



## Assessment of the Resilience of Buildings to Earthquakes through Building-Based Regional Risk Distribution Method: The Case of Izmit City

Deniz Gercek Kurt<sup>1</sup>, Ismail Talih Guven<sup>2</sup> and Hakan Erdogan<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Izmir Institute of Technology, Faculty of Architecture, Department of City and Regional Planning, 35430 Urla, Izmir, Türkiye

<sup>2</sup> Kocaeli University, Department of Geophysics Engineering, 41001 Kocaeli, Türkiye

<sup>3</sup> Kocaeli University, Department of Civil Engineering, 41001 Kocaeli, Türkiye  
ORCID: 0000-0003-4818-9802, 0000-0002-1048-3494, 0000-0002-7241-7652

### Keywords

Earthquake risk, Reinforced concrete buildings, Masonry buildings, Visual screening, Izmit

### Highlights

- \* Evaluation the existing building stock of Izmit district
- \* Examination of regional earthquake risk distribution
- \* Prominent parameters for earthquake risk management

### Aim

The aim of the study is to determine earthquake risk priority areas in Izmit district

### Location

This study area is located in Izmit (Kocaeli)

### Methods

Regional seismic risk prioritization by using rapid visual screening method

### Results

Regional earthquake resilience of Izmit district is evaluated based on rapid visual screening. The neighborhoods with relatively higher vulnerability were indicated

### Supporting Institutions

The author declared that this study has used no support data from other institutions

### Financial Disclosure

Disaster and Emergency Management Presidency (AFAD), Project Number: AFAD-UDAP-Ç-19-06

### Peer-review

Externally peer-reviewed

### Conflict of Interest

The authors have no conflicts of interest to declare

### Manuscript

Research Article

Received: 24.04.2024

Revised: 31.07.2024

Accepted: 08.08.2024

Printed: 30.12.2024

### DOI

10.46464/tdad.1470901



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Non-Commercial License

### Corresponding Author

Ismail Talih Guven

Email: talihguven@yahoo.com

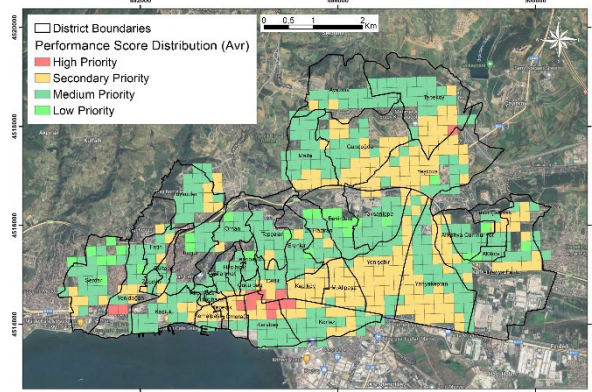


Figure  
Risk prioritization map according to performance score distribution

### How to cite:

Gercek D., Guven I.T., Erdogan H., 2024. Assessment of the Resilience of Buildings to Earthquakes through Building-Based Regional Risk Distribution Method: The Case of Izmit City, Turk Deprem Arastirma Dergisi 6(2), 405-419, <https://doi.org/10.46464/tdad.1470901>.



# TÜRK DEPREM ARAŞTIRMA DERGİSİ

TURKISH  
JOURNAL OF  
EARTHQUAKE  
RESEARCH



## Kentlerin Depreme Dirençliliğinin Bina Bazlı Bölgesel Risk Dağılımı Yöntemi İle İncelenmesi: İzmit Kenti Örneği

Deniz Gerçek Kurt <sup>1</sup>, İsmail Talih Güven <sup>2</sup> ve Hakan Erdoğan <sup>3</sup>

<sup>1</sup> İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, 35430, Urla, İzmir, Türkiye

<sup>2</sup> Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 41001 Kocaeli, Türkiye

<sup>3</sup> Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 41001 Kocaeli, Türkiye

ORCID: 0000-0003-4818-9802, 0000-0002-1048-3494, 0000-0002-7241-7652

### ÖZET

Türkiye, yıkıcı deprem üretme potansiyeli yüksek fay hatlarının yer aldığı bir bölgede konumlanmaktadır. Tarih boyunca, Anadolu yarımadasında meydana gelen depremler büyük can ve mal kayıplarına sebep olmuştur. Bu bağlamda, nüfusun ve sanayileşmenin çok yoğun olduğu Marmara Bölgesinde deprem risk değerlendirme çalışmalarının yoğunlaşması ve gerekli önlemlerin alınması büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada, 6306 sayılı "Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun" kapsamında tanımlanan binaların bölgesel deprem riski dağılımının belirlenmesi için riskli yapıların tespitine ilişkin esaslar başlığı altında öngörülen basitleştirilmiş yöntemler kullanılarak Kocaeli ili İzmit ilçesinde bulunan 19940 bina incelenmiştir. Söz konusu yöntem, hızlı sokak taraması prensiplerini dikkate alarak bölgesel deprem risk önceliklendirmesini hedeflemektedir. Saha incelemelerinden elde edilen sonuçlar, nüfus yoğunluğu ve dağılımı, acil toplanma alanı dağılımı, toplam yapı alanı gibi parametrelerle beraber değerlendirilerek İzmit ilçesinde deprem risk öncelikli bölgelerin belirlenmesine çalışılmıştır.

### Anahtar kelimeler

Deprem riski, Betonarme yapı, Yiğma yapı, Sokak taraması, İzmit

### Öne Çıkanlar

- \* İzmit ilçesi mevcut yapı stokunun değerlendirilmesi
- \* Bölgesel deprem risk dağılımının irdelenmesi
- \* Deprem risk yönetimine dair öne çıkan parametreler

### Makale

Araştırma Makalesi

Geliş: 24.04.2024

Düzeltilme: 31.07.2024

Kabul: 08.08.2024

Basım: 30.12.2024

### DOI

10.46464/tdad.1470901

### Sorumlu yazar

İsmail Talih Güven

Eposta:

talihguven@yahoo.com

## Assessment of the Resilience of Buildings to Earthquakes through Building-Based Regional Risk Distribution Method: The Case of İzmit City

Deniz Gerçek Kurt <sup>1</sup>, İsmail Talih Guven <sup>2</sup> and Hakan Erdogan <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Izmir Institute of Technology, Faculty of Architecture, Department of City and Regional Planning, 35430, Urla, Izmir, Türkiye

<sup>2</sup> Kocaeli University, Department of Geophysics Engineering, 41001 Kocaeli, Türkiye

<sup>3</sup> Kocaeli University, Department of Civil Engineering, 41001 Kocaeli, Türkiye

ORCID: 0000-0003-4818-9802, 0000-0002-1048-3494, 0000-0002-7241-7652

### ABSTRACT

Türkiye is located in a region with high seismicity fault lines. Throughout history, earthquakes in the Anatolian peninsula have caused great loss of life and property. In this context, it is of great importance to intensify earthquake risk assessment studies and take necessary precautions in the Marmara Region where population and industrialization is very dense. In this study, 19940 buildings in İzmit district of Kocaeli province were classified by employing the simplified methods prescribed under the title of principles for the determination of risky buildings to determine the regional earthquake risk distribution of buildings defined within the scope of "Law No. 6306 on the Transformation of Areas Under Disaster Risk". This method enables regional earthquake risk prioritization by considering the principles of rapid street scanning. The results obtained from the field investigations were evaluated together with parameters such as population density and distribution, emergency assembly area distribution, total building area, and it was aimed to determine earthquake risk priority areas in İzmit district.

