

EXAMINING THE IMPACT OF EARTHQUAKES ON MATHEMATICS EDUCATION

Abdurrahman KAYA

Received first: 17.01.2024 *Accepted: 07.05.2024*

Atıf/©: Kaya, A. (2024). Examining the impact of earthquakes on mathematics education. *Journal of Advancements in Education*, 2(1), 29-41.

Abstract

The exploration of mathematics often involves encountering extraordinary challenges, intricate puzzles, sophisticated mental games, paradoxes, and thought-provoking sophisms. Delving into captivating examples has the potential to engage, enlighten, and inspire students, fostering a drive for discovery. This research paper aims to elucidate some intriguing mathematical sophisms and their implications within the realm of mathematics education. Several factors impact the establishment of an evolving educational setting for teaching mathematics from a humanistic viewpoint. The methodology adopted in this paper is a multi-case study that involves showcasing specific examples, highlighting these characteristics, and implementing mathematical concepts without strictly adhering to their assumptions, which can lead to logical inconsistencies. Students frequently need help with topics such as dividing an equation by zero or extracting a nonnegative square root. The tactics and stages of erroneous thinking that give rise to sophisms are intricately linked to various mathematical principles, including square roots, trigonometry, equations, differentiation, logarithms, geometry, binomial expansion, and integration. The requirements for developing a healthy learning environment with cheerful sensations are undoubtedly expressed. As a result, these emotions will stimulate students' thinking, link with their cognitive interests, and aid them in their future undertakings. This exploration delves into sophisms associated with each of these mathematical notions. It is our aspiration that those with an interest in mathematics will perceive the concepts presented in this article as a catalyst for future mathematical research.

Keywords: Earthquakes, natural disasters, real life applications, learning processes, mathematics education.

DEPREMİN MATEMATİK EĞİTİMİNE ETKİSİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

Abdurrahman KAYA¹

Makale İlk Gönderim Tarihi: 17.01.2024

Makale Kabul Tarihi: 07.05.2024

Atıf/©: Kaya, A. (2024). Depremin matematik eğitime etkisi üzerine bir inceleme, *Journal of Advancements in Education*, 2(1), 29-41.

Özet

Bu çalışma, depremin matematik eğitime olan etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Depremler, doğal afetler arasında önemli bir yer tutmaktadır ve sıklıkla matematiksel konseptlerle ilişkilendirilebilir. Bu bağlamda, depremlerin matematik eğitime etkilerini anlamak, eğitim politikalarını ve müfredatı daha etkili bir şekilde şekillendirebilme amacını taşımaktadır. Çalışma, depremlerin matematik öğrenme süreçlerini nasıl etkilediğini anlamak için kaynak tarama yoluyla son 10 yılda eğitimde deprem farkındalığı alanında yayınlanan kaynaklara yer verilerek veri toplamıştır. Elde edilen bulgular, depremlerin matematik eğitimi üzerinde önemli bir etkisinin olduğunu göstermektedir. Öğrencilerin depremi matematikle ilişkilendirmesi, gerçek dünya uygulamalarıyla matematik kavramlarını daha iyi anlamalarına katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte, öğretmenlerin depremi ders planlarına entegre etmeleri ve bu konuda öğrencilere daha iyi rehberlik etmeleri için ek kaynaklara ihtiyaç duydukları ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak, depremin matematik eğitime etkisi, hem öğrencilerin motivasyonunu artırma hem de matematik konseptlerini gerçek dünya bağlamında öğrenmelerine olanak tanıma açısından önemli bir fırsat sunmaktadır. Bu bulgular, eğitim politikalarının ve müfredatın deprem ve benzeri olaylara duyarlı bir şekilde tasarlanması için rehberlik sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Deprem, doğal afetler, gerçek dünya uygulamaları, matematik eğitimi, öğrenme süreçleri.

1. GİRİŞ

Depremler kökeni yerin içinde olan yer kabuğu hareketleridir (İşçi, 2008). Geçtiğimiz yıllarda depremlerin oluşumlarına göre birçok tanım yapılmıştır. Bir deprem, tektonik yüklemenin neden olduğu biriken stresin serbest bırakılması sonucunda kabuğun kırılmasıyla ortaya çıkan bir olaydır (Fukuyama, 2009). Diğer bir tanımla ise yer kabuğundaki çatlaklar ve kırılmalar sonucunda aniden meydana gelen titreşimlerin dalgalar halinde yayılarak etkiledikleri ortamı sarsma olayına “deprem” adı verilir. Deprem, kaçınılmayan bir doğa olayıdır (İşçi, 2008). Deprem günümüzde, yer kabuğunda depolanan elastik enerjinin serbest bırakılmasıyla meydana gelen ani bir yer hareketidir (Scholz, 2007). Ani oluşlarından ve çoğu kez büyük ölçüde can ve mal kaybına sebep olduklarından insanları çok korkutan doğal afetlerden biridir. En yaygın deprem nedeni, yer kabuğundaki tektonik plakaların birbirine karşı hareket etmesidir. Bu plakaların sürtünmesi veya çarpışması depremlere neden olmaktadır. Dünya genelinde sismik olarak aktif olan çeşitli bölgelerde, aşırı kentleşme sonucunda kilometrekare başına 20.000 ila 60.000 nüfusa sahip devasa şehirler ortaya çıkmıştır. Bu tür şehirler, altyapının tahrip olmasından kaynaklanan kırıklar ve diğer yaralanmaların yanı sıra travma, boğulma, hipotermi ve akut solunum yetmezliği gibi etkenlerle birlikte deprem tehlikelerine karşı oldukça savunmasız durumdadır (Paho, 2023).

Depremlerin dört tane çeşitleri olduğunu söyleyebiliriz. Bunlar; tektonik, volkanik, patlama ve çökme depremleridir. Tektonik depremler, dünyadaki en yaygın deprem türlerindedir. Yer kabuğu, gevşek ve çatlamış toprak parçalarından oluşan tektonik plakalarla kaplıdır. Bu plakalar, yavaş ve kademeli bir şekilde hareket edebilme kapasitesine sahiptir. Hareketleri çeşitli şekillerde gerçekleşebilir; birbirlerine doğru, birbirlerinden uzaklaşarak, yan yana kayarak veya birbirlerine çarpışarak. İki hareket halindeki tektonik plaka birbirine göre

