

BOLU VE TOKAT ARASINDAKİ BÖLGENİN DEPREMSELLİĞİNİN GUTENBERG-RİCHTER FORMÜLÜNDEKİ B DEĞERİ İLE ANALİZİ

Editör
Dr. Öğr. Üyesi Fahriye Akar

BOLU VE TOKAT ARASINDAKİ BÖLGENİN DEPREMSELLİĞİNİN GUTENBERG-RİCHTER FORMÜLÜNDEKİ B DEĞERİ İLE ANALİZİ

Dr. Öğrt. Üyesi Fahriye Akar ¹

¹ Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Meslek Yüksek Okulu, İnşaat Teknolojileri Bölümü ve Deprem Teknolojileri Enstitüsü, 0000-0002-8445-0353

İmtiyaz Sahibi
Platanus Publishing®

Genel Yayın Yönetmeni
Arzu Betül Çuhacıoğlu

Kapak & Mizanpaj & Sosyal Medya
Platanus Yayın Grubu

Birinci Basım
Mart, 2025

Yayımcı Sertifika No
45813

ISBN
978-625-7060-65-3

© copyright
Bu kitabın yayım hakkı Platanus Publishing'e aittir.
Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin
alınmadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Platanus Publishing®
Adres: Natoyolu Cad. Fahri Korutürk Mah. 157/B,
06480, Mamak, Ankara, Türkiye.
Telefon: +90 312 390 1 118
web: www.platanuskitap.com



PLATANUS PUBLISHING®

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ	7
2. DEPREMSELLİK VE GUTENBERG- RİCHTER FORMÜLÜ	10
2.1. DEPREMİN TANIMI VE ÖZELLİKLERİ. 10	
2.2. DEPREMSELLİKTE ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ	10
2.3. GUTENBERG-RİCHTER FORMÜLÜ VE ANLAMI.....	11
3. TÜRKİYE'NİN DEPREM AKTİVİTESİ VE KUZEY ANADOLU FAYI.....	12
3.1. TÜRKİYE'NİN TEKTONİK YAPISI VE DEPREMSELLİĞİ	14
3.2. KUZEY ANADOLU FAYI (KAF) VE DEPREM AKTİVİTESİ	15
3.3. KAF'IN MARMARA DENİZİ'NDEKİ SEGMENTİ VE DEPREM RİSKİ	16

4. BOLU VE TOKAT ARASINDAKİ BÖLGEDE DEPREMSELLİK	18
4.1. COĞRAFI VE JEOLojİK ÖZELLİKLER ...	18
4.2. BOLU VE TOKAT ARASINDAKİ BÖLGENİN SİSMİK AKTİVİTESİ: TARİHSEL DEPREMLER VE GELECEĞE YÖNELİK RİSK DEĞERLENDİRMELERİ	20
5. B DEĞERİ VE ANALİZİ	26
5.1. B DEĞERİ NEDİR VE NE İFADE EDER?	26
5.2. GUTENBERG-RİCHTER FORMÜLÜNDE B DEĞERİNİN ÖNEMİ	27
5.4. TAMAMLILIK MAGNİTÜDÜ (MC) VE ZAMAN İÇİNDEKİ DEĞİŞİMİ	33
5.5. BOLU-TOKAT BÖLGESİ ÖZELİNDE MC DEĞERİNİN DEĞİŞİMİ	36
5.6. BOLU VE TOKAT ARASINDAKİ BÖLGENİN B DEĞERİNİN HESAPLANMASI	37
KAYNAKLAR.....	45

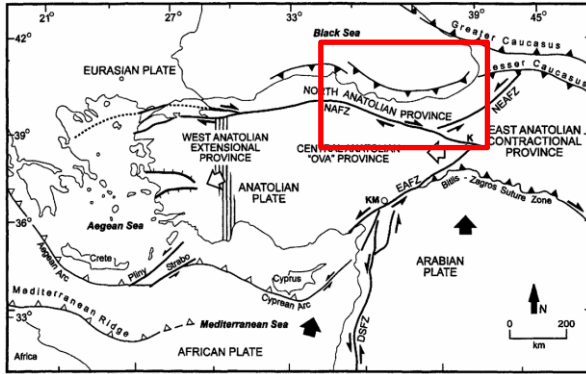
1. Giriş

Türkiye, aktif tektonik süreçlerin şekillendirdiği bir coğrafyada yer almakta olup, tarih boyunca birçok büyük depreme sahne olmuştur. Ülke genelindeki sismik aktivitenin büyük bir kısmı, Avrasya ve Arap levhaları arasındaki sıkışma hareketi sonucu oluşan büyük fay zonları tarafından üretilmektedir. Bu bağlamda, Türkiye'nin en önemli fay sistemlerinden biri olan Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ), doğu-batı yönlü doğrultu atımlı bir fay sistemi olup, tarihsel süreçte birçok yıkıcı depreme neden olmuştur. KAFZ'nin etkilediği bölgelerden biri de Batı Karadeniz'de yer alan Kastamonu ve çevresidir.

Kastamonu ili ve çevresi, genel anlamda Türkiye'nin diğer yüksek sismisiteye sahip bölgelerine kıyasla daha az yıkıcı deprem üretmiş olsa da, bölgenin sismotektonik özellikleri incelendiğinde, farklı ölçeklerde sismik aktivitenin devam ettiği gözlemlenmektedir. Kastamonu, KAFZ'nin kuzey koluna yakın bir konumda olup, bu fay sistemiyle doğrudan ilişkili olan aktif fay hatlarına sahiptir. Özellikle Ilgaz Fayı, Gerede Fayı ve Kargı Fayı gibi yapılar, bölgenin sismik potansiyelini belirleyen başlıca tektonik unsurlar arasındadır.

Tarihsel depremler incelendiğinde, Kastamonu ve çevresinin geçmişte çeşitli büyüklüklerde depremlerle sarsıldığı görülmektedir. Örneğin, 1943 yılında meydana gelen 7.2 büyüklüğündeki Tosya-Ladik Depremi ve 1944 yılında gerçekleşen 7.4 büyüklüğündeki Bolu-Gerede Depremi, KAFZ'nin batı segmentleri boyunca meydana gelen büyük ölçekli depremler olup, Kastamonu ve çevresinde de ciddi etkiler yaratmıştır. Bununla birlikte, Kastamonu'nun iç kesimleri, Karadeniz kıyı bölgelerine kıyasla daha düşük sismisiteye sahip olsa da, yerel faylar ve tali kırıklar zaman zaman küçük ve orta ölçekli depremler üretmektedir.

Günümüzde modern sismolojik gözlemler ve aktif tektonik çalışmalar, Kastamonu ve çevresindeki fayların hala hareketli olduğunu ve belirli periyotlarla deprem üretme potansiyeline sahip olduklarını göstermektedir. Bölgedeki deprem tehlikesinin yanı sıra, yerel zemin koşulları, jeolojik formasyonlar ve yapı stoğunun depreme dayanıklılığı gibi faktörler de risk değerlendirmesinde kritik bir rol oynamaktadır.



Şekil 1: Türkiye'nin başlıca neotektonik yapıları ve neotektonik bölgelerini gösteren basitleştirilmiş tektonik haritası (Bozkurt, 2001), Kırmızı çerçeve çalışma alanını temsil etmektedir.

