayların özellikleri ve eski deprem verileri kullanılarak, yapılan Olasılık Yöntemi ile belirlenen deprem moment büyüklükleri belirlenmiştir. Sonuç olarak Bilecik ili deprem risk haritası sayısallaştırma metodu ile bulunmuştur. Bulunan sonuçlara göre Bilecik ilinin kuzey bölgesi Kuzey Anadolu fay hattı nedeniyle riskli bölgededir. Ayrıca ilin güney bölgesinde aktif fay kuşaklarının bulunması, bu bölge göreceli olarak düşük büyüklükte olmasına rağmen yüksek periyotlara sahip deprem riski taşımaktadır.

Kaynaklar

- [1] Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, [Çevrimiçi]. Available: "<http://www.mta.gov.tr/v2.0/bolgeler/balikesir/index.php?id=bolgesel-jeoloji>", 2 Ocak (2018).
- [2] Bilecik İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, [Çevrimiçi]. Available: "<http://www.bilecikafad.gov.tr/index.php/bilecik-deprem-risk-haritasi>", 2 Ocak (2018).
- [3] Demirtaş, R., "17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi Depremi Raporu", TC Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, (2000).
- [4] Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, [Çevrimiçi]. Available: "<http://www.csb.gov.tr/iller/bilecik/index.php?Sayfa=sayfa&Tur=webmenu&Id=12539>", 2 Ocak (2018)
- [5] Özşahin, E., Değerliyurt, M., "Modeling of Seismic Hazard Risk Analysis in Antakya (Hatay, South Turkey) by Using GIS", International Journal of Innovative Environmental Studies Research, 2013, 1(3):31-54.
- [6] Kazmacı, İ. G., Kanbur, M. Z., "İsparta Bölge Hastanesi'nin Sismik Tehlike Analizi", International Burdur Earthquake & Environment Symposium (Ibees2015), Burdur, Türkiye, 7-9 May (2015).
- [7] Aktepe, E., Aydın, C., "İzmir Çevresinde Yapılan Sismotektonik Araştırmaların Cbs ve Mekansal İstatistik Yöntemler Kullanılarak Değerlendirilmesi", TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi 2013, Ankara, Türkiye, 11-13 Kasım (2013).
- [8] Konu, A., Karaduman, M., "Coğrafi Bilgi Sistemleri (Cbs) İle Bingöl/Karlıova İlçesi Deprem Zarar Tahmin Çalışmaları", International Burdur Earthquake & Environment Symposium (Ibees2015), Burdur, Türkiye, 7-9 May (2015).
- [9] Deprem Bilgi Sistemi, Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Ulusal Deprem İzleme Merkezi, , [Çevrimiçi]. Available: www.koeri.boun.edu.tr, 2 Ocak (2018).
- [10] Gutenberg B., Richter C. F., "Seismicity of the Earth and Associated Phenomena", Princeton NJ: Princeton University Press, 19, (1954).
- [11] Johnston, K., Ver Hoef, J. M., Krivoruchko, K., Lucas, N., "Using ArcGIS Geostatistical Analyst", Redlands: Esri, Vol. 380, (2001).
- [12] Wells, D. L., Coppersmith, K. J., "New Empirical Relationships Among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area, And Surface Displacement", Bulletin of the Seismological Society of America, 1994, 84(4):974-1002.
- [13] Ulusay, R., Tuncay, E., Sonmez, H., Gokceoglu, C., "An Attenuation Relationship Based on Turkish Strong Motion Data and Iso-Acceleration Map of Turkey", Engineering Geology, 2004, 74(3):265-291.