



Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi

The Journal of International Social Research

Cilt: 9 Sayı: 45 Volume: 9 Issue: 45

Ağustos 2016 August 2016

www.sosyalarastirmalar.com Issn: 1307-9581

**TÜRKİYE'DE DEPREMLERİN MEKÂNSAL DAĞILIMI: JEO-İSTATİSTİKSEL & MEKANSAL
İSTATİSTİKSEL BİR YAKLAŞIM**
**THE SPATIAL DISTRIBUTION OF EARTHQUAKES IN TURKEY: A GEOSTATISTICAL & SPATIAL
STATISTICAL APPROACH**

Serpil MENTEŞE*
Şermin TAĞIL**

Öz

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'deki depremlerin mekansal kümelenmelerini tespit etmektir. Bu nedenle çalışmada 2005-2015 yılları arasında Türkiye'de meydana gelen ve büyüklükleri $4 \geq$ olan deprem verisi kullanılmıştır. Çalışmada deprem noktalarının merkezi eğilim hesaplanırken ortalama merkez, medyan merkez ve standart mesafe yöntemleri kullanılmıştır. Deprem noktalarının mekansal oto-korelasyonu ve kümelenmesinin tespitinde ise Moran I, Genel G İstatistiği ve Lokal G istatistiği yöntemlerinden yararlanılmıştır. Sonuç olarak, Türkiye genelinde şiddeti yüksek depremlerin yoğunlaştığı bölgenin Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ile Doğu Anadolu Fayı (DAF) nın birleştiği alanda olduğu gözlenmiştir. Ancak bölgesel farklılıklar dikkate alındığında, KAF boyunca Amasya'nın kuzeyi; KAF'ın güney kolundaki Bandırma çevresi, Urla yarımadasının güneyi ve Konya çevresinin de istatistikî olarak anlamlı sıcak bölgeler olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Deprem, Kümelenme, Mekânsal İstatistik, Nokta Pattern, Türkiye.

Abstract

The aim of this study is to detect clusters of earthquakes in Turkey. We used the 2005-2015 earthquakes data with event magnitudes $4 \geq M$ in analysis. Based on this data, it was determined distribution, density of earthquakes epicenter by using geostatistical and spatial statistical methods. In the study, mean center, spatial mean and standart distance were used to calculate central tendency of earthquake points. Moran's I, General G Statistics and Local G Statistics from geostatistic analysis were used to detect spatial autocorrelation and clusters of earthquake. Across the Turkey, the maximum earthquake intensity is in and around the joined area of the North Anatolian Fault (NAF) and Eastern Anatolian Fault (EAF). However, when considering the regional differences, Amasya on the NAF, Bandırma on the southern zone of the NAF, the south of the Urla Peninsula and around the Konya appears to be statistically significant hot spots. It is show that the seismic-activity rate is very high in around the those regions.

Keywords: Earthquake, Clustering, Spatial Statistics, Point Pattern, Turkey.

1. GİRİŞ

Alp Himalaya deprem kuşağı üzerinde yer alan Türkiye'de sıklıkla ve farklı büyüklüklerde depremler yaşanmaktadır (Özel ve Solmaz, 2012: 126). Türkiye'de depremler genellikle, Atlas Okyanusu sırtının iki tarafa yayılmasına bağlı olarak Afrika-Arabistan levhalarının kuzey-kuzeydoğuya hareket etmesiyle bağlantılı olduğu farklı çalışmalarda ortaya konmuştur (Aksoy vd., 2015: 1; Şahin ve Sipahioğlu, 2009). Kısaca depremlerin ana kaynağını, Arabistan levhasının Avrasya levhasına çarpması ve çarpışma sonrasında kuzeye doğru hareketine bağlı olarak gelişen Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu fay zonları oluşturmaktadır (Aksoy vd., 2015: 1). Diğer yandan gerçekleşen depremler aktif faylar üzerinde yer almaktadır. Doğal olarak, mekansal olarak faylar ile depremler arasında çok yakın bir ilişki vardır (Şahin ve Sipahioğlu, 2009; Sezer, 2006: 18). Türkiye'de yerbilimleri ile ilgilenen çeşitli disiplinlerde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) uygulamaları sıklıkla kullanılmaktadır (Altuncu Poyraz ve Kalafat, 2012: 26). Ayrıca, birçok unsurun mekansal düzeni CBS araçlarından olan jeostatistiksel yöntemler ile istatistikî olarak değerlendirilebilmektedir (Tağil ve Alevkayalı, 2013: 370). Her ne kadar depremlerin oluşumu faylar ile ilişkili olsa da mevcut faylar üzerinde daha çok risk bölgelerini ortaya koymak adına CBS faydalı araçlar sunmaktadır. Öyleki, istatistiksel tekniklerden yararlanarak belirli bir olayın (deprem) farklı lokasyonlardaki ilişkisinin saptamasında nokta desen analizi, güçlü bir araç olarak kullanılmaktadır (Zimeras, 2008: 112). X-Y koordinat çiftinden oluşan deprem episantrları nokta desen analizine uygun veriler olması ile dikkati çekmektedir.

Türkiye'de depremlerle ilgili olarak jeo-istatistiksel yöntemlerin yaygın bir biçimde kullanılmadığı görülmektedir (Tağil ve Alevkayalı, 2013: 370 ve Bakak, 2016: 52). Tağil ve Alevkayalı (2013: 369) Ege Bölgesinde, Aktepe ve Aydın (2013: 1) İzmir ve yakın çevresinde, Bakak (2016: 51) ise Sığacık Körfezi'nde (İzmir) depremlerin mekansal dağılımının tespitinde jeostatistiksel yöntemlerden yararlanmışlardır. Alp Himalaya deprem kuşağı içerisinde bulunan Türkiye'de meydana gelmesi olası bir depremde can ve mal

*Yrd. Doç. Dr., Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü.