Bu çalışmada, Bolu ve Tokat arasındaki bölgenin depremselliği detaylı bir şekilde ele alınarak, bölgenin sismotektonik özellikleri, tarihsel ve güncel deprem kayıtları, aktif fay sistemleri ve bölgesel risk faktörleri incelenecektir. Böylece, bölgedeki deprem riskine dair bilimsel bir çerçeve sunulması, olası afet senaryolarına karşı hazırlıklı olunması ve kentsel planlama açısından önemli stratejilerin geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

2. Depremsellik ve Gutenberg-Richter Formülü

2.1. Deprem Tanımı ve Özellikleri

Deprem, yer kabuğunda meydana gelen ani enerji salınımının neden olduğu sismik dalgalar şeklinde yeryüzeyine ulaşan titreşimlerdir. Bu olay, genellikle fay hatları boyunca biriken tektonik gerilmelerin ani serbest kalması sonucu oluşur. Depremler; büyüklük, derinlik ve mekanizma gibi parametrelerle tanımlanabilir.

Depremler, büyüklüğüne göre mikro ($M < 3$), orta ($M = 3-5$), büyük ($M = 5-7$) ve yıkıcı ($M > 7$) olarak sınıflandırılabilir. Odak derinliğine göre ise sığ (< 70 km), orta (70-300 km) ve derin (> 300 km) depremler olarak gruplandırılır. Depremin etkileri, şiddet skalaları (Mercalli Şiddet Ölçeği gibi) ile belirlenirken, büyüklük ise genellikle Richter veya Moment Magnitüd ölçekleri ile ifade edilir (Kanamori, 1977).

2.2. Depremsellikte Ölçüm Yöntemleri

Depremleri ölçmek ve karakterize etmek için farklı yöntemler kullanılır:

1. Sismometreler ve İvmeölçerler: Deprem dalgalarını kaydederek büyüklük ve konum belirleme amacıyla kullanılır (Shearer, 2009).

2. Magnitude Ölçümü: Richter ölçeği, Moment Magnitüd ölçeği (Mw) gibi yöntemlerle depremin enerjisi hesaplanır (Hanks & Kanamori, 1979).

3. Odak Mekanizması Çözümü: Fay hareketinin yönünü ve tipini belirlemek için kullanılır (Stein & Wyssession, 2003).

4. Sismik Tehlike Analizleri: Tarihsel ve istatistiksel veriler kullanılarak bölgesel deprem riskleri tahmin edilir (Reiter, 1990).

2.3. Gutenberg-Richter Formülü ve Anlamı

Depremlerin büyüklük-frekans ilişkisini açıklamak için kullanılan en önemli istatistiksel modellerden biri Gutenberg-Richter yasasıdır. Bu formül, belirli bir bölgede belirli bir zaman aralığında meydana gelen depremlerin sayısı ile büyüklükleri arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak ifade eder (Gutenberg & Richter, 1954):

$$\log N(M) = a - bM \quad \log N(M) = a - bM \quad (1)$$

Burada:

- $N(M)$: Büyüklüğü M veya daha büyük olan depremlerin sayısı,
- a : Bölgenin genel sismik aktivite seviyesini gösteren katsayı,

- b: Deprem büyüklüklerine dağılım eğimi olan ve genellikle 0.8-1.2 arasında değişen bir katsayıdır.

Bu formül, bir bölgede büyük depremlerin nadir, küçük depremlerin ise daha sık meydana geldiğini matematiksel olarak açıklar. b-değeri, faylanma tipi ve gerilme düzeyi hakkında önemli bilgiler sunar. Örneğin, b-değerinin düşük olması ($b < 1$), büyük depremlerin daha sık görüldüğünü, büyük olması ($b > 1$) ise küçük depremlerin daha fazla meydana geldiğini göstermektedir (Scholz, 2019).

Gutenberg-Richter ilişkisi, deprem tahminleri, sismik tehlike değerlendirmeleri ve bölge bazlı risk analizleri için kritik öneme sahiptir. Özellikle depreme dayanıklı yapı tasarımı ve afet yönetimi gibi alanlarda kullanılarak toplumsal güvenliğe katkı sağlar (McGuire, 2004).

3. Türkiye'nin Deprem Aktivitesi ve Kuzey Anadolu Fayı

Türkiye, dünyanın en aktif deprem kuşaklarından biri olan Alp-Himalaya Deprem Kuşağı üzerinde yer alır. Bu coğrafi konum, ülkenin yüksek sismik aktiviteye sahip olmasının temel nedenidir. Türkiye'nin depremselliği, özellikle Kuzey Anadolu Fayı (KAF), Doğu Anadolu Fayı (DAF) ve Ege Bölgesi'ndeki

genişleme tektoniği gibi büyük tektonik yapılar tarafından kontrol edilmektedir.

Türkiye genelinde 1900-2023 yılları arasında 6,5 ve üzeri büyüklükte 231 büyük deprem meydana gelmiştir. Bu depremlerin büyük bir kısmı Kuzey Anadolu Fayı boyunca gerçekleşmiştir. Kuzey Anadolu Fayı, Türkiye'nin en aktif fay hattı olup, büyük depremler için yüksek bir potansiyele sahiptir. Veriler, bölgenin sismik açıdan aktif olduğunu ve büyük depremlerin tekrarlama periyoduna sahip olabileceğini ortaya koymaktadır.

Ülkemizde 485 aktif fay hattı bulunmakta olup, bu fayların büyük bir kısmı 5 ve üzeri büyüklükte depremler üretebilir. Bu da Türkiye'nin büyük deprem riski taşıyan bir bölge olduğunu göstermektedir. Deprem verilerinde bazı k  k farklılıklar olsa da, farklı kaynaklar (AFAD, Kandilli Rasathanesi, USGS gibi) Türkiye'nin genel olarak yüksek sismik aktiviteye sahip olduğunu doğrulamaktadır.

3.1. Türkiye'nin Tektonik Yapısı ve Depremselliği

Türkiye, Afrika, Arap ve Avrasya levhalarının etkileşimi sonucu oluşan karmaşık bir tektonik yapıya sahiptir. Bu levhaların hareketleri, ülkenin batısında Ege Bölgesi'nde genişleme, doğusunda ise sıkışma rejimine neden olmaktadır (McKenzie, 1972). Bu tektonik hareketler, Türkiye'deki ana fay sistemlerini ve deprem aktivitesini şekillendirmektedir.

Türkiye'nin en önemli fay sistemlerinden biri olan Kuzey Anadolu Fayı (KAF), doğuda Karlıova'dan batıda Marmara Denizi'ne kadar uzanan yaklaşık 1200 km uzunluğunda bir doğrultu atımlı faydır (Barka, 1996). KAF, sağ yanal atımlı bir fay olup, yılda yaklaşık 20-25 mm'lik bir hareket hızına sahiptir (Reilinger ve diğerleri, 2006). Bu hareket, fay boyunca büyük depremlerin oluşmasına neden olmaktadır.

3.2. Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ve Deprem Aktivitesi

Kuzey Anadolu Fayı (KAF), tarihsel ve aletsel dönemde birçok büyük deprem üretmiştir. Bu depremler, fay boyunca batıya doğru bir göç eğilimi göstermektedir. Özellikle 20. yüzyılda KAF üzerinde meydana gelen büyük depremler, bu göçün en belirgin örnekleridir:

- 1939 Erzincan Depremi ($M=7.9$): KAF üzerinde meydana gelen bu deprem, Türkiye tarihinin en yıkıcı depremlerinden biridir. Yaklaşık 33.000 kişinin hayatını kaybettiği bu deprem, fayın doğu kesiminde büyük bir kırılma yaratmıştır (Ambraseys, 1970).
- 1942 Niksar-Erbaa Depremi ($M=7.0$): Bu deprem, KAF üzerinde batıya doğru devam eden kırılma sürecinin bir parçasıdır.
- 1943 Tosya Depremi ($M=7.2$): KAF'ın orta kesiminde meydana gelen bu deprem, büyük bir yıkıma neden olmuştur.
- 1999 İzmit Depremi ($M=7.4$): KAF'ın batı kesiminde meydana gelen bu deprem, yaklaşık 17.000 kişinin hayatını kaybetmesine ve büyük bir ekonomik kayba neden olmuştur (Barka ve diğerleri, 2002).

