

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

RİSKLİ YAPILARIN RİSK DURUMLARININ GÖZLEMSEL ANALİZ İLE TESPİTİ

Safa Cihan HACIMUSTAFAOĞLU¹¹ İnşaat Mühendisliği, Mühendislik Fakültesi, İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Turkey
safachmo@gmail.com, ORCID NO: 0000-0003-0644-588XMehmet Fatih ALTAN²² İnşaat Mühendisliği, Mühendislik Fakültesi, İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Turkey
mehmetaltan@aydin.edu.tr, ORCID NO: 0000-0003-0961-0115Sepanta NAİMİ³³ İnşaat Mühendisliği, Mühendislik Fakültesi, İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Turkey
sepantanaimi@aydin.edu.tr, ORCID NO: 0000-0001-8641-7090

Geliş Tarihi/Received Date: 18.07.2020 Kabul Tarihi/Accepted Date: 28.08.2020

Özet

Türkiye konumu itibari ile aktif deprem kuşağında yer almaktadır. Depreme karşı yapıların güvenliği önem arz etmektedir. Riskli yapıların tespit edilmesi ve depreme karşı dayanıklı hale getirilebilmesi gerekmektedir. Aynı zamanda deprem sonrası yapıların hızlı kullanımı, risk durumlarının analizi için hızlı tarama yöntemleri bulunmaktadır. Türkiye'de deprem sonrasında ağır hasar tespit çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalarda kullanılan yöntemlerden eğilme ve kesme hasarları tespit çalışmalarında ön plana çıkmaktadır. Hızlı tarama yöntemleri ve deprem sonrası ağır hasar tespit çalışmalarında kullanılan yöntemlerden yararlanarak, bir yapı üzerinde gözlemsel analiz yapılması amaçlanmıştır. Bu analiz kapsamında incelenen yapı İstanbul ili Kadıköy İlçesinde bulunmakta olup 1991 yılında inşa edilmiştir. Yapının risk durumunu tespit edebilmek için gözlemsel analizi yapılmış ve riskli olduğu kanaatine varılmıştır. Deprem sonrası hasar tespit çalışmalarının riskli yapıları tespit için kullanılabileceği, bu şekilde hızlı ve ekonomik tespitlerin yapılabileceği anlaşılmıştır. Riskli yapıların tespit edilmesi yönetmeliklerine hızlı tarama yöntemleri ve deprem sonrası hasar tespit çalışmalarında kullanılan yöntemlere uygun revizyon ve eklemeler yapılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gözlemsel Analiz, Riskli Yapı, Betonarme Taşıyıcı Elemanlar, Deprem.

DETERMINATION OF RISK CONDITIONS OF RISKY STRUCTURES BY OBSERVATORY ANALYSIS

Abstract

Turkey in terms of location, is located in an active earthquake zone. The safety of buildings against earthquakes is important. Risky structures need to be identified and made resistant to earthquakes. There are also rapid screening methods for rapid use of post-earthquake structures and analysis of risk situations. Heavy damage

assessment is made after the earthquake in Turkey. The original methods used in these studies were used. Bending and shearing damages are prominent in the detection work. It is aimed to make observational analysis on a structure by making use of the fast scanning methods and the methods used in heavy damage assessment studies after the earthquake. The structure examined within the scope of this analysis is located in Kadıköy District of Istanbul and was built in 1991. To determine the risk situation of the building, an observational analysis was made and it was concluded that it was risky. It has been understood that post-earthquake damage assessment studies can be used to detect risky structures, so that fast and economical determinations can be made. It is recommended to make fast revision methods for the determination of risky structures and to make revisions and additions in accordance with the methods used in post-earthquake damage assessment studies.