**Prof. Dr., Balıkesir Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü.

kayıplarını minimuma indirmek için bu tahminler önemlidir (Bilen vd., 2015: 41). Gökaya (2016: 1)'da Türkiye'de gerçekleşmiş depremlerin kümelenme analizlerini yapmıştır.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de 2005-2015 yılları arasında magnitudü (M) 4'e eşit ve 4'ün büyük olan depremlerin episantr dağılımlarının mekânsal desenini ortaya koymaktır. Bu çalışmada Türkiye'de 2005-2015 yılları arasında meydana gelmiş olan depremlerin mekânsal paterni ile kümelenmenin ortaya konmasında CBS tabanlı mekânsal patern analiz teknikleri kullanılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Malzeme ve Yöntem

2.1.1. Veri

Bu çalışmada, 2005-2015 yılları arasında Türkiye'de meydana gelen büyüklükleri $4 < M$ olan deprem verisi kullanılmıştır. Veriler Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi'nin web sayfasındaki deprem katalogundan elde edilmiştir. Veri katalogu, her bir depreme ait enlem, boylam, yıl, ay ve magnitud verilerinden oluşmaktadır. Veriler öncelikle enlem ve boylam koordinat verileri kullanılarak nokta veriye dönüştürülmüş ve böylece CBS kapsamında analiz edilmiştir. Ayrıca şiddeti yüksek depremlerin Türkiye'nin farklı kesimlerindeki mekânsal deseni ortaya koymak amacı ile de Türkiye doğu, batı, güney, kuzey ve orta kesimler olarak ayrılmış ve sonuç olarak da değerlendirmeler de bulunulmuştur. Deprem verisi ile ilişkilendirilecek olan fay verisi ise Maden Teknik Arama (MTA) dairesinden sağlanmıştır.

2.1.2. Mekânsal istatistikler

Yöntem olarak çalışmada jeo-istatistiksel tekniklerden nokta patern analizi kullanılmıştır. Noktasal veri modellerinin temel özelliği merkezi eğilimdir (Tağıl ve Alevkayalı, 2013: 372). Çalışmada deprem noktalarının merkezi eğilim hesaplanırken ortalama merkez, medyan merkezi yöntemleri kullanılmıştır. Ortalama merkez coğrafi bir verinin ağırlık merkezi (Çubukçu, 2015; 188) yani ortalama yerini vermektedir. Bu yöntem en uygun ortalama konumu vermesi açısından önemlidir (Lee ve Wong, 2001: 43). Her bir episantrdan olan en kısa mesafenin merkezi ise medyan merkezi ile ölçülmektedir (Tağıl ve Alevkayalı, 2013: 372). Mekânsal yayılımın ölçülmesinde standart uzaklık yöntemi kullanılmıştır. Standart uzaklık noktaların merkezi ortalamadan sapmasını ölçmesi bakımından önemlidir (Lee ve Wong, 2001: 45).

Depremlerin mekânsal oto-korelasyonu Moran's I ve Global G indexleri ile analiz edilmiştir. Moran I -1 ile +1 arasında değişen değerleri vermektedir. Negatif değerler komşu değerlerin çok farklı olduğunu; pozitif değerler kümelenme olduğunu; 0 ise gözlenen değerlerin rastgele dağıldığını göstermektedir. Global G İstatistiği (G) sıcak alanları (hot spot) ve soğuk alanları (cold spot) ortaya koymaktadır (Ord ve Getis, 1995: 288). Sıcak alanlar ve soğuk alanlar, mekânsal yoğunlaşmayı göstermektedir.

Lokal Gi istatistiği ise harita tabanlı sıcak alanları göstermek amacıyla kullanılmıştır. Diğer bir deyişle Gi, harita üzerinde düşük ya da yüksek değerlerden kümelenme olup olmadığını göstergesidir. Yüksek değerdeki Gi ortalamadan yüksek değerlere sahip komşu deprem merkezlerinin; düşük değerdeki Gi ortalamadan düşük olan deprem merkezlerinin kanıtıdır.

3. Bulgular

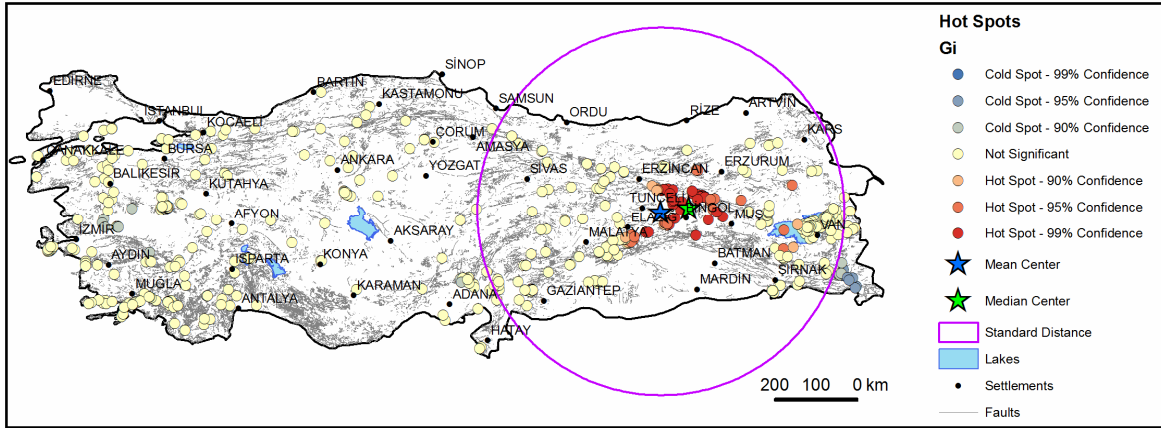
Türkiye'de 2005-2015 yılları arasında magnitudü 4 ve 4'ten büyük olan 547 adet deprem vuku bulmuştur. Bu tarihler arasında Türkiye'de en büyük deprem 23 Ekim 2011 yılında 7.2 M ile Van da gerçekleşmiştir.

