

## Hatay İli Antakya Merkezde Yarı Kırsal Bölgede 6 ve 20 Şubat 2023 Depremlerinin Etkisi

Selen AKTAN<sup>1\*</sup>, Fatih YONAR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye*

*Geliş: 29.04.2024, Kabul: 07.06.2024, Yayınlanma: 03.10.2024*

### ÖZ

6 Şubat 2023 tarihinde Doğu Anadolu Fayı üzerinde meydana gelen merkez üssü Kahramanmaraş ve Gaziantep olan depremler, geniş bir alanı etkileyerek çok büyük bir yıkıma yol açmıştır. 20 Şubat 2023 tarihinde ise Hatay'da gerçekleşen deprem mevcut hasarı daha da arttırmıştır. Bu çalışmada Mart 2023 tarihinde Hatay ili Antakya merkeze bağlı yarı kırsal iki bölgesinde yapılan hasar tespit çalışmasının gözlemsel verileri incelenmiştir. Hasar tespiti yapılan yapılarda yaygın olarak donatı hasarları, beton kusurları ve yapıların düzensizlik durumlarından dolayı oluşan hasarlar gözlemlenmiştir. Özellikle etriye aralıklarının uygun olmadığı, sıklaştırma yapılmadığı, çiroz donatısının hiç kullanılmadığı, donatılarda ciddi oranda korozyon oluştuğu ve taşıyıcı sistemlerde bazı düzensizlik durumlarının bulunduğu görülmüştür. Bu yapıların birçoğunun mühendislik hizmeti almamış olduğu ve bundan dolayı çok temel kuralların dahi yapılarda uygulanmamış olduğu tespit edilmiştir. Ülkemizde 1975 yılından itibaren günümüze kadar yürürlüğe girmiş olan deprem yönetmeliklerindeki bu parametreler incelenerek yapılarda gözlemlenen durumlar ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, yürürlüğe girmiş son 4 deprem yönetmeliğindeki incelenen parametrelerin sınır değerlerinin oldukça yeterli olduğu ancak bu kuralların uygulanmamış olduğu ve bu yapılarda hasar oluştuğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Deprem; Hasar tespit; Hatay; Deprem yönetmelikleri

## The Effect of the 6 and 20 February 2023 Earthquakes in the Semi-Rural Region in Hatay, Antakya

### ABSTRACT

The earthquakes occurred on the Eastern Anatolian Fault on February 6, 2023, with the epicenter in Kahramanmaraş and Gaziantep, affected a wide area and caused huge destruction. The earthquake that occurred in Hatay on February 20, 2023 further increased the existing damage. In this study, the observational data of the damage assessment carried out in two semi-rural regions of Antakya, Hatay in March 2023 were examined. Reinforcement damages, concrete defects and damage caused by irregularities of the structures were commonly observed in the structures. In particular, it was observed that the lateral reinforcement was inappropriate, serious corrosion occurred in the reinforcement, and there were some irregularities in the load-bearing systems. It has been determined that many of these structures have not received engineering services and therefore even very basic rules have not been applied in the structures. These parameters in the seismic codes that have been in force in our country since 1975 have been examined and evaluated by comparing with the situations observed in the buildings. As a result, it was seen that the

limit values of the examined parameters in the last 4 seismic codes were quite sufficient, but these rules were not implemented and damage occurred in these structures.

**Keywords:** Earthquake; Damage assessment; Hatay; Seismic codes

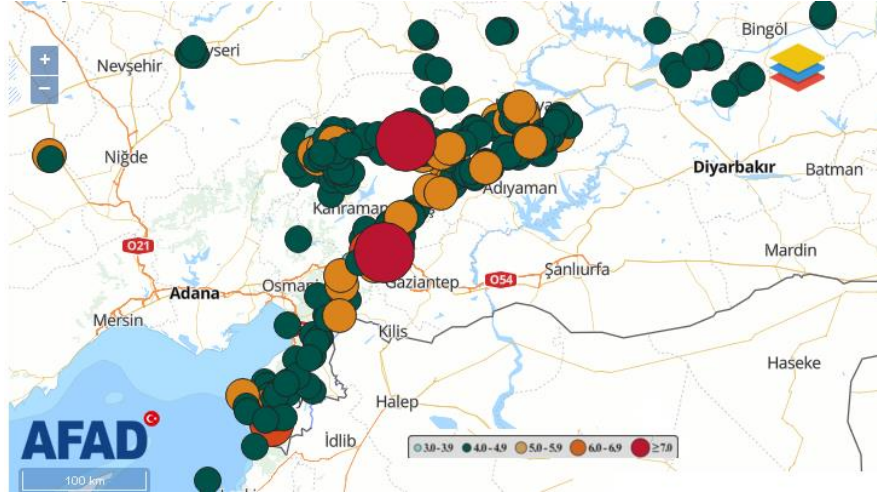
## 1. GİRİŞ

6 Şubat 2023 tarihinde saat 04.17’de merkez üssü Kahramanmaraş-Pazarcık olan  $M_w=7.7$  büyüklüğünde, saat 04.28’de merkez üssü Gaziantep-Nurdağı olan  $M_w=6.6$  büyüklüğünde ve aynı gün saat 13.24’te merkez üssü Kahramanmaraş-Elbistan olan  $M_w=7.6$  büyüklüğünde yıkıcı depremler meydana gelmiştir. Bu depremlerden 2 hafta sonra 20 Şubat 2023 tarihinde saat 20.07’de merkez üssü Hatay-Samandağ olan  $M_w=6.4$  büyüklüğünde bir deprem daha yaşanmıştır. Bu depremler Adana, Adıyaman, Diyarbakır, Elazığ, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Kilis, Malatya, Osmaniye, Şanlıurfa illerini kapsayan geniş bir bölgede çok büyük can ve mal kaybına neden olmuştur.

