



Architectural Scale Factors Affecting the Damage of Structures During an Earthquake and Yunuskent Apartments Example

Irmak Ozdemir¹ and Neslihan Karatas¹

¹ Dokuz Eylül University, Faculty of Architecture, Department of City and Regional Planning, 35390 İzmir, Türkiye
ORCID: 0009-0000-2226-8831, 0000-0002-9842-9213

Keywords

Earthquake, Turkish Building Earthquake Code, Urban transformation, Architectural plan factors, Implementation factors

Highlights

- * Architectural plan factors that are effective in the damage of buildings during an earthquake
- * Application factors that are effective in the damage of buildings during an earthquake
- * Success of post-earthquake urban transformation applications

Aim

Examination of architectural scale factors affecting the damage of buildings with examples and suggestions

Location

Bayraklı/İzmir

Methods

Explaining the regulations with comparative examples and suggesting solutions

Results

In addition to the fact that the earthquake effect depends on many uncontrollable environmental factors, there are also many architectural solutions that can be controlled and will ensure that it can be overcome with minimum damage. For this reason, architectural scale factors that should be considered in building design are critical

Supporting Institutions

İzmir Chamber of Architects and İzmir Chamber of Civil Engineers Damage Assessment Committee; İzmir Governorship Provincial Directorate of Environment, Urbanization and Climate Change

Financial Disclosure

The authors declared that this study has received no financial support

Peer-review

Externally peer-reviewed

Conflict of Interest

The authors have no conflicts of interest to declare

How to cite:

Ozdemir I., Karatas N., 2024. Architectural Scale Factors Affecting the Damage of Structures During an Earthquake and Yunuskent Apartments Example, Turk Deprem Arastirma Dergisi 6(1), 1-29, <https://doi.org/10.46464/tdad.1290795>.

Manuscript

Research Article

Received: 02.05.2023

Revised: 10.01.2024

Accepted: 10.01.2024

Printed: 30.06.2024

DOI

10.46464/tdad.1290795



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

Corresponding Author

Neslihan Karatas

Email: neslihan.karatas@deu.edu.tr

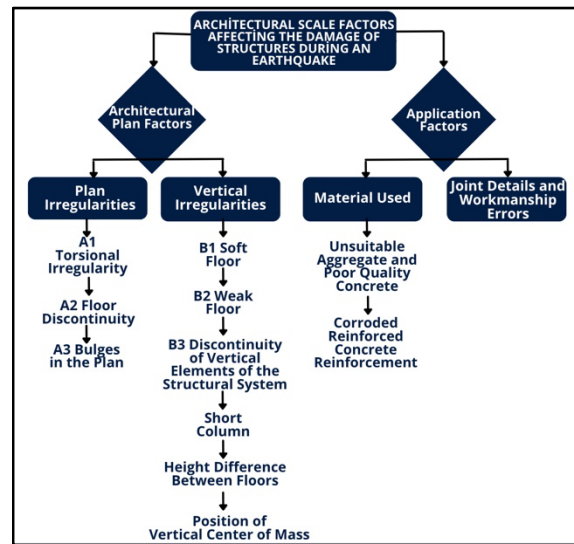


Figure
Architectural scale factors affecting the damage of structures during an earthquake



TÜRK DEPREM ARAŞTIRMA DERGİSİ

TURKISH
JOURNAL OF
EARTHQUAKE
RESEARCH



Deprem Anında Yapıların Hasar Almasına Etki Eden Mimari Ölçekli Faktörler ve Yunuskent Sitesi Örneklemleri

Irmak Özdemir¹ ve Neslihan Karataş²

¹ Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Ana Bilim Dalı, 35390 İzmir, Türkiye
ORCID: 0009-0000-2226-8831, 0000-0002-9842-9213

ÖZET

Deprem yapılar üzerindeki etkisinin kontrol edilemeyen çevresel birçok etkene bağlı olmasının yanı sıra kontrol edilebilir ve minimum hasarla atlatılmasını sağlayacak mimari çözümler de mevcuttur. Bu çalışmada yürürlükteki yönetmeliğe göre uygulanması gereken kurallar ve önemi hakkında genel bilgiler sunulurken, yapıların deprem anında hasar almasını etkileyen mimari ölçekli faktörler (mimari plan ve uygulama etkenleri) ele alınarak, bu faktörlerden kaynaklı hasar etkisini en aza indireyecek çözüm önerileri sunulmuştur. Ayrıca depremde ağır hasar almış ve kentsel dönüşüme girerek yeniden projelendirilmiş bir binanın açıklanan mimari faktörler çerçevesinde detaylı incelemesi yapılarak depreme dayanıklılığı değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmelerde yapının, ilk yapım dönemindeki yönetmeliklere uygun olmasına rağmen deprem anında hasar aldığı ve günümüz yönetmelikleri kapsamında tekrar tasarlandığı görülmektedir. Çalışmada, yönetmeliklerin gelişimi de incelenirken, aynı zamanda yapıda düzensizlik yaratmayacak tasarımlar ile depreme dayanıklılık hedeflenmektedir. Çalışmanın sonucunda, yapının mimari ölçekte hasar almasına etki eden faktörlerinin ortadan kaldırılmasının dışında, geniş kapsamlı tasarım ve planlama süreci ile birlikte sadece mimari ölçekte değil tüm ölçeklerde detaylı araştırma ve analizler ile yapıların ve bununla birlikte de şehirlerin yeniden inşasının gerçekleştirilmesi gerekliliği sonucuna varılmaktadır.

Anahtar kelimeler

Deprem, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Kentsel dönüşüm, Mimari plan etkileri, Uygulama etkenleri

Öne Çıkanlar

- * Deprem anında binaların hasar almasında etkili olan mimari plan etkenleri
- * Deprem anında binaların hasar almasında etkili olan uygulama etkenleri
- * Deprem sonrası kentsel dönüşüm uygulamalarının başarısı

Makale

Araştırma Makalesi

Geliş: 02.05.2023
Düzeltilme: 10.01.2024
Kabul: 10.01.2024
Basım: 30.06.2024

DOI

10.46464/tdad.1290795

Sorumlu yazar

Neslihan Karataş
Eposta:
neslihan.karatas@deu.edu.tr

Architectural Scale Factors Affecting the Damage of Structures During an Earthquake and Yunuskent Apartments Example

Irmak Ozdemir¹ and Neslihan Karatas²

¹ Dokuz Eylül University, Faculty of Architecture, Department of City and Regional Planning, 35390 İzmir, Türkiye
ORCID: 0009-0000-2226-8831, 0000-0002-9842-9213

ABSTRACT

The impact of an earthquake on buildings depends on many uncontrollable environmental factors, there are also architectural solutions that can be controlled and will ensure that the earthquake is overcome with minimum damage. In this study, while general information is presented about the rules to be applied according to the current regulation and their importance, architectural-scale factors (architectural plan and application factors) that affect the damage of buildings during an earthquake are discussed and solution suggestions are presented to minimize the damage effect caused by these factors. In addition, a detailed examination of a building that was heavily damaged in the earthquake and re-projected after undergoing urban transformation was evaluated within the framework of the architectural factors explained, and its earthquake resistance was evaluated. These evaluations show that although the building was in compliance with the regulations in the first construction period, it was damaged during the earthquake and was redesigned within the scope of today's regulations. While the development of the regulations is examined in the study, earthquake resistance is also aimed with designs that will not create irregularities in the structure. As a result of the study, it is concluded that in addition to eliminating the factors that affect the building's damage on an architectural scale, it is necessary to carry out the reconstruction of buildings and cities with detailed research and analysis not only at the architectural scale but also at all scales, along with a comprehensive design and planning process.

Keywords

Earthquake, Turkish Building Earthquake Code, Urban transformation, Architectural plan factors, Implementation factors

Highlights

- * Architectural plan factors that are effective in the damage of buildings during an earthquake
- * Application factors that are effective in the damage of buildings during an earthquake
- * Success of post-earthquake urban transformation applications

Manuscript

Research Article

Received: 02.05.2023
Revised: 10.01.2024
Accepted: 10.01.2024
Printed: 30.06.2024

DOI

10.46464/tdad.1290795

Corresponding Author

Neslihan Karatas
Email:
neslihan.karatas@deu.edu.tr

1. GİRİŞ

Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü'nün tanımına göre deprem, yer kabuğunun kırılması nedeniyle dalgalar halinde iletilen ani titreşimler nedeniyle ortamın ve yüzeyin sarsıldığı bir olgudur (KRDAE b.t.). Deprem, hareket etmeyen ve üzerinde yürünmesi güvenli kabul edilen toprağın ve üzerindeki tüm yapıların hasar görekere çöktüğü, can kaybına neden olan bir doğa olayıdır. Celep ve Kumbasar (2000) depremin nasıl ortaya çıktığını şu şekilde açıklamaktadır: *“Depremlerin çok büyük bir bölümü, yer kabuğunda soğuma ve çeşitli etkilerden meydana gelen şekil değiştirme enerjisinin ani olarak açığa çıkmasından meydana gelir. Böyle bir olay sırasında yer kabuğunu oluşturan plakalar kendisini sınırlayan çizgiler olan faylar (yer kabuğu kırıkları) boyunca ani olarak kırılır ve fay çizgisinde atım (görelî hareket) meydana gelir.”*

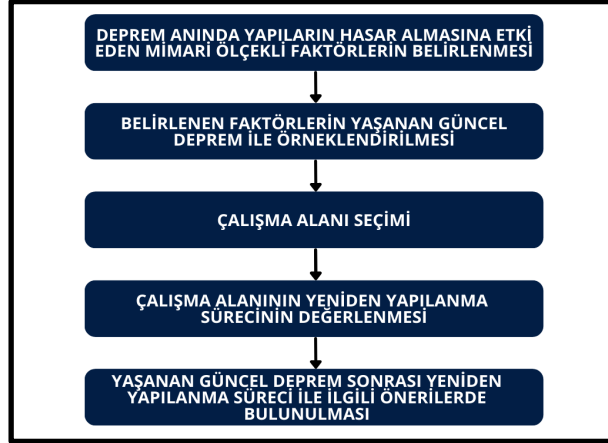
Depremin şiddetine bağlı olarak yer kabuğu üzerinde bulunan yapıların direkt etkilenmesi, depremin kuvveti ve deprem süresine bağlıdır. Bu etkenler sonucunda deprem yapısal hasarların ortaya çıkmasına neden olur (Akıncıtürk 2003). Balyemez (2003)'e göre depremlerin yapılar üzerindeki gerçek etkisi birçok değişkene bağlıdır. Depremin büyüklüğü, merkez üssünün konumu, şiddeti ve süresi, alanın jeolojik özellikleri ve buna bağlı olarak sismik dalğanın periyodu, yapının inşası sırasında yürürlükte olan yönetmelik hükümleri, yapım tipi, planı, niteliği, yapım sonrası kullanıcı görüşü ve binanın yapımı tamamlandıktan sonraki bakım ve onarımı gibi değişkenler depremin yapılar üzerindeki yıkıcılığını belirleyen önemli etkenlerdendir. En alt ölçekten en üst ölçeğe kadar değerlendirildiğinde yapıların deprem davranışının etkilendiği bu faktörler birçok araştırmanın konusu olmuştur. Kent ölçeği ve bina ölçeği birbiri ile ilişkili fakat uzak ölçekler olarak bazı çalışmalarda ayrı ayrı, bazı çalışmalarda ise iç içe geçmiş halde incelenmektedir. Örneğin Ghobarah (2001) kentsel alanların dayanıklılığını değerlendirme kriterlerini çevresel, ekonomik, sosyal ve kurumsal boyutlarını kapsayan başlıklarda incelerken, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği, Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi ile İzmir Büyük Şehir Belediyesi ve Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'nın (Akçığ 2012) birlikte hazırladığı çalışmada İzmir'in zemin özellikleri farklı başlıklar altında araştırılmış ve zemin özelliği açısından uygun olmayan alanlara yapılan programsız ve aşırı yapılaşmanın deprem anında yapıların hasar görmesini oldukça artırdığı sonucuna varılmıştır. Kent ölçeği ile bina ölçeğinin birlikte incelendiği çalışmalardan biri olan Balyemez'in (2003) çalışmasında ise, bir yapı tasarımı sadece kendi içindeki mimari kurallar çerçevesinde değil, insan ve yapı, yapı ve zemin, yapı ve çevre ilişkileri değerlendirilerek tasarlanması gerektiğini vurgulamaktadır. Bina ölçeğinde çalışmalar yapan Arnold (1983) ise, depreme dayanıklı kentler yaratmak için bu ilişkilerin yanı sıra, mimari planlardaki süreksizliklerin de önüne geçilmesi gerekliliğini ve mimarlık ve mühendislik eğitiminin birbirinden farklı düşünme sistemi yarattığı ve bu nedenle problemler çıktığını vurgularken, farklı disiplinlerin birlikte uyum içerisinde çalışması ile sorunların çözüleceğini belirtmektedir. Guevara-Perez (2012) yumuşak kat ve zayıf kat düzensizliklerini inceleyerek depreme dayanıklılık terminolojisi oluşturulması gerekliliğini vurgularken Gökçe (2002) ve Drazic ve Vatin (2016) ise yaptığı çalışmalarda yapıların deprem sırasındaki davranışlarını analiz ederek, deprem anını hasarsız atlama ve sismik etkenlere karşı dayanıklı olmak amacı ile yapı tasarımlarının nasıl olması gerektiğine dair deprem-yapı ilişkisi kapsamında önerilerde bulunmuştur.