Türkiye'de vuku bulan depremlerin mekânsal dağılımını ortaya koyarken çalışmada merkezi eğilim istatistikleri (ortalama merkez, medyan merkezi ve standart mesafe) yöntemlerinden yararlanılmıştır. Öncelikle şiddeti yüksek olan deprem episantrlarının çalışma alanındaki hangi bölgede yoğunlaştığı, ortalama merkez yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Şiddeti yüksek olan deprem episantrlarının ortalama merkezinin, yaklaşık olarak Tunceli'nin güneydoğusuna (Şekil 1) denk geldiği gözlenmektedir. Ortalama merkezin çalışma alanının doğu kesimlerinde yer alması, şiddeti yüksek depremlerin Türkiye'nin doğusunda yoğunlaştığını göstermektedir. Türkiye'nin doğusunda yoğunlaşan şiddeti yüksek depremler Doğu Anadolu Fay zonu ile Kuzey Anadolu Fay zonu oluşturduğu tektonik deformasyonla yakından ilgilidir. Zaten Türkiye'nin jeolojik özellikleri dikkate alındığında, önemli fay zonları üzerinde bulunan bölgelerde farklı şiddetlerde depremlerin gerçekleşebileceği bilinen bir gerçektir. Aynı zamanda bu depremlerin önemli can ve mal kayıplarına neden olabileceği de bilinmektedir.

Merkezi eğilimin belirlenmesinde diğer bir önemli kriter ise medyan merkezinin belirlenmesidir. Medyan merkezi, şiddeti yüksek olan deprem episantrlarının, ortalama merkezin neresinde yer aldığı hakkında bilgi vermektedir (Şekil 1). İncelenen dönem içerisinde şiddeti yüksek olan deprem episantrlarının tamamı dikkate alındığında medyan merkezi, ortalama merkez de olduğu gibi yine Türkiye'nin doğusunda konumlanmaktadır. Medyan merkezi ortalama merkezin doğusuna yaklaşık olarak Bingöl'ün kuzeyine denk gelmektedir. Kısacası, hem ortalama merkez hem de medyan merkezi Türkiye'nin doğusunda yer almıştır. Bu durum şiddeti yüksek depremlerin çalışma alanının doğusunda dağıldığını göstermektedir.

Merkezi eğilim istatistiklerinden bir diğeri ise standart uzaklık çemberidir. Standard uzaklık çemberi, deprem episantrlarının ortalama merkezden olan dağılımları hakkında fikir vermektedir (Aktepe ve Aydın, 2013; 5). Eğer standard uzaklık çemberi, geniş bir alana yayılmış ise şiddeti yüksek deprem episantrlarının dağınık bir yapı sunduğu; çember daha küçük bir alanı kapsıyor ise şiddeti yüksek depremlerin birbirine daha yakın alanlarda olduğu hakkındaki bilgiyi vermektedir. Şekil 1 de gözlemlendiği gibi standard uzaklık çemberi ortalama merkez ve medyan merkezin çevresinde geniş bir alanı kapsamaktadır. Doğu Anadolu bölgesinin, sıkışma zonu içerisinde kalması standard uzaklık çemberinin hemen hemen Türkiye'nin tüm doğusunu kapsamasına neden olmaktadır. Kuzey Anadolu Fay zonu ile Doğu Anadolu Fay zonu arasında kalan bu alan aktif fay sistemleri nedeniyle deprem olgusunu yaşamaktadır.

Şekil 1: Şiddeti yüksek depremlerin Türkiye'deki mekansal dağılımı.



Çalışmada depremlerin mekansal oto-korelasyonu ise Moran's I ve Global G indexleri ile analiz edilmektedir. Elde edilen Moran ve General G indeks sonuçları incelendiğinde Türkiye'de şiddeti yüksek depremlerin belirli alanlarda kümelenme gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 1). Global G İstatistiği (G) sıcak alanları (hot spot) ve soğuk alanları (cold spot) ortaya koymaktadır. Tablo 1 de görüldüğü gibi pozitif z değerleri, mekansal desenin yüksek değerde kümelerden oluştuğunu göstermektedir. Şekil 1 incelendiğinde de Gi istatistik sonuçlarına göre %99 güven aralığında anlamlı kümelenme Tunceli Elazığ çevresindedir.

Tablo 1: Moran ve General G İndeksi Sonuçları.