### Keywords

Earthquake risk, Reinforced concrete buildings, Masonry buildings, Visual screening, İzmit

### Highlights

- \* Evaluation the existing building stock of İzmit district
- \* Examination of regional earthquake risk distribution
- \* Prominent parameters for earthquake risk management

### Manuscript

Research Article

Received: 24.04.2024

Revised: 31.07.2024

Accepted: 08.08.2024

Printed: 30.12.2024

### DOI

10.46464/tdad.1470901

### Corresponding Author

İsmail Talih Guven

Eposta:

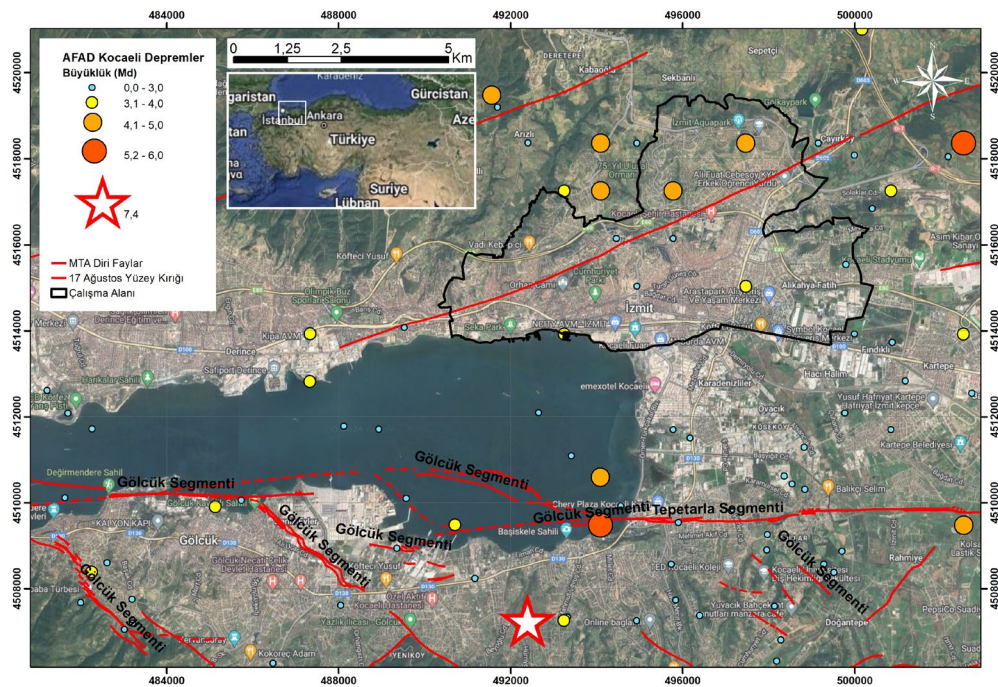
talihguven@yahoo.com

## 1. GİRİŞ

Afet olgusu, özellikle büyük kentlerin sürdürülebilirliği açısından ele alınması gereken en kritik konulardan biridir. Kentler, sundukları çok çeşitli avantajlar, sosyal ve ekonomik getirilerin yanı sıra, doğal ve insan eliyle oluşan felaketlerin etkisinin katlanarak gözlendiği, fiziksel, ekonomik ve sosyal yıkımların en ağır biçimde gerçekleştiği yerlerdir (Kim ve diğ. 2011, Da Silva ve Morera 2014). Günümüzde gelişmiş ülkelerde afet yönetiminin 'zarar azaltma' çerçevesinde şekillendirilmesi eğilimi giderek yerleşmektedir. Zarar azaltma (mitigation), afet riskinin, afet meydana gelmeden önce alınan önlemler ve planlama kararları ile azaltılması şeklinde tanımlanır. Zira mevcut tehlikelerin oluşumu engellenemez, ancak ortaya çıkaracağı zararlar baş edebilme kapasitesi artırılarak en aza indirgenebilir. Bu bakış açısı kentleri afete hazırlıklı hale getirmekle birlikte, risklerin çok daha etkin ve daha düşük maliyetlerle yönetilebilmesini sağlamaktadır (Mc Daniels 2007, Guo 2012).

Dirençli kente topluluklar bir krize veya doğal afetlere karşı direnme, uyum sağlama ve kolaylıkla hareket edebilme olanaklarına sahiptir. Kentsel planlamada 'dirençlilik' anlayışı, hem kentteki gündelik hayat standartlarını artırır hem de kente afet durumunda hayati destek sağlayabilecek, iyileşmeyi hızlandırabilecek adaptasyon yeteneği kazandırır. Bu bakış açısıyla, afet sonrası hayat kurtarabilecek mekânsal düzenlemeleri kentsel tasarımın dışında, tasarıma eklenmesi veya sonradan düşünülmesi gereken konular olarak değil, gündelik yaşam kalitesini artırmak için fırsatlar olarak görmek gerekir (Bruneau ve diğ. 2003).

Depremler, insan hayatını, yaşam alanlarını ve koşullarını olumsuz yönde etkileyen en önemli doğal afetlerden biridir. Bu sebeple, deprem dirençliliği yüksek kentler inşa etmek ya da şehirlerin mevcut deprem dirençlilik seviyesini kabul edilebilir sınırlara çıkartmak büyük önem taşımaktadır. Depremlerin insan yaşamına birincil etkisini deprem esnasında yıkılan ya da hasar gören yapılar sebebiyle yaşanan can kayıpları olarak ifade etmek mümkündür. İkincil etkiler ise deprem sonrası ortaya çıkan barınma sorunu, psikolojik, sosyal ve ekonomik sorunlar olarak sıralanabilir. Bütün bu sorunların bir domino etkisi ile yayıldığını varsayacak olursak depreme dayanıklı yapı tasarımı yaşanacak kayıpların en aza indirilmesini sağlayacak en önemli unsurdur (Joyner ve Sasani 2020).



Şekil 1: İncelenen bölge  
Figure 1: Investigated region

Bütün bu bilgiler çerçevesinde, Türkiye'nin kuzey kesimi boyunca doğu-batı doğrultusunda uzanan ve 7-7.5  $M_d$  büyüklüğünde deprem üretme potansiyeline sahip olan Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun yaklaşık 2 milyon nüfusa sahip ve ülke ekonomisine büyük katkı sağlayan Kocaeli şehri için de büyük risk oluşturacağı aşıkardır. Öyle ki 1999 yılında Gölcük merkezli meydana gelen 7.4  $M_d$  büyüklüğündeki Kocaeli depremi riskin ortaya çıkarabileceği zararın boyutlarını gözler önüne sermiştir. Çalışma alanı Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun 17 Ağustos yüzey kırığına yakın olan Kocaeli İli, İzmit kent merkezi olarak seçilmiştir (Şekil 1).

Çalışma alanında bulunan yapı stokunun deprem güvenliğinin tespit edilebilmesi büyük önem arz etmektedir. Mevcut yapıların deprem güvenliğinin belirlenmesi amacıyla literatürde birçok yöntem tanımlanmıştır. İstanbul Deprem Master Planı'nda (İDMP) (İBB 2003), bu yöntemlerin, süre, iş yükü, maliyet ve tahmin hassasiyetine bağlı olarak üç aşamada gruplandırılması önerilmiştir. Buna göre, birinci aşamada kullanılan yöntemler aynı zamanda "sokak taraması" olarak da anılmaktadır (Rainer ve diğ. 1993, OASP 2000, Risk-UE Project 2003, Sinha ve Goyal 2004, Sucuoğlu ve diğ. 2007, FEMA 2015). Birinci aşama yöntemlerinde, binaların dışarıdan gözlemlenerek her bina için 15-20 dakika gibi kısa bir sürede ön değerlendirme puanlamasına tabi tutulması hedeflenmektedir. Bu aşamanın temel amacı bölgesel olarak deprem risk önceliklendirilmesine yöneliktir. İkinci aşama değerlendirme yöntemlerinde ise birinci aşama yöntemlerinde tespit edilen risk öncelikli binalardan başlanarak daha ayrıntılı veri toplanmasını ön görmektedir (Hassan ve Sözen 1997, JBDPA 2001, Yakut 2004, Temur 2006, Bal ve diğ. 2007 (P25 Metodu), İli ve diğ. 2014 (PERA2019 Metodu), NZSEE 2017, Kaplan ve diğ. 2018 (AURAP), Ruggieri ve diğ. 2022). İkinci aşamada, Bina içerisine girilerek yapısal sistem konfigürasyonu ile ilgili daha kapsamlı veri toplanması gerektiğinden bu yöntemlerin uygulanabilmesi bina başına yaklaşık 2 saate kadar sürebilmektedir. Öte yandan, üçüncü aşama yöntemler daha fazla iş yükü ve maliyet gerektirir. Bu aşamadaki çalışmalar binalardan malzeme numunesi alınmasına ve yürürlükteki yönetmeliklere göre kapsamlı bina modellerinin bilgisayar ortamında oluşturulmasına ve analiz edilmesine yöneliktir. Üçüncü aşama yöntemleri kullanarak diğer aşamalara göre daha gerçekçi sonuçlar elde etme olasılığı yüksek olmakla beraber sonuca ulaşma süresi diğer aşamalara göre ciddi anlamda fazladır. Bu sebeple bu aşamadaki yöntemlerin tüm binalara uygulanması pek mümkün değildir.