¹ Abdurrahman KAYA, Doktora adayı, Öğretmen, Türkiye Petrolleri Ortaokulu, Adıyaman, abdurrahmankaya@meb.k12.tr

kaydığında, büyük bir sarsıntı meydana gelir. Bu tip depremlere tektonik deprem adı verilir (Converse Energy Future, 2023). Dünya genelinde ve Türkiye'de meydana gelen depremlerin büyük çoğunluğu (%90), yerkabuğundaki levhaların hareketi sonucunda ortaya çıkan tektonik depremlerdir (Karadeniz, 2023). Bunlardan çökme ve volkanik depremler yereldir. Çökme depremleri, yer kabuğu yapısının kalker ve jips gibi eriyebilen kayalardan oluştuğu yerlerde, yer içindeki mağaraların zamanla tavanlarının incelenerek çökmeleri sonucu meydana gelmektedirler. Yerleşim yerlerine rastladığı takdirde can ve mal kaybına sebep olurlar. Volkanik depremler, çoğu zaman yanardağlar faaliyete geçeceği zaman, adeta volkanik aktivitenin habercisi olarak meydana gelirler ve yakın çevrelerinde zararlı olurlar. Tektonik depremler, yer kabuğunun hareketli bölgelerinde gerçekleşir. Yerin derinliklerinde denge bozulmaya yatkın hale geldiği veya yer kabuğundaki gerilmelerin neden olduğu çeşitli olaylar, potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüşmesiyle “tektonik depremler” meydana getirir ve büyük felaketlere yol açabilir (Özdoğan, 1993). Depremlerin büyüklüğü genellikle Richter ölçeği veya Moment Magnitude ölçeği ile ifade edilir. Bu ölçekler, depremin enerjisini veya serbest bıraktığı momenti ölçer. Depremler, binaların çökmesine, yer yüzeyinin çatlamasına ve diğer doğal afetlere neden olmaktadır. Deprem hasarlarını önlemek için binaların ve altyapının depreme dayanıklı olması önemlidir. Depremlerin matematik eğitimine etkisinin incelenmesi, çeşitli perspektiflerden ele alınabilir. Örneğin:

- Matematiksel modeller ve depremler: Depremlerin matematiksel modelleri incelenebilir. Depremleri anlamak ve öngörmek için kullanılan matematiksel modellerin geliştirilmesi, matematik eğitimine katkı sağlayabilir.
- İstatistik ve depremler: Depremlerle ilgili istatistikler, olasılık hesaplamaları ve veri analizi, öğrencilere istatistiksel düşünme becerilerini geliştirmeleri konusunda yardımcı olabilir.
- Coğrafya ve matematik bağlantısı: Depremlerin coğrafi konumu, derinliği, büyüklüğü gibi faktörlerin matematiksel analizi, coğrafya ve matematik derslerini entegre etme fırsatı sunabilir.
- Risk analizi ve mühendislik: Depremlerin neden olduğu riskleri değerlendirmek, yapısal mühendislik ve risk analizi konularında matematiksel modellerin kullanılmasını gerektirir. Bu, öğrencilere pratik matematik uygulamaları sunabilir.
- Deprem mühendisliği ve matematiksel yaklaşımlar: Deprem mühendisliği, yapıların deprem etkilerine dayanıklılığını artırmayı amaçlayan bir alan olarak, matematiksel modeller ve hesaplamalar içerir. Bu alandaki konular, mühendislik ve matematik eğitimini birleştirebilir.
- Risk eğitimi: Deprem riski altındaki bölgelerde yaşayan öğrencilere, deprem hazırlığı ve risk azaltma konularında matematiksel hesaplamalar üzerine odaklanan eğitim verilebilir.
- Çok disiplinli proje tabanlı öğrenme: Depremlerle ilgili çok disiplinli projeler, öğrencilere matematiksel kavramları pratiğe dökme ve gerçek dünya sorunlarına matematiksel çözümler üretme fırsatı sunabilir. Aynı zamanda, depremlerin neden olduğu riskleri anlamak ve azaltmak için matematiksel yaklaşımlar, toplumların daha güvenli olmasına katkıda bulunabilir. Bu konuda yapılan araştırmalar ve projeler, eğitim programlarını daha etkili hale getirebilir.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE: MATEMATİKSEL MODELLER VE DEPREMLER

Matematiksel modelleme genel anlamda gerçek yaşam problemlerinin matematiksel yollarla çözülme sürecidir (Blum & Borromeo Ferri, 2009). Matematiksel modellemenin bağlam yönü, farklı disiplinlerin bir arada ele alınmasına fırsat sunduğundan farklı disiplinlerde önemli bir araç olarak görülmektedir (Hamilton vd., 2008). Bu nedenle matematik eğitiminin önemli araştırma konularından biri olan matematiksel modelleme, son yıllarda farklı disiplinleri içinde barındırmasıyla ön plan çıkmaktadır (Doğan vd., 2019). Matematiksel modeller ve depremlerle ilgili birçok araştırma ve çalışma mevcuttur. Depremlerin tahmin edilmesi, deprem mühendisliği, deprem risk analizi gibi konular matematiksel modellerin kullanıldığı alanlardır. Bu tür çalışmalar genellikle jeofizik, jeoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini bir araya getirmektedir.

Depremler genellikle karmaşık fiziksel olaylardır ve bu nedenle matematiksel modeller, deprem davranışını anlamak ve tahmin etmek için kullanılmaktadır. Bu modeller genellikle deprem dalgalarının hareketini, yer kabuğunun elastik özelliklerini, fay hatlarının davranışını ve diğer etkenleri içermektedir. Ayrıca, depremlerin sosyal ve ekonomik etkilerini değerlendirmek için de matematiksel modeller kullanılmaktadır. Bu modeller, depremlerin olası etkilerini önceden belirlemek ve afet yönetimi planlarını geliştirmek amacıyla kullanılabilir.

2.1. Depremin Sosyal Etkileri İle İlgili Matematiksel Model Etkinlikleri

Türkiye, dünyanın önemli deprem kuşaklarından biri üzerinde konumlanmıştır. Depremler, Türkiye'de toplum hayatında önemli bir gerçekliği temsil etmektedir. Türkiye için deprem, oldukça önemli ve etkili bir doğal afettir. Dünya üzerinde en etkili ikinci deprem sahası olarak bilinen Akdeniz (Alp-Kafkas-Himalaya) Deprem Kuşağı üzerinde yer alan Türkiye, son derece aktif bir sahada bulunmaktadır (Kanat, 2016; Şahin & Sipahioğlu, 2007). Bu nedenle, Türkiye'de her gün küçük veya büyük sarsıntılar yaşanmaktadır. Bu tür afetler, insanları önemli ölçüde etkilemektedir. Ne yazık ki, insanlar bu tür durumlar hakkında yeterli bilgiye ve farkındalığa sahip değildir (Thomas vd., 1999). Afet riski taşıyan bölgelerde yaşayan öğrencilere özellikle de depremler olmak üzere afetler konusunda bilinç oluşturulması önemlidir. Çünkü depremlerin etkileri makro ve mikro ekonomik alanlardan, nüfus durumuna, toplumun sosyal yapısına (Pelling vd., 2002) ve eğitim-öğretim faaliyetlerine kadar geniş bir yelpazede hissedilmektedir. Depremler, eğitim hizmetleri üzerinde çeşitli olumsuz etkilere neden olabilir. Bu etkiler, eğitim hizmetlerinin yürütüldüğü fiziksel ortamın zarar görmesi şeklinde olabileceği gibi, depremi yaşayan öğretmen ve öğrencilerin öğretme-öğrenme durumlarındaki problemler olarak da ortaya çıkabilir (Yıldız, 2000). Gerçekten de, depremlerin öğrencilerin okuldaki motivasyon ve başarı durumları üzerinde olumsuz etkileri olduğu belirlenmiştir (Sert, 2002).