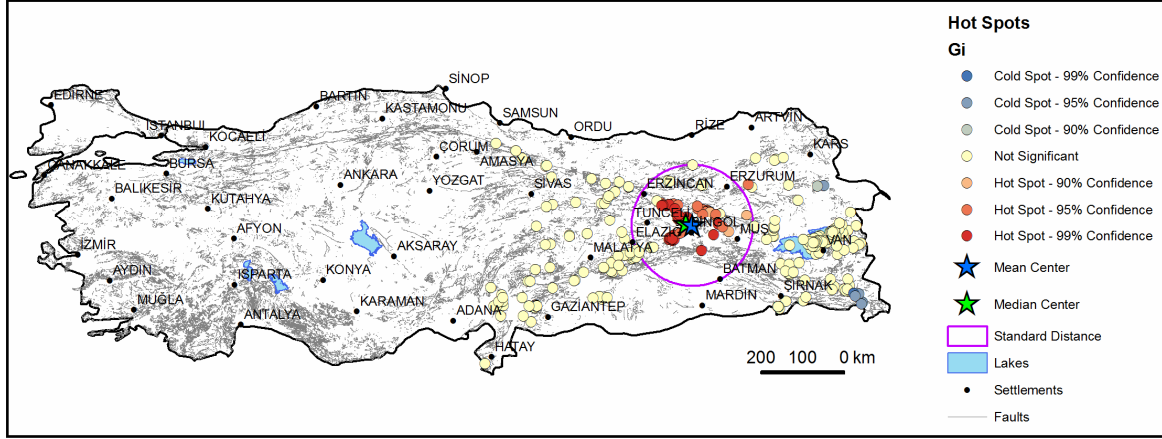
	Moran's Index	0,02
	z-score	2,75
Deprem (2005-2015)	p-value	0,01
	General G	0,07
	z-score	1,6
	p-value	0,10

Çalışmada ayrıca şiddeti çok yüksek olan depremlerin mekansal paterni farklı bölgeler dikkate alınarak incelenmiştir. Çünkü Türkiye'de gerçekleşebilecek depremlerin niteliği, oluş mekanizması ve depremlerin etkileme biçimi bölgelere göre farklılıklar göstermektedir (Özel ve Solmaz, 2012; 127). Türkiye oldukça aktif Doğu Anadolu Fayı, Kuzey Anadolu Fayı, Doğu Anadolu Sıkışma Bölgesi, Ege Graben Sistemi ve Helenik - Kıbrıs Yayı gibi tektonik birimlerden oluşmaktadır (Biricik ve Korkmaz, 2001; 56). Bu nedenle çalışmada, Türkiye'de büyüklüğü $M \geq 4$ olan depremler beş gruba (doğu, kuzey, batı, orta ve güney) ayrılarak incelenmiştir.

Türkiye'de depremlerin yoğun olarak yaşandığı bölgelerden birisi de Doğu Anadolu Bölgesidir. Çünkü Doğu Anadolu Bölgesi, Bitlis Kenet Kuşağı olarak bilinen deformasyon zonu boyunca Arap levhası ile Anadolu levhasının çarpışması ile kuzeye doğru hareket etmektedir. Çarpışma Bingöl-Karlıova-Erzincan birleşim üçgeni noktasından itibaren sol yönlü Doğu Anadolu Fayı ile sağ yönlü doğru atımlı Kuzey Anadolu Fayı ile yönetilmektedir. Ayrıca, Bingöl-Karlıova-Erzincan birleşim üçgeni noktasının doğusunda çarpışma sonucunda genellikle KD-GB doğrultulu sol yönlü, KB-GD doğrultulu sağ yönlü faylar bölgenin baskın elemanlarını teşkil etmektedir (Işık vd., 2012; 154). Şekil 1 de gözlenen ve aslında bilinen tablo dışındaki durumun ortaya konulması açısından, bölgesel farklılığın önemli olduğu düşünülmektedir. İlk olarak şiddeti yüksek olan deprem episantrlarının çalışma alanının doğu kesimlerinde hangi bölgede yoğunlaştığı, ortalama merkez yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Sadece Türkiye'nin doğu kesimlerinde meydana gelen şiddeti yüksek depremlerin ortalama merkezi yaklaşık olarak Bingöl'ün kuzeyinde; medyan merkezi ise ortalama merkezin batısında yer almaktadır (Şekil 2). Gi istatistik sonuçlarına göre de bu bölge şiddeti yüksek depremler açısından %99 güven aralığında sıcak bölge oluşturmaktadır. Bu alan Şekil 1'de de gösterildiği gibi tüm Türkiye'de gerçekleşen depremler için de sıcak bölge özelliğine sahiptir. Standard uzaklık çemberi yaklaşık olarak Bingöl, Tunceli, Muş, Erzurum ve Elazığ çevresindedir. Bu durum ve