2. METARYAL VE YÖNTEM

Çalışmada materyal olarak konu ile ilgili hazırlanmış literatürlerden, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne (TBDY 2018) göre uygulanması gereken yasal ve yönetsel mevzuatlardan yararlanılmıştır. Ayrıca deprem odaklı kentsel dönüşüme girmiş bir binanın arşiv projesi ve kentsel dönüşüm sonucu hazırlanan yeni projesinin planları kullanılmıştır.

Çalışmanın yöntemi, yasal ve yönetsel mevzuatlardan yararlanılarak yapıların deprem anında hasar almasına etki eden faktörlerin belirlenmesinin ardından, 6 Şubat 2023'te

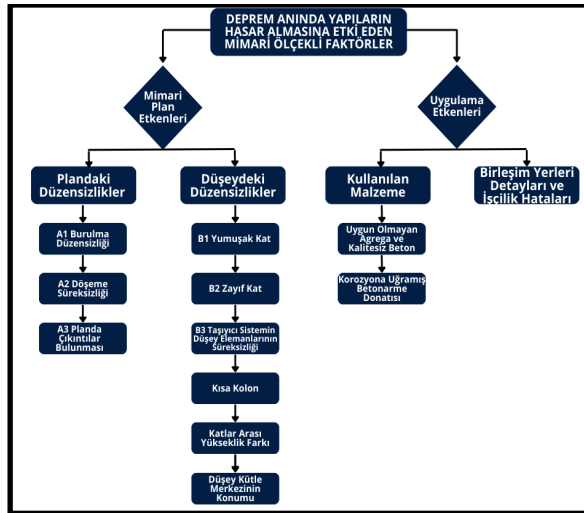
Kahramanmaraş merkezli gerçekleşen 7.7 ve 7.6 M_w büyüklüğündeki iki deprem sonucu hasar almış bina örnekleri ile uygulanması gereken yönetmelik kurallarının açıklanması ve 30 Ekim 2020'de Ege Denizi'nde gerçekleşen ve 6.6 M_w büyüklüğünde meydana gelen deprem sonucunda İzmir ili Bayraklı ilçesinde bulunan ve ağır hasarlı olduğu tespit edilen Yunuskent Sitesi'nin eski planı ile kentsel dönüşüm sonrası oluşturulan yeni planının elde edilen bilgiler doğrultusunda karşılaştırmalı değerlendirmesinin yapılarak önerilerde bulunulmasıdır. Yöntem akış şeması Şekil 1 ile gösterilmektedir.



Şekil 1: Yöntem akış şeması
Figure 1: Method flow chart

3. DEPREM ANINDA YAPILARIN HASAR ALMASINA ETKİ EDEN MİMARİ ÖLÇEKLİ FAKTÖRLER

Depremlerin yapılar üzerindeki etkisinin bağlı olduğu birçok çevresel faktörün yanı sıra deprem anında yapıların hasar almasına etki eden mimari ölçekli faktörler mimari plan etkenleri ve uygulama etkenleri olmak üzere iki başlığa ayrılmaktadır. Yapıların sismik yükler karşısında taşıyıcı sistemlerinin olumlu davranışlar gösterebilmesi için plandaki ve düşeydeki düzensizlikler meydana gelmeyecek şekilde tasarlanması gerekmektedir (Erdem 2016). Şekil 2 ile belirtildiği gibi, plan etkenleri, plandaki düzensizlikler ve düşeydeki düzensizlikler olarak alt başlıklara ayrılmaktadır. Uygulama etkenleri ise kullanılan malzeme ve birleşim yerleri detayları-işçilik hataları olmak üzere iki alt başlıkta incelenmektedir.



Şekil 2: Deprem anında yapıların hasar almasına etki eden mimari ölçekli faktörler
Figure 2: Architectural scale factors affecting the damage of structures during an earthquake

3.1) Mimari Plan Etkenleri

Ünay (2002), yapısal tasarımın bir inşaat mühendisinin sorumluluğu gibi görünebildiğini, ancak mimarların taşıyıcı sistem hakkında tasarım aşamasının başlarında verdikleri kararların çok önemli olduğunu vurgulamakta ve bununla birlikte depremlerin değil, deprem sonucu hasar alan ve yıkılan binaların insanlara zarar verdiği göz önüne alındığında yapıların taşıyıcı sistem dizaynının mimar ve mühendis gibi farklı disiplinler yaklaşımına sahip meslek dallarının ortak mesuliyeti altında olduğunu belirtmektedir. Bir yapının tasarım aşamasında ilk olarak oluşturulacak tasarımın yapının ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik yapılması beklenir. Yapının hangi fonksiyonlara sahip olacağı, ne amaçla kullanılacağı, kaç kişiye hizmet edeceği gibi sorularla plan aşamasına başlanır. Çekirdek-merkez tasarımı, plan ve kesitlerde bulunan dolu-boş alanların dağılımı, kütlelerin şekli gibi mimarın tasarıma başladığı ilk aşamalarında yapının sağlamlığını ve güvenliğini büyük ölçüde etkileyen temel kararlardır. Bu nedenle yapının güvenliğini tehdit etmeyen bir tasarım ortaya çıkarabilmesi için mimarın tasarımını gerekli yönetmelik ve esaslara uygun olarak yapması gerekmektedir (Bingöl 2020).

Deprem sonrası hasar alan yapılar incelendiğinde yumuşak kat ve zayıf kat düzensizliklerine rastlanmasından ötürü yönetmelikte B1 ve B2 düzensizlikleri literatürde fazlaca irdelenmiştir. Yine planda ağırlık merkezi ile rijitlik merkezi çakışmayan binalarda oluşan burulmadan dolayı da A1 türü düzensizlik yaygın olarak karşımıza çıkmaktadır (Öztürk vd. 2015).

3.1.1) Plandaki Düzensizlikler

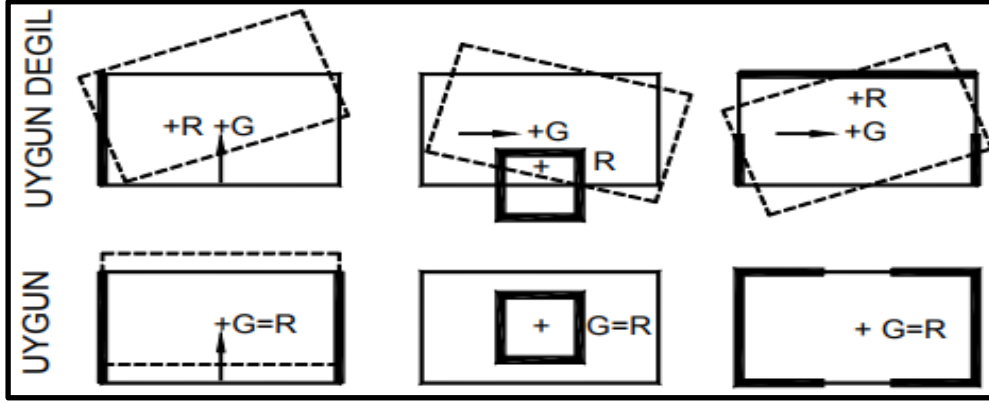
Ersoy ve Ersoy'a (1992) göre bir binanın formu, deprem sırasında yapının bulunacağı davranışı direkt olarak etkilemektedir çünkü bina geometrisi, hem yapının mimari tasarımında oluşturulan genel formları hem de kullanılan taşıyıcı sistemleri içerir. Plan tasarımının bu denli önem arz etmesinden dolayı tasarım sırasında alınacak kararlara yol göstermesi için birtakım düzenlemeler yapılmıştır.

Deprem anında yapıların depremi minimum hasarla atlama için yapılarda kaçınılması gereken plandaki düzensizlik durumları TBDY (2018)'de A1 Düzensizlik Durumu, A2 Düzensizlik Durumu ve A3 Düzensizlik Durumu olarak sınıflandırılmıştır.

3.1.1.1) A1 Burulma Düzensizliği

Bir binanın depreme dayanıklı olabilmesi için binanın şeklinin kare, dikdörtgen ve daire gibi basit geometrik formlarda ve simetrik olması gerekir (Ulusoy ve Güven 2019). Balyemez ve Berköz (2005) bu gibi basit geometrik formlardaki yapıların deprem sırasındaki davranışlarının anlaşılmasının kolay olduğunu ve yapıların deprem karşısında dirençli olması için gereken detayların hesaplanmasının da bu şekilde kolaylaşacağını belirtmektedir. Basit geometrik veya simetrik formlardaki yapılarda kat planının geometrisinin yanı sıra taşıyıcı sisteminin konumlanması ile de dayanıklılık sağlanmalıdır. Taşıyıcı bir eleman olan kolonların bir aks sistemine yerleştirilmesi gerekmektedir çünkü belirli bir aksta yerleştirilen kolonlar, üzerine gelen deprem yükünü diğer taşıyıcı elemanlara kolayca aktaracağından deprem anında yapının minimum hasar almasını sağlamaktadır.

Sismik etkenlere karşı yapıların dayanıklı olması için taşıyıcı sistem çözümleri kritik öneme sahiptir çünkü yapıların kütle ve rijitlik merkezlerinin birbiri ile çakışmadığı durumlarda yapılarda burulma düzensizliğine neden olmaktadır (Demirkan 2012). Çelep ve Kumbasar'ın (2000) yapıların deprem etkisi altındaki davranışlarını kütle ve rijitlik merkezlerinin buldukları konuma göre incelediği çalışmada (Şekil 3), deprem yükü ile karşılaşan yapının rijitlik merkezi (R) etrafında dönme hareketi gösterdiği ve yapılarda A1 türü düzensizlik olarak adlandırılan burulma meydana geldiği görülmektedir. Taşıyıcı elemanların simetrik dağıldığı yapılarda yapının kütle merkezi (G) ile rijitlik merkezi (R) 'nin aynı yerde olduğu ve bu nedenle burulma davranışının görülmediği gözlemlenmiştir.



Şekil 3: Yapıların deprem etkisi altındaki davranışlarını kütle ve rijitlik merkezlerinin buldukları konuma göre incelenmesi (Celep ve Kumbasar 2000)

Figure 3: Examination of the behavior of buildings under the influence of earthquakes according to the location of the centers of mass and stiffness (Celep and Kumbasar 2000)

Şekil 4'te 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş merkezli meydana gelen 7.7 ve 7.6 M_w büyüklüğündeki depremler sonucu Hatay'da yıkılmış bir bina görülmektedir. Bina enkazı değerlendirildiğinde, yapının deprem etkisi altındayken bulunduğu noktada direkt yıkılmadığı, burulma davranışı göstererek dönme hareketi ile çöktüğü izlenimine varılmaktadır.



Şekil 4: Burulma davranışı göstererek yıkılmış bir bina, Hatay (TMMOB MO ve İMO İzmir Şb. 2023)

Figure 4: A collapsed building showing torsional behavior, Hatay (TMMOB MO and İMO İzmir Br. 2023)

3.1.1.2) A2 Döşeme Süreksizliği

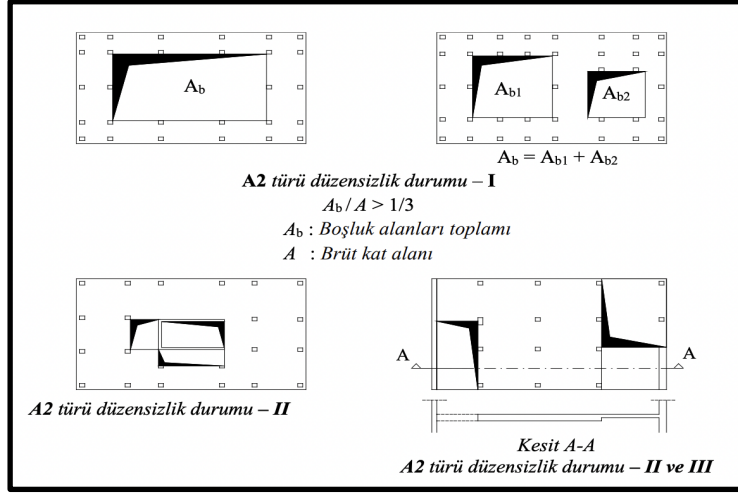
Döşeme süreksizliği TBDY (2018)'de Şekil 5'teki gibi gösterilmiş ve şu şekilde tanımlanmıştır.

“Herhangi bir kattaki döşemede;

I – Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması durumu,

II – Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu,

III – Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu” (TBDY 2018)

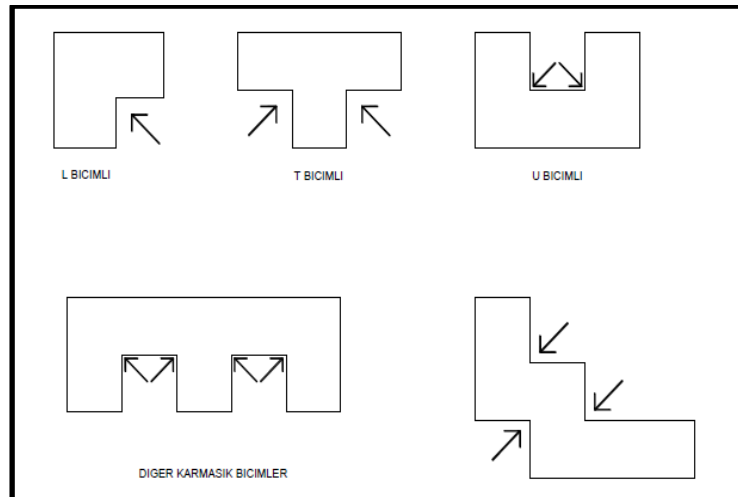


Şekil 5: A2 Türü düzensizlik durumu (TBDY 2018)
Figure 5: Type A2 irregularity status (TBDY 2018)

Döşemelerin, düşey yükleri almak, bu yükleri kirişler vasıtasıyla düşey yapı elemanlarına aktarmak ve yatay yükleri düşey yapı elemanlarına iletmek için kullanıldığı sırada, bu yük altında deformasyona uğramadan hareket etmesi için rijit bir yapıya sahip olması gerekmektedir (Yurtseven 2021). Döşemede belirtilen oranlardan daha büyük açıklıklar olması halinde döşemenin rijitliği ve bu sebepten dayanımı azalacağı için yapının deprem yükü etkisinde doğru çalışmamasına neden olacaktır. Aynı zamanda döşemede bırakılan ve simetrik olmayan açıklıklar A1 Burulma Düzensizliği'nde bahsedilen kütle ve rijitlik merkezinin ayrılmasına sebep olacaktır.

