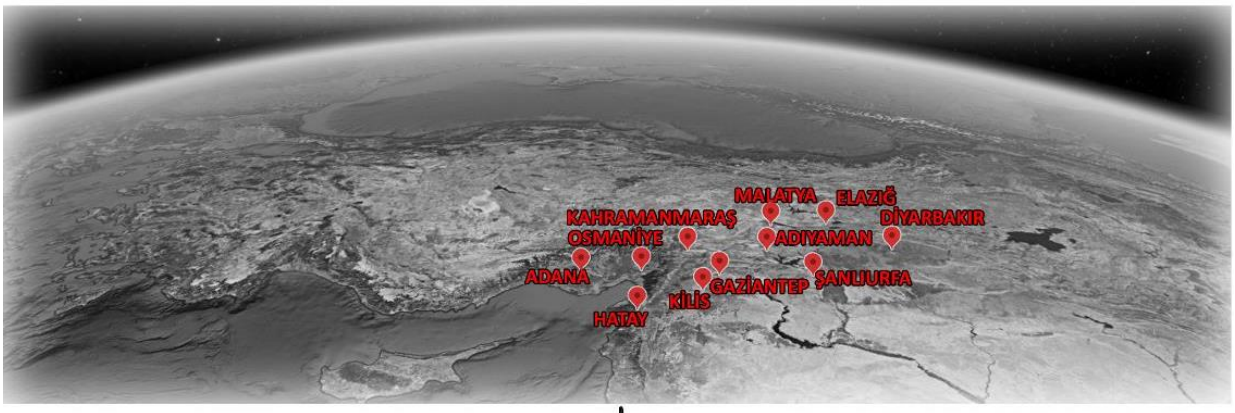
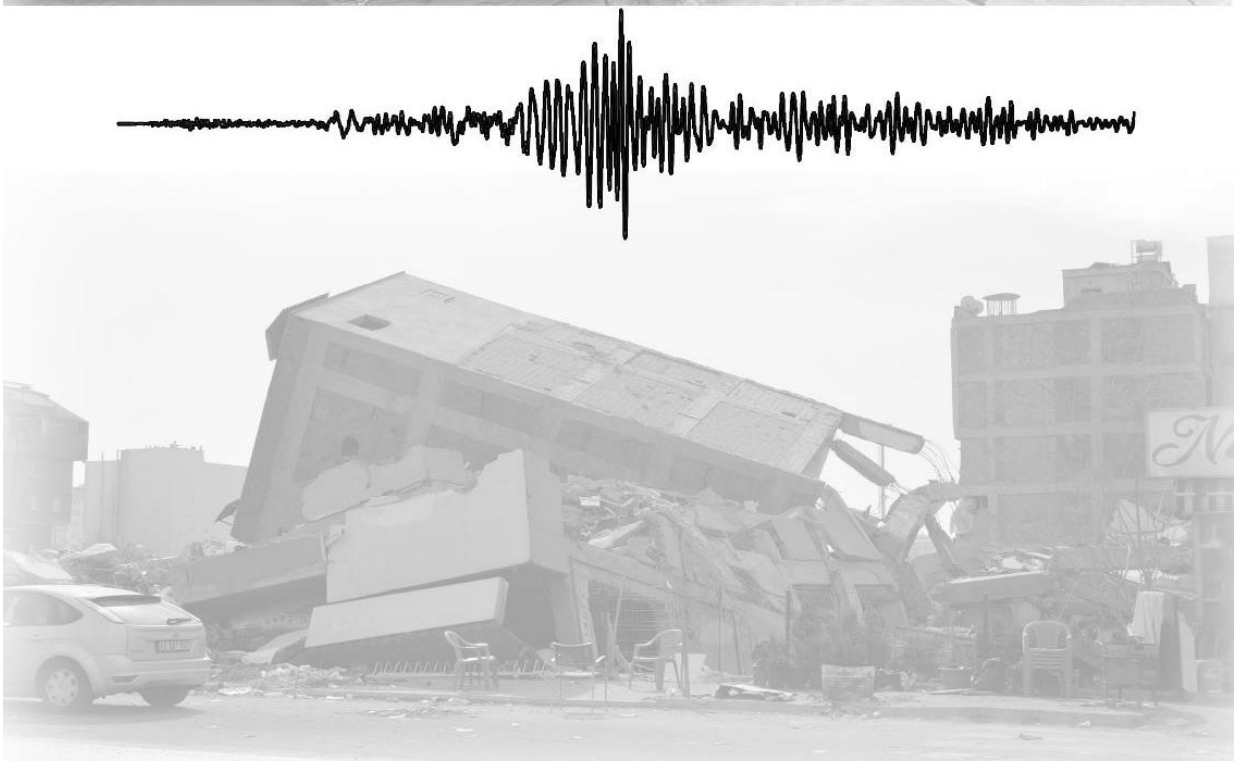
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

6 ŞUBAT 2023
KAHRAMANMARAŞ (PAZARCIK Mw:7.7 ve ELBİSTAN Mw:7.6) DEPREMLERİ
SAHA İNCELEME RAPORU





KÜV YAYINLARI
NİSAN-2023

6 ŞUBAT 2023
KAHRAMANMARAŞ (PAZARCIK Mw 7.7 ve ELBİSTAN Mw 7.6) DEPREMLERİ
SAHA İNCELEME RAPORU

SAHA İNCELEME EKİBİ

Prof. Dr. Fadime SERTÇELİK (Jeofizik Müh. Bölümü)
Prof. Dr. Mücahit OPAN (İnşaat Müh. Bölümü)
Doç. Dr. Ergin ULUTAŞ (Jeofizik Müh. Bölümü)
Doç. Dr. T. Serkan IRMAK (Jeofizik Müh. Bölümü)
Dr. Öğr. Üyesi Berna TUNÇ (Jeofizik Müh. Bölümü)
Dr. Öğr. Üyesi Erkan AKPINAR (İnşaat Müh. Bölümü)
Dr. Öğr. Üyesi Hilal MEYDANLI ATALAY (İnşaat Müh. Bölümü)
Dr. Öğr. Üyesi Serkan ENGİN (İnşaat Müh. Bölümü)
Dr. Öğr. Üyesi Temel TEMİZ (İnşaat Müh. Bölümü/Yalova Üni.)
Arş. Gör. Dr. Onur ÖZTÜRK (İnşaat Müh. Bölümü)
Arş. Gör. Hasan SİNİR (Jeoloji Müh. Bölümü)
Arş. Gör. Ömer Faruk BEHÇET (İnşaat Müh. Bölümü)
Yük. Müh. Aybala Büşra ÇALIŞKUR (Jeofizik Müh. Bölümü)
Yük. Müh. Ömer Faruk ÖZBERK (Kocaeli Valiliği Yat.İzl.Koor.Bir.)



,

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ VAKFI (KÜV)
YAYINLARI

ISBN: 978-605-71873-3-8
NİSAN-2023

Kaynak Gösterimi (APA)
Sertçelik, F., Opan, M., Ulutaş E., Irmak, T.S., Tunç, B., Akpınar, E., Meydanlı Atalay, H., Engin., S., Temiz, T., Öztürk, O., Sinir, H., Behçet, Ö.F., Çalışkur, A.B., Özberk, Ö.F. (2023). *6 ŞUBAT 2023 KAHRAMANMARAŞ (PAZARCIK Mw 7.7 ve ELBİSTAN Mw 7.6) DEPREMLERİ SAHA İNCELEME RAPORU.* Kocaeli: KÜV YAYINLARI.

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER....ii
ÖNSÖZ....iii
GİRİŞ....1
1. JEOLOJİK TESPİT ve DEĞERLENDİRMELER....2
1.1. Bölgesel Jeoloji....2
1.2. Bölgesel Tektonik....3
1.3. Saha Gözlemleri....3
2. JEOFİZİK TESPİT ve DEĞERLENDİRMELER....11
2.1 Sismolojik Gözlemler....11
2.1.1. 6 Şubat 2023 Depremlerinin Yırtılma Modelleri....13
3. DERPEMİN İKİNCİL ETKİLERİ....15
3.1. Kıyı İçi Su Basması....15
3.2. Yanal Kütle Hareketleri....23
3.3. Yüzey Deformasyonları, Yanal Kaymalar, Dolgu Hasarları....24
3.4. Toprak kaymaları (Heyelanlar)....27
4. YAPISAL TESPİT ve DEĞERLENDİRMELER....29
4.1. Kuvvetli Yer Hareketlerinin Değerlendirilmesi....29
4.2. Yapısal Hasarların Değerlendirilmesi....33
4.2.1. Konut/Bina yapılarında meydana gelen hasarlar....33
4.2.2. Kırsal yapılarda (yığma) meydana gelen hasarlar....57
4.2.3. Kamu yapılarında meydana gelen hasarlar....59
4.2.4. Sanayi yapılarında meydana gelen hasarlar....63
4.2.5. Tarihi yapılarda meydana gelen hasarlar....70
4.2.6. Yol ve Sanat yapılarında meydana gelen hasarlar....75
4.3. Risk Tespitleri....78
5. AFET YÖNETİMİ VE ZARAR AZALTMA ÇALIŞMALARI ÖN DEĞERLENDİRMESİ....81
5.1. Kriz Yönetimi....81
5.1.1. Müdahale süreci....81
5.1.2. İyileştirme süreci....82
5.2. Risk Yönetimi....82
5.2.1. Zarar azaltma süreci....82
5.2.2. Hazırlık süreci....83
5.2.3. Saha değerlendirmesi....84
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER....90
TEŞEKKÜR....93
KAYNAKLAR....94

ÖNSÖZ

6 Şubat 2023 tarihinde merkezi Kahramanmaraş-Pazarcık olan Mw 7.7 ve Kahramanmaraş-Elbistan olan Mw 7.6 büyüklüğünde iki deprem meydana gelmiştir. Asrın felaketi olan depremler, Kahramanmaraş, Gaziantep, Şanlıurfa, Diyarbakır, Adana, Adıyaman, Osmaniye, Hatay, Kilis, Malatya ve Elâzığ illerinde birçok yapının göçmesine neden olmuş ve çok sayıda vatandaşımız hayatını kaybetmiştir. Depremlerde vefat eden vatandaşlarımıza Allah'tan rahmet, yaralı ve mağduriyet yaşayan tüm yurttaşlarımıza acil şifalar diliyorum. Bizler, depremi çok yakından deneyimlemiş bir şehir ve üniversite olarak bölge insanımızın acısını kalbimizin derinliklerinde hissediyoruz. Biliyoruz ki böyle zamanlar, yardımlaşma, paylaşma ve Türkiye olarak tek yürek olma zamanıdır. Umuyorum ki ulusal seferberliğimiz doğrultusunda devletimizin kararlılığı ve vatandaşlarımızın özverisiyle yaralarımızı en kısa sürede saracağız.

Bu ülkeyi kuran ve bugünlere getiren milli irade, şuur ve yardımlaşma duygusuyla tüm kurumlarımız ve vatandaşlarımız daha ilk günden bölgeye akın ederek yıkıntıların arasından bir umut filizi yeşertmeye çalıştılar. Bu kapsamda yapılan yardımların yanı sıra üniversitemiz Mühendislik Fakültesi İnşaat, Jeofizik ve Jeoloji Mühendisliği Bölümleri öğretim üyelerinden oluşturulmuş bir ön inceleme ekibi inceleme, araştırma ve raporlama yapmak üzere deprem bölgesine gönderilmiştir. Bölgeye intikal etmiş ekibimiz çok kıymetli çalışmalarda bulunmuş ve bu raporu hazırlamışlardır.