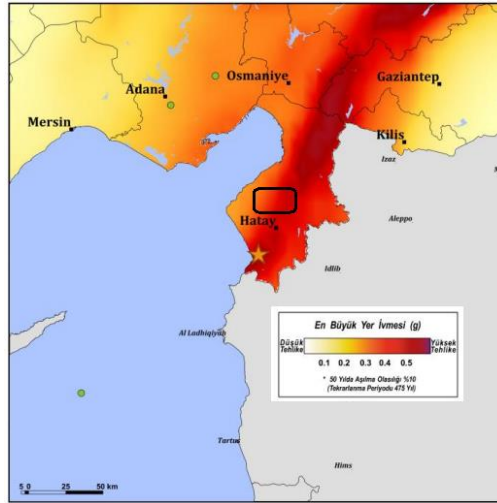
Meydana gelen depremler sonucu inceleme yapmak ve hasar tespit çalışmaları gerçekleştirmek üzere bölgede çok sayıda İnşaat, Jeofizik, Jeoloji Mühendisi, İnşaat Teknikeri ve Mimar bulunmuştur. Bu kapsamda özellikle İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ, 2023), Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ, 2023), Gebze Teknik Üniversitesi (GTÜ, 2023), Bursa Teknik Üniversitesi (BTÜ, 2023), Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE, 2023), Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD, 2023) ve İnşaat Mühendisleri Odası (İMO, 2023) tarafından hazırlanan raporlar; kuvvetli yer hareketlerini incelemeleri ve yaşanan depremleri bütün yönleriyle detaylıca analiz etmeleri bakımından çok önemli kaynaklar olmuştur. Bu raporların yanı sıra bölgede gerçekleştirilen hasar tespit çalışmalarıyla ilgili çeşitli çalışmalar da mevcuttur. Mertol (2023), yıkılan yapıların yapıldıkları dönemde yürürlükte olan deprem yönetmeliklerinin şartlarının yerine getirilmediğini belirtirken, betonarme binalarda yıkılmaya neden olan sorunları hiyerarşik bir üçgen şeklinde aktarmıştır. Vapur vd. (2023), Antakya ve Samandağ ilçelerinde yapılan gözlemler sonucu deprem yönetmeliklerine uygun yapılan yapıların yıkılmadığını ve diğer binalara oranla daha az hasar aldıklarını belirtmişlerdir. Şenol (2023), Antakya ve İskenderun’da yaptığı incelemelerde yapısal düzensizlikler, uygulama yöntemleri ve kullanılan malzeme özellikleri açısından oluşan hasarları değerlendirmiştir. İkinci (2024), Malatya’da gerçekleştirdiği saha çalışması sonucu gözlemlediği en temel sorunları, taşıma gücü düşük zeminlerdeki inşa faaliyetleri, işçilik ve tasarım hataları ve çok düşük beton kalitesi olarak sıralamıştır. Üstün vd. (2024), Malatya’da donatısız yığma yapılar üzerine yaptıkları çalışmayla mimarların hasar tespit sürecindeki kritik rolüne odaklanmışlardır. Güleç (2023), Kahramanmaraş’taki yığma yapıların hasar durumlarını inceleyerek kültürel değerlerinden dolayı yığma yapıların hasar tespitleri ve onarımlarının büyük önem taşıdığını belirtmiştir. Kılıç (2023) tarafından yapılan çalışmada ise, depremin etkilediği 10 ilde önceden hazırlanan il risk azaltma planlarındaki mevcut yapı stokunun durumu ile afetten sonraki yapısal hasarın boyutu karşılaştırılmıştır.

Bu çalışma 6 ve 20 Şubat depremleri sonrasında Çanakkale Valiliği tarafından 9 Mart 2023 tarihinde yapılan görevlendirme ile Hatay ilindeki hasar tespit çalışmaları sırasında yapılan gözlemleri içermektedir. Bu makalede, ilk depremden yaklaşık 1 ay sonra bölgede 10 gün boyunca yapılan incelemeler sonucunda tespit

edilen sorunlar ele alınmıştır. Çalışma, genel olarak 1 ila 3 katlı betonarme yapılar ve tek katlı kargir yapıların bulunduğu bölgelerde yoğunlaşmıştır. Şekil 1’de 6 Şubat 2023’teki ilk ana şoktan hasar tespitlerin yapılmaya başlandığı 9 Mart 2023 tarihine kadar gerçekleşen depremler görülmektedir.



Şekil 1: 6 Şubat – 9 Mart 2023 deprem hareketleri (AFAD, 2024).

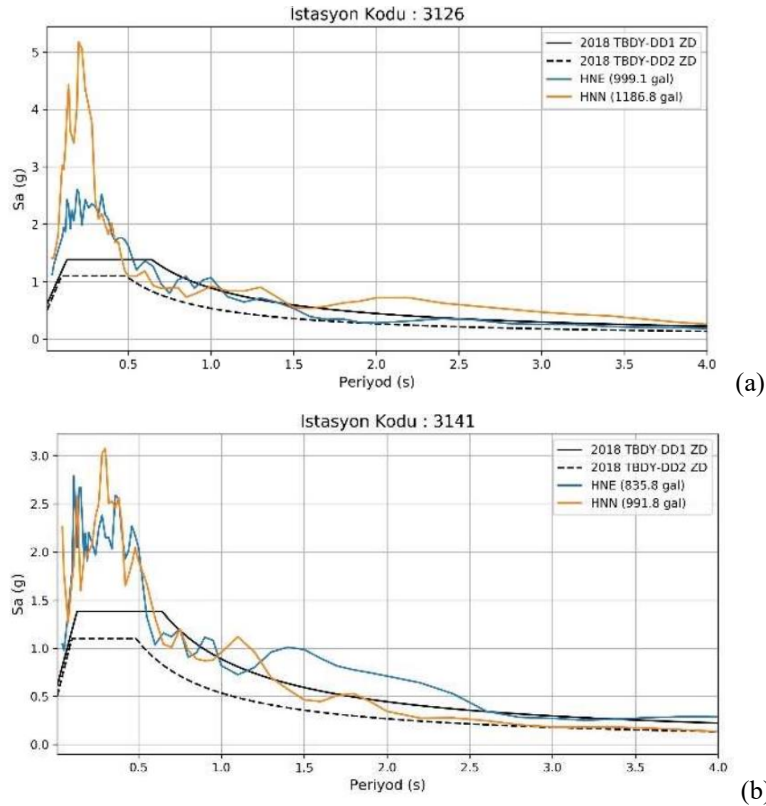


Şekil 2: Bölgenin deprem tehlikesi (AFAD, 2023).

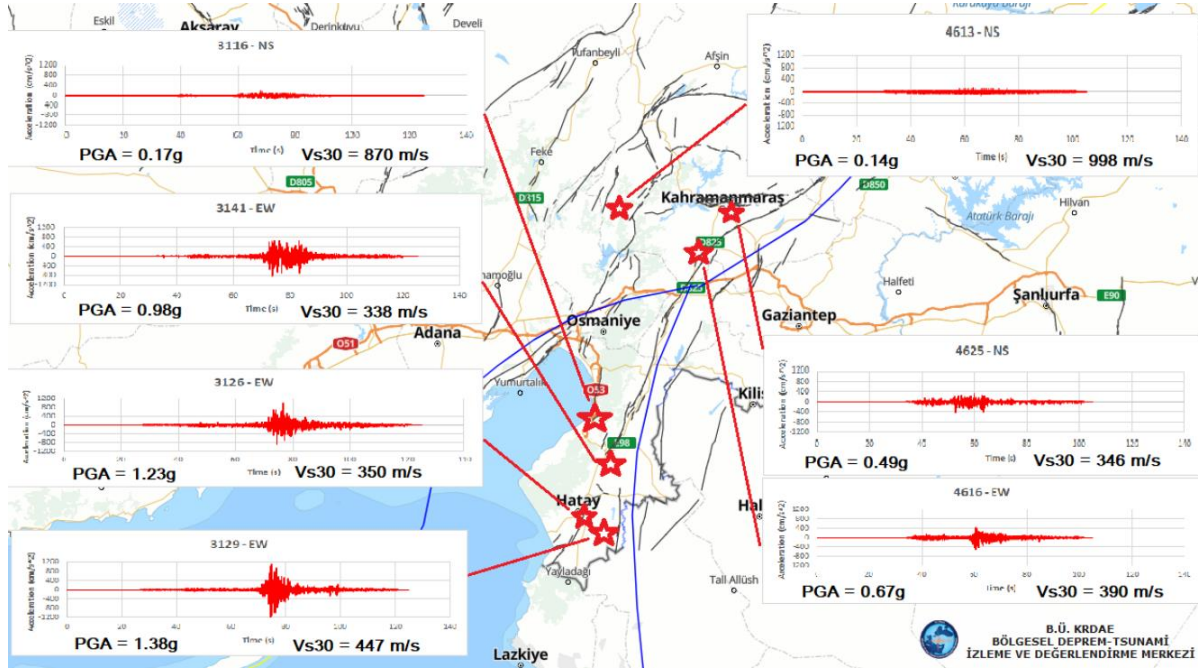
Hatay ili bu depremlerde en çok hasar alan bölgelerin başında gelmektedir. Hatay ili Antakya - Samandağ grabeni içinde yer alır. Graben, tektonik açılma hareketi sonucunda çevresine nazaran aşağı doğru çöken yerkabuğu parçası olarak tanımlanmıştır (İBB, 2024). 10 - 20 km genişliğindeki bu graben Asi Nehri'nin Amik Ovası ile Akdeniz arasındaki vadisini oluşturur. Şehirdeki yerleşimlerin büyük bir bölümü graben tabanındaki dolgu alanları üzerinde yer almaktadır (Engin, 2010). Yapılan bir çalışmaya göre Hatay ve