Bu depremler, KAF'ın batıya doğru göç eden bir kırılma süreci içinde olduğunu göstermektedir. Bu süreç, fayın henüz kırılmamış segmentlerinde büyük deprem riskini artırmaktadır.

3.3. KAF'ın Marmara Denizi'ndeki Segmenti ve Deprem Riski

Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi içindeki segmenti, özellikle yüksek deprem riski taşımaktadır. Bu bölgede fay, birkaç segment halinde uzanmakta ve bu segmentlerin birçoğu 1999 İzmit Depremi'nden bu yana kırılmamıştır (Le Pichon ve diğerleri, 2001). Bilimsel çalışmalar, Marmara Denizi içindeki bu segmentlerin yakın gelecekte büyük bir deprem üretme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir (Parsons, 2004).

Marmara Denizi'ndeki deprem riski, özellikle İstanbul gibi nüfus yoğunluğu yüksek bir metropol için büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Bu nedenle, bölgedeki deprem riskinin azaltılması için sismik izleme sistemlerinin geliştirilmesi, yapı stokunun iyileştirilmesi ve afet yönetimi planlarının güçlendirilmesi gerekmektedir.

Türkiye'nin yüksek deprem riski, özellikle KAF ve diğer aktif fay sistemleri nedeniyle devam etmektedir. Bu riskin azaltılması için aşağıdaki önlemlerin alınması önerilmektedir:

1. Sismik İzleme Sistemlerinin Geliştirilmesi: Türkiye'deki sismometre ağlarının genişletilmesi ve daha hassas hale getirilmesi, deprem aktivitesinin daha iyi izlenmesini sağlayacaktır (Wiemer ve Wyss, 2000).

2. Yapı Stokunun İyileştirilmesi: Özellikle deprem riski yüksek bölgelerdeki yapıların deprem yönetmeliklerine uygun hale getirilmesi, can kayıplarını ve ekonomik kayıpları azaltacaktır (Erdik, 2001).

3. Afet Yönetimi ve Hazırlık Planları: Deprem öncesi, sırası ve sonrası için etkili afet yönetimi planlarının hazırlanması, deprem riskinin azaltılmasında kritik bir rol oynayacaktır (Alexander, 2002).

Sonuçta, Türkiye, aktif tektonik yapısı nedeniyle yüksek deprem riskine sahip bir ülkedir. Kuzey Anadolu Fayı (KAF), ülkenin en önemli fay sistemlerinden biri olup, tarihsel ve aletsel dönemde birçok büyük deprem üretmiştir. Özellikle Marmara Denizi'ndeki segmentler, yakın gelecekte büyük bir deprem riski taşımaktadır. Bu riskin azaltılması için sismik izleme sistemlerinin geliştirilmesi, yapı stokunun iyileştirilmesi ve afet yönetimi planlarının güçlendirilmesi gerekmektedir. Türkiye'nin deprem riski, bilimsel

alışmalar ve etkili politikalarla yönetilebilir bir durumdadır.

4. Bolu Ve Tokat Arasındaki Bölgede Depremsellik

4.1. Coğrafi ve Jeolojik zellikler

Çalışma alanı Türkiye'nin Karadeniz Bölgesi'nde yer almakta olup, tektonik olarak Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun (KAFZ) etkisi altındadır. Bu bölgedeki jeolojik yapılar, temel olarak paleozoyik, mezozoyik ve senozoyik dönemlere ait kayaçlardan oluşmaktadır (şengr et al., 1985). Kastamonu'nun kuzey kesimleri, kıyı boyunca yer alan Karadeniz kıyı şeridi ile karakterize edilirken, güney kesimlerinde daha yüksek rakımlı dağlık alanlar bulunmaktadır (Bozkurt, 2001).

Bu bölgedeki en önemli tektonik yapı, KAFZ 'dur. Bolu ve Tokat arasında meydana gelen depremler, bu aktif fay sistemine bağlı olarak gelişmektedir. Bölgede bulunan diri fay hatları, özellikle Gerede ve Ilgaz fayları, bu bölgenin sismik potansiyelini belirleyen başlıca unsurlardır (Emre et al., 2018). Bolu-Tokat bölgesi, Avrasya ve Arap levhalarının çarpışması sonucu oluşan karmaşık bir tektonik yapıya sahiptir. Bu bölge, özellikle Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun (KAFZ) batı kesiminde yer alır ve bu fay zonu, bölgedeki

deprenselliğın ana kaynağıdır (Barka, 1996). KAFZ, doğrultu atımlı bir fay sistemi olup, tarihsel ve aletsel dönemde birçok büyük deprem üretmiştir (Stein ve diğerkleri, 1997).

Bölgedeki sismik aktivite, genellikle 5.0 ve üzeri büyüklükteki depremlerle karakterize edilir. Bununla birlikte, bölgede daha küçük    ekli depremler de sıkça gözlemlenmektedir. Bu depremler, bölgenin tektonik stres birikimini ve fayların aktivitesini yansıtmaktadır ( zt rk ve şahin, 2019).

Kastamonu ve çevresinde de tarih boyunca birçok depremle sarsılmıştır. Özellikle 1943 Tosya-Ladik Depremi (M7.2) ve 1944 Bolu-Gerede Depremi (M7.4) bölgeyi ciddi şekilde etkilemiş, altyapı hasarına ve can kayıplarına neden olmuştur (Ambraseys, 2009). Tarihsel kayıtlar, 17. yüzyıldan itibaren Bu bölgede önemli depremlerin meydana geldiğini göstermektedir (Ergin et al., 1967).

Bu depremler, bölgedeki yapı stoğu ve zemin koşullarına bağlı olarak farklı şiddetlerde hissedilmiş, özellikle eski yapıların yoğun olduğu bölgelerde daha büyük hasarlara yol açmıştır. Sismolojik veriler, Bolu Tokat arasındaki bölgede fay hatlarının h l  aktif olduğunu ve gelecekte de yıkıcı depremler üretme potansiyeline sahip

olduğunu ortaya koymaktadır (Kijko & Singh, 2011).

4.2. Bolu Ve Tokat Arasındaki Bölgenin Sismik Aktivitesi: Tarihsel Depremler Ve Geleceğe Yönelik Risk Değerlendirmeleri

Bolu ve Tokat arasındaki bölge, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun batı ve orta kesimlerini kapsar. KAFZ, Anadolu Levhası'nın kuzeydoğuya doğru hareketi sonucu oluşan sağ yanal atımlı bir fay sistemidir. Bu fay, bölgede yüksek sismik aktiviteye neden olmaktadır. Ayrıca, bölgede bulunan diğer ikincil faylar ve çöküntü havzaları da depremselliği artıran faktörlerdir. Bölgenin jeolojik yapısı, genellikle sedimanter kayalar, volkanik birimler ve alüvyal dolgulardan oluşmaktadır. Bu jeolojik çeşitlilik, deprem dalgalarının yayılımını ve zemin davranışını etkileyen önemli bir faktördür.

