

T.C.
İSTANBUL AREL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ



OLASI İSTANBUL DEPREMİNDE MEVCUT YAPI
STOKUNUN 6 ŞUBAT 2023 KAHRAMANMARAŞ DEPREMİ
AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAKAN CENK GÜNDOĞDU

İSTANBUL, 2024

T.C.
İSTANBUL AREL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ



OLASI İSTANBUL DEPREMİNDE MEVCUT YAPI
STOKUNUN 6 ŞUBAT 2023 KAHRAMANMARAŞ DEPREMİ
AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAKAN CENK GÜNDOĞDU

DANIŞMAN: DOÇ. DR. SİNAN CANSIZ

İSTANBUL, 2024

KABUL VE ONAY

HAKAN CENK GÜNDOĞDU tarafından hazırlanan “**OLASI İSTANBUL DEPREMİNDE MEVCUT YAPI STOKUNUN 6 ŞUBAT 2023 KAHRAMANMARAŞ DEPREMİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**” adlı tez çalışmasının savunma tarihi 11.09.2024 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile İstanbul Arel Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği programı Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman

Doç. Dr. Sinan CANSIZ

.....

Üye

Prof. Dr. Mehmet Fatih ALTAN

.....

(İstanbul Arel Üniversitesi)

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Ouiame Chakkor

.....

(İstanbul Aydın Üniversitesi)

İstanbul Arel Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
..... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....

Prof. Dr. Ali AKDEMİR

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**OLASI İSTANBUL DEPREMİNDE MEVCUT YAPI STOKUNUN 6 ŞUBAT 2023 KAHRAMANMARAŞ DEPREMİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmanın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

11.09.2024

HAKAN CENK GÜNDOĞDU

ÖZET

**OLASI İSTANBUL DEPREMİNDE MEVCUT YAPI STOKUNUN 6 ŞUBAT
2023 KAHRAMANMARAŞ DEPREMİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**
YÜKSEK LİSANS TEZİ
HAKAN CENK GÜNDOĞDU
İSTANBUL AREL ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
(DANIŞMAN: DOÇ. DR. SİNAN CANSIZ)

İSTANBUL, 2024

Dünyada meydana gelen depremler sonucunda her yıl sayısız insan hayatını kaybetmekte ve ciddi maddi-manevi kayıplara sebep olmaktadır. Türkiye nüfusunun büyük bir kısmı ciddi deprem riski altında yaşamaktadır. Yakın tarihe bakıldığında Erzincan-1939, Gölcük-1999 ve Kahramanmaraş-2023 depremleri çok sayıda can kaybına sebep olmuştur. Türkiye'nin ekonomisinin büyük bir kısmının Marmara Bölgesi'nde bulunan kuruluşlar tarafından yönetildiği ve ülke nüfusunun yaklaşık %35'inin bu bölgede yaşadığı düşünülürse ciddi bir risk taşıdığı gözükmemektedir. Özellikle 1999 yılındaki Gölcük depreminden sonra ciddi olarak konut stokunda iyileştirmeler yapılmış ve daha güvenli yapılar inşa edilmiştir. 2011 yılında ülke genelinde zorunlu hale gelen yapı denetim uygulamasıyla birlikte şehir merkezlerinde bulunan tüm binaların denetimli olarak inşa edildiği görülmektedir. Kahramanmaraş depreminden sonra bölgedeki konut stokunun nasıl etkilendiği bilinmemekte ve ülke ekonomisine yaklaşık 100 milyar dolar zarar verdiği tahmin edilmektedir. Tarihsel olarak İstanbul'da 250 yılda bir meydana gelen büyük depremler neticesinde şehir ciddi kayıplar yaşamış ve tarihsel olaylara sebep olmuştur. Olası İstanbul depreminin mevcut konut stoku üzerinde etkisini incelemek için Kahramanmaraş depremi önemli bir örnek teşkil etmektedir. Kahramanmaraş depreminin bıraktığı hasar durumları İstanbul için uyarlandığında konut stokunun %25'inin kullanılamaz duruma geleceği ve yaklaşık 5 milyon kişinin evini yenilemek zorunda kalacağı tahmin edilmektedir. Bu tez çalışması kapsamında olası İstanbul depreminde mevcut konut stokunun Kahramanmaraş depremi bilgilerine göre oluşabilecek hasar durumları ve can kayıplarının tahmini araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Deprem, Yapı Stoku, Yapı denetim.

ABSTRACT

EVALUATION OF THE CURRENT BUILDING STOCK DURING THE POSSIBLE ISTANBUL EARTHQUAKE IN TERMS OF THE 6 FEBRUARY 2023 KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKE

MASTER'S THESIS

HAKAN CENK GÜNDOĞDU

GRADUATE SCHOOL, ISTANBUL AREL UNIVERSITY

CIVIL ENGINEERING

(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. SİNAN CANSIZ)

İSTANBUL, 2024

As a result of earthquakes that occur in the world, countless people lose their lives every year and cause serious material and moral losses. A large part of Türkiye's population lives under serious earthquake risk. Looking at recent history, the Erzincan-1939, Gölcük-1999 and Kahramanmaraş-2023 earthquakes caused many deaths. Considering that a large part of Turkey's economy is managed by organizations located in the Marmara region and approximately 35% of the country's population lives in this region, it seems to pose a serious risk. Especially after the Gölcük earthquake in 1999, serious improvements were made in the housing stock and safer buildings were built. With the building inspection practice that became mandatory throughout the country in 2011, it is seen that all buildings in city centers were built under inspection. It is known how the housing stock in the region was affected after the Kahramanmaraş earthquake and it is estimated that it caused approximately 100 billion dollars of damage to the country's economy. Historically, as a result of major earthquakes that occurred every 250 years in Istanbul, the city suffered serious losses and caused historical events. The Kahramanmaraş earthquake constitutes an important example to examine the impact of a possible Istanbul earthquake on the existing housing stock. When the damage caused by the Kahramanmaraş earthquake is adapted for Istanbul, it is estimated that 25% of the housing stock will become unusable and approximately 5 million people will have to renew their homes. Within the scope of this thesis study, the damage situations and casualties that may occur in the existing housing stock in a possible Istanbul earthquake, based on Kahramanmaraş earthquake information, were investigated.

Key Words: Earthquake, Building Stock, Building inspection.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
TABLO LİSTESİ	v
KISALTMA VE SEMBOL LİSTESİ.....	vi
ÖNSÖZ.....	vii
1 GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti	4
1.2 Tezin Amacı ve Önemi	7
2 İSTANBUL’UN MEVCUT YAPI STOKU.....	8
2.1 İlçelerin Mevcut Durumu	9
2.2 İstanbul’un Konut Yenileme Hızı	18
2.3 Tarihsel İstanbul Depremlerinin Etkileri	22
2.3.1 8 Aralık 447 Depremi.....	22
2.3.2 26 Ekim 740 Depremi	22
2.3.3 Ocak 1010 Depremi	22
2.3.4 14 Eylül 1509 Depremi	22
2.3.5 28 Haziran 1648 Depremi	23
2.3.6 25 Mayıs 1719 Depremi.....	23
2.3.7 3 Eylül 1754 Depremi	23
2.3.8 22 Mayıs 1766 – Büyük İstanbul depremi	23
2.3.9 10 Temmuz 1894 Depremi	24
2.3.10 9 Ağustos 1912 Depremi.....	24
2.4 İstanbul Depremlerinin Önemi.....	25
3 6 ŞUBAT 2023 KAHRAMANMARAŞ DEPREMİ VE SONUÇLARI.....	26
3.1 Bölgenin Depremselliği	26
3.2 Deprem Yer Hareketlerinin Değerlendirilmesi	28
3.3 Deprem Bilançosu	29
3.4 Deprem Yapı Stokuna Etkisi.....	30
4 OLASI İSTANBUL DEPREMİNİN KAHRAMANMARAŞ DEPREMİNE GÖRE SİMÜLASYONU	34
4.1 İstanbul’un Zemin Durumu.....	34
4.2 Kahramanmaraş Depremi ile İstanbul Depreminin Benzerlikleri.....	35
5 SONUÇ VE ÖNERİLER.....	38
5.1 Sonuçlar.....	38
5.2 Öneriler	39
6 KAYNAKLAR	41
7 ÖZGEÇMİŞ.....	44

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. 1 Tarihsel İstanbul depremleri (Yaltırak ve ark., 2013; Kavala, 2023).	1
Şekil 1. 2 DBYBHY-2007 esaslarına göre mevcut yapıların performans düzeyleri (Tuğsal, 2018).	3
Şekil 1. 3 TBDY-2018 esaslarına göre yeni ve mevcut yapıların performans düzeyleri (Tuğsal, 2018).	3
Şekil 2. 1 Bakırköy ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).	9
Şekil 2. 2 Başakşehir ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).	10
Şekil 2. 3 Beşiktaş ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).	10
Şekil 2. 4 Beykoz ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).	11
Şekil 2. 5 Beylikdüzü ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).	11
Şekil 2. 6 Beyoğlu ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).	12
Şekil 2. 7 Çatalca ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).	12
Şekil 2. 8 Esenler ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).	13
Şekil 2. 9 Eyüp ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).	13
Şekil 2. 10 Fatih ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).	14
Şekil 2. 11 Güngören ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).	14
Şekil 2. 12 Kadıköy ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).	15
Şekil 2. 13 Kartal ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).	15
Şekil 2. 14 Küçükçekmece ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).	16
Şekil 2. 15 Maltepe ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).	16
Şekil 2. 16 Sarıyer ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).	17
Şekil 2. 17 Tuzla ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).	17
Şekil 2. 18 Zeytinburnu ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).	18
Şekil 3. 1 Bölge yakınındaki fay zonları (Taymaz ve diğ., 1991, 2021).	26
Şekil 3. 2 6 Şubat 2023 K.Maraş depremleri ve kısa dönem artçı sarsıntı dağılımları (AFAD, 2023).	27
Şekil 3. 3 3126 kodlu Antakya istasyonunda ZD zemin sınıfı için elde edilen tasarım depremleri ve ivme kayıtlarının karşılaştırılması (AFAD, 2023).	28
Şekil 3. 4 2718 kodlu İslahiye istasyonunda ZC zemin sınıfı için elde edilen tasarım depremleri ve ivme kayıtlarının karşılaştırılması (AFAD, 2023).	29
Şekil 4. 1 İstanbul için kesme dalgası yayılım hızına ait harita (İBB, 2020).	34

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1 İstanbul ilçelerine ait binaların mevcut durumları (TÜİK).....	21
Tablo 3.1 Deprem bölgesindeki binaların deprem öncesi genel durumu (İç İşleri Bakanlığı; SBB, 2023).	30
Tablo 3.2 Hasar Tespiti Yapılan Bina Sayısı (6 Mart 2023) (SBB, 2023).	30
Tablo 3.3 Depremden Etkilenen İllerde Konut Sayısı (2021) (TÜİK, 2022).	31
Tablo 3.4 İkamet Edilen Binanın İnşa Yılına Göre Hane halkı Oranı (2021) (TÜİK, 2022).	31
Tablo 3.5 Deprem Bölgesindeki Binaların Taşıyıcı Sistemi (%) (SBB, 2023).	32
Tablo 3.6 İl Bazında Hasar Tespit Raporu (6 Mart 2023) (SBB, 2023).	32
Tablo 3.7 Kahramanmaraş için hasar durumları (TÜİK, 2022).....	33
Tablo 3.8 Hatay için hasar durumları (TÜİK, 2022)	33
Tablo 4.1 İstanbul ilçelerinin en risklilerinde mevcut durum (İBB, 2020).....	36
Tablo 4.2 İstanbul ilçelerinin en risklilerinde oluşabilecek kayıplar (İBB, 2020).....	36
Tablo 4.3 İstanbul az riskli bölgelerinde muhtemel kayıplar (İBB, 2020).	37

KISALTMA VE SEMBOL LİSTESİ

TBDY	: Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
DBYBHY	: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
ÇŞİDB	: Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı



ÖNSÖZ

Bu çalışmada yakın zamanda beklenen İstanbul depreminin etkilerinin, mevcut yapı stokunu nasıl etkileneceği hem maddi hem de fiziki olarak değerlendirilmiştir. Olası depremin tahmini bilançosu, 6 Şubat 2023'te meydana gelen Kahramanmaraş Depremi ile kıyaslanarak yaklaşık ne kadar yapıya önceden önlem alınması gerektiğinin bilinmesini amaçlanmıştır.

Tez hazırlığı aşamasında tecrübe ve fikirleriyle desteğini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Mehmet Fatih ALTAN ve Doç. Dr. Sinan CANSIZ Hocalarıma sonsuz şükranlarımı sunarım. Ayrıca tüm eğitim hayatım boyunca yanımda olan eşime, kızım ve oğluma desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

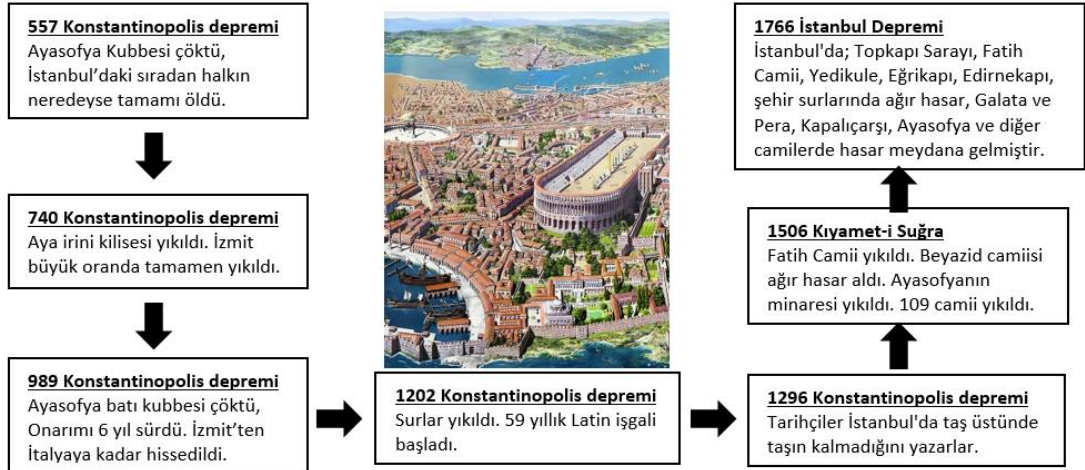
11.09.2024

HAKAN CENK GÜNDOĞDU

1 GİRİŞ

Dünyanın yaşadığının simgesi olan depremler her yıl dünya üzerinde çok sayıda insanın ölümüne ve evsiz kalmasına sebep olmaktadır. Dünya ülkelerinde bazı ülkelerde yoğun bir şekilde meydana gelen depremler, bazı ülkelerde neredeyse hiç olmamaktadır. Türkiye coğrafi olarak Alp-Himalaya deprem kuşağında bulunması sebebiyle çok sayıda büyük şiddetli depremlere maruz kalmıştır. Bu depremler neticesinde tarihsel olarak çok sayıda insan ölmüş, savaşların ve istilaların olmasına neden olmuştur.

Tarihsel olarak bakıldığında çok sayıda medeniyet depreme maruz kalmış ve çeşitli şekilde önlemler alarak can kayıplarını azaltmaya çalışmıştır. Özellikle mühendislik olarak ileri seviyede olan Roma medeniyetinin bıraktığı tarihi yapılar günümüzde de hala ayakta durmaktadır. Bunların en önemlileri; Panteon, Ayasofya, Kulezyum gibi yapılar sıralanabilir. Bu yapıların yaklaşık iki bin yıldır ayakta durması ve çok sayıda depreme ve savaşa rağmen yıkılmaması bir mühendislik eseri olduğunu da kanıtlamaktadır. Depremlerin 1500 yıl boyunca yoğun bir şekilde vurduğu Ayasofya'nın günümüzde hasarsız bir şekilde ayakta durması güvenli yapının yüzyıllarca ayakta kalabileceğinin en önemli örneğidir.



