

## Kahramanmaraş Pazarcık ve Elbistan Depremleri Sonrası Hasarlı Yapıların Malzeme Kalitesi ve Uygulama Hatalarının Değerlendirilmesi

Ahmet Yavuz ŞAHİN<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>İnşaat Teknolojisi / Gelişim Meslek Yüksekokulu, İstanbul Gelişim Üniversitesi, Türkiye

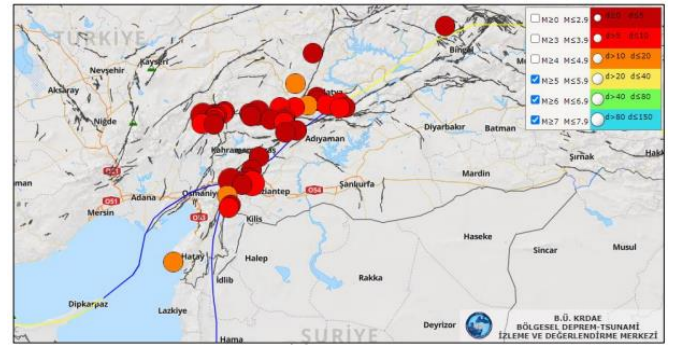
\*([a.yavuzsahin@gmail.com](mailto:a.yavuzsahin@gmail.com).)

**Özet** – 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş Pazarcık ilçesinde TS 04:17’de meydana gelen 7.7M<sub>w</sub> büyüklüğündeki deprem ve aynı gün içerisinde TS 13:24’te Elbistan merkezli 7.6M<sub>w</sub> büyüklüğündeki deprem sonucu 50.096 vatandaşımız vefat etmiş (AFAD, 2023) birçok yapı yıkılmış, ağır hasar almış ve kullanılamaz duruma gelmiştir. 9 saat arayla olan ve 11 şehri etkileyen bu depremler sonucunda yıkılan ve ağır hasarlı teknik raporu verilen yapıların değerlendirilmesi; meslek etiği kavramını, malzeme kalitesini ve inşaat işlerinde uygulama hatalarını gündeme getirmiştir. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü’nün son verilerine göre 197 bin 825 bina az veya orta hasarlı, toplam yıkılan bina sayısı 18 bin 200 ve acil yıkılacak ağır hasarlı ve yıkılmış işyeri sayısı ise 61 bin 890 olarak kayıtlara geçmiştir. Bu kapsamda çalışmada yıkılan ve ağır hasar alan yapıların buldukları zemin geoteknik özellikleri, zemine uygun temel seçimi, taşıyıcı sistem düzensizlikleri, inşaat malzeme kaliteleri ve şantiye uygulaması sırasında gerçekleşen hataların değerlendirilmesi yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler** – Kahramanmaraş Depremleri, Beton Durabilitesi, Zemin Sıvılaşması, Malzeme Kalitesi, Uygulama Hataları, Yapı ve Malzemeleri