Bolu ve Tokat arasındaki bölge, tarihsel dönemde birçok yıkıcı depreme maruz kalmıştır. Özellikle 17. yüzyıldan itibaren kayıt altına alınan depremler, bölgenin sismik riskini ortaya koymaktadır. Örneğin, 1668 yılında meydana gelen Büyük Kuzey Anadolu Depremi, bölgede büyük yıkıma neden olmuş ve Tokat, Amasya ve Bolu gibi şehirlerde ciddi hasarlar oluşturmuştur. Bu deprem, yaklaşık 8.0 büyüklüğünde olup,

tarihsel kayıtlara göre binlerce kişinin ölümüne yol açmıştır. 19. yüzyılda da bölgede önemli depremler meydana gelmiştir. 1942 yılında Erbaa-Niksar depremi (M 7.0) ve 1943 yılında Tosya-Ladik depremi (M 7.2) bölgenin sismik aktivitesini bir kez daha gözler önüne sermiştir. Bu depremler, özellikle Tokat ve çevresinde büyük yıkımlara neden olmuş ve can kayıplarına yol açmıştır.

Aletsel Dönem Depremlerinde ise 20. yüzyılın başlarından itibaren sismograf ağlarının kurulmasıyla birlikte, depremlerin daha detaylı bir şekilde kaydedilmesi mümkün hale gelmiştir. Bolu ve Tokat arasındaki bölge, aletsel dönemde de sismik aktivite açısından oldukça hareketlidir. 1967 yılında meydana gelen Adapazarı-Mudurnu depremi (M 6.8) ve 1999 yılında gerçekleşen Gölcük Depremi (M 7.4), bölgenin depremselliğini bir kez daha ortaya koymuştur. Bu depremler, özellikle Bolu ve çevresinde büyük hasarlara neden olmuştur.

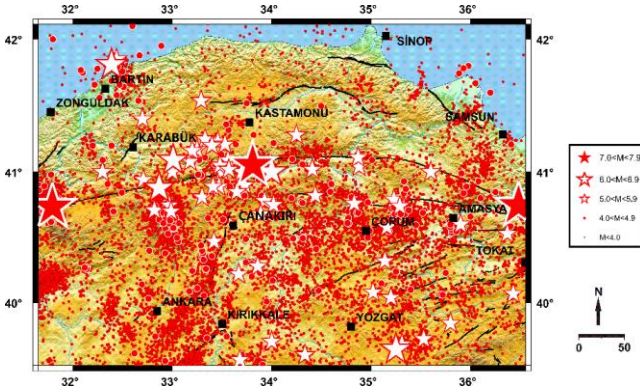
Son yıllarda yapılan sismolojik çalışmalar, bölgede sürekli olarak küçük ve orta büyüklükte depremlerin meydana geldiğini göstermektedir. Bu depremler, KAFZ ve diğer ikincil fayların aktif olduğunu ve bölgenin yüksek sismik risk taşıdığını işaret etmektedir.

Bolu ve Tokat arasındaki bölge, yüksek sismik risk taşıması nedeniyle deprem zararlarını azaltmaya yönelik çalışmaların odak noktası haline gelmiştir. Bu çalışmalar arasında, bina stokunun depreme dayanıklı hale getirilmesi, zemin etütlerinin yapılması ve deprem erken uyarı sistemlerinin kurulması yer almaktadır. Ayrıca, bölgede yaşayan halkın deprem bilinci ve hazırlık düzeyinin artırılması da önemli bir hedeftir.

Bolu ve Tokat arasındaki bölge, aktif tektonik yapısı ve tarihsel deprem kayıtları nedeniyle yüksek sismik risk taşımaktadır. Tarihsel ve aletsel dönem depremleri, bölgenin depremselliğini açık bir şekilde ortaya koymaktadır. Bu nedenle, bölgede deprem zararlarını azaltmaya yönelik çalışmaların sürdürülmesi ve deprem risk yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Gelecekte yapılacak bilimsel çalışmalar, bölgenin sismik aktivitesinin daha iyi anlaşılmasına ve deprem riskinin azaltılmasına katkı sağlayacaktır.

Kastamonu ve çevresinin 1900 yılından günümüze kadar olan deprem aktivitesine bakıldığında, bölgenin tarihsel süreçte çeşitli büyüklüklerde depremler yaşadığı görülmektedir. Bu depremler, özellikle Kuzey Anadolu Fayı'na yakın konumlanan bölgenin aktif bir sismik yapıya

sahip olduğunu göstermektedir. Bölgedeki en önemli sismik olaylardan biri, 26 Kasım 1943 tarihinde meydana gelen 7,2 büyüklüğündeki Ladik Depremi'dir. Bu deprem, Kastamonu ve çevresinde büyük yıkıma neden olmuş ve Kuzey Anadolu Fayı'nın batı segmentindeki önemli sismik aktivitelerden biri olarak kaydedilmiştir.



Şekil 2. Türkiye'nin Batı Karadeniz Bölgesi'ndeki depremlerin episantr dağılımı ve büyüklüklerine göre sınıflandırılması, sismik aktivitenin yoğun olduğu alanları göstermektedir. Bölgedeki aktif faylar, MTA'nın diri fay haritasına (Emre vd., 2018) göre çizilmiştir.

Şekil 2, Türkiye'nin Bolu ve Tokat arasındaki illeri kapsayan ve bölgedeki depremlerin mekânsal dağılımını gösteren bir deprem episantr haritasıdır. Haritada kırmızı noktalar ve yıldızlar, farklı büyüklüklerdeki depremleri temsil etmektedir. Deprem büyüklüğü arttıkça, simgeler de

büyümekte ve belirginleşmektedir. Sağ üst köşedeki göstergeye göre, $M \geq 7.0$ büyüklüğündeki depremler en büyük yıldızlarla, $M = 6.0-6.9$ arası depremler büyük kırmızı yıldızlarla, daha küçük depremler ise giderek küçülen noktalar ve yıldızlarla ifade edilmiştir.

Bu bölgede toplam 11.647 deprem kaydedilmiş olup, büyük çoğunluğu küçük ve orta ölçekli depremlerden oluşmaktadır. Büyüklüğü 1-2 arasında olan depremler (3.938 adet) ve 2-3 arasında olan depremler (6.172 adet), tüm depremlerin yaklaşık %86'sını oluşturmaktadır. Bu da bölgede çok sayıda küçük ölçekli sismik aktivitenin meydana geldiğini göstermektedir. Ancak büyük depremlerin sayısı az olsa da, 7.0-8.0 büyüklüğünde 3 büyük deprem kaydedilmiş olması, bu bölgede tarihsel olarak yıkıcı depremler yaşandığını ve gelecekte de benzer depremlerin meydana gelebileceğini göstermektedir.

Çankırı, Çorum, Kastamonu, Karabük ve Yozgat çevresi yoğun sismik aktivite göstermektedir. Bu bölgelerde hem küçük hem de orta büyüklükteki depremler sıkça meydana gelmiştir. Özellikle Çankırı ve Çorum çevresinde $M \geq 6.0$ büyüklüğünde depremler görülmektedir, bu da önemli bir tehlike oluşturabilir. Zonguldak, Bartın ve Sinop çevresi nispeten daha az deprem

aktivitesi göstermektedir. Ancak yine de küçük ölçekli sismik hareketler bulunmaktadır. Fay hatları boyunca büyük yıldızların yoğunlaşması, büyük depremlerin genellikle ana fay zonlarında meydana geldiğini ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, bu harita bölgedeki deprem tehlikesini ve aktif fay hatlarını görsel olarak ortaya koyan önemli bir veri kaynağıdır. Bölgenin geçmişte büyük depremler ürettiği göz önünde bulundurulmalı ve sismik risklere karşı gerekli tedbirler alınmalıdır.