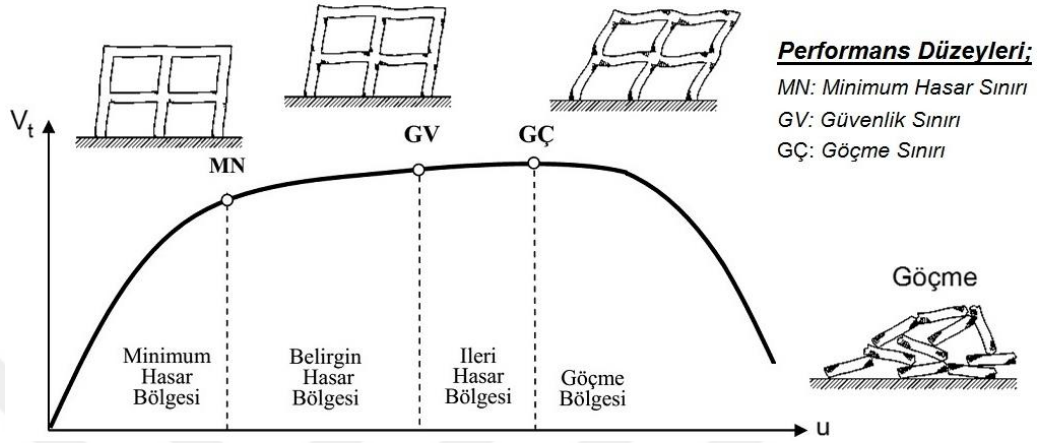
Şekil 1. 1 Tarihsel İstanbul depremleri (Yaltırak ve ark., 2013; Kavala, 2023).

Türkiye Cumhuriyeti tarihine bakıldığında ise 1939 yılında meydana gelen Erzincan Depremi önemli bir yer tutmaktadır. Erzincan'da meydana gelen deprem sebebiyle çok sayıda vatandaşımız vefat etmiş ve şehir merkezinde ciddi hasar oluşturmuştur. Türkiye'de 1939 yılında meydana gelen depreme kadar herhangi bir deprem yönetmeliğinin olmaması mevcut yapıların güvensiz olarak inşa edildiğini göstermektedir. 1939 yılında meydana gelen deprem sonrasında Türkiye'nin ilk deprem yönetmeliği İtalyan Yapı Teknik Şartnamesinin Türkçe diline çevrilmesi ile yürürlüğe koyulmuştur. İlk deprem yönetmeliğinde Türkiye'nin en önemli deprem kuşağı olan Doğu Anadolu Fay hattının olmaması, Kahramanmaraş'ın deprem bölgesi olarak bile gösterilmediği görülmüştür. Yapıya etki eden deprem yükünün yapı ağırlığının bir katsayı ile çarpılarak elde edilerek çok basit bir hesap yapıldığı görülmüştür. Ayrıca elde edilen deprem yükünün günümüzde kullanılan deprem hesabına göre oldukça ilkel olduğu görülmüştür. Sonraki yıllarda deprem yönetmeliğinde yapılan değişiklikler ile gün geçtikçe daha iyi hale gelmiştir. Örneğin 1975 yılında yapılan değişiklik ile ilk betonarme deprem yönetmeliği kullanılmaya başlanmıştır.

Dünyada meydana gelen depremler ile birlikte İnşaat mühendisliği bilim dalında çeşitli ilerlemeler olmuştur. Bu ilerlemelerin en önemlisi 1995-Kobe depremi sonrasındadır. 1995 yılında Japonya'nın Kobe şehrinde meydana gelen deprem neticesinde çok sayıda insanın öldüğü ve en önemlisi tüm yapı stokunun kullanılamaz hale gelmesi sebebiyle kullanılan hesap yöntemlerinde değişikliğe gidilmiştir. Yapıların deprem sonrası kullanılamaz durumda olması sebebiyle Japonya ekonomisi 135 milyar dolar zarara uğramış ve bölgedeki yıkılmamış ama tekrar kullanılması mümkün olmayan konutları yenilemek zorunda kalmıştır. Bu deprem sonrasında California Mühendisler Birliği tarafından Vision-2000 belgesi yayınlanmış ve yeni bir deprem hesabı önerilmiştir. Performansa dayalı tasarım olarak da bilinen bu yeni yöntemde yapıların deprem sonrasındaki beklenen performansları dikkate alınmıştır.

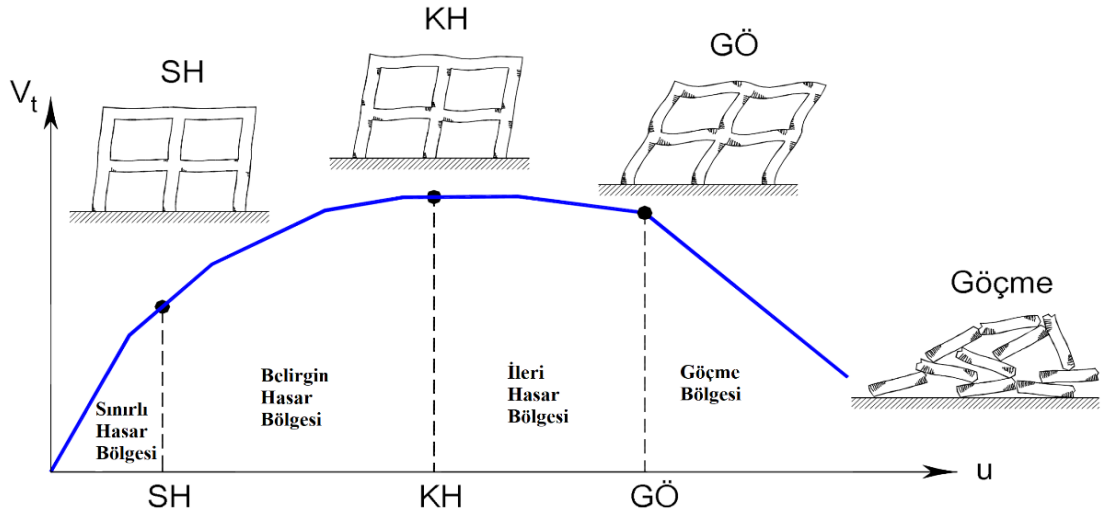
1999 yılında meydana gelen Gölcük depreminden sonra Kocaeli şehrinde ciddi can kayıpları olmuş ve yapı stoku ciddi hasar almıştır. Bunun neticesinde özellikle Marmara bölgesi için Yapı denetim, nervürlü demir ve hazır beton gibi zorunluluklar getirilmiştir. Ancak 2007 yılına kadar deprem yönetmeliğinde herhangi bir değişiklik yapılmamıştır. 2007 yılında kullanıma giren Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar

Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-2007) ile mevcut binaların performans analizleri ilk kez hesaplanmaya başlanmıştır. Mevcut binaların deprem sonrasında sağlaması gereken performans seviyeleri yapı türlerine göre sınıflandırılmıştır (Adar ve ark., 2021).



Şekil 1. 2 DBYBHY-2007 esaslarına göre mevcut yapıların performans düzeyleri (Tuğsal, 2018).

2018 yılında yayınlanan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) ile birlikte mevcut ve yeni yapılar için yeni performans seviyeleri belirlenmiş ve ilk kez inşa edilecek yapılarda da performansa dayalı tasarım prensiplerinin kullanımı sağlanmıştır (Tuğsal, 2018).



Şekil 1. 3 TBDY-2018 esaslarına göre yeni ve mevcut yapıların performans düzeyleri (Tuğsal, 2018).

Gölcük ve Kahramanmaraş depremlerinden sonra yıkılan binalar incelendiğinde binaların benzer sebeplerle yıkıldığı görülmüştür. Yapıların genel olarak yıkılma sebepleri maddeler halinde sıralanmıştır.

- Zayıf kat-yumuşak kat düzensizliği
- Düşey taşıyıcılarda meydana gelen süreksizlikler
- Planda taşıyıcı sistemin düzensiz yerleşimi
- Sürekli kirişlerin kesintiye uğraması ve çerçevenin tamamlanmaması
- Perde duvar olmaması veya az sayıda olması
- Zayıf beton dayanımı ve beton bakımının yapılmaması
- Demir işçiliğinde yapılan hatalar
- Yapı zemininin dayanıksızlığı ve zemine uygun olmayan binaların yapılması
- Zayıf zemini olan yerlerde yüksek katlı binaların yapılması
- Asma kat yapılması
- Zayıf zeminlerin güçlendirilmeden yapı inşa edilmesi

Ayrıca Kahramanmaraş depremi sonrasında bölgedeki konut stoku incelendiğinde Yapı denetim ve hazır betonlu binaların daha iyi performans sergilediği görülmüştür.

1.1 Literatür Özeti

İstanbul ve depremler üzerine dünya üzerinde çok sayıda araştırmacı tarafından çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda eski depremler, kentsel dönüşüm ve depremin etkileri gibi çok boyutlu olarak incelemeler yapılmıştır.

2021 yılında Naimi ve Tufan tarafından yayınlanan çalışmada olası İstanbul depreminin etkileri araştırılmıştır. Deprem öncesi ve sonrasında alınacak tedbirlere dikkat çekilmiş ve toplanma alanlarının yeterliliği araştırılmıştır. Ayrıca Türkiye'deki deprem bölgeleri ve risk haritaları incelenmiştir (Naimi ve Tufan, 2021).

Halat ve Özkan 2021 yılında yaptıkları çalışmada olası İstanbul depreminin hasarlarının İHA kullanılarak genetik algoritma kullanılarak araştırılmıştır (Halat ve Özkan, 2021).

Köse vd. 2023 yılında yaptıkları çalışmada Afete hazırlık kapsamında İstanbul'da yapılan kentsel dönüşüm çalışmalarını incelemiştir. 6306 sayılı yasanın getirdiği kentsel dönüşüm kapsamında yapılan uygulamalarda karşılaşılan zorluklar araştırılmış ve çeşitli önerilerde bulunulmuştur (Köse vd. 2023).

Duymaz ve Kahveci 2023 yılında yapılan çalışmalarında olası İstanbul depreminin Kahramanmaraş depremleri sonrasında hazırlık durumunu araştırmıştır. Kahramanmaraş depreminden sonra mevcut mevzuatlarımızda düzenleme yapılması gerektiği çalışma neticesinde önerilmiştir (Duymaz ve Kahveci, 2023).

Uzun ve Balyemez 2020 yılında yaptıkları çalışmada İstanbul ve Antakya için deprem risk azaltma çalışmalarını incelemiştir. 2020 yılında Antakya için ciddi uyarıda bulunan çalışmada şehrin deprem tehdidinde olduğu vurgulanmıştır (Uzun ve Balyemez, 2020).

Azak ve Ay 2023 yılında yapılan çalışmalarında 2023 Kahramanmaraş depreminden sonra bölgedeki konut stokunu incelemiştir. Çalışma neticesinde beklenen deprem bölgelerindeki olası deprem için konut stokuna dair tahminler önemiştir (Azak ve Ay, 2023).

Çolak 2014 yılında yapılan çalışmada İstanbul-Esenler örneğinde kentsel dönüşüm çalışmalarını incelemiştir. Çalışmada kentsel dönüşümü gerçekleştirilen yöneticiler ve halk ile yaşanan sorunlar araştırılmıştır (Çolak, 2014).

Yılmaz ve Bozdoğan 2019 yılında yapılan çalışmalarında İstanbul'da bulunan ilçe belediyelerinin kentsel dönüşüm üzerine tutumlarını incelemiştir. Çalışmada belediyeler ile anket yapılarak, kentsel dönüşüm üzerine görüşleri aktarılmıştır (Yılmaz ve Bozdoğan, 2019).

Cılız ve Aksu 2023 yılında yapılan çalışmalarında İstanbul'da bulunan kentsel dönüşüm alanları için rezerv alanları üzerine araştırma yapmıştır. Çalışma kapsamında rezerv alan seçim kriterleri tartışılmıştır (Cılız ve Aksu, 2023).

Yaman ve Şahinbaş 2017 yılında yapılan çalışmalarında Türkiye genelinde kentsel dönüşüm uygulamalarını araştırmıştır. Türkiye genelinde kentsel dönüşüm

uygulamalarının gereklilikleri vurgulanmış ve zorluklarına dair tespitlerde bulunulmuştur (Yaman ve Şahinbaş, 2017).

Atakara 2021 yılında yapılan çalışmasında Hamburg şehrindeki kentsel dönüşümü incelemiştir. Hafencity Projesi, Hamburg şehrinin kullanılmayan eski liman alanının, şehir merkezine eklenmesi amacıyla hazırlanmış bir kentsel dönüşüm projesidir. Eski liman bölgelerinin dönüşüm sürecini aktarmak için seçilmiştir. Wilhelmsburg ise bu eski liman alanında çalışan işçi sınıfının, mahallenin konumunun limana yakın olması dolayısı ile konaklamayı seçtiği bir mahalledir (Atakara, 2021).

Hastürk ve Altan 2023 yılında yapılan çalışmalarında Kahramanmaraş depreminin bilançosu ve etkileri araştırılmıştır. Yıkılan ve acil yıkılması gereken konut sayılarının çıkarıldığı ve bölgedeki konutların etkilenme oranlarının verildiği görülmüştür (Hastürk ve Altan, 2023).

Şen 2018 yılında yapılan çalışmasında Samsun şehrinde yapılan kentsel dönüşüm uygulamaları araştırılmıştır. Bu bağlamda Saha çalışması kısmında ise Kuzey Yıldızı Kentsel Dönüşüm Projesi seçilmiştir. Araştırmada kullanılan yöntem; literatür, internet araştırmaları, proje öncesinde ve sonrasında burada yaşamakta bulunan katılımcılara hane bazında yapılan anket çalışmaları ve çıkan sonuçların yorumlamalar yer almaktadır (Şen, 2018).

Bilgehan 2023 yılında yapılan çalışmasında Türkiye için afete dirençli yapıları araştırmıştır. Çalışma kapsamında kentsel dönüşümde afetlere dirençli yapılar inşa edilmesi ve bu kapsamda yapı güvenliğinin hangi koşullarda sağlanması gerektiği konusu irdelenmiştir. Çalışmanın sonuç kısmında afete dirençli yapılar için bazı önerilerde bulunulmuştur (Bilgehan, 2023).

Kundak 2023 yılında yapılan çalışmasında İstanbul'da kentsel dönüşüm algısı üzerine araştırma yapmıştır. Çalışma kapsamında 2013 ve 2019 yıllarında ve 2019 Silivri depremi sonrasında İstanbul'da yürütülmüş olan risk algılama çalışmalarında uygulanan anketlerde yer alan kentsel dönüşüm ve risklerle ilgili soruların değerlendirmesi yapılarak bulgular tartışılmaktadır (Kundak, 2023).

Köksüz ve Baz 2019 yılında yapılan çalışmalarında Hollanda'nın Rotterdam kentinde yapılan Kop van Zuid kentsel dönüşüm uygulama projesini araştırmıştır. Kop

van Zuid kentsel dönüşüm projesi ile kullanılmayan bir liman çevresi karma bir kullanım amacına dönüştürülmüş, şehir ekonomisine önemli katkı sunulmuştur (Köksüz ve Baz, 2019).

1.2 Tezin Amacı ve Önemi

Tez çalışması kapsamında İstanbul'un mevcut yapı stokunun depreme karşı performansının araştırılması hedeflenmiştir. Olası İstanbul depreminde meydana gelebilecek can kayıpları ve maddi kayıplar Kahramanmaraş depremi ışığında araştırılacaktır. Bu bağlamda Kahramanmaraş'ta meydana gelen depremin sonuçları üzerinden çeşitli tahminlerde bulunulacaktır. Böylelikle olası İstanbul depreminin sonuçları tahmin edilecek, alınabilecek önlemler tavsiye edilecektir.