Depremin gerçekleri korkutucudur. Fakat bizler biliyoruz ki umut korkudan çok daha güçlü bir duygudur. Cumhuriyetimizin banisi ulu önder Gazi Mustafa Kemal Atatürk'ün dediği gibi felaketlerde umutsuzluğa direnmek gerekmektedir. Umutsuzluk bizler için bir seçenek değildir ve asla olmamıştır. Bu bilinçle deprem bölgesinde görev yapmış tüm Mühendislik Fakültesi İnşaat, Jeofizik ve Jeoloji Mühendisliği Bölümleri öğretim üyelerimize bu rapora katmış oldukları bilgi ve birikimlerinden dolayı üniversitemiz adına çok teşekkür ediyorum. Umuyorum ki rapor bundan sonra yaşanması muhtemel felaketleri önleyici nitelikte fayda sağlar.

En derin saygılarımla.

Prof. Dr. Nuh Zafer Cantürk

Kocaeli Üniversitesi Rektörü

GİRİŞ

6 Şubat 2023 tarihinde Türkiye Cumhuriyeti, tarihinin en büyük 2. ve 3. depremlerini aynı gün yaşadı. 6 Şubat 2023 04:17'de (yerel saat) meydana gelen Mw7.7 Nurdağı-Pazarcık-Kahramanmaraş (K37.288°, D37.043°) depreminden sadece 9 saat sonra meydana gelen Mw7.6 Ekinözü-Kahramanmaraş (K38.089°, D37.239°) depremi 11 ili ve bölgede yaşayan yaklaşık 14 milyon insanı direkt ya da dolaylı olarak etkilemiştir. Raporun yayınlandığı tarihte resmi makamlar tarafından 50.399 vatandaşın hayatını kaybettiği açıklanmıştır.

Depremden sonra Kocaeli Üniversitesi Rektörlüğü tarafından hızlıca harekete geçilmiş, bölgeye yardım malzemeleri ve ekipler gönderilmiştir. Ayrıca, bilimsel çalışmalara ve bundan sonra yaşanabilecek olan depremlerin zararlarının azaltılmasına yönelik çalışmalara altlık oluşturacak ilksel saha gözlemlerinde bulunmak amacıyla, İnşaat, Jeofizik ve Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğretim üyeleri deprem bölgesine gitmek üzere Kocaeli Üniversitesi Rektörlüğü tarafından görevlendirilmişler. Saha çalışması Adana, Hatay, Kahramanmaraş, Malatya ve Adıyaman illerini Çukurova, İskenderun, Defne, Altınözü, Hassa, Nurdağı, Elbistan, Pazarcık, Gölbaşı, Kırıkhan, Türkoğlu, Besni, İslahiye, Göksun, Doğanşehir, ilçeleri ve Aşağıoba, Tepehan, Alaybeyli, Barış, Büyük Tevekkeli, Küçük Tevekkeli, Çiğli, Ekinözü, Tetirlik, Ördekdede, Kelhalil, Erkenek köylerinde gerçekleşmiştir.

İnşaat Mühendisliği Bölümü öğretim üyeleri depremler sonrası oluşan yapısal hasarları, Jeofizik ve Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğretim üyeleri ise her iki depremin yeryüzünde etkilerini ve afet yönetimi açısından kriz yönetimi sürecini yerinde gözlemleme fırsatı bulmuşlardır.

Yapılan bu gözlemlere ait tespitler ve değerlendirmeler ilgili bölümlerde detaylı olarak verilmiştir.

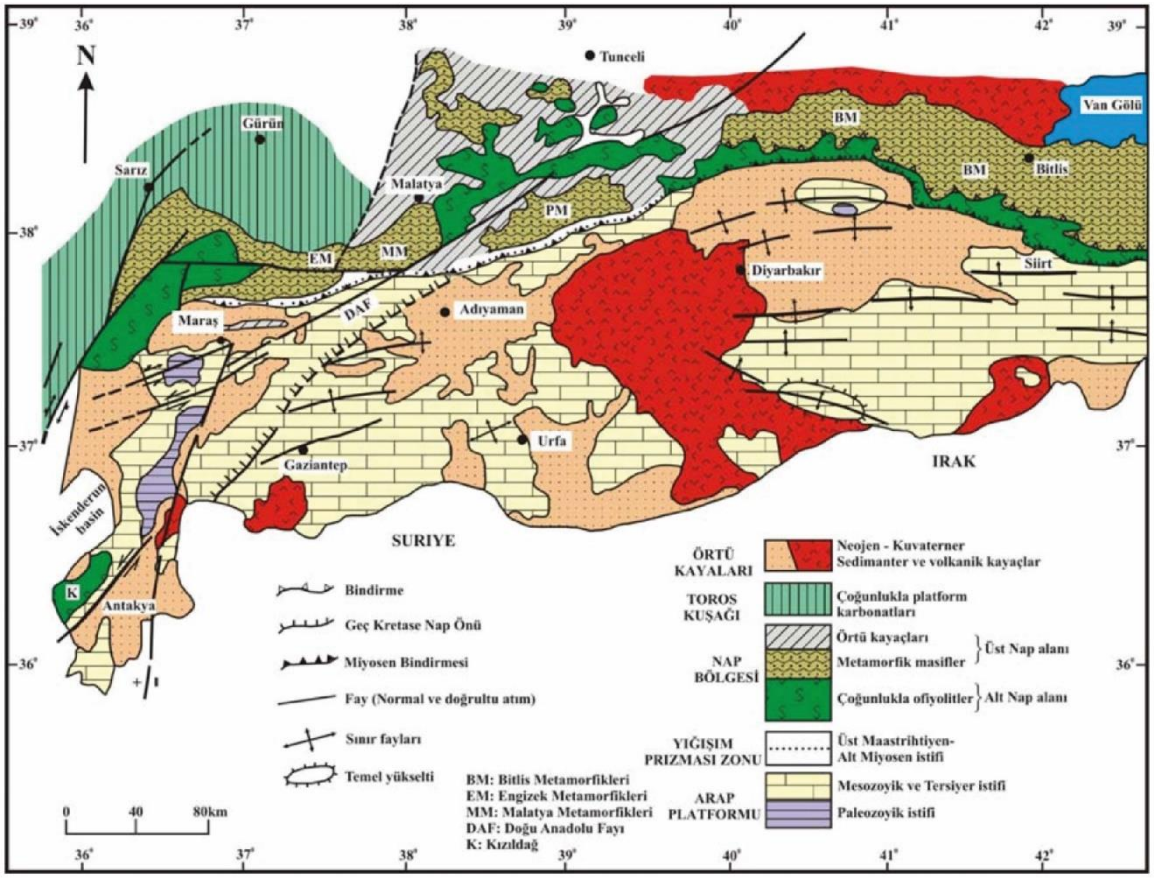
1. JEOLOJİK TESPİT ve DEĞERLENDİRMELER

1.1. Bölgesel Jeoloji

Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı içerisinde kalan çalışma bölgesinin jeolojik evrimi kuzeyde Toros ve güneyde Arap platformları ile sınırlanan Neotetis okyanusunun güney kolunun kapanması neticesinde şekillenmiştir. Bunun sonucunda bölgede üç farklı tektonik kuşaktan bahsetmek mümkündür; kuzeyden güneye doğru ilerleyecek şekilde Nap zonu, yığışım prizması ve Arap platformu (Yılmaz ve ark., 1993).

Nap zonu alt nap ve üst nap zonu olmak üzere iki büyük tektonik birlikten oluşmaktadır. Alt nap ofiyolitik kayaçlar ve Maden kompleksi ile tanımlanırken üst nap metamorfik masiflerden oluşmaktadır (Yılmaz 1991; Yılmaz ve ark., 1993).

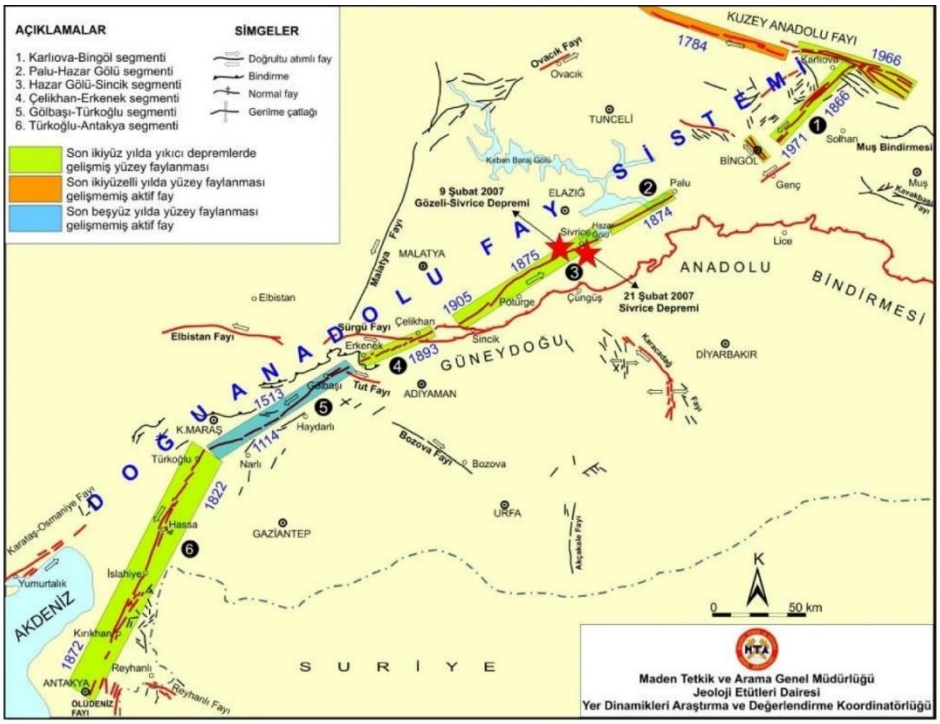
Yığışım zonu kuzeyde nap zonu, güneyde ise Arap platformu çökelleri tarafından sınırlanmaktadır. Bu zon Üst Kretase – Alt Miyosen döneminde çökelen stratigrafik birimler ile temsil edilmektedir ve yoğun bir tektonizmaya maruz kalmıştır. Özellikle bölgedeki yıkımın en çok yaşandığı alanlarda ise Neojen – Kuvaterner dönenimde çökelmiş sedimanter ve volkanik kayaçlardan oluşan stratigrafik birimler gözlemlenmektedir (Yılmaz, 1991, Yılmaz ve ark., 1993, Akyıldız M., 2012) (Şekil 1.1).