3.1.1.3) A3 Planda Çıkıntılar Bulunması

Planda çıkıntılar bulunması düzensizliği TBDY (2018)'de "Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumu" olarak tanımlanmaktadır. Şekil 6'da gösterilen U, L, T, H, Y gibi düzensiz formlu ve çıkıntılar bulunan yapılarda oluşan köşelerde, deprem etkisi sırasında gerilme yığılmaları meydana gelmekte ve bu gerilmeler deprem sırasında bina davranışını olumsuz yönde etkilemektedir (Balyemez ve Berköz 2005).



Şekil 6: Düzensiz ve çıkıntılar bulunan bina plan şemaları (Balyemez 2003)
Figure 6: Irregular and protruding building plan schemes (Balyemez 2003)

3.1.2) Düşeydeki Düzensizlikler

Genellikle stabil konumdayken olumsuzluk göstermese de deprem yükü altında yapının dayanımının azalması sonucunda ciddi zararlara yol açan düşey düzlem düzensizliklerine sıkça rastlanılmakta ve bütün bu düzensizlikler dünyada ve ülkemizde deprem anında yapının davranışı ile ilgili birçok problem yaratabilme potansiyeline sahiptir (Balyemez 2003).

Düşey düzensizlik durumları TBDY (2018)'de tanımlanan B1, B2 ve B3 düzensizliklerinin yanı sıra kısa kolon, zayıf kolon-güçlü giriş, katlar arası yükseklik farkı ve düşey kütle merkezi başlıkları altında incelenmektedir.

3.1.2.1) Zayıf Kat

TBDY'de (2018) “...*Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki toplam etkili kesme alanı'nın, bir üst kattaki toplam etkili kesme alanı'na oranı...*” olarak tanımlanan zayıf kat yani komşu katlar arası dayanım düzensizliği, genellikle yapılarda Şekil 7'de görüldüğü gibi kolon, perde ve bölme duvar gibi yapı elemanlarının gereğinden az veya hiç yapılmamasından kaynaklanmaktadır. Bu durumda yapının üst katlarındaki yük zayıf kata fazla gelerek yapıda katlar arasında dayanım süreksizliği oluşturmakta ve bu nedenle katı yanal kuvvetlere karşı dirençsiz bırakmaktadır. Bu nedenlerden dolayı da deprem anında yapının hasar almasına sebep olmaktadır.



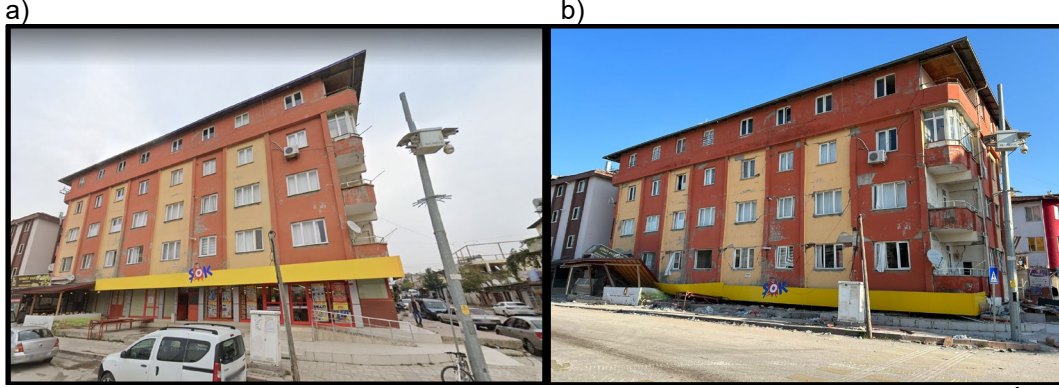
Şekil 7: Zayıf kat sonucu hasar alan bina örneği, Hatay (TMMOB MO ve İMO İzmir Şb. 2023)
Figure 7: Example of a building damaged by a weak floor, Hatay (TMMOB MO and İMO İzmir Br. 2023)

3.1.2.2) Yumuşak Kat

Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği diğer adıyla yumuşak kat düzensizliği TBDY (2018)'de “...*herhangi bir kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranına bölünmesi...*” olarak tanımlanır. Depremin ortaya çıkardığı etkiyi güvenli bir şekilde dağıtmak için, görelî kat yer değiştirmesinin her kat için belirli sınırlar içinde olması ve görelî kat yer değiştirmesinin bitişik katlarla ilişkisinin belirli bir oranda olması gerekir (Yurtseven 2021). Genellikle yapıların giriş katlarının ticari alan olarak kullanılması amacıyla giriş kat kolon yüksekliklerinin diğer katlardaki kolon yüksekliklerine kıyasla daha fazla olması

ve dolgu duvarların kaldırılması sonucu deprem anında yapıda ani rijitlik değişimi meydana gelmekte ve taşıyıcı sistemde ciddi hasara neden olmaktadır (AFAD 2023).

Şekil 8 ve Şekil 9'da Hatay'da bulunan iki farklı binanın Kahramanmaraş merkezli deprem öncesi ve sonrası hali görülmektedir. Her iki binada da ticari amaçlı bir kullanım sağlanan ve yumuşak kat meydana getiren zemin kat deprem etkisiyle tamamen yıkılırken, binanın üst katlarında yumuşak kattaki yıkılmaya benzer bir durum yaşanmamıştır.



Şekil 8: Yumuşak katlı bina; a) deprem öncesi, b) deprem sonrası, Hatay (TMMOB MO ve İMO İzmir Şb. 2023)

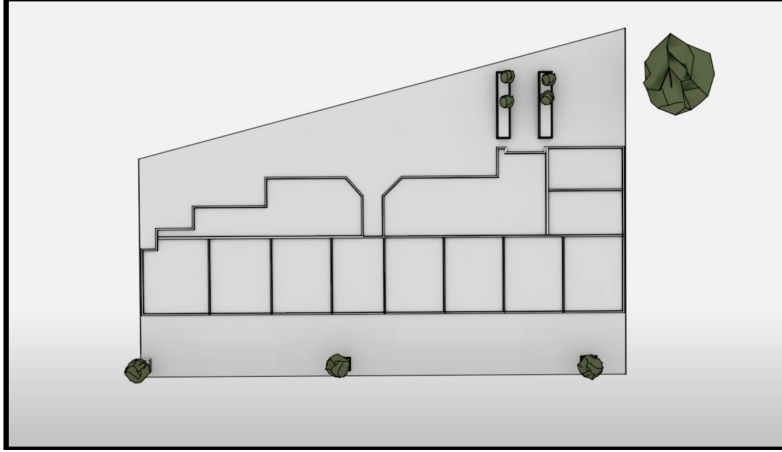
Figure 8: Soft-storey building; a) before earthquake, b) after earthquake, Hatay (TMMOB MO and İMO İzmir Br. 2023)



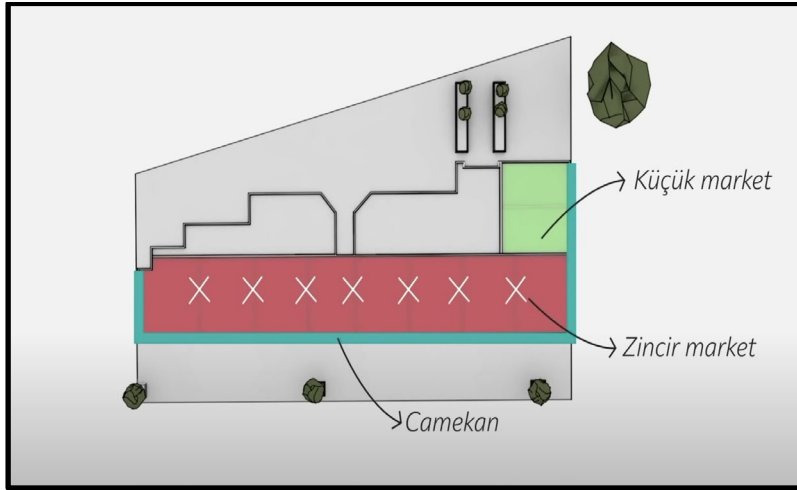
Şekil 9: Yumuşak katlı başka bir bina; a) deprem öncesi, b) deprem sonrası, Hatay (TMMOB MO ve İMO İzmir Şb. 2023)

Figure 9: Another building with soft floors; a) before the earthquake, b) after the earthquake, Hatay (TMMOB MO and İMO İzmir Br. 2023)

30 Ekim 2020 günü merkez üssü Yunanistan'ın Sisam Adası açıkları olan ve 6.6 M_w büyüklüğünde meydana gelen deprem sonrası hasar alan binalardan biri olan Yılmaz Erbek Apartmanı'nın yapımı 2001 yılında tamamlanmış olup 45 daireden ve Şekil 10'daki gibi zemin katta on dükkandan oluşmaktadır. Zaman içerisinde bir market zincirine tahsis edilmek üzere Şekil 11'de görüldüğü gibi dükkanlardan sekizi birleştirilerek bir tane geniş, kalan ikisi birleştirilerek bir tane küçük dükkana dönüştürülmüş ve geniş dükkanda içerideki duvarlar kaldırılıp, dış duvarlar da camekana çevrilmiştir (BBC News Türkçe 2020). Bu işlemler sonucunda zayıf kat yumuşak kat dediğimiz düzensizlikler elde edilmiş ve bina deprem sonucunda Şekil 12'de görüldüğü gibi oldukça ciddi hasar almıştır.



Şekil 10: Yılmaz Erbek Apartmanı Asıl proje (BBC News Türkçe 2020)
Figure 10: Yılmaz Erbek Apartment Main project (BBC News Turkish 2020)



Şekil 11: Sonrasında yapılan müdahaleler (BBC News Türkçe 2020)
Figure 11: Subsequent interventions (BBC News Turkish 2020)

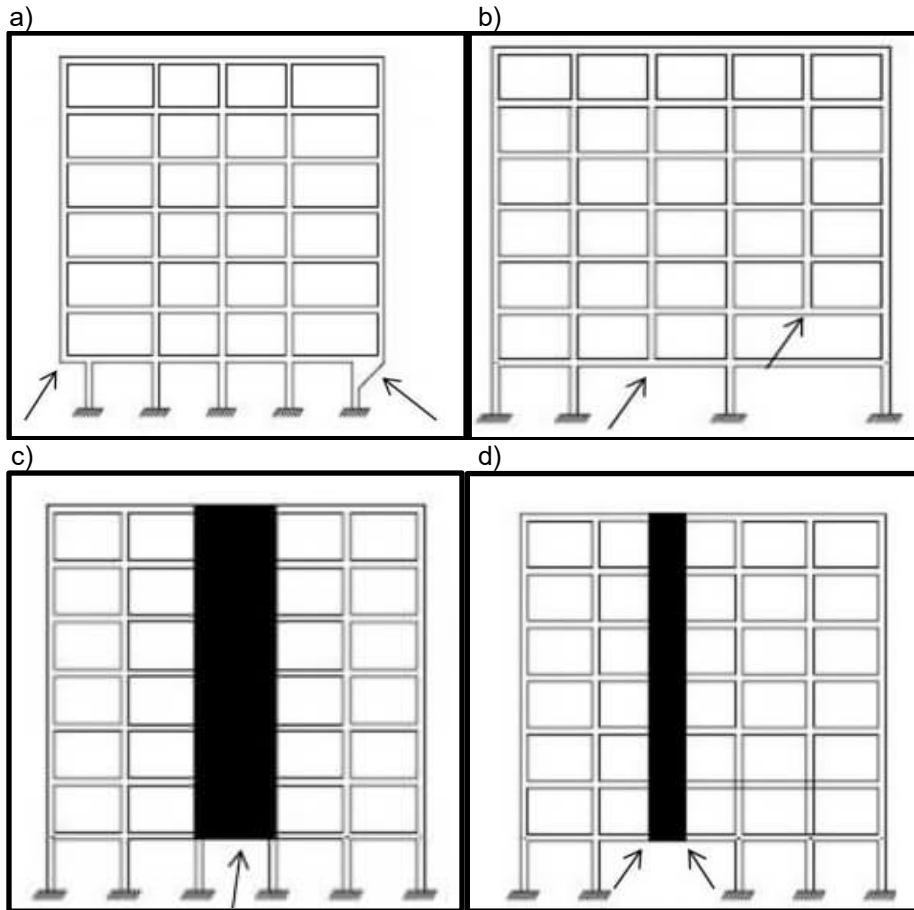


Şekil 12: Deprem sonucu aldığı hasar (BBC News Türkçe 2020)
Figure 12: Damage as a result of the earthquake (BBC News Turkish 2020)

3.1.2.3) B3 Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği

Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği TBDY (2018)'de “*Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara oturtulması durumu*” olarak tanımlanmıştır. Binaya etki eden yatay ve düşey yüklerin düzgün bir düşey destek sistemi ile temele iletilmesi yapının güvenliği için büyük önem taşımaktadır ancak, tasarım esnasındaki çeşitli mimari ve ticari etkenler bu tür bir düzensizliğe sahip binaların oluşmasına yol açmaktadır (Atabey 2019). TBDY (2018)'de Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği düzensizliğin bulunduğu binalara ilişkin koşullar aşağıda Şekil 13 ile belirtilmiş olup bir takım önemli kısıtlamalar getirilmiştir.