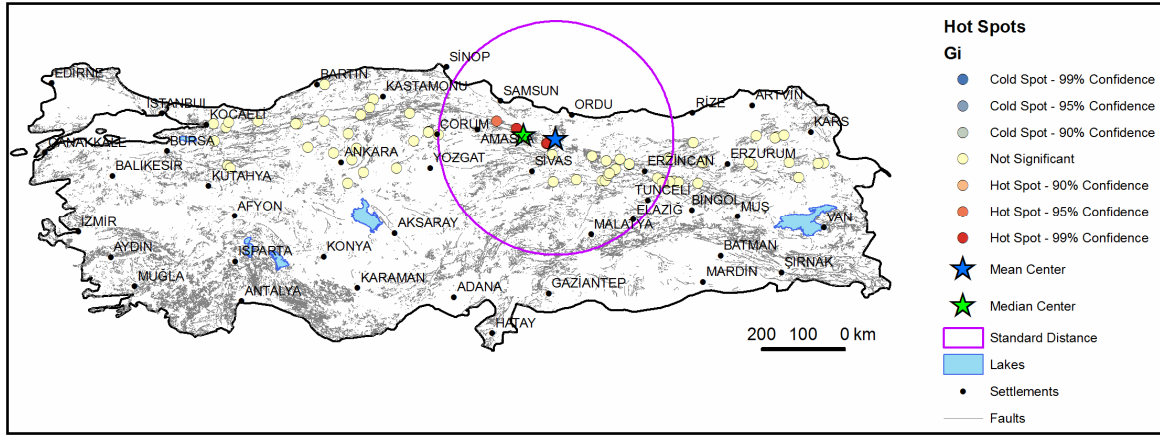
çemberin dar bir alanı kapsaması, çalışma alanının doğu kesimlerinde meydana gelen şiddeti yüksek depremlerin belirli bir alanda yoğunlaştığını göstermektedir. Anadolu'nun doğu kesimlerinin neotektoniği, Arabistan-Avrasya yaklaşmasının halen faal olmasından türemektedir (Şengör, 1980; 19).

Şekil 2: Şiddeti yüksek depremlerin Türkiye'nin doğu kesimlerindeki mekânsal dağılımı.



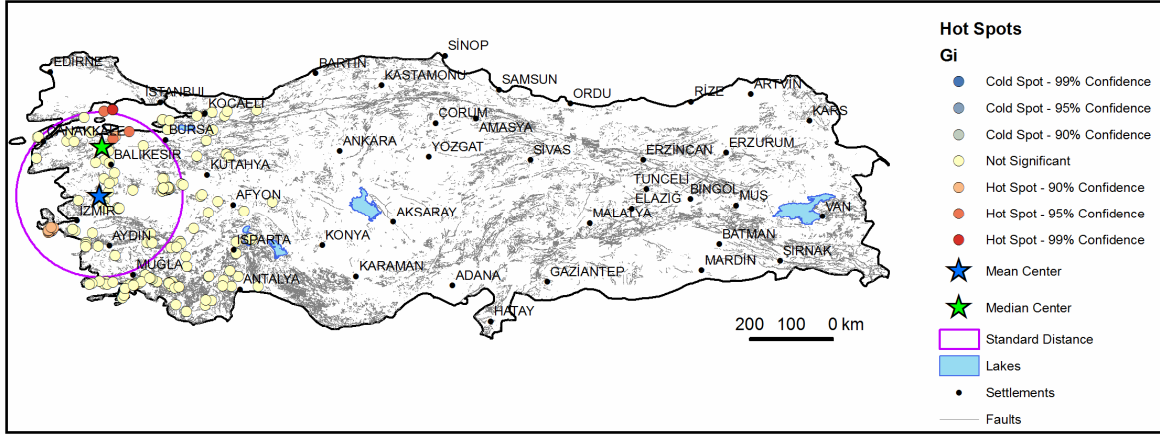
Şekil 3'de ise Kuzey Anadolu'da gerçekleşen depremlerin kümelenme merkezlerini ve sıcak bölgelerini göstermektedir. Kuzey Anadolu boyunca gerçekleşen depremler, Kuzey Anadolu Fay zonunun etkileri sonucunda oluşmaktadır. Nitekim Türkiye'nin kuzey kesimlerinde, Kuzey Anadolu fay zonunun yer yer şiddetli depremlere sahne olmuş olduğu bilinmektedir (Ergin, 1966; 122). Bu bölgede ortalama merkez, yaklaşık olarak Kuzey Anadolu Fay (KAF)'ı boyunca Sivas'ın kuzeydoğusunda, Ordu'nun güneybatısında yer almaktadır. Medyan merkezi ise ortalama merkezin daha batısına kaymıştır. Yaklaşık olarak medyan merkezi Amasya'nın doğusunda, Sivas'ın kuzeybatısında yer almıştır. Standart uzaklık çemberinin yine bu alanlar etrafında yer alması şiddeti yüksek depremlerin bu alanlarda yoğunlaştığını göstermektedir. Gi istatistik sonuçları da, şiddeti en yüksek depremlerin, bu bölgede % 99 güven aralığında anlamlı bir kümelenme oluşturduğunu ortaya koymaktadır.

Şekil 3: Şiddeti yüksek depremlerin Türkiye'nin kuzey kesimlerindeki mekânsal dağılımı.



