

# OLASI BÜYÜK İSTANBUL DEPREMİNDE OLUŞABİLECEK ÇEŞİTLİ HASARLAR VE ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER

Kaan Berk Akdere \*

## Özet

Bu çalışmada Türkiyenin en büyük metropol kenti olan İstanbul’da yakın zamanda gerçekleşmesi beklenen depremin ülkemiz ve özellikle de kentin kendisine verebileceği alt-üst yapı zararlarına, bina hasarlarına, oluşturabileceği can ve mal kayıplarına, kültür varlıklarında oluşturabileceği hasarlara ve yine başta ülkemiz olmak üzere kent için oluşturabileceği mali kayıplara değineceğiz. Aynı zamanda deprem sırasında oluşabilecek yapısal olmayan risklerden (binanın taşıyıcı sistemi dışında kalan her türlü eşya, obje, nesne ve benzerlerinin neden olduğu riskler) bahsedeceğiz. Tüm bu riskleri azaltmanın iki temel şartına yani yeni yapılacak yapıların mevcut deprem riskini arttırmamasını sağlamak ve mevcut deprem riskinin azaltılması yönünde yapılması gerekenleri bu çalışmada ele alacağız. .

## 1 Giriş

İstanbul geçmiş dönemlerde çok sayıda yıkıcı depremlere sahne olmuştur. Kayıtlarda Bizans döneminde şehirde yıkıma neden olan yaklaşık 26 depremin yaşandığı görülmektedir. Osmanlı döneminde meydana gelen birçok deprem ve yakın zamanda yaşanan 1999 depremi şehirde ciddi harabiyete ve çok sayıda can kaybına yol açmıştır. Yapılan çalışmalar Ana Marmara Fayı’nın yakın geçmişte kırılmamış segmentlerinde yoğun bir sismik enerji biriktiğini ve İstanbul’u şiddetli bir depremin beklediğini ortaya koymaktadır. İstanbul’un gerek ülkemiz gerek tüm dünya için taşıdığı önem göz önüne alınarak şehrin deprem öncesi ve sonrasında hazırlanması önem arz etmektedir (ŞİMŞEK ve GÜNDÜZ (2021)). Bu çalışmamızda İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından yayınlanan olası bir 7.5 mw büyüklüğündeki depremin çeşitli analiz sonuçlarının ortaya konduğu 960 gözlemlili verisetinin içerisinden eleme usulü ile genel bir tablo ortaya koyup, ortaya çıkabilecek hasarları ve bunların önlenmesi için alınabilecek tedbirleri ele alacağız.

---

\*20080254, [Github Repo](#)

## 1.1 Çalışmanın Amacı

Çalışmamızda olası büyük İstanbul depreminin ne kadar kişiyi etkileyeceğini ve sebep olabileceği olası can kayıplarını belirleyeceğiz. Aynı zamanda şehirdeki alt ve üstyapılara (ev, okul, işyeri, hastane, kültürel ve tarihi mekanlar, endüstriyel tesisler) ne derece bir zarar verme riski olduğunu ve bu risklerin azaltılması için nasıl tedbirler alınması gerektiğini ortaya koyacağız.