Şekil 13a'da görüldüğü gibi kolonların, konsol kirişlerin veya guselerin üstüne yerleştirilmesine izin verilmeyeceği ve Şekil 13b ile belirtildiği gibi, kolonun iki ucundan mesnetli bir kirişe oturması durumunda, yine TBDY (2018)'de yer verilen düşey deprem etkisi hesabı yapılması halinde izin verileceği belirtilmiştir. Ayrıca Şekil 13c ve 13d ile de gösterildiği gibi, alt kattaki kolonlar üzerine üst katlardaki perdenin oturmasına ve perdelerin açıklık ortasında kirişe oturmasına izin verilmeyeceği belirtilmiştir (TBDY 2018).



Şekil 13: a) Kolonların guselere ve konsol kirişlere oturması, b) Kolonların iki ucundan mesnetli kirişe oturması, c) Kolonların konsol kirişlere oturması, d) Perdenin açıklık ortasında kirişe oturması (TBDY 2018)

Figure 13: a) Columns fit on gussets and cantilever beams, b) Columns fit on support beams from both ends c) Fitting of the columns to the cantilever beams, d) Fitting of the curtain to the beam in the middle of the span (TBDY 2018)

Yönetmeliklerde açıkça belirtilmiş ve ciddi yaptırımları olmasına rağmen oldukça yaygın bir biçimde uygulanmaya devam eden taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliğine ait bir örnek Şekil 14 ile gösterilmektedir. Şekildeki yapının zemin katındaki kolon duvardan yaklaşık 10cm içerde konumlanmışken, birinci katında kolon ve duvar aynı hizadadır. Bu nedenle alt ve üst katlardaki kolonların aynı doğrultuda devam etmediği ve taşıyıcı olan düşey elemanların süreksizliği görülmektedir.

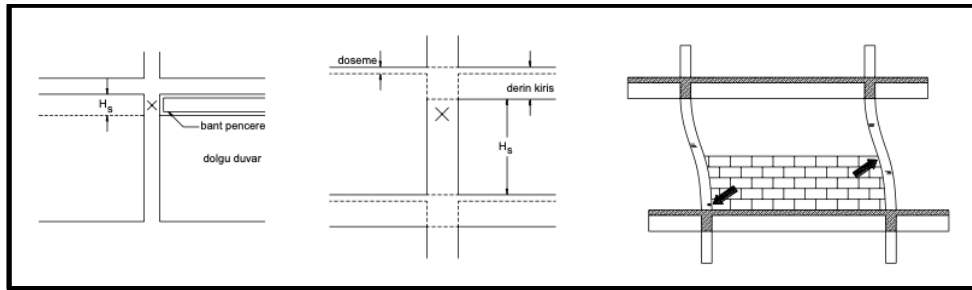


Şekil 14: Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği, Hatay (TMMOB MO ve İMO İzmir Şb. 2023)

Figure 14: Discontinuity of Vertical Elements of the Structural System, Hatay (TMMOB MO and İMO İzmir Br. 2023)

3.1.2.4) Kısa Kolon

Kısa kolon hasarı, yıkıcı depremlerden kaynaklanan en yaygın yapısal hasar türlerinden biridir ve TBDY (2018)'de '7.3.8. Kısa Kolonlara İlişkin Koşullar' başlığında hesap yöntemleri anlatılmaktadır. Şekil 15'te görüldüğü gibi tasarım esnasında uygulanan bodrum kattaki havalandırma boşlukları, kat kirişlerindeki süreksizlikler, kolonlar arasında bant pencere yapılması gibi durumlarda oluşan kolon kenarındaki boşluklar beklenenden daha fazla kesme kuvvetine maruz kalarak kırılğan kolonların hasar görmesine neden olur (Tunaboyu 2017).



Şekil 15: Kısa kolon oluşumu (Balyemez 2003)
Figure 15: Short column formation (Balyemez 2003)

Şekil 16'da karşılaştığı deprem yükü sırasında kolonun, yanal hareketini yanında bulunan duvarlardan ötürü gerçekleştiremeyerek bulunan bant penceredeki açıklık boyunca öteleme yapmaya başladığı ve bu yanal ötelemeye dayanamayan kısa kısmının hasar aldığı görülmektedir.



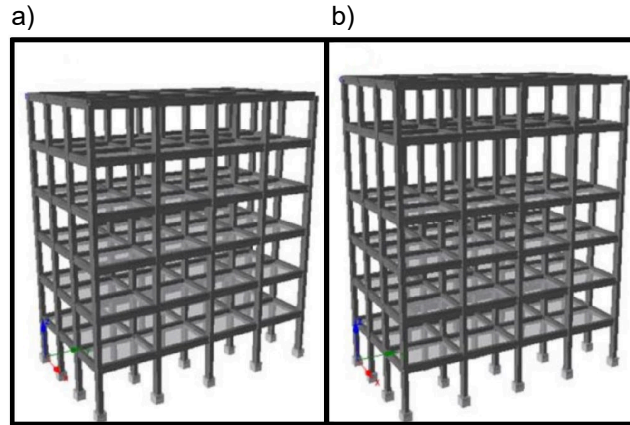
Şekil 16: Kısa kolon oluşumundan dolayı hasar almış bina örneği, Kahramanmaraş (Kirtel 2023)

Figure 16: Example of a building damaged due to short column formation, Kahramanmaraş (Kirtel 2023)

3.1.2.5) Katlar Arası Yükseklik Farkı

Balyemez (2003)'e göre bir binada en alt kattan en üst kata doğru yapı içinde tutarlı bir ağırlık ve rijitlik gereklidir ve birimler arasında yükseklik farkı olması ağırlık ve rijitlik düzensizlikleri yaratmakta, bu da deprem anında yapı için oldukça zararlı olmaktadır. Kullanım tipi ticaret olan yapıların giriş katında sıkça görülmekte olan yükseklik farkı, yalnız zemin katlarda değil binanın ara katlarında da karşımıza çıkmaktadır.

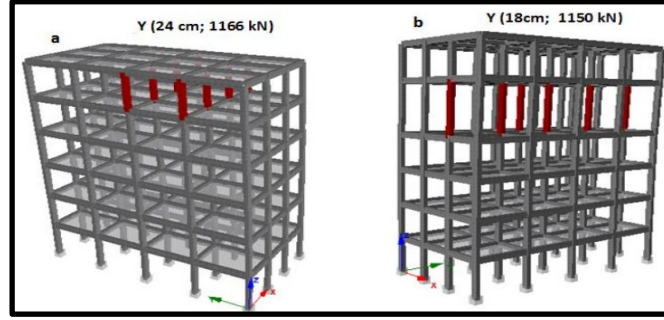
Işık ve Özdemir'in (2017) yaptığı çalışmada Şekil 17'de aynı kalıp planına sahip fakat ara kat yüksekliğinin farklı olduğu iki yapı incelenmiş olup ikisine de aynı deprem yükü verilmiştir. Böylece kat yüksekliğinin değişiminin binayı nasıl etkilediği araştırılmıştır.



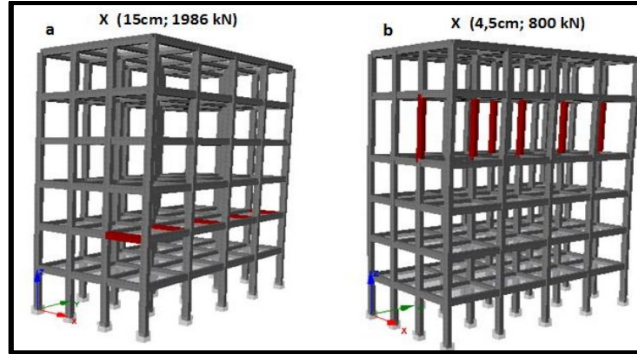
Şekil 17: İncelenen yapıya ait üç boyutlu modeller; a) Eşit kat yüksekliği, b) Ara kat yüksekliği farklı (Işık ve Özdemir 2017)

Figure 17: Three-dimensional models of the examined structure; a) Equal floor height b) Mezzanine height different (Işık and Ozdemir 2017)

Araştırma sonucunda X (Şekil 18) ve Y (Şekil 19) yönlerinden gelen yüklere karşı, kat yüksekliğinin eşit olduğu a modelinde depremin yönüne göre hasarın meydana geldiği elemanlar değişirken, ara kat yüksekliğinin farklı olduğu b modelinde hasarın meydana geldiği elemanlar her iki yönden gelen yüklere karşı aynı yerden hasar almıştır (Işık ve Özdemir 2017). Özetle yapının zayıf olduğu elemanların ara kat yüksekliği farklılığına neden olan kolonlardan oluştuğu sonucuna varılmaktadır. Bu nedenle yapıların farklı kat yükseklikleri yerine eşit kat yükseklikleri oluşturularak tasarlanması binayı deprem yüküne karşı daha dayanıklı yapmaktadır.



Şekil 18: Hasarın ilk meydana geldiği taşıyıcı elemanlar - X yönü (Işık ve Özdemir 2017)
Figure 18: Carrier elements where the damage first occurred - X direction (Işık and Özdemir 2017)



Şekil 19: Hasarın ilk meydana geldiği taşıyıcı elemanlar - Y yönü (Işık ve Özdemir 2017)
Figure 19: Carrier elements where the damage first occurred - Y direction (Işık and Özdemir 2017)

3.1.2.6) Düşey Kütle Merkezinin Konumu

Bir yapıda zemin kat genişliğinin üst katlara göre daha büyük veya eşit olması beklenir çünkü zemin kat alanının üst katlardan daha küçük kaldığı durumlarda ağırlık binada yukarı gidildikçe artacaktır. Şekil 20'deki gibi hem taban alanı daha az hem de yukarıda çokça çıkmaya sahip binalarda kütle merkezi yukarıda olmaktadır. Kütle merkezi yukarıda konumlanan yapılar deprem etkisi altındayken olması gerekenden daha fazla zorlanacak hem de depreme karşı dayanımı azalacaktır. Bu nedenle binalarda düşey kütle merkezinin konumu alt katlara daha yakın olmalıdır.



Şekil 20: Kütle merkezi yukarıda olan bina örneği, Diyarbakır (Uyandırmasservice 2023)
Figure 20: Example of building with center of mass above, Diyarbakır (Uyandırmasservice 2023)

3.2) Uygulama Etkenleri

3.2.1) Kullanılan Malzeme

Yapı plan şeması ne kadar doğru olursa olsun bir binanın deprem anında hasar almasına neden olan önemli etkenlerden biri de kullanılan malzemenin niteliğidir. Depreme dayanıklı, uygun ve kaliteli malzeme kullanımı binanın deprem anındaki davranışına doğrudan etki etmektedir.

3.2.1.1) Uygun Olmayan Agregası ve Kalitesiz Beton

Agregası, beton yapımında kullanılan kum, çakıl, mıcır vb. malzemelerin genel adıdır ve beton hacminin yaklaşık %60-75'ini oluşturur. Agregaların sert, dayanıklı ve boşluksuz olmaları, deniz kabuğu, odun, kömür gibi zayıf taneler içermemeleri, basınca ve aşınmaya dayanıklı olmaları, toz, toprak ve betona zarar verebilecek maddeler, yassı-uzun taneler içermemeleri ve çimentoyla zararlı reaksiyona girmemeleri beklenir. Bu kriterleri sağlaması için kullanılan agregalar TS 706 EN 12620'ye uygun olmalıdır (THBB b.t.). Betonda agregası kullanımı, betondaki çökelmeyi ve hacimsel değişiklikleri önler veya azaltır ve ayrıca betonu çevresel etkilere karşı daha dayanıklı hale getirir (Çağlayan vd. 1999).

Kahramanmaraş depremi sonrası AFAD (2023) tarafından yapılan incelemede “beton için kullanılan agregası granülometrisinin uygun ölçülerde olmadığı, dere kenarından ya da denizden doğrudan alınıp kullanılan düz yüzeyli çakılların kullanıldığı, betonun sulanmadığı için yandı, gevrek kırılmaların çokça yaşandığı tespit edilmiştir.” Şekil 21 ile Kahramanmaraş depremi sonucu Hatay'da hasar alan binalarda uygun olmayan agregası kullanımı görülmüştür.



Şekil 21: Uygun olmayan agregası kullanımı, Hatay (TMMOB MO ve İMO İzmir Şb. 2023)
Figure 21: Inappropriate aggregate use, Hatay (TMMOB MO and İMO İzmir Br. 2023)

3.2.1.2) Korozyona Uğramış Betonarme Donatısı

Korozyon karşısında dayanıksız olan betonarme demiri, basınç karşısında dayanımı yüksek ancak çekme karşısında dayanımı düşük olan betonda kullanılmaktadır. Hizmet ömrü boyunca kullanılan donatı için büyük bir problem olan ve donatı sağlamlığını tehdit eden korozyon, metalin ortam ile reaksiyona girerek özelliklerini kaybetmesi anlamına gelmektedir. Orta şiddette depremlerde bile daha önce korozyona uğramış olan yapılar kullanılamaz hale gelecek kadar ağır hasar görebilir (Doğan 2009).