Key Words: Observational Analysis, Risky Structures, Reinforced Concrete Bearing Elements, Earthquake

1. GİRİŞ

Türkiye, Avrupa ve Asya kıtalarının birleştiği, etrafı üç denizle kaplı bir konuma sahiptir. Avrupa'nın hatta dünyanın en aktif deprem fayları bu konumda bulunmakta olup; yerleşim alanlarının fay hatlarına yakın olması büyük bir tehlike oluşmasına neden olmaktadır. Özellikle nüfusunun çoğunluğunun yaşamış olduğu İstanbul ve etrafındaki şehirlerde son zamanlarda sık sık meydana gelen depremlerden kaynaklı olarak can güvenliği endişesi artmıştır. Can güvenliğinin korunabilmesi için riskli yapılara yönelik ve depreme karşı alınacak önlemler tartışılmaya başlanmıştır. 1999 Kocaeli Depremi'nin ardından, büyük bir depremin beklendiği ve yoğun nüfusundan kaynaklı can kaybının yüksek olabileceği İstanbul'a ve çevresine yönelik çalışmalar başlatılmıştır (Bal, 2005). Yoğun bir nüfusun yaşadığı ve eski yerleşim bölgesi olmasından kaynaklı olarak 2000 yılından itibaren yapılarda güçlendirme, yenileme çalışmaları başlamış ancak maliyet ve zamandan kaynaklı olarak kısa sürede sekteye uğramıştır (Bal, 2005).

Riskli yapıların tespit edilebilmesi, depreme karşı yapıların güvenli hale getirilebilmesinde önem arz etmektedir. Türkiye bu çalışmaların bir çerçeve kapsamında hızlı ve etkili yapılabilmesi için çalışmalar yapmış bu çalışmaları Kentsel Dönüşüm çatısı altında toplamıştır. 1999 Marmara depremine kadar yapılan önlemler ve çalışmalar haricinde kentsel dönüşüm kavramı bu tarihten sonra Türkiye gündemine girmiştir (Olbak ve Naimi, 2016) (Görgülü, 2014). Bu tarihten itibaren tedbir ve düzenleme amaçlı kanunların yanı sıra 2012 Mayıs ayında 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun yürürlüğe girerek, Kentsel Dönüşümün çerçevesini belirleyen kapsamlı bir kanun çıkartılmıştır (Daşkiran ve Ak, 2015). Bu kanunun amacı afet riski altındaki alanlar ve riskli yapıların bulunduğu arazi ve arsalarda fen, sanat norm ve standartlarına uygun olarak güvenli ve sağlıklı yaşam çevrelerini teşkil edebilmek için, yenileme, iyileştirme ve tasfiye gibi işlemlere dair usul ve esasları belirlemektir (Anonim,2012). Kentsel dönüşüm ve riskli yapıların yapılmasında esas alınan üst kanundur (Naimi ve Kaya, 2019).

Türkiye'de riskli yapıların tespit edilmesinde 6306 sayılı kanuna binaen çıkartılan ve Türkiye deprem yönetmeliğinden (TBDY,2018) esinlenerek hazırlanan, RYTEİE 2019 (RYTE,2019) yönetmeliği bulunmaktadır. Bu yönetmelik yapıların risk durumlarının nasıl tespit edilebileceğine yönelik standardı düzenlemektedir.

Deprem sonrası hasar tespitinin çok hızlı yapılması gerekmektedir. Riskli yapıların tespit edilmesinde birçok metod ve yöntem kullanılmaktadır. Özellikle bu metodlar deprem sonrası hasar tespitlerinde kullanılmaktadır. Genellikle riskli yapıların göçme riskinin saptanmasının hızlı tespit edilebilmesi için kullanılan yöntemlerdir (Altınar,2008). Kanada Sismik Tarama Yöntemi (Altınar,2008), Japon Sismik İndeks Yöntemi (Japan,1990), Sokak Tarama Yöntemi (Fema 154,1988) (Fema 155,1988), P25 Yöntemi (Bal, İ.E. ve ark. (2007), Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi (Boduroğlu ve Çağlayan, 2007) (Naimi ve Çelikağ, 2010) geliştirilen bazı yöntemlerdir. Bu yöntemler dikkate alınarak sayısal veriler kullanılmadan gözlemsel analiz verileri incelenmiştir.