Bolu-Tokat arasındaki sismik aktivite, bu bölgedeki gelecekteki deprem riskine dair önemli ipuçları sunmaktadır. Özellikle Kuzey Anadolu Fayı'na yakın konumlanması, büyük depremlerin tekrarlama olasılığını artırmaktadır. Yapılan sismik analizler ve b-değeri değerlendirmeleri, bu bölgenin yüksek deprem riskini daha iyi anlamak için kullanılmaktadır. Son yıllarda yapılan bu çalışmalar, hem yerel hem de ulusal ölçekte deprem riskinin belirlenmesi ve bu risklere karşı önlemler alınması adına önemli veriler sağlamaktadır. Sonuç olarak, Kastamonu ve çevresi, Kuzey Anadolu Fayı'na yakın konumu nedeniyle aktif bir sismik bölgedir. Tarihsel depremler incelendiğinde, bölgede büyük depremlerin tekrarlama periyotlarının olabileceği

ve büyük sismik olayların yaşanabileceği görülmektedir. Bu nedenle, bölgenin deprem tehlikesine karşı daha fazla dikkat gösterilmesi, b-değeri analizleri ve sismik risk hesaplamaları gibi yöntemlerle risklerin daha doğru bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, bölgedeki mevcut aktif faylar ve sismik olaylar göz önüne alındığında, gelecekteki büyük depremler için hazırlık yapılması önemlidir.

5. b Değeri ve Analizi

5.1. b Değeri Nedir ve Ne İfade Eder?

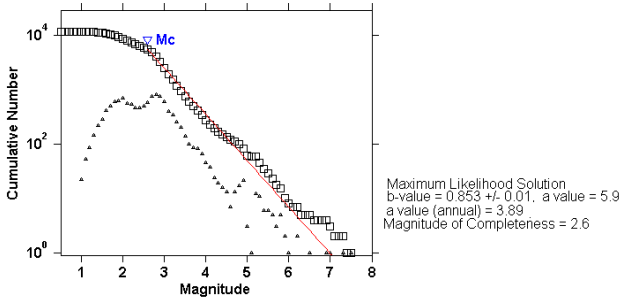
b-değeri, Gutenberg-Richter formülünde yer alan ve belirli bir bölgede küçük ve büyük depremler arasındaki oranı belirleyen istatistiksel bir katsayıdır. Bu değer, fay sisteminin gerilim durumu hakkında bilgi verir ve sismotektonik çalışmalar için kritik bir parametredir (Scholz, 2019).

Düşük b-değeri ($b < 1$), büyük depremlerin daha sık meydana geldiğini, yüksek b-değeri ($b > 1$) ise küçük depremlerin baskın olduğunu gösterir. b-değeri, farklı bölgelerde değişkenlik gösterebilir ve sismik tehlike analizlerinde önemli bir girdi sağlar (Wiemer & Wyss, 2000).

5.2. Gutenberg-Richter Formülünde b Değerinin Önemi

b-değeri, depremlerin büyüklük-frekans ilişkisini anlamada temel bir değişkendir. Örneğin, yüksek b-değerleri, fay zonlarının nispeten düşük gerilim altında olduğunu, düşük b-değerleri ise yüksek gerilimli ve büyük deprem üretme potansiyeli taşıyan fay sistemlerine işaret eder (Mogi, 1962).

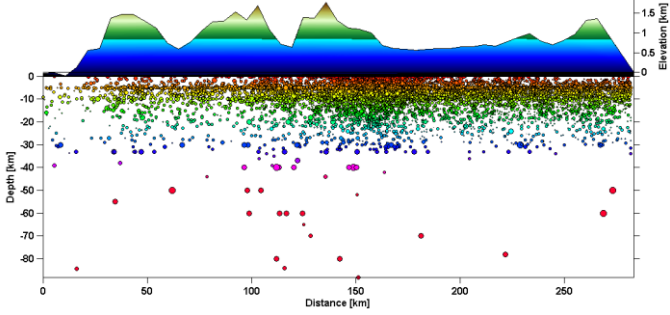
Sismik tehlike analizlerinde b-değerinin doğru tahmin edilmesi, olası depremlerin büyüklük dağılımını öngörmek için kullanılabilir (Kijko, 2004).



Şekil 3: Tokat-Bolu Arasındaki Bölgenin Deprem Büyüklük-Frekans Dağılımı ve Sismik Parametreler Analizi

Şekil 3, Tokat ve Bolu arasında kalan bölgedeki deprem aktivitesine ilişkin istatistiksel bir analizi temsil ediyor. Maximum Likelihood Solution, bu

deprem verilerinin istatistiksel olarak en olası şekilde modellendiğini gösterir. Bu yöntem, depremlerin büyüklük ve sıklık dağılımını anlamak için kullanılır. b-değeri, depremlerin büyüklük-frekans ilişkisini gösterir. Genellikle, daha küçük b-değerleri, daha büyük depremlerin daha sık olduğunu gösterir. Burada b-değeri 0.853 olarak hesaplanmıştır. a-değeri, belirli bir büyüklükteki depremlerin beklenen sayısını ifade eder. Yıllık a-değeri ise bu sayının yıllık bazda ne kadar olduğunu gösterir. Magnitude of Completeness, deprem kataloğunun tam olduğu minimum deprem büyüklüğüdür. Yani, 2.6 büyüklüğünden daha küçük depremlerin tespit edilme olasılığı düşüktür. Bu veriler, bölgedeki deprem riskini ve sismik aktiviteyi anlamak için kullanılabilir. b değeri, bölgedeki deprem tehlikesini değerlendirmek için önemli parametrelerdir.



Şekil 4: Tokat-Bolu Bölgesi Sismik Aktivite Derinlik Profili

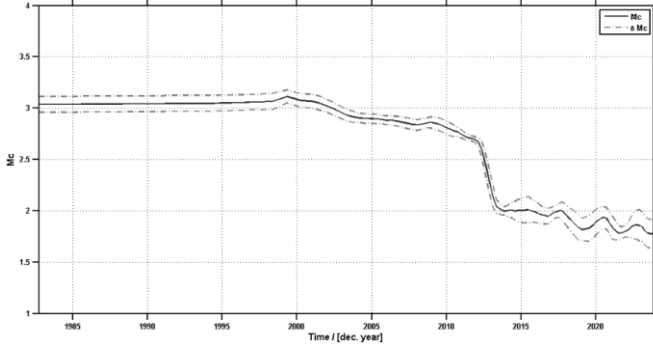
Bu şekil, Tokat-Bolu bölgesindeki depremlerin derinlik, mesafe ve topoğrafik özelliklerini detaylı bir şekilde göstermektedir. Şeklin yatay eksen (Distance [km]), depremlerin harita üzerinde alınan kesite göre yatay mesafesini kilometre cinsinden ifade eder. Bu eksen, çalışma alanının en kuzeyinden en güneyine kadar meydana gelen depremlerin derinliklerini göstermektedir.

Şeklin sol dikey eksen (Depth [km]), depremlerin yer kabuğundaki derinliğini kilometre cinsinden gösterir. Negatif değerler, depremlerin yerin altında meydana geldiğini ifade eder. Sağ dikey eksen (Elevation [km]) ise yüzey topoğrafyasını, yani kesitin geçtiği yerlerdeki yükseltiyi kilometre cinsinden temsil eder.

Şeklin üst kısmında, bölgenin yer şekillerini gösteren topoğrafik bir kesit bulunmaktadır. Depremler, renkli dairelerle gösterilmiştir. Sığ

depremler (0-30 km arası) turuncu, sarı ve yeşil tonlarında; orta derinlikteki depremler (30-70 km arası) mavi ve mor tonlarında; derin depremler (70 km'den fazla) ise kırmızı tonlarında büyük daireler olarak gösterilmiştir. Dairelerin büyüklüğü, depremlerin büyüklüğünü temsil eder; büyük daireler daha büyük depremleri gösterir. Bu detaylar, bölgedeki depremlerin derinlik, mesafe ve büyüklük dağılımını anlamak için kullanılır ve sismik aktivitenin bölgesel özelliklerini analiz etmeye yardımcı olur.