2 İSTANBUL’UN MEVCUT YAPI STOKU

Tarihin en eski şehirlerinden olan İstanbul’da sürekli yıkıcı depremler meydana gelmektedir. Bu depremlerde şehirde tsunami, işgal, yangın ve ağır can kayıpları meydana gelmiştir. Tarihsel kaynaklar incelendiğinde büyük İstanbul depremlerinde oluşan tsunamilerin şehir surlarını aşan yüksekliğe eriştiği zikredilmiştir. Depremler sonrasında şehirde meydana gelen ağır yıkım ve tahribat sonrasında işgallere de maruz kalan bu kadim şehirde deprem tarihi boyunca en ağır sınavlardan birisi olmaktadır. Osmanlı döneminde de her büyük depremlerde tarihi camilerin ciddi hasarlar aldığı ve bazılarının yıkıldığı yazılmaktadır. Ayasofya’nın ciddi hasarlar aldığı ve uzun süre bakımı yapıldığı ve günümüzdeki kubbesinin ikinci kubbe olduğu, ilk kubbesinin yine bir depremde yıkıldığı bilinmektedir.

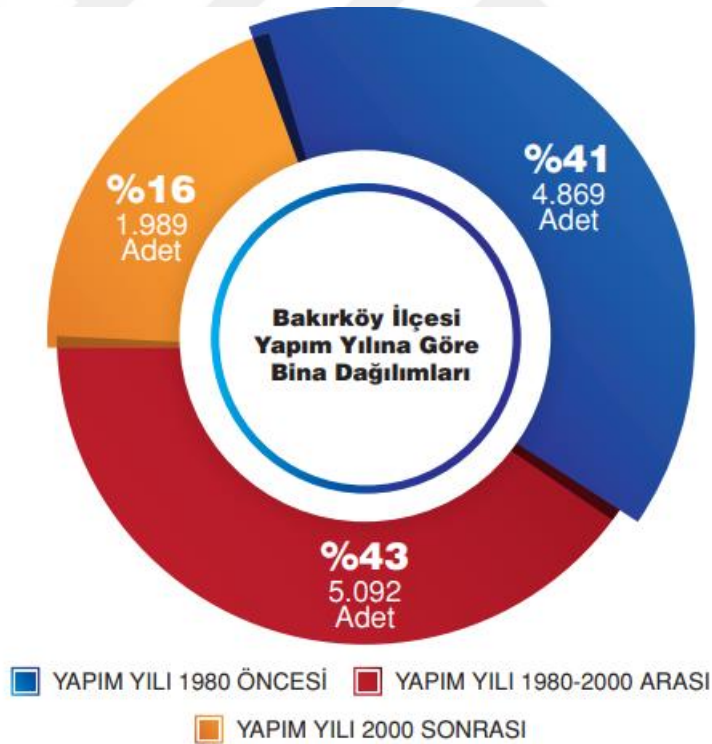
Günümüzde ise İstanbul’da sıkışık alanda milyonlarca insan yaşamaktadır. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği bakanlığı verilerine göre 6.5 milyon konut olduğu ve bunların yaklaşık 1.5 milyonunun riskli olduğu belirtilmektedir. Ortalama hane halkı büyüklüğü de dikkate alındığında bu konutlarda yaklaşık 6 milyon kişi yaşamaktadır. İstanbul’da meydana gelebilecek büyük bir depremde bu konutların ciddi riskler taşıdığı ve hızlıca dönüştürülmesi gerekmektedir. Özellikle riskli konut oranının en yüksek olduğu tarihi ilçelerimizde bu dönüşümün yeterince hız kazanmadığı görülmektedir. Fatih’deki binaların %90’ı, Üsküdar’daki binaların %80’i, Bahçelievler’deki binaların %75’i, Küçükçekmece’nin yaklaşık %75’i 2000 yılı öncesi yapılmış binalardan oluşmaktadır. Tüm akademisyenlerin ve mühendislerin ortak görüşü 2000 yılı öncesi binalarda hazır beton ve yapı denetim olmaması sebebiyle risk taşıdığı bilinmektedir.

İstanbul’daki konut yenileme hızına bakacak olursak, yıllık en yüksek konut ruhsatı sayısı 2017 yılında 270 bin, en düşük konut ruhsat sayısı ise 2019 yılında 47 bin olmuştur. Ortalama İstanbul için yıllık 150 bin civarında konut yenilemesi yapıldığı görülmektedir. Ancak burada önemli bir husus bulunmaktadır. Yeni inşa edilen bu konutların tamamı riskli binalar yıkılarak yapılmamaktadır. Bunların büyük bir kısmı şehrin boş arazilerine inşa edilmektedir. Bu durum İstanbul’un eski ilçelerinde konut stokunun hala eski yapılardan olduğu ve kentsel dönüşümün neredeyse hiç başlamadığını göstermektedir. İstanbul’da yapılması planlanan 1 milyon

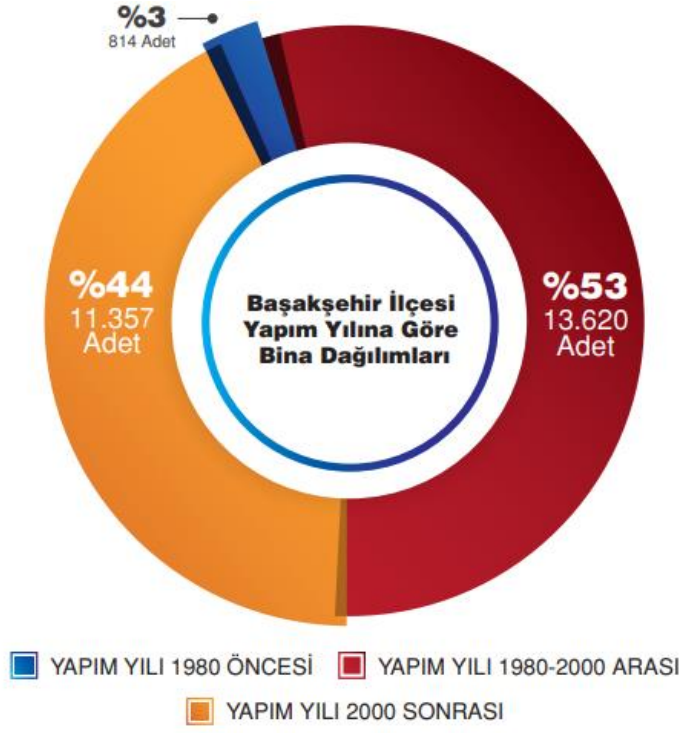
konutun boş arazilere yapılacak olması riskli yapıların dönüşümü hedefini sağlaması açısından önemli bir koz olacaktır. Ancak bu konutların rezerv olarak değerlendirilip, İstanbul'da eski konutların olduğu tarihi ilçelerde zorunlu kentsel dönüşümün başlaması gerekmektedir. Bu hususta Fatih, Zeytinburnu, Üsküdar gibi ilçelerde hızlıca zorunlu kentsel dönüşümün başlatılması gerekmektedir. Olası İstanbul depremin de ciddi can kayıplarının yaşanacağı, İstanbul'da meydana gelecek bir yıkımın Türkiye ekonomisine ciddi zarar vereceği hesaplanmaktadır.

2.1 İlçelerin Mevcut Durumu

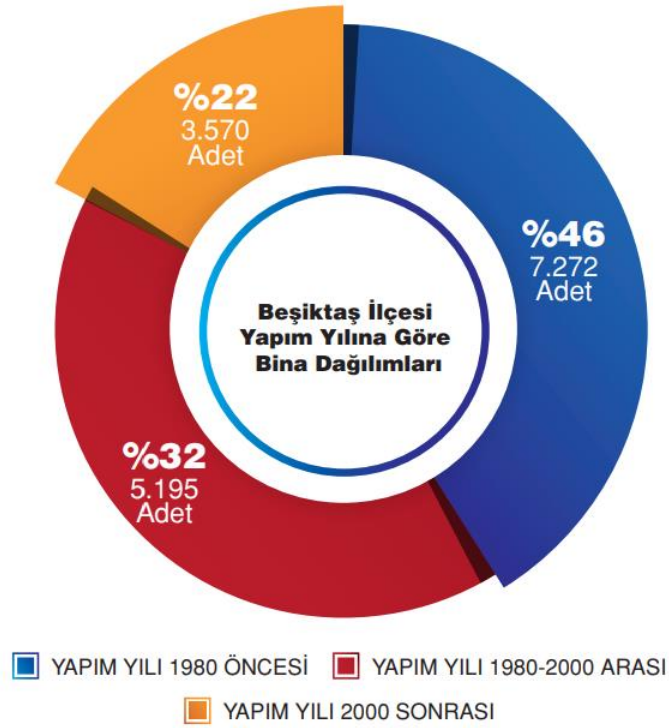
İstanbul'un ilçelerine ayrıntılı olarak bakıldığında İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) ve Boğaziçi Üniversitesi tarafından yürütülen ortak proje ile somut biçimde ortaya konmuştur (İBB, 2020). Buna göre İstanbul ilçelerinin mevcut yapı stokları Şekil 2.1-18'de gösterilmektedir.



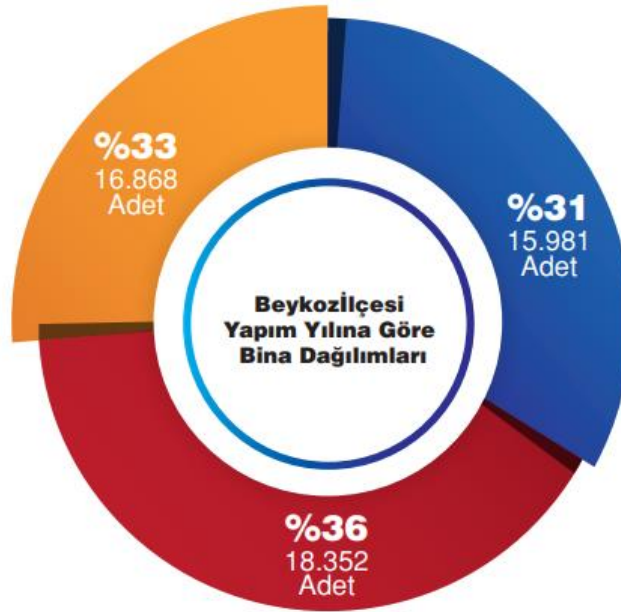
Şekil 2. 1 Bakırköy ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).



Şekil 2. 2 Başakşehir ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).

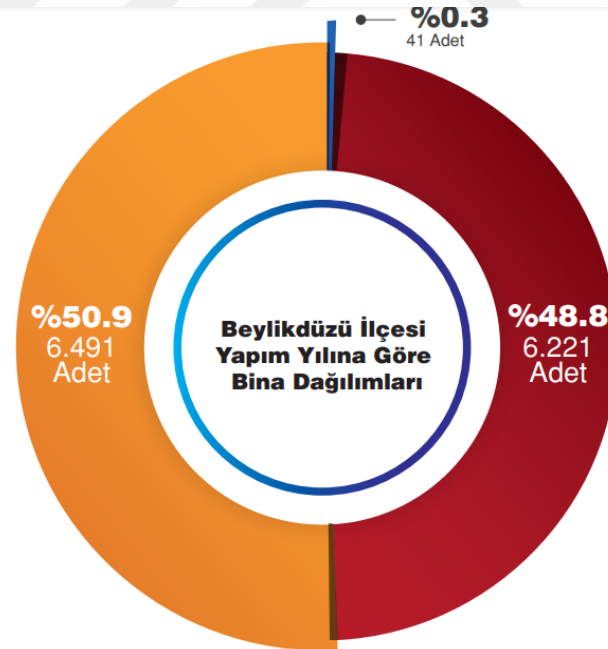


Şekil 2. 3 Beşiktaş ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).



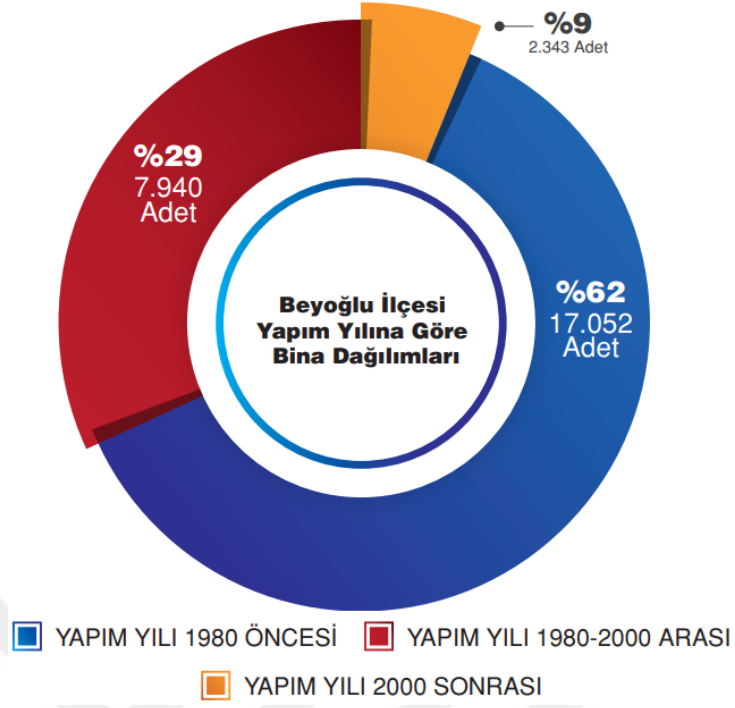
■ YAPIM YILI 1980 ÖNCESİ ■ YAPIM YILI 1980-2000 ARASI
■ YAPIM YILI 2000 SONRASI

Şekil 2. 4 Beykoz ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).

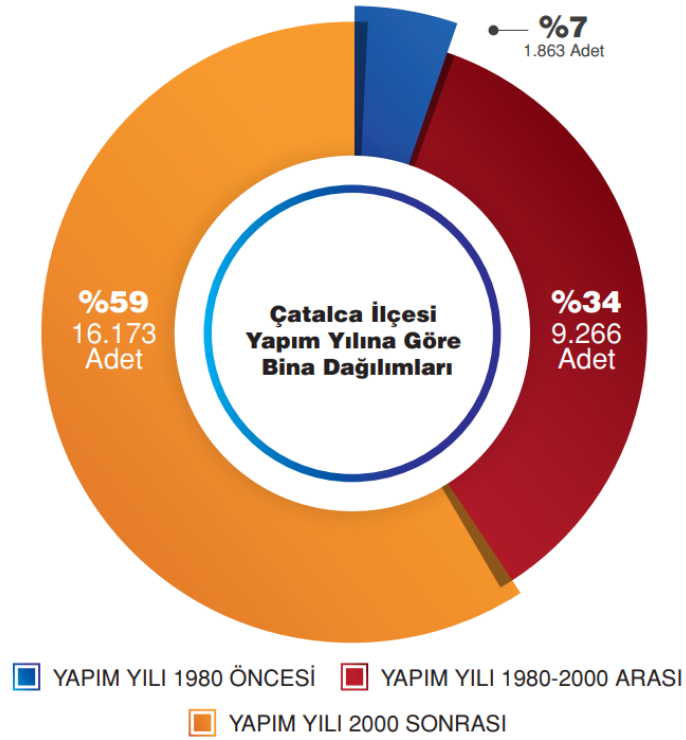


■ YAPIM YILI 1980 ÖNCESİ ■ YAPIM YILI 1980-2000 ARASI
■ YAPIM YILI 2000 SONRASI

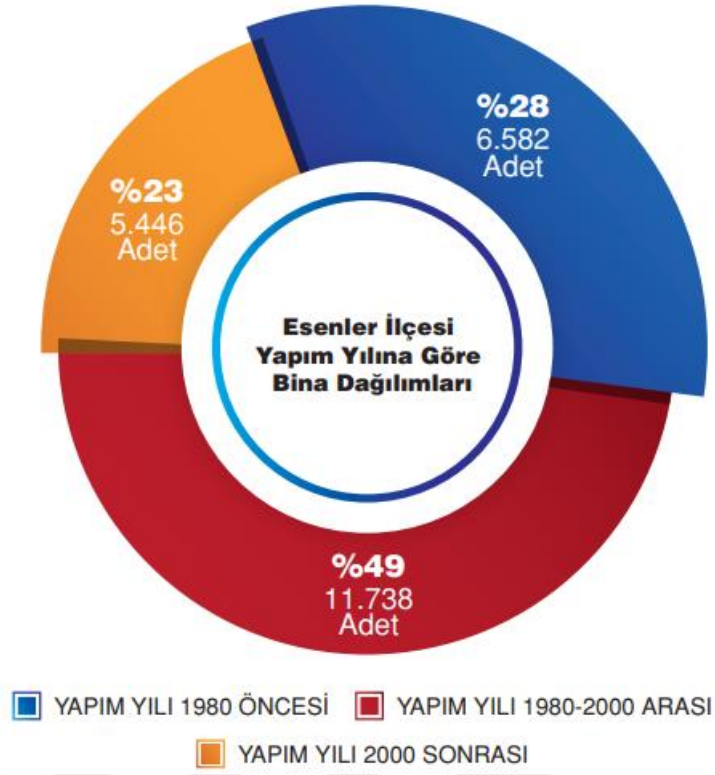
Şekil 2. 5 Beylikdüzü ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).