Şekil 1. 1. Çalışma bölgesinin genelleştirilmiş jeoloji haritası (Yılmaz, 1993 çalışmasından alınmıştır)

1.2. Bölgesel Tektonik

Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ), kuzeydoğuda Karlıova eklem noktasından başlayan ve güneybatıda Hatay, Antakya civarında Ölü Deniz Fay Zonu (ÖDFZ) ile birleşen yaklaşık 580 km uzunluğunda son yönlü doğrultu atım gösteren ve KD – GB doğrultusunda uzanan aktif bir fay sistemidir. Uzun yıllar önce başlamış ve günümüzde de halen devam eden çalışmalar ışığında bu fay zonunun ÖDFZ ile Doğu Akdeniz bölgesinin jeolojik evrimi ve depremselliğini şekillendirme aşamasında önemli bir rol oynadığı ortaya konulmuştur. Son yıllarda gerçekleştirilen GPS ölçümlerine göre DAFZ üzerinde yılda yaklaşık 10-11 mm bir kayma hızından söz etmek mümkündür (Reilinger vd., 2006). Bununla birlikte DAFZ'nun toplam atım miktarının yaklaşık olarak 15-30 km olduğu düşünülmektedir (Şaroğlu vd., 1987, 1992, Herece ve Akay, 1992, Rojay vd., 2001). DAFZ, tarihsel ve aletsel veriler ele alındığında çok sayıda yıkıcı depreme sebebiyet vermiştir. Şekil 1.2'deki haritada DAFZ'ın ürettiği büyük depremlerde oluşan yüzey kırıkları gösterilmiştir.



Şekil 1. 2. Doğu Anadolu Fay Zonu'nun ana segmentleri ve 1872-1971 tarihleri arasında meydana gelen büyük depremlerde oluşan yüzey kırıklarını gösterir harita (MTA raporundan alınmıştır.)

1.3. Saha Gözlemleri

6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen depremlerin ardından 16-24 Şubat 2023 tarihleri arasında yerbilimleri ekibi Hatay, Kahramanmaraş ve Adıyaman'da depremler sonucu oluşan fayların yüzey kırıklarını, atım miktarlarını, zeminde oluşan oturma, sıvılaşma bölgelerini, deniz, nehir ve göl kıyılarındaki yumuşak zemin bağlantılı yapı hasarlarını ve depremin ikincil etkilerini incelemişlerdir. Doğu Anadolu Fayıü Çardak Sürgü Göksun fayları üzerinde yüzeyde oluşan kırıklar yerinde gözlenmiştir. Adana ilinde depremler sonucu 13 tane yüksek katlı bina çökmüş

ve depremin 12. günü yıkılan binaların enkazlarının tamamının kaldırılmış olduğu görülmüştür. Adana'nın zemini; sulama kanalının güneyindeki alüvyonlu alanlar zemin açısından en riskli bölge, Kuzey Batı Adana zemin açısından ikinci riskli bölge, Turgut Özal ve Süleyman Demirel ve Kenan Evren bulvarları ile Beyazevler'i içine alan üçüncül ve sağlam bölge olarak sınıflandırılmıştır. Yıkılan ve ağır hasarlı binaların hepsi Çukurova ilçesinde birbirlerine komşu mahallelerde olduğu görülmüştür. Binaların lokasyonlarının birbirlerine çok yakın olması, ivme değerlerinin nispeten düşük olması ve episantırlardan uzak olmasına rağmen yıkım olması ve bölgesel görülmesi derin yeraltı yapısının araştırması gerekliliği ortaya koymuştur. Hatay'da Asi Nehri'nin her iki yanındaki yapıların çoğunun yıkıldığı, ayakta kalan çoğu binanın ise ağır hasarlı veya kullanılamaz durumda olduğu görülmüştür. Nehrin taşıdığı alüvyon zemin üzerine, şehrin yoğun bir şekilde yapılaşmış olmasının yıkımın derecesinin artmasında etkili olduğu görülmüştür.

Bu çalışmalardan elden görüntüler ve çözümlemelere ait bazı fotoğraflar aşağıda paylaşılmıştır.



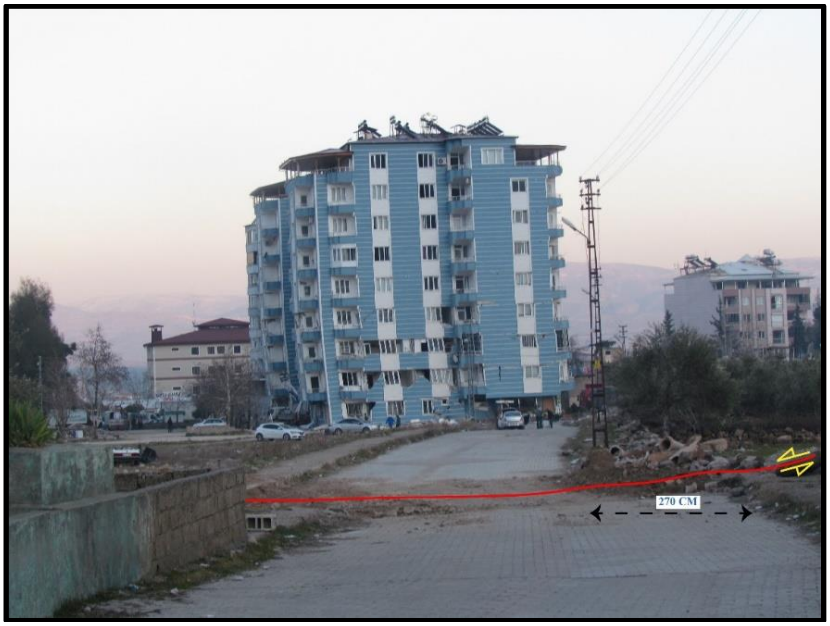
Şekil 1. 3. Hassa merkezde birbirine göre yer değiştiren binalar; Koordinat bilgileri: 36.799802, 36.517992



Şekil 1. 4. Yol üzerinde meydana gelen yer değiştirme; Koordinat bilgileri: 36.800486, 36.518112



Şekil 1. 5. Hatay Havalimanı yolu üzerinde meydana gelen yer değiştirme ve ötelenen refüj



Şekil 1. 6 Çay Boyu Caddesi üzerinde meydana gelen sol yanal yer değiştirme; Koordinat bilgileri: 36.801472, 36.518821



Şekil 1. 7. Yol üzerinde meydana gelen sol yanal yer değiştirme;Koordinat bilgileri: 37.408352, 36.908524



Şekil 1. 8. Kuyumcular Köyü'nde meydana gelen yüzey kırığı ve yolda oluşan deformasyon; Koordinat bilgileri: 37.423077, 36.925370



Şekil 1. 9. Çiğli yolu üzerinde tarla yolu üzerinde meydana gelen yer değiştirme; Koordinat bilgileri: 37.480284, 37.041183



Şekil 1. 10. Yol üzerinde meydana gelen sol yanal yer değiştirme (Kahramanmaraş)



Şekil 1. 11. Tevekkeli mahallesi civarında Doğu Anadolu Fayında su kanalı ve bahçe yolunda meydana gelen sol yanal yer değiştirme. Koordinat bilgileri: 37.536819, 37.273370



Şekil 1. 12. Kahramanmaraş Çiğli Köyü'nde meydana gelen yüzey kırığı



Şekil 1. 13. Çiğli Köyü'nde bahçe duvarında meydana gelen düşme ve yer değiştirme (Sarı ile betimlenen bloklar duvarın ilksel konumunu temsil etmektedir)



Şekil 1. 14. Çardak fayı üzerinde bahçe çiti boyunca meydana gelen sol yanal yer değiştirme



Şekil 1. 15. Markum madencilik civarında bahçe çitinde meydana gelen 70 cm'lik yer değiştirme;
Koordinat bilgileri: 37.434468, 37.172221



Şekil 1. 16. Tetirlik Köyü mevkinde bahçe çitinde meydana gelen yer değiştirme ve ikiye ayrılan ağaç;

2. JEOFİZİK TESPİT ve DEĞERLENDİRMELER

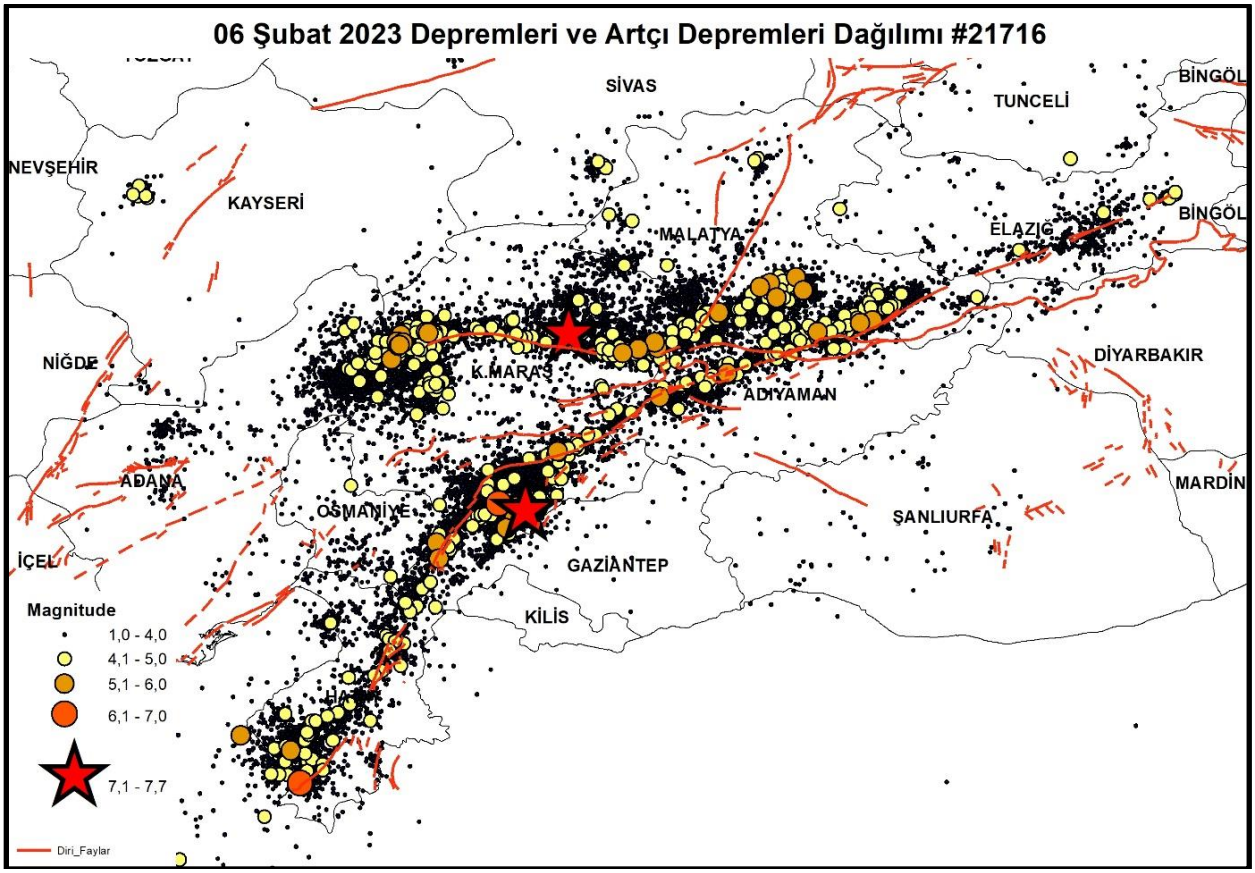
2.1 Sismolojik Gözlemler

Arap ve Avrasya levhalarının çarpışması sonucunda günümüzden yaklaşık 13 milyon yıl önce oluştuğu düşünülen Doğu Anadolu Platosu, Neotetis'in kuzey ve güney kollarına ait kenet kuşaklarının bir araya geldiği, dünyanın en genç ve en geniş ikinci platosu olarak bilinmektedir (Şengör ve Kidd, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981; Dewey ve diğ., 1986; Genç ve diğ., 2017). Doğu Anadolu Platosunun jeolojik gelişimi 4 dönemden oluşmaktadır. Birinci dönem, Paleozoyik – Alt Mesozoyik metamorfitlerle (Boray, 1975; Perinçek, 1980; Perinçek ve Özkaya, 1981; Yılmaz ve diğ., 1981; Göncüoğlu ve Turhan, 1983; Çağlayan ve diğ., 1983; Genç ve diğ., 2017), ikinci dönem Üst Kretase yaşlı ofiyolit yığışımları ile (Demirtaşlı ve Pisoni, 1965; Ketin, 1977; Yılmaz ve diğ., 1981), üçüncü dönem sedimanter kayaçlarla (Şengör ve Yılmaz, 1983) ve dördüncü dönem ise Üst Miosen'den günümüze kadar olan karasal çökeller ve volkanizma ile temsil edilmektedir (Genç ve diğ., 2017).