Bu makalede, betonarme taşıyıcı elemanlar da deprem sonrası gelişecek hasarların düzeyleri aktararak, örnek bir yapının genel bilgileri verilecek ve örnek yapıda gözlemsel analiz yapılacaktır. Betonarme taşıyıcı elemanlarda deprem sonrası gelişecek hasar tipleri dikkate alınarak, yapılan gözlemsel analiz sonucu karşılaştırılacaktır

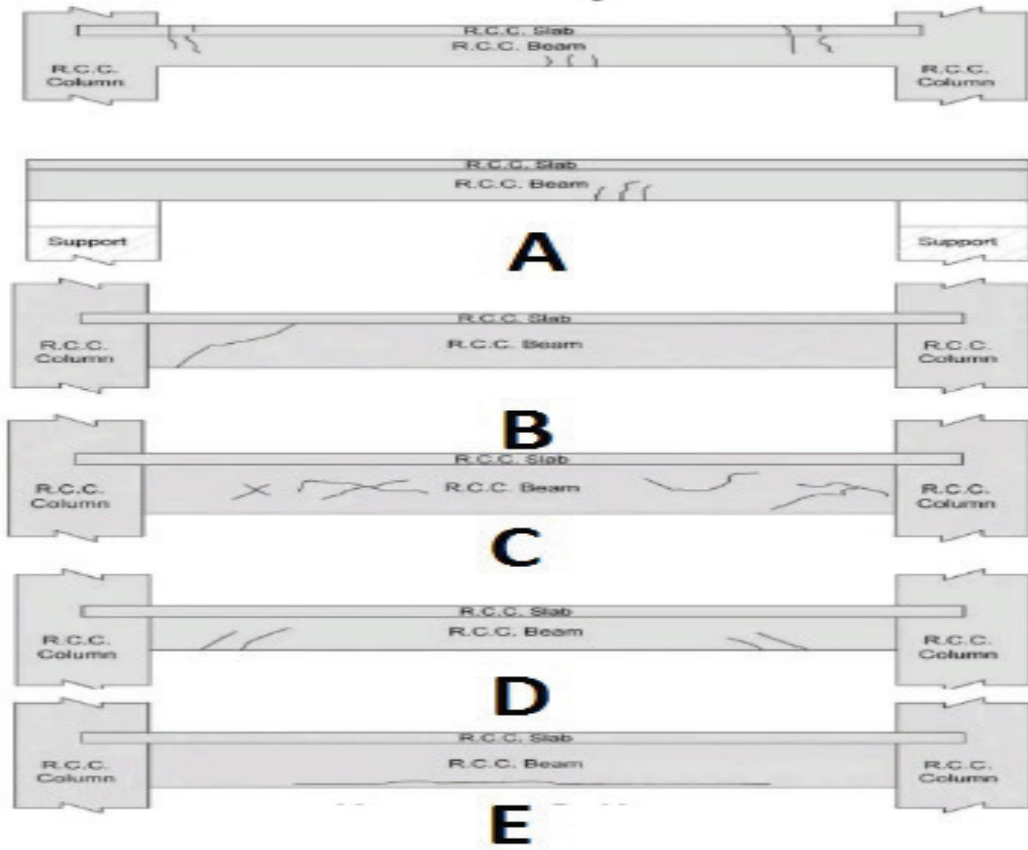
2. BETONARME TAŞIYICI ELEMANLARDA HASAR DURUMLARI

Deprem tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de yapılara zarar verebilmektedir. Özellikle betonarme yapıların tasarımında deprem sonrası hasar almaması, hasar durumunda ise içindeki canlıyı tahliye edebilecek şekilde ayakta kalması beklenmektedir. Betonarme binaların deprem sonrası kullanıma uygunluğunun kontrollerinin hızlı bir şekilde yapılmalıdır. Türkiye’de, İstanbul’da olası bir depremde yapı stoğu ve nüfustan kaynaklı olarak hasar tespitlerinin hızlı yapılması gerekmektedir. Türkiye’de olmuş depremler neticesinde yapılan gözlem ve araştırma ile hasar tespit çalışmalarında hasar nedenleri üç gruba ayrılabilir (Yüksel, 2008). Bunlar;