## 1.2 Literatür

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de, kentlerde nüfus artışı ve yapılaşmanın hızlı, yoğun ve karmaşık halde gelişmesi nedenleriyle depremler büyük can ve mal kayıpları meydana getirmektedirler. Doğal afetler içinde depremler verdikleri zararlar (%60) nedeniyle ön sırada yer alır. Ülkelerin ve kentlerin depreme hazırlıklı olabilmeleri için olası depremlerin yerleri, derinlikleri, kente yakınlıkları ve kentin zemin durumu dikkate alınarak yapılacak çok yönlü çalışmalar ve çeşitli organizasyonlarla ortaya konmalıdır. {İskenderoğlu vd. (2003)}. İstanbul'da ortalama 800,000 adet bina bulunmaktadır. Hem şiddet hem de spektral deplasman bazlı yer hareketi ve hasargörebilirlik analizleri kullanılarak yapılan belirlemeler toplam bina stoğunun % 5'inin tamamen hasar göreceğini göstermektedir. 70,000 binanın ağır hasar, 200,000 binanın ise orta hasar göreceği tahmin edilmektedir. Can kayıplarının 30,000 ile 40,000 arasında değişeceği tahmin edilmektedir. Hastane bakımı gerektirecek yaralı sayısı 120,000 civarında olacaktır. Şiddet bazlı analiz sonucuna göre toplam 600,000 ailenin, spektral bazlı çalışmaya göre de 430,000 ailenin deprem sonrası acil barınma ihtiyacı doğacağı beklenmektedir. {Erdik ve Durukal (2008)} Ayrıca meydana gelmesi beklenen büyük depremden dolayı, İstanbul kentinin eşsiz tarih ve kültür mirası çok ciddi bir deprem tehdidi altındadır. Şehrin altyapısında da muhtemel tehditler bulunmaktadır. Şehirde bulunan 480 köprünün yaklaşık olarak %5'inde muhtemel hasarlar beklenmektedir. Yine şehrin altyapısı içinde bulunan doğalgaz sistemi boru hatlarında da hasar meydana geleceği tahmin edilmektedir. Aynı zamanda İstanbul yakınlarında M7+ büyüklüğünde bir depremin olması durumunda kentteki endüstriyel tesislerde zarar vereceği düşünülmektedir. Kentteki endüstriyel deprem riski konusunda farklı endüstriyel sektörleri kapsayacak şekilde yapılan çalışmalar makine-ekipman kayıplarının %2-%30 arasında, stok kayıplarının ise %2-%35 arasında gerçekleşebileceğini göstermektedir. Depremin en önemli sonuçlarından birisi de mali sonuçlardır. 1999 Marmara depreminin mali sonuçları ülkemiz için büyük bir problem olmuştur. TÜSİAD, DPT ve Dünya Bankası (DB) tarafından hazırlanan çeşitli çalışmalarda Marmara Depremi'nin ekonomik sonuçlarına dair birbirine yakın rakamlar verilmekteydi. Mali kayıp TÜSİAD'a göre 17 milyar dolar, DPT'ye göre 15-19 milyar dolar, Dünya Bankası'na göre 12-17 milyar dolarıdır. Bu rakamlar GSYH açısından bakıldığında dönemin GSYH'sının %6-%10'una tekabül ediyordu. {Altun (2018)} İstanbul'da 7.5 büyüklüğünde bir depremde oluşacak toplam bina kayıpları bazı uzmanlar tarafından 20 milyar ABD doları, yine bazı uzmanlar tarafından 9-11 milyar ABD doları civarında tahmin edilmiştir. İstanbul'da beklenen toplam ekonomik kaybın ise 40-60 milyar ABD doları civarında gerçekleşmesi beklenmektedir. Kandilli Rasathanesinin 2018 yılında yayınladığı hasar tahmin raporunda ise yapısal hasarlardan kaynaklanan mali kaybın ortalama olarak 68 Milyar TL olacağı yine yapısal olmayan hasarların

da aynı düzeyde olup toplam kaybın ortalama 120 Milyar TL olacağı öngörülmüştür. {Kaya (t.y.)} Beklenen depremde gerçekleşecek bütün bu sonuçların azaltılması için şehrin kültürel, fiziksel yapısı göz önünde bulundurularak baştan aşağı ve şeffaf bir şekilde kentsel dönüşüm öncelikli bir plan uygulanması son derece önemlidir. Sıkışık yapı düzeni ve kalitesiz fiziksel çevre, gecekondulaşmanın varlığı kaçak yapılaşmanın neden olduğu çevre, imalathane ve diğer sanayi tesislerinin çevreyi etkilemesi ve benzeri gibi sorunların için yenileme, Rehabilitasyon, yeniden oluşturma, soylulaştırma gibi projelere öncelik vermek şehrin geleceği açısından büyük önem taşımaktadır. {ÖZDEN (2001)} Bütün bu risklerin belirlenmesi ve takiben risklerin minimum düzeye indirilmesi konusu hem İstanbul hem de Türkiye için öncelikli meselelerden birisidir.