Depremin sosyal etkilerini matematiksel olarak modellemek, genellikle karmaşık bir süreçtir, çünkü sosyal etkiler geniş bir yelpazede değişebilir ve birçok faktöre bağlıdır. Ancak, bazı matematiksel modeller ve yöntemler, depremin sosyal etkilerini anlamak ve değerlendirmek için kullanılabilir. Bu konuda kullanılan bazı matematiksel modeller ve etkenler vardır. Bunlardan ilki, risk analizi, depremlerin sosyal etkilerini değerlendirmek için kullanılan bir matematiksel yöntemdir. Bu tür modeller, depremin olası etkilerini ve bu etkilerin toplum üzerindeki potansiyel sonuçlarını tahmin etmek amacıyla kullanılır. İkincisi, agent tabanlı modeller, bireylerin ve toplumun davranışlarını simüle eden matematiksel modellerdir. Deprem anında veya sonrasında insanların nasıl tepki vereceğini ve bu tepkilerin toplum üzerindeki etkilerini analiz etmek için kullanılabilirler. Üçüncüsü, insan davranışı modelleri, deprem etkisi altındaki toplumun davranışlarını anlamak için matematiksel modeller kullanılabilir. Bu modeller, insanların deprem

öncesinde, anında ve sonrasında davranışlarını simüle edebilir ve bu davranışların toplumun genel durumunu nasıl etkilediğini gösterebilir. Bir diğeri olan afet sonrası toplumsal ekonomik modeller, depremlerin ekonomik etkilerini değerlendirmek için matematiksel modeller kullanılabilir. Bu modeller, depremin ekonomik sonuçlarını, iş kayıplarını, mal kayıplarını ve bu faktörlerin toplum üzerindeki uzun vadeli etkilerini inceleyebilir. Son olarak, sosyal ağ analizi modeller: Deprem sonrasında toplum içindeki etkileşimleri anlamak için sosyal ağ analizi kullanılabilir. Matematiksel modeller, sosyal ağlardaki bağlantıları ve etkileşimleri simüle ederek, depremin toplum içindeki bilgi akışını ve destek mekanizmalarını analiz edebilir. Bu modeller, genellikle multidisipliner bir yaklaşımı gerektirir ve matematiksel olarak karmaşık olabilir. Ancak, bu tür modeller, depremlerin sosyal etkilerini anlamak ve afet yönetimi stratejilerini geliştirmek için önemli araçlar sağlayabilir.

2.2. Afet Sonrası Toplumsal Ekonomik Modeller Tasarlanması

Doğal afetlerin meydana gelmesi, günlük yaşamda birçok dengeyi bozmaktadır. Öncelikle, bir doğal afet insan yaşamının ve dolayısıyla beşeri sermayenin kaybına neden olmaktadır. İkinci olarak, doğal afetler evleri, araçları ve altyapıyı yok ederek fiziksel sermaye hasarına yol açar. Üçüncü olarak, afet bölgesinden ayrılmak zorunda kalan insanlar, hayatlarına yeniden başlamak için daha güvenli bir yer arama durumuyla karşı karşıya kalabilirler. Tüm bu etkiler ekonomik faaliyetlerin sekteye uğramasına ve yeni bir denge bulma ihtiyacına neden olmaktadır (Özer, 2023). Bu durum, hem bireylerin hem de ülkelerin ekonomilerini ciddi şekilde etkilemektedir. Afet sonrası toplumsal ekonomik modeller, deprem, sel, tsunami gibi doğal afetlerin toplum üzerindeki ekonomik etkilerini değerlendirmek ve anlamak amacıyla kullanılır. Bu tür modeller, afetin neden olduğu ekonomik kayıpları, yeniden yapılanma maliyetlerini, iş kayıplarını ve diğer ekonomik faktörleri analiz eder.

Buna örnek olarak, İstanbul deprem senaryosu ve ekonomik etkileri düşünülebilir. Bu örnek, İstanbul'da meydana gelebilecek büyük bir depremin sosyal ve ekonomik etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılan bir çalışmayı temsil edebilir. Burada amaç, İstanbul'da meydana gelebilecek bir depremin ekonomik etkilerini önceden belirlemek ve afet yönetimi stratejileri geliştirmektir. Örnekte kullanılan modeller ve analizler şu şekilde listelenebilir:

Risk analizi modelleri: Depremin büyüklüğü, derinliği ve yerel yapılaşma gibi faktörler kullanılarak depremin olası etkileri analiz edilir.

Ekonomik modelleme: Deprem sonrası ekonomik kayıplar, iş kayıpları, altyapı hasarları ve yeniden yapılanma maliyetleri gibi faktörler matematiksel modellerle değerlendirilir.

İstihdam modellemesi: İş kayıpları ve işsizlik oranları, depremin etkisiyle oluşacak değişiklikleri belirlemek için modellenir.

Makroekonomik analizler: Deprem sonrası ekonomik dalgalanmaların genel ekonomik göstergeler üzerindeki etkileri analiz edilir.

Örnek sonuç olarak, ekonomik kayıpların miktarı belirlenir ve bu kayıpların toplam milli gelir üzerindeki etkileri hesaplanır. İş kayıplarının ve işsizlik oranlarının artışının sosyal etkileri analiz edilir. Altyapı hasarları ve yeniden yapılanma maliyetleri göz önüne alınarak, ekonomik iyileşme süreci modellenir. Politika önerileri olarak da şunlar verilebilir: (a) Acil durum planlarının ve afet önleme stratejilerinin güçlendirilmesi. (b) Yeniden yapılanma sürecinde ekonomik destek ve teşvik önlemleri. (c) İstihdamın korunması ve iş kayıplarının en aza indirilmesi için sosyal güvenlik önlemleri. Bu tür modeller, afet yönetimi planlarını geliştirmek, acil durum hazırlıklarını yapmak ve toplumu afetlere karşı daha dirençli hale getirmek için önemli

araçlar sağlar. Bu örnek, bir şehirde meydana gelebilecek büyük bir depremin ekonomik etkilerini anlamak ve minimize etmek amacıyla kullanılan matematiksel modelleri temsil etmektedir.