çevresinde zemin büyütme değerleri 4 ile 5 arasında değişmektedir (Perk ve Özer, 2019). Hatay ili, AFAD Türkiye Deprem Tehlikesi Haritasına göre yaklaşık 0.4g-0.5g yer ivmesi değerine sahiptir (Şekil 2). Hasar tespit çalışması yapılan bölge Şekil 2’de çerçeve içinde gösterilmektedir.

İnceleme yapılan binaların yoğunlaştığı Alazı ve Paşaköy mahallelerine en yakın deprem istasyonları 3126 ve 3141 numaralı istasyonlardır. Antakya Hatay’da yer alan 3126 ve 3141 numaralı deprem istasyonlarında 6 Şubat 2023 Pazarcık depremine ait ölçülen periyota karşılık gelen spektral ivme değerleri Şekil 3’te verilmiştir. Depremin merkez üssünden 125 km uzaklıkta yer alan 3141 numaralı istasyonda zemin sınıfı ZD ( $V_{S30}=338$  m/s) ve 144 km uzaklıkta yer alan 3126 numaralı istasyonda zemin sınıfı ZD ( $V_{S30}=350$  m/s) olarak sınıflandırılmaktadır. Şekil 3’te ZD zemin sınıfları için Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY, 2018)’de tanımlanan tasarım spektrumları tekrarlanma periyotları 2475 yıl (DD-1) ve 475 yıl (DD-2) olan deprem yer hareketi düzeyleri için sırasıyla düz çizgi ve kesikli çizgi şeklinde verilmiştir. Sarı ve mavi eğriler ise istasyonlarda kaydedilen ivme kaydına ait hesaplanan davranış spektrumunun kuzey ve doğu bileşenlerini göstermektedir (GTÜ, 2023). Depremin davranış spektrumları TBDY2018’de verilen tekrarlanma periyodu 475 yıl olan deprem yer hareket düzeyi için verilen elastik tasarım spektrumunu aşmaktadır. En yüksek yer ivme değerleri ise sırasıyla 0.98g ve 1.23g olarak ölçülmüştür (Şekil 4).



Şekil 3: Pazarcık depremi davranış spektrumları (a) 3126 (b) 3141 numaralı istasyonlar (GTÜ, 2023).



Şekil 4: Hatay ili ivme-zaman grafikleri (KRDAE, 2023).

Çalışmada, 6 ve 20 Şubat 2023 depremlerinden sonra Hatay merkeze bağlı yarı kırsal mahallelerdeki yapılarda yapılan gözlemsel inceleme sonucu taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanlardaki hasar durumları açıklanmıştır. Aynı zamanda bölgenin genel özellikleri ve o bölgede yaygın olarak yapılan uygulamaların yapılarda ne şekilde hasarlar oluşturdukları da ele alınmıştır. Yaygın olarak hasar oluşturan durumlar ile ülkemizde 1975 yılından itibaren günümüze kadar yürürlüğe girmiş olan deprem yönetmeliklerindeki bu parametreler incelenerek değerlendirilmiştir.

## 2. YAPILARIN GENEL DURUMU

Bölgede incelenen binaların büyük çoğunluğu mühendislik hizmeti almamıştır. Bölgedeki yapıların özellikleri; genelde usta ve kalfaların inşa ettiği taşıyıcı elemanları betonarme, duvarları briket 1-3 katlı ya da tek katlı kargir inşaatlardır. Çalışılan iki mahalle son dönemde merkez sınırları içine alındığından ve tanımlanan mevcut binaların özellikleri nedeniyle yarı kırsal olarak tanımlanmıştır.

Mühendislik ve denetim hizmeti almayan çoğu binada temelin, kolonun, kirişin ve döşemenin ayrı döküldüğü alınan bilgiler dâhilindedir. Bir başka durum ise katların birbirinden çok ayrı zamanlarda inşa edilmesidir. Bu farklılık 10 yıla varan sürelerle ifade edilmiştir. Bu durumun nedeni olarak ekonomik durum gösterilse de evlenen çocuklar için yapıya kat çıkma olarak tanımlanan durumun o bölgelerde hala sürdüğü anlaşılmıştır. Yapının inşa sürecinin bu kadar uzun olması, deprem yönetmeliğindeki değişikliklerden

haberdar olan ustaların her katta yeni çıkan deprem yönetmeliğini uygulamaya çalışmaları kimi zaman ikinci ve üçüncü katlarda beklenmedik hasarlara neden olmuştur. Bunlara ek olarak, bina olması gerektiği gibi kısa bir sürede inşa edilmiş olsa da binaya sonradan yapılan müdahalelerin çok fazla olduğu durumlar da mevcuttur. Duvar kaldırma, oda büyütme, çeşitli eklentiler ve değişiklikler yapının taşıyıcı sistemini bozan durumlar olmuş ve müdahale yapılan kısımlarda hasar oluşumuna neden olmuştur.

Bölgede, yapılar tek katlı olsa dahi oturma alanlarının çok büyük olduğu dikkat çekmiştir. Bunun deprem davranışını etkilediği çok net gözlemlenmiştir. İncelenen küçük oturma alanına sahip (50-60 m<sup>2</sup>) yığma yapılarda dahi hasarın minimum seviyede kaldığı görülmüştür.