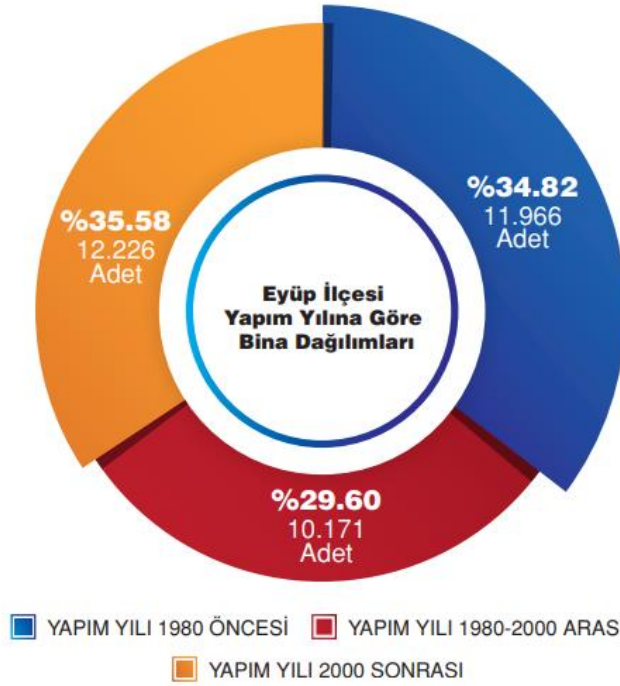
Şekil 2. 6 Beyoğlu ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).



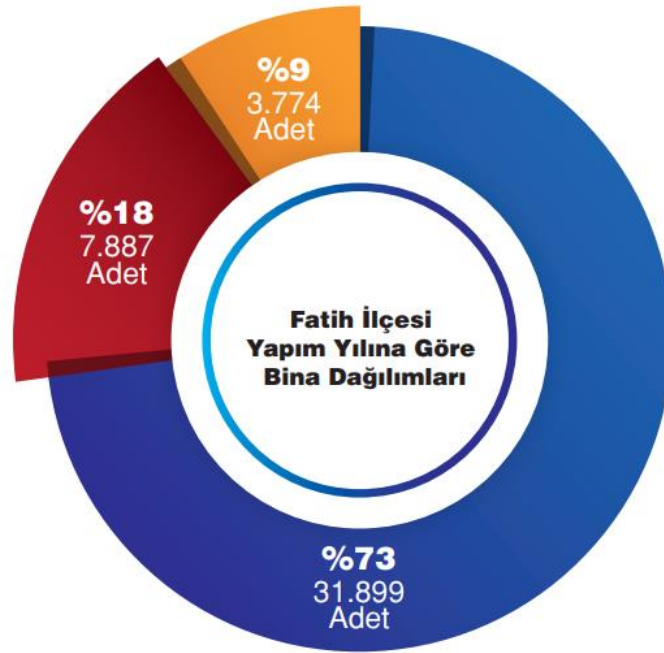
Şekil 2. 7 Çatalca ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).



Şekil 2. 8 Esenler ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).

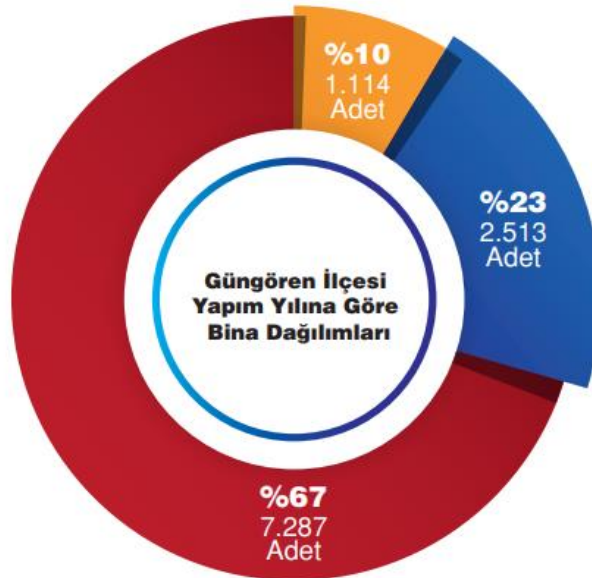


Şekil 2. 9 Eyüp ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).



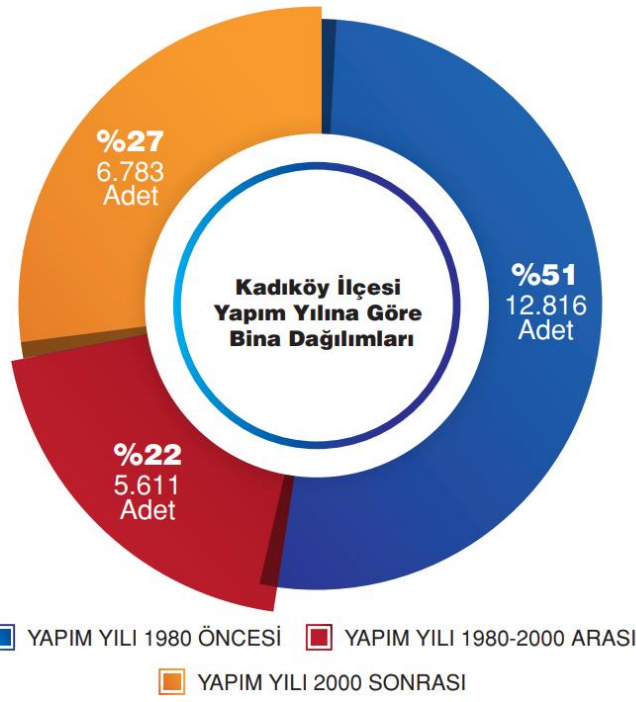
■ YAPIM YILI 1980 ÖNCESİ ■ YAPIM YILI 1980-2000 ARASI
■ YAPIM YILI 2000 SONRASI

Şekil 2. 10 Fatih ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).

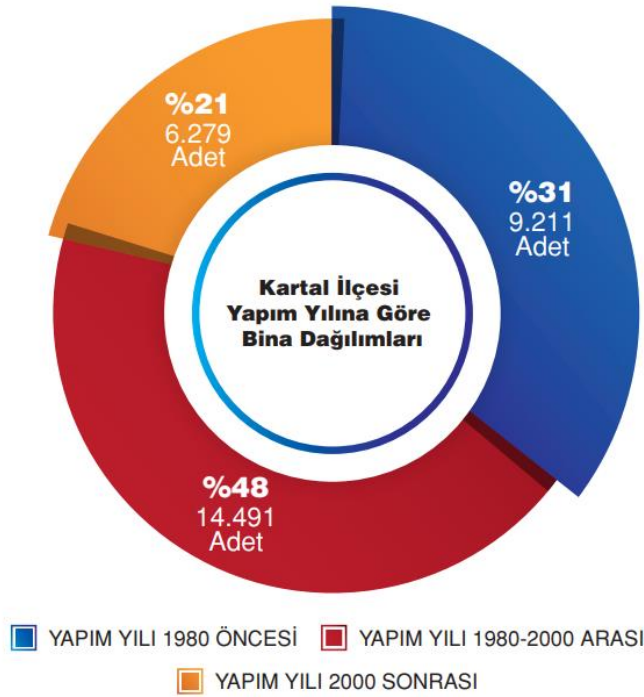


■ YAPIM YILI 1980 ÖNCESİ ■ YAPIM YILI 1980-2000 ARASI
■ YAPIM YILI 2000 SONRASI

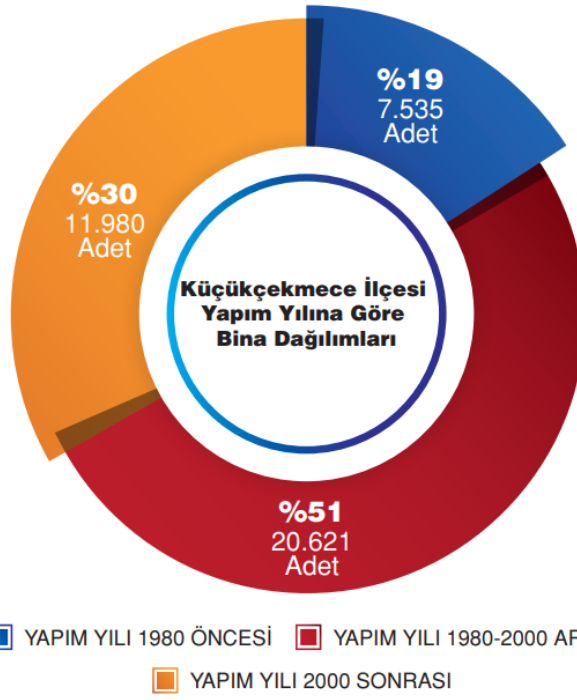
Şekil 2. 11 Güngören ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).



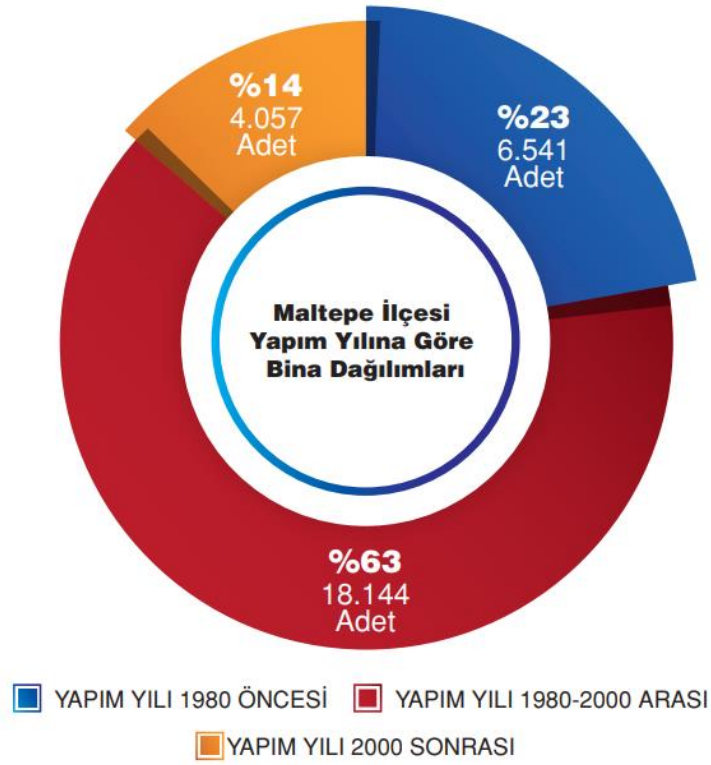
Şekil 2. 12 Kadıköy ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).



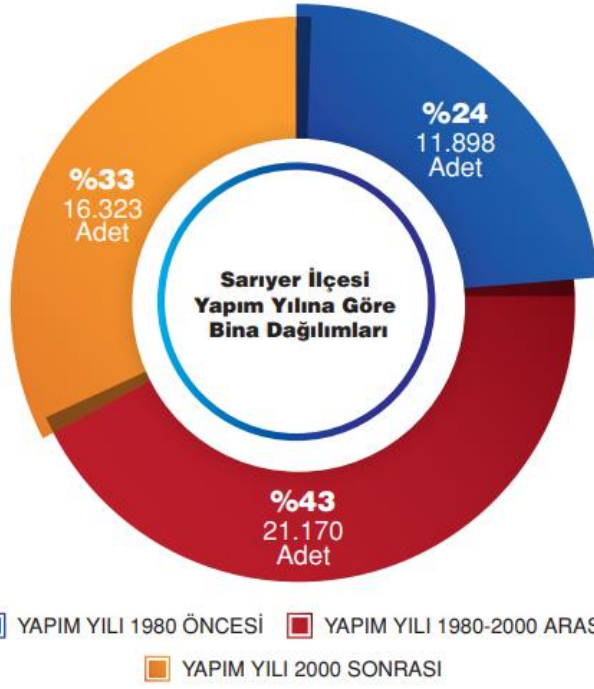
Şekil 2. 13 Kartal ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).



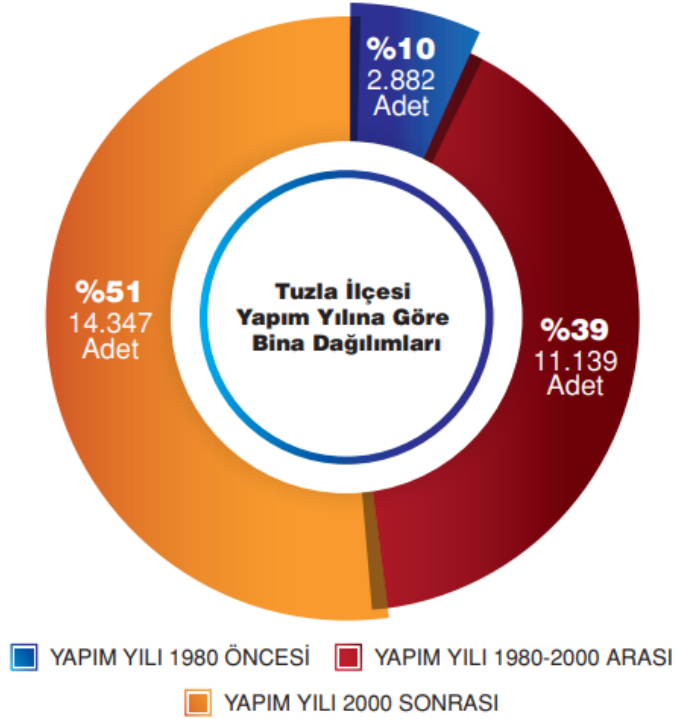
Şekil 2. 14 Küçükçekmece ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).



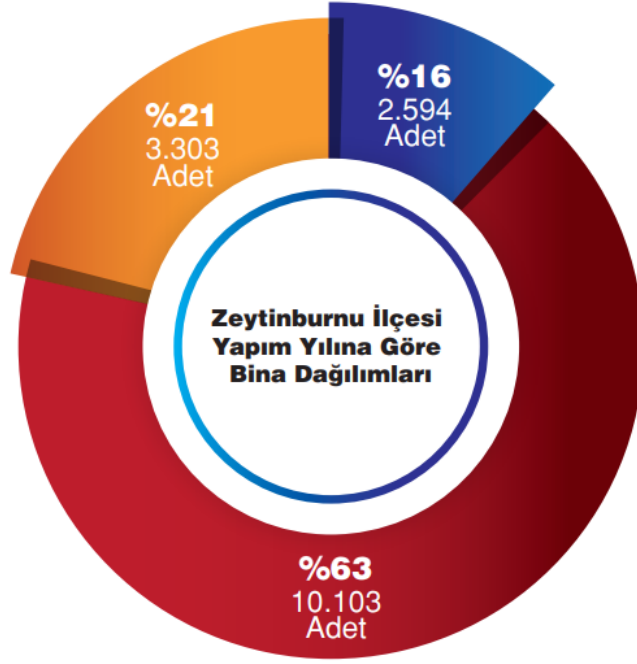
Şekil 2. 15 Maltepe ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).