3. İSTATİSTİK, COĞRAFYA VE DEPREM İLİŞKİSİ

3.1. İstatistik ve Depremler

Depremlerin istatistiksel analizi, depremlerin sıklığı, büyüklüğü ve yerel etkileri gibi faktörleri içermektedir. İstatistiksel yöntemler, potansiyel depremlerin oluşma zamanlarını modelleme konusunda sıkça kullanılmaktadır. Bu alandaki literatürde birçok çalışma bulunmaktadır. Bu modellemelerde sıklıkla kullanılan dağılımlar Gama Dağılımı (Udias, 1975; Utsu, 1984), Weibull dağılımı (Hagiwara, 1974; Udias, 1975; Utsu, 1984; Rikitake, 1991; Sykes vd., 2003;), ve Lognormal dağılımı (Nishenko at all, 1987; Goes, 1996; Shimazaki, 2002) sayılabilir (Erisoğlu vd., 2011). Bu istatistikler, deprem riski olan bölgelerin belirlenmesine ve hazırlık önlemlerinin alınmasına yardımcı olabilmektedir. Belirli bir bölgede gelecek depremlerin olasılığını değerlendirmek için istatistiksel modeller kullanılabilir. Bu modeller genellikle geçmiş deprem kayıtlarını, yerel tektonik özellikleri ve diğer faktörleri içermektedir. Bazı uzmanlar, deprem tahmin modelleri oluşturarak belirli bir bölgede gelecek depremlerin zamanlaması ve büyüklüğü hakkında tahminlerde bulunmaya çalışmaktadırlar. Ancak, bu tahminler genellikle belirsizliklerle doludur.

Deprem aktivitesini izlemek için dünya genelinde birçok sismik istasyon bulunmaktadır. Bu istasyonlar, deprem verilerini kaydederek bilim insanlarına deprem aktivitesi hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır. İstatistik ve depremler arasındaki ilişki, deprem bilimcilerine, mühendislere ve yerel yönetimlere deprem risklerini anlama ve azaltma konusunda rehberlik etmek için önemlidir. Ancak, depremlerin doğası gereği belirgin bir öngörü zorluğu olduğunu unutmamak önemlidir.

3.2. Coğrafya ve Matematik Bağlantısı

Kentler, sundukları geniş olanaklar nedeniyle ülke nüfusunun büyük bir kısmı tarafından çekici alanlar olarak görülmektedir. Günümüzde, kentlerin sağladığı imkânlar, insanları kırsal alan yerine kent yaşamına yönlendirmekte; bu doğal bir sonuç olarak, kent yaşamındaki tehlike ve riskler giderek daha fazla insan tarafından paylaşılmaktadır. Türkiye, deprem, taşkın, heyelan gibi doğal tehlikelerin olabileceği bir coğrafya üzerinde bulunduğu için, kentlerin çoğu bu tehlikelerden kaynaklanabilecek çeşitli düzeylerdeki riskleri taşımaktadır. Son olarak, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri, Türkiye'nin en büyük riskinin deprem olduğunu göstermiştir. Kentlerimizde oluşan tehlikelerin ve risklerin olumsuz etkilerinin azaltılabilmesi, risk yönetimi faktörlerinin kent yapılanmasına titizlikle uygulanmasıyla mümkün olacaktır (Bilgehan, M. 2023). Bu coğrafyada bazı disiplinler riskleri minimize etmek için kullanılabilir. Coğrafya ve matematik, birbirleriyle yakından ilişkili iki disiplindir. Bu iki alandaki bağlantılar, coğrafyanın analitik ve modelleme yöntemlerine matematiksel araçların uygulanmasıyla ortaya çıkmaktadır. Bu bağlantıları açıklayan bazı noktalar şu şekildedir:

Coğrafi veri analizi: Coğrafi bilgi sistemleri (GIS), coğrafyada matematiksel modellemenin önemli bir uygulama alanıdır. GIS, konum, uzaklık, yüzey alanı gibi coğrafi verileri analiz etmek ve haritalamak için matematiksel yöntemleri kullanılmaktadır.

Doğrusal cebir ve yer bilimleri: Matematik, coğrafi konumların belirlenmesi, harita projeksiyonları ve topografik harita oluşturma gibi konularda önemli bir rol oynar. Doğrusal cebir, coğrafi veri analizi ve harita projeksiyonları gibi konularda yaygın olarak kullanılmaktadır.

İstatiksel coğrafya: İstatistik, coğrafi verilerin analizinde ve coğrafi desenlerin belirlenmesinde önemli bir araçtır. İstatistiksel yöntemler, coğrafi olayların dağılımını, trendlerini ve ilişkilerini anlamak için kullanılmaktadır.

Matematiksel modelleme ve coğrafi sistemler: Coğrafi olayların modellenmesi, coğrafyanın matematiksel bir anlayışa sahip olmasını gerektirir. Örneğin, iklim modelleri, su akış modelleri, doğal afet modelleri gibi birçok coğrafi olay matematiksel modellerle açıklanabilir.

Kartezyen koordinat sistemleri ve harita yapımı: Harita yapımında kullanılan kartezyen koordinat sistemleri, coğrafi konumların hassas bir şekilde belirlenmesini sağlar. Bu sistemler, matematiksel hesaplamaları ve harita projeksiyonlarını içermektedir.

Matematiksel jeodezi: Jeodezi, yeryüzündeki noktaların konumlarını belirleme bilimidir. Bu alanda kullanılan matematiksel konseptler, coğrafi konumların kesin ölçümlerini sağlamaktadır.

Mekânsal analiz ve modelleme: Coğrafi analiz, matematiksel modelleme ile birleşerek, coğrafi olayların mekansal olarak nasıl dağıldığını ve birbirleriyle nasıl ilişkili olduğunu anlamak için kullanılmaktadır.

Bu örnekler, coğrafya ve matematik arasındaki bağlantının sadece birkaç örneğidir. İki alan arasındaki bu entegrasyon, coğrafi olayları anlamak, analiz etmek ve modellemek için güçlü bir araç seti sağlamaktadır.

4. RISK ANALİZİ VE MÜHENDİSLİK

Ülkemiz, sıkça depremlerin meydana geldiği bir coğrafyada bulunmaktadır. Bu sebeple, deprem riskinin belirlenmesi ve bu risklere yönelik tedbirlerin alınması büyük önem taşımaktadır. Deprem riski, deprem tehlikesinin olasılığını ve deprem meydana geldiğinde ortaya çıkacak zararları kapsayan bir kavram olarak tanımlanabilir (Kundak & Türkoğlu, 2017). Ülkemiz, deprem kuşağında bulunma gerçeğiyle yüzleşerek, risk analizi çalışmalarını bu bağlamda gerçekleştirmek daha doğru bir yaklaşım olacaktır. Bu bağlamda, depremin önceden tahmin edilmesi yerine, deprem bölgelerindeki yapılaşmanın dikkate alındığı ve depremin neden olabileceği zararların risk analizinin yapıldığı bir yaklaşım benimsemek gerekmektedir (Yalçın & Sabah, 2018).