Şekil 22'de görüldüğü gibi korozyona uğramış betonarme donatısı, korozyon sonucunda beton içindeki mukavemetini yitirerek dayanıksız olmaya başlar. Bunun sonucunda yapının taşıyıcılığı da zamanla azalmakta ve bina deprem kuvvetine karşı gelemeyeceği için yapıda hasara neden olmaktadır.



Şekil 22: Korozyona uğramış betonarme donatısı, Hatay (TMMOB MO ve İMO İzmir Şb. 2023)
Figure 22: Corroded reinforced concrete reinforcement, Hatay (TMMOB MO and İMO İzmir Br. 2023)

3.2.2) Birleşim Yerleri ve İşçilik Hataları

Yapıların deprem sırasında hasar almasına etki eden en önemli faktörlerden biri de işçilik hatalarıdır. Proje tasarımı, detay çizimleri, kullanılan malzeme ne kadar iyi olursa olsun uygulama sırasında yapılan yanlışlıklar yapıların ciddi hasar almasına sebep olur. Örneğin kolonların alt ve üst uçlarında etriye sarılma bölgeleri bulunmaktadır. Etriye sarılma bölgeleri ile ilgili uyulması gereken uygulama koşulları TBDY (2018)'de 7.3.4.1 maddesinde belirtilmektedir. Kolon-kiriş bağlantısındaki kiriş genişliğinde yeterli etriye yoksa, deprem anında oluşacak yük etkisiyle donatı dışarı doğru burkulma hareketi gösterir ve betonun ayrılmasına sebep olur (Yılmaz ve Umu 2017).

Kolon sargı donatılarının yönetmeliklere uygun yapılmaması yapının deprem anında yüklenen kuvveti karşılayamayarak hasar almasına etki eden önemli faktörlerden biridir (Ergün ve Yurtçu 2017). Donatı ve birleşim yeri hatalarından kaynaklı yapıların hasar almaması için etriye donatısı sıklaştırması yapılmalı, kiriş donatıları uygun biçimde kolon içerisine gömülmeli, kolon ve kiriş birleşme noktasında yeterli kenetlenme boyu uygulanmalıyken, Kahramanmaraş merkezli deprem sonucunda AFAD (2023) tarafından yapılan incelemelerde birleşim yerlerindeki etriyelerin yetersiz olduğu ve donatıları tutamayacak biçimde bağlantıların bulunduğu gözlemlenmiştir. Kahramanmaraş'ta bulunan Şekil 23'te görülmekte olan bina incelendiğinde kolon ve kiriş birleşimlerinin sarılma bölgelerinde yetersiz etriye kullanımından kaynaklı olarak mevcut etriyelerde açılma meydana gelmiş, bu da yapıda yıkıcı hasara neden olmuştur.



Şekil 23: Kolon-kiriş birleşimlerinde yetersiz etriye kullanımı sonucu, Kahramanmaraş (Kirtel 2023)
Figure 23: As a result of insufficient use of stirrups in column-beam joints, Kahramanmaraş (Kirtel 2023)

Yapının dayanımı konusunda, imalat sonrası müdahaleler de oldukça önemli ve ciddi risk teşkil etmektedir. Şekil 24'te binanın bodrum katında, kolon ve perde duvarından tesisat borusu geçirmek için boşluklar açıldığı görülmektedir. Bu müdahaleler nedeniyle binanın taşıyıcı sistemi zarar görmüş ve deprem kuvveti karşısında uygun davranışı gösteremeyerek Kahramanmaraş Depremi sonrası yapılan hasar tespit çalışmaları neticesinde binanın hasarlı olduğu belirlenmiştir.



Şekil 24: Taşıyıcı sistem elemanlarına zarar verilmesi, Hatay (TMMOB MO ve İMO İzmir Şb. 2023)
Figure 24: Damage to structural system elements, Hatay (TMMOB MO and İMO İzmir Br. 2023)

Depreme dayanım açısından uygulama etkenlerinin önemini net bir şekilde gösteren örneklerden bir tanesi de 30 Ekim 2020'de gerçekleşen İzmir Depremi'nde yıkılarak 15 kişinin hayatını kaybetmesine ve 12 kişinin yaralanmasına neden olan Doğanlar Apartmanıdır (Şekil 25). Doğanlar Apartmanı B Blok ile ilgili davanın bilirkişi raporu yayımlanmış olup raporda inşaatı 1992'de biten "...binanın 1975 Deprem Yönetmeliği'nin tasarım kriterlerini tam olarak sağlamadığı, binanın yapı tekniğine ve ilgili mesleklerin gerektirdiği kurallara uygun yapılmadığı, plan, proje ve statik hesapların yapılmasında hatalarının olduğu, inşası sırasında uygun, gerekli ve yeterli malzemenin kullanılmadığı..." açıklanmıştır (Ürer 2022)



Şekil 25: Doğanlar Apartmanı deprem öncesi ve sonrası (Toptaş 2020)
Figure 25: Doğanlar Apartments before and after the earthquake (Toptaş 2020)

4. MİMARİ ÖLÇEKLİ FAKTÖRLERİN YUNUSKENT SİTESİ ÖRNEKLEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

4.1) Çalışma Alanı Seçimi

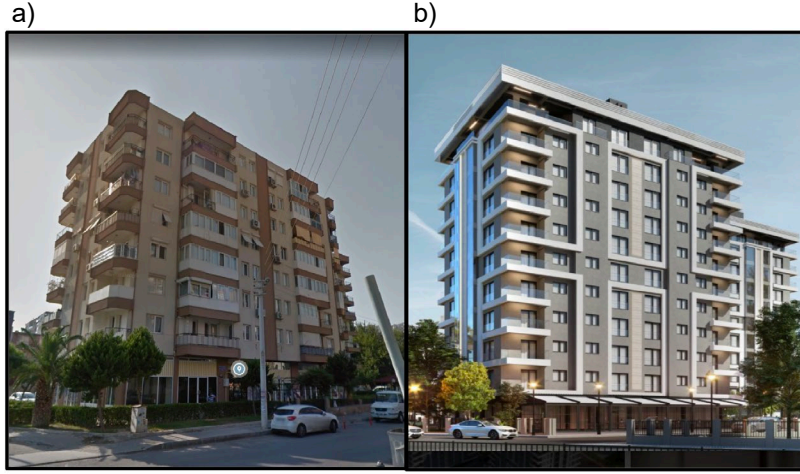
30 Ekim 2020 günü merkez üssü Yunanistan'ın Sisam Adası açıkları olan ve 6.6 M_w büyüklüğünde meydana gelen deprem sonucunda İzmir genelinde birçok ilçedeki yapılarda hasar meydana gelmiştir. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın (ÇŞİDB) 13 Kasım 2020'de yayımladığı çalışmaya göre deprem sonrası hasar tespit çalışmaları yapılmış olup, Şekil 26'da İzmir genelinde en çok hasar alan yapının bulunduğu ilçenin Bayraklı olduğu görülmektedir.

30 EKİM 2020 İZMİR DEPREMİ												HASAR TESPİT ÇALIŞMALARI					
İZMİR İLİ GENEL HASAR TESPİT TABLOSU																	
İLÇE	YIKIK		ACİL YIKILACAK		AĞIR		ORTA		AZ HASARLI		HASARSIZ		TOPLAM TESPİT SAYISI		TOPLAM ACİL+AĞIR+YIKIK		
	BİNA	BAĞIMSIZ BÖLÜM	BİNA	BAĞIMSIZ BÖLÜM	BİNA	BAĞIMSIZ BÖLÜM	BİNA	BAĞIMSIZ BÖLÜM	BİNA	BAĞIMSIZ BÖLÜM	BİNA	BAĞIMSIZ BÖLÜM	BİNA	BAĞIMSIZ BÖLÜM	BİNA	BAĞIMSIZ BÖLÜM	
BORNOVA	7	7	1	1	55	100	71	505	881	7.253	54.574	209.704	55.589	217.570	63	108	
BAYRAKLI	9	136	30	795	126	1.921	167	3.276	1.362	16.606	29.690	121.048	31.384	143.782	165	2.852	
SEFERİHİSAR	1	1	0	0	7	11	12	24	59	179	271	1.291	350	1.506	8	12	
ALIĞA	1	1	0	0	8	38	11	94	80	966	309	4.426	409	5.525	9	39	
BUCA	0	0	1	35	19	135	26	251	265	3.225	1.351	19.833	1.662	23.479	20	170	
KARABAĞLAR	0	0	0	0	14	83	14	211	130	1.505	602	7.277	760	9.076	14	83	
KARŞIYAKA	3	4	0	0	23	365	90	1.473	1.139	15.635	13.668	121.448	14.923	138.925	26	369	
KEMALPAŞA	0	0	0	0	3	3	3	12	27	57	48	453	81	525	3	3	
KONAK	1	1	1	15	27	202	34	453	378	4.451	879	11.735	1.320	16.857	29	218	
MENDERES	0	0	0	0	16	86	13	79	117	719	140	500	286	1.384	16	86	
DİĞER	2	2	0	0	151	297	70	551	681	4.639	2.253	22.447	3.157	27.936	153	299	
TOPLAM	24	152	33	846	449	3.241	511	6.929	5.119	55.235	103.785	520.162	109.921	586.565	506	4.239	
HASAR TESPİTİ YAPILAN KAMU BİNALARI																	
İCMAL				OKUL				CAMİ				DİĞER KAMU BİNALARI					
TOPLAM TESPİT SAYISI				1.728				517				1.919					
AĞIR HASARLI BİNA SAYISI				14				8				16					
ORTA HASARLI BİNA SAYISI				24				14				20					

Şekil 26: İzmir ili genel hasar tespit tablosu (ÇŞİDB 2020)
Figure 26: İzmir province general damage assessment table (ÇŞİDB 2020)

4.2) Yunuskent Sitesi Örnekleme

İzmir'de gerçekleşen deprem sonucunda yapılan hasar tespit incelemelerinde Bayraklı ilçesinde bulunan ve 1993 yılında yapılan Yunuskent Sitesi'nin ağır hasarlı olduğu belirlenmiştir. Ülkemizde Mayıs 2012'de yürürlüğe giren "Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun" ile kentsel dönüşüm süreci başlamıştır. Kanun içeriğince yalnız afet riski olan alanlardaki yapılar değil aynı zamanda ekonomik ömrünü tamamlayan ve yıkılma tehlikesi bulunan yapılar da riskli yapı kavramı altına girerek bu kanun kapsamında sayılmıştır. Yunuskent Sitesi de deprem sonrası ağır hasar gördüğünden bu kanun kapsamında kentsel dönüşüme girerek yeniden tasarlanmış ve yapımına başlanmıştır. Şekil 27'de Yunuskent Sitesinin önceki hali ve planlanan yeni projesi görülmektedir.

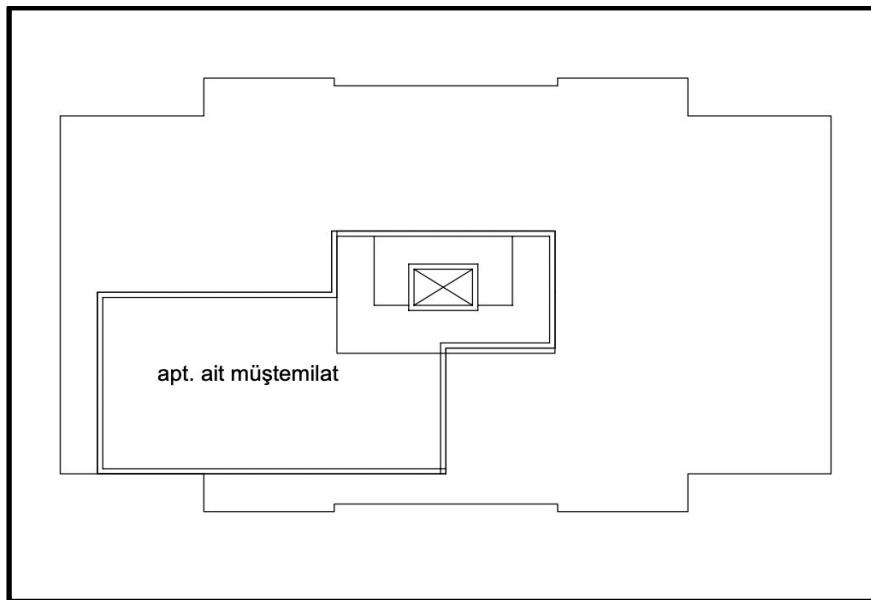


Şekil 27: Yunuskent Sitesi; a) Öncesi, b) Kentsel dönüşüm sonrası planlanan hali (Dekomod Mimarlık 2022)
Figure 27: Yunuskent Apartments; a) Before, b) Planned (Dekomod Architecture 2022)