### **3. HASAR TESPİT ÇALIŞMALARI**

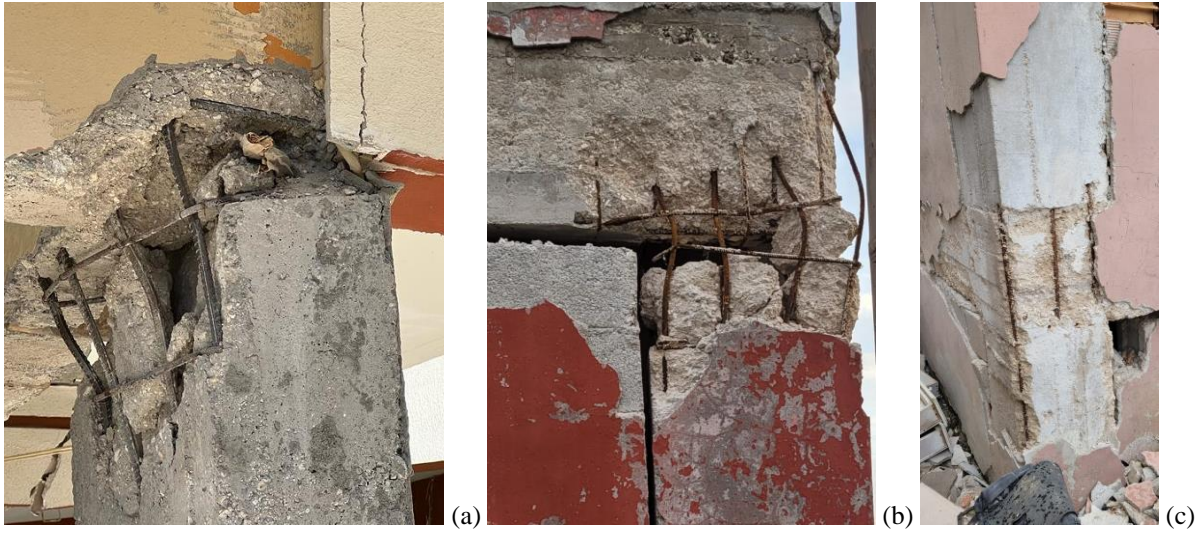
Hasar tespit çalışmaları, T.C. Çanakkale Valiliği Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğünden yapılan görevlendirme kapsamında Hatay merkeze bağlı Alazı ve Paşaköy mahallelerinde 2023 Mart ayı içerisinde yapılmıştır. 6 Şubat depremlerinin yol açtığı hasarların tespit çalışmaları başladıktan sonra meydana gelen 20 Şubat 2023 tarihli  $M_w=6.4$  Samandağ depremi sonrasında, Hatay için o tarihe kadar yapılmış olan değerlendirmelerdeki hasar durumlarında değişiklikler olduğu için hasar tespitlerinin yeniden yapılmasına Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından karar verilmiştir. Bu kapsamda, ilk yapılan tespitlere göre yıkık ya da ağır hasarlı kararı verilen binalara yapıların kullanım durumunu değiştirmeyeceği için tekrar bakılmamıştır. İlk yapılan tespitlerde hasarsız, az hasarlı ya da orta hasarlı olarak değerlendirilen binalar tarafımızca incelenerek, 20 Şubat depreminin oluşturduğu hasarlar değerlendirilmiştir. Bununla birlikte o tarihe kadar henüz hiç değerlendirme yapılmamış binalara da girilerek hasar tespiti yapılmıştır.

#### **3.1. Taşıyıcı yapı elemanı hasarları**

Bölgede, kolon ve kirişlerdeki donatılarla ilgili gözlemlenen en yaygın uygulamalar etriye sıklaştırmalarının yapılmaması, çiroz donatısı kullanılmaması, nervürlü donatı yerine düz donatı kullanılması ve donatı ucundaki kancaların yetersiz yapılmasıdır. Bunların yanı sıra, pas payının yetersiz bırakılmış olmasıyla dış etkilere maruz kalarak ciddi derecede korozyona uğramış donatılar tespit edilmiştir.

Nervürlü yerine düz donatı kullanılması durumunda beton ile donatı arasındaki aderansın sağlanmadığı ve deprem esnasında donatının betondan kolayca sıyrılabileceği bilinmektedir. Kesme kuvvetlerini karşılayan etriye ve çiroz donatılarının konmaması veya yetersiz konması durumlarında, deprem sırasında kesme çatlağının büyümesi çok daha hızlanmakta, betonun kabuk atmasıyla boyuna donatıların burkulması ve enine donatıların kopması sonucu kolon ağır hasarlı duruma gelmektedir. Şekil 5a ve b’de çiroz bulunmayan

ve etriye sıklaştırmasının yapılmadığı kolon örnekleri görülmektedir. Şekil 5c’de ise belli bir bölgede hiç etriye bulunmayan bir kolon tespit edilmiştir. Donatıların korozyon durumu hem kesit kaybına uğrayıp taşıma kapasitesini kaybetmesi açısından hem de beton ile aderansını kaybetmesi açısından son derece tehlikelidir. Bölgedeki hasar gören yapılarda çok sayıda korozyon oluşmuş donatı görülmüştür (Şekil 6). TS500’e (2000) göre hava koşullarına açık kolon ve kirişlerde en az 25 mm net beton örtüsü bulunması gerektiği belirtilmektedir. Özellikle Şekil 6d’de donatılardaki korozyonu önlemesi amacıyla bırakılması gereken pas payının neredeyse hiç bulunmadığı görülmektedir.



Şekil 5: Kolon hasarları.

Mühendislik hizmeti görmemiş olan binalarda donatıların genel yerleşimleri doğru olsa dahi donatının betona kenetlenmesini sağlayan kanca ve gönye uygulamalarının neredeyse hiç uygun yapılmadığı gözlemlenmiştir. Boyuna donatıyı saran etriyelerin ucuna yapılan kancanın deprem sırasında çekirdek betonu sargılamaya devam etmesi beklenmektedir. Kancanın 90° yapılması durumunda dıştaki kabuk beton döküldükten sonra etriye uçları kolaylıkla açılmakta ve etriyenin betonu sargılama etkisi sonlanmaktadır. Kancanın 135° yapılması ancak kanca boyunun yeterli bırakılmaması durumunda ise artan yükler etkisinde benzer davranış oluşmaktadır. Gönye uygulaması ise, kirişteki boyuna donatıların kolon içinde bükülerek ankrajının sağlanmasını amaçlamaktadır. Bu uygulamanın yapılmaması durumunda birleşim bölgesinde ankraj sağlanamamakta ve donatıların sıyrılarak ayrılması daha kolay gerçekleşmektedir. Şekil 7a’da kanca boyunun yetersiz olduğu, Şekil 7b’de ise konsol kirişteki çekme donatılarında 90° kıvrılmayarak düz kesildiği görülmektedir. Şekil 7c’de ise yıkılmış bir binadaki düz donatılar görülmektedir.





Şekil 6: Korozyon hasarları.



Şekil 7: Hatalı donatı uygulamaları.

Çizelge 1: Deprem yönetmelikleri donatı koşulları.