Bu bilgiler ışığında, bu çalışmada 6306 sayılı "Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun" kapsamında tanımlanan "Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar" RYTEİE-2019 (ÇŞİB 2019), kısmındaki birinci aşama değerlendirme yöntemi (sokak taraması), kullanılarak seçilen bölgenin hızlı bir şekilde deprem riski ön değerlendirmesine tabi tutulması amaçlanmaktadır. Sokak taraması ile hızlı değerlendirme yöntemlerinde incelenen parametreleri üç ana başlıkta toplayabiliriz. Birinci grup, düşey düzensizlik, planda düzensizlik çekiçleme etkisi, kısa kolon gibi bina düzensizliklerinden oluşmaktadır. İkinci grupta, bina kat sayısı, bina yapım yılı, kullanım amacı, taşıyıcı sistem tipi gibi temel bina özelliklerine dair parametreler dikkate alınır. Üçüncü grupta ise binaların yer aldığı konuma dair zemin sınıfı, zemin ivme değeri gibi özellikler göz önünde bulundurulmaktadır. Literatürdeki yöntemlerin çoğu, tanımlanan sınır performans puanı değerlerine göre bina risk sınıflandırması yaparken RYTEİE-2019 tarafından önerilen sokak taraması yönteminde herhangi bir sınır performans puan değeri tanımlanmamıştır. Amaç, incelenen bina stokundaki binaları puan dağılımlarını dikkate alarak göreceli olarak önceliklendirmektir.

Literatürde, farklı bölgeler için hedeflenen çalışmaya benzer şekilde yürütülmüş çalışmalar mevcuttur. Işık (2013), Bitlis İli Merkez ilçede yer alan 324 adet binayı Sucuoğlu ve diğ. (2007) tarafından önerilen yöntemi kullanarak değerlendirmiştir. Işık ve diğ. (2017) Muş ili yapı stoğunun "Kanada Sismik Tarama Yöntemi (Rainer ve diğ. 1993)" ile incelenmesi çalışması kapsamında 200 adet betonarme binayı değerlendirmeye almıştır. Özkaynak ve Özbay (2018) İstanbul Esenler ilçesindeki 160 adet betonarme binanın deprem risk dağılımını Sucuoğlu ve diğ. (2007) tarafından önerilen yöntem ile değerlendirmiştir. Okuyucu ve diğ. (2018), "6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun" kapsamında tanımlanan sokak taraması yöntemini kullanarak Erzurum ili Palandöken ilçesi sınırları içerisinde bulunan

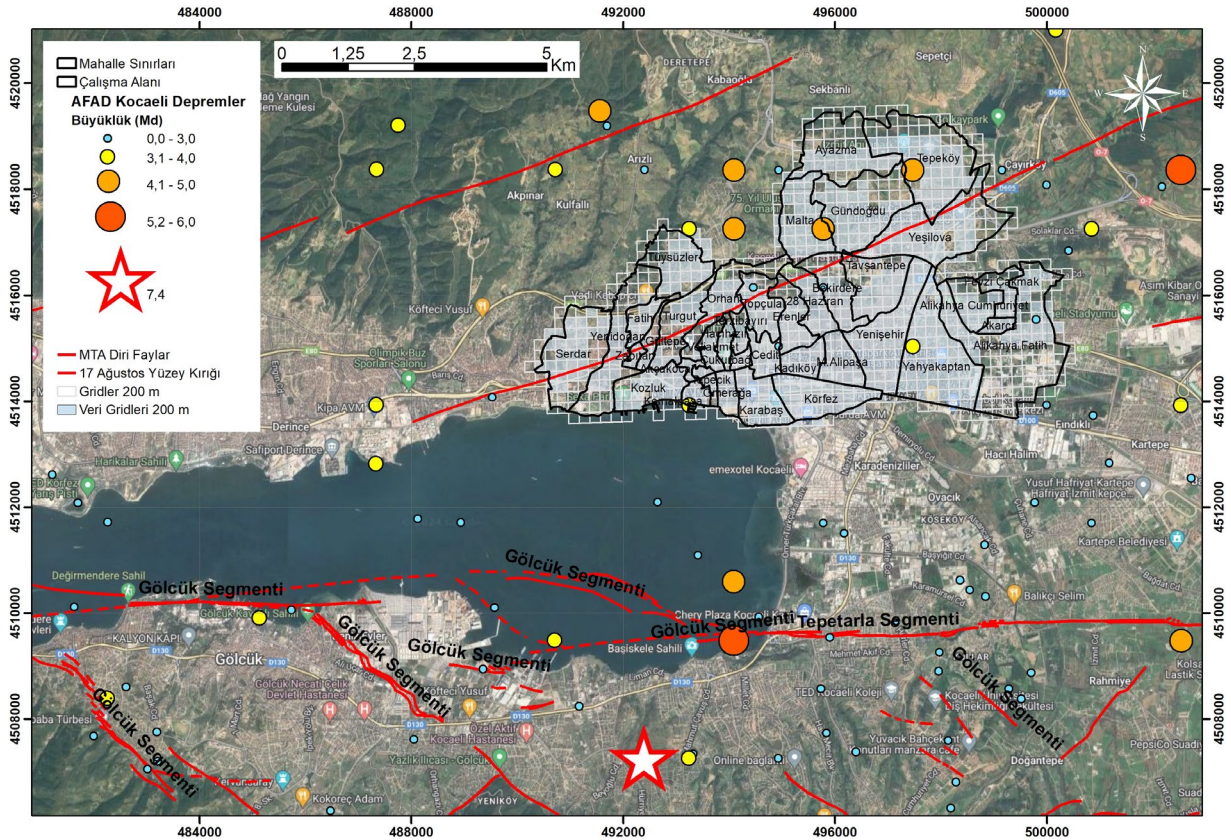
1194 adet betonarme binanın değerlendirmesini yapmıştır. Bilici ve diğ. (2022) Van ili Eręiř ilęesinde 23 Ekim 2011 Van depreminde hafif hasar gören 119 betonarme binanın sokak taraması yöntemine göre elde edilen değerleri ile hasar durumlarını karşılaştırmıştır.

Literatürdeki alışmalar dikkate alındığında incelenen bina sayılarının mevcut çalışmada incelenen bina sayısına göre oldukça kısıtlı olduğu görülmektedir. Buna göre, Kocaeli ili İzmit ilęesi sınırları içerisinde yer alan 39 adet mahalledeki 18675 adet betonarme, 1265 adet yığma olmak üzere toplam 19940 bina incelenmiştir. şİB (2019)'da tanımlanan sokak taraması yönteminin sadece 7 ve daha az katlı betonarme binalar için performans puanı üretebilmesi sebebiyle 8 ve daha fazla katlı 275 adet betonarme bina değerlendirme dışında bırakılmış ve incelenen toplam 19940 adet binadan 19665 tanesi değerlendirme kapsamına alınmıştır. Mevcut çalışmayı literatürdeki çalışmalardan ayıran bir diğer önemli husus ise sokak taraması yöntemiyle elde edilen performans puanı dağılımları ile incelenen bölgedeki nüfus yoğunluğu ve dağılımı, acil toplanma alanı dağılımı, toplam yapı alanı gibi parametrelerin korelasyonlarını irdeleyerek bölgenin deprem dirençliliği açısından güncel durumunun ortaya konulmasını hedeflemesidir.