Risk analizi ve mühendislik, genellikle mühendislik projelerinin planlanması, tasarımı, inşası ve işletilmesi aşamalarında bir araya gelmektedir. Bu bağlantı, mühendislik projelerindeki potansiyel tehlikeleri ve belirsizlikleri belirlemeyi, değerlendirmeyi ve yönetmeyi amaçlamaktadır. Risk analizi ve mühendislik arasındaki ana bağlantı noktaları şu şekildedir.

Tehlike ve risk tanımı: Mühendislik projelerinde tehlikeler, potansiyel olarak olumsuz etkilere neden olabilecek her türlü durumu temsil etmektedir. Risk ise bu tehlikelerin olasılığını ve etkisini içerir. Mühendislikte, bir yapı veya sistem tasarımındaki tehlikelerin ve bu tehlikelerin neden olduğu risklerin belirlenmesi önemlidir.

Risk analizi ve değerlendirilmesi: Risk analizi, olası tehlikelerin tanımlanması, bu tehlikelerin olasılıklarının ve etkilerinin belirlenmesi sürecidir. Mühendisler, potansiyel riskleri sınıflandırır, analiz eder ve bunların proje veya sistem üzerindeki etkilerini değerlendirir. Bu analiz, mühendislerin risklere karşı uygun önlemleri almasını sağlamaktadır.

Mühendislik tasarımında riskin dikkate alınması: Mühendisler, bir tasarım sürecinde risk analizini dikkate alarak güvenilir ve sürdürülebilir çözümler geliştirmeye çalışmaktalar. Bu, tasarım kararlarının ve stratejilerinin risk düzeyini azaltmak veya yönetmek üzere optimize edilmesini içermektedir.

Belirsizlik ve güvenlik faktörleri: Mühendislikte, belirsizlik faktörleri genellikle karşılaşılan durumları ve şartları tanımlamaktadır. Risk analizi, belirsizlikleri azaltmaya ve mühendislik projelerini daha güvenli hale getirmeye yönelik stratejiler geliştirmeyi amaçlamaktadır.

Mühendislik proseslerinde yönetim ve kontrol: Risk yönetimi, mühendislik projelerinde sürekli bir süreçtir. Mühendisler, projenin farklı aşamalarında riskleri yönetir, kontrol eder ve gerektiğinde düzeltici önlemler almaktalar.

İş sağlığı ve güvenliği: Mühendislik projelerinde, iş sağlığı ve güvenliği önemli bir risk alanıdır. Mühendisler, iş sahasında güvenlik standartlarını korumak, çalışanların güvenliğini sağlamak ve potansiyel tehlikeleri azaltmak için risk analizi yapmaktadırlar.

Risk analizi ve mühendislik, projelerin başarılı bir şekilde tamamlanabilmesi ve mühendislik sistemlerinin güvenilir olabilmesi için birbirini tamamlayan önemli unsurlardır. Bu bağlamda, riskleri belirleme, analiz etme ve yönetme süreçleri mühendislik pratiğinde bütünleşmiş bir şekilde kullanılmaktadır.

4.1. Deprem Mühendisliği Ve Matematiksel Yaklaşımlar

Çeşitli depremlere maruz kalmış ülkeler arasında, can kayıpları, sosyo-ekonomik ve toplumsal etkiler açısından en fazla etkilenen ülkelerden biri olarak Türkiye öne çıkmaktadır (Akıncıtürk, 2003). Türkiye’de meydana gelen depremlerin ardından yapısal hasarların incelenmesi, genellikle bu hasarların temel nedeninin, yapıların tasarım ve uygulama aşamalarındaki hatalardan kaynaklandığını göstermektedir (Altun, 2003; Ayyıldız & Özbayraktar, 2005). Bu bağlamda, mimarların, depreme dayanıklı yapı tasarımının önemini anlamaları için lisans eğitimi sürecinde disiplinler arası çalışma bilincini ve ilgili bilgileri oluşturabilmeleri kritik bir öneme sahiptir (Charleson, 1997; Morales-Beltran & Yıldız, 2020) Deprem mühendisliği, binaları ve altyapıyı depremlere dayanıklı hale getirme ve deprem risklerini azaltma amacı taşıyan bir mühendislik dalıdır. Matematiksel yaklaşımlar, deprem mühendisliğinde önemli bir rol oynar. Deprem mühendisliğinde kullanılan bazı matematiksel yaklaşımlar aşağıdaki gibidir:

Sismoloji ve matematiksel modelleme: Depremin oluşum süreci, yeryüzü içinde nasıl yayıldığına, ölçü aletleri ve yöntemleri ile kayıtlarına yönelik değerlendirmeleri içeren; depreme ilişkin diğer konuları da inceleyen bilim dalına “sismoloji” adı verilmektedir (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı [AFAD], 2019). Matematiksel modelleme, depremlerin nasıl oluştuğunu ve yayıldığını anlamak için kullanılır. Bu modeller, yer kabuğundaki gerilme, kırılma ve diğer faktörleri içerebilmektedir.

Deprem yükü ve yer hareketi analizi: Yapıların depreme dayanıklı olup olmadığını değerlendirmek için, yapı üzerine etki eden deprem yükleri ve zemin hareketleri matematiksel olarak analiz edilir. Bu analizler, yapısal mühendislikte kullanılan dinamik analiz ve statik analiz yöntemlerini içermektedir.

Dinamik yapı analizi: Yapıların depreme karşı tepkilerini anlamak için dinamik yapı analizi yapılır. Bu, yapıların hareketine karşı dayanıklılığını ve titreşim tepkilerini değerlendirmek için matematiksel modelleme ve diferansiyel denklemler içermektedir.

Zemin – yapı etkileşimi: Zemin ve yapı arasındaki etkileşimi anlamak için matematiksel modeller kullanılır. Bu modeller, zeminin elastik özelliklerini ve yapı-zemin etkileşimini tanımlamaktadır.

Risk analizi ve olasılık hesaplamaları: Deprem mühendisliğinde risk analizi, olası deprem senaryolarının ve bu senaryoların yapılara etkilerinin matematiksel olarak değerlendirilmesini

içerir. Olasılık hesaplamaları, belirli bir yerde belirli büyüklükteki bir depremin olma olasılığını belirlemek için kullanılmaktadır.

Deprem dayanım tasarımı: Yapıların depreme karşı dayanıklı olması için matematiksel modeller kullanılır. Bu modeller, yapı elemanlarının ve bağlantıların tasarımında kullanılan güç, rijitlik ve deformasyon gibi faktörleri içerir.

Duyarlılık analizi: Yapıların depreme karşı hassasiyetini değerlendirmek için matematiksel duyarlılık analizleri kullanılır. Bu analizler, yapısal parametrelerin değişikliklerinin yapı performansına olan etkilerini belirler. Matematiksel yaklaşımlar, deprem mühendisliğinde yapıların ve altyapının depreme dayanıklılığını artırmak, riski azaltmak ve güvenliği sağlamak için temel araçlardır.