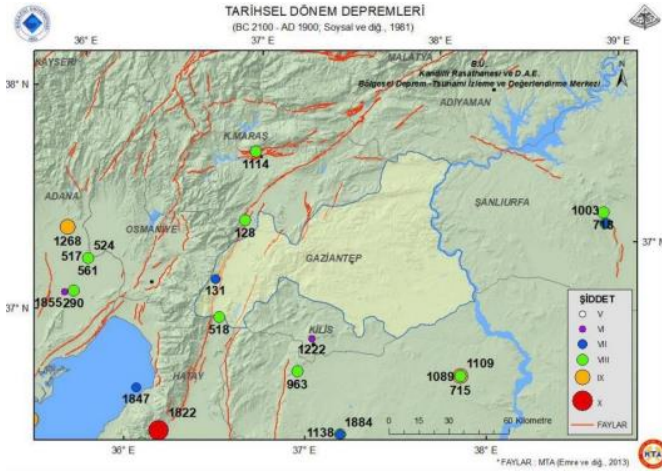
### I. GİRİŞ

6 Şubat 2023 tarihinde, yerel saat ile 04:17’de moment büyüklüğü (M<sub>w</sub>) 7.7 olan bir deprem meydana gelmiştir. İlk depremin ardından 9 saat sonra, yerel saat ile 13:24’de Ekinözü-Elbistan-Kahramanmaraş bölgesinde moment büyüklüğü (M<sub>w</sub>) 7.6 olan ikinci bir deprem meydana gelmiştir [1]. Söz konusu iki deprem de, 1900’den günümüze aletsel dönem içerisinde kayıtlara geçmiş, 1939 Erzincan Depremi’nden (M<sub>s</sub>=7.9) sonra ikinci ve üçüncü büyük deprem unvanlarını kazanmışlardır. İlk depremin olduğu saatten bu yana 15bin’den fazla artçı sarsıntı kayıtlara geçmiştir[1]. Özellikle M<sub>w</sub>=6.6 ve M<sub>w</sub>=6.0 büyüklüğünde 2 adet büyük ölçekte, 5.0<M<sub>w</sub><6.0 büyüklükleri arasında ise 30’dan fazla orta büyüklükte artçı sarsıntı bölgede yer yer yeni hasarlara yol açmıştır.



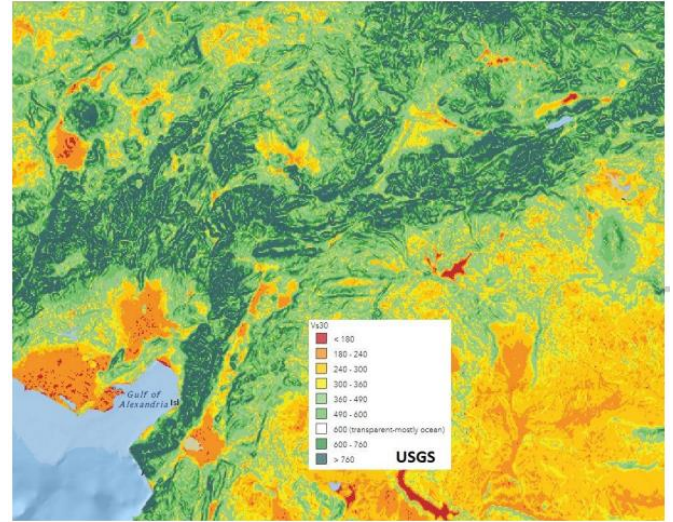
Şekil 1. Büyüklüğü M<sub>w</sub>>5.0 olan depremlerin dağılımı (Kandilli Rast. BDTİM)

Doğu Anadolu Fay Zonu, tarihsel dönemde birçok M>7 büyüklüğünde depremlere maruz kalmış olup, depremlerin ardından Amanos, Yesenek, Gölbaşı ve Erkenek Segmentleri’nin kırıldığı kayıtlara geçmiştir. Bölgenin tarihsel depremselliğine bakıldığında, 131, 128, 518 ve 1114 yıllarında şiddeti VII-VIII arasında değişen depremlerin olduğu gözlenmektedir [2]



Şekil 2. Bölgenin tarihsel depremselliği [2,3]