Şekil 2. 16 Sarıyer ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).



Şekil 2. 17 Tuzla ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).



■ YAPIM YILI 1980 ÖNCESİ ■ YAPIM YILI 1980-2000 ARASI
■ YAPIM YILI 2000 SONRASI

Şekil 2. 18 Zeytinburnu ilçesine ait mevcut yapı stoku (İBB, 2020).

İstanbul ilçelerine bakıldığında 1950’li yıllardan itibaren gecekondulaşmanın yoğun olduğu Zeytinburnu, Küçükçekmece, Güngören gibi ilçelerde konut stokunun eski olduğu net bir şekilde gözükmemektedir. Binalar kendi içerisinde 3 grupta sınırlandırılmıştır. 2000 yılı sonrası yapıları genel olarak güvenli kabul edilmektedir. 1980 yılı öncesi konutlar ise ağır risk taşıyan konutlardır. Bunlar genellikle Fatih, Üsküdar gibi tarihi ilçelerde konut stokunun büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Depremde yıkılması en muhtemel konutlar bu sınıfta bulunmaktadır (İBB, 2020). 1980-2000 yılları arasında bulunan konutlar ise 1980 öncesi konutlara göre bir miktar daha güvenli olan az hasarlı konutlar olarak değerlendirilebilir.

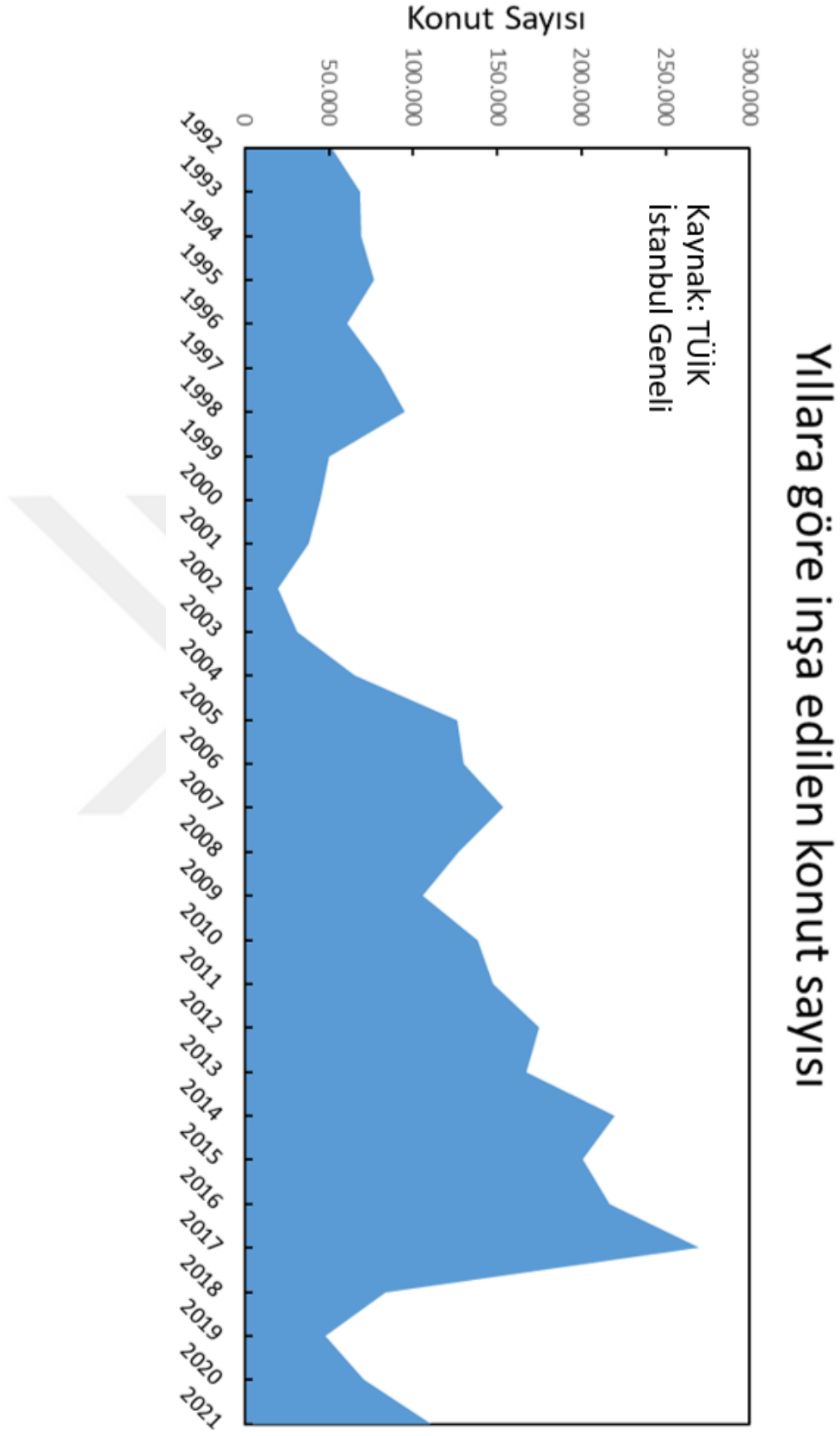
2.2 İstanbul’un Konut Yenileme Hızı

İstanbul, Türkiye’nin en büyük nüfusa ve ticaretin merkezi olma özelliğine sahip bir şehirdir. Aynı zamanda çevresindeki sanayi kentleri ile birlikte Türkiye ekonomisinin öncülüğünü üstlenmiştir. Durum böyle iken İstanbul’un yapı stoku ve deprem karşısındaki riskleri önem arz etmektedir. İstanbul’da 2030 yılına kadar 7 üstü büyüklüğe sahip deprem olma olasılığı %62 olarak uluslararası çalışmalarda belirlenmiştir. İstanbul’da 1999 Gölcük depreminden sonra yürürlüğe giren yapı

denetim ve hazır beton uygulamalarından sonra 2000 yılı sonrasında inşa edilen konutların depreme dayanıklı olacağı tahmin edilmektedir. 2000 yılı öncesi inşa edilmiş konut sayısının 2023 yılı verilerine göre sayısı yaklaşık 1.5 milyon mertebesinde. TÜİK ortalama hane halkı sayısına göre bu konutlarda yaşayan vatandaşlarımızın sayısı yaklaşık 5.5 milyon civarındadır. İlçelerdeki riskli bina sayıları incelendiğinde en riskli durumda olan ilçelerin Fatih, Üsküdar, Zeytinburnu, Küçükçekmece, Esenler olarak öne çıkmaktadır.

İstanbul için TÜİK verilerine göre bakıldığında yıllık konut üretim hızı son 30 yıllık düzeyde İstanbul geleceği hakkında önemli bilgi vermektedir. İstanbul'un mevcut yıllık konut yenileme istatistiği Şekil 2.19'da gösterilmektedir.





Şekil 2. 19 İstanbul'a ait konut yenileme hızı (TÜİK)

Grafiğe baktığımızda İstanbul'da yıllık konut yenileme hızı 50.000 - 250.000 arasında değişmektedir. 2017 yılında maksimum değere ulaşırken, ekonomik etkilerin ve pandeminin yoğun etkilerinin olduğu 2019-2020 yıllarında 50 bin değerlerine kadar düşmüştür. Ayrıca bu konut sayısı boş arsalara yapılan konutları da içermesi sebebiyle en iyimser tahminle İstanbul'daki riskli konutların dönüşümü mevcut hızla gidilirse 15 yıl kadar sürecektir. İstanbul genelindeki binalara bakıldığında ise ilçelere göre dağılım Tablo 2.1'de gösterilmektedir.

Tablo 2.1 İstanbul ilçelerine ait binaların mevcut durumları (TÜİK)

İLÇE	1980 ÖNCESİ	1980-2000 ARASI
Adalar	3584	1741
Arnavutköy	96	19203
Ataşehir	7735	10297
Avcılar	2596	14287
Bağcılar	6072	28546
Bahçelievler	3892	15483
Bakırköy	4869	5092
Başakşehir	814	13620
Bayrampaşa	8295	10240
Beşiktaş	7272	5195
Beykoz	15981	18352
Beylikdüzü	41	6221
Beyoğlu	17052	7940
Büyüçekmece	1303	13622
Çatalca	1863	9266
Çekmeköy	529	13813
Esenler	6582	11739
Esenyurt	499	23301
Eyüp	11966	10171
Fatih	31899	7887
Gaziosmanpaşa	12786	8375
Güngören	2513	7287
Kadıköy	12816	5611
Kağıthane	11813	11877
Kartal	9211	14491
Küçükçekmece	7535	20621
Maltepe	6541	18144
Pendik	6703	27889
Sancaktepe	460	15873
Sarıyer	11898	21170
Silivri	1338	25292
Sultanbeyli	458	22817
Sultangazi	4502	18421
Şile	6762	11293
Şişli	10601	8487
Tuzla	2882	11139
Ümraniye	5448	28279
Üsküdar	13864	21489
Zeytinburnu	2594	10103
TOPLAM	263655	554674

2.3 Tarihsel İstanbul Depremlerinin Etkileri

Tarihsel olarak İstanbul’da meydana gelen depremleri incelemeden gelecekte olacak depremin etkilerini anlamak mümkün değildir. Tarihsel depremlere bakıldığında en önemlileri ve etkileri aşağıda başlıklar altında sıralanmıştır.

2.3.1 8 Aralık 447 Depremi

Tarihi İstanbul şehrinin kara surlarında ciddi hasar bırakmıştır. 57 burçun hasar aldığı ve onarımlarının 2 ay sürdüğü İmparator tarafından dikilen yazıtta belirtilmiştir.

2.3.2 26 Ekim 740 Depremi

İstanbul’da bulunan birçok tarihi binanın hasar almasına ve yıkılmasına sebep olmuştur. Aya İrini Kilisesi hasar almıştır. İstanbul surları harap olmuş ve şehrin yenilenmesi amacıyla özel bir vergi getirilmiştir.

2.3.3 Ocak 1010 Depremi

Sarayburnu açıkları merkezli olduğu tahmin edilen bu depremde şehirde birçok kilise yıkılmıştır. Fatih Camii’nin olduğu alanda bulunan ve Bizans İmparatorlarının da gömüldüğü yer olan Havarium Kilisesi yıkılmıştır.

2.3.4 14 Eylül 1509 Depremi

Adaların 15 km güneyinde meydana geldiği tahmin edilen ve Kıyameti Suğra (Küçük Kıyamet) olarak isimlendirilen deprem Türklerin şehirde yaşadığı dönemde meydana gelen en büyük depremdir. 109 camii ve 1070 ev yıkılmıştır. Yaklaşık 5000 kişinin öldüğü tahmin edilmektedir. Beyazıt Camii ve Ayasofya’nın birer minaresi yıkılmıştır. Kara surlarının büyük bir kısmı yıkılmıştır. Marmara Denizi’nde tsunamiye sebep olmuş ve Aksaray gibi alçak olan yerlere dalgaların geldiği kaydedilmiştir. 1 yıl gibi sürede toplanan vergiler ve paralı işçilerle İstanbul’un imarı tamamlanmıştır.

2.3.5 28 Haziran 1648 Depremi

Vakanüvis Naimâ'nın “son bir asırda görülen en şiddetli deprem” notuyla kayda geçtiği depremde denizin yükselmesi nedeniyle can ve mal kaybı yaşandı. Venedikli bir tarihçinin aktardığına göre, deprem cuma namazı esnasında meydana geldi ve Sultan Murad Camii'nin çökmesi sonucu dört bin kişi öldü. Ayasofya'nın dört minaresi yıkıldı. Su kemerinin yıkılması nedeniyle İstanbul'da su sıkıntısı yaşandı ve toplam ölü sayısı 30 bini buldu.

2.3.6 25 Mayıs 1719 Depremi

Merkezi Hersek Deltası (Yalova) olan bu depremde birçok camiinin kubbesi çökmüş kara surları hasar almıştır. Kocaeli-İzmit-Yalova hattındaki depremlerin İstanbul'a etkisini gösteren en önemli depremlerdendir.

2.3.7 3 Eylül 1754 Depremi

18. yüzyıl boyunca İstanbul çevresinde çok sayıda deprem meydana geldi. Bunların en büyüğü 1754'te meydana geldi. Ancak daha önce 1741 ile 1752 yılları arasında 20'ye yakın hafif deprem kaydedilmişti. Bu yıllar büyük depremlerin habercisi gibi görünüyor. 3 Eylül 1754 depremi saat 21.30 sıralarında meydana geldi. Merkez üssü yine İzmit oldu. Tarihsel kayıtlar, yüzey sivilaşmasının, bunun sonucunda ortaya çıkan toprak kaymalarının ve önemli binalara verilen hasarın boyutunu ayrıntılı olarak göstermektedir. Kaydedilen ölü sayısı 60 ila 800 kişi arasında değişiyor. Bu depremin artçı sarsıntıları da şiddetliydi. En büyüğü 14 Eylül'de meydana geldi ve ilk depremin neden olduğu hasarı daha da büyüttü. Asıl felaket Süleymaniye'deki Yeniçeri Kışlası'nın bir kısmının çökmesi sonucu meydana geldi. Böylece ölü sayısı 2000'e yaklaştı. Bu artçı sarsıntılar nedeniyle saray mensupları ve yabancı diplomatlar deprem bitene kadar İstanbul'u terk etti.

2.3.8 22 Mayıs 1766 – Büyük İstanbul depremi

İstanbul'un yaşadığı en büyük deprem felaketlerinden birisi olan bu deprem Kurban Bayramı'nın üçüncü gününün sabahında yaşandı. Bugünkü bilgilere göre kapsamı ve etkisi 257 yıl önceki 1509 depremine eşdeğerdir. İstanbul'da bu büyüklükteki iki deprem arasındaki yıl farkı, fayın yaklaşık 250 yılda bir kırıldığını

gösteriyor. Osmanlı kaynakları, yeraltında büyük bir gürültünün duyulduğunu, depremin yaklaşık iki dakika sürdüğünü, 4 ila 5 bin kişinin hayatını kaybettiğini ve artçı sarsıntıların aylarca sürdüğünü söyledi. Depremde Galata, Beyoğlu, Üsküdar ve Boğaz köylerinin bazı kesimlerinde daha az hasar meydana geldiği, Sur içindeki evlerinin ise neredeyse tamamen yıkıldığı bildirildi. Fatih Camisi'nin kubbesi daha önce yaşanan depremlerin neredeyse tamamında ya çökmüş ya da kayda değer hasar görmüş, ancak bu depremde tamamen yıkılmıştır.

2.3.9 10 Temmuz 1894 Depremi

Depremden kaynaklanan sarsıntıların Adapazarı, Büyükçekmece, Gebze, Kartal, Küçükçekmece, Sapanca, Yalova ve Adalar başta olmak üzere çeşitli bölgelerde Mercalli ölçeğine göre 8-9 şiddetinde yaşandığı bildirildi. Yalova, Sapanca ve Marmara sahilinde ilginç olaylar yaşandı. Başlangıçta deniz 200 metre kadar geri çekildi, ardından şiddetli dalgalar gelip kıyı boyunca konuşlanmış teknelere zarar verdi. Doğanın yıkıcı gücü bölgedeki mimari yapıları da esirgemedi. Kapalıçarşı'da duvarlar yıkıldı, kubbe çöktü, Bitpazarı, Çadırcılar, Yağcılar, Yeniçeriler Çarşısı, Bodrum ve Kellekesen hanları ise harabeye döndü. Uzunçarşı, Tahtakale, kasacılar, kantar satıcıları da aynı kaderi paylaşarak eski benliklerinin kalıntılarına dönüştüler. Yüzlerce ev yıkılırken Gedikpaşa, Kadırga, Kumkapı, Yenikapı, Langa ve Samatya yerleşim alanları da kurtarılamadı. Edirnekapı'daki Mihrimah Sultan ve Kariye Camilerinin minareleri onarılamaz hasara uğradı, Nuruosmaniye'nin girişi çöktü. Adalar bile yıkımdan muaf değildi; Heybeliada'daki Rum Ortodoks Ruhban Okulu da dahil olmak üzere çok sayıda bina bakıma muhtaç durumda kaldı. Adapazarı'nda 83, İstanbul'da 276, çevre bölgelerde ise 990 kişi hayatını kaybetti.