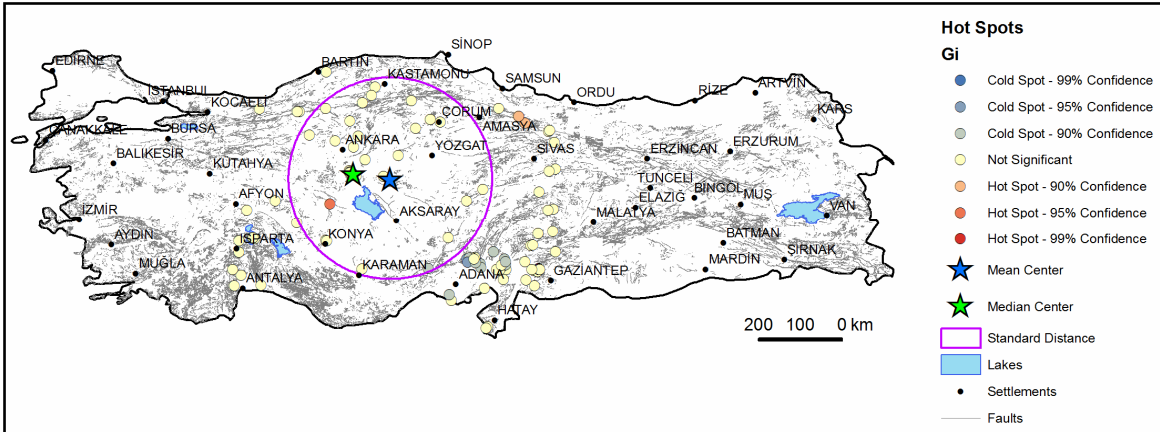
Batı Anadolu'da fay zonlarına bağlı olarak yoğun olarak deprem aktivitesi yaşanmaktadır. Çünkü Batı Anadolu'da kuzey-güney yönlü gerilme tektoniğine bağlı olarak doğu-batı doğrultulu eğim atımlı normal faylar gelişmiş ve grabenler oluşum göstermiştir (Aktepe ve Aydın, 2013). Bu nedenle Batı Anadolu'da tarihsel dönem boyunca çok sayıda deprem aktivitesi yaşanmıştır. Bu çalışmada, Türkiye'nin batı kesimlerinde meydana gelen şiddeti yüksek depremlerin (Şekil 4) ortalama merkezi yaklaşık olarak İzmir'in kuzeydoğusu ile Balıkesir'in güneyinde yer almaktadır. Şiddeti yüksek depremleri İzmir ve yakın çevrelerinde görülmesi bu alanın Kuzey Anadolu Fay Zonu ile Doğu Anadolu Fay Zonu arasında bir geçiş zonu teşkil etmesinden (Avşar, 2009; 57) kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca Balıkesir ve yakın çevresindeki aktif bölge Kuzey Anadolu Fay zonu ile Ege'nin açılma rejimi arasında bir geçiş zonu özelliği taşımaktadır (Beliceli vd., 2005; 1394). Literatürde İzmir ve Balıkesir çevresinin jeolojisi ve tarihsel depremleri hakkında çok sayıda çalışma yapılmış (Tağil, 2004; Avşar, 2009; Aktepe ve Aydın, 2013; Bakak, 2016) ve bu alanların deprem riski taşıdığı belirtilmiştir. Medyan merkezi ise ortalama merkezin daha kuzeyine kaymış ve Balıkesir'in kuzeybatısındadır. Burası Kuzey Anadolu Fay hattının güney kolunun geçtiği bölgedir. Standart uzaklık çemberi yaklaşık olarak İzmir, Balıkesir ve Aydın çevresinde yer almıştır. Urla yarımadasında Seferihisar çevresi % 90, Kapıdağ yarımadası çevresi ise %99 güven aralığında istatistiki olarak anlamlı sıcak bölge oluşturmaktadır. Bakak (2016; 51) çalışmasında da Seferihisar, Urla, Gülbahçe ve Demircili bölgelerinin yüksek deprem aktivitesine sahip olduğunu belirlemiştir.

Şekil 4. Şiddeti yüksek depremlerin Türkiye'nin batı kesimlerindeki mekansal dağılımı.



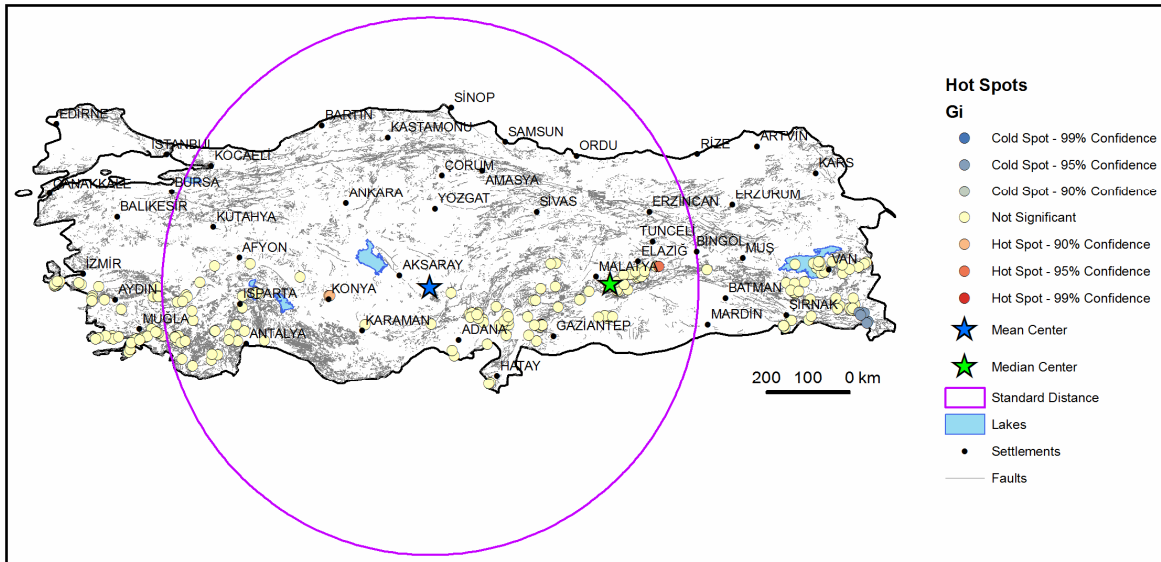
Orta Anadolu Ovalar Bölgesi, depremsellik açısından Türkiye'nin diğer kesimlerine göre göreceli olarak daha durağan bir neotektonik bölgedir (Şengör vd., 1985; 227). Nitekim Orta Anadolu Ovalar bölgesi de, Anadolu - Afrika levhalarının çarpışmasının bir sonucudur ve günümüzde yaklaşık K-G ve KKD-GGB yönlü bir sıkışmanın etkisi altındadır (Jeoloji Etütleri Dairesi, 2016; 2). Bu nedenle de Orta Anadolu'da Türkiye'de zaman zaman depremlerin gerçekleştiği bir bölge olarak bilinmektedir. Şekil 5 Orta Anadolu'da depremlerin kümelenmesini göstermektedir. Ortalama merkez yaklaşık olarak Ankara'nın güneydoğusu ile Aksaray'ın kuzeyine denk gelmektedir. Medyan merkezi ise ortalama merkezin daha batısına kaymıştır. Yaklaşık olarak medyan merkezi Ankara'nın güneyine denk gelmiştir. Aksaray çevresi kuzey Anadolu açısından da sıcak bölge oluşturması ile dikkati çekmektedir. Standart uzaklık çemberinin yine bu alanlar (Ankara, Yozgat, Aksaray) etrafında yer alması şiddeti yüksek depremlerin bu bölgelerde yoğunlaştığını göstermektedir. Gi istatistik sonuçların göre de şiddeti yüksek depremlerin %90 güven aralığında Konya'nın kuzeyinde kümelenildiği görülmektedir (Şekil 5).