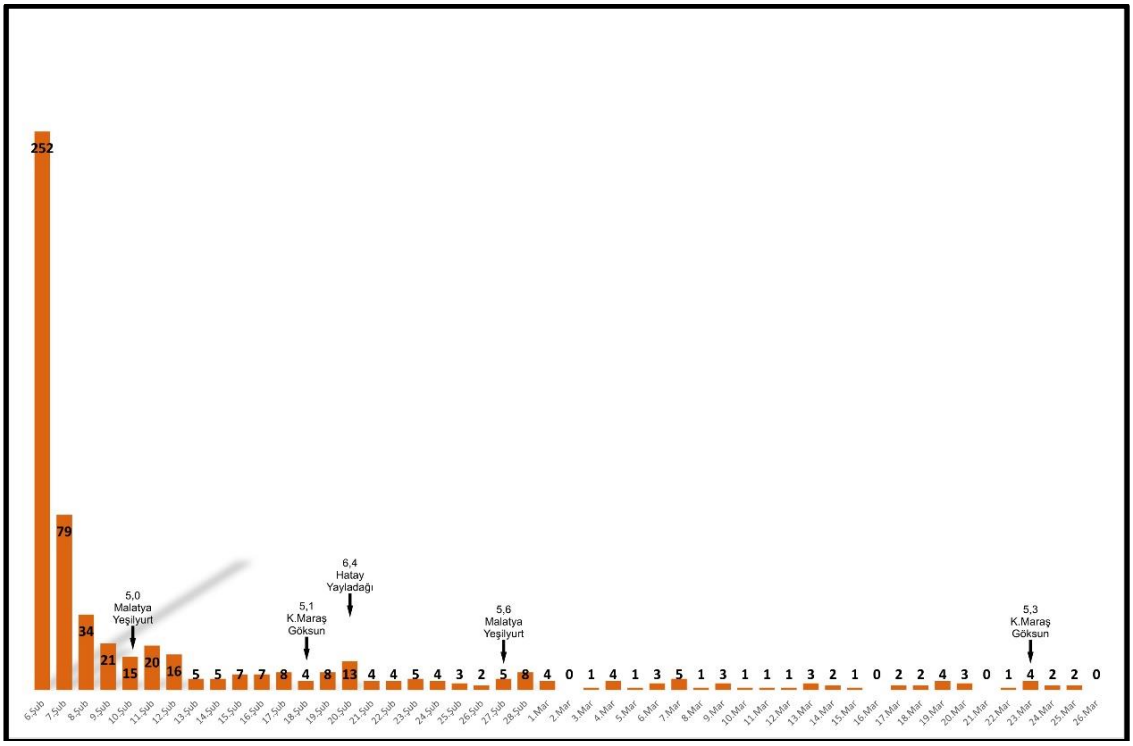
Doğu Anadolu Bölgesi (Platosu), kuzeyde hareketsiz duran Avrasya Levhası ile kuzeye doğru hareket eden Arabistan Levhaları arasında K - G yönünde sıkışmaktadır. Sıkışma rejimine bağlı olarak, Doğu Anadolu bölgesinde KD-GB doğrultulu doğrultu atımlı faylar, D-B doğrultulu ters faylar ve K-G doğrultulu normal faylar gelişmektedir (Şengör ve Kidd, 1979; Şengörve Yılmaz, 1981; Dewey ve diğ.,1986; Şaroğlu ve Yılmaz, 1986; Yılmaz ve diğ., 1987; Koçyiğit ve diğ., 2001). Doğu Anadolu Bölgesindeki sıkışma tektoniği, Anadolu Levhasının Kuzey Anadolu (KAF) ve Doğu Anadolu Fayı (DAF) boyunca batıya doğru kaçışı ile karşılanmaktadır (McKenzie, 1972; Şengör, 1979; Dewey ve Şengör, 1979; Jackson ve McKenzie, 1988; McClusky ve diğ., 2000).

Tarihsel ve aletsel dönemde birçok yıkıcı depreme ev sahipliği yapan Doğu Anadolu Fayında 06 Şubat 2023 tarihinde Pazarcık (Kahramanmaraş) merkezli 04:17:32(yerel saat)'de büyüklüğü Mw 7.7(AFAD) ve derinliği 8.6km olan bir deprem meydana gelmiştir. Bu sarsıntıdan kısa bir süre sonra 04:28:16'da büyüklüğü Mw 6.6, derinliği 6.2km olan Nurdağı (Gaziantep) merkezli deprem olmuştur. Bu depremlerin meydana getirdiği gerilme alanlarının değişimi, yerel saat ile 13:24:47'de D-B uzanımlı diğer bir fay olan Çardak - Sürgü Fayında aynı gün 13:24:47'te aletsel büyüklüğü (Mw) 7.6 olarak kaydedilen Elbistan (Kahramanmaraş) merkezli bir deprem daha meydana gelmiştir. Artçı sarsıntıların yoğun olarak sürdüğü bir süreçte, ilk depremin meydana geldiği fayın güney kesiminde, 20 Şubat 2023, 20:04 de Yayladağı (Hatay) merkezli derinliği 21.73 km büyüklüğü Mw 6.4 olan deprem bölgedeki durumun daha da ağırlaşmasına neden olmuştur.

Bu depremden sonra yoğun artçı deprem aktivitesi olmuş, ve 27 Mart 2023 tarihinde 21716 ya ulaşmıştır. Bu artçı depremlerin dağılımı Şekil 2.1'de gösterilmiştir. Bölgede aynı tarihe kadar 4.0 dan büyük artçı sarsıntı sayısı 577 olup zamansal değişim grafiği Şekil 2.2 de verilmiştir.



Şekil 2. 1. 06.02.2023 –27..03.2023 arası meydana gelen M>1.0 olan artçı depremlerin dağılım haritası



Şekil 2. 2. 06.02.2023 –27.03.2023 arası meydana gelen M>4.0 olan artçı depremlerin zamansal dağılım grafiği

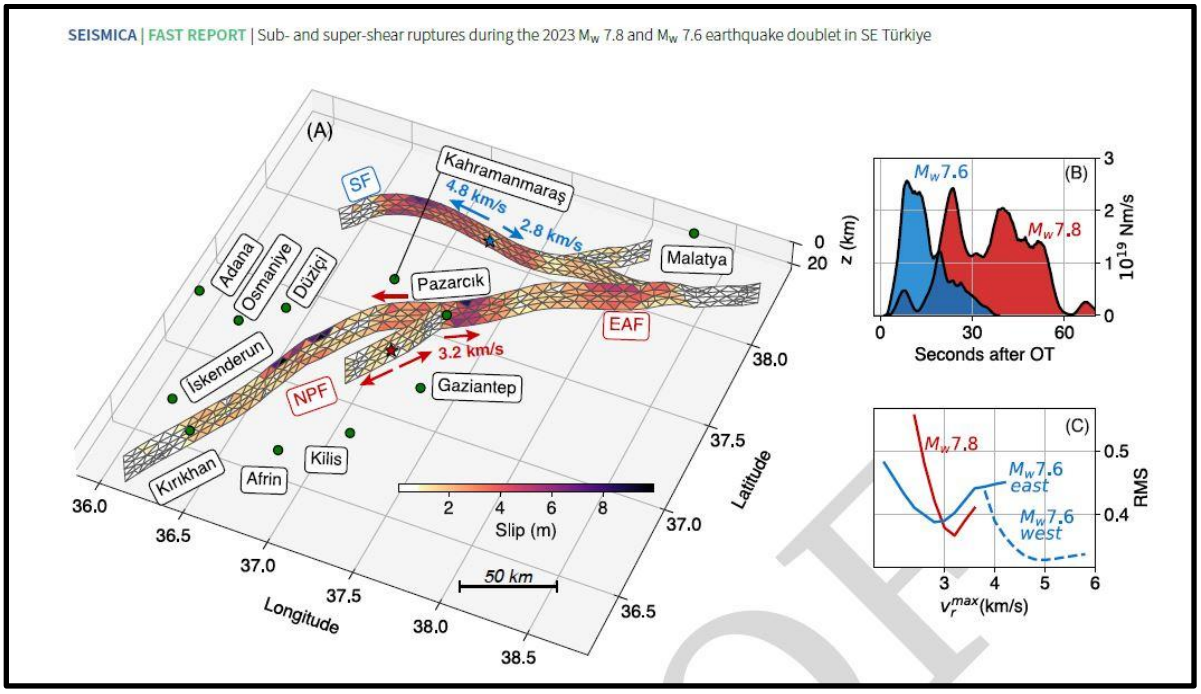
2.1.1. 6 Şubat 2023 Depremlerinin Yırtılma Modelleri

Sismolojik ve jeodezik verilerin birleştirilmesi ile 6 Şubat 2023 depremlerinin fay düzlemleri üzerindeki 3 boyutlu yırtılma modelleri, Kocaeli Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümünden araştırmacılarında yer aldığı, Melgar ve diğ., (2023) tarafından elde edilmiş ve daha sonra da yayınlanmıştır.

Bu çalışmada Nurdağı-Pazarcık depreminin (1. deprem) lokasyonu, Doğu Anadolu Fayı'ndan yaklaşık 15 km güneyde belirlenmiştir. Yani 1. depremin başladığı yer, Doğu Anadolu Fayı değil, ikincil bir yapı olan Nurdağı-Pazarcık Fayı'dır. Nurdağı-Pazarcık fayının kırılması ile başlayan yırtılma, başladıktan 10 sn sonra, Doğu Anadolu Fayı üzerinde Kuzeydoğu-Güneybatı doğrultusunda çift yönlü olarak ilerlemiştir (Şekil 2.3a). Fay düzlemi üzerinde 9 metreye varan yer değiştirmelerin oluştuğu ve yaklaşık 350 km'lik bir uzunluğa sahip fay parçasının kırıldığı Nurdağı-Pazarcık depremi kaynak zaman fonksiyonu (Şekil 2.3b), yırtılmanın sürdüğü yaklaşık 70 sn'lik süre içerisinde 3 belirgin enerji boşalımı olduğunu göstermektedir. Bu durum, her ne kadar bazı araştırmacılar tarafından, Nurdağı-Pazarcık depreminin kısa zaman aralıkları içerisinde meydana gelen 3 depremden oluştuğu şeklinde yorumlansa da, çalışmada depremin, fay düzlemi farklı geometrilere sahip heterojen ve sürtünmeli bir düzlem olduğu için, 70 sn süren yırtılma içerisinde 3 farklı enerji boşalımı ile meydana geldiği şeklinde yorumlanmıştır. Analizlere göre Nurdağı-Pazarcık depreminin büyüklüğü Mw7.8 olarak hesaplanmıştır.