2.3.10 9 Ağustos 1912 Depremi

9 Ağustos 1912 günü erken saatlerde Tekirdağ'ın Şarköy ilçesine bağlı Mürefte kasabasında Richter ölçeğine göre 7,3 büyüklüğünde şiddetli bir deprem meydana geldi. Bu sismik olay 216 kişinin hayatını kaybetmesine, 466 kişinin yaralanmasına ve 450 yapının büyük hasar görmesine neden oldu. Özellikle depremin Balkan Savaşları'na denk gelmesi, yıkımın boyutu üzerinde önemli bir etki yarattı. Yaklaşan çatışma için hayati önem taşıyan askeri birlikler, kışlalar, ikmal depoları ve köprüler ciddi şekilde etkilendi. Sonuç olarak, Ekim ayında görevlendirilen askerler, felaketin

ardından uzun süre geçmesi nedeniyle kendilerini erzak sıkıntısıyla karşı karşıya buldu.

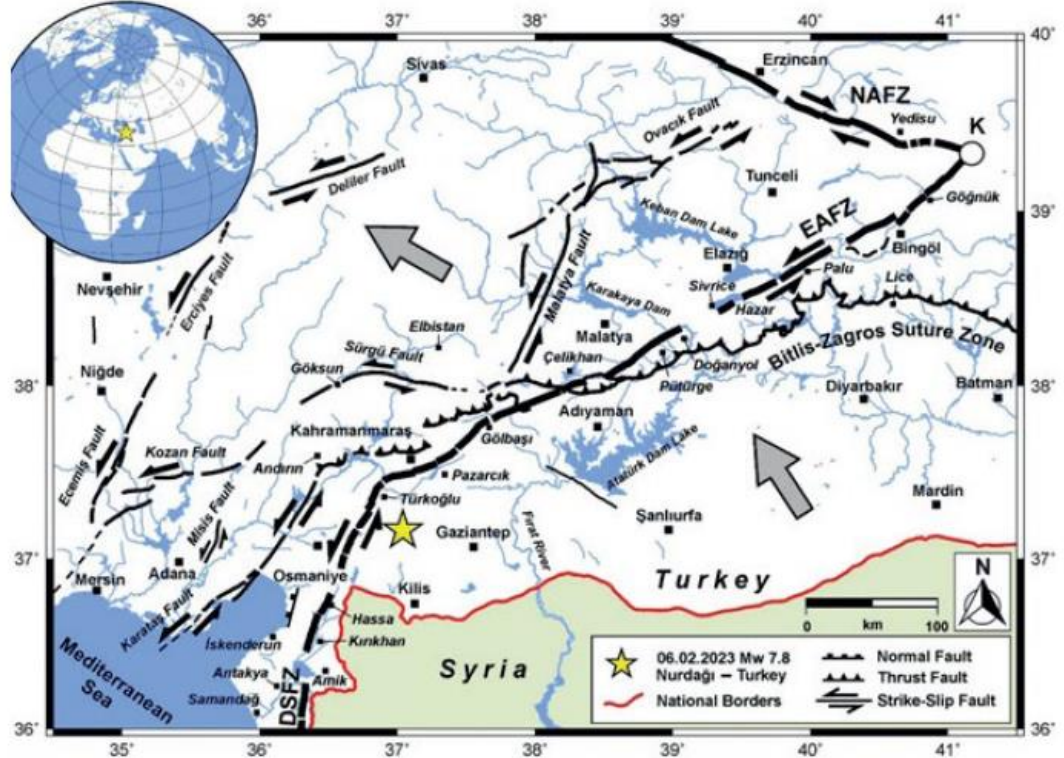
2.4 İstanbul Depremlerinin Önemi

Tarihsel olarak İstanbul depremlerine bakıldığında 250 yıllık dönemlerde büyük depremlerin olduğu gözükmemektedir. Büyük depremden yaklaşık 40 yıl öncesinde de İzmit-Kocaeli merkezli uyarı veren bir deprem meydana gelmektedir. İstanbul için 21. Yüzyıl içerisinde meydana gelen en yakın deprem 17 Ağustos 1999 Gölcük depremidir. Bu depremle birlikte İstanbul'da 20 yıl içerisinde büyük bir depremin olma olasılığı çok yüksektir. Ayrıca büyük depremlerden sonra Bursa merkezli depremlerden de etkilendiği bilinmektedir. Bu bilgiler ışığında İstanbul için depreme hazırlık ve depremden sonraya hazırlık olmak üzere 2 önemli süreç bulunmaktadır. Bu süreçlerde deprem öncesinde mevcut yapı stoklarının değerlendirilmesi, riskli olanların ortadan kaldırılması önemlidir. İkinci aşamada ise deprem sonrasında hasarlı konut stokunun minimum olacak seviyede yapılaşmanın önünün açılmasıdır. Çünkü artçı sarsıntılar, bölgede meydana gelebilecek diğer depremler sebebiyle yapıların depremden hasarsız çıkması veya az hasarlı çıkması çok önemli olmaktadır.

3 6 ŞUBAT 2023 KAHRAMANMARAŞ DEPREMİ VE SONUÇLARI

3.1 Bölgenin Depremselliği

Kahramanmaraş Doğu Anadolu Fay (DAF) Zonu üzerinde yer almaktadır. Bu nedenle bölge sismik olarak oldukça aktiftir. Türkiye Diri Fay Harita 'sına Kahramanmaraş çevresinde DAF (Doğu Anadolu Fayı) 'ı ve bunlara bağlı diri faylar gözlenmektedir (Resim 2.1). MTA (Maden Teknik Araştırma) dışında bazı araştırmacılar da, bölgede görülen çeşitli aktif fayların varlığına işaret etmişlerdir. Bu aktif fayların deprem ürettikleri uzun zamandır bilinmektedir. Bölgede tarihsel ve aletsel kayıt yapılan dönemlere ait birçok deprem olmaktadır. Bu depremler içerisinde yakın tarihte gerçekleşen 6 Şubat 2023 (Pazarcık-Kahramanmaraş ve Elbistan-Kahramanmaraş olan Mw 7.7 ve Mw 7.6 büyüklüğünde) depremleri, ortaya çıkan hasar ve ölçülen ivme değerleri ile tarihsel depremlere nazaran çok daha somut bir ölçü ortaya koymuşlardır. Bu depremlerin konumları ve artçı sarsıntı dağılımları Resim 2.2'de gösterilmiştir. AFAD tarafından hazırlanan (2018) Türkiye Deprem Tehlike Haritası'na göre Kahramanmaraş bölgesinde beklenen maksimum yer ivmesi, $PGA=0,386g$ seviyesindedir. Bölgedeki aktif faylar Şekil 3.1'de gösterilmektedir.

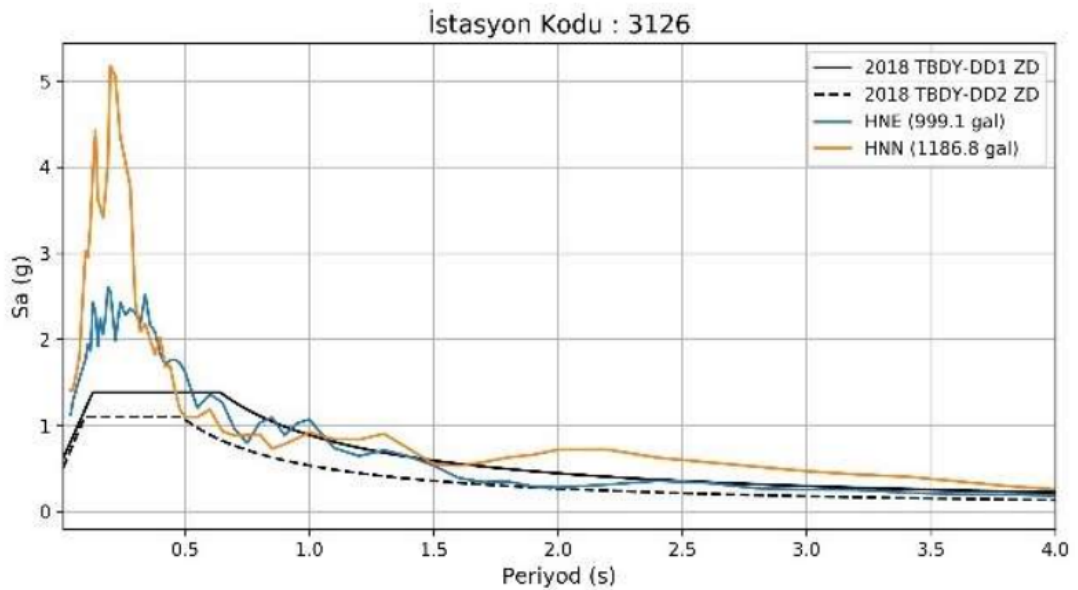


Şekil 3. 1 Bölge yakınındaki fay zonları (Taymaz ve diğ., 1991, 2021).

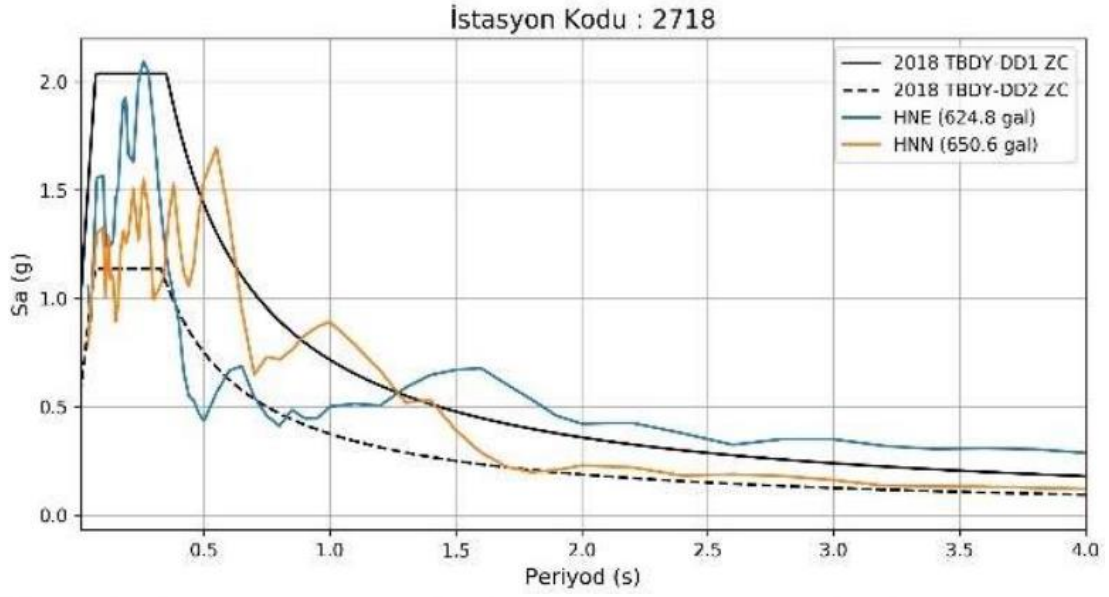
büyükluğündeki deprem geniş bir alanı etkilemiş ve yaklaşık 40.000 insan hayatını kaybetmiştir. 1822 yılında Antakya'yı içine alan bölgede 9 veya 10 MMI şiddetinde deprem meydana gelmiştir ve 60.000 kişinin yaşamını yitirmesine neden olmuştur (Akyuz vd. 2006).

3.2 Deprem Yer Hareketlerinin Değerlendirilmesi

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerine ait yer hareketleri, AFAD tarafından kaydedilmiştir. Bu deprem yer hareketlerine ait veriler AFAD'a ait resmi sitesi üzerinden erişime sunulmuştur. Bu veri tabanına göre, 6 Şubat 2023 Mw=7.7 Kahramanmaraş-Pazarcık depreminde en büyük zemin ivme değeri Kahramanmaraş ili Pazarcık ilçesinde bulunan 4614 kod numaralı istasyonda kaydedilmiş ve bu değer, Doğu-Batı doğrultusunda 2.005g olarak ölçülmüştür. Düşeyde ise en büyük ivme değeri yine aynı istasyonda 1.379g olarak ölçülmüştür. 6 Şubat 2023 Mw=7.6 Kahramanmaraş-Elbistan depreminde ise en büyük ivme değerleri Kahramanmaraş ili Göksun ilçesinde bulunan 4612 kodlu istasyonda ölçülerek Kuzey-Güney doğrultusunda 0.561g olarak elde edilmiştir. Düşeyde ise en büyük ivme değeri yine aynı istasyondan 0.405g olarak ölçülmüştür (AFAD, 2023). Deprem ivme kayıtları ile Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (2018) tasarım depremleri Şekil 3.3-4'de karşılaştırılmaktadır.



Şekil 3. 3 3126 kodlu Antakya istasyonunda ZD zemin sınıfı için elde edilen tasarım depremleri ve ivme kayıtlarının karşılaştırılması (AFAD, 2023).



Şekil 3. 4 2718 kodlu Islahiye istasyonunda ZC zemin sınıfı için elde edilen tasarım depremleri ve ivme kayıtlarının karşılaştırılması (AFAD, 2023).

Deprem yer hareketlerinin ivme kayıtları ile Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine göre hesaplanan tasarım depremleri karşılaştırıldığında depremin merkez üssünde ve Hatay'da tasarım depremlerinin aşıldığı net bir şekilde gözükmemektedir. Özellikle ZD-ZE zemin sınıfına sahip yerlerde tasarım depremleri DD-1 ve DD-2 yer hareketlerinde bile aşılması yeni binalar için bile risk taşımaktadır. ZC zemin sınıfında ise DD-1 yer hareketi için ivme kayıtlarının tasarım depreminin altında kaldığı görülmektedir (AFAD, 2023).

3.3 Depremin Bilançosu

Kahramanmaraş kent merkezinin yer aldığı Onikişubat ve Dulkadiroğlu İlçelerinde Sandalzade, Azerbaycan ve Trabzon Caddeleri üzerindeki konut ve işyerlerinin çoğunun yıkıldığı veya ağır hasar gördüğü belirlendi. En fazla can ve mal kaybının Hatay'da yaşandığı belirtiliyor. Yalnızca 600 Evler Sitesi bölgesinde 58 mahallenin tamamının yıkıldığı ve 1.200 kişinin hayatını kaybettiği bildirildi (TMMOB, 2023). Deprem sonrasında maalesef 53.597 vatandaşımız hayatını kaybetmiş, yaklaşık 115.000 vatandaşımız da yaralanmıştır. Deprem bölgelerinden tahliye edilenlerin sayısı 3,5 milyona ulaştı (AFAD, 2024). Ayrıca bu depremlerin yol açtığı hasarın yaklaşık 104 milyar dolar olduğu tahmin edilmektedir. Bunlar doğrudan maliyetlerdir ve dolaylı maliyetlerin çok daha yüksek olacağı da doğrudur. Üstelik bu büyüklükteki bir depremin ardından toparlanma süreci yıllar alacaktır.

3.4 Depremi Yapı Stokuna Etkisi

2000 yılı için TÜİK'e ait Bina Sayımı ve Yapı İzin İstatistikleri, binaları kullanım amacına göre 2 üst başlık altında araştırmıştır. Bu çalışmada baştan her ildeki bina sayıları ve daire sayıları tespit edilmiştir (TÜİK, 2022; SBB, 2023). Bu bilgilere göre bölgedeki binaların ve dairelerin sayısı Tablo 3.1'de özetlenmektedir.

Tablo 3.1 Deprem bölgesindeki binaların deprem öncesi genel durumu (İç İşleri Bakanlığı; SBB, 2023).