4.2. Risk Eğitimi

Risk eğitimi, bir bireyin veya bir organizasyonun risk yönetimi konusunda bilgi ve beceri kazanmasını amaçlayan bir süreçtir. Bu eğitim, potansiyel tehlikeleri tanıma, riskleri değerlendirme, riskleri yönetme ve uygun önlemleri alma konularında katılımcılara rehberlik etmektedir. Risk eğitimi detaylandırılan ana unsurlar şu şekildedir.

Risk kavramı ve temel ilkeler: Risk eğitimi, katılımcılara riskin tanımı, riskin oluşumu, riskin bileşenleri ve risk yönetimi temel prensipleri hakkında bilgi sağlamaktadır. Temel kavramlar arasında belirsizlik, olasılık, etki, risk toleransı ve riskin ölçümü gibi konular yer almaktadır.

Risk değerlendirmesi: Katılımcılara risk değerlendirmesi yapma becerisi kazandırılmaktadır. Bu, potansiyel tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin olasılığının ve etkisinin değerlendirilmesi ve riskin hesaplanması süreçlerini içermektedir.

Risk yönetim stratejileri: Eğitim, riskin etkilerini en aza indirmek için kullanılan risk yönetimi stratejilerini öğretmektedir. Bu stratejiler arasında riskin kaçınılması, riskin kabul edilmesi, riskin transfer edilmesi (sigorta gibi), riskin azaltılması ve riskin paylaşılması gibi yöntemler yer almaktadır.

İletişim ve raporlama: Risk yönetim sürecinin etkili bir şekilde yürütülebilmesi için etkili iletişim ve raporlama becerileri önemlidir. Eğitim, riskle ilgili bilgilerin nasıl iletişim kurulacağını ve raporlanacağını öğretmektedir.

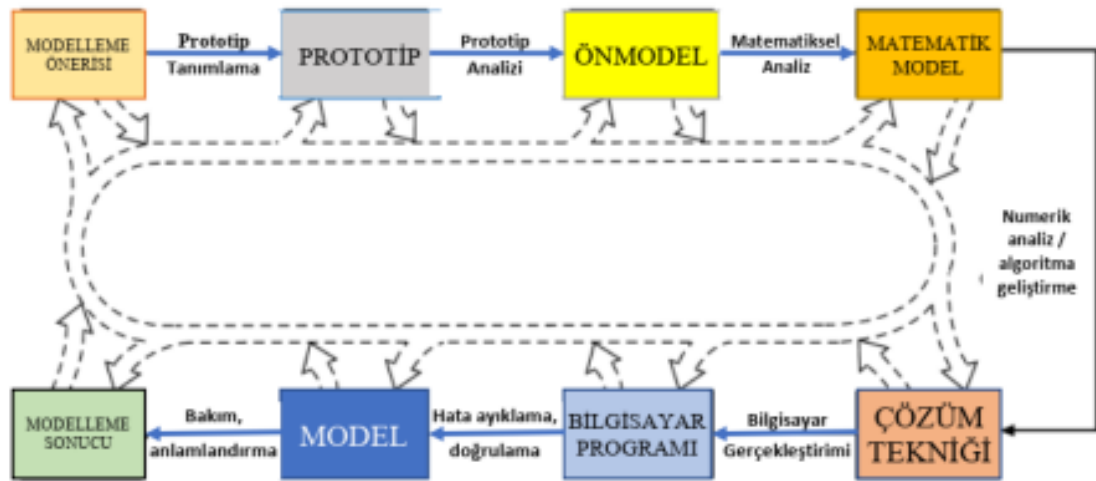
Kriz yönetim ve acil durum planlaması: Eğitim, beklenmeyen olaylara nasıl hızlı ve etkili bir şekilde tepki verileceğini öğretmektedir. Bu, kriz durumlarında yöneticilere ve çalışanlara gerekli becerileri kazandırmayı amaçlar.

Hukuki ve etik konular: Risk eğitimi, risk yönetimi sürecindeki hukuki ve etik konulara odaklanmakta. Bu, katılımcıları uygun yasal standartları anlamaya ve etik sorunları ele alabilmelerine hazırlamaktadır.

Simülasyon ve senaryo analizleri: Gerçek dünya senaryoları ve simülasyonlar kullanılarak, katılımcılara risk yönetimi süreçlerini pratiğe dökme fırsatları sunulur. Bu, teorik bilgiyi uygulamaya dönüştürmeye yardımcı olur.

Jacoby ve diğerleri (1980), modelleme ve simülasyon aşamalarında detaylı bir tasarım önerisi sunarak önemli bir katkıda bulunmuşlardır. Çalışmalarında, sadece modelleme ve simülasyon aşamalarını daha iyi tanımlamakla kalmamışlar, aynı zamanda sürecin matematiksel modelleme yönlerine odaklanmışlardır. Modelleme çalışmasının amacı ve hedefi belirlendikten sonra bir prototip modelleme çalışması gerçekleştirilmektedir. Ön modelleme ve matematiksel modelleme aşamalarında farklı matematiksel modeller oluşturulmakta ve uygulanabilirlikleri

değerlendirilmektedir. Çözüm tekniği aşamasında, matematiksel modeli veya modelleri çözmek için sayısal yöntemler belirlenmektedir. Bilgisayar programı aşamasında, kodun hata ayıklamasının yanı sıra tüm sayısal yöntemlerin gerçek kodlaması gerçekleştirilmektedir. Model aşamasında, model doğrulama faaliyetleri, yani deneysel verilerle karşılaştırmalar ve tahmin edilen sonuçların makul olup olmadığının kontrolü gerçekleştirilmektedir. Modelleme sonuçları aşamasında, elde edilen sonuçların yorumlanması yapılarak, modelleme ve simülasyon çabasının orijinal amacına ulaşılmaya çalışılmaktadır. Tüm sürecin geri bildirimi ve yinelemeli doğası, modelleme ve simülasyon çabasını çevreleyen kesikli döngü ile gösterilmiştir (Jacoby vd., 1980).



Modelleme ve simülasyon aşamalarını gösteren tasarım (Jacoby vd., 1980, s.27)

Sürekli iyileştirme: Risk eğitimi, sürekli iyileştirme kavramını vurgulamaktadır. Katılımcılara risk yönetim süreçlerini düzenli olarak gözden geçirme ve geliştirme becerileri kazandırılmaktadır. Risk eğitimi, organizasyonların daha dirençli ve esnek hale gelmelerine yardımcı olarak potansiyel risklere daha iyi hazırlanmalarını sağlamaktadır. Bu eğitim, bireylerin ve kuruluşların riskleri daha etkili bir şekilde yönetmelerine olanak tanımaktadır.