Çardak Fayı üzerinde meydana gelen Ekinözü depremin (2. deprem) analizinde, yırtılmanın çift yönlü olarak yaklaşık Doğu – Batı doğrultusunda ilerlediği sonucu elde edilmiştir (Şekil 2.3a). Bu depremde fay düzlemi üzerinde 7 metreye varan yer değiştirmelerin olduğu ve yaklaşık 160 km'lik bir uzunluğa sahip fay parçasının kırıldığı belirlemiştir. Ekinözü depremi analizinin ortaya koyduğu diğer ilginç bir sonuç ise, deprem sırasında fay segmentleri üzerindeki yırtılma hızlarının birbirinden farklı olduğudur. Yırtılma batıya doğru daha hızlı ilerlerken (4.6 - 5.4 km/sn), doğuya doğru daha yavaş ilermiştir (2.8 km/sn) (Şekil 2.3c).

Çalışmada, Nurdağı-Pazarcık depreminin 12.3 km, Ekinözü depreminin ise 15.2 km derinlikte oluştuğu ve her iki depremin, yerkabuğunun 3 ile 25 km arasındaki derinliklerinde deformasyona neden olduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 2. 3. (A)Her iki depremin oluşturan kaynak fayların 3 boyutlu görünütüsü. Slip: Kayma miktarı, NPF: Nurdağı-Pazarcık Fayı, EAF: East Anatolian Fault (Doğu Anadolu Fayı), SF: Sürgü Fayı, (B): Kaynak-Zaman fonksiyonu, (C): Yırtılma hızı değişim grafiği, (Vr: Yırtılma Hızı), RMS: En küçük kareler hata miktarı.

3. DERPEMİN İKİNCİL ETKİLERİ

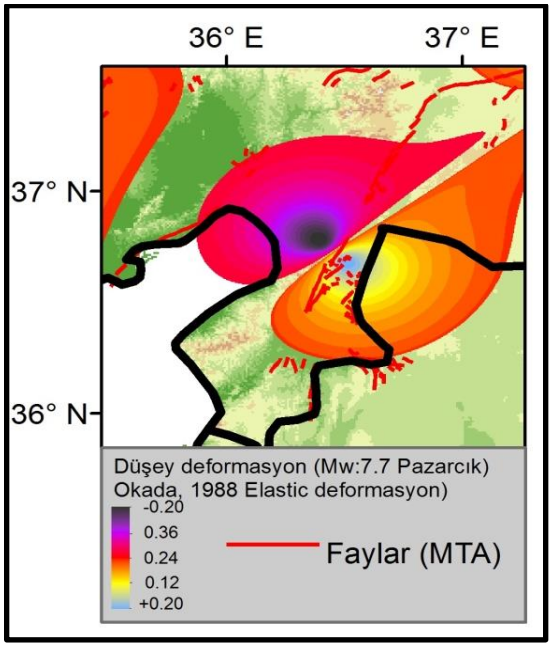
3.1. Kıyı İçi Su Basması

06.02.2023 yerel saat ile 04.17' de oluşan Pazarcık (Kahramanmaraş) merkezli depremin hemen ardından Hatay'ın İskenderun ilçesinde; görsel, yazılı ve sosyal medyada da geniş bir yer bulan kıyı çizgisine paralel ve 200 metreye kadar kara içerisine ilerleyen, 50 cm ila 100 cm yüksekliğe kadar ulaşan su baskını olmuştur. Bölgeye gitmeden önce su baskınının olası nedenleri; tsunami olup olmadığına dair medyada çıkan haberler, deprem ile ilgili eldeki veriler, web tabanlı verilen su yükseklik değerleri ve depremin ilksel parametreleri kullanılarak yapılan modeller ile irdelenmiştir. AFAD (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı) ve USGS (United States Geological Survey) gibi kuruluşlarca verilen depremin ilksel parametreleri irdelenmiş (Mw7.7, Doğrultu:228^o, Eğim:89^o, Kayma Açısı:-1^o) ve bu parametrelerden yararlanılarak düşey deformasyon yaklaşımı (Okada, 1988, Ulutaş ve diğ., 2012; Yolsal-Çevikbilen ve diğ., 2019; Ulutaş, 2020) ile depremin kıyıya yakın alanlarda oluşturabileceği başlangıç dalga modeli hesaplanmıştır (Şekil 3.1). Tsunamilerin büyük çoğunluğu deniz tabanında normal veya ters faylanmalarda oluşan depremlerde kıyılarda etkin olarak hasar verirler. Bu depremin kırığı her ne kadar sol yanal atımlı bir fay ve İskenderun körfezinde kırılma oluşturmasa da geniş bir alanı kapsayan kırılma ve sarsıntının büyüklüğü deniz tabanında bir salınıma yol açabilir. Bu yaklaşım ile oluşturulan ilksel modeller bölgede 10 cm civarında dalga oluşturabileceğini göstermiştir. (Şekil 3.2). Nitekim bölgeye en yakın Arsuz kıyı dalga ölçer istasyonunda kayıtlara bakıldığında depremin hemen ardından değişim gözlenmektedir (Şekil 3.3 ve Şekil 3.4). Şekillerde görülen dalga biçimlerinde gelgit ve rüzgar dalgası etkisi de vardır. Bu etkiler çıkarıldıktan sonra tsunami kaynaklı dalganın periyodu hesaplanabilir. Bölgede gerek görgü tanıklarının verdikleri bilgiler ve gerekse meteoroloji müdürlüğünden alınan bilgilere göre depremin olduğu saatlerde denizde rüzgar kaynaklı fırtına da mevcuttur. Ancak depremin hemen ardından 200 metre içerilere kadar ilerleyen suyun tsunami ve denizde fırtına kaynaklı olması olası görülmemektedir. Depremin hemen ardından bölgedeki görgü tanıklarından elde edinilen telefon bağlantıları ve görüntülerden yararlanılarak; sıvılaşma, yanal yayılma ve kıyı şeridindeki çökmenin su basmasına neden olabileceği tahmin edilerek ilksel sonuçlar Kocaeli Üniversitesi web sayfasından duyurulmuştur (https://www.kocaeli.edu.tr/haber-ayrinti.php?h=GQrdXlsb).

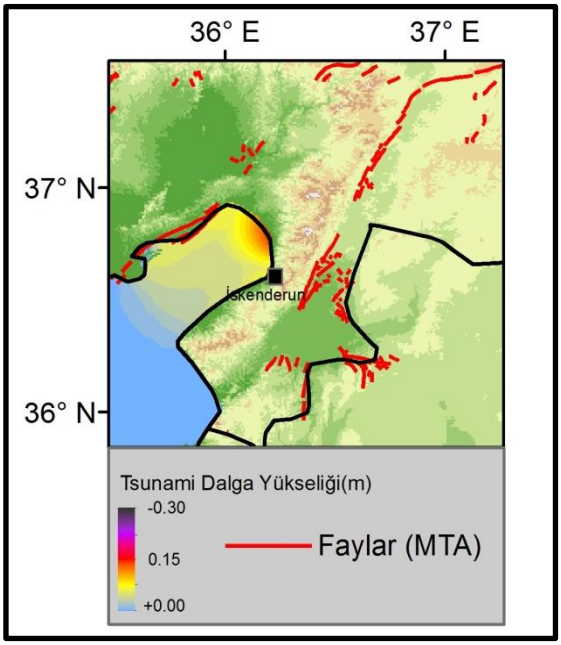
Su basmasının sebeplerini daha ayrıntılı olarak incelemek amacı ile 16.03.2023 tarihinde İskenderun ve çevresine gidilmiş; kıyı şeridi boyunca elde edilen verilerden su basmansın olası nedenleri daha da ayrıntılı incelenmiştir. Özellikle Atatürk bulvarı boyunca Güneybatı-Kuzeydoğu yönü boyunca Güneydoğuda Nihal Atakaş cami civarında 40 cm ile başlayan kıyı şeridi çökmesinin Kuzeybatıda Liman bölgesi ve Deniz Üs komutanlığının bulunduğu alanında 1 metrelere ulaşan çökmelere rastlanmıştır. Arazi gözlemlerinin yapıldığı Atatürk bulvarının iki ucu boyunca çökmeleri ispatlayan google-earth görünümleri Şekil 3.5 ve 3.6 da verilmiştir. Şekil 3.5’ de Nihal Atakaş Camii’nin bahçesindeki dolgu malzeme çöküntüsü ve Şekil 3.6’ da da liman mendireğindeki çökme ve limanın su ile kaplanması belirgin olarak görülmektedir.

Atatürk bulvarının bu iki uç noktası ve bulvara komşu caddeler boyunca yapılan arazi izlenimlerine ait fotoğraflar koordinatları ile birlikte Şekil 3.7 ve Şekil 3.26 arasında verilmiştir. Bu fotoğraflar; başlangıç da denizin içeri taşması gibi algılanan ama aslında İskenderun da yaşanan dolgu malzemesi çökmesi ve sıvılaşma kaynaklı su basmasını açıklamaya yardımcı nitelikte görüntülerdir.

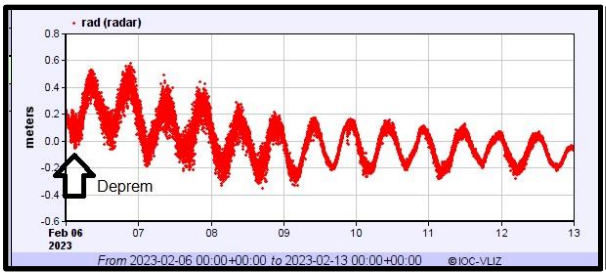
Şekillerde de koordinatları ile birlikte açıklanan görüntülerin genel bir analizi yapılacak olursa; su basmasının şehrin içerilere doğru ulaştığı en son nokta Tayfur Sökmen caddesinin sonudur. Bu cadde limandaki çökmenin oluştuğu ve sıvılaşmanın yoğun olarak gözlemlendiği Atatürk Bulvarı ve Bahçeli sahil evler caddesine de yakın konumdadır. Bahçeli Sahil Evler caddesine ait fotoğraflar ise Şekil 3.27-Şekil 3.32 arasında verilmiştir. İskenderun dolgu alanında yaşanan sıvılaşma; Mw:7.7 büyüklüğündeki Pazarcık depreminin tekrarlı yüklerine maruz kalan dolgu alanının dayanımı ve sertliğinin kaybolarak sıvı gibi davranması sonucudur. Kıyıya çok yakın alanda oluşan bu sıvılaşma; kum ile birlikte suyun da dolgu alanlar içinden dışarı çıkması ile sonuçlanmıştır. Limana yakın kıyı şeridindeki çökmeye bağlı olarak da deniz seviyesinin kıyı şeridi ile aynı hizaya gelmesi su miktarının artmasını sağladığı görülmüştür. Bölgedeki detaylı sondaj verileri ile yapılacak sıvılaşma analizleri, kıyı şeridinde depremden önce ve sonra hesaplanacak kot farkı çalışmaları, denizdeki gelgit seviyelerinin deprem öncesi ve sonrasına göre konumlarının araştırılması bölgedeki su basmasının nedenlerini ortaya çıkartacaktır.