## 2. VERİ

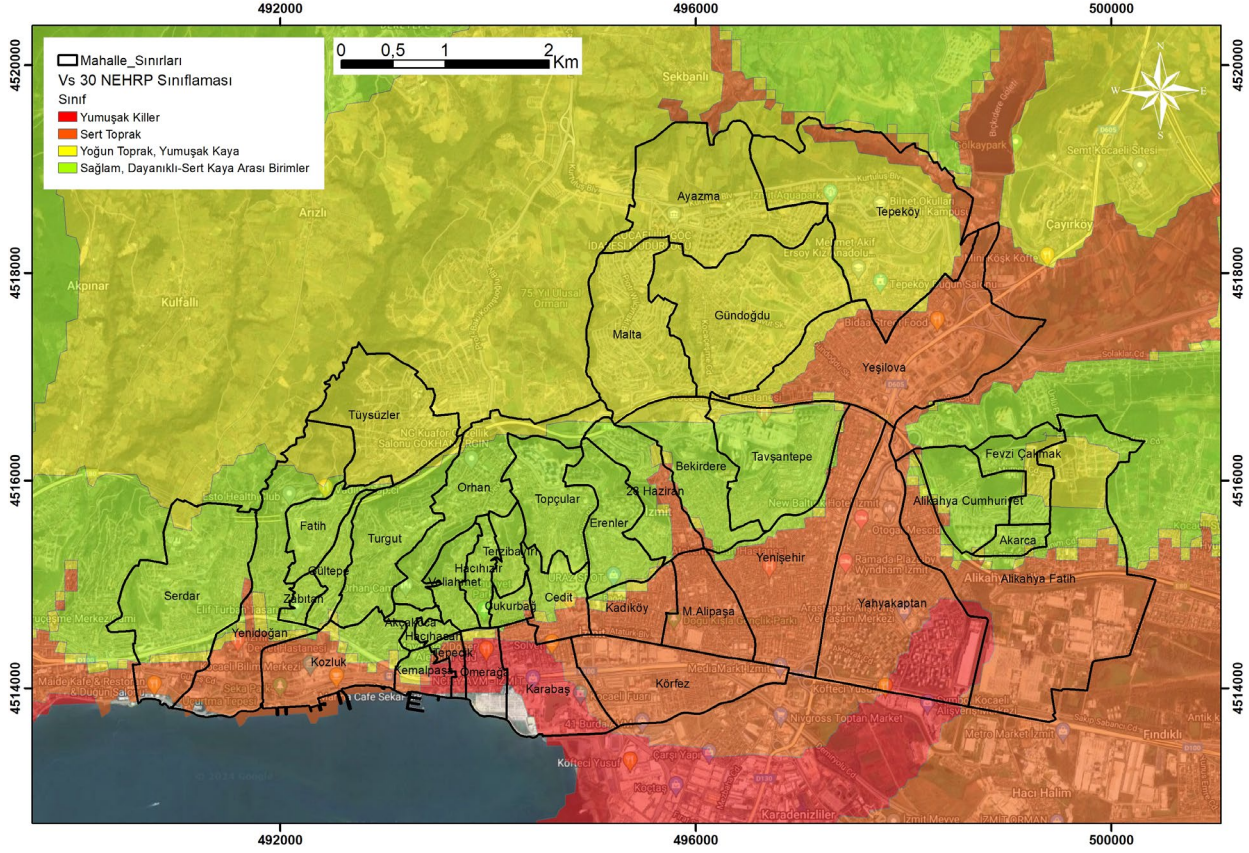
### 2.1) alışma Alanı ve Veri

Çalışma, Kocaeli ili İzmit ilęesi sınırları içerisinde yer alan 39 adet mahallede gerçekleştirilmiştir. Kapsamlı bir karşılaştırma yapabilmek amacıyla incelenen alan 200x200 metre boyutlarında gridlere bölünerek alt blgame işlemi Şekil 2'de görüldüğü üzere tamamlanmıştır. Bu sayede incelenecek olan parametrelerin bölgesel dağılımları hakkında sağlıklı sonuçlar elde edilmesi hedeflenmiştir.



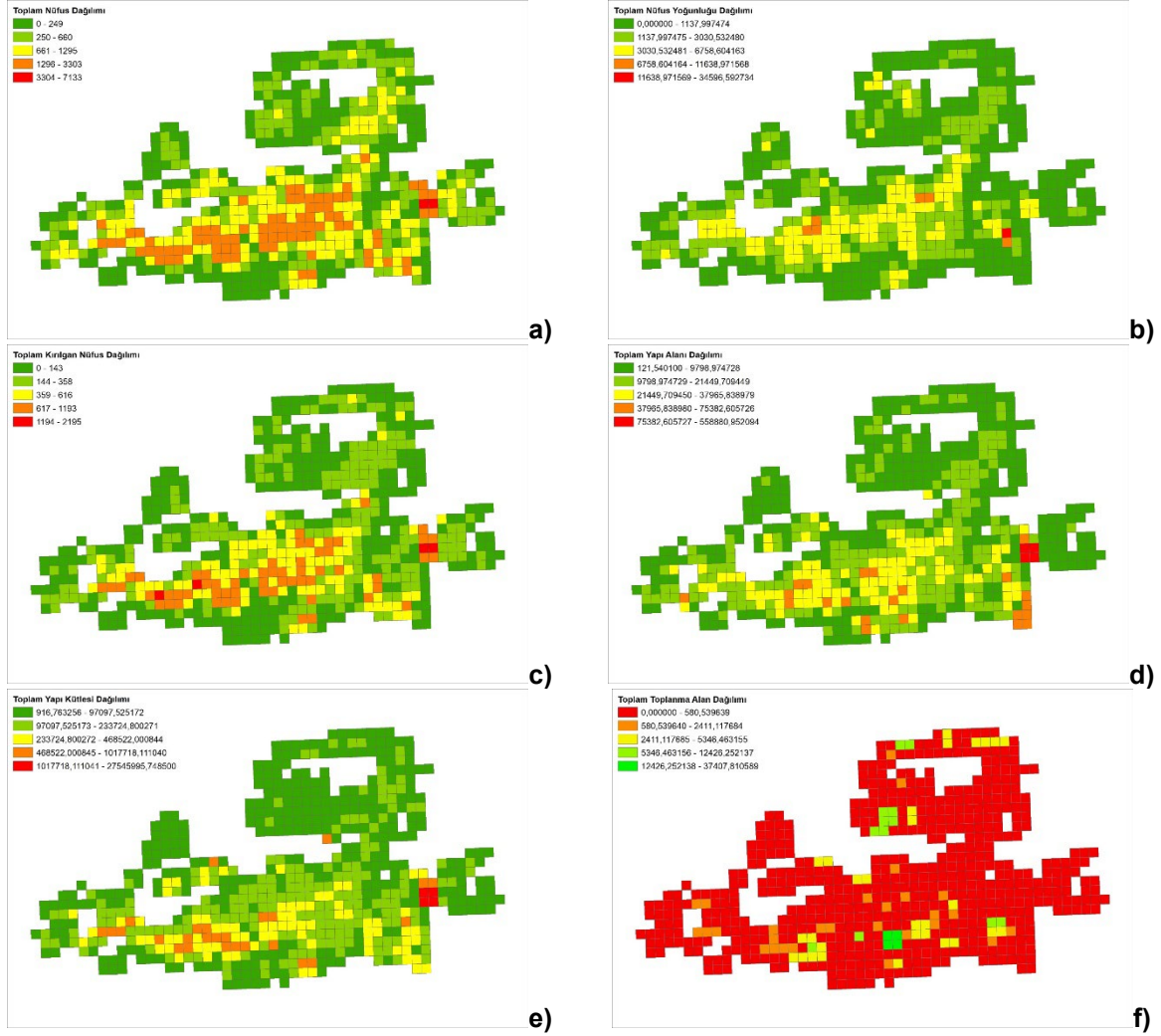
Şekil 2: Çalışma alanı grid yerleşimi  
Figure 2: Grid layout for the investigated region

Performans puanı hesaplanırken dikkate alınması gereken parametrelerden biri de binaların üzerinde bulunduğu zemin sınıfıdır. Zemin sınıfı dağılımı 2008 yılında Kocaeli Büyükşehir Belediyesi tarafından yaptırılmış olan “Kocaeli İli için Zemin Sınıflaması ve Sismik Tehlike Değerlendirme Projesi”nden alınmıştır (Özalaybey ve diğ. 2008). Çalışmada elde edilmiş olan Vs30 Hız dağılımı Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği’ne (TBDY-2018) (AFAD 2018a) göre sınıflandırılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3: Mikrobölgeleme zemin grubu haritası  
Figure 3: Microzoning soil type map

Ayrıca bu çalışmada, incelenen bölgedeki toplam nüfus dağılımı, toplam nüfus yoğunluğu dağılımı, toplam kırılğan nüfus dağılımı, toplam yapı kütle dağılımı, toplam yapı alanı dağılımı, toplam toplanma alanı dağılımı gibi verilerden de faydalanılarak bina performans puanı dağılımları ile korelasyonları incelenmiştir. Söz konusu korelasyonlar için ihtiyaç duyulan veriler, İçişleri Bakanlığı Nüfus ve Vatandaşlık Genel Müdürlüğü’nden temin edilmiştir. Bölgenin grid bazlı olarak toplam nüfus dağılımı, toplam nüfus yoğunluğu dağılımı, toplam kırılğan nüfus dağılımı, toplam yapı kütle dağılımı, toplam yapı alanı dağılımı, toplam toplanma alanı dağılım haritaları Şekil 4’te verilmiştir.