## 2 Veri

Bu çalışmada kullandığım veriseti İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından 2021 yılında yayınlanan 7.5 Mw büyüklüğünde olacak deprem senaryosuna göre yapılan analizlerin sonuçlarını içerir. Buradaki bazı ilçe ve mahalle bazlı yapılan analizlerde olası bir depremde hasar oluşmadığından veya sadece minimum düzeyde hasar oluştuğundan bu sonuçları eleme yöntemi ile veriden çıkarılmıştır. Bunların sonucunda Tablo 1’de görülen özet istatistikler ortaya çıkmıştır. Bu verilere baktığımızda özellikle Avcılar, Büyükçekmece, Küçükçekmece ve Bakırköy’de’ki çok ağır hasarlı bina sayısı ortalamanın bir hayli üstünde olduğu gözüküyor. Ayrıca ağır hasarlı bina sayısının dağılımı, hafif hasarlı bina sayısının dağılımından daha geniş yani olası bir depremde bu bölgelerdeki ağır hasarlı bina sayıları çoğunlukta olacak ve bununla orantılı bir şekilde can kayıpları fazla olacaktır. Yine ağır hasarlı bina sayısının fazla olduğu yerlerde hastanedeki tedavi sayısı ve ağır yaralı sayısı da fazladır bundan dolayı bu verilerin aralarında korelasyonun olduğunu söylemek mümkündür. Yine Beşiktaş, Beylikdüzü, Şişli, Sarıyer gibi genelde afif hasarlı binaların yoğunlukta olduğu bölgelerde ise yaralı sayısı genel olarak ortalamadan çok daha düşüktür. Yine ortalama geçici barınma alanı sayısının düşük olması ortalama hasarın düşük olduğu yerlerde çok daha düşüktür, tam tersi olarak depremin ağır hasar verdiği yerlerde ise geçici barınma değeri çok daha fazladır.

## 3 Yöntem ve Veri Analizi

Bu bölümde veri setindeki bilgileri kullanarak çalışmanın amacına ulaşmak için kullanılacak yöntemleri açıklayın. Derste işlenen/işlenecek olan analiz yöntemlerinden (Hipotez testleri ve korelasyon analizi gibi) çalışmanın amacına ve veri setine uygun olanlar bu bölümde kullanılmalıdır. (**newbold:2003?**; **ozsoy:2010?**; **ozsoy:2014?**)

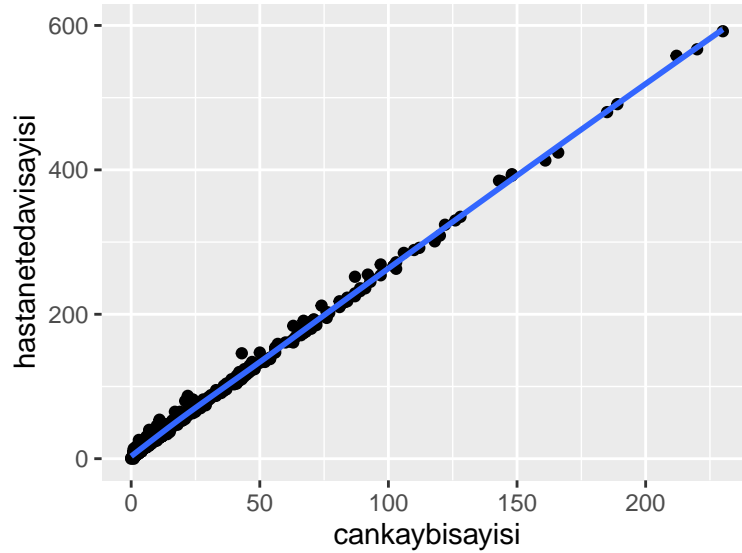
Örneğin, regresyon analizi gerçekleştiriyorsanız tahmin ettiğiniz denklemi bu bölümde tartışınız. Denklemlerinizi ve matematiksel ifadeleri *LaTeX* kullanarak yazınız.