- Donatı işleme hataları (sargıların yetersiz olması, yetersiz ve yanlış kenetlenme vb.)
- Projelendirme Hataları (Rijitlik dengesizliği, kısa kolan, kolon kiriş boyutlarında hatalar, kolon kiriş yerleşimleri vb.)
- Yapımdan kaynaklı hatalar (Malzeme yetersizliği, işçilik hataları, soğuk derz oluşumu vb.)

sıralanmaktadır. Zeminden kaynaklı hatalar olsa da genel olarak yapısal hatalar ön plana çıkmaktadır.

Betonarme binalarda eğilme ve kesmeden kaynaklı hasarlar oluşmaktadır. Bu hasarlar çatlak, kabuk atması vb. olarak karşımıza çıkmaktadır. Şekil-1 de taşıyıcı eleman kirişlerde oluşan çatlaklar görülmektedir.

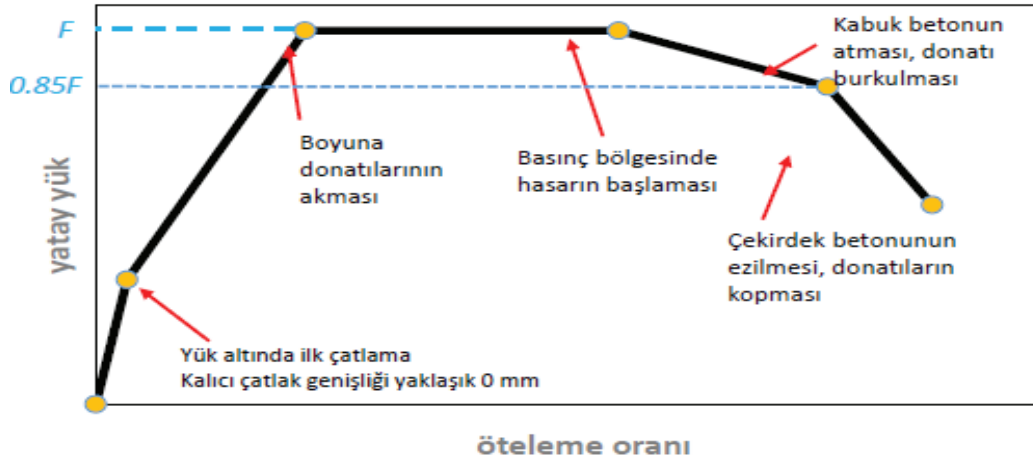


Şekil 1. Kirişlerde Farklı Çatlak Tipleri (Aydın,2019)

A: Eğilme Çatlağı, **B:** Burulma Çatlağı, **C:** Rötire Çatlağı, **D:** Kesme Çatlağı, **E:** Korozyon Çatlağı

Şekil-1 de görülen eğilme ve çekme çatlakları, basınç ve çekme kuvveti dolayısıyla oluşmaktadır. Betonarme elemanlar beton ve demirden oluşmakta olup; Betonun basınç dayanımı çekme dayanımından çok daha fazladır. Çekme kuvvetinden kaynaklı olarak beton çekme kuvvetini taşıyamaz ve betonda kesme kuvvetine dik yönde çatlak oluşur, bu çatlağa eğilme çatlağı denilmektedir. Kesme çatlağı ise, kayma gerilmesini betonun çekme dayanımı düşük olduğundan taşıyamaması neticesinde Şekil-1 de de görüldüğü gibi 45° lik bir açı ile çatlak oluşur, bu çatlağa kesme çatlağı denir. Bu çatlaklar betonun çekme etkisi altında yük almayı yükü donatıya aktardığını göstermektedir.