Bu şekil, Tokat-Bolu bölgesindeki depremlerin derinlik ve mesafe açısından nasıl dağıldığını analiz etmek için kullanılır. Örneğin, depremlerin belirli bir derinlik aralığında (örneğin 10-30 km) yoğunlaştığı görülmektedir. Bu, bölgedeki fay hatlarının derinliği veya tektonik aktivite hakkında bilgi verebilir. Ayrıca, depremlerin belirli bir mesafe aralığında daha sık meydana geldiği de gözlemlenebilir. Bu, bölgedeki fay hatlarının veya tektonik plakaların hareketliliği hakkında ipuçları sunar. Bu tür bir analiz, deprem riskini değerlendirmek için önemlidir. Özellikle derinlik ve mesafe dağılımı, bölgedeki sismik tehlikenin anlaşılmasına yardımcı olur.



Şekil 5: Bolu-Tokat arasındaki bölgenin tamamlılık Magnitudü (Magnitude of Completeness - M_c) zamanla değişim grafiği

Tamamlılık magnitudü (M_c), bir deprem kataloğunun tam olarak kaydedildiği minimum deprem büyüklüğüdür. Yani, bu büyüklükten daha küçük depremlerin tespit edilme ve kaydedilme olasılığı düşüktür. M_c , deprem verilerinin analizinde kritik bir parametredir çünkü bu değerin altındaki depremlerin eksik olması, b -değeri gibi parametrelerin yanlış hesaplanmasına neden olabilir. M_c yani büyüklüğün tamlığı, veri kalitesinin değerlendirilmesinde kritik bir faktördür çünkü b değeri doğrudan bununla ilişkilidir (Aki, 1965; Utsu, 1999).

5.3. Tamamlılık Magnitüdünün Önemi

Mc deprem kataloğunun ne kadar eksiksiz olduğunu gösterir. Düşük Mc değeri, daha küçük depremlerin de kaydedildiğini ve veri setinin daha kapsamlı olduğunu gösterir (Gutenberg ve Richter, 1954). b-değeri hesaplanırken, sadece Mc ve üzerindeki depremler kullanılır. Bu, daha küçük depremlerin eksik olması durumunda b-değerinin yanlış hesaplanmasını önler (Aki, 1965). Mc, deprem tehlikesi ve risk analizlerinde kullanılan modellerin doğruluğunu etkiler. Daha düşük Mc değeri, daha güvenilir sonuçlar sağlar (Utsu, 1999).

Tamamlılık magnitüdü, deprem verilerinin doğru bir şekilde analiz edilmesi ve sismik risklerin değerlendirilmesi için temel bir parametredir. Bu değerin doğru belirlenmesi, deprem aktivitesinin daha güvenilir bir şekilde modellenmesini sağlar.

5.4. Tamamlılık Magnitüdü (M_c) ve Zaman İçindeki Değişimi

Depremlerin büyüklük-frekans ilişkisini inceleyen sismolojik çalışmalarda, tamamlılık magnitüdü (M_c), bir bölgedeki deprem kayıtlarının tam ve eksiksiz olduğu minimum deprem büyüklüğünü ifade eder. Bu değer, sismik verilerin analizinde kritik bir rol oynar, çünkü M_c 'nin altındaki depremler genellikle kaydedilmemiş veya eksik olabilir. M_c değeri, bir bölgedeki sismik aktivitenin ne kadar iyi izlendiğini ve kaydedildiğini anlamak için önemli bir göstergedir.

M_c değeri, özellikle Gutenberg-Richter bağıntısının uygulanmasında büyük önem taşır. M_c değeri, bu bağıntıdaki b değerinin hesaplanmasında kilit bir rol oynar. Çünkü M_c 'nin altındaki depremlerin kaydedilmemesi, b değerinin yanlış hesaplanmasına ve dolayısıyla bölgenin sismik aktivitesinin yanlış yorumlanmasına neden olabilir. Bu nedenle, M_c değerinin doğru belirlenmesi, deprem riski analizleri ve sismik tehlike değerlendirmeleri için önemlidir. M_c değeri, zaman içinde çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebilir. Bu değişim, bölgedeki sismik kayıt sistemlerinin gelişimi, sismometre ağlarının genişlemesi veya veri

toplama yöntemlerindeki iyileştirmeler gibi faktörlerden etkilenir. Mc değerinin zaman içindeki değişimi, aşağıdaki şekillerde yorumlanabilir.

Mc değerinin zaman içinde düşmesi, bölgedeki sismik kayıt sistemlerinin iyileştiğini ve daha küçük depremlerin kaydedilmeye başlandığını gösterir. Bu durum, sismometre ağlarının genişlemesi, veri toplama teknolojisinin gelişmesi veya sismik izleme sistemlerinin daha hassas hale gelmesi gibi faktörlerle açıklanabilir. Özellikle Türkiye'de 2000'li yıllardan sonra AFAD'ın sismometre ağlarının genişlemesi, Mc değerinin düşmesine önemli bir katkı sağlamıştır. Mc değerinin düşmesi, bölgenin deprem aktivitesinin daha iyi anlaşılmasını sağlar ve Gutenberg-Richter bağıntısındaki b değerinin daha doğru hesaplanmasına olanak tanır.

Mc değerinin zaman içinde artması, bölgedeki sismik kayıt sistemlerinde sorunlar olduğunu veya küçük depremlerin kaydedilmesinde eksiklikler yaşandığını gösterir. Bu durum, sismometre ağlarının azalması, teknik arızalar veya veri toplama kalitesinin düşmesi gibi nedenlerle açıklanabilir. Mc değerinin artması, deprem verilerinin eksik olmasına neden olur ve bu da

bölgenin sismik aktivitesinin yanlış yorumlanmasına yol açabilir.

Mc değerinin zaman içinde dalgalanması (bazen artması, bazen azalması), bölgedeki sismik kayıt sistemlerinin tutarsız olduğunu veya dış faktörlerden (örneğin, insan kaynaklı sismik gürültü, teknik sorunlar) etkilendiğini gösterir. Özellikle yoğun insan faaliyetlerinin olduğu dönemlerde (örneğin, madencilik veya inşaat çalışmaları) Mc değeri artabilir, çünkü bu faaliyetler küçük depremlerin kaydedilmesini zorlaştırabilir. Mc değerindeki dalgalanmalar, deprem verilerinin güvenilirliğini etkileyebilir ve bölgenin sismik risk analizlerinde belirsizliklere neden olabilir.

Mc değerinin zaman içinde sabit kalması, bölgedeki sismik kayıt sistemlerinin stabil olduğunu ve deprem kayıtlarının tutarlı bir şekilde toplandığını gösterir. Bu durum, bölgenin sismik aktivitesinin ve kayıt sistemlerinin uzun süredir değişmediğini işaret eder. Sabit bir Mc değeri, deprem verilerinin güvenilir olduğunu ve Gutenberg-Richter bağıntısındaki b değerinin doğru hesaplanabileceğini gösterir.

Mc değerinde ani artış veya düşüşler, bölgede önemli bir değişiklik olduğunu gösterir. Örneğin, yeni sismometrelerin kurulması, mevcut

sistemlerin arızalanması veya büyük bir depremin ardından sismik aktivitede değişimler olabilir. 1999 İzmit depremi gibi büyük bir depremin ardından Mc değerinde ani bir düşüş görülebilir, çünkü deprem sonrası sismik izleme sistemleri daha hassas hale getirilmiş olabilir. Ani değişimler, bölgenin sismik aktivitesindeki önemli değişiklikleri yansıtır ve bu durum deprem riski analizlerinde dikkate alınmalıdır.