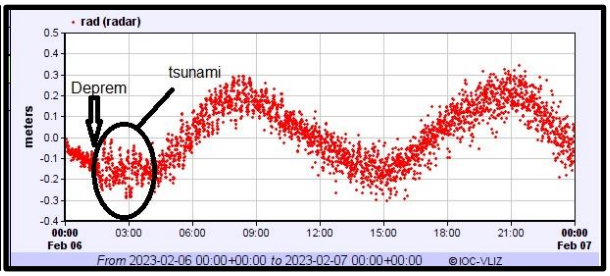
Şekil 3.1. Tsunami başlangış dalga yüksekliği modellemesi için hesaplanan düşey deformasyon yakklaşımı.



Şekil 3.2.İskenderun körfezinde tsunami yayılım modellemesi.



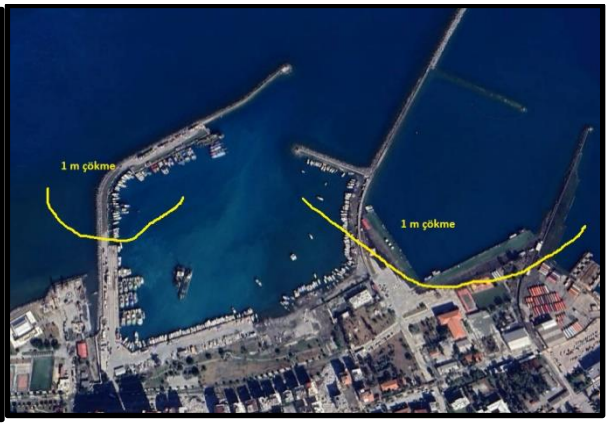
Şekil 3.3. Arsuz kıyı deniz seviyesi ölçer istasyonu 1 haftalık dalgayüksekliği ölçümü.



Şekil 3.4. Arsuz kıyı deniz seviyesi ölçer istasyonu saatlik dalga yüksekliği ölçümü (deprem ile birlikte 10 cm yükselen daha yüksek periodlu bir hareket)



Şekil 3.5. İskenderun, Atatürk Bulvarında inşa edilmiş deprem sonrası 40 cm denize doğru çöken cami etrafındaki dolgu alan ve cami bahçesinde gözlenen kum fışkırmaları (36.592884 N, 36.157265 E)



Şekil 3.6. İskenderun, Atatürk Bulvarının sonundaki liman mendireklerinde 1 metre civarı çökme ve mendireklerin suyun altında kalması (36.591781 N, 36.178560 E)



Şekil 3.7. İskenderun, Nihal Atakaş Cami sıvılaşma kaynaklı kum fışkırması (36.593198 N, 36.157487 E).



Şekil 3.8. İskenderun, Nihal Atakaş Cami sıvılaşma kaynaklı cami bahçesinde deniz yönüne doğru oturma (36.593051 N, 36.156840 E).



Şekil 3.9. İskenderun, Nihal Atakaş Cami bahçe duvarı önündeki kaldırımın deniz yönüne doğru açılması (36.593198 N, 36.157487 E).



Şekil 3.10. İskenderun, Nihal Atakaş Cami bahçe zeminindeki kum fışkırması ve sıvılaşma kaynaklı zarar görmesi (36.593198 N, 36.157487 E).



Şekil 3.11. İskenderun, Forbes AVM, 40 metre kazık ile zemine oturtulan bina sıvılaşmadan etkilenmemiş (36.593270 N, 36.159674 E).



Şekil 3.12. İskenderun, Forbes AVM önündeki kaldırımda deniz yönüne doğru oturma. Bina da oturma yok (36.593270 N, 36.159674 E).



Şekil 3.13. İskenderun, Forbes AVM önündeki ana yolda 7 cm deniz yönüne doğru oturma ve 4 cm yanal açılma (36.593020 N, 36.158796 E).



Şekil 3.14. İskenderun, Atatürk Bulvarı Askeri Bina önündeki kum fışkırmaları (36.594097 N, 36.161047 E).



Şekil 3.15. İskenderun, Atatürk anıtı önünde denize doğru 9 cm çökme (36.594443 N, 36.164780 E).



Şekil 3.16. İskenderun, Atatürk bulvarı ve deniz arasında denizden 50 metre mesafede yanal yönde ayrılmalar (36.592772 N, 36.168099 E).



Şekil 3.17. İskenderun, Anıtpark alanı. Deprem sonrası bu alan tamamen su ile dolmuş (36.591742 N, 36.172286 E).



Şekil 3.18. İskenderun, İskele civarında 45 cm denize doğru yanal kayma (36.592395 N, 36.172911 E).



Şekil 3.19. İskenderun, Liman yakınında Arıtma tesisi duvarın 39 cm ölçülen su izi (36.591400 N, 36.175501 E).



Şekil 3.20. İskenderun, Liman yakınında halı saha işletme binası duvarında su izi 42 cm (36.591316 N, 36.175482 E).



Şekil 3.21. İskenderun, Liman iskele bloklarında yanal açılmalar (36.591613 N, 36.176025 E).



Şekil 3.22. İskenderun Limanında, Liman iskelesi ile deniz seviyesi aynı hizaya gelmiş. Yükleme yapan bir kamyon çöken iskele bloğunda (36.594361 N, 36.177010 E).



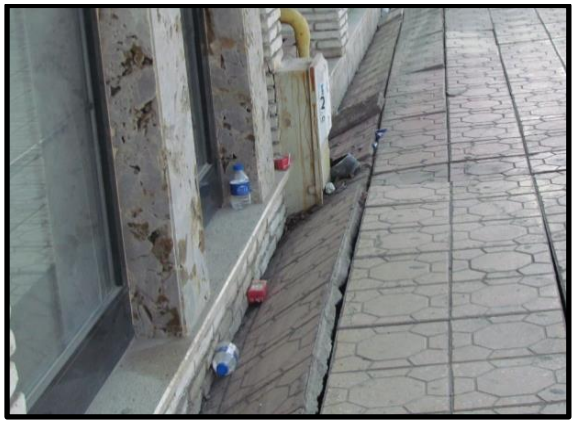
Şekil 3.23. İskenderun, Limanında Liman iskelesi ile deniz seviyesi aynı hizaya gelmiş (1 metre civarı çökme) (36.594105 N, 36.176537 E).



Şekil 3.24. İskenderun, Balıkçı barınağı. Balıkçıların konakladığı konteynerler deniz ile aynı seviyeye gelmiş. Çökme 1 metre. (36.592833 N, 36.179999 E).



Şekil 3.25. Şekil 3.25. İskenderun, Liman ve Atatürk bulvarı arasındaki park alanında oluşan sıvılaşma ve kum fışkırması (36.591269 N, 36.177602 E).



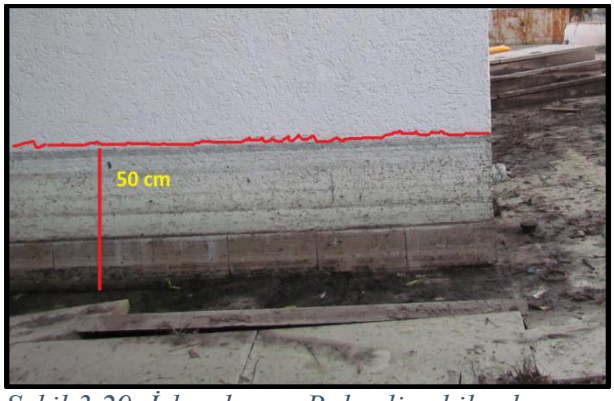
Şekil 3.26. İskenderun, Atatürk Bulvarı Deniz üs komutanlığı yakınında kaldırımlarda sıvılaşma kaynaklı deformasyonlar. (36.590887 N, 36.178821 E)



Şekil 3.27. İskenderun, Bahçeli sahil evler caddesinde sıvılaşma kaynaklı bina oturmaları (36.590246 N, 36.178304 E)



Şekil 3.28. İskenderun, Bahçeli sahil evler caddesinde sıvılaşma (36.590838 N, 36.179837 E).



Şekil 3.29. İskenderun, Bahçeli sahil evler caddesinde bir evin duvarında su basma izi (36.590838 N, 36.179837 E).



Şekil 3.30. İskenderun, Bahçeli sahil evler caddesi Toprak Mahsulleri Ofis binası 40 cm su basma izi (36.590529 N, 36.170474 E).



Şekil 3.31. İskenderun, Bahçeli sahil evler caddesi, sıvılaşma kaynaklı zemin yenilmesi sonucu elektrik direğinde devrilme (36.590655 N, 36.178950 E).



Şekil 3.32. İskenderun, Bahçeli sahil evler caddesi, bina temellerinden kum fışkırmaları ve bina oturmaları (36.590453 N, 36.179108 E).



Şekil 3.33. İskenderun, 114. Sokak Kapalı Pazar alanı karşısı 17 cm bina bahçe betonunda deformasyon 36.587253 N, 36.176088 E).



Şekil 3.34. İskenderun, Su basmasının en fazla (600 m kadar) ilerlediği Tayfur Sökmen caddesi. Tüm evlerin bodrumları su dolu. (36.588899 N, 36.175741 E).



Şekil 3.35. İskenderun, Su basmasının en fazla ilerlediği Tayfur Sökmen caddesinin sonu. Caddeye dik yol boyu dolgu alan deformasyonları. (36.586288 N, 36.175590 E).



Şekil 3.36. İskenderun, Su basmasının en fazla ilerlediği Tayfur Sökmen caddesinin sonu. Caddeye dik, yol boyu dolgu alan deformasyonları. (36.586214 N, 36.174835 E).

3.2. Yanal Kütle Hareketleri

Hatay'ın Altınözü ilçesine bağlı Tepehan köyünde 35 dönümlük bir zeytin bahçesinin ortasında bahçeyi ikiye bölen bir çöküntü oluşmuş ve bugün adeta bir kanyon görünümünü almıştır. Medya da geniş bir yer bulan bu alana 17.02.2023 tarihinde gidildi. Çökmenin oluştuğu alan; yaklaşık 400 metre boyunda 100-110 metre eninde ve 50 metre derinliğindedir. Şekil 3.37'de çökmenin google-earth görüntüsü verilmiştir.



Şekil 3.37. Tepehan Köyü, Altınözü, Hatay' da oluşan çökmenin "google-earth" uydu görüntüsü (Yaklaşık 400 boyunca ve 100-110 metre eninde bir alan).