Kolonlarda hasara neden olan birçok faktör bulunmaktadır. Ancak dört temel hasar öncelikli incelenmesi gereken hasarlar olabilmektedir. Bunlar kısa kolon, zayıf-kolon/güçlü kiriş, eğilme ve kesme hasarlarıdır (Aydın,2019). Kolonlarda yine korozyondan kaynaklı hasarlar ve işçilik hatalarından kaynaklı betonun segregasyonu neticesinde donatının korozyona karşı korunamaması da etkili olmaktadır. Kolonlarda bir diğer etkili olan çatlaklar ise basınç kırılmalarıdır.



Şekil 2. Eğilme Hasarının Gelişimi

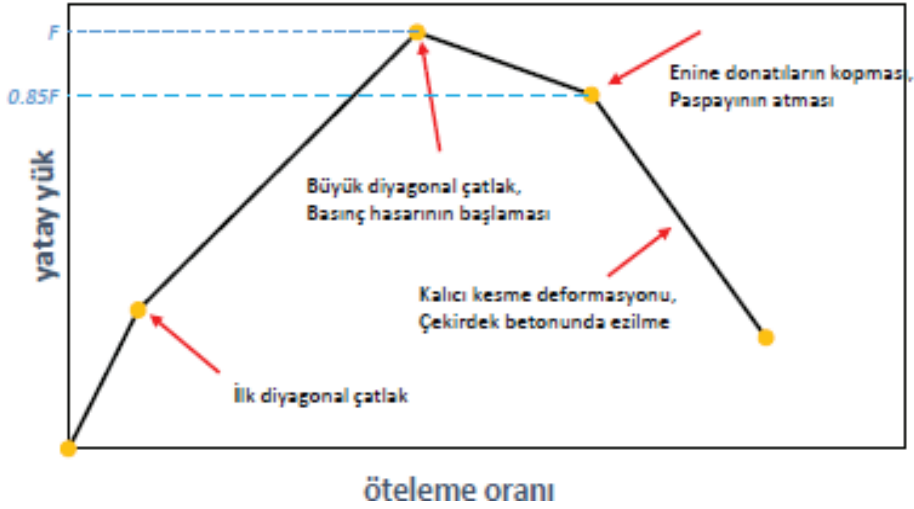
İlki ve arkadaşları (2015) betonarme yapılarda deprem sonrası hasar belirlenmesinde hasarın eğilme ve kesme hasarı üzerinden tespit edilmesine yönelik çalışma yapmışlardır. Yaptıkları çalışmada eğilme hasarının gelişimini Şekil-2 de görüldüğü üzere hasarın artma sıralamasını;

- Betonda ilk çatlama
- Donatının akması
- Kabuk betonunda ezilme başlangıcı
- Kabuk betonun atması
- Basınç donatılarının burkulması
- Çekirdek betonun ezilmesi

olarak tanımlamışlardır. Kesme hasarının gelişimini ise Şekil-3 de görüldüğü üzere hasarın atma sıralamasını;

- Betonda ilk çatlama
- Enine donatıların akması
- Basınç bölgesinde ezilme
- İlk çatlağın çok büyümesi, kabuk atması
- Enine donatıların kopması
- Boyuna donatılarda büyük kesme deformasyonu

Olarak tanımlamışlardır.



Şekil 3. Kesme Hasarının Gelişimi

Betonarme binalarda korozyon etkisinin deprem sonrası hasar görmüş yapılarda yapılan çalışmalar neticesinde büyük çoğunlukla su ve nemden kaynaklı olduğu ve hasarın oluşmasında en önemli etken olduğu anlaşılmıştır (Tekin,2010). Yapılan çalışmalarda yıkılan betonarme yapıların %67'sinin korozyon etkisi ile yıkıldığı tespit edilmiş, korozyon etkisinin özellikle yer altı yapı elemanı olan temel ve bodrumda fazla olduğu görülmüştür (Tekin, 2010).