Bu depremler neticesinde Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü'nün son verilerine göre 197 bin 825 bina az veya orta hasarlı, toplam yıkılan bina sayısı 18 bin 200 ve acil yıkılacak ağır hasarlı ve yıkılmış işyeri sayısı ise 61 bin 890 olarak kayıtlara geçmiştir. Deprem hasarlarının yaygın olduğu bölgeler, verimli tarım arazileri üzerinde planlanmış şehirlerdir. Dolayısı ile ana kayanın derinde olduğu zayıf zemin koşullarında, hatta sıvılaşma potansiyeli olan zeminlerde yapılan 10-15 katlı ve taşıyıcı sistemi esnek yapılar ağır hasar almış veya toptan göçmüştür. Bununla birlikte, göçmese de bir kat batan veya yana eğilen binalar gözlemlendiğinden, bazı bölgelerde zemin sıvılaşması olduğu görülmüştür [4,5]. Deprem sırasında yer altı suyu yükselerek zemin daneleri arasındaki boşluk suyu basıncını artırır ve zemin sıvı gibi akıcı hale gelmektedir [5,6]. Böylece hafif yapılar yanıl harekete, ağır yapılar ise zemine doğru batmaya başlar [4,5,6]. Bu da yapıda ciddi hasara yol açar. Bu durum zeminde yeterli tedbirlerin alınmadığını göstermektedir. Depremden etkilenen bölgenin morfoloji tabanlı olarak elde edilmiş zemin modeli (USGS) yaklaşımı irdelendiğinde; depremi oluşturan fay ve civarındaki kesme dalgasının ortalama hızlarının ( $V_{s30}$ ) 760 m/s civarlarında olduğu ve görece kaya sınıflamasına daha yakın bir özelliğe sahip olduğu söylenebilir [2,4,6,7]. Özellikle İskenderun, Antakya vb. yerleşimlerin (ova, eski göl yatağı vb.) bölgelerde ise zemine ait  $V_{s30}$ 'un, 300 m/s, hatta bu değerlerden daha düşük yumuşak zemin özellikleri ile örtüştüğü gözükmektedir [5,8,9].



Şekil 3. USGS tarafından üretilmiş bölgeye ait  $V_{s30}$  haritası (USGS)

## II. HASAR VE GÖÇME SEBEPLERİ

Depremler sonucu bölgedeki yapıların büyük bir çoğunluğu orta-ağır hasar almış yada göçme durumuna ulaşmıştır. Hiçbir yapının detaylı teknik incelemesi yapılmadan yıkım sebebini söylemek mümkün olmamakla birlikte [7] 2000 yılı öncesinde inşa edilmiş yapıların hasar nedenleriyle ilgili tahminde bulunmak daha kolaydır [10]. Çünkü geçmiş depremlerde, benzer zaman dilimine ait olup göçmüş veya hasar almış yapılarda izlenen hasarların çok benzerleri bu depremin sonuçlarında da izlenebilmektedir [10]. Gerek bölgede yapılan çalışmalar gerekse literatür değerlendirildiğinde yapıların hasar nedenleri olarak zemin sıvılaşması, yumuşak kat, kolon hasarları, kısa kolon, zayıf kolon - güçlü kiriş problemi, kolon-kiriş birleşim hasarları, kiriş hasarları, perde hasarları, deprem derzi, malzeme kaynaklı hasarlar ve uygulama kaynaklı hasarlar olarak görülmektedir [10]. Söz konusu çalışmada bu hasar türlerinden malzeme kaynaklı hasarlar ve uygulama kaynaklı hasarlar değerlendirilmektedir.

## III. MALZEME KAYNAKLI HASARLAR BETON

Deprem bölgesinde özellikle 2000 yılı öncesi eski yapılarda kullanılan betonlarda tüvenan agregaların kullanıldığı görülmektedir. Bu tip agregalar dereden alınan yuvarlak ve yüzeyi pürüzsüz agregalardan oluşmaktadır. Günümüzde kullanılan kırma taş agregaları köşeli ve yüzeyi pürüzlü olduğundan çimento hamuruna aderansı güçlü olmaktadır. Ancak, tüvenan agregaların yuvarlak şekli ve

pürüzsüz yüzeyinden dolayı beton içerisinde hamur fazı ile aderansı zayıf olmaktadır. Böylece; yük altında betonun bütünlüğünün sağlanamamasına, bu agregaların kolaylıkla hamur fazından ayrılıp betonun dağılmasına ve parçalanmasına sebep olmuştur [11]. Şekil 4. Şekil 5. Şekil 6. 'da deprem bölgesinde 2000 yılı öncesi birçok yapıda aderansını kaybetmiş ve ayrılmış agregaların görüldüğü beton yüzeylerinin görüntüleri verilmiştir .