5. MULTİDİSİPLİNER PROJE TABANLI ÖĞRENME

Multidisipliner proje tabanlı öğrenme (CDPÖ), öğrencilere belirli bir konuyu anlamak, çözümlenme ve uygulamak amacıyla farklı disiplinlerden gelen bilgi ve becerileri entegre etme fırsatı sunan bir öğrenme yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, öğrencilere gerçek dünya sorunlarına yönelik çözümler üretme, eleştirel düşünme ve işbirliği yapma yeteneklerini geliştirmelerine olanak tanımaktadır. Multidisipliner yaklaşım, bir konu veya problemle ilgili olarak birden fazla disiplinin sınırlı bir şekilde bir araya gelmesini ifade eder (Ülgen, 2017). Başka bir deyişle, farklı disiplinlerde faaliyet gösteren bireylerin kendi uzmanlık alanlarından faydalanarak işbirliği yapmasıdır (Jensenius, 2012). Program entegrasyonu, projeye veya probleme dayalı yöntemler kullanılarak başarılabilmektedir, çünkü bu yaklaşımlar bilim insanlarının ve mühendislerin gerçek dünyada çalışma tarzına uygun olarak geliştirilmiştir (Krajcik & Czerniak, 2014). Proje tabanlı çalışmalar sırasında öğrencilerin kendi problemlerini seçip tanımladığı, kendi kendilerine rehberlik ettiği bağımsız ve etkileşimli öğrenmeyi kolaylaştırdığı gözlemlenmektedir (Braskén vd., 2020). Çok disiplinli projeler aracılığıyla öğrencilerin öğrenme anlayışlarının geliştiği ve daha geniş bir perspektife sahip olmalarının teşvik edildiği görülmektedir.

Finlandiya'nın ulusal programı, multidisipliner anlayışa odaklanarak şekillendirilmiştir. Ülkedeki çekirdek müfredat, öğrencilere öğrenmenin daha etkileyici ve anlamlı olacağı düşüncesiyle özellikle multidisipliner projelerde aktif rol almalarını teşvik etmek üzerine kurulmuştur. Bu çekirdek program, genel bir çerçeve olarak belirlenmiş ve öğretmenlere bu programın hedeflerini ve içeriğini somutlaştırma sorumluluğu verilmiştir. Finlandiya'daki öğretmenler, genellikle otonom olarak kabul edilen bu öğretmenlerden yılda en az bir “çok disiplinli öğrenme modülü” tasarımlarını beklemektedir. Bu modüllerin özellikle öğrencilerin ilgisini çeken olaylar veya konulara odaklanması ve öğrencilerin bu projelerin planlama sürecine katılmaları beklenmektedir (Braskén vd., 2020). Multidisipliner yaklaşım, öğrencilerin çalışmalarının yanı sıra ders materyallerinin üretiminde de kullanılabilir.

Okul ortamında deprem bilincini kazandırmak için multidisipliner bir yaklaşım benimsemek örnek olarak düşünülebilir. Öğrencilere deprem bilincini kazandırmak amacıyla ortak projeler yürütülebilir. Bu kapsamda, farklı disiplinlerden kavramlar kullanılarak bir temel oluşturulabilir. Örneğin, bazı öğrenciler coğrafya dersine bağlantı kurarak deprem risk haritalarını çıkarıp detaylı bir sunum hazırlayabilir. Başka öğrencilere deprem anında neler yapabileceği ile ilgili animasyon gösterisi ve simülasyon gösterisi düzenleyebilirler. Deprem duyarlılığını artırmak amacıyla diğer öğrenciler matematik dersinde matematiksel modelleme problemleri hazırlanması ve çözüm önerileri ile farkındalık kazandırılabilir. Bu şekilde öğrencilere görev dağılımı yapıp farklı derslerde edinilen kavramları kullanarak ortak sonuçlara ulaşmaları teşvik edilebilir ve bu sayede multidisipliner öğrenme modülleri geliştirilebilir. Bu yaklaşım, öğrencilere disiplinler arasındaki bağlantıları fark etmelerini sağlayabilir.

2023 yılında 11 ili etkileyen Kahramanmaraş merkezli deprem dikkate alındığında bu 11 ilde eğitim öğretimle derslerin işlenmesi ve bu konuda yaşanan zorluklar geniş kapsamlı bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Öğretmenlerin zorlu şartlarda eğitim öğretimin nasıl gerçekleşeceğine ilişkin gerçek yaşama dair bu somut sorunu birçok alanı ve paydaşı kapsadığı için multidisipliner yaklaşımla ele alınabilir. Çok disiplinli proje tabanlı öğrenmenin (ÇDPÖ) temel özellikleri şu şekildedir:

- ÇDPÖ, öğrencilere gerçek dünya sorunlarına odaklanma fırsatı tanımaktadır. Bu sorunlar genellikle karmaşık ve çok yönlüdür, bu da öğrencilere farklı perspektiflerden bakma ve çeşitli disiplinlerden bilgileri entegre etme gerekliliğini ortaya koymaktadır.
- Öğrenciler, projeleri boyunca farklı disiplinlerden gelen bilgileri bir araya getirmektedir. Bu, öğrencilere problemlere çok yönlü bir bakış açısı kazandırmakta ve farklı uzmanlık alanlarından gelen bilgilerin birleştirilerek daha kapsamlı çözümler üretilmesine olanak tanımaktadır.
- Öğrenciler, belirli bir projeyi tamamlamak üzere bir araya gelirler. Bu proje, genellikle bir gerçek dünya sorununu çözme veya bir ürün geliştirme sürecini içermektedir. Proje tabanlı öğrenme, öğrencilere bilgiyi uygulama ve derinlemesine anlama fırsatı sunmaktadır.
- ÇDPÖ, öğrencilere ekip çalışması ve işbirliği becerilerini geliştirme şansı vermektedir. Farklı disiplinlerden gelen öğrenciler bir araya gelerek farklı bakış açılarından faydalanabilir ve birbirlerinden öğrenerek ortak hedefe ulaşabilmektedirler.
- Öğrencilere, karmaşık sorunlara eleştirel bir bakış açısıyla yaklaşma ve yaratıcı çözümler üretme fırsatı tanımaktadır. Çeşitli disiplinlerden gelen bilgilerin entegrasyonu, öğrencilere daha kapsamlı ve etkili çözümler geliştirmelerine olanak sağlamaktadır.

- CDPÖ, sadece sonuçları değil, aynı zamanda öğrencilerin projeleri boyunca gösterdikleri süreçleri de değerlendirmektedir. Bu, öğrencilerin iletişim, liderlik, problem çözme ve işbirliği becerilerini değerlendirmeyi içermektedir.
- CDPÖ, öğrencilerin öğrenme sürecini daha fazla kontrol etmelerini sağlamaktadırlar. Öğrenciler, projeleri üzerinde daha fazla sorumluluk alır ve kendi öğrenme hedeflerini belirlemektedirler. Çok disiplinli proje tabanlı öğrenme, öğrencilere bilgi ve becerileri entegre etme, eleştirel düşünme ve iş birliği yapma yeteneklerini geliştirme konusunda etkili bir yaklaşım sunmaktadır.