Şekil 5: Şiddeti yüksek depremlerin Türkiye'nin orta kesimlerindeki mekansal dağılımı.



Türkiye'nin güney kesimlerinde meydana gelen şiddeti yüksek depremlerin (Şekil 6) ortalama merkezi yaklaşık olarak Aksaray'ın güneydoğusunda yer almaktadır. Medyan merkezi ise ortalama merkezin daha doğusuna kaymış ve Malatya çevresindedir. Türkiye'nin diğer kesimlerine nazaran standart uzaklık çemberinin Türkiye'nin güney kesimlerinde çok geniş bir alana yayılmış olması çalışma alanının güney kesimlerinde meydana gelen şiddeti yüksek deprem episantrlarının dağınık bir yapıda olduğunu göstermektedir. Yine ortalama merkez ve medyan merkezi konumlarının birbirinden çok uzakta olmaları Türkiye'nin güney kesimlerinde gerçekleşen şiddeti yüksek depremlerin dağınık bir yapı sunduğunun bir diğer kanıtıdır. Gi sistatistik sonuçlarına göre şiddeti en yüksek olan depremler Güney Anadolu'nun kuzeyinde, Konya ve Elazığ'ın güneyinde %90 güven aralığında kümelenildiği görülmektedir.

Şekil 7. Şiddeti yüksek depremlerin Türkiye'nin güney kesimlerindeki mekansal dağılımı.



4. Sonuç ve Tartışma

Çalışmada 2005-2015 yılları arasında Türkiye’de meydana gelen şiddeti yüksek depremlerin episantr dağılımlarının mekânsal deseni ortaya konulmuştur. Bu amaçla şiddeti 4 ve üzerinde olan deprem episantrlarına CBS tabanlı farklı mekânsal istatistiksel teknikler uygulanmıştır.

Yapılan çalışmalarda Türkiye genelinde şiddeti en yüksek depremlerin yoğunlaştığı bölgenin, bilindiği gibi, Kuzey Anadolu Fayı ile Doğu Anadolu Fayının birleştiği alanda olduğu belirlenmiştir. Ancak bölgesel farklılıklar dikkate alındığında KAF boyunca Amasya'nın kuzeyi; KAF'ın güney kolu boyunca Bandırma çevresi, Urla yarımadasının güneyi ve Konya çevresinin de istatistiki olarak anlamlı sıcak bölgeler olduğu görülmektedir.

Alp Himalaya deprem kuşağında yer alan Türkiye’de depremler hemen hemen her yerde gerçekleşmektedir ve depremleri önlemenin olanak dışı olduğu bilinmektedir. Fakat şiddeti yüksek deprem potansiyelinin arttığı bu sıcak bölgelerde gerekli önlemler alınıyor mu bu konu önemlidir. Nitekim depremlerin oluşumu önlenemeyeceğine göre, depremlere dayanıklı binaların yapımı konusu önem teşkil etmektedir. Türkiye’nin hemen her yerinde yapılan binaların aynı olduğu sonucu bu durumun çok da önemsenmediğini göstermektedir. Özellikle bu çalışmada ortaya konulan sıcak bölgelerde daha dikkatli arazi kullanım politikalarının alınması gerektiğini düşünmekteyiz. Aynı zamanda bu çalışmada özellikle sıcak bölgelerin ortaya komasında Coğrafi Bilgi Sistemlerinde kümelenme analizlerinin kullanılabilirliği ortaya konmuştur. Bu çalışmada Türkiye’de gerçekleşen tüm depremler ele alınmamıştır. İlerleyen çalışmalarda tüm depremler ele alınarak sıcak alanların (hot spots) belirlenmesi yapılacaktır.