Şekil 4. Malzeme Kaynaklı Hasarlar – Beton



Şekil 5. Malzeme Kaynaklı Hasarlar – Beton



Şekil 6. Malzeme Kaynaklı Hasarlar – Beton

Bu tip agrega içeren betonların büyük çoğunluğunda maksimum agrega tane boyutunun 7-8 cm kadar olduğu görülmektedir [10, 11]. Agregada gradasyonunun uygunsuzluğuna da bağlı olarak böyle büyük agregalarının betonda bulunması birim hacimde bağlayıcının (çimento) az olmasına sebep olmaktadır [11]. Böylece betonun iskeletini oluşturan agregaları kaplamak ve bir arada tutmak için yeterli çimento hamuru bulunmamakta ve betonun dağılması ile sonuçlanmaktadır. Ayrıca bu büyük agregaların donatılar arasında girerek betonun kalıpta altlara doğru akışını engellediği görülmektedir. Böylece beton donatıların etrafını tam olarak sarmamakta ve donatı-beton aderans problemleri meydana gelmektedir. Bu durum deprem etkisi altında beton kesitinin kolaylıkla dağılması ile sonuçlanmaktadır. Şekil 7 ve Şekil 8'de bu duruma örnekler gösterilmektedir.



Şekil 7. Malzeme Kaynaklı Hasarlar – Beton



Şekil 9. Malzeme Kaynaklı Hasarlar – Donatı



Şekil 8. Malzeme Kaynaklı Hasarlar – Beton



Şekil 10. Malzeme Kaynaklı Hasarlar – Donatı

#### IV. MALZEME KAYNAKLI HASARLAR DONATI

Deprem bölgesindeki eski binalarda (2000 yılı öncesi) çoğunlukla düz yüzeyli ve nervürlü donatı birlikte kullanılmıştır [7,10]. Düz yüzeyli donatıların beton ile aderansı nervürlü donatılara kıyasla zayıf olduğundan, deprem esnasında donatı betondan sıyrılmıştır. Şekillerde söz konusu bu donatı sıyrılmaları ve düz yüzeyli donatı-beton aderansının yetersizliğine bağlı olarak betonun donatı etrafından dökülmesi sahada gözlemlenmiştir. Ayrıca beton kalitesinin düşük olması bu durumu etkilemektedir. Betonda yetersiz bağlayıcının bulunması buna bağlı olarak dayanım ve durabilite performanslarının düşük olmasından dolayı betonun donatı ile aderansı tam olarak sağlanamamaktadır. Böylece deprem etkileri altında beton kolaylıkla dökülmek suretiyle donatının etrafından ayrılmakta ve parçalanmaktadır. Bu durum sadece düz yüzeyli donatı bulunan yapılarda değil beton kalitesi düşük nervürlü donatı içeren yapılarda da görülmüştür.

Donatı çeliğinde karbon oranı arttıkça kırılma çabukluğu artışı göstermektedir. Şekil 10.'da karbon oranı yüksek olan donatının akma sınırına ulaşmadan koptuğu görülmektedir.

#### V. UYGULAMA KAYNAKLI HASARLAR

Depreme dayanıklı yapı tasarımında en önemli noktalardan biride tasarlanan yapının başta TBDY 2018 olmak üzere şantiye teknik şartnamelerine uygun olarak yapılmasıdır [7]. Söz konusu depremler sonucu yıkılan yapılarda ki incelemeler doğrultusunda kolon kiriş birleşim bölgelerinin TBDY 2018'e göre uygulanmadığı eski yapılarda ise mevcut yönetmeliklerin dikkate alınmadığı gerekli mühendislik hizmetlerinin sahada uygulamasının gerçekleştirilmediği görülmektedir [12]. Detaylı teknik incelemeler yapılmadan bir yapı hakkında “ yıkılma nedeni bu durumdur” diyebilmek mümkün olmadığı gibi genel çerçevede değerlendirme yapıldığında kısa kolon oluşumu, deprem derzi, güçlü kolon zayıf kiriş problemleri neticesinde yapılarda hasar olduğu da görülmektedir.