5.5. Bolu-Tokat Bölgesi Özelinde Mc Değerinin Değişimi

Bolu-Tokat bölgesinde yapılan çalışmalarda, Mc değerinin zaman içindeki değişimi, bölgenin sismik aktivitesinin ve sismik kayıt sistemlerinin gelişimini yansıtmaktadır. Özellikle 2000'li yıllardan sonra Mc değerinin düşmesi, bölgedeki sismometre ağlarının genişlemesi ve veri toplama teknolojisinin iyileşmesiyle açıklanabilir. Bu durum, bölgedeki küçük depremlerin daha iyi kaydedildiğini ve sismik aktivitenin daha doğru bir şekilde analiz edildiğini göstermektedir.

Ancak, Mc değerindeki dalgalanmalar veya ani değişimler, bölgedeki sismik kayıt sistemlerinde geçici sorunlar yaşandığını veya dış faktörlerin (örneğin, insan kaynaklı sismik gürültü) etkili olduğunu işaret edebilir. Bu tür durumlarda, deprem verilerinin güvenilirliği sorgulanmalı ve

sismik risk analizleri bu belirsizlikler dikkate alınarak yapılmalıdır. Sonuç olarak M_c değeri, bir bölgedeki deprem aktivitesinin ne kadar iyi izlendiğini ve kaydedildiğini anlamak için kritik bir parametredir. M_c değerinin zaman içindeki değişimi, sismik kayıt sistemlerinin gelişimini ve bölgenin sismik aktivitesindeki değişiklikleri yansıtır. Bolu-Tokat bölgesinde yapılan çalışmalar, M_c değerinin düşmesinin bölgenin deprem aktivitesinin daha iyi anlaşılmasını sağladığını göstermektedir.

5.6. Bolu ve Tokat Arasındaki Bölgenin b Değerinin Hesaplanması

b -değerinin güvenilir bir şekilde hesaplanabilmesi için, deprem kataloğundaki derin depremlerin çıkarılması ve decluster yöntemi (Gardner ve Knopoff, 1974) uygulanması gerekmektedir. Decluster yöntemi, artçı şoklar gibi bağımlı depremler ile ana şoklar gibi bağımsız depremleri birbirinden ayırmak için kullanılır. Bu ayırma işlemi, kümelenmeyi giderme olarak adlandırılır ve b -değeri hesaplamalarında veri setinin homojenliğini sağlamak açısından kritik öneme sahiptir.

Bolu-Tokat arasındaki bölge için yapılan decluster işlemi sonucunda, toplam 11.647 deprem içeren katalogdan 10.576 bağımsız deprem elde

edilmiştir. Bu işlem, veri setinin yaklaşık %9,2 oranında azalmasına neden olmuştur. Bu azalma, artçı şoklar ve derin depremlerin katalogtan çıkarılmasıyla sağlanmıştır. Bu adım, b-değerinin daha güvenilir ve tutarlı bir şekilde hesaplanmasını sağlamaktadır.

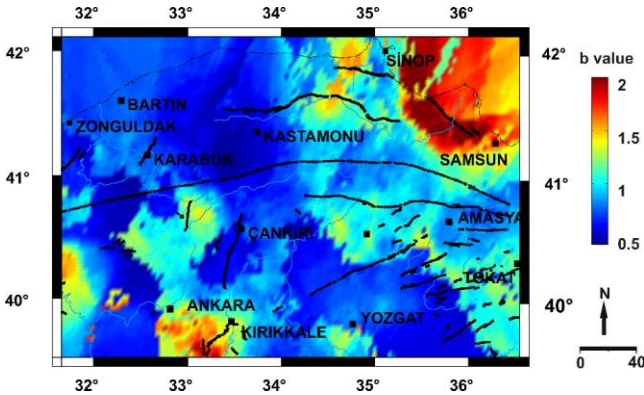
b-değeri hesaplamaları, ZMAP yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. ZMAP, deprem verilerinin analizi ve sismik parametrelerin hesaplanması için yaygın olarak kullanılan bir araçtır. Bu yazılım, b-değeri, tamamlılık magnitüdü (Mc) ve diğer sismik parametrelerin doğru bir şekilde hesaplanmasını sağlar.

b-değeri, hem 1900 yılından 2025 yılına kadar olan büyüklüğü 1 ile 8 arasındaki deprem verileri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar, bölgenin sismik aktivitesinin zaman içindeki değişimini anlamak ve b-değerinin deprem büyüklük-frekans ilişkisini doğru bir şekilde yansıtmasını sağlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Bolu-Tokat arasındaki bölgede yapılan decluster işlemi, b-değerinin hesaplanmasında kullanılan veri setinin güvenilirliğini artırmıştır. Toplam 11.647 deprem içeren katalogdan 10.576 bağımsız deprem elde edilmesi, bölgenin sismik aktivitesinin daha net bir şekilde analiz edilmesine

olanak sağlamıştır. Bu işlem, b-değerinin büyük ve küçük depremler arasındaki ilişkiyi daha doğru bir şekilde yansıtmalarını sağlamıştır.

Bu çalışma, Bolu-Tokat bölgesinin depremselliğini anlamak ve b-değeri gibi kritik parametrelerin doğru bir şekilde hesaplanması için önemli bir adım teşkil etmektedir. Gelecekte yapılacak çalışmalar, bu verilerin daha detaylı analiz edilmesine ve bölgenin deprem riskinin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.



Şekil 6: Tokat ile Bolu arasındaki b-değeri dağılımı. Bölgedeki aktif faylar, MTA'nın diri fay haritasına (Emre vd., 2018) göre çizilmiştir.

Şekil 6'daki harita üzerinde siyah çizgilerle gösterilen fay hatları, bölgedeki tektonik yapıyı ortaya koymaktadır. Şehirler ise belirgin şekilde

işaretlenmiş olup, özellikle Ankara, Çankırı, Kırıkkale, Yozgat ve Batı Karadeniz’de (Zonguldak, Karabük, Bartın) düşük b-değerleri dikkat çekmektedir. Bu bölgeler yüksek stres altında olduğundan, büyük ölçekli depremlerin meydana gelme olasılığı daha yüksektir. Buna karşın, Samsun ve Sinop’un kuzey kesimleri yüksek b-değeri (1.5-2.0) gösterdiğinden, bu alanlarda büyük depremlerin oluşma olasılığı daha düşüktür.

Bu analizler, deprem risk değerlendirmesi ve şehir planlaması açısından büyük önem taşımaktadır. Özellikle düşük b-değerine sahip bölgelerde, mühendislik projelerinin ve yapılaşmanın depreme dayanıklı şekilde tasarlanması kritik bir gerekliliktir. Deprem tehlikesi açısından hassas bölgelerde gerekli önlemlerin alınması, can ve mal kayıplarını en aza indirmek için hayati önem taşımaktadır.

Şekil 6’daki haritada sağdaki renk skalasına göre b-değerleri 0.5 ile 2.5 arasında değişmektedir. Haritanın büyük bir kısmı mavi tonlarında olup, $b \approx 1$ civarında değerler göstermektedir. Bu bölgelerde büyük ve küçük depremler arasındaki oran dengelidir, ancak b’nin düşük olduğu alanlarda büyük depremlerin olasılığı daha yüksektir.

Kastamonu'nun kuzeydoğusunda (Karadeniz kıyı şeridine yakın), kırmızıya kadar uzanan yüksek b-değerli alanlar bulunmaktadır. $b \approx 2$ olan bölgelerde küçük ölçekli depremler baskındır ve büyük deprem üretme olasılığı daha düşüktür.