3. GÖZLEMSEL ANALİZ

İstanbul ili, Kadıköy ilçesinde incelenmiş olan yapı 1991 yılında yapılmaya başlanarak aynı yılda tamamlanmıştır. Yapının mimari ve statik projesi yoktur. Yapı bodrum +zemin + 3 normal kat toplam 5 kattan oluşmaktadır. Yapı betonarme olarak yapılmıştır. Yapı işyeri ve konut olarak kullanılmaktadır.

Gözlemsel analiz olarak ilk etapta yapının rölevesi; dış çevresi, kat yükseklikleri, kolon, kiriş ebatları, aks mesafeleri, ölçülerek çizilmiştir. Yapıda 12 adet kolon bulunmaktadır. Kolon ebatları genel olarak 25*40,25*50 cm ebatlarındadır. Yapıdaki kirişler 20*50 cm ebatlarındadır. Kolonların yerleşimi X ve Y yönlerinde aks mesafeleri farklılık göstermektedir. Yapının döşeme sistemi plak, kalınlığı 12 cm'dir. Yapının dış çevresinde X yönünde 3 adet, Y yönünde 4 adet kolon bulunmaktadır. Aks mesafeleri dış çevre kolonlarda X ekseninde 4,95 – 3,18m, Y ekseninde 5,15-2,70-4,55m'dir.

İnceleme esnasında;

- Yapı parselde tek ve bir cepheden bitişik olduğu,
- Betonun el ile döküldüğü bildirilmiş olup, kalıp işçiliğinin tüm katlardaki kolonlar arasında fark olmadığından iyi olduğu,

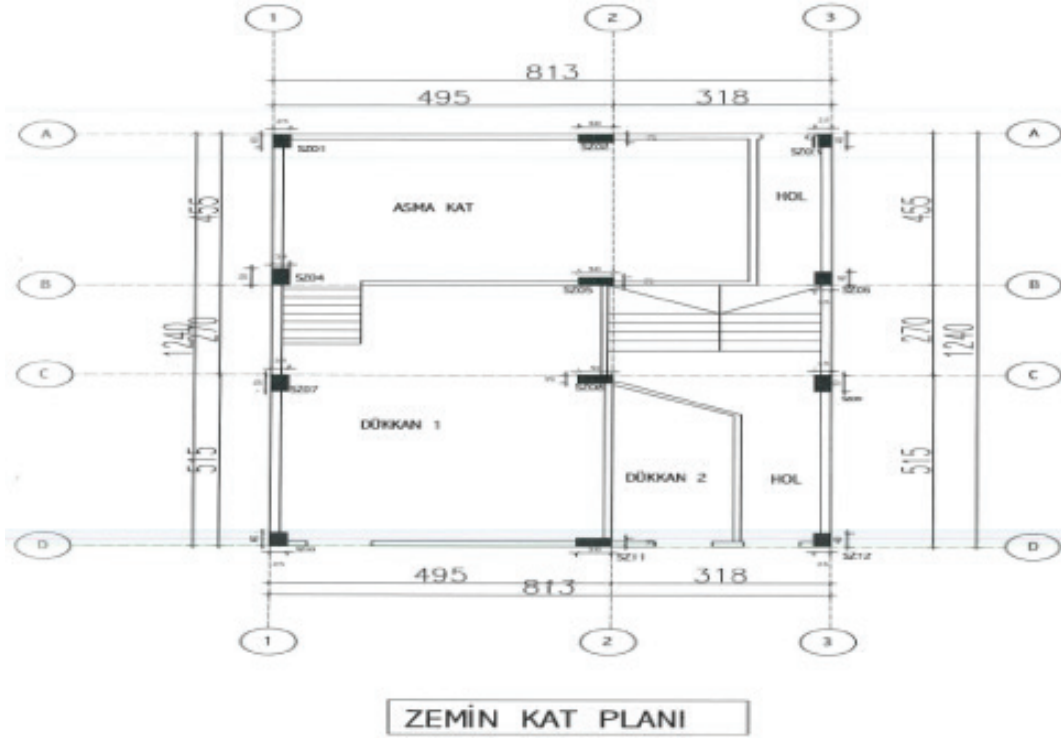
- Kolon, kirişlerin aks mesafeleri, ebatları temelden başlayıp bitime kadar aynı kaldığı,
- Kolon ve kirişlerin uygun bir yerleşim içinde olduğu,
- Resim-1'de olduğu gibi yapısal elemanların dış betonun da soyulmalar ve dökülmeler olup donatının açığa çıktığı