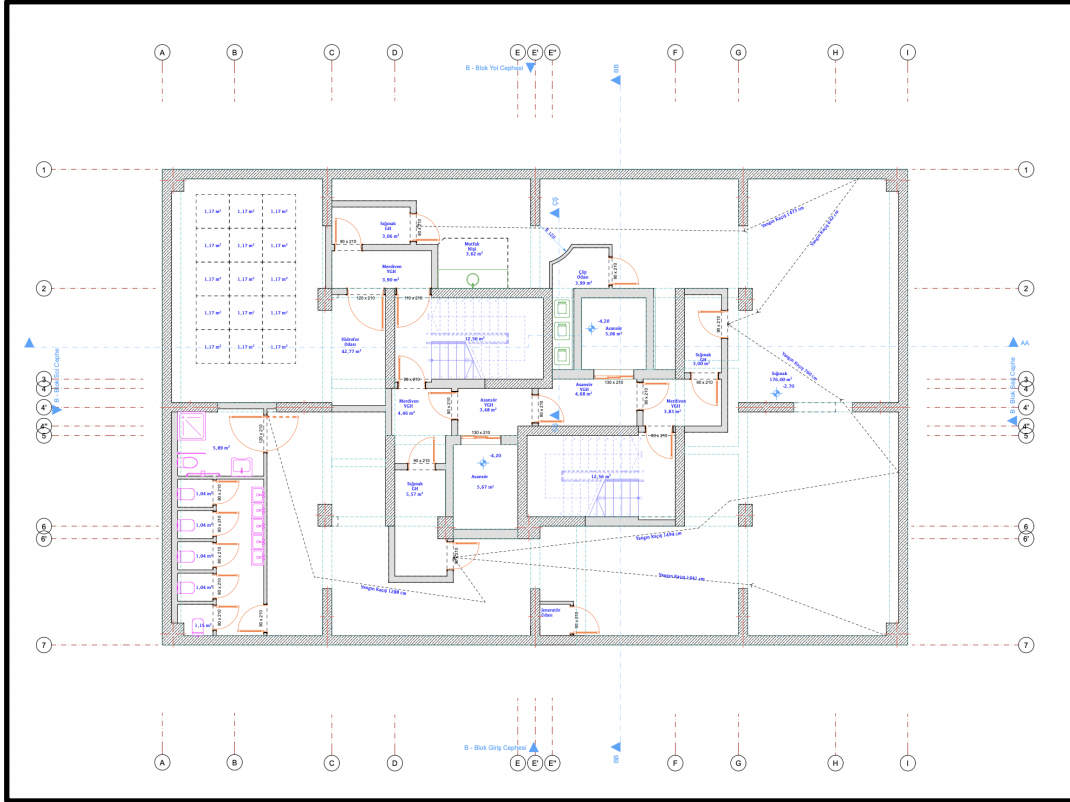
Teknolojinin, imkanların ve uygulama metodlarının her geçen gün gelişmesi ile daha dayanıklı ve kullanışlı yapılar yaratmak hedefi ile bina yönetmelikleri sürekli güncellenerek gelişmektedir. Bu nedenle Yunuskent Sitesi binalarının eski ve yeni projesi karşılaştırıldığında iki projenin hazırlandığı yönetmelik kurallarından dolayı birçok farklılık bulunmaktadır.

4.2.1) Düşey Kütle Merkezinin Konumu

Düşey Kütle Merkezinin Konumu başlığında bahsedildiği gibi bir yapıda zemin kat genişliğinin üst katlara göre daha büyük veya eşit olması beklenir çünkü zemin kat alanının üst katlardan daha küçük kaldığı durumlarda ağırlık binada yukarı gidildikçe artacaktır. Aynı durum bodrum kat için de geçerlidir. Bodrum katın zemin katın izdüşümü olarak tasarlanması ve o büyüklükte olması bina rijitliği açısından önem arz etmektedir. Şekil 28’de gösterilen eski projede binanın sol alt kısmına konumlanmış ufak bir bodrum kat mevcut olup, bu bodrum kat binanın zemin kat izdüşümünden küçük olduğu için binayı dengesiz hale getirmekteyken Şekil 29’daki yeni projeye bodrum kat bina izdüşümünde yapılarak bina dengeli hale getirilmiş ve sığınak eklenmesiyle, zemine daha etkili bir basınç uygulamaya başlamıştır.



Şekil 28: Yunuskent Sitesi bodrum kat eski planı (Dekomod Mimarlık 2022)
Figure 28: Yunuskent Apartments basement floor old plan (Dekomod Architecture 2022)



Şekil 29: Yunuskent Sitesi bodrum kat yeni planı (Dekomod Mimarlık 2022)
Figure 29: Yunuskent Apartments basement floor new plan (Dekomod Architecture 2022)

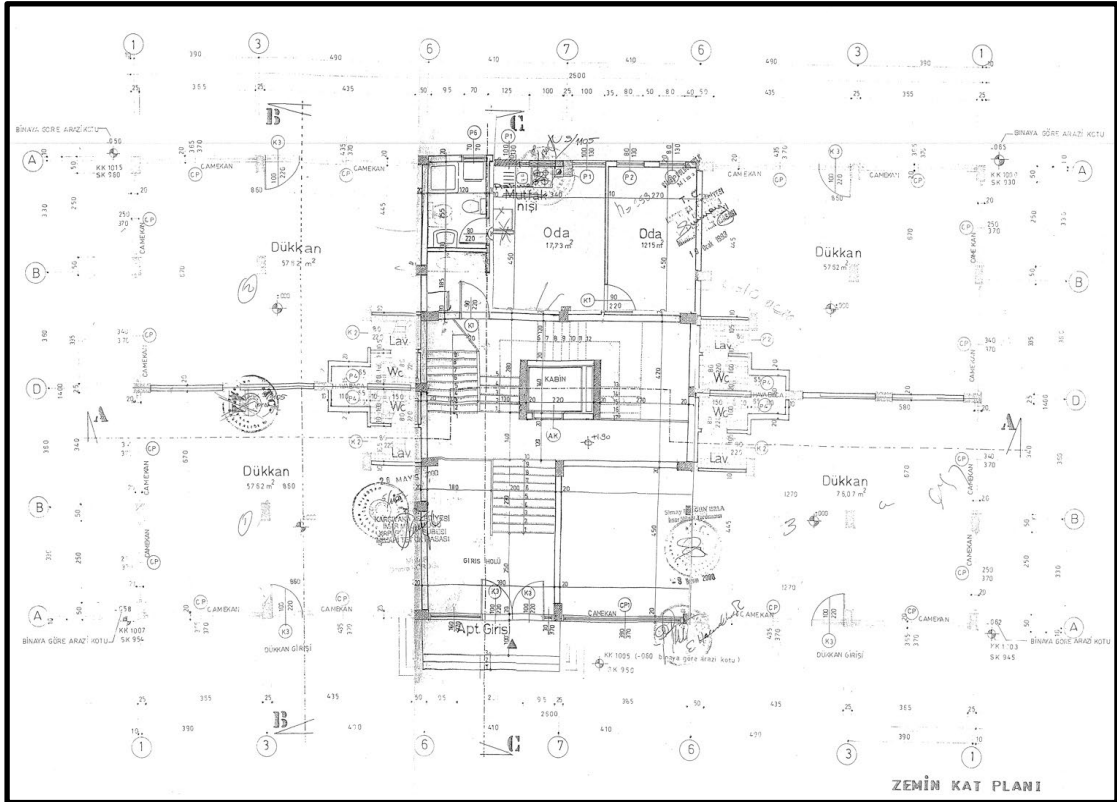
4.2.2) Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği

Kolon ve perdeler gibi düşey taşıyıcı elemanlarının deprem anında binanın iki farklı yöne sallanmasıyla oluşan etkiyi karşılayabilmesi binanın depremi hasar almadan atlatabilmesinde büyük rol oynamaktadır. Perde duvarlar, deprem yönünde kolonlara göre daha fazla rijitliğe sahiptir ve bu nedenle deprem sırasında yapıların yer değiştirmesini ve hasar almasını engellemektedir. Bundan kaynaklı olarak yönetmelik gereğince yüksek, güçlendirme gerektiren veya fazla yük bulunan yapılarda perde kullanımı zorunlu hale getirilmiştir (Günaydın ve Gökdemir 2021).

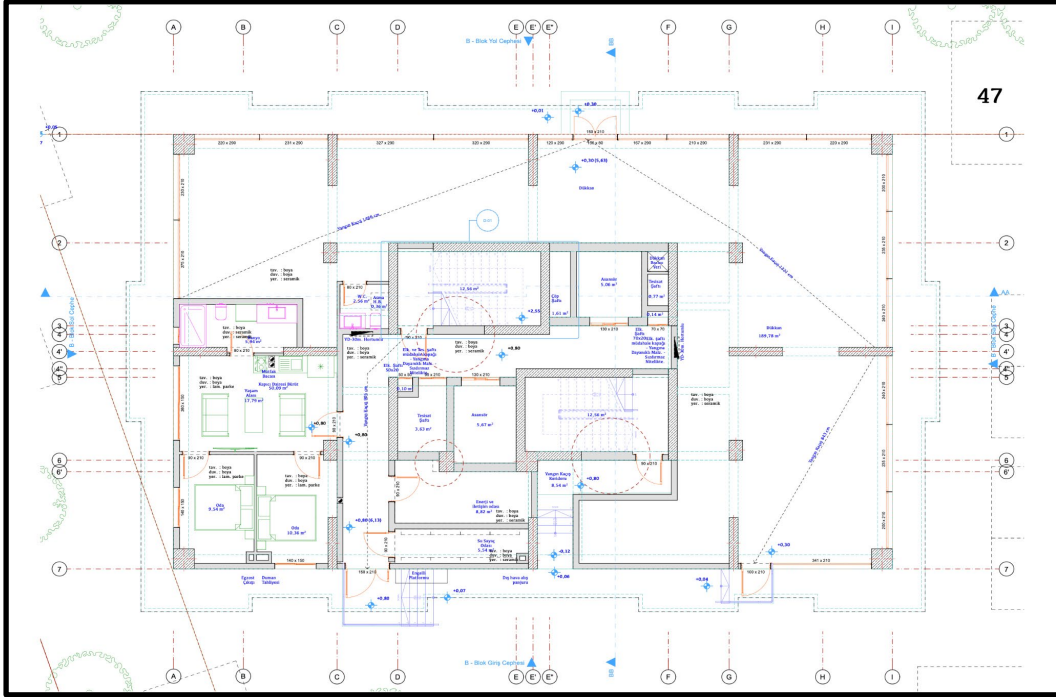
Şekil 30'da deprem sonucunda kolonun deprem yüküne karşı dayanamadığı ve kabuk attığı görülmektedir. Perde duvara oranla daha az dayanımlı bir taşıyıcı eleman olan kolonlardaki dayanımın artması ve tekrar böyle bir hasara neden olmaması amacıyla Şekil 31 ile gösterilen eski projede bulunan en küçük 25cmx50cm olan kolon profili, Şekil 32 ile gösterilen yeni projede 40cmx70cm boyutlarına çıkarılmıştır. Ayrıca eski projede 2 adet bulunan perde duvarlar, yeni proje ile 20 adede çıkarılmış ve binada deprem anında burulma davranışını engellemek için perde duvarlar çekirdekte yoğunlaştırılmış ve ağırlık merkezinin binanın ortasına konumlandırılması hedeflemiştir.



Şekil 30: Deprem sonucu hasar alan zemin kattaki kolon (Çetiner 2022)
Figure 30: Column on the ground floor damaged by the earthquake (Çetiner 2022)



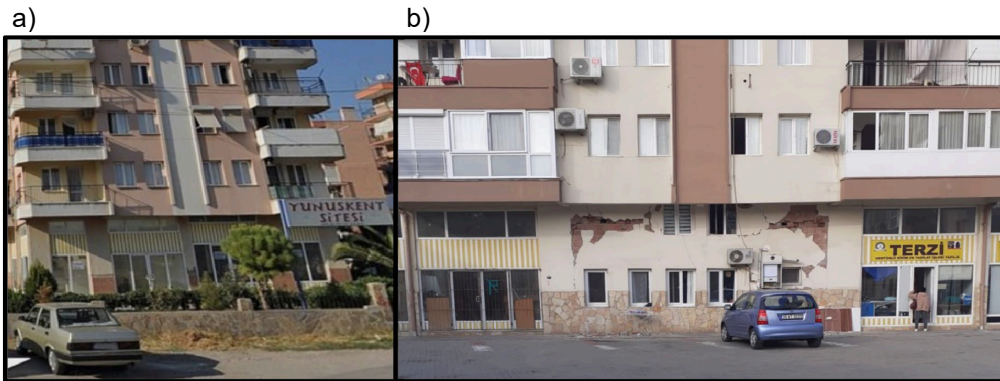
Şekil 31: Yunuskent Sitesi zemin kat eski planı (Dekomod Mimarlık 2022)
Figure 31: Yunuskent Apartments ground floor old plan (Dekomod Architecture 2022)



Şekil 32: Yunuskent Sitesi zemin kat old planı (Dekomod Mimarlık 2022)
Figure 32: Yunuskent Apartments ground floor new plan (Dekomod Architecture 2022)

4.2.3) Yumuşak Kat Düzensizliği

Yunuskent Sitesi'nin zemin katının ticari alanlardan oluşması nedeniyle yumuşak kat düzensizliği bulunan bir yapı olma özelliği göstermekte ve Şekil 33'te görüldüğü üzere deprem sonucunda özellikle binanın zemin katı ciddi hasar almıştır. Ancak yeni projede yumuşak kat düzensizliğinin önüne geçmek amacıyla eskiden kolon şeklinde kullanılan taşıyıcı elemanlar perde duvara dönüştürülmüş ve binada rijitlik sağlanmıştır.



Şekil 33: Ticari alan; a) Deprem öncesi, b) Deprem sonrası (Çetiner 2022)
Figure 33: Commercial area; a) Before the earthquake, b) After the earthquake (Çetiner 2022)

4.2.4) Kısa Kolon

Yapının ticari bölümlerini oluşturan zemin kattaki kısa kolon oluşumu Şekil 34'te görülmektedir. Kirişlerdeki süreksizliklerin, kolonlar arasında bant pencere oluşturması sonucunda oluşan kısa kolon düzensizliği ile deprem anındaki kesme kuvvetine dayanamayarak kolonların hasar görmesine neden olur. Bu da yapının deprem anında yıkımına neden olan unsurlardan biridir. Yeni proje ile ticari alanlardan oluşan zemin katta bant pencere oluşumundan kaynaklanan kısa kolona yer verilmemiş ve yapının dayanıklılığını sağlamak hedeflenmiştir.