Şekil 11. Uygulama Kaynaklı Hasarlar- Deprem Derzi



Şekil 13. Uygulama Kaynaklı Hasarlar- Zayıf Kolon Güçlü Kiriş Problemi



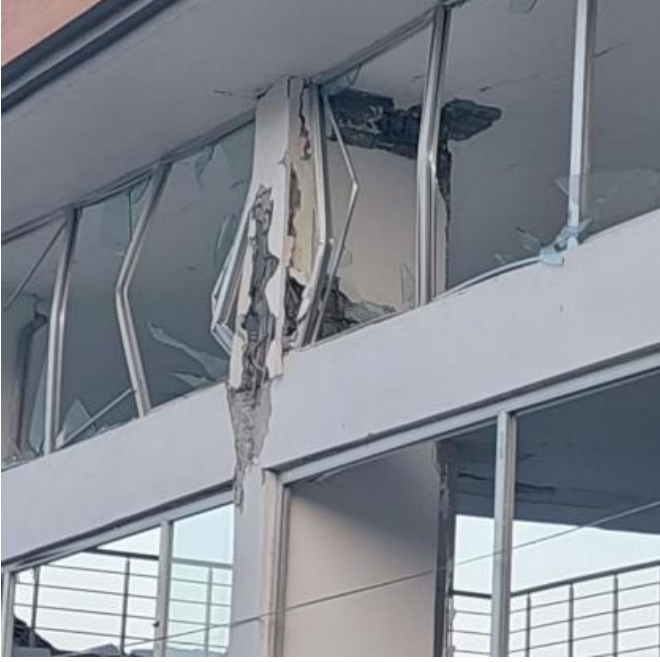
Şekil 12. Uygulama Kaynaklı Hasarlar- Kolon Kiriş Birleşimi



Şekil 14. Uygulama Kaynaklı Hasarlar- Kısa Kolon



Şekil 13. Uygulama Kaynaklı Hasarlar- Kolon Kiriş Birleşimi



Şekil 15. Uygulama Kaynaklı Hasarlar- Kısa Kolon



Şekil 16. Uygulama Kaynaklı Hasarlar- Etriyelerin 90 derece bağlanması ve düşük kaliteli donatı (karbon oranı yüksek)



Şekil 16. Uygulama Kaynaklı Hasarlar- Etriyelerin 90 derece bağlanması

## VI.SONUÇ

Sonuç olarak 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş Pazarcık ilçesinde meydana gelen  $7.7M_w$  büyüklüğündeki deprem ve aynı gün içerisinde Elbistan merkezli  $7.6M_w$  büyüklüğündeki deprem birçok yapıyı kullanılamaz duruma gelmiştir. 9 saat arayla olan ve 11 şehri etkileyen bu depremler sonucunda yıkılan ve ağır hasarlı teknik raporu verilen yapıların değerlendirilmesi; meslek etiği kavramını, malzeme kalitesini ve inşaat işlerinde uygulama hatalarını gündeme getirmiştir. Çalışma kapsamında malzeme kalitesinin kaynaklı hatalar ve inşaat işlerinde uygulama kaynaklı hatalar ele alınmıştır. Bölgede yıkılan 2000 yılı öncesine ait yapılarda beton kalitesinin düşük olması o yıllarda betonun şantiye ortamında karılmasından kaynaklı olduğu düşüncesini ortaya çıkarmaktadır. Günümüzde ki kentsel dönüşüm uygulamalarının bir sebebi de 2000'li yıllarda şantiye ortamında karılan betonun dayanım yetersizliğidir. Özellikle tüvenan agregaların kullanılması çimento agrega arayüzeyi arasında