İlk izlenimlerden çökme alanı evaporitlerin yoğun olarak bulunduğu bir alan olarak görülmektedir. Bölgenin bulunduğu alan çeşitli çalışmalarda killtaşı litolojilerinden oluşan Tepehan formasyonu olarak da adlandırılmıştır (Ateş ve diğ., 2004; Duyan ve Türkmen, 2021). Evaporitler; sedimanter kayaçların kimyasallar grubu içerisinde karbonatlı kayalardan sonra en yaygın olanlarıdır. Denizel veya karasal ortamlarda da meydana gelebilir bu tür yapılar. Gri ve mavimsi renk alabilirler. Bu tür kayaçlar dirençsiz kayaçlardır. Kiltaşı ardalanmalarının da olduğu alanlarda büyük bir depremin tekrarlı yüklerine maruz kaldıklarında yenilmelere uğrayabilirler ve Tepehan köyünde olduğu gibi çökme alanları oluşturabilirler. Bu tür alanlar; önceden jeolojik ve jeofizik etütler yapılarak belirlenebilir. Yapılaşma alanlarının belirlenmesinden önce bu tür yapıya sahip alanların belirlenmesi son derece önemlidir.



Şekil 3.38. Tepehan Köyü, Altınözü, Hatay (36.161044 N, 36.221445 E).



Şekil 3.39. Tepehan Köyü, Altınözü, Hatay (36.161044 N, 36.221445 E).



Şekil 3.40. Tepehan Köyü, Altınözü, Hatay (36.161044 N, 36.221445 E).



Şekil 3.41. Tepehan Köyü, Altınözü, Hatay (36.161044 N, 36.221445 E).

3.3. Yüzey Deformasyonları, Yanal Kaymalar, Dolgu Hasarları

Depremin tetiklediği etkilerden biri de yüzeyde oluşan deformasyonlar ve dolgu malzemesi yenilmeleridir. Bu tür oluşumlar; tutunamayan kaymaya uygun zemin yapılarında su baskınları, erozyonlar ve zamanla eğimli alanlarda yerçekiminden dolayı da oluşabilirler ancak bu depremde gözlemlendiği gibi büyük bir depremin tekrarlı yüklerine maruz kaldıklarında statik denge konumundan uzaklaşarak yenilmelere uğrarlar ve eğimli alanlarda iseler eğim boyunca kayarlar. Zemin içeriği malzeme yapısına bağlı olarak eğimin olmadığı alanlarda yenilmelere ve oturmalara uğrayarak üzerinde inşa edilmiş çeşitli yapılara (yol, boru hatları, kaldırımlar, evler) zarar verebilir. Saha gözlemi yapılan bölgede depremin ikincil etkileri ile oluşan yanal yayılmalar, şev stabilitesi sorunları, yol dolgularındaki hasarlar ve kaya düşmeleri görüntülenmiş ve Şekil 3.42 –Şekil 3.53 lokasyonları ile birlikte verilmiştir. Bazı durumlarda faylanma etkisinden daha büyük boyutlarda bu tür ikincil etkiler gözlemlenebilir. Mw7.7 ve Mw7.6 Pazarcık ve Elbistan depremleri ülkemizde yaşanan depremlerde deprem kaynaklı oluşan ikincil etkilerin yoğun gözlemlendiği depremlerden olmuşlardır.



Şekil 3.42. Antakya, Muammer Aksoy Caddesi, yüzey deformasyonu ve yolda oluşan hasar (36.196316 E, 36.137331 N).



Şekil 3.43. Antakya, Muammer Aksoy Caddesi, yolda oluşan hasar (36.196084 E, 36.137538 N).



Şekil 3.44. Antakya, Tabakhane caddesi, yüzey deformasyonu(36.215634 N, 36.162670 E).



Şekil 3.45. Antakya, Hacılar Sokak, Bekir Bakacak köprüsü yakını, Asi nehrine yakın yolda yanal kayma ve deformasyon (36.215434 E, 36.162539 N).



Şekil 3.46. Kahramanmaraş,Türkoğlu İlçesi Kuyumcular -Tevekkeli köy yolu arası, karayolu deformasyonlar.



Şekil 3.47. Kahramanmaraş,Türkoğlu İlçesi Kuyumcular -Tevekkeli köy yolu arası kaya düşmeleri.



Şekil 3.48. Kırıkhan, Hatay, Beyazıd Bestami Türbesi Kaya Düşmeleri (36.530781 N, 36.364317 E).



Şekil 3.49. Kırıkhan, Hatay, Beyazıd Bestami Türbesi Tarihi Su Kemerinde Hasar (36.531763 N, 36.364217 E).



Şekil 3.50. Kırıkhan, Hatay, Beyazıd Bestami Türbesi Kaya Düşmeleri (36.531690 N, 36.364078 E).



Şekil 3.51. Kırıkhan, Hatay, Beyazıd Bestami Türbesi Kaya Düşmeleri (36.531763 N, 36.364217 E).



Şekil 3.52. Kırkgöz, İçmeler yol kenarı yapılardan kaya düşmeleri (38.031083 N, 37.173103 E).

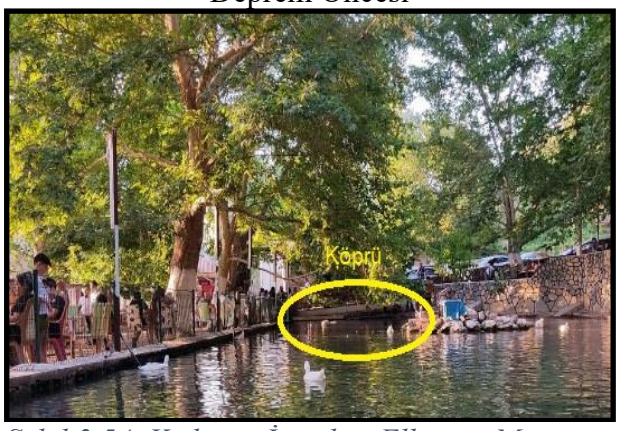


Şekil 3.53. Hassa, Hatay. Faylanma ve faylanma ile birlikte oluşan sarsıntı sonucu dere kenarında istinat amaçlı duran kayaların dere içine yuvarlanması. (36.592772 N, 36.168099 E).

3.4. Toprak kaymaları (Heyelanlar)

Depremler ile oluşan büyük sarsıntılar; toprak kayması olarak niteleyeceğimiz büyük kütle hareketlerine de neden olurlar. Bu tür hareketler; yanal deformasyon ya da dolgu malzemesi gibi hareketlerden büyük kütle hareketleri ile ayrılabilir. Toprak kaymaları; eğimli bir bölgede depremin etkisi ile düşme bir toprak kayması çeklinde sonuçlanabilir. İlksel gözlemlerden bu tür büyük boyutlu kaymalara Ekinözü, İçmeler Kırkgöz Mesire alanı civarında ve Hassa; Hatay civarındaki Amanos dağ eteklerinde rastlanmıştır. Kırkgöz mesire alanında dere üzerinde araçların park alanına geçmesini sağlayan köprü, heyelan ile birlikte zarar görmüş ve biriken toprak yığınının üzerine çıkarak 5 metre yükselmiştir (Şekil 3.54-3.59).

Deprem Öncesi



Şekil 3.54. Kırkgöz, İçmeler, Elbistan Mesire alanı dere üstünde park alanına giden köprü (38.028925 E, 37.172688 N)

Deprem sonrası



Şekil 3.55. Kırkgöz, İçmeler, Elbistan Mesire alanı köprüde yükselim(38.028925 E, 37.172688 N)



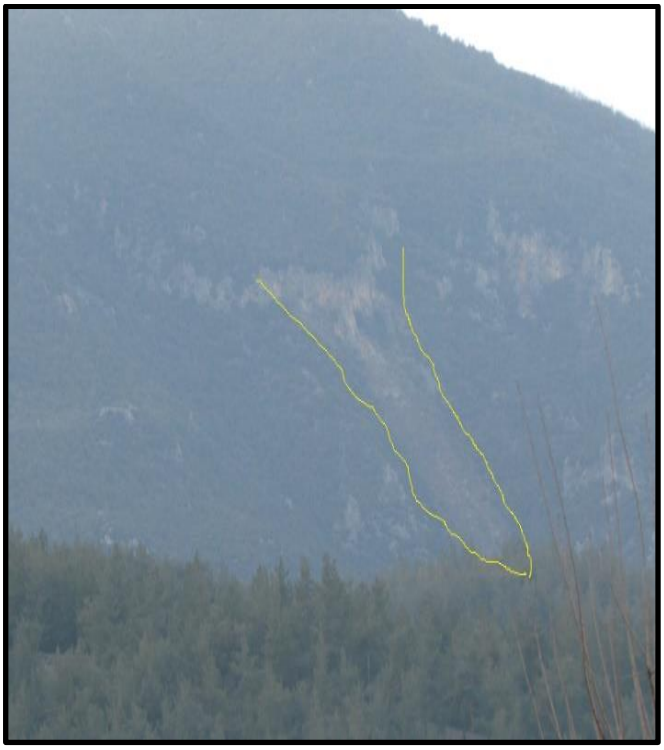
Şekil 3.56. Kırkgöz, İçmeler, Elbistan Mesire alanı toprak kayması sonucu 5 metre yükselen köprü (38.028925 E, 37.172688 N)



Şekil 3.57. Kırkgöz, İçmeler, Elbistan Mesire alanı yaklaşık olarak kayan alan (38.028829 N, 37.172948 E).



Şekil 3.58. Kırkgöz, İçmeler, Elbistan Mesire alanı toprak kayması sonucu 5 metre yükselen köprü (38.028925 E, 37.172688 N)



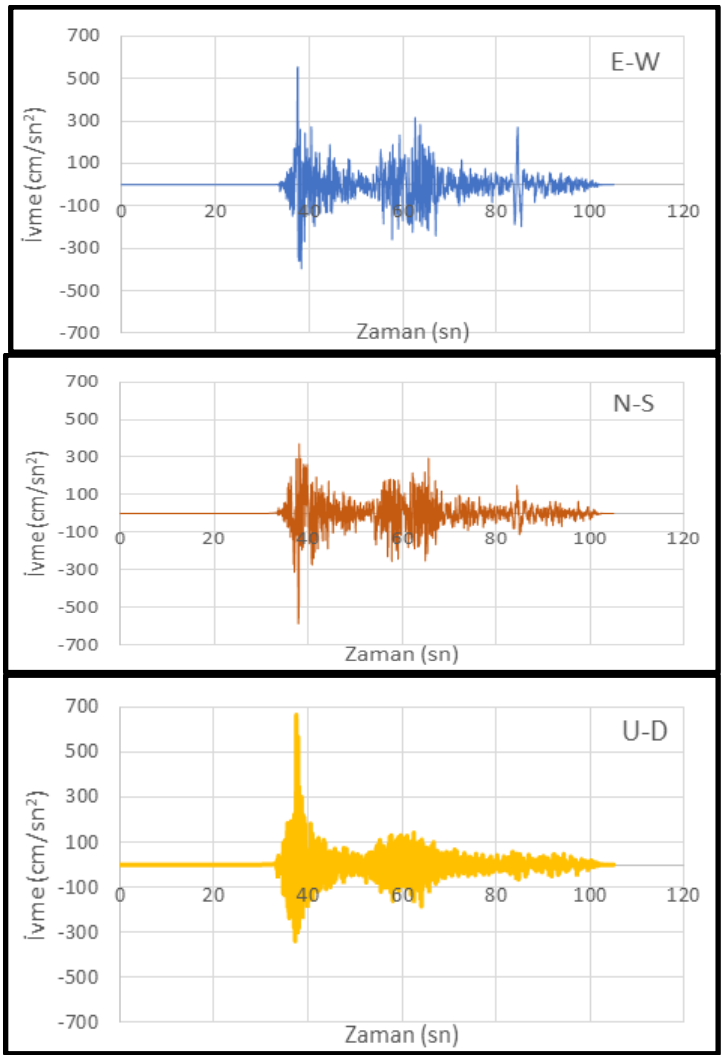
Şekil 3.59 Hassa, Hatay. Amanos dağlarında Toprak kayması ve Kaya düşmesi (36.820479 N, 36.496335 E).