Şekil 4: a) Nüfus dağılımı b) Nüfus yoğunluğu dağılımı c) Kırılgan nüfus dağılımı d) Yapı alanı dağılımı e) Yapı kütleli dağılımı f) Toplanma alanı dağılımı

Figure 4: a) Population distribution b) Population intensity distribution c) Fragile population distribution d) Building area distribution e) Building mass distribution f) Emergency assembly area distribution

### 3. YÖNTEM

#### 3.1) Sokak taraması yönteminin uygulanması

Çalışma kapsamında uygulanan sokak taraması yöntemi için sahada ve ofis ortamında birbiri ile koordineli bir şekilde faaliyetler yürütülmüştür. Sahadan veri toplanması aşamasında 6306 sayılı "Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun" un Ek-2 kısmının EK-A'sında yer alan betonarme ve yığma bina veri toplama formları kullanılmıştır (Şekil 5, Şekil 6)

Söz konusu yöntem 1 ile 7 katlı mevcut betonarme binalar için kullanılabildiğinden ve 8 ve daha fazla katlı betonarme bina sayısı (275 adet), toplam bina sayısının oldukça az bir kısmını oluşturduğundan değerlendirme 7 ve daha az katlı 18400 adet betonarme bina ile gerçekleştirilmiştir. Önerilen yöntem, betonarme binalar için Denklem 1'de verilen bir performans puanı (PP) hesaplanmasını öngörmektedir.

$$PP = TP + \sum_{i=1}^n (O_i * OP_i) + YSP \quad (1)$$

BETONARME BİNALAR İÇİN VERİ TOPLAMA FORMU	
TARİH :	
FORM 1 BİNA KİMLİK BİLGİLERİ	
BÖLGE NO	Sıra No:.....
MAHALLE	
CADDE / SOKAK	
KAPI NO / BİNA ADI	
PAFTA / ADA / PARSEL	
KENT BİLGİ SİST.NO	
BİNANIN TAHMİNİ YAŞI	
COĞRAFI KOORDİNATLAR ( GPS) ( E / N )	
FORM 2 BİNA TEKNİK BİLGİLERİ	
YAPISAL SİSTEM TÜRÜ	<input type="checkbox"/> BA ÇERÇEVE <input type="checkbox"/> BA ÇERÇEVE VE PERDE
SERBEST KAT ADEDİ	.....ADET
YAPI NİZAMI	<input type="checkbox"/> AYRIK <input type="checkbox"/> BİTİŞİK <input type="checkbox"/> KÖŞEDE BİTİŞİK
BİTİŞİK BİNALARLA DÖŞEME SEVİYELERİ	<input type="checkbox"/> AYNI <input type="checkbox"/> FARKLI
AĞIR ÇIKMALAR	<input type="checkbox"/> VAR <input type="checkbox"/> YOK
ZAYIF / YUMUŞAK KAT	<input type="checkbox"/> VAR <input type="checkbox"/> YOK
KISA KOLONLAR	<input type="checkbox"/> VAR <input type="checkbox"/> YOK
DÜŞEYDE DÜZENSİZLİK	<input type="checkbox"/> VAR <input type="checkbox"/> YOK
PLANDA DÜZENSİZLİK	<input type="checkbox"/> VAR <input type="checkbox"/> YOK
BİNA GÖRSEL KALİTESİ	<input type="checkbox"/> İYİ <input type="checkbox"/> ORTA <input type="checkbox"/> KÖTÜ
TABİİ ZEMİN EĞİMİ	<input type="checkbox"/> DÜZ <input type="checkbox"/> EĞİMLİ (Eğim>30°)
ZEMİN SINIFI	<input type="checkbox"/> Z1 <input type="checkbox"/> Z2 <input type="checkbox"/> Z3 <input type="checkbox"/> Z4
NORMAL KATLAR FONKSİYONU	<input type="checkbox"/> KONUT <input type="checkbox"/> TİCARET <input type="checkbox"/> SANAYİ <input type="checkbox"/> KAMU <input type="checkbox"/> METRUK

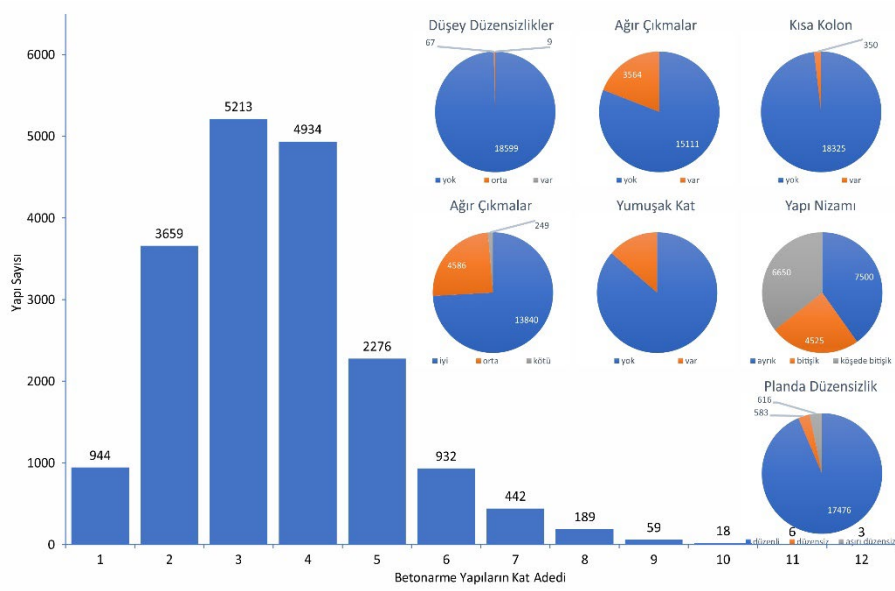
Şekil 5: Betonarme binalar için veri toplama formu  
Figure 5: Data collection sheet for reinforced concrete buildings

YIĞMA BİNALAR İÇİN VERİ TOPLAMA FORMU	
BİNA KİMLİK BİLGİLERİ	
Tarih:	
Sıra:	
BİNA KİMLİK NO	BİNA FOTOĞRAFI (BİNANIN ÖN CEPHESİNDEN VE BİNAYI TEMSİL EDEBİLECEK NET BİR FOTOĞRAF OLMALI)
İL	
İLÇE	
MAHALLE	
CADDE / SOKAK	
DIŞ KAPI NO	
BİNA ADI	
PAFTA	
ADA	
PARSEL	
UAVT BİNA KODU	
BİNANIN TAHMİNİ YAŞI	
COĞRAFI KOORDİNATLARI	ENLEM : ..... BOYLAM : .....
YAPI KULLANIM TÜRÜ	<input type="checkbox"/> KONUT <input type="checkbox"/> TİCARET <input type="checkbox"/> SANAYİ <input type="checkbox"/> KAMU <input type="checkbox"/> METRUK
BİNA TEKNİK BİLGİLERİ	
TAŞIYICI DUVAR TİPİ	<input type="checkbox"/> DOLU TUĞLA <input type="checkbox"/> DOLU BRİKET <input type="checkbox"/> TAŞ DUVAR <input type="checkbox"/> BOŞLUKLU BRİKET <input type="checkbox"/> DÜŞEY DELİKLİ TUĞLA <input type="checkbox"/> GAZ BETON <input type="checkbox"/> KERPIÇ <input type="checkbox"/> YATAY DELİKLİ TUĞLA
YIĞMA BİNA TÜRÜ	<input type="checkbox"/> DONATISIZ YIĞMA <input type="checkbox"/> KUŞATILMIŞ YIĞMA <input type="checkbox"/> DONATILI YIĞMA <input type="checkbox"/> KARMA (YIĞMA + B.A.)
SERBEST KAT ADEDİ (nsk)	
YAPI NİZAMI	<input type="checkbox"/> AYRIK <input type="checkbox"/> BİTİŞİK ORTA <input type="checkbox"/> BİTİŞİK KÖŞE
BİTİŞİK BİNA İLE DÖŞEME SEVİYESİ	<input type="checkbox"/> AYNI <input type="checkbox"/> FARKLI
YIĞMA DUVAR MALZEME KALİTESİ	<input type="checkbox"/> İYİ <input type="checkbox"/> ORTA <input type="checkbox"/> KÖTÜ
YIĞMA DUVAR İŞÇİLİĞİ	<input type="checkbox"/> İYİ <input type="checkbox"/> ORTA <input type="checkbox"/> KÖTÜ
MEVCUT HASAR	<input type="checkbox"/> YOK <input type="checkbox"/> VAR
PLANDA DÜZENSİZLİK	<input type="checkbox"/> DÜZENLİ <input type="checkbox"/> DÜZENSİZ <input type="checkbox"/> AŞIRI DÜZENSİZ
YATAY HATLI	<input type="checkbox"/> PENCERE ÜSTÜ <input type="checkbox"/> DUVAR ÜSTÜ <input type="checkbox"/> YOK
ZEMİN KAT PLAN GENİŞLİĞİ (ÖN CEPHE) (m)	ZEMİN KAT BOŞLUK MİKTARI (ÖN CEPHE) (m)
ZEMİN KAT PLAN GENİŞLİĞİ (YAN CEPHE) (m)	ZEMİN KAT BOŞLUK MİKTARI (YAN CEPHE) (m)
DÜŞEY BOŞLUK DÜZENSİZLİĞİ	<input type="checkbox"/> DÜZENLİ <input type="checkbox"/> AZ DÜZENLİ <input type="checkbox"/> DÜZENSİZ
CEPHEYE GÖRE KAT FARKLIĞI	<input type="checkbox"/> YOK <input type="checkbox"/> VAR
YUMUŞAK KAT / ZAYIF KAT	<input type="checkbox"/> VAR <input type="checkbox"/> YOK
DÖŞEME TİPİ	<input type="checkbox"/> BETONARME <input type="checkbox"/> AHŞAP <input type="checkbox"/> VOLTÖ
HARÇ MALZEMESİ	<input type="checkbox"/> ÇİMENTO <input type="checkbox"/> KİREÇ <input type="checkbox"/> ÇAMUR <input type="checkbox"/> YOK
DUVAR DUVAR BAĞLANTILARI	<input type="checkbox"/> İYİ <input type="checkbox"/> KÖTÜ
DUVAR DÖŞEME BAĞLANTILARI	<input type="checkbox"/> İYİ <input type="checkbox"/> KÖTÜ
ÇATI MALZEMESİ	<input type="checkbox"/> KİREMİT <input type="checkbox"/> BETON <input type="checkbox"/> SAC <input type="checkbox"/> TOPRAK
ZEMİN SINIFI	<input type="checkbox"/> ZA <input type="checkbox"/> ZB <input type="checkbox"/> ZC <input type="checkbox"/> ZD <input type="checkbox"/> ZE
NOT:	