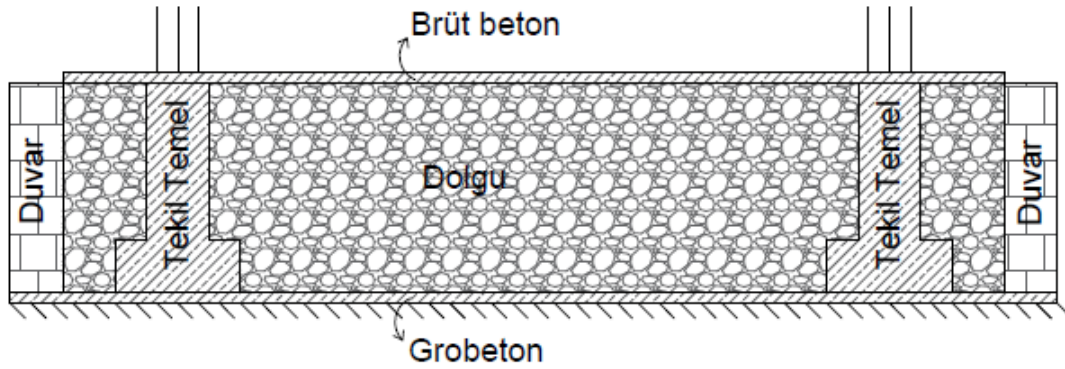
DONATI KOŞULLARI	TBDY2018	DBYBHY2007	ABYYHY1998	ABYYHY1975
<b>Kirişte sıklaştırma mesafesi (<math>s_k</math>)</b>	$\leq h_k/4$ $\leq 8\phi$ $\leq 150$ mm	$\leq h_k/4$ $\leq 8\phi$ $\leq 150$ mm	$\leq h_k/4$ $\leq 8\phi$ $\leq 150$ mm	$\leq d/4$
<b>Kolonda sıklaştırma Mesafesi (<math>s_c</math>)</b>	$\geq 50$ mm $\leq 150$ mm $\leq b_{min}/3$ $\leq 6\phi_1$	$\geq 50$ mm $\leq 100$ mm $\leq b_{min}/3$	$\geq 50$ mm $\leq 100$ mm $\leq b_{min}/3$	$\geq 50$ mm $\leq 100$ mm
<b>Kolon sarılma bölgesi</b>	$\geq 1,5 b_{max}$ $\geq l_n/6$ $\geq 500$ mm	$\geq b_{max}$ $\geq l_n/6$ $\geq 500$ mm	$\geq b_{max}$ $\geq l_n/6$ $\geq 500$ mm	$\geq L_s/6$ $\geq 450$ mm
<b>Kolon orta bölge etriye mesafesi (<math>s_o</math>)</b>	$\leq 200$ mm $\leq b_{min}/2$	$\leq 200$ mm $\leq b_{min}/2$	$\leq 200$ mm $\leq b_{min}/2$	$\leq 200$ mm $\leq b_{max}/2$ $\leq 12\phi$
<b>Etriye kolları ve/veya çirozların arasındaki mesafe</b>	$\max a_i=25 \phi$	$\max a_i=20 \phi$	$\max a_i=25 \phi$	a = mesnetlenmemiş en büyük etriye kenar boyu olarak tanımlanmış ancak sınır değeri belirtilmemiştir.
<b>Kanca özellikleri</b>	$\text{çap} \geq 5\phi_{etr}$ $\text{boyu} \geq 6\phi$ $\text{boyu} \geq 80$ mm	$\text{çap} \geq 5\phi_{etr}$ $\text{boyu} \geq 6\phi$ $\text{boyu} \geq 80$ mm	$\text{çap} \geq 5\phi_{etr}$ $\text{boyu} \geq 6\phi$ $\text{boyu} \geq 80$ mm	$\text{boyu} \geq 10d$

Ülkemizde şu an yürürlükte olan TBDY2018 öncesinde sırasıyla Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY, 2007), Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY, 1998) ve Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY, 1975) deprem yönetmelikleri yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmeliklerde kolon ve kirişler için uygulanması gereken etriye, çiroz ve kanca detayları Çizelge 1’de verilmiştir. Kirişlerde sarılma bölgesi boyunca olması gereken sıklaştırma mesafesi,  $\phi$  en küçük boyuna donatı çapı olmak üzere 1998 yönetmeliğinden beri aynı sınır değerlerdedir. 1975’te ise maksimum faydalı yüksekliğin dörtte biri olacak şekilde belirtilmiştir. Kolonlarda sarılma bölgesi boyunca olması gereken sıklaştırma mesafesi,  $b_{min}$  kolonun kısa kenarı ve  $\phi_1$  boyuna donatı çapı olmak üzere Çizelge 1’de verilmiştir. Değerler bir miktar farklılaşsa da 1975 yönetmeliğinden beri bu değerlerin en fazla 100-150 mm arasında olması gerektiği görülmektedir. Kolon sarılma bölgesinin uzunluğu ise,  $l_n$  ve  $L_s$  kolon serbest yüksekliğini ifade etmek üzere 1975 yönetmeliğinden beri var olan bir parametredir. Kolonun orta bölgesi için etriye mesafesi 2018 yönetmeliği için kolon  $b_{min}$  değeri 300 mm olduğu için 150 mm-200 mm arasında değişmektedir. 2007 ve 1998 yönetmeliklerinde  $b_{min}$  değeri 250 mm olduğu için 125 mm-200 mm arasında bir değer almaktadır. 1975 yönetmeliğine göre ise 200 mm’den, kolonun uzun kenarının yarısından ya da  $12\phi$ ’den fazla olamaz şeklinde tanımlanmıştır. Etriye kolları ve/veya çirozların arasındaki mesafe  $\phi$ =enine donatı çapı olmak üzere 1998 yönetmeliğinden beri  $20\phi$ - $25\phi$  arasında değişmektedir. Etriye ve çirozun kanca boyu ise 1998 yönetmeliğinden itibaren en az  $6\phi$  ya da 80

mm olacak şekilde tanımlanmıştır. 1975 yönetmeliğinde ise, d enine donatı çapını ifade etmek üzere en az 10d olarak belirtilmiştir.

Bu değerlendirmelerle birlikte ülkemizde neredeyse son 50 yıldır yürürlüğe giren son 4 yönetmelikte donatı koşullarının oldukça net belirtildiği ve sınır değerlerin oldukça yeterli olduğu görülmektedir.

Kırsal bölgedeki binalarda genellikle tekil temel uygulamaları mevcut olup, tabanda döşeme olmadığı gözlemlenmiştir. Temel yapılırken ilk olarak binanın brüt alanından daha büyük derin olmayan bir bahçe hazırlandığı, sonrasında bunun etrafını duvarla çevirip arkasından bahçe tabanına grobeton döküldüğü, ardından temel kalıplarının çakılıp donatılarının bağlanıp betonunun döküldüğü belirtilmiştir. Son olarak tekil temelin filizleri yüzeyde kalacak şekilde temelin içinde bulunduğu bahçenin toprakla doldurulduğu ve filizlerin bağlanacağı kolonların bu işlemde çok sonra da imal edilebildiği belirtilmiştir (Şekil 8). Bu şekilde temelleri yapılmış binalara girdiğimizde tekil temellerin deplasman yaptığı ve yapıdan ayrıldığı gözlemlenmiştir. Tek katlı yapılarda ya da çok katlı yapıların giriş katlarında döşemenin bulunmadığı bunun yerine 5 cm civarında brüt beton döküldüğü yapılarda ise bu döşemenin kırılarak zemine gömüldüğü, özellikle odaların orta bölgelerinde görülmüştür.



Şekil 8: Tekil temel uygulaması.