4. YAPISAL TESPİT ve DEĞERLENDİRMELER

4.1. Kuvvetli Yer Hareketlerinin Değerlendirilmesi

Oldukça geniş bir bölgeyi etkileyen 06.02.2013 tarihinde saat 04: 17'de Doğu Anadolu Fayı üzerinde moment büyüklü Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından büyüklüğü Mw:7.7, odak derinliği 8.6 km olarak açıklanan Pazarcık-Kahramanmaraş depremi ile bu olaydan kısa bir süre sonra aynı gün 13:24'te yine aynı fay üzerinde büyüklüğü Mw:7.6, odak derinliği 7.0 km olarak açıklanan Elbistan-Kahramanmaraş depremi meydana geldi. Meydana gelen bu depremlere ilişkin AFAD'ın https://tadas.afad.gov.tr/ sitesinden 12 Mart 2023 tarihinde indirilen ivme kayıtlarının değerlendirilmesiyle elde edilen grafikler aşağıda verilmiştir.

Aşağıda yer alan Şekil 4.1'de Pazarcık-Kahramanmaraş depreminin Kahramanmaraş-Pazarcık'ta bulunan 4615 no'lu istasyondan alınan ivme-zaman bileşenleri verilmiştir.



(a)

(b)

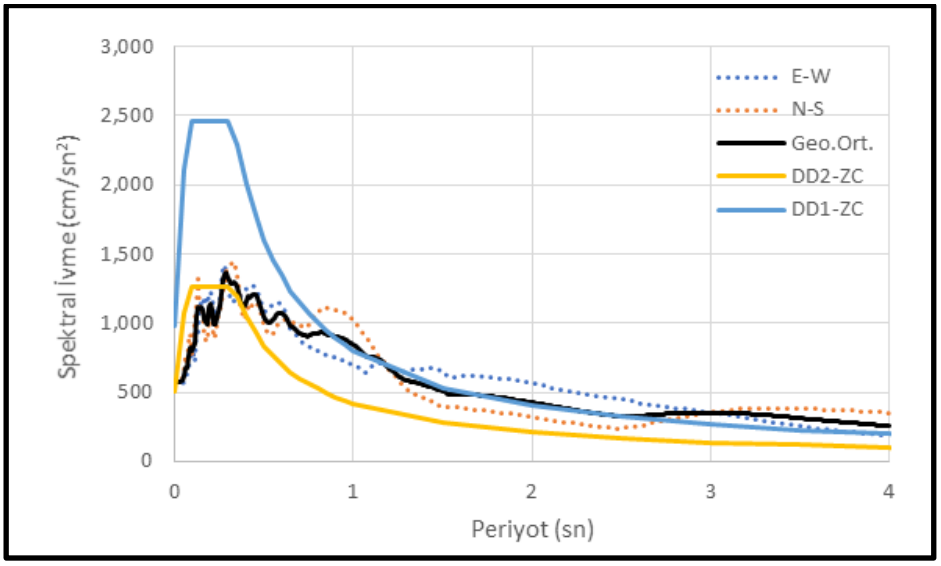
(c)

Şekil 4. 1. Pazarcık-Kahramanmaraş depreminin Kahramanmaraş-Pazarcık da bulunan 4615 numaralı istasyondan alınan ivme kayıt bileşenleri a-) Doğu batı; b-) Kuzey güney; c-) Düşey.

Doğu-batı bileşeninde en büyük yer ivmesi PGA=556,4 cm/sn^2, kuzey-güney bileşeninde 587.7cm/sn^2, düşey bileşeninde ise 664.6 cm/sn^2 olmuştur.

Aşağıda yer alan Şekil 4.2'de Kahramanmaraş-Pazarcık'ta bulunan 4615 numaralı istasyondan alınan ivme kayıtlarının doğu-batı, kuzey-güney bileşenlerine göre oluşturulan spektrumlar, bu bileşenlerin geometrik ortalaması, istasyonun bulunduğu konum ve zemin sınıfına göre Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018 (TBDY-2018)'de tanımlanan 475 yıl dönüş periyoduna karşı gelen DD2 deprem düzeyi ve 2475 yıl dönüş periyoduna karşı gelen DD1 deprem tasarım spektrumları gösterilmiştir.

Şekilden bu istasyondan alınan kayıtların geometrik ortalama spektrumunun DD2 deprem seviyesini, 0,4 saniye periyot değerinden sonra aştığı gözlemlenmektedir.

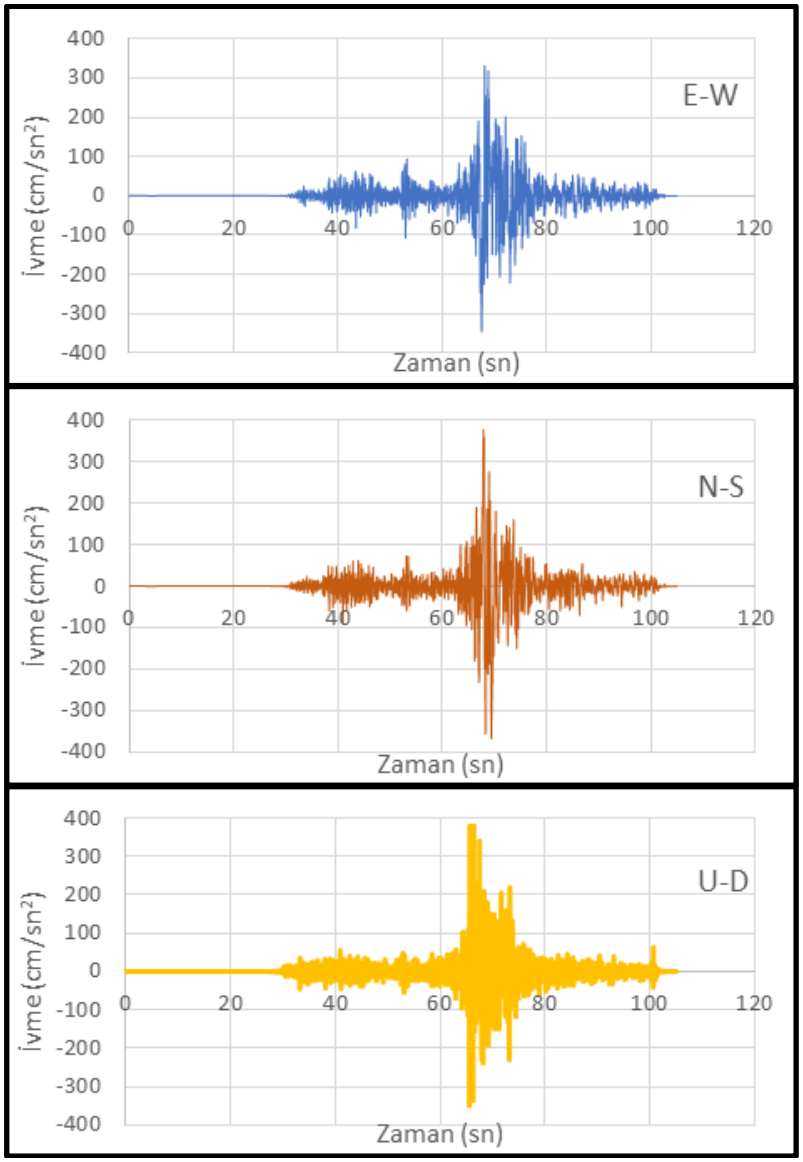


Şekil 4. 2. Pazarcık-Kahramanmaraş depreminin Kahramanmaraş-Pazarcık'ta bulunan 4615 numaralı istasyondan alınan ivme kaydı spektrumlarının TBDY-2018'de DD2 ve DD1 olarak tanımlanan %5 sönümlü tasarım spektrumları ile kıyaslanması.

Şekil 4.3, Pazarcık-Kahramanmaraş depreminin Hatay-Hassa'da bulunan 3143 numaralı istasyondan alınan ivme kayıt bileşenleri verilmiştir. PGA değerinin doğu-batı bileşeninde 346,7 cm/sn^2, kuzey-güney bileşeninde 378,0 cm/sn^2, düşey bileşeninde ise 380,4 cm/sn^2 olduğu anlaşılmaktadır.

Bu istasyondan alınan ivme kayıtlarının spektrumları incelendiğinde (Şekil 4.4) periyodun 0,9 saniyeden sonraki periyot değerlerinde DD2 deprem düzeyi spektrumlarının üstüne çıktığı gözlemlenmektedir.

Şekil 4.5, Pazarcık-Kahramanmaraş depreminin Hatay-Antakya'da bulunan 3126 numaralı istasyondan alınan ivme kayıt bileşenleri verilmiştir. PGA değerinin doğu-batı bileşeninde 997,0 cm/sn^2, kuzey-güney bileşeninde 1.173,7 cm/sn^2, düşey bileşeninde ise 869,7 cm/sn^2 olduğu anlaşılmaktadır.



(a)

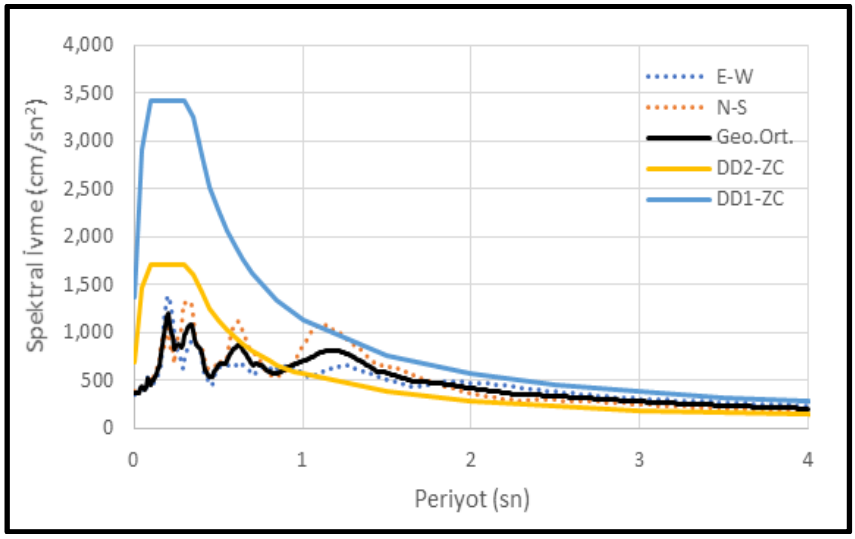
(b)

(c)