KAYNAKÇA

- AKSOY, Rahmi; Seymen, İhsan; EREN, Yaşar (2015). Geçmiş Deprem Kayıtlarına Dayalı Türkiye’nin Deprem Gerçeği ve Burdur’un Depremselliği, *Uluslararası Burdur Deprem ve Çevre Sempozyumu*, 7-9 May, s.1. Burdur.
- AKTEPE, Ebru ve Aydın, Can (2013). İzmir Çevresinde Yapılan Sismotektonik Araştırmaların CBS ve Mekansal İstatistik Yöntemleri Kullanılarak Değerlendirilmesi, *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, 11-13 Kasım 2013, s. 1, s. 1-8, Ankara.
- ALTUNCU POYRAZ, Selda ve Kalafat, Doğan (2012). “Sismoloji’de CBS uygulamaları”, *Jeofizik*, C. 12, s.26, s. 25-37.
- AVŞAR, Mehmet (2009). Kentimizin Deprem, Heyelan ve Taşkın Alanları Açısından İrdelenmesi, *TMMOB İzmir Kent Sempozyumu*. 8-10 Ocak, s. 57-72.
- BAKAK, Özde (2016). “2005 Sığacık Körfezi (İzmir) Depremlerinin Mekânsal Değerlendirilmesi”, *Yerbilimleri*, C. 37, S. 1, s. 51-63.
- BELİCELİ, Aslı; Çona, Ahmet; Çoban, Fazlı (2005). Balıkesir Bölgesinin Deprem Riski Ve Depremsellik Açısından İncelenmesi, *Kocaeli Deprem Sempozyumu*, 23-25 Mart, s. 1394-1402, Kocaeli.
- BİLEN, Mehmet; Işık, A, Hakan; Yiğit, Tuncay (2015). Sismik Darbelerin Sınıflandırılarak Deprem Tehlikesinin Tahmin Edilmesi, *Uluslararası Burdur Deprem ve Çevre Sempozyumu*, 7-9 May 2015, s. 41-48. Burdur.
- BİRİCİK, A. Selçuk ve Korkmaz, Hüseyin (2001). “Kahramanmaraş’ın Depremselliği”, *Marmara Coğrafya Dergisi*, C. 3, S. 1, s. 53-82.
- ÇUBUKÇU, K.Mert (2015). *Planlamada ve Coğrafyada Temel İstatistik ve Mekansal İstatistik*, Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- ERGİN, Kazım (1966). “Türkiye ve Civarının Episantr Haritası Hakkında, Türkiye Jeoloji Bülteni X”, s. 122-129.
- GÖKKAYA, Kemal (2016). “Geographic analysis of earthquake damage in Turkey between 1900 and 2012”, *Geomatics, Natural Hazards And Risk*, To link to this article: <http://dx.doi.org/10.1080/19475705.2016.1171259>, s.1-14.
- İŞİK, Ercan; Aydın, M. Cihan; Bakış, Abdulrezzak; Özlük, Hamidullah (2012). “Bitlis ve Civarındaki Faylar ve Bölgenin Depremselliği”, *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, C. 1, S. 2, s. 153-169.
- JEOLJİ ETÜTLERİ DAİRESİ (2016). “10 Ocak 2016 Çiçekdağı (Kırşehir) Depremi (Mw 5,0) Bilgi Notu”, *Maden Tetkik Ve Arama Genel Müdürlüğü*, s. 2-5.
- LEE, Jay ve Wong, W.S. David (2001). *Statistical Analysis With Arcview GIS*, Canada: John Wiley ve Sons.
- ORD, J. K., ve Getis, Arthur (1995). “Local Spatial Autocorrelation Statistics: Distributional Issues and an Application”, *Geographical Analysis*, C. 27, s. 286-306.
- ÖZEL, Gamze ve Solmaz, Aysun (2012). “Türkiye’de Deprem Tekrarlanma Zamanının Tahmini ve Neotektonik Bölgelere Göre Depremselliğin Markov Zinciri ile İncelenmesi”, *Çankaya University Journal of Science and Engineering*, C. 9, S. 2, s. 125-138.

- SEZER, L. İhsan (2006). "Kaz Dağı Yöresinde Deprem Aktivitesi Ve Riski", *Ege Coğrafya Dergisi*, C. 15, s. 17-29.
- ŞAHİN, Cemalettin ve Sipahioğlu, Şengün (2009). *Doğal Afetler ve Türkiye*, Ankara: Gündüz Eğitim ve Yayıncılık.
- ŞENGÖR, A.M. Celal (1980). *Türkiye'nin Neotektoniğinin Esasları (Principles of the Neotectonism of Turkey)*, Ankara: Türkiye Jeoloji Kurumu.
- ŞENGÖR, A.M. Celal; Görür, Naci; Şaroğlu, Fuat (1985). Strike-Slip Faulting And Related Basin Formation İn Zones Of Tectonic Escape: Turkey As A Case Study, in Biddle, K.T. and Christie-Blick, N., eds, *Strike-slip Deformation, Basin Formation, and Sedimentation*, Soc. Econ. Paleont. Min. Spec. Pub. 37 (in honor of J.C. Crowell), p. 227-264.
- TAĞIL, Şermin (2004). "Balıkesir Ovası ve Yakın Çevresinin Neotektonik Özellikleri ve Depremelliği", *Coğrafi Bilimler Dergisi*, C. 2, S. 1, s. 73-92.
- TAĞIL, Şermin ve Alevkayalı, Çağan (2013). "Ege Bölgesinde Depremlerin Mekânsal Dağılımı: Jeostatistiksel Yaklaşım", *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, C. 6, S. 28, s. 369-379.
- ZİMERAS, S (2008). Exploratory point pattern analysis for modeling earthquake data, *1st WSEAS International Conference on Environmental and Geological Science and Engineering (EG'08)*, September 11-13, s. 112-120, Malta.