İl	Mesken	İşyeri	Kamu	Diğer	Genel Toplam
Adana	404.502	29.920	8.916	7.779	451.117
Adıyaman	107.242	5.765	4.370	3.119	120.496
Diyarbakır	199.138	11.412	11.964	3.165	225.679
Elazığ	106.569	7.221	2.872	7.051	123.713
Gaziantep	269.212	22.829	5.480	8.162	305.683
Hatay	357.467	33.511	10.382	5.489	406.849
Kahramanmaraş	219.351	12.358	6.879	4.565	243.153
Kilis	33.399	1.526	1.651	736	37.312
Malatya	159.896	8.370	6.670	4.051	178.987
Osmaniye	128.163	9.428	3.105	2.384	143.080
Şanlıurfa	347.902	18.847	11.790	4.089	382.628
Bölge Toplamı	2.332.841	161.187	74.079	50.590	2.618.697

Depremden etkilenen 11 ilde 6 Mart 2023 tarihi itibarıyla 1.712.182 binada hasar tespit çalışması yapılmıştır. Buna göre; 35.355 binanın yıkılmış, 17.491 binanın acil olarak yıkılması gerektiği ve 179.786 binanın ağır, 40.228 binanın orta ve 431.421 binanın az hasarlı olduğu tespit edilmiştir. Yıkılan veya büyük hasar gören binaların arasında mesken olarak kullanılanların dışında tarihi ve kültürel yapılar, okullar, idari binalar, hastaneler, oteller de bulunmaktadır.

Tablo 3.2 Hasar Tespiti Yapılan Bina Sayısı (6 Mart 2023) (SBB, 2023).

İcmal	Bina Sayısı	Bağımsız Bölüm
Hasarsız	860.006	2.387.163
Az hasarlı	431.421	1.615.817
Orta hasarlı	40.228	166.132
Ağır hasarlı	179.786	494.588
Yıkık	35.355	96.100
Acil yıkılacak	17.491	60.728
Tespit yapılamadı	147.895	296.508
Toplam	1.712.182	5.117.036

2022 yılı itibarıyla depremden etkilenen 11 şehrin toplam nüfusu, Türkiye nüfusunun yüzde 16,4'üne karşılık gelmektedir. Deprem bölgesinde 3.029.422 hane halkı bulunmakta olup ortalama hane halkı büyüklüğü 3,5 kişidir. Türkiye'nin ortalama hane halkı büyüklüğünün aynı dönemde 3,2 kişi olduğu dikkate alındığında bölgedeki illerde hanede yaşayan kişi sayısı Türkiye ortalamasının üzerindedir. Türkiye'nin toplam konut stokunun yüzde 14,05'lik bölümü deprem bölgesindeki 11 ilde bulunmaktadır (TÜİK, 2022). Depremden etkilenen illerde mevcut konut stoku Tablo 3.3'de gösterilmektedir.

Tablo 3.3 Depremden Etkilenen İllerde Konut Sayısı (2021) (TÜİK, 2022).

İl	Konut Sayısı
Adana	972.561
Adıyaman	216.744
Diyarbakır	563.295
Elazığ	292.406
Gaziantep	893.558
Hatay	847.380
Kahramanmaraş	481.362
Kilis	74.976
Malatya	345.536
Osmaniye	243.436
Şanlıurfa	718.063
Bölge Toplamı	5.649.317
Türkiye	40.200.000

2021 Bina ve Konut Nitelikleri Araştırmasına göre deprem bölgesindeki 11 ilin bina inşa yılına göre dağılımı Tablo 3.4'de yer almaktadır.

Tablo 3.4 İkamet Edilen Binanın İnşa Yılına Göre Hane halkı Oranı (2021) (TÜİK, 2022).

İl	Bina İnşa Yılı (%)			
	1980 ve Öncesi	1981-2000	2001 ve Sonrası	Bilinmeyen
Adana	13,0	34,8	38,7	13,5
Adıyaman	8,7	23,6	52,3	15,4
Diyarbakır	6,5	26,6	58,1	8,8
Elazığ	10,0	23,6	52,8	13,6
Gaziantep	6,6	25,9	51,6	15,9
Hatay	13,5	32,6	50,0	3,9
Malatya	11,7	26,9	58,1	3,3
Kahramanmaraş	11,2	21,7	52,3	14,9
Kilis	14,0	28,1	48,4	9,5
Osmaniye	10,5	25,7	46,5	17,3
Şanlıurfa	5,5	18,5	61,0	14,9
Bölge Toplamı	10,0	27,6	51,1	11,3
Türkiye	12,6	30,9	47,4	9,1

İçişleri Bakanlığı MAKS verileri deprem bölgesinde bulunan ve yapı ruhsatı olan binaların ve dairelerin taşıyıcı sistemleri hakkında genel düzeyde bilgi sağlamaktadır (SBB, 2023). Bölgedeki binaların taşıyıcı sistemleri Tablo 3.5’te gösterilmektedir.

Tablo 3.5 Deprem Bölgesindeki Binaların Taşıyıcı Sistemi (%) (SBB, 2023).

	Betonarme	Çelik	Yığma	Prefabrik	Diğer
Bina	86,7	2,4	3,5	3,6	3,9
Daire	95,4	0,4	1,3	0,6	2,3

ÇŞİDB tarafından yürütülen hasar tespit çalışması sonucuna göre acil yıkılacak, yıkık veya ağır hasarlı kategorilerine giren toplam konut sayısı 518.009 olarak belirlenmiştir. Orta hasarlı konut sayısı 131.577 ve az hasarlı konut sayısı 1.279.727 olarak tahmin edilmiştir. Bu veriler ışığında deprem sonrasında 2.273.551 kişi doğrudan barınma sorunuyla karşı karşıya kalmıştır (SBB, 2023). Deprem bölgesinde hasarlı konutların oranı Tablo 3.6’da sunulmaktadır.

Tablo 3.6 İl Bazında Hasar Tespit Raporu (6 Mart 2023) (SBB, 2023).

İl	Toplam Acil+Ağır+Yıkık Konut Sayısı	Orta Hasarlı Konut Sayısı	Az Hasarlı Konut Sayısı
Adana	2.952	11.768	71.072
Adıyaman	56.256	18.715	72.729
Diyarbakır	8.602	11.209	113.223
Elazığ	10.156	15.22	31.151
Gaziantep	29.155	20.251	236.497
Kahramanmaraş	99.326	17.887	161.137
Malatya	71.519	12.801	107.765
Hatay	215.255	25.957	189.317
Kilis	2.514	1.303	27.969
Osmaniye	16.111	4.122	69.466
Şanlıurfa	6.163	6.041	199.401
Bölge Toplamı	518.009	131.577	1.279.727

Özet olarak bölgedeki konutların hasar durumları Şekil 3.7 ve 3.8’de gösterilmektedir. Merkez üssü Kahramanmaraş ve konut stoku ile zemin durumu en zayıf olan Hatay’da konutların yaklaşık %35’i Ağır-Orta hasar durumundadır. Bu konutların büyük çoğunluğu 2000 yılı öncesi yapılardan oluşmaktadır (SBB, 2023). Zemini zayıf olan Hatay’da deprem ivme kayıtlarının tasarım depremlerinin çok üstünde olması hasarın düzeyini de arttırmıştır.

Tablo 3.7 Kahramanmaraş için hasar durumları (TÜİK, 2022).

Deprem Bölgesindeki Binaların Deprem Sonrası Durumu-Kahramanmaraş			
Hasar Durumu	Bina Sayısı	Daire Sayısı	% Oranı
<i>Ağır Hasarlı</i>	22.113	84.059	25,1
<i>Orta Hasarlı</i>	2.208	12.975	3,9
<i>Az Hasarlı</i>	33.664	139.406	41,7
<i>Hasarsız</i>	45.395	98.242	29,4

Tablo 3.8 Hatay için hasar durumları (TÜİK, 2022)

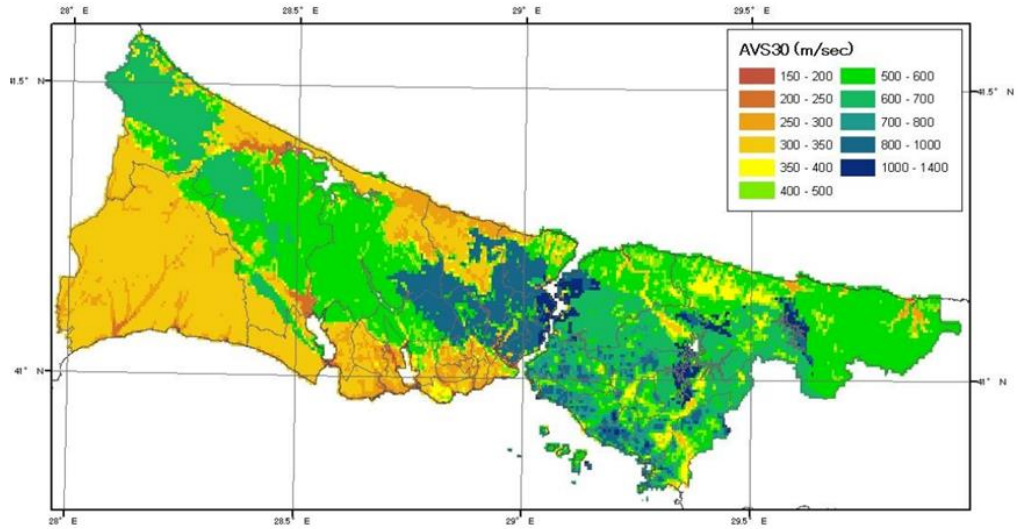
Deprem Bölgesindeki Binaların Deprem Sonrası Durumu-Hatay			
Hasar Durumu	Bina Sayısı	Daire Sayısı	% Oranı
<i>Ağır Hasarlı</i>	30.112	123.349	27,8
<i>Orta Hasarlı</i>	7.281	33.351	7,5
<i>Az Hasarlı</i>	36.112	117.588	26,5
<i>Hasarsız</i>	77.107	169.711	38,2

4 OLASI İSTANBUL DEPREMİNİN KAHRAMANMARAŞ DEPREMİNE GÖRE SİMÜLASYONU

Türkiye'nin en kalabalık ve ekonomisinin en büyük olduğu şehir olan İstanbul da deprem riski açısından en yüksek riski taşımaktadır. Tarihsel olarak bakıldığında her deprem sonrasında çok ciddi sorunlar ile karşı karşıya gelen şehirde her deprem ciddi can kayıplarına ve maddi hasarlara sebep olmuştur. Şehrin konut stokunun yaklaşık %70 düzeyinde depreme dayanıklı hale getirildiği TÜİK verilerinden tespit edilebilmektedir. Ancak %30'luk kısmının bile çok büyük bir nüfusa karşılık gelmesi ve ülke ekonomisine durduracak seviyede olması tehdidin bertaraf edilmesini önemli kılmaktadır.

4.1 İstanbul'un Zemin Durumu

Kesme dalgası yayılım hızı sağlam zeminlerde hızlı, yumuşak veya zayıf zeminlerde yavaş olmaktadır. Kesme dalgaları ikinci dalga veya yüzey dalgası olarak da bilinmekte olup yapılara hasar bırakan etkiyi oluşturmaktadır. Depremin etkilerini araştırma açısından yüzey dalgaları veya kesme dalgalarının yayılım hızı depremin etkisini de göstermektedir. Kesme dalgası yayılım hızı zayıf olan zeminlerde yavaş olmakta ve kuvvetli zeminlerde hızlı olmaktadır. İBB tarafından İstanbul makro ölçeğinde hazırlanan kesme dalgası yayılım hızına ait harita Şekil 4.1'de gösterilmektedir.



Şekil 4. 1 İstanbul için kesme dalgası yayılım hızına ait harita (İBB, 2020).

Ortalama olarak 180-300 arasında kesme dalgası yayılım hızına sahip zeminler TBDY göre ZD dediğimiz zayıf zemine karşılık gelmektedir. Bunlar sarı-turuncu renkle gösterilen zeminlerdir. Avrupa yakasının Marmara kıyısına komşu ilçeleri en riskli durumdadır. Anadolu yakasının bölgesel olarak Avrupa yakasından oldukça iyi olduğunu görmekteyiz. Özellikle Beykoz Sarıyer gibi ilçeler hem faya uzaklık bakımından hem de zemin bakımından oldukça sağlam olduğu gözükmektedir.

4.2 Kahramanmaraş Depremi ile İstanbul Depreminin Benzerlikleri

Olası İstanbul depreminde Kahramanmaraş depremine yakın şiddet ve büyüklükte olması beklenmektedir. Depremin etkisi anlama açısından zeminin depremi büyütme faktörü sebebiyle deprem ciddi etkilere neden olabilmektedir. Bu sebeple çalışmanın bu bölümünde hem faya uzaklık hem de zeminin benzer durumundaki özellikleri dikkate alınacaktır. Kahramanmaraş depreminin ivme kayıtlarına bakıldığında depremin merkez üssünde oluşan ivme değerleri ve depremin yıkıcı etkileri yoğun olurken, uzaklaştıkça kuvvetli zeminlerde etkisinin azaldığı görülmektedir. Buna karşın mesafe artsa bile zeminin zayıf olduğu bölgeler olan Hatay, Nurdagi, Islahiye ve Adıyaman merkez gibi şehirlerde zeminin etkisi sebebiyle ciddi yıkımlar meydana gelmiştir. Bu sebeple İstanbul kara sınırları içerisinde herhangi bir diri fay olmaması ve tüm fayların Marmara denizi içerisinde bulunması merkez üssüne uzak kalmasını sağlaması beklenmektedir. Kahramanmaraş depreminde Hatay gibi benzer durumda olan ilçeler İstanbul'un Avrupa yakasında Marmara denizi kıyısında bulunan ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine göre ZE-ZD-ZC zemin sınıfına sahip ilçelerdir. Bu ilçeler nüfusun yoğun olduğu Fatih, Zeytinburnu, Bakırköy, Beylikdüzü, Avcılar, Küçükçekmece gibi ilçeler olup eski konut stoku bakımından Hatay benzeri yapılaşmaya sahiptir. İstanbul'un en riskli ilçelerindeki eski konut stoku ve yaşayan nüfusun bilgileri Tablo 4.1'de gösterilmektedir.

İstanbul'un Tablo 4.1'de gösterilen bu ilçeleri hem uzaklık hem de zemin durumu bakımından Hatay benzeri bir yıkımla karşılaşması muhtemeldir. Hatay ilinde meydana gelen yıkımın istatistikleri İstanbul'un 10 ilçesine uyarlandığında Tablo 4.2'de gösterilen sonuçların ortaya çıkması beklenmektedir.

Tablo 4.1 İstanbul ilçelerinin en risklilerinde mevcut durum (İBB, 2020).

İlçe	Nüfus	Ortalama Zemin Sınıfı	Riskli Konut Sayısı
Fatih	356.000	ZD	95.000
Zeytinburnu	280.000	ZD	65.000
Bakırköy	220.000	ZD	49.000
Avcılar	437.000	ZD	80.000
Küçükçekmece	770.000	ZD	155.000
Bağcılar	720.000	ZD	145.000
Bahçelievler	595.000	ZD	110.000
Büyükçekmece	275.000	ZD	40.000
Beylikdüzü	410.000	ZD	60.000
Esenyurt	975.000	ZD	140.000

Tablo 4.2 İstanbul ilçelerinin en risklilerinde oluşabilecek kayıplar (İBB, 2020).