aderans oluşmasını engellemekte, granülemetrisiz agrega kullanımı beton içerisinde boşluklara neden olmakla birlikte segregasyon oluşumuna da mahal verdiği görülmektedir. 2000’li yıllarda saha da karılan betonun katlara ayrı zamanlarda dökülmesi soğuz derz oluşmasını sağlamakta ve böylece iki beton arasında da aderans oluşmamasına neden olmaktadır. Aynı yıllarda donatı çeliğinin akma sınır dayanımının düşük olması, düz donatı kullanılması da yapıların sünek davranış göstermesini engellemekte ve yapının yıkımına neden olduğu görülmektedir. Bölgede yapılan çalışmalarda 1999 Kocaeli depreminde olduğu gibi etriye aralıkları ve etriyelerin 90derece olarak kancalanması durumu ile karşılaşılmıştır. Bu durum saha uygulamaları sırasında yetkin mühendislik kavramının tekrar gündeme gelmesine neden olmaktadır. Benzer şekilde tasarımsal açıdan değerlendirme yapıldığında perde düzensizlikleri, kısa kolon oluşumu, kolonların kirişlere göre daha zayıf tasarlanması ve taşıyıcı sistem düzensizliklerinde yıkımlara neden olduğu görülmüştür. Çalışma kapsamında verilebilecek yegane öneri TBDY 2018 yönetmeliğini direkt olarak uygulamak ve yapıların iç mekan tasarımlarına verilen özenin kaba yapı ile saha uygulamalarına da verilmesini sağlamak olacaktır.

## VII. KAYNAKLAR

- [1] AFAD, (2023). 06 Şubat 2023 Kahramanmaraş (Pazarcık Ve Elbistan) Depremleri Saha Çalışmaları Ön Değerlendirme Raporu.
- [2] B.Ü. Kandilli Rasathanesi Ve Deprem Araştırma Enstitüsü (Krdae) Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme Ve Değerlendirme Merkezi (Bdtim) (2023). 06 Şubat 2023 Sofalaca- Şehitkamil-Gaziantep; Ekinözükahramanmaraş Ve 20 Şubat 2023 Hatay Depremleri Ön Değerlendirme Raporu
- [3] Emre, Ö., Duman, T.Y., Özalp, S., Elmacı, H., Olgun, Ş., Şaroğlu, F. 2013. Açıklamalı Türkiye Diri Fay Haritası. Ölçek 1:1.250.000, VI+89s.+bir pafta, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Özel Yayın Serisi-30, Ankara-Türkiye.
- [4] ODTÜ (2023). Ön Değerlendirme Raporu 6 Şubat 2023, Kahramanmaraş-Pazarcık (Mw=7.7) Ve Elbistan (Mw=7.6) Depremleri
- [5] Gazi Üniversitesi (2023). Ön Değerlendirme Raporu 6 Şubat 2023, Kahramanmaraş-Pazarcık (Mw=7.7) Ve Elbistan (Mw=7.6) Depremleri
- [6] KATÜ, (2023). Karadeniz Teknik Üniversitesi 06.02.2023 Kahramanmaraş Depremleri Ve Karadeniz’in Depremelliği

[7] IMO, (2023). 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Pazarcık Ve Elbistan Depremleri Ön Değerlendirme Raporu 14 Şubat

[8] BTÜ, (2023). Bursa Teknik Üniversitesi 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri İnceleme Ve Değerlendirme Raporu

[9] İBB, (2023). Deprem Risk Yönetimi Ve Kentsel İyileştirme Dairesi Başkanlığı Deprem Ve Zemin İnceleme Şube Müdürlüğü Sismoloji Grubu, Gaziantep Ve Kahramanmaraş Depremleri

[10] Prof. Dr. Ahmet Topçu, Betonarme II Ders Notları

[11] Niş, A. (2023) Betonarme Yapılarda Deprem Sebebiyle Oluşan Hasar Ve Göçme Sebepleri Semineri, İstanbul Gelişim Üniversitesi

[12] Şahin, A.Y., (2023). “Deprem Derzleri ve Çekiçleme Etkisinin Kentsel Dönüşüm Projeleri ile Yapı Stokları Kapsamında Değerlendirilmesi”, 1st International Conference on Frontiers in Academic Research.

[13] TBDY 2018. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik. Ankara: Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Mart 2018