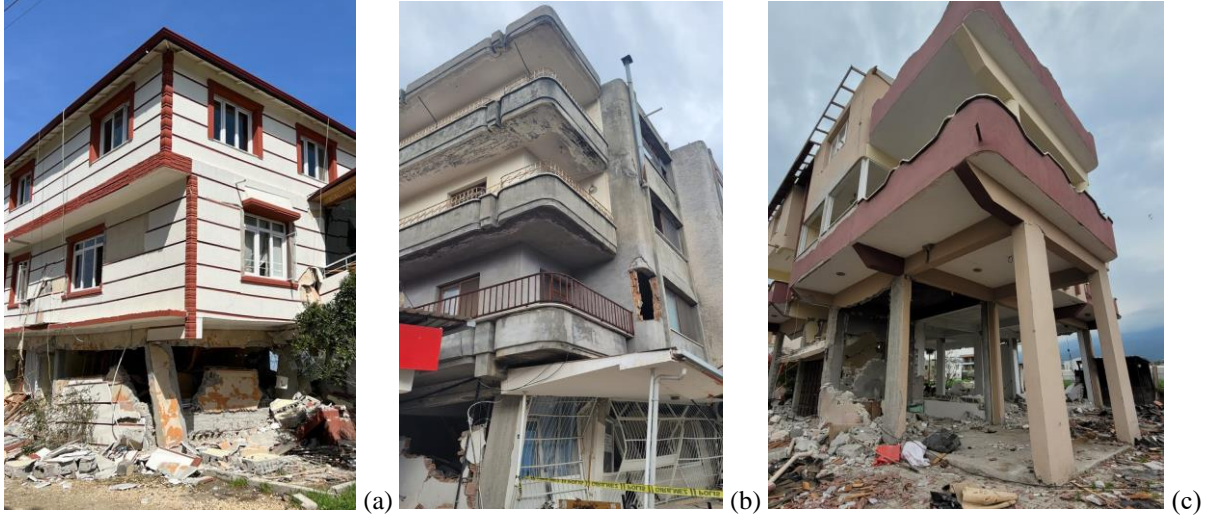
ABYYHY1975'ten itibaren deprem yönetmeliklerimizde tanımlanmış olan kısa kolon düzensizliğinin oluşturduğu hasar durumuyla da karşılaşmıştır (Şekil 9). Kısa kolon durumu oluşturacak bant pencere vb. bulunması durumunda söz konusu kolon için kesme hesabının yönetmelikteki formüllerle yapılması, kolonun kat yüksekliği boyunca sık etriye ile sarılması, kolon ile duvar arasına ezilebilir bir malzeme konulması gibi önlemler bulunmaktadır. Ancak bunlar yapılmadığı takdirde kısa kolona çok daha büyük kesme kuvvetinin gelmesiyle kolonun hasar alması kaçınılmaz olmaktadır.



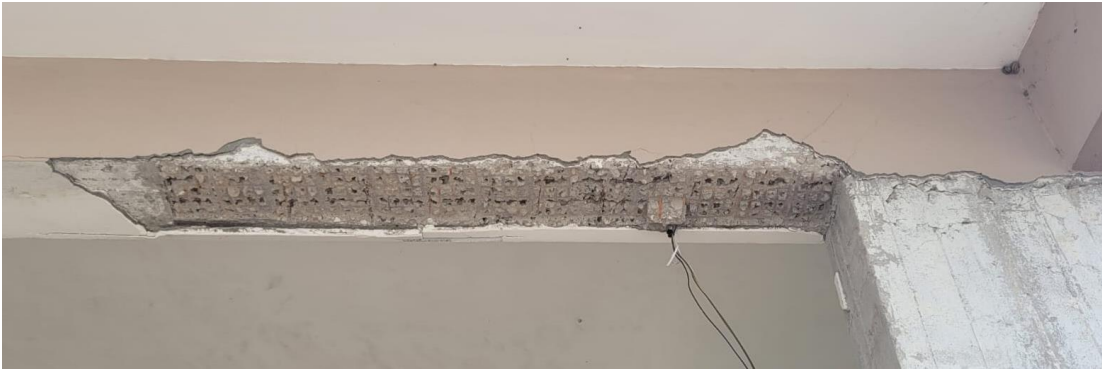
**Şekil 9:** Kısa kolon hasarı.

ABYYHY1998'den itibaren deprem yönetmeliklerimizde bulunan yumuşak kat durumu depremlerde yapının yıkılmasına yol açan veya ağır hasar oluşturarak yapıyı kullanılamaz hale getiren düzensizliklerin başında gelmektedir. Yumuşak kat düzensizliği, giriş katlarının dükkan, mağaza vb. olarak kullanılması durumunda dolgu duvarların bulunmayışı veya üst katlara göre daha az bulunmasıyla ve ayrıca bu katın yüksekliğinin diğer katlardan daha fazla olmasıyla katlar arasında oluşan rijitlik farkı nedeniyle meydana gelmektedir. Şekil 10a ve b'de görüldüğü gibi, giriş kat ve üst katlar arasındaki rijitlik farkı zemin kat kolonlarında çok ciddi ötelenmelere sebep olarak yapıları kullanılamaz hale getirmiştir. Şekil 10c'de ise zemin kat yüksekliğinin diğer katlara göre fazla olması kolon uçlarında hasar oluşturarak yapıyı ağır hasarlı hale getirmiştir.

Betonarme elemanlarda beton dökülürken yeterli yerleştirme/vibrasyon yapılmadığı için oluşan segregasyon örneği Şekil 11'de görülmektedir. Segregasyon, betonun içindeki malzemelerin yoğunlukları ve boyutları doğrultusunda ayrışmasına neden olduğu için tehlikeli bir durumdur. Ayrıca betonarme elemanların kesilerek içinden tesisat veya boru geçirilmesi gibi durumlarla da karşılaşmıştır (Şekil 11). Yapısal elemanlarda oluşturulan bu boşluklar o bölgeyi zayıflatarak dayanım ve rijitlik azalmasına neden olmaktadır.



Şekil 10: Yumuşak kat hasarı.



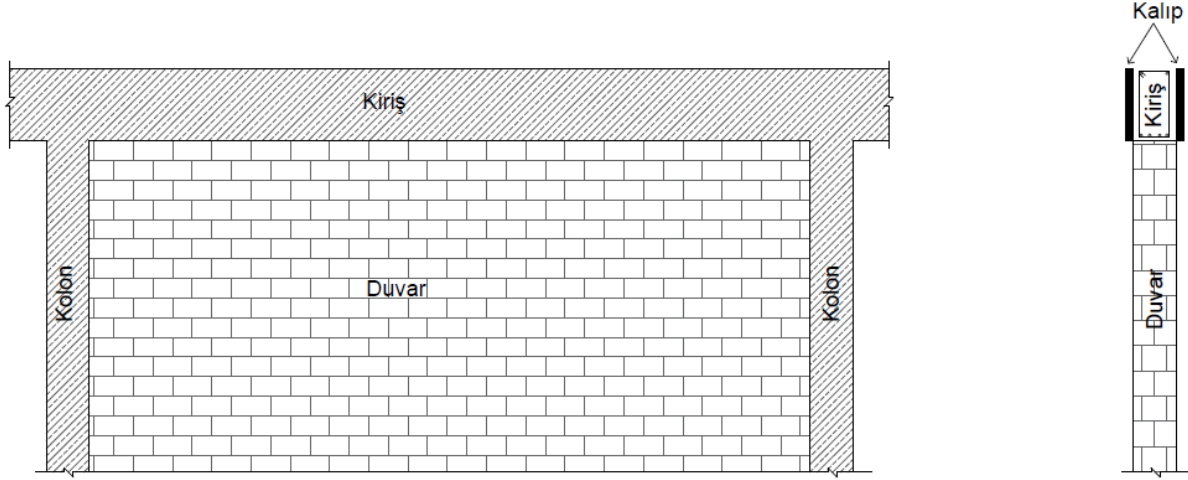
Şekil 11: Segregasyon oluşmuş kiriş.