KAYNAKÇA

- Arslan, S. (2010). Traditional instruction of differential equations and conceptual learning. *Teach. Math. Its Appl. Int. J.*, 29, 94–107. <https://doi.org/10.1093/teamat/hrq001>
- AFAD. (2019). Deprem nedir? <https://www.afad.gov.tr/deprem-nedir?fbclid=IwAR1HWaOK73uGByn18imsyCU6J0ILNjYCADuEP65XbZ8t5yXXpieKWib-4A>
- Altun, M. C. (2003). *Tasarım ve uygulama sürecinde çeşitli disiplinler arası ilişkiler*. Deprem Bölgelerinde Yapı Üretimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı (s.191-197), Çizgi Basım Yayın Ltd. Şti.
- Akincitürk, N. (2003). Yapı tasarımında mimarın deprem bilinci. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 8(1), 189–201.
- Blum, W., & Ferri, R. B. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modelling And Application*, 1(1), 45–58.
- Braskén, M., Hemmi, K., & Kurtén, B. (2020). Implementing a multidisciplinary curriculum in a Finnish lower secondary school – The perspective of science and mathematics. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 64(6), 852–868. <https://doi.org/10.1080/00313831.2019.1623311>
- Bilgehan, M. (2023). Kentsel dönüşümde afetlere dirençli yapılar. *Çevre Şehir ve İklim Dergisi*, 2(4), 282–301.
- Charleson, A. W. (1997). Seismic design within architectural education. *Bulletin of the New Zealand Society for Earthquake Engineering*, 30(1), 46–50.
- Doğan, M. F., Gürbüz, R., Çavuş-Erdem, Z., & Şahin, S. (2019). Using mathematical modeling for integrating STEM disciplines: A theoretical framework. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(3), 628–653. <https://doi.org/10.16949/turkbilmate.502007>
- Erişoğlu, M., Çalış, N., Servi, T., Erişoğlu, Ü., & Topaksu, M. (2011). The mixture distribution models for interoccurrence times of earthquakes. *Russian Geology and Geophysics*, 52(7), 737–744.
- Fukuyama, E. (2009). Introduction: Fault-zone properties and earthquake rupture dynamics. *International Geophysics*, 94, 1–13.
- Hagiwara Y. (1974). Probability of Earthquake occurrence as obtained from a Weibull distribution analysis of crustal strain. *Tectonophysics*, 23, 323–318.
- İşçi, C. (2008). Deprem nedir ve nasıl korunuruz?. *Journal of Yasar University*, 3(9), 959–983.
- Goes SDB. (1996). Irregular recurrence of large earthquakes: an analysis of historic and paleoseismic catalogs. *Journal of Geophysics Research*, 101, 5739–5749.
- Jacoby, S. L., Kowalik, J. S., & Burner, H. B. (1980). *Mathematical modeling with computers*. Prentice Hall.

- Jensenius, A. R. (2012). Disciplinarity: Intra, cross, multi, inter, trans. <https://www.arj.no/2012/03/12/disciplinarity-2/>
- Karadeniz, C. B. (2023). Deprem ve turizm ilişkisi. E. Çetinkaya (ed.). *Tüm Yönleriyle Depremler ve Etkileri* (s. 35–60). Berikan Yayınevi.
- Kundak, S., & Türkoğlu, H. (2007). İstanbul'da deprem riski analizi. *İTÜ Dergisi*, 6(2), 37–46. http://itudergi.itu.edu.tr/index.php/itudergisi_a/article/viewFile/846/768
- Krajcik, J., & Czerniak, C. M. (2014). *Teaching science to children: A project-based science approach*. Routledge.
- Morales-Beltran, M., & Yıldız, B. (2020). Integrating configuration-based seismic design principles into architectural education: Teaching strategies for lecture courses. *Architectural Engineering and Design Management*, 16(4), 310–328.
- Nishenko, S. P., Buland, R. (1987). A generic recurrence interval distribution for earthquake forecasting. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 77, 1382–1399.
- Özer, M. (2023). Education policy actions by the Ministry of National Education after the historical earthquake disaster on February 6, 2023 in Türkiye. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 12(2), 1–14.
- Özdoğan, S. (1993). Türkiye'nin deprem bölgeleri. *Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 2(1), 53–68.
- Pan American Health Organization. (2019, April 13). Earthquakes. <https://www.paho.org/en/topics/earthquakes>
- Pelling, M., Özerdem A., & Barakat S. (2002). The macro-economic impact of disaster. *Progress in Development Studies*, 2(4), 283–305.
- Rikitake T. (1991). Assessment of earthquake hazard in the Tokyo Area, Japan. *Tectonophysics*, 199(1), 121–131.
- Scholz, C. H. (2007). The Scaling of geological faults. In A. Carpinteri & G. Lacidogna (Eds.). *Earthquakes and acoustic emission* (pp. 3–8). Taylor & Francis.
- Shimazaki K. (2002). Long-term probabilistic forecast in Japan and time-predictable behavior of earthquake recurrence. In Y. Fujinawa and A. Yoshida (Eds.), *Seismotectonics in Convergent Plate Boundary*, (pp. 37–43).
- Sykes L., Nishenko S. (1984). Probabilities of occurrence of large plate rupturing earthquakes for the San Andreas, San Jacinto, and Imperial faults, California, 1983-2003. *Journal of Geophysical Research*, 89, 5905–5927.
- Thomas, D. S. K., Mitchell, J. T., Scott, M. S., & Cutter, S. L. (1999). Developing a digital atlas of environmental risks and hazards. *Journal of Geography*, 98(5), 201–207. <https://doi.org/10.1080/00221349908978886>
- Udias A, Rice J. (1975). Statistical analysis of microearthquake activity near San Andreas geophysical observatory, Hollister, California. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 6, 809–827.
- Utsu T. (1984). Estimation of parameters for recurrence models of earthquakes. *Bulletin Earthquake Research Institute Univ. Tokyo*, 59, 53–66.
- Ülgen, E. (2017). Akademik tefsir araştırmalarında interdisipliner yöntem ve önemi. *Bingöl Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 5(10), 11–32.
- Yalçın, C., & Sabah, L. (2018). Cbs tabanlı bulanık mantık ve AHP yöntemleri kullanılarak adıyaman ilçelerinin deprem tehlike analizinin oluşturulması. *Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5(8), 101–113.
- Yıldız, M. (2000). *Teachers in primary schools before and after the earthquake with learning and teaching achievements changes that may occur after earthquakes*. Unpublished Postgraduate Thesis. Marmara University. Institute of Educational Sciences, İstanbul.