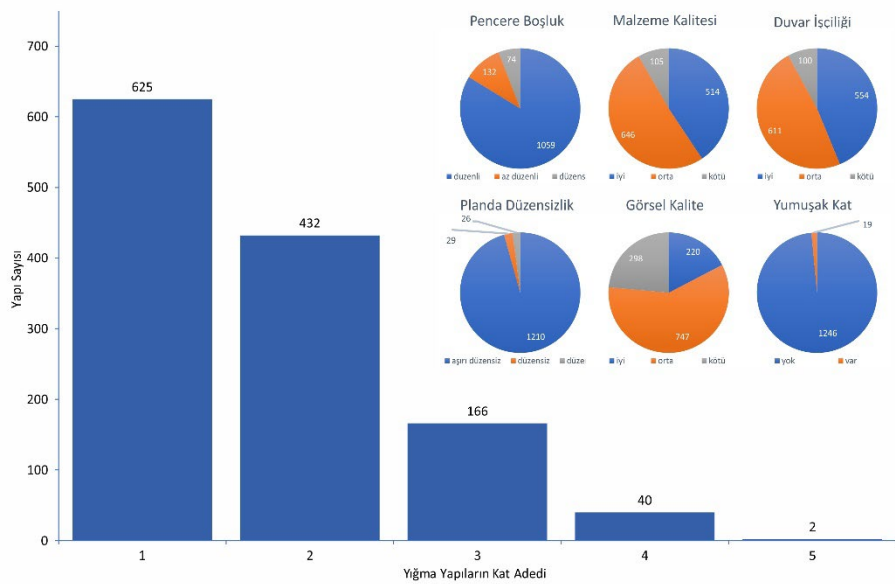
Şekil 6: Yığma binalar için veri toplama formu  
Figure 6: Data collection sheet for masonry buildings



Performans puanı formülünde yer alan Taban Puanı (TP) hesabı için DD-2 deprem yer hareketi düzeyi ve yürürlükteki Türkiye Deprem Tehlike Haritası (AFAD 2018b) kullanılarak kısa periyot tasarım spektral ivme değeri ( $S_{DS}$ ) belirlenecektir. Formülde perde duvar taşıyıcı sistem türünün olumlu etkisi Yapısal Sistem Puanı (YSP) olarak dikkate alınacaktır. Betonarme çerçeve sisteme sahip binalar için herhangi bir ilave puan verilmeyip, betonarme perde duvar sisteme sahip binalar için YSP puanı belirlenecektir. Performans puanını olumsuz etkileyen bina görsel kalitesi, yumuşak kat/ zayıf kat, düşey düzensizlik, ağır çıkma, planda düzensizlik, kısa kolon, yapı nizam durumu, tabi zemin etkisi parametrelerinin ( $OP_i$ ) performans puanını azaltacak şekilde ilgili tablolar kullanarak saptanması hedeflenmektedir. İncelenen 18675 adet betonarme binanın kat adedi ve bazı olumsuz parametrelerin dağılımı Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7: Betonarme Bina Parametrelerinin Dağılımı  
Figure 7: Distribution of Reinforced Concrete Building Parameters

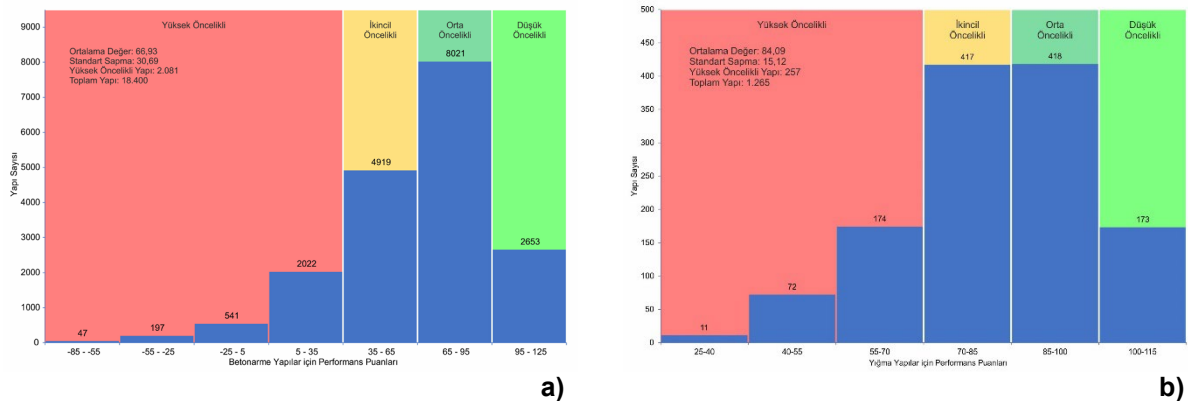


Şekil 8: Yığma Bina Parametrelerinin Dağılımı  
Figure 8: Distribution of Masonry Building Parameters

Benzer şekilde, denklem 1 kullanılarak yığma yapıların performans puanı hesaplanırken yapısal sistem puanı (YSP) için kuşatılmış yığma binalar ve donatılı yığma binaların olumlu etkisi performans puanına yansıtılacaktır. Yığma yapılarda, yapı nizamı, malzeme kalitesi, duvar işçiliği, mevcut hasar, planda düzensizlik, yatay hatıl yetersizliği, duvar miktarı yetersizliği, düşey boşluk düzensizliği, cepheye göre kat farklılığı, yumuşak kat/zayıf kat, döşeme tipi, harç malzemesi, duvar-duvar bağlantısı, duvar-döşeme bağlantısı ve çatı malzemesi gibi parametreler olumsuzluk puanı ( $OP_1$ ) olarak dikkate alınmaktadır. İncelenen 1265 adet yığma binanın kat adedi ve bazı olumsuz parametrelerin dağılımı Şekil 8'de verilmiştir.