Şekil 4. Kolon ve Kirişlerde Kabuk Atması ve Donatı Korozyon Durumu

- Dökülen betonların el ile ufalanabildiği,
- Şekil-4'te açığa çıkan donatılar da korozyon olduğu,
- Kolon, kirişler de eğilme ve kesme çatlakları görüldüğü, tüm katlarda sıva çatlağı olduğu,
- Duvarlarda çatlaklar olduğu,
- Yapıda bölme duvarların 15 cm, dış cephe duvarların 20 cm olduğu,
- Katların mimari açıdan farklılıklar gösterdiği, gözlenmiştir.

Resim 1'de inceleme katı, zemin kat rölöve çizimi verilmiştir.



Resim 1. Zemin Kat Rölöve Çalışması Çizimi

4. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Türkiye deprem kuşağının olduğu ve sık depremlerin yaşandığı bölgede yer almaktadır. Özellikle en yoğun nüfusunun yaşamış olduğu ve en büyük şehri olan İstanbul ve çevresinde büyük bir deprem beklenmektedir. Eski bir yerleşim olmasından kaynaklı olarak İstanbul ve çevresinde yapı stoku eski olup birçok deprem görmüş özellikle 1999 Marmara depremini yaşamıştır. Deprem esnasında tüm yapılar büyük bir yük etkisine maruz kaldığından hasarlar meydana gelmektedir. Bu hasarlar çoğu yapıda deprem sonrası kullanıma izin verebilmektedir. Ancak bir sonraki depreme karşı içindeki canlıyı tahliye edebilecek düzeyde ayakta kalabileceği şüphelidir.

Türkiye’de deprem sonrasında hasar tespit çalışmaları yapılmaktadır. Bu hasar tespit çalışmaları en doğru şekilde ve en hızlı biçimde yapılması gerektiğinden pratik yöntemler olduğu görülmektedir. Deprem sonrası hasar çalışmalarında eğilme ve kesme hasarlarının ön plana çıktığı ve değerlendirmeye esas alındığı görülmektedir. Bu yöntemler sayesinde ekonomik ve zaman açısından fayda sağlandığı bilinmektedir.

Gözlemsel analiz neticesinde; Yapının yapıldığı tarihte dikkate alınarak yapıda taşıyıcı elemanların boyutları, konumları, dış cephe durumu, çevre ile olan ilişkisi ilk etapta incelenmiştir. Mimari, statik projesinin olmadığı anlaşılmıştır. Ayrıca işçilik bakımından bodrumdan aynı ebat ve konumda taşıyıcı elemanların bitime kadar tamamlanması dikkat çekmektedir ancak el ile beton dökülmesi önem arz etmektedir. Yapının inceleme

yılı olan 2020' den önce deprem görmesinden kaynaklı oluşabilecek; Eğilme ve kesme hasarının belli olduğu çatlaklar, sıva çatlakları, korozyon, su sızıntısı, betonda dökülme, ufanma gözlemiştir. Deprem sonrası yıkılan binaların %67'sinde korozyon etkisinin olduğu, Şekil-1, Şekil-2 ve Şekil-3 dikkate alınarak yapılan gözlemsel analiz kapsamında yapının riskli olduğu düşünülmüştür.

Bu çalışmada, deprem sonrası binalardaki inceleme yöntemlerinden faydalanılarak bir yapının risk durumu tespit edilmeye çalışılmıştır. Deprem sonrası hasar tespitlerinde kullanılan yöntemler kullanılarak gözlemsel analiz yapılan yapının riskli olduğu anlaşılmıştır.