Şekil 34: Deprem sonrası ticari alan (Çetiner 2022)
Figure 34: Commercial area after the earthquake (Çetiner 2022)

4.2.5) Kullanılan Malzeme

1993 yılında yapımına başlanan Yunuskent Sitesi 1975 yılı Binaların Depremden Korunması Yönetmeliği kapsamında tasarlanmış olup yapı, yönetmeliklerin gelişmesi ve güncellenmesiyle kentsel dönüşüm sonrası günümüzde uygulanan 2018 yılı Binaların Depremden Korunması Yönetmeliği kapsamında tekrar tasarlanmıştır. Yönetmeliklerin değişmesiyle eski projede kullanılan ve Şekil 35'te görülen düz donatı yerine yeni projede dayanımı ve betonla aderansı yüksek olan nervürlü donatı kullanılmıştır.

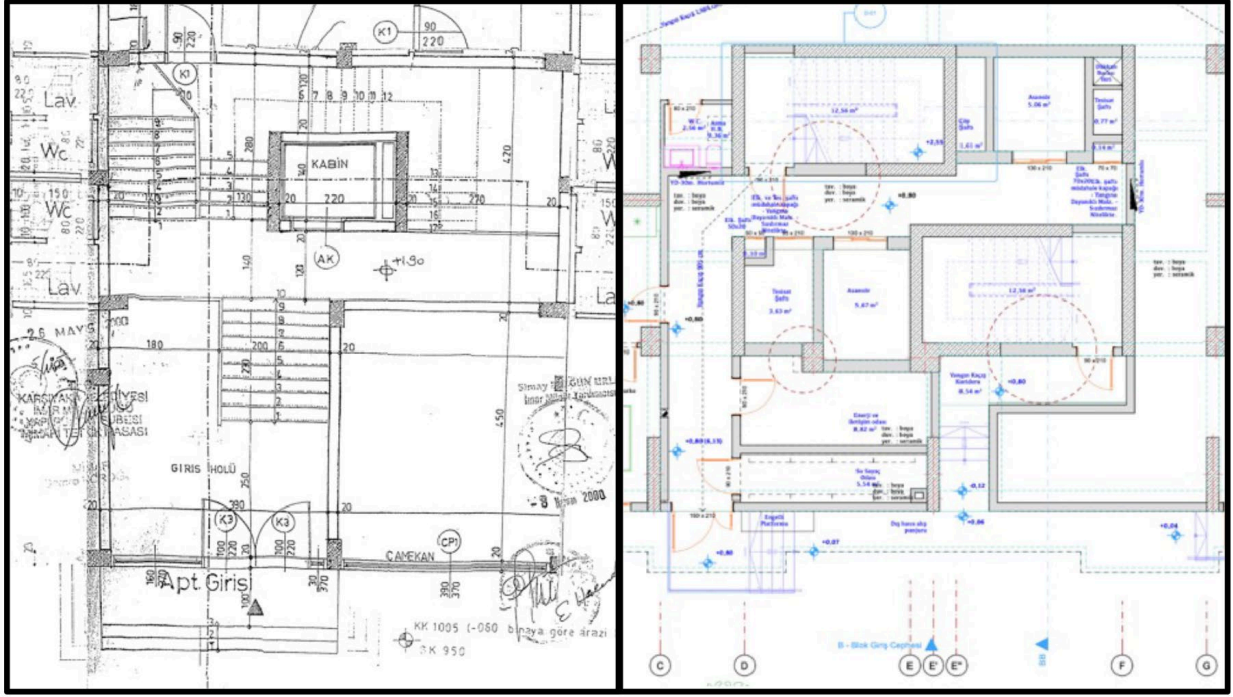


Şekil 35: Daha önce kullanılmış donatı (Çetiner 2022)
Figure 35: Previously used reinforcement (Çetiner 2022)

Alyamaç (2016)'ya göre yerinde dökülen beton ile tek seferde en fazla 250 desimetreküp üretilirken, hazır betonda en az 8000 desimetreküp beton üretilmektedir ve yalnız beton hacmi dikkate alınsa bile, hazır beton kullanıldığı takdirde yerinde dökme betona göre hata oranı 32 kat azalmaktadır. Bu nedenle yeni yönetmelik kapsamınca, elle hazırlanan yerinde dökme beton yerine, dayanımı yüksek olan C30 sınıfı hazır beton kullanılarak betonun standardize olması hedeflenmiştir.

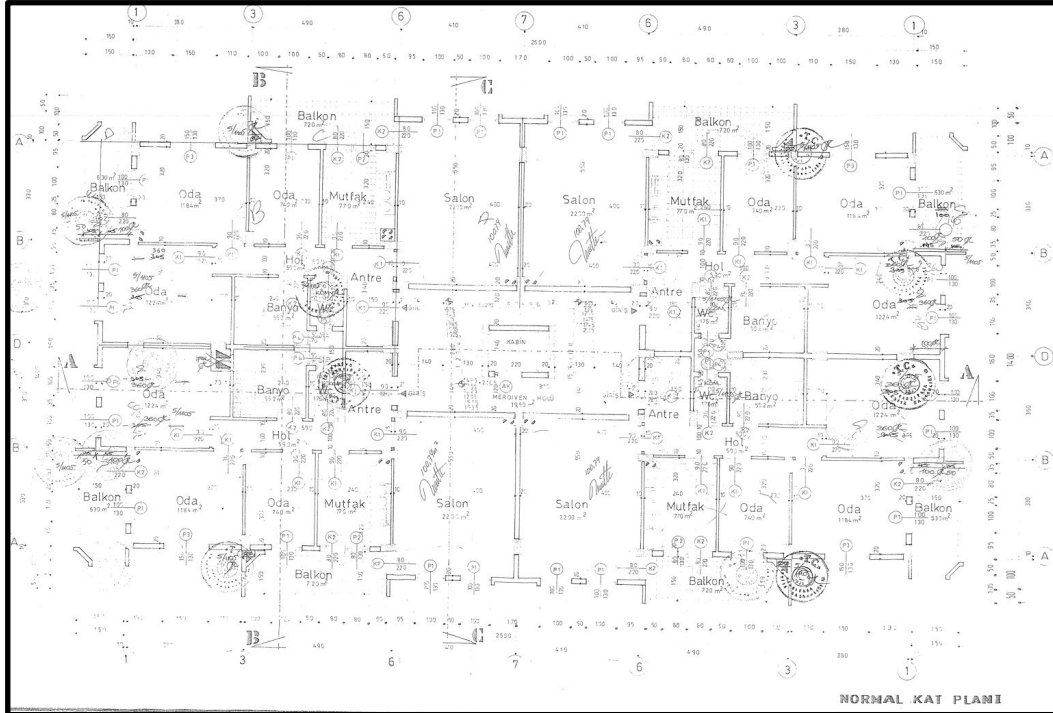
4.2.6) Binaların Yangından Korunması Yönetmeliği Kapsamınca Yapılan Değişiklikler

Şekil 36'da eski ve yeni projedeki bina çekirdek tasarımı görülmektedir. Eski projede 1 adet merdiven varken, Binaların Yangından Korunması Yönetmeliği uyarınca binadaki mevcut merdiven yangın kaçış merdivenine çevrilmiş olup, 1 adet merdiven daha eklenerek bu merdiven basınçlandırma şaftı ile basınçlandırılmış ve içeriye duman girişi engellenmiştir. Böylece yangın anında insan tahliyesi temiz ve dumansız şekilde gerçekleştirilecek ve yangına müdahale eden birimler için bir ulaşım rotası oluşturacaktır. Bunun yanı sıra çekirdek tasarımı incelendiğinde var olan asansörün yanı sıra yeni bir sedye asansörü daha ilave edilerek çekirdeğe yeni işlevler de eklendiği görülmektedir.

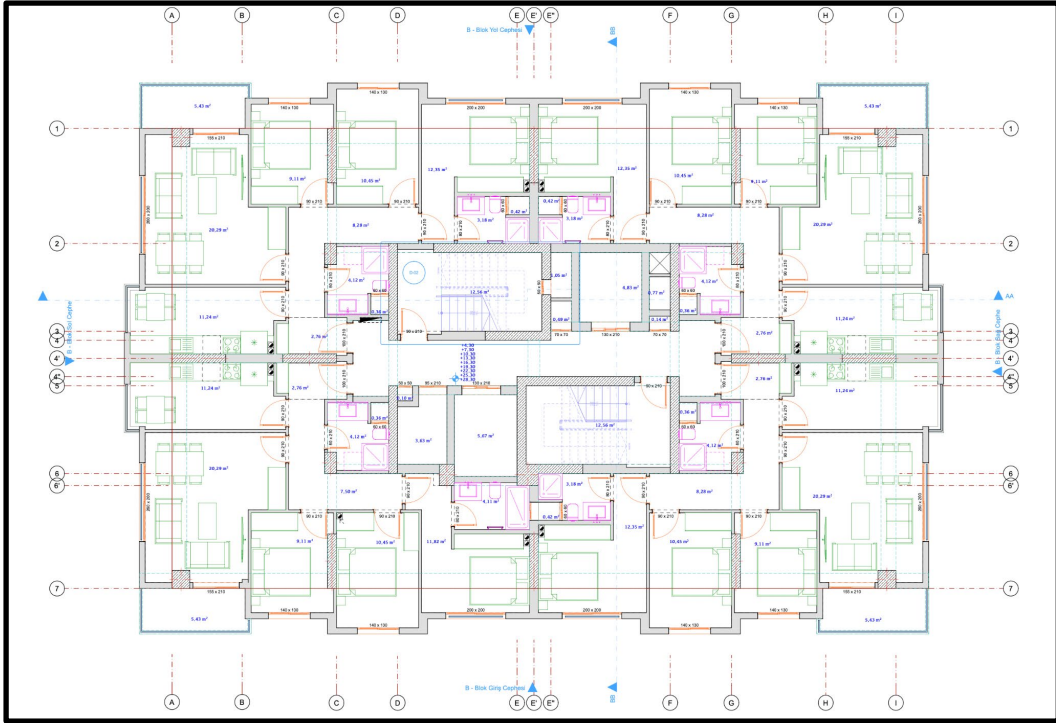


Şekil 36: Çekirdek tasarımı; a) eski, b) yeni (Dekomod Mimarlık 2022)
Figure 36: Core design; a) old, b) new (Dekomod Architecture 2022)

Şekil 37 ve Şekil 38 ile gösterilen normal kat planları incelendiğinde eski planda dairelerin ortalama 105 metrekare olduğu görülürken, yeni projede 100 metrekare olarak tasarlanmıştır. Bunun nedeni, ortak alanlara gelen yangın merdiveni, ilave asansör vb. gibi ek işlevler yüzünden dairelerin metrekare kaybederek küçülmek durumunda kalmasıdır.



Şekil 37: Yunuskent Sitesi normal kat eski planı (Dekomod Mimarlık 2022)
Figure 37: Yunuskent Apartments normal floor old plan (Dekomod Architecture 2022)



Şekil 38: Yunuskent Sitesi normal kat yeni planı (Dekomod Mimarlık 2022)
Figure 38: Yunuskent Apartments normal floor new plan (Dekomod Architecture 2022)

Deprem odaklı kentsel dönüşüm geçiren Yunuskent Sitesi daha önceden bodrum kat, zemin kat ve 7 kattan oluşurken, verilen emsal artışı ile birlikte bodrum kat, zemin kat ve 10 kat olmak üzere tasarlanmıştır. Binanın kat sayısının artmasına rağmen dairelerin küçülmesinin nedeni kentsel dönüşümün maliyetli olup mülk sahiplerinin bu dönüşümü sadece kendi imkanlarıyla yapamamasından kaynaklanmıştır. Emsal artışıyla verilen ilave katlar binanın yapımını üstlenen firmaya verilerek mülk sahiplerinin ödemesi gereken yapım maliyeti daha aza indirgenmiştir.

5. SONUÇLAR

Ülkemiz Alp – Himalaya deprem kuşağı üzerinde yer almaktadır ve aktif olan birçok fayı da içinde bulundurmaktadır. Bu da deprem gerçeğinin her an hayatımızda olduğunu göstermektedir. Deprem yapılar da hasar meydana getirmesine neden olan birçok çevresel etkenin yanı sıra, bölgesel ve mimari ölçekte yapı tasarımının da oldukça etkili bir rolü bulunmaktadır. Yapıların depreme karşı dayanıklı olup, en iyi şekilde depremi karşılamaları için uygulanacak kurallar ve alınacak önlemler yönetmeliklerce belirtilmiş olmasına karşın mimari plan ve uygulama hatalarına sıkça rastlanmaktadır.