#### 4. BULGULAR

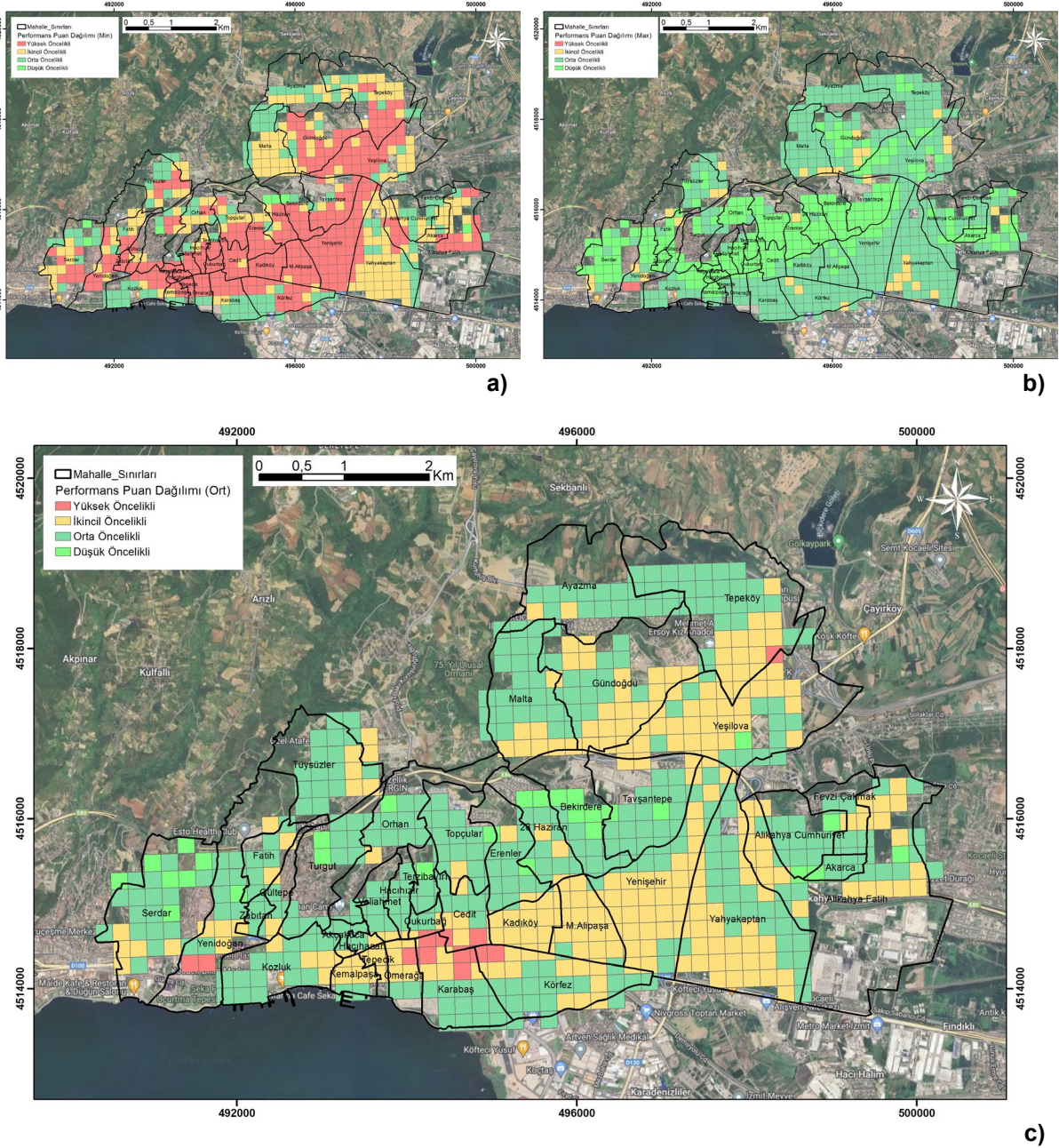
31 Mayıs 2012 tarihinde Resmi gazetede 28309 sayılı ile yayınlanmış olan 6306 sayılı "Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkındaki Kanun" kapsamında Kocaeli ili İzmit ilçesinde yer alan mevcut bina stokundaki riskli olabilecek binaların bölgesel dağılımının belirlenmesi ve önceliklendirmesi için 18400 adet betonarme ve 1265 adet yığma bina için performans puanı hesaplanmıştır. Çalışma neticesinde betonarme binaların performans puanı ortalaması 66.93 standart sapması 30.69, yığma binaların performans puanı ortalaması 84.09 ve standart sapması ise 15.12 olarak hesaplanmıştır. Binaların risk önceliklendirilmesi için yapılan sınıflandırmada performans puanı dağılımı için elde edilen ortalama ve standart sapma değerleri kullanılmıştır. Ortalama değerlerin standart sapma miktarı kadar ötelenmesi suretiyle elde edilen betonarme ve yığma binalar için Şekil 9'da gösterildiği üzere yüksek öncelikli, ikincil öncelikli, orta öncelikli ve düşük öncelikli risk grupları tanımlanmıştır. Buna göre, betonarme binaların yaklaşık %15'i, yığma binaların ise yaklaşık %20'si yüksek öncelikli binalar olarak tanımlanmıştır. Nispeten daha eski ve mühendislik hizmeti almadan inşa edilen yığma bina stokundaki yüksek öncelikli bina oranının daha büyük değerlere ulaşmamasındaki ana sebep, Şekil 8'de paylaşıldığı üzere tek katlı binaların fazla olması olarak açıklanabilir.



Şekil 9: Performans puanı dağılımı a) Betonarme binalar b) Yığma yapılar  
Figure 9: Performance score distribution a) Reinforced concrete buildings b) Masonry buildings

Tanımlanan risk öncelik grupları ile uyumlu olarak incelenen bölgedeki gridlerin renklendirilmiş haritası Şekil 10'da paylaşılmıştır. Şekil 10a'da her bir grid içindeki en yüksek öncelikli bina sınıfına göre renklendirme yapılmıştır. Benzer şekilde Şekil 10b'de her bir grid içindeki en düşük öncelikli bina sınıfına göre renklendirme yapılmıştır. Her bir gridin genel öncelik durumunu belirlemek amacıyla ise binaları öncelik durumuna göre 1'den 4'e kadar puanlayarak o grid içerisindeki öncelik durumu ortalamasına göre renklendirme yapılmıştır. Şekil 10a ve 10b'deki sonuçlarda görüldüğü üzere gridlerin büyük bir kısmında en az bir adet yüksek öncelikli bina bulunmaktadır. Ayrıca, iki adet grid içerisinde yer alan tüm binaların yüksek öncelikli olarak sınıflandırıldığı anlaşılmaktadır. Şekil 10c'de sunulan ortalama öncelik durumuna göre hazırlanan haritada 11 adet grid yüksek öncelikli olarak saptanmıştır. Bu

sonuçları Şekil 8c'de verilen kırılğan nüfus dağılımı ile beraber dikkate aldığımızda Karabaş, Çukurbağ, Cedit ve Ömerağa mahallelerinin kesiştiği bölgenin önceliklendirilebileceği düşünülmektedir. Bu mahallelerin yapı alanı ve kütlesi açısından da yüksek değerlere sahip olduğu Şekil 8d ve Şekil 8e'de görülmektedir. Kırılğan nüfus dağılımı, yapı alanı ve kütlesi parametrelerine göre dikkate alınması gereken diğer mahalleler ise Kadıköy ve Mehmetalipaşa olarak sıralanabilir. Öte yandan, kırılğan nüfus yapı alanı ve kütlesi açısından yüksek öncelikli görülen Akarca ve Alikahya Cumhuriyet mahallelerinde ise deprem açısından orta ve düşük öncelikli binaların çoğunlukta olduğu tespit edilmiştir. Şekil 8f'de verilen toplanma alanı dağılımında ilçenin genelinde ve yüksek öncelikli binaların yoğunlukta olduğu mahallelerde toplanma alanı dağılımının yetersiz olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 10: a) Min b) Max c) Ortalama performans puanına bağlı risk öncelik haritası  
Figure 10: a) Minimum b) Maximum c) Risk prioritization map according to average performance score distribution

## 5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında kanun kapsamında tanımlanan hızlı görsel değerlendirme yöntemi kullanılarak Kocaeli ili İzmit ilçesi sınırları içerisinde yer alan 39 adet mahalledeki 18675 adet betonarme, 1265 adet yığma olmak üzere toplam 19940 bina incelenmiştir. ÇŞİB (2019)'da tanımlanan sokak taraması yönteminin sadece 7 ve daha az katlı betonarme binalar için performans puanı üretebilmesi sebebiyle 8 ve daha fazla katlı 275 adet betonarme bina değerlendirme dışında bırakılmış ve incelenen toplam 19940 adet binadan 19665 tanesi değerlendirme kapsamına alınmıştır. Hızlı görsel değerlendirme yöntemi kullanılarak elde edilen performans puan dağılımlarının istatistiksel olarak sınıflandırmasına göre betonarme binaların yaklaşık %15'inin yüksek öncelikli yığma yapıların ise yaklaşık %20'sinin yüksek öncelikli olduğu belirlenmiştir.

Yapı risk önceliklendirmesine dair sonuçların bölgesel dağılımı ile kırılğan nüfus dağılımı, yapı alanı dağılımı, yapı kütle dağılımı, toplanma alanı dağılımı gibi parametrelerle korelasyonu göz önünde bulundurulduğunda ise Karabaş, Çukurbağ, Cedit, Ömerağa Kadıköy ve Mehmetalipaşa mahallelerinin detaylı deprem risk değerlendirmesi yapılması gereken mahalleler olduğu sonucuna varılmıştır. Yüksek bina riski ve sosyoekonomik kırılğanlıkla karakterize edilen bölgeler, kent merkezinin iç ve kuzey kesimlerinde konumlanmış olan Karabaş, Çukurbağ, Cedit ve Ömerağa mahalleleridir. Bu bölgeler kısmen kentsel dönüşüm çalışmalarına konu olmuştur (KBB 2024). Çalışmanın sonuçlarına göre haritalanan öncelikli bölgenin, kentsel dönüşüm projeleriyle örtüşmesi, çalışmada kullanılan yöntemin başarımını ortaya koyan önemli bir bulgudur. Önerilen yöntem, kentsel dönüşüm tespit çalışmalarında, düşük maliyetli ve yüksek başarıma sahip olması nedeniyle öncelikli bölge belirleme amacıyla kullanılabilir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı tarafından başlatılmış olan Ulusal Deprem Araştırmaları Programı (UDAP) kapsamında "Kentlerin Depreme Dirençliliğinin Mekânsal Analiz Yöntemleri ile İncelenmesi: İzmit Kenti Örneği" isimli ve UDAP-Ç-19-06 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

AFAD, 2018a. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY 2018), Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara.