5. ÖNERİLER

Analizler kapsamında riskli yapıların tespit edilmesinde, deprem sonrası hasar tespit çalışmasında kullanılan yöntemlerin kullanılması ve bu sayede hızlı ve ekonomik tespitlerin yapılabileceği anlaşılmaktadır. Riskli yapı yönetmeliklerinin, hızlı tarama yöntemleri ve deprem sonrası hasar tespit çalışmaları da dikkate alınarak riskli yapıların daha hızlı tespit edilebilmesi için revizyon ve eklemeler yapılması önerilmektedir.

6. KAYNAKÇA

Altın, M. 2008. Deprem Etkisindeki Binaların Göçme Riskinin Saptanması İçin Hızlı Değerlendirme Yöntemleri, Yükseköğretim Kurumu Eylül 2008, Ankara.

Anonim. 2012. Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun, Resmi Gazete, Sayı:28309, Ankara.

Aydın, E. 2019. Taşıyıcı Sistem Çatlakları, 24/05/2020 Tarihinde <https://www.emirhanaydin.com.tr/2019/09/tasiyici-sistem-catlaklari.html> adresinden alınmıştır.

Bal, İ. E. 2005. Deprem Etkisindeki Betonarme Binaların Göçme Riskinin Hızlı Değerlendirme Yöntemleri İle Belirlenmesi, Yükseköğretim Kurumu, Ankara.

Bal, İ.E., S.S. Tezcan ve G.F. Gulay. 2007. Betonarme Binaların Göçme Riskinin Belirlenmesi İçin P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemi, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul.

Boduroğlu, H.M. ve P. Ö. Çağlayan. 2007. Mevcut Yapıların Değerlendirilmesinde Bir Tarama Yöntemi, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 16-20 Ekim 2007, İstanbul.

Daşkiran F. ve D. Ak. 2015. 6306 Sayılı Kanun Kapsamında Kentsel Dönüşüm, Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi- Cilt:13 Sayı:3

FEMA 154. 1988. "Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook" Federal Emergency Management Agency, Washington D.C., USA.

FEMA 155. 1988. "Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: Supporting Documentation" Federal Emergency Management Agency, Washington D.C., USA.

Görgülü, Z. 2014. Kentsel Dönüşüm ve Ülkemiz, 1. TMMOB İzmir Kent Sempozyumu 06 Haziran 2014, sayfa 771.

İlki, A., C. Demir, M. Cömert. 2015. Betonarme ve Yığma Yapılarda Deprem Sonrası Hasar Değerlendirme, 24/05/2020 Tarihinde <http://imoistanbul.org/imoarsiv/2015seminernotlari/2015-kasim/2015-12-10-alper-ilki/alper-ilki-notlar.pdf> adresinden alınmıştır.

Japan. 1990. Standard for Evaluation of Seismic Capacity of Existing Reinforced Concrete Buildings (1990). Japan Building Disaster Prevention Association, Tokyo.

Naimi, S. ve M. Celikag. 2010. Problems of Reinforce Concrete Building Construction in North Cyprus. Proceedings of the 12th International Conference on Inspection Appraisal Repairs and Maintenance of Structures, Vols 1 and 2.

Naimi, S. ve S. Kaya. 2020. Betonarme Yapıların Çelik Çapraz Elemanlar ile Güçlendirilmesi. AURUM Journal of Engineering Systems and Architecture, 3 (2), 191-204.

Olbak, M. ve S. Naimi. 2016. Kentsel Dönüşüm Uygulanmış 5 Katlı İki Yapı Örneğinin Deneysel Verileri Kullanılarak Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemleri ile Güçlendirme Sonuçlarının İrdelenmesi, İstanbul.

Tekin, Ç. 2010. Deprem Güvenliğinde Temellerin Suya Karşı Yalıtımının Önemi, Yapı Fiziği ve Sürdürülebilir Tasarım Kongresi, İstanbul.

Yüksel, İ. 2008. Betonarme Binaların Deprem Sonrası Acil Hasar Değerlendirmesi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.