### 3.2. Taşıyıcı olmayan yapı elemanı hasarları

Bölgedeki yapılarda evlerin daha serin olması için duvar malzemesi olarak büyük oranda briket kullanılmıştır. Yerel halktan alınan bilgiler ışığında, bazı can kayıplarının bina duvarları nedeniyle olduğu öğrenilmiştir. Özellikle binanın dışına çıkılıp güvenli olduğu düşünülen durumda duvarların düzlem dışı hareketi sonucu ağır briket duvarlar dışarı doğru hareket etmiş ve can kayıpları oluşturmuştur. Bazı binalarda kullanıldığı görülen sıva filelerinin zorunlu hale gelmesi ile duvarları bir arada tutarak can kaybının önlenmesinin sağlanabileceği düşünülmektedir.

Kolon ve kirişin ayrı zamanlarda döküldüğü uygulamalarda, kolonlar döküldükten sonra duvarların örüldüğü, örülen duvarın üst yüzeyinin ise kiriş kalıbının alt yüzeyi olarak kullanıldığı belirtilmiştir (Şekil

12). Bu durumdan dolayı deprem sırasında duvar kiriş altında daha fazla sıkışmakta ve duvarın hasar görmesi daha kolay gerçekleşmektedir.



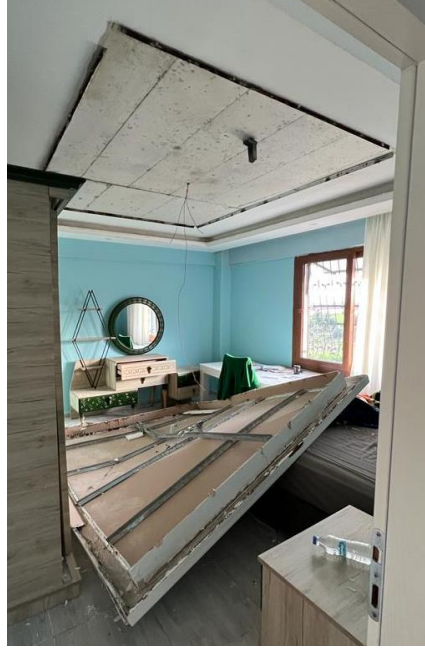
Şekil 12: Duvar örme tekniği.

Kimi binaların çatı katında (yüksek çatı ya da çatı uygulaması yok), parapet gibi (yaklaşık 1m yüksekliğinde) duvar kullanıldığı ve bu duvarların da yaralanma ve can kayıplarına neden olduğu belirtilmiştir (Şekil 13).



Şekil 13: Duvar hasarı.

Bölgede tavan süslemesinin oldukça fazla olduğu ve deprem sırasında düşen kartonpiyerlerin kaçışa engel olduğu ve yaralanmalara sebep olduğu öğrenilmiştir. Yine asma tavan bağlantısının uygun yapılmaması ile asma tavanın tamamen çökerek ciddi hayati tehlike oluşturduğu gözlenmiştir (Şekil 14).



**Şekil 14:** Asma tavan hasarı.



**Şekil 15:** Kalın sıva uygulaması.

Bölgede genel bir uygulama olarak sıvanın kalın kullanılması yaygındır. Yaklaşık 4-5 cm'e varan sıva uygulamasına sıklıkla rastlanmıştır (Şekil 15). Hasar tespiti yapılırken bazı taşıyıcı elemanlardaki çatlakların sıva kaldırıldığında betonarme elemanda bulunmadığı gözlemlenmiştir.

#### **4. SONUÇ**

Bu çalışma 6 ve 20 Şubat 2023 tarihlerinde meydana gelen depremler sonrasında Hatay ili Antakya merkeze bağlı yarı kırsal iki mahallede yapılmış olan hasar tespit çalışmaları sırasında yapılan gözlemler neticesinde hazırlanmıştır. Yapının tasarım ve uygulama sırasında yapılan hataların, deprem performansı üzerinde olumsuz etkiye sahip olacağı bilinmektedir. Yaygın olarak gözlemlenen ve hasar oluşturan durumlar; etriye yerleşimlerinin uygun olmaması, çirozların hiç kullanılmaması, kanca boylarının yetersiz yapılması, donatılarda korozyon oluşması, yapılarda kısa kolon ve yumuşak kat düzensizliklerinin bulunması ve betonun iyi yerleştirilmemesi olarak sıralanabilir. Gözlemlenen bu parametrelerin ülkemizde yürürlüğe girmiş olan deprem yönetmeliklerindeki karşılıkları incelenmiş ve sınır değerleri karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, yürürlüğe girmiş son 4 deprem yönetmeliğindeki incelenen parametrelerin sınır değerlerinin oldukça yeterli olduğu ancak bunların uygulanmamış olduğu görülmüştür.

Bölgede incelenen binaların büyük çoğunluğu mühendislik hizmeti almamıştır. Yapıların inşa aşamasında bölgeye özgü yapılan uygulamalar ve bu uygulamaların yapılarda nasıl hasarlar oluşturdukları da açıklanmıştır. Mühendislik hizmeti alınmamış kimi binalarda ise binayı yapan ustaların bilinçli olma durumlarına bağlı olarak taşıyıcı eleman boyutlarının yeterli olduğu, donatıların uygun ve iyi bir şekilde yapıldığı belirtilmiş ve bu yapıların depremleri az hasarlı ya da hasarsız olarak atlattığı gözlemlenmiştir.

Yapısal hasarın sınırlı düzeyde kalarak can kaybı oluşturmaması için tüm yapıların mühendislik ilkelerine ve ilgili yönetmeliklere uyularak yapılması ve yapının her aşamasında yeterli ve uygun denetimin gerçekleştirilmesi gerektiği açıktır.

#### **ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI**

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

#### **TEŞEKKÜR VE BİLGİ NOTU**

Bu saha çalışması T.C. Çanakkale Valiliği Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğünden 09.03.2023 tarihinde yapılan görevlendirme ile gerçekleştirilmiştir.



## YAZARLARIN KATKILARI

S.A.: Araştırma, yöntem, orijinal taslak hazırlama, yazı yazma, kaynaklar, gözden geçirme ve düzenleme

F.Y.: Araştırma, yöntem, orijinal taslak hazırlama, doğrulama, gözden geçirme ve düzenleme

## KAYNAKLAR

ABYYHY1975 (1975). Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, T.C. İmar ve İskan Bakanlığı. Ankara.

ABYYHY1998 (1998). Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı. Ankara.