Erişim adresi: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/03/20180318M1.pdf>.

AFAD, 2018b. Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması (TDTH), Ankara.

Erişim adresi: <https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml>.

Bal İ.E., Tezcan S.S., Gülay G., 2007. P25 Rapid Screening Method to Determine the Collapse Vulnerability of R/C Buildings. Sixth National Conference on Earthquake Engineering, 16-20 October 2007, Istanbul, Turkey.

Bilici H., Gökdemir H., Küncü H., 2022. Depremde Hasar Gören Yapıların Deprem Sonrası 10 Yıllık Süreç Sonundaki Yapı Stoğunun Değerlendirilmesi, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 30(1), 61-67, <https://doi.org/10.31796/ogummf.980542>.

Bruneau M., Chang S.E., Eguchi R.T., Lee G.C., O'Rourke T.D., Reinhorn A.M., Shinozuka M., Tierney K.T., Wallace W.A., Von Winterfeldt D., 2003. A Framework to Quantitatively Assess and Enhance the Seismic Resilience of Communities, *Earthquake Spectra*, 19(4), 733-752.

ÇŞİB, 2019. Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar (RYTEİE) 2019. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.

Da Silva J., Morera B., 2014. City Resilience Framework, Understanding City Resilience, Arup International Development, Developed with support from The Rockefeller Foundation (pp. 3-6) London, England.

FEMA, 2015. FEMA P-154: Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook, Federal Emergency Management Agency (FEMA), Applied Technological Council (ATC): Washington, DC, USA, 2015.

Guo Y., 2012. Urban Resilience in Post-Disaster Reconstruction Towards a Resilient Development in Sichuan, China, *International Journal of Disaster Risk Science*, 3(1), 45-55.

Hassan A.F., Sozen M.A., 1997. Seismic Vulnerability Assessment of Low-Rise Buildings in Regions with Infrequent Earthquakes, *ACI Struct J.*, 1997, 94(1):31–9.

Işık E., 2013. Bitlis ili yapı stoğunun birinci kademe (sokak tarama yöntemi ile)değerlendirilmesi, *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17(1). 173-178.

Işık E., Bozkurt N., Taşkın V., 2017. Muş İli yapı stoğunun Kanada sismik tarama yöntemi ile incelenmesi ve bölgenin depremselliği, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 421-429. <https://doi.org/10.19113/sdufbed.46538> .

İlki A., Cömert M., Demir C., Orakçal K., Uluğtekin D., Tapan M., Kumbasar N., 2014. Performance based rapid seismic assessment method (PERA) for reinforced concrete frame buildings, *Advances in Structural Engineering*, 17(3), 439-459, <https://doi.org/10.1260%2F1369-4332.17.3.439> .

İBB, 2003. İstanbul Deprem Master Planı, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü, İstanbul.

JBDPA, 2001. Standard for Seismic Evaluation of Existing Reinforced Concrete Buildings, Japan Building Disaster Prevention Association, 2001.

Joyner M.D., Sasani M., 2020. Building performance for earthquake resilience, *Engineering Structures*, 210, 2020, 110371.

KBB, 2024. Kocaeli'de kentsel dönüşüm hamlesi devam ediyor, Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, Erişim adresi: <https://www.kocaeli.bel.tr/haber/kocaelide-kentsel-donusum-hamlesi-devam-ediyor-45138.html>.

Kaplan O., Guney Y., Topcu A., & Ozcelikors Y., 2018. A rapid seismic safety assessment method for mid-rise reinforced concrete buildings. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 16, 889-915.

Kim J.W., Schweitzer J.H., Kim M.C., 2011. The Relationship of Community Characteristics to Actual and Perceived Crime in Urban Neighborhoods, *International Journal of Urban Sciences*, 6(2), 118-130.

Mc Daniels T., Chang S., Peterson K., Mikawoz J., Reed D., 2007. Empirical framework for characterizing infrastructure failure interdependencies, *Journal of Infrastructure Systems*, 13(3), 175–184.

NZSEE, 2017. The seismic assessment of existing buildings – technical guidelines for engineering assessments, New Zealand Society for Earthquake Engineering (NZSEE). New Zealand: Wellington; 2017.

Okuyucu D., Savaş G.K., Gedik B., Şuşarlıoğlu M.F., Kara T., 2018. Sokaktan Tarama Yöntemiyle Binaların Bölgesel Deprem Risk Dağılımının Belirlenmesi: Erzurum – Yenişehir Örneği, *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 30, 1, 219-231.

OASP, 2000. Provisions for Pre-Earthquake Vulnerability Assessment of Public Buildings (Part A), OASP (Greek Earthquake Planning and Protection Organization): Athens, Greece.

Özkaynak H., Özbay A.E.Ö., 2018. Seismic vulnerability assessment of reinforced concrete buildings located in Esenler district of İstanbul, *Afyon Kocatepe Üniv. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18, pp. 285-294.

Özalaybey S., Zor E., Tapırdamaz M.C., Tarancıoğlu A., Özalaybey S.Ç., Erkan B., Karaaslan A., Alpaslan E., Ergin M., Ergintav S., Tan E., Kocaeli İli için Zemin Sınıflaması ve Sismik Tehlike Değerlendirme Projesi, *TÜBİTAK*, 5057105, 190, 2008.

Rainer J.H., Allen D.E., Jablonski A.M., 1993. Manual for Screening of Buildings for Seismic Investigation; National Research Council of Canada:Ottawa, ON, Canada. Erişim adresi: <https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/ft/?id=1ca5cbdb-27fd-4292-ba0f-bb3be94197af>.

RISK-UE Project, 2003. An Advanced Approach to Earthquake Risk Scenarios with Applications to Different European Towns: WP4: Vulnerability of Current Buildings; European Commission: Brussels, Belgium.

Ruggieri S., Calò M., Cardelicchio A., Uva G., 2022. Analytical-mechanical based framework for seismic overall fragility analysis of existing RC buildings in town compartments, *Bull Earthquake Eng*, 20, 8179-8216. <https://doi.org/10.1007/s10518-022-01516-7>.

Sinha R., Goyal A., 2004. A national policy for seismic vulnerability assessment of buildings and procedure for rapid visual screening of buildings for potential seismic vulnerability, Report to Disaster Management Division, Ministry of Home Affairs, Government of India.

Sucuoğlu H., Yazgan U., Yakut A. 2007. A screening procedure for seismic risk assessment in urban bilding stocks, *Earthq. Spectra*, 23, 441-458.

Temur R., 2006. Hızlı durum tespit (DURTES) yöntemi ve bilgisayar programının geliştirilmesi, İstanbul, Türkiye, İstanbul Üniversitesi; 2006. Yüksek Lisans Tezi.

Yakut A., 2004. Preliminary seismic performance assessment procedure for existing RC buildings, *Eng Struct*, 26(10), 1447-61.

#### **ARAŞTIRMA VERİSİ (Research Data)**

Çalışma kapsamında kullanılan yapılara ait temel veriler Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Coğrafi Bilgi Sistemleri Şube Müdürlüğü'nden, demografik veriler İçişleri Bakanlığı Nüfus ve Vatandaşlık Genel Müdürlüğü'nden, yapılara ait hızlı gözlem tekniği verileri proje ekibi tarafından sahadan gözlem yolu ile sağlanmıştır.

#### **ÇIKAR ÇATIŞMASI / İLİŞKİSİ (Conflict of Interest / Relationship)**

Araştırma kapsamında herhangi bir kişiyle ve/veya kurumla çıkar çatışması/ilişkisi bulunmamaktadır.

**YAZARLARIN KATKI ORANI BEYANI** (*Author Contributions*)

- Çalışmanın tasarlanması (*Designing of the study*): D.G.K., İ.T.G., H.E.
- Literatür araştırması (*Literature research*): D.G.K., İ.T.G., H.E.
- Saha çalışması, veri temini/derleme (*Fieldwork, collection/compilation of data*): D.G.K., İ.T.G., H.E.
- Verilerin işlenmesi/analiz edilmesi (*Processing/analysis of data*): D.G.K., İ.T.G., H.E.
- Şekil/Tablo/Yazılım hazırlanması (*Preparation of figures/tables/software*): D.G.K., İ.T.G., H.E.
- Bulguların yorumlanması (*Interpretation of findings*): D.G.K., İ.T.G., H.E.
- Makale yazımı, düzenleme, kontrol (*Writing, editing and checking of manuscript*): D.G.K., İ.T.G., H.E.