$$Y_t = \beta_0 + \beta_N N_t + \beta_P P_t + \beta_I I_t + \varepsilon_t$$

Tablo 1: Özet İstatistikler

|                          | Ortalama | Std.Sap | Min   | Medyan | Mak     |
|--------------------------|----------|---------|-------|--------|---------|
| agirhasarlibinasayisi    | 53.01    | 49.44   | 2.00  | 38.00  | 313.00  |
| agiryaralisayisi         | 13.78    | 19.33   | 0.00  | 6.00   | 122.00  |
| atiksuboruhasaki         | 1.58     | 1.73    | 0.00  | 1.00   | 14.00   |
| cankaybisayisi           | 24.07    | 33.74   | 0.00  | 10.00  | 230.00  |
| cokagirhasarlibinasayisi | 21.62    | 24.70   | 1.00  | 12.00  | 201.00  |
| dogalgazboruhasaki       | 0.53     | 0.68    | 0.00  | 0.00   | 4.00    |
| gecicibarinma            | 1343.40  | 1322.29 | 11.00 | 918.00 | 9075.00 |
| hafifhasarlibinasayisi   | 429.40   | 273.47  | 16.00 | 374.50 | 2452.00 |
| hafifyaralisayisi        | 125.61   | 154.43  | 0.00  | 61.00  | 1028.00 |
| hastanedetedavisayisi    | 66.81    | 87.48   | 0.00  | 30.00  | 592.00  |
| icmesuyuboruhasaki       | 0.68     | 0.84    | 0.00  | 1.00   | 7.00    |
| ortahasarlibinasayisi    | 217.78   | 173.27  | 7.00  | 175.50 | 1565.00 |

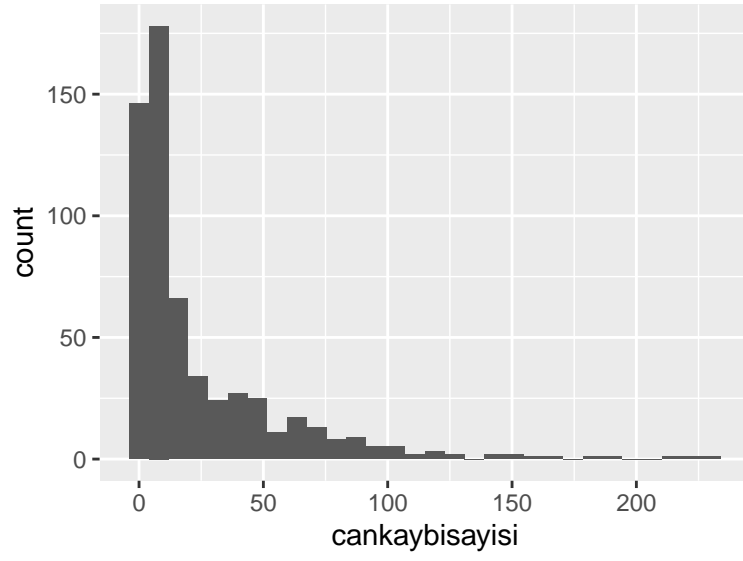
Bu bölümde analize ilişkin farklı tablolar ve grafiklere yer verilmelidir. Çalışmanıza uygun biçimde histogram, nokta grafiği (Şekil ?? gibi), kutu grafiği, vb. grafikleri bu bölüme ekleyiniz. Şekillerinize de gerekli göndermeleri bir önceki cümlede gösterildiği gibi yapınız.