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD). (2023). *06 Şubat 2023 Pazarcık-Elbistan Kahramanmaraş ( $M_w$ : 7.7 –  $M_w$ : 7.6) Depremleri Raporu*. Deprem ve Risk Azaltma Genel Müdürlüğü Deprem Dairesi Başkanlığı. Erişim adresi: [https://deprem.afad.gov.tr/assets/pdf/Kahramanmara%C5%9F%20Depremi%20%20Raporu\\_02.06.2023.pdf](https://deprem.afad.gov.tr/assets/pdf/Kahramanmara%C5%9F%20Depremi%20%20Raporu_02.06.2023.pdf)

Afet ve Acil Durum Başkanlığı (AFAD). (2023). *20 Şubat 2023 Yayladağı (Hatay)  $M_w$  6.4 Depremine İlişkin Ön Değerlendirme Raporu*. Deprem Dairesi Başkanlığı. Erişim adresi: [https://deprem.afad.gov.tr/assets/pdf/Yaylada%C4%9F%C4%B1%20\(Hatay\)%20Depremi%20MW%206.4%20%C3%96n%20Değerlendirme%20Raporu.pdf](https://deprem.afad.gov.tr/assets/pdf/Yaylada%C4%9F%C4%B1%20(Hatay)%20Depremi%20MW%206.4%20%C3%96n%20Değerlendirme%20Raporu.pdf)

Afet ve Acil Durum Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığı Türkiye İvme Veri Tabanı ve Analiz Sistemi. (2024). Erişim adresi: <https://tadas.afad.gov.tr>

Bursa Teknik Üniversitesi (BTÜ). (2023). *6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri Pazarcık [ $M_w=7.7$ ] ve Elbistan [ $M_w=7.6$ ] İnceleme ve Değerlendirme Raporu*. Deprem Mühendisliği Uygulama ve Araştırma Merkezi. Erişim adresi: <https://deprem.btu.edu.tr/tr/sayfa/detay/5482/6-subat-2023-kahramanmaras-depremleri-i%CC%87nceleme-ve-değerlendirme-raporu>

DBYBHY2007 (2007). Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı. Ankara. Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2007/03/20070306-3.htm>

Ekinci, E. (2024). 6 Şubat 2023 tarihli Kahramanmaraş depremleri sonrasında betonarme yapıların incelenmesi: Malatya ili saha çalışması. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 7(2), 298-306. <https://doi.org/10.34248/bsengineering.1414243>

Engin, Ö. B. (2010). *Hatay Bölgesi için Deprem Tehlike Analizleri* (Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü / Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=tToJmGwRMyrL4-c39nkPrw&no=koILUKCLnEntoi8dLLpTLA>

Gebze Teknik Üniversitesi (GTÜ). (2023). *6 Şubat 2023 Maraş Depremleri (Pazarcık  $M_w$ 7.7 ve Elbistan  $M_w$ 7.6) Sonrasında Kuvvetli Yer Hareketi, Geoteknik, Üst Yapı ve Altyapılara İlişkin Saha Gözlemleri Ön İnceleme Raporu*. Marmara Afetlerle Baş Edebilir Yapılar İçin Uygulama ve Araştırma Merkezi. Erişim adresi: [https://www.gtu.edu.tr/fileman/Files/UserFiles/insaast\\_muhendisligi\\_bolumu/GTU\\_Maras%20Depremleri%20Deg%CC%86erlendirme%20Raporu\\_Final\\_07.03.2023.pdf](https://www.gtu.edu.tr/fileman/Files/UserFiles/insaast_muhendisligi_bolumu/GTU_Maras%20Depremleri%20Deg%CC%86erlendirme%20Raporu_Final_07.03.2023.pdf)

Güleç, A. (2023). Investigation of the effects of Kahramanmaraş earthquakes on masonry structures. *Gazi Journal of Engineering Sciences*. 9. 634-650. <https://doi.org/10.30855/gmbd.0705094>

İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB). Deprem Sözlüğü. Deprem ve Zemin İnceleme Şube Müdürlüğü. (2024). Erişim adresi: <https://depremezmin.ibb.istanbul/deprem-sozlugu/>

İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ). (2023). *6 Şubat 2023 04.17  $M_w$  7.8 Kahramanmaraş (Pazarcık, Türkoğlu), Hatay (Kırıkhan) ve 13.24  $M_w$  7.7 Kahramanmaraş (Elbistan/Nurhan-Çardak) Depremleri Nihai Rapor*. Erişim adresi: [https://haberler.itu.edu.tr/docs/default-source/default-document-library/2023\\_itu\\_subat\\_2023\\_deprem\\_son\\_raporu%20.pdf?sfvrsn=1583fe76\\_2](https://haberler.itu.edu.tr/docs/default-source/default-document-library/2023_itu_subat_2023_deprem_son_raporu%20.pdf?sfvrsn=1583fe76_2)

- Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE). (2023). *6 Şubat 2023  $M_w$ 7.7 Gaziantep, 6 Şubat 2023  $M_w$ 7.6 Kahramanmaraş, 20 Şubat 2023  $M_w$ 6.4 Hatay Depremleri Ön Değerlendirme Raporu*. Erişim adresi: <http://www.koeri.boun.edu.tr/new/tr/duyuru/06-%C5%9Fubat-2023-gaziantep-kahramanmara%C5%9F-ve-20-%C5%9Fubat-2023-hatay-depremleri-%C3%B6n-de%C4%9Ferlendirme>
- Kılıç, M. (2023). Kahramanmaraş depremlerinin etkilediği 10 ilin il risk azaltma planlarındaki yapı stoğu durumlarının incelenmesi ve deprem sonrası durum ile karşılaştırılması. *Acil Yardım ve Afet Bilimi Dergisi*, 3(2), 49-56.
- Mertol, H. (2023). 6 Şubat 2023 depremlerinde gözlenen betonarme binalardaki sorunların hiyerarşik bir üçgen ile açıklanması. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 13(4), 2717-2729. <https://doi.org/10.21597/jist.1263348>
- Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ). (2023). *6 Şubat 2023 Kahramanmaraş-Pazarcık  $M_w$ =7.7 ve Elbistan  $M_w$ =7.6 Depremleri Ön Değerlendirme Raporu*. Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi. Erişim adresi: [https://eerc.metu.edu.tr/system/files/documents/DMAM\\_2023\\_Kahramanmaraş-Pazarcık\\_ve\\_Elbistan\\_Depremleri\\_Raporu\\_TR\\_final.pdf](https://eerc.metu.edu.tr/system/files/documents/DMAM_2023_Kahramanmaraş-Pazarcık_ve_Elbistan_Depremleri_Raporu_TR_final.pdf)
- Perk, S., Özer, Ç. (2019). Investigation of soil properties based on accelerometer stations using earthquake recording: the case study of Hatay, Turkey. *Turkish Journal of Earthquake Research*, 1(2), 167-179. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tdad/issue/50697/652332>
- Şenol, A. F. (2023). Kahramanmaraş Depremleri (6 Şubat 2023) sonrası Hatay ilindeki yapıların hasar durumlarının değerlendirilmesi. 2nd International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences (ICENSOS), 4-6 April 2023, Konya, Türkiye.
- TBDY2018 (2018). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, T.C Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara. Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/03/20180318M1-2-1.pdf>
- TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası (İMO). (2023). *6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri Sonucu Oluşan Yapısal Hasarlara İlişkin Gözlem ve Değerlendirme Raporu*. Erişim adresi: <https://www.tmmob.org.tr/sites/default/files/imodeprem-rapor.pdf>
- TS 500 (2000). Betonarme Yapıların Tasarımı ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. Erişim adresi: <https://www.tse.org.tr/>
- Üstün, M. O., Soyuluk, A., Özkan Üstün, G. (2024). Malatya İli Çayırköy Mahallesi'ndeki donatısız yığma yapıların hasar tespit çalışmaları örneği üzerinden mimarın rolünün değerlendirilmesi. *Journal of Architectural Sciences and Applications*, 9(Special Issue), 106-125. <https://doi.org/10.30785/mbud.1332478>
- Vapur, İ., Kara, İ. F., Akın, E. (2023). 2023 Kahramanmaraş ve Hatay depremlerinin Antakya ve Samandağ ilçelerindeki yapısal etkileri ve çözüm önerileri. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(4), 1260-1270. <https://doi.org/10.28948/ngumuh.1293147>