Haritada siyah çizgilerle gösterilen fay hatları, bölgede aktif tektonik hareketliliğin bulunduğu işaret etmektedir.

Faylara yakın alanlarda b-değerinin 1'e yakın veya daha düşük olması, stres birikiminin ve büyük deprem olasılığının arttığını gösterir.

Kastamonu'nun kuzeydoğusunda (Karadeniz kıyısına yakın) b-değeri yüksek, yani burada küçük depremler baskın ve büyük depremler beklenme olasılığı düşüktür. Bölgenin güney ve orta kesimleri $b \approx 1$ veya daha düşük değerlere sahiptir, bu da stres birikimi olan alanlar olabileceğini gösterir. Fay hatlarına yakın düşük b-değerli alanlar, büyük depremler açısından daha riskli bölgeler olabilir.

Bu harita, Bolu ve Tokat arasındaki bölgenin sismik risk analizleri ve deprem tehlike değerlendirmeleri açısından önemli bilgiler sunmaktadır. Daha kesin sonuçlar için bölgedeki gerilme durumu, deprem tekrar periyotları ve tarihsel sismisite ile birlikte değerlendirilmelidir.

Haritada renk skalası kullanılarak b-değerlerinin mekânsal dağılımı gösterilmektedir. Kırmızı ve sarı tonlar ($b > 1.5-2.0$), düşük stresli ve küçük ölçekli depremlerin baskın olduğu bölgeleri; mavi tonlar ($b < 0.5-1.0$) ise yüksek stres altında olan, büyük depremler üretme potansiyeli taşıyan alanları ifade etmektedir.

6. Sonuçlar

Bolu ve Tokat arasındaki bölge, Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) gibi aktif tektonik yapıların etkisi altında olan ve yüksek sismik risk taşıyan bir alandır. Bu çalışmada, bölgenin depremselliği tarihsel ve aletsel dönem depremleri üzerinden incelenmiş, Gutenberg-Richter formülü kullanılarak bölgenin sismik aktivitesi analiz edilmiştir. Tarihsel kayıtlar, bölgenin geçmişte büyük yıkıcı depremlere maruz kaldığını ve bu depremlerin özellikle KAFZ boyunca meydana geldiğini göstermektedir. 1668 Büyük Kuzey Anadolu Depremi, 1943 Tosya-Ladik Depremi ve 1999 Gölcük Depremi gibi önemli sismik olaylar, bölgenin deprem potansiyelini açıkça ortaya koymaktadır.

Gutenberg-Richter formülü kullanılarak yapılan analizler, bölgenin b-değerinin 0.853 olarak hesaplandığını göstermiştir. Bu değer, bölgede büyük depremlerin oluşma olasılığının

yüksek olduğuna işaret etmektedir. Ayrıca, tamamlılık magnitüdü (Mc) analizleri, bölgedeki sismik kayıt sistemlerinin zaman içinde geliştiğini ve daha küçük depremlerin kaydedilebilir hale geldiğini ortaya koymuştur. Bu durum, bölgenin sismik aktivitesinin daha doğru bir şekilde analiz edilmesine olanak sağlamıştır.

Bolu ve Tokat arasındaki bölge, aktif fay sistemleri ve yüksek sismik aktivitesi nedeniyle deprem riski açısından oldukça hassastır. Özellikle KAFZ'nin batı ve orta kesimlerinde yer alan fay segmentleri, gelecekte büyük depremler üretme potansiyeline sahiptir. Bu nedenle, bölgede deprem zararlarını azaltmaya yönelik çalışmaların sürdürülmesi büyük önem taşımaktadır. Depreme dayanıklı yapılaşma, zemin etütleri, deprem erken uyarı sistemleri ve toplumsal bilinçlendirme çalışmaları, bölgenin deprem riskini azaltmada kritik rol oynayacaktır.

Sonuç olarak, bu çalışma, Bolu ve Tokat arasındaki bölgenin sismik aktivitesini anlamak ve deprem riskini değerlendirmek için önemli bir bilimsel çerçeve sunmaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmalar, bölgenin sismik aktivitesinin daha detaylı bir şekilde incelenmesine ve deprem risk yönetimi stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır. Bu tür çalışmalar, hem yerel hem de

ulusal ölçekte afet yönetimi ve kentsel planlama açısından büyük önem taşımaktadır.

Kaynaklar

- Ambraseys, N. N. (1970). Some characteristic features of the North Anatolian Fault Zone. *Tectonophysics*, 9(2-3), 143-165.
- Ambraseys, N. (2009). *Earthquakes in the Mediterranean and Middle East: A Multidisciplinary Study*. Cambridge University Press.
- Barka, A. A. (1996). Slip distribution along the North Anatolian Fault associated with the large earthquakes of the period 1939 to 1967. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 86(5), 1238-1254.
- Barka, A., Akyüz, H. S., Altunel, E., Sunal, G., Çakır, Z., Dikbaş, A., ... & Emre, Ö. (2002). The surface rupture and slip distribution of the 17 August 1999 İzmit earthquake (M 7.4), North Anatolian Fault. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 92(1), 43-60.
- Bozkurt, E. (2001). Neotectonics of Turkey—a synthesis. *Geodinamica Acta*, 14(1-3), 3-30.
- Emre, Ö., Duman, T. Y., Özalp, S., & Elmacı, H. (2018). *Active Fault Map of Turkey*. General Directorate of Mineral Research and Exploration.

- Erdik, M. (2001). Report on 1999 Kocaeli and Düzce (Turkey) earthquakes. Structural Control for Civil and Infrastructure Engineering, 149-186.
- Gardner, J. K., & Knopoff, L. (1974). Is the sequence of earthquakes in Southern California, with aftershocks removed, Poissonian? Bulletin of the Seismological Society of America, 64(5), 1363-1367.
- Gutenberg, B., & Richter, C. F. (1944). Frequency of earthquakes in California. Bulletin of the Seismological Society of America, 34(4), 185-188.
- Gutenberg, B., & Richter, C. F. (1954). Seismicity of the Earth and Associated Phenomena. Princeton University Press.
- Kanamori, H. (1977). The energy release in great earthquakes. Journal of Geophysical Research, 82(20), 2981-2987.
- Kijko, A., & Singh, M. (2011). Statistical tools for maximum possible earthquake magnitude estimation. Acta Geophysica, 59(4), 674-700.
- Le Pichon, X., Şengör, A. M. C., Demirbağ, E., Rangin, C., & İmren, C. (2001). The active main Marmara fault. Earth and Planetary Science Letters, 192(4), 595-616.

- McKenzie, D. (1972). Active tectonics of the Mediterranean region. *Geophysical Journal International*, 30(2), 109-185.
- Parsons, T. (2004). Recalculated probability of $M \geq 7$ earthquakes beneath the Sea of Marmara, Turkey. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 109(B5).
- Reilinger, R., McClusky, S., Vernant, P., Lawrence, S., Ergintav, S., Cakmak, R., ... & Karam, G. (2006). GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 111(B5).
- Scholz, C. H. (2019). *The Mechanics of Earthquakes and Faulting*. Cambridge University Press.
- Utsu, T. (1965). A method for determining the value of b in a formula $\log n = a - bM$ showing the magnitude-frequency relation for earthquakes. *Geophysical Bulletin of Hokkaido University*, 13, 99-103.
- Wiemer, S., & Wyss, M. (2000). Minimum magnitude of completeness in earthquake catalogs: Examples from Alaska, the western United States, and Japan. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 90(4), 859-869.