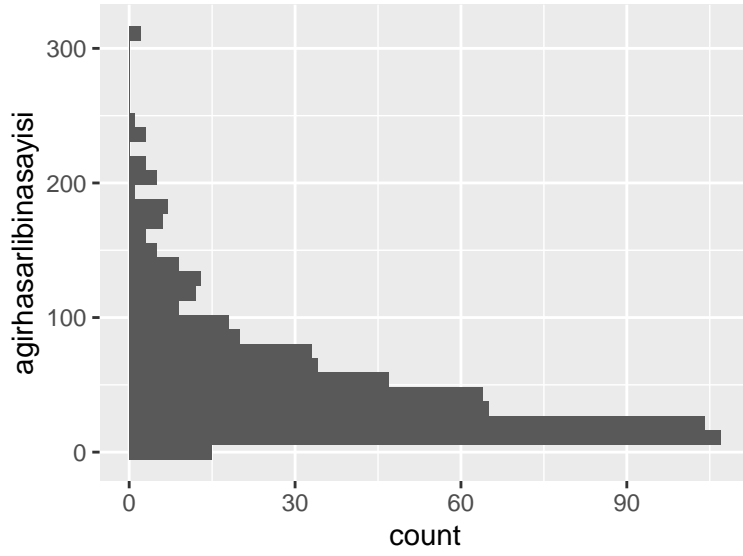
Şekil 1: Muhteşem Bir Grafik

## 4 Sonuç

Bu çalışmada her geçen gün gerçekleşmesi daha da yaklaşan Büyük İstanbul depreminin olası sonuçları çeşitli değişkenler açısından değerlendirilmiştir. Deterministik bir deprem tehlikesi



Şekil 2: Muhteşem Bir Grafik



Şekil 3: Muhteşem Bir Grafik

için  $M_w = 7.5$  büyüklüğünde bir senaryo depreminde oluşabilecek can kayıpları, yaralı insan sayısı, alt ve üstyapı zararları değerlendirilmiştir. İstanbul'un özellikle de Bağcılar, Büyükçekmece, Küçükçekmece, Avcılar ilçelerinde olası bir depremde yaşanabilecek en büyük can kayıpları verilmesi söz konusu olacaktır. Bu bölgelerde bulunan yapı stoku, alt-üst yapı büyük ölçüde zarar görecektir. Geçici barınma alanı sayısını depremin vereceği can mal mal kaybı tahminlere göre arttırmak önemli bir sorundur. Depremin en çok can kaybına neden olacağı mahallelerdeki barınma alanlarının arttırılması oldukça önemlidir. Orta, ağır ve çok ağır hasarlı binaların bulunduğu alanlarda can kaybının korele bir şekilde fazla olmasından dolayı bu bölgelerde yapılacak kentsel dönüşüm çalışmalarının bölgenin kültürel, fiziksel yapısı ve bölgenin geleceği açısından kritik önem taşıdığı görülmüştür. Bu projelere belediyenin sağlayacağı rant gözüyle bakılsa da sonuçlarının kente faydaları göz ardı edilemeyecek derecede büyüktür. Günümüzdeki dönüşüm örnekleri genellikle yarım bırakılmış olsa da gelecekteki projelerde sürecin takip edilmesi, projenin nasıl sonuçlanacağı ve durumun artı ve eksilerinin iyice düşünülmesi gerekir.

## 5 Kaynakça

- Altun, F. (2018). Afetlerin Ekonomik ve Sosyal Etkileri: Türkiye Örneği Üzerinden Bir Değerlendirme. *Sosyal Çalışma Dergisi*. İstanbul Sabahattin Zaim University.
- Erdik, M. ve Durukal, E. (2008). Earthquake risk and its mitigation in Istanbul. *Natural Hazards*, 44, 181-197.
- İskenderoğlu, A., Bilgin, L., Baş, M., ÖZEYRANLI, N., IKENISHI, N., SEGAWA, S., vd.others. (2003). İstanbul'da Muhtemel Depremler Karşısında Çözüm Önerileri. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 27(2), 3-17.
- Kaya, A. K. (t.y.). *İstanbulda kentsel dönüşüm uygulamaları: Bahçelievler kentsel dönüşüm örneği*. (Yayımlanmamış mathesis). Fen Bilimleri Enstitüsü.
- ÖZDEN, P. (2001). Kentsel yenileme uygulamalarında yerel yönetimlerin rolü üzerine düşünceler ve İstanbul örneği. *İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, (23-24), 255-270.
- ŞİMŞEK, P. ve GÜNDÜZ, A. (2021). A big earthquake awaits İstanbul: Mini review. *Afet ve Risk Dergisi*, 4(1), 53-60.