Mimari plan etkenleri farklı düzlemler bakımından ele alındığında plandaki ve düşeydeki etkenler olarak iki başlıkta incelenmektedir. Yapının hangi fonksiyonlara sahip olacağı, ne amaçla kullanılacağı, kaç kişiye hizmet edeceği gibi sorularla başlanan merkez tasarımı, dolu-boş alanların dağılımı, kütlelerin şekli gibi kararların alındığı ve TBDY (2018)'de A1 burulma düzensizliği, A2 döşeme süreksizliği ve A3 planda çıkıntıların bulunması başlıkları ile ele alınan, yapının sağlamlığını etkileyen birçok etken, plandaki düzensizlikler kapsamında değerlendirilmektedir. Bunun yanı sıra deprem anında yapıların hasar görmesine neden olan ve TBDY (2018)'de B1 yumuşak kat, B2 zayıf kat, B3 taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği olarak ele alınan başlıkların yanı sıra kısa kolon oluşumu, katlar arası yükseklik farkı ve düşey kütle merkezinin konumu gibi başlıklar ile düşeydeki düzensizlikler incelenmektedir. Yönetmeliklerin belirttiği tüm kurallar uygulansa da yapıların deprem anında hasar almasına etki eden ve uygulama hatalarından kaynaklı olarak hasar alan birçok yapı bulunmaktadır. Uygun agrega kullanılmaması, kalitesiz beton kullanımı, hatalı uygulama

sonucu korozyona uğramış betonarme donatısı, birleşim yerlerinde gerekli uygulamaların yapılmaması ve işçilik hataları gibi uygulama hatalarının önüne geçilmesi depreme hazırlıklı yapılar oluşturmanın ilk basamaklarını oluşturmaktadır.

Deprem sonucunda ağır hasar almış ve kentsel dönüşüme girmiş olan Yunuskent Sitesi örneğinde görüldüğü gibi yönetmeliklerin gelişmesi ile günümüzde uygulanması gereken kurallar güncellenmiş olup daha dayanıklı ve depreme hazır yapılar oluşturulması hedeflenmiştir. Ancak Yunuskent Sitesi bodrum kat, zemin kat ve 7 kattan oluşurken deprem odaklı kentsel dönüşümlerde verilen emsal artışı sonucu bodrum kat, zemin kat ve 10 kat olmak üzere tasarlanmıştır. Ekonomik olarak mülk sahiplerini rahatlatıcı bir karar olsa da yaşanan önceki depremlerden hasar alan bir binayı daha da yükseltmek ve gerekli ulaşım ve altyapı ile ilgili çalışmaları yapmadan kentin yükünü artırma kararı almak gelecekte şehir bazında daha büyük sorunlara yol açabilme ihtimalini doğurmaktadır. Nüfus artışına paralel olarak gelişmeyen sosyal ve teknik altyapıya sahip alanlar herhangi bir afet durumunda toplanma alanlarının azlığına, müdahalenin zorlaşmasına ve bu nedenlerden ötürü yıkımın oldukça büyümesine neden olacaktır.

Ülkemizin aktif Alp – Himalaya deprem kuşağı üzerinde yer almasından dolayı deprem gerçeği ve buna bağlı olarak yaşanan depremler sonucu yeniden yapılanma süreci hayatımızın hep bir parçası olacaktır. Bu nedenle Yunuskent Sitesi'nin yeniden yapılanma sürecinin değerlendirilmesi gibi daha önceki süreçlerinden dersler alarak daha iyi bir planlama ile yaşanabilirlik kalitesi yüksek şehirler tasarlanmalıdır. 6 Şubat 2023'te Kahramanmaraş merkezli gerçekleşen ve 10 ili etkileyen 7.7 ve 7.6 Mw büyüklüğündeki iki deprem sonucu yıkılan ve hasar alan birçok binanın yeniden yapılandırılma süreçlerinde, tasarlama ve yapım aşamasında depreme hazır ve dayanıklı yapılar oluşturmak için yönetmeliğin belirttiği tüm kurallar uygulanmalı, farklı meslek grupları bir arada ve uyum içinde üst ölçekten bina ölçeğine kadar şehirlerin tekrar tasarlanması için düzenli ve planlı ilerleyen uzun soluklu bir çalışma yapılmalıdır. Depremin merkez üssü olan Kahramanmaraş ve diğer iller her zaman fay hattı üzerinde konumlanmış veya bu faylara yakın şehirler olacaktır. Bu nedenle gerçekleşen depremlerden ve sonrasında yeniden yapılanma süreçlerinden ders çıkararak bir daha bu denli bir yıkıma uğramamak için geniş kapsamlı tasarım ve planlama süreci ile birlikte yalnız mimari ölçekte değil tüm ölçeklerde detaylı araştırma ve analizler ile yapıların ve bununla birlikte de şehirlerin yeniden inşasının gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Çalışma kapsamında kullanılan verilerin elde edilmesinde katkısı bulunan TMMOB Mimarlar Odası İzmir Şubesi ve İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi gönüllülerinden oluşan hasar tespit komisyonuna, Dekomod Mimarlık'a ve Yunuskent Sitesi sakinlerinden olan Güven Çetiner'e, ayrıca yapıcı tavsiyelerde bulunan hakemlere ve Editöre teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

AFAD, 2023. 06.02.2023 Kahramanmaraş (Pazarcık ve Elbistan) depremleri saha çalışmaları ön değerlendirme raporu, T.C. İÇİŞLERİ BAKANLIĞI Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Erişim adresi: https://deprem.afad.gov.tr/assets/pdf/Arazi_Onrapor_28022023_surum1_revize.pdf.

Akçığ Z., Pınar R., Türk N., Akgün M., Özden G., Polat O.D., Özyalın Ş., Pamukçu O., Sındırgı P., Akdemir Ö., Kuruoğlu M., Arslan A.T., Göneç T., Gök E., Tunçel A., 2012. İzmir metropol alanında kentsel dönüşüme taban oluşturacak zemin çalışmaları, *TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası Jeofizik Bülteni*, 69-70-71, s. 76-79.

Akincitürk N., 2003. Yapı tasarımında mimarın deprem bilinci, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 8(3), 189-201.

Alyamaç K.E., 2016. Hazır beton mu? Yerinde dökme beton mu?, Kişisel İnternet Sitesi, Erişim adresi: <http://www.kealyamac.com/hazir-beton-mu-yerinde-dokme-beton-mu/>.

Arnold C., 1983. Building Configuration and Seismic Design, *Third South Pacific Regional Conference on Earthquake Engineering*, s.83-89.

Atabey V., 2019. Etriye nedir? Kolon içerisinde nasıl olmalıdır?, Erişim adresi: <https://volkanatabey.com.tr/etriye-nedir-kolon-icerisinde-nasil-olmalidir/>.

Balyemez S., 2003. Kentsel planlama ve tasarım değişkenlerinin deprem olgusu üzerinden irdelenmesi ve kentsel deprem davranışı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 191 s.

Balyemez S., Berköz L., 2005. Hasar görebilirlik ve kentsel deprem davranışı, *itüdergisi/a mimarlık, planlama, tasarım*, 4(1), 3-14.

BBC News Türkçe, 2020. Depremde yıkılan bir binanın anatomisi, YouTube, Erişim adresi: https://www.youtube.com/watch?v=gZpDh443K9Q&t=362s&ab_channel=BBCNewsT%C3%BCrk%C3%A7e.

Bingöl K., 2020. Depreme dayanıklı mimari tasarım aşamasında derin öğrenme ve görüntü sınıflama yöntemi ile burulma düzensizliği tespiti, Yüksek Lisans Tezi. Çankaya Üniversitesi, 95 s.

Celep Z., Kumbasar N., 2000. Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Beta Yayınevi, İstanbul.

Çağlayan M., Haberveren S., İpekoğlu B., Kurşun İ., 1999. Beton yapımında kullanılan agregaların özellikleri ve örnek bir kuruluş "İston", 2. Ulusal Kırmataş Sempozyumu'99, ISBN B.L6.0.KGM.O.63.O0.03/606.

Çetiner G., 2022. Yunuskent Sitesi fotoğrafları Güven Çetiner kişisel arşivi.

ÇŞİDB, 2020. 30 Ekim 2020 İzmir deprem afeti sunumu, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı İzmir İl Müdürlüğü.

Dekomod Mimarlık, 2022. Yunuskent Sitesi eski ve yeni projeleri Dekomond Mimarlık arşivi.

Demirkan E., 2012. Rijitliği değişen yapıların titreşimi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 79 s.

Doğan M., 2009. Betonarme yapılardaki deprem hasarlarına korozyonun etkisi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 22(1), 147-168.

Drazic J., Vatin N., 2016. The influence of configuration on to the seismic resistance of a building, *Procedia Engineering*, 165, 883 – 890.

Erdem H., 2016. Burulma düzensizliğinin betonarme yapı davranışına etkileri, *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 31(1), 459-468.

Ergün A., Yurtcu Ş., 2017. Yığma ve betonarme yapılarda deprem sonrası oluşan hasarların teknik analizi, *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, (1), 65-76.

Ersoy U., Ersoy A.A., 1992. Binaların deprem dayanımında mimarinin önemi, *Yapı Dergisi*, Yem Yayınları, 125, İstanbul, s. 58-69.

Ghobarah A., 2001. Performance-based design in earthquake engineering: state of development, *Engineering Structures*, 23(8), s. 878-884.

Gökçe M.V., 2002. Yapıların deprem etkisi altında strüktürel davranış biçimleri ve depreme dayanıklı yapılarda mimari tasarım ilkeleri üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, 195 s.

Guevara-Perez L.T., 2012. "Soft Story" and "Weak Story" in earthquake resistant design: a multidisciplinary approach. *15th World Conference on Earthquake Engineering 2012*. 38(1), 856-865.

Günaydın A., Gökdemir H., 2021. Perdelerin depreme dayanıklı yapı tasarımında etkisi, *ESOGÜ Müh Mim Fak Dergisi*, 29(3), 381-395.

Işık E., Özdemir M., 2017. Normal kat yüksekliğinin farklı olması durumunda yapı performansının incelenmesi, *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6(1), 98-106.

KRDAE, b.t.. Depremle ilgili teknik bilgiler, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Erişim adresi: <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/bilgi/depremedir/index.htm>.

Kırtel O., 2023. 1975 Deprem Yönetmeliğinden beri yapılması zorunlu olan birleşelim bölgesinde kolon etriyesinin devamı uygulamasını yeni yapılarda da görmemek, Twitter, @okirtel, Erişim adresi: <https://twitter.com/okirtel/status/1626639136571420673>.

Öztürk O., Aksoylu C., Arslan M.H., 2015. Çerçeve türü betonarme binalarındaki taşıyıcı sistemşn düşey elemanlarının süreksizliği üzerine bir irdeleme, Uluslararası Burdur Deprem ve Çevre Sempozyumu, Burdur.

TBDY, 2018. Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/03/20180318M1-2.htm>.

THBB, b.t.. Agregas, Türkiye Hazır Beton Birliği, Erişim adresi: <https://www.thbb.org/teknik-bilgiler/agrega/>.

TMMOB MO ve İMO İzmir Şb., 2023. Hatay hasar tespit komisyonu fotoğraf arşivi, TMMOB Mimarlar Odası İzmir Şubesi ve İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi.

Toptaş E., 2020. Doğanlar Apartmanı niye çöktü? İzmir depreminin ortaya koyduğu ağır hasar!, Habertürk, Erişim adresi: <https://www.haberturk.com/son-dakika-izmir-de-deprem-doganlar-apartmani-niye-coktu-haberler-2854088>.

Tunaboyu O., 2017. Kısa kolon oluşumuna neden olabilecek boşluksuz dolgu duvarlı betonarme çerçeve davranışının analitik ve deneysel yöntemlerle irdelenmesi, Doktora Tezi, Eskişehir Anadolu Üniversitesi, 243 s.

Ulusoy Ö., Güven S., 2019. Betonarme yüksek yapıların TDY'ne göre plan düzensizliklerinin örnek yapılarla. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 38(2), 5-14.

Uyandirmaservice, 2023. Diyarbakır'ın Bağlar ilçesinde bir bina, Instagram, @uyandirmaservice, Erişim adresi: <https://www.instagram.com/p/Co0JQwQsm5G/>.

Ünay A.İ., 2002. Tarihi yapıların depreme dayanımı, Ankara: ODTÜ Mimarlık Fakültesi Basım İşbirliği, İstanbul.

Ürer M., 2022. İzmir depreminde yıkılan Doğanlar Apartmanı davasının gerekçeli kararı açıklandı, Anadolu Ajansı, Erişim adresi: <https://www.aa.com.tr/tr/gundem/izmir-depreminde-yikilan-doganlar-apartmani-davasinin-gerekceli-karari-aciklandi/2641423>.

Yılmaz G., Umu S.U., 2017. Yapılarda hasar, Bilecik Üniversitesi, Erişim adresi: <http://w3.bilecik.edu.tr/insaat-en/wp-content/uploads/sites/118/2017/10/5-YAPILARDA-HASAR-BETONARME-YAPI-HASARLARI.pdf>.

Yurtseven B., 2021. Yapı düzensizlikleri, Opus Tasarım, Erişim adresi: <https://opustasarim.com/blog-bilgilendirme/f/yap%C4%B1-d%C3%BCzensizlikleri>.

ARAŞTIRMA VERİSİ (*Research Data*)

Çalışma kapsamında kullanılan veriler TMMOB Mimarlar Odası İzmir Şubesi ve İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi gönüllülerinden oluşan hasar tespit komisyonundan, Dekomod Mimarlık'tan ve Yunuskent Sitesi sakinlerinden olan Güven Çetiner'den alınmıştır.

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*): I.Ö., N.K.
- Literatür araştırması (*Literature research*): I.Ö., N.K.
- Saha çalışması, veri temini/derleme (*Fieldwork, collection/compilation of data*): I.Ö.
- Verilerin işlenmesi/analiz edilmesi (*Processing/analysis of data*): I.Ö.
- Şekil/Tablo/Yazılım hazırlanması (*Preparation of figures/tables/software*): I.Ö., N.K.
- Bulguların yorumlanması (*Interpretation of findings*): I.Ö., N.K.
- Makale yazımı, düzenleme, kontrol (*Writing, editing and checking of manuscript*): I.Ö., N.K.