İlçe	Ağır hasarlı- Yıkık Konut	Olası Can Kaybı	Maddi Kayıp (Ağır-Orta-Yıkık)
Fatih	30.000	3.000	3.5 milyar \$
Zeytinburnu	23.000	2.500	2.5 milyar \$
Bakırköy	18.000	2.000	2 milyar \$
Avcılar	36.000	6.000	4 milyar \$
Küçükçekmece	64.000	12.000	7.2 milyar \$
Bağcılar	60.000	11.000	6.7 milyar \$
Bahçelievler	49.000	9.000	5.5 milyar \$
Büyükçekmece	22.000	3.000	2.5 milyar \$
Beylikdüzü	34.000	4.000	3.8 milyar \$
Esenyurt	80.000	15.000	9 milyar \$

İstanbul'un diğer ilçelerinde zemin sınıfının ZC olduğu yerler deprem bölgesindeki ortalama durumu yansıtmaması beklenmektedir. Tarihsel kayıtlara da bakıldığında zaman Beyoğlu, Kadıköy, Boğaz köyleri gibi sağlam zemine sahip yerleşimlerde depremlerde ciddi hasarlar olmadığı kaydedilmiştir. Bu sebeple diğer ilçelerde ortalama durum dikkate alındığında Tablo 4.3'deki durumun çıkması muhtemeldir (İBB, 2020).

Tablo 4.2 ve Tablo 4.3 incelendiğinde Olası İstanbul depreminde İstanbul için yaklaşık 65 milyar dolar mertebesinde konutlarda hasar olacağı veya yıkılacağı tahmin edilmektedir (İBB, 2020). Ülke ekonomisine ciddi bir kayıp oluşturacak bu bedelin deprem olmadan çok daha az miktarına şehrin dönüşümü sağlanabilir. Bu sayede hem can kayıplarının önüne geçme, hem de deprem sonrasında yardıma ihtiyacı olan insanların sayısında azalmaya sebep olacaktır. Bu sebeple İstanbul için kentsel dönüşüm gereklilikten ziyade artık zorunluluk olmuştur.

Tablo 4.3 İstanbul az riskli bölgelerinde muhtemel kayıplar (İBB, 2020).

İlçe	Ağır hasarlı-Yıkık Konut	Olası Can Kaybı	Maddi Kayıp (Ağır-Orta-Yıkık)
İstanbul-Diğer	250.000	25.000	28.0 milyar \$

5 SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez kapsamında elde edilen sonuç ve öneriler alt başlıklarda sıralanmıştır.

5.1 Sonuçlar

Bu tez çalışması kapsamında elde edilen sonuçlar maddeler halinde sıralanmıştır.

- İstanbul'un en riskli zemine sahip ilçelerinde yaklaşık 950 bin riskli konut bulunduğu, bu konutlarda yaklaşık 3 milyon kişinin yaşadığı tahmin edilmektedir. Olası İstanbul depreminde bu bölgelerde bulunan konutlarda Hatay-Antakya benzeri yıkım ile karşılaşılması muhtemeldir.
- İstanbul'un zemini daha güçlü olan (ZC-ZB) Anadolu yakası ve Avrupa yakasının kuzey kesimleri nispeten riskli alanlara göre daha az risk taşımaktadır. Bu bölgelerde yaşayan 12 milyon kişinin depremi daha az hissedeceği ve yıkımın daha az olacağı tahmin edilmektedir.
- Olası İstanbul depreminde ağır hasarlı-yıkık-orta hasarlı olmak üzere sadece İstanbul sınırları içerisinde kaybedilecek konutların maddi değeri yaklaşık 65 milyar \$ mertebesindedir.
- İstanbul il sınırları içerisinde yaklaşık 1.5 milyon riskli konut bulunduğu, yıllık olarak 50 bin düzeyinde eski konutun yıkılıp yeniden yapıldığı, tüm riskli konutların yenilenmesi için mevcut koşulların devamı durumunda 30 yıl süreye ihtiyaç olduğu görülmektedir.
- Olası İstanbul depreminin İzmit depremlerinden sonra yaklaşık 30 yıl içerisinde gerçekleştiği ve süre olarak çok kısıtlı zamanın kaldığı tahmin edilmektedir.
- Kahramanmaraş depremi sonrasında bölgedeki konut stokunun %25'inin kullanılamaz hale geldiği, %20'lik kesiminin ise güçlendirme gereken yapılardan oluştuğu görülmektedir. Benzer durumun İstanbul'da gerçekleşmesi durumunda yaklaşık 7 milyon kişinin ya evsiz kalacağı ya da evini güçlendirmek zorunda kalacağı için ev aramak zorunda kalacağı tahmin edilmektedir.

5.2 Öneriler

Bu tez çalışması kapsamında yapılan öneriler maddeler halinde sıralanmıştır.

- Olası İstanbul depreminin yakın bir zamanda gerçekleşmesi durumunda İstanbul'da yüzbinlerce kişinin enkaz altında kalması beklenmektedir. Şehrin dar sokakları sebebiyle müdahalenin zor olacağı ve çok sayıda enkaza zamanında müdahale edilemeyeceği tahmin edilmektedir. Bu sebeple şehirde yıkım gerçekleşmeden acil bir dönüşümün yapılması önerilmektedir. 1980 yılı öncesi binaların ciddi risk taşıması sebebiyle bu binalara 1-3 yıl gibi süre verilerek ya güçlendirme ya da yıkım kararı verilerek dönüşmeleri beklenmeden müdahale edilmesi gerekmektedir. İstanbul'da bulunan boş konut stokunun yıkılacak binalarda kalan kişiler için yeterli geleceği bilinmektedir.
- Olası İstanbul depremine hazırlık amacıyla yapılacak kentsel dönüşüm için gerçekçi hedefler koyulmalıdır. İstanbul için yıllık konut yenileme hızı yaklaşık 120.000/yıl olup, bu oran boş arsalara yapılan konutları da kapsamaktadır. Eski konutların yıkılıp dönüştüğü sayı yıllık bazda 50.000 düzeyini geçmemektedir. Mevcut konut yenileme hızı ile İstanbul'un olası depreme kadar yenilenmesi çok düşük olasılıktır. Bu sebeple acil eylem planı hazırlanmalı ve 1980 öncesi tüm konutlar için yıkım kararı alınmalıdır. 1980-2000 yılları arasında bulunan az riskli konutlarda ise acil güçlendirme yolu açılmalı ve hızlı bir uygulama ile bu konutların depremde can güvenliğini sağlayacak kadar güçlendirme yapılmalıdır. Mevcut konutların yıllık 300.000 dolayında yenileme hızına ulaşması İstanbul açısından oldukça zordur. İstanbul'da bulunan işçi sayısı, müteahhit sayısı, beton santrallerinin kapasiteleri gibi doğal engeller sebebiyle bu rakamlara ulaşılması zordur. Ayrıca İstanbul'da bulunan riskli konutların büyük çoğunluğu ortalama 10 daireden oluşan binalarda bulunmaktadır. En iyi olasılıkta 1.5 milyon riskli konut için 150 bin bina yapılması ve 150 bin müteahhit ile gerçekleştirilebilecektir. Özetle TOKİ'de yapılan uygulamalar gibi bir müteahhit ile binlerce konutun dönüşmesi İstanbul ölçeğinde oldukça zordur. Bu sebeple İstanbul kendi doğasında ve kendi karakteristiğinde yenilenmesi gereken bir şehirdir. Yakın sürede bu dönüşümün gerçekleşmesinin oldukça

zor olması sebebiyle 1980 öncesi binalara riskli yapı tespiti zorunlu hale getirilmelidir.

- Kahramanmaraş depreminden sonra bölgedeki konutlar incelendiğinde yeni konutlarda ciddi oranda orta hasar-ağır hasarlı yapılar olduğu görülmüştür. Mevcut depremin tasarım depremi üzerinde olması ve zemin büyütme faktörleri gibi etkenlerinde girmesi sebebiyle yeni konutlarda ciddi hasarlar oluşmuştur. Bu konutların kontrollü hasar performans düzeyini sağlaması ve hasar alan bir yaklaşımın benimsenmesi Türkiye ölçeğinde bu yaklaşımın Japonya-Kobe depreminde yaşananların tekrar yaşanmasına sebep olmuştur. Bu yapıların tekrar güçlendirilecek olması tasarım yönetmeliklerimizde revize edilmesi gereğini doğurmuştur. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine göre mevcut konut yapılarının deprem sonrasında kontrollü hasar düzeyini sağlama zorunluluğu değiştirilerek sınırlı hasar performans düzeyine geçilmesi önerilmektedir.
- Kahramanmaraş depreminden sonra bölgedeki konut stokunun ciddi oranda güçlendirme gerekliliği yönetmeliğin revizyonunu zorunlu kılmıştır. Yeni bir binanın kontrollü hasar yerine sınırlı hasar performans düzeyine göre tasarlanması sonrasında binanın maliyetinde %5 kadar artışa sebep olmaktadır. Ancak yapının deprem sonrası güçlendirme gereği yeniden yapım maliyetinin minimum %10 ve üstüne denk gelecektir. Baştan bu maliyetin karşılanması deprem sonrasında güvenli yapıların sayısını arttıracak ve depremden sonra yardım edilmesi gereken kişi sayısını azaltacaktır. Bu sebeple hasar almayacak yapıların İstanbul'un dönüşümünde dikkate alınması önemlidir.

6 KAYNAKLAR

Adar, K., Büyüksaraç, A., Işık, E. Ve Ulu, E. (2021). 2007 ve 2018 Deprem Yönetmeliklerinin Yapısal Analizler Işığında Karşılaştırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (25) 306-317.

Akyuz SH, Altunel E, Karabacak V, Yalciner C.C. (2006). Historical earthquake activity of the northern part of the Dead Sea Fault Zone, southern Turkey. *Tectonophysics*, 426(2006), 281-293.

Atakara, C. (2021). Hamburg Kentsel Dönüşüm Projeleri: Hafencity ve Wilhelmsburg. *Kent Ve Çevre Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 4-24. <https://doi.org/10.48118/yykentcevre.1001094>

Bilgehan, M. (2023). Kentsel Dönüşümde Afetlere Dirençli Yapılar. *Çevre Şehir Ve İklim Dergisi*, 2(4), 282-301.

Cılız, A. B., & Aksu, O. (2023). İstanbul'da Kentsel Dönüşüm Proje Alanları İçin Rezerv Alan Tespiti. *Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi*, 5(2), 57-65. <https://doi.org/10.51765/tayod.1270087>

Çolak, Y. (2014). Adil Kent Yaklaşımı ve Kentsel Dönüşüm: İstanbul Esenler Örneği. *İnsan Ve Toplum*, 4(7), 57-84.

Eroğlu Azak, T., & Ay, B. Ö. (2023). 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremlerinin Etkilediği İllerdeki Bina Stokunun Özellikleri. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 47(1), 47-66. <https://doi.org/10.24232/jmd.1294425>

Halat, M., & Özkan, Ö. (2021). The optimization of UAV routing problem with a genetic algorithm to observe the damages of possible Istanbul earthquake. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 27(2), 187-198.

Hastürk, O., & Altan, M. F. (2023). Deprem Ardından Kentsel Dönüşüm. *Avrasya Dosyası*, 14(1), 146-170.

İBB (2020), Olası Deprem Kayıp Tahminleri İlçe Kitapçıkları, İBB (İstanbul Büyükşehir Belediyesi), Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı, Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü ve Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü, İstanbul, <https://depremezmin.ibb.istanbul/guncelcalismalarimiz/#olası-deprem-kayıp-tahminler-le-ktapıkları> (Erişim Tarihi: 22.04.2024).

Kavala, C. F. (2023), Tarihi Veriler Işığında Beklenen İstanbul Depremi, 21. Yüzyıl Türkiye Enstitüsü, https://21yyte.org/tr/merkezler/islevsel-arastirma-merkezleri/milli-guvenlik-ve-dis-politika-arastirmalari-merkezi/tarihi-veriler-isiginda-beklenen-i-istanbul-depremi#google_vignette (Erişim Tarihi: 22.05.2024).

Köksüz, Ü., & Baz, İ. (2019). Rotterdam, Kop Van Zuud Kentsel Dönüşüm Projesi. İstanbul Ticaret Üniversitesi Teknoloji Ve Uygulamalı Bilimler Dergisi, 1(2), 41-48.

Köse, S., Ayan, Z., Vural, E., Özcivan, K., vd. (2023). Afete Hazırlık Kapsamında İstanbul'da Kentsel Dönüşüm Uygulamaları. Çevre Şehir Ve İklim Dergisi, 2(4), 196-219.

Kundak, S. (2023). İstanbul'da Kentsel Dönüşüm Algısı ve Beklentileri. Çevre Şehir Ve İklim Dergisi, 2(4), 20-36.

Naimi, S., & Tufan, T. (2021). Olası İstanbul Depremi ile Yapılan Kentsel Dönüşüm Çalışmaları ve Alınan Önlemlerin İrdelenmesi. AURUM Journal of Engineering Systems and Architecture, 5(1), 89-108. <https://doi.org/10.53600/ajesa.564197>

SBB (2023), 2023 Kahramanmaraş Ve Hatay Depremleri Raporu, T.C. Cumhurbaşkanlığı, Strateji ve Bütçe Başkanlığı (SBB), <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/03/2023-Kahramanmaraş-ve-Hatay-Depremleri-Raporu.pdf> (Erişim Tarihi: 22.03.2024).

Şen, A. T. (2018). Kentsel Dönüşüm Uygulamalarında Katılım: Samsun Örneği. Selçuk Üniversitesi Sosyal Ve Teknik Araştırmalar Dergisi(15), 1-24.

Tuğsal, Ü. M. (2018), Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018'e Göre Dayanıma Göre Tasarım Kavramı, Gebze Teknik Üniversitesi, TBDY2018-Dayanıma Göre Tasarım, https://www.gtu.edu.tr/Files/UserFiles/146/Dokuman/2018_0418-UMT-Gebze_IMO-_TBDY2018-Dayanma_Gore_Tasarm.pdf (Erişim Tarihi: 22.06.2024).

TÜİK (2022). Bina ve Konut Nitelikleri Araştırması, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bina-ve-Konut-Nitelikleri-Arastirmasi-2021-45870> (Erişim Tarihi: 22.05.2024).

Uzun, Ö., & Balyemez, S. (2020). İstanbul Ve Antakya Şehirlerinde Deprem Risk Azaltma Çalışmaları Üzerine Karşılaştırmalı Bir Değerlendirme. İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi, 12(3), 229-250.

Yaltırak, C., Ertura. M. K., Tüysüz, O., Yaltırak, K.S. (2013), Marmara Denizinde Tarihsel Depremler: Yerleri, Büyüklükleri, Etki Alanları Ve Güncel Kırılma Olasılıkları. İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, Kuvaterner Çalıştayı IV 2003, Bildiri Kitabı, ss. 174-180, http://www.yerdurumu.org/makaleler/documents/Yaltirak_b_turqua_iv.pdf (Erişim Tarihi: 22.05.2024).

Yaman, F. T., & Şahinbaş, U. (2017). Türkiye'de kentsel dönüşüm. Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi, 12(47), 53-77.

Yılmaz, O. K., & Bozdoğan, R. (2018). Türkiye'de Belediyelerin Mevcut Kentsel Dönüşüm Uygulamalarına Yönelik Tutumları: İstanbul İlçe

Belediyeleri Üzerine Bir Araştırma. İDEALKENT, 9(24), 430-455.
<https://doi.org/10.31198/idealkent.433828>

Yurtcanlı Duymaz, Seda, ve Mustafa Kahveci. “Olası İstanbul Depremini Beklerken Hazırlıklı Toplum Hedefinin Neresindeyiz?: 2023 Maraş Ve Hatay Depremlerinin Ardından”. Ankara Barosu Dergisi 81, sy. Özel Sayı (Ekim 2023): 335-71. <https://doi.org/10.30915/abd.1279964>.



7 ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Hakan Cenk GÜNDOĞDU

ORCID Numarası : 0009-0003-9130-7197

Öğrenim Durumu

1998 – 2002 Lisans: Mustafa Kemal Üniversitesi – İnşaat Mühendisliği

2014 – 2015 Yüksek Lisans: İstanbul Gelişim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü – İnşaat Mühendisliği

Yayın Listesi:

Gündoğdu, H. C. (2024). İstanbul'daki Yapı Stokunun Olası Bir Depremde Kahramanmaraş Depreminin Sonuçlarıyla Değerlendirilmesi. Tas Journal Teknik Uygulamalı Bilimler Dergisi, Kabul Mektubu sayı: 2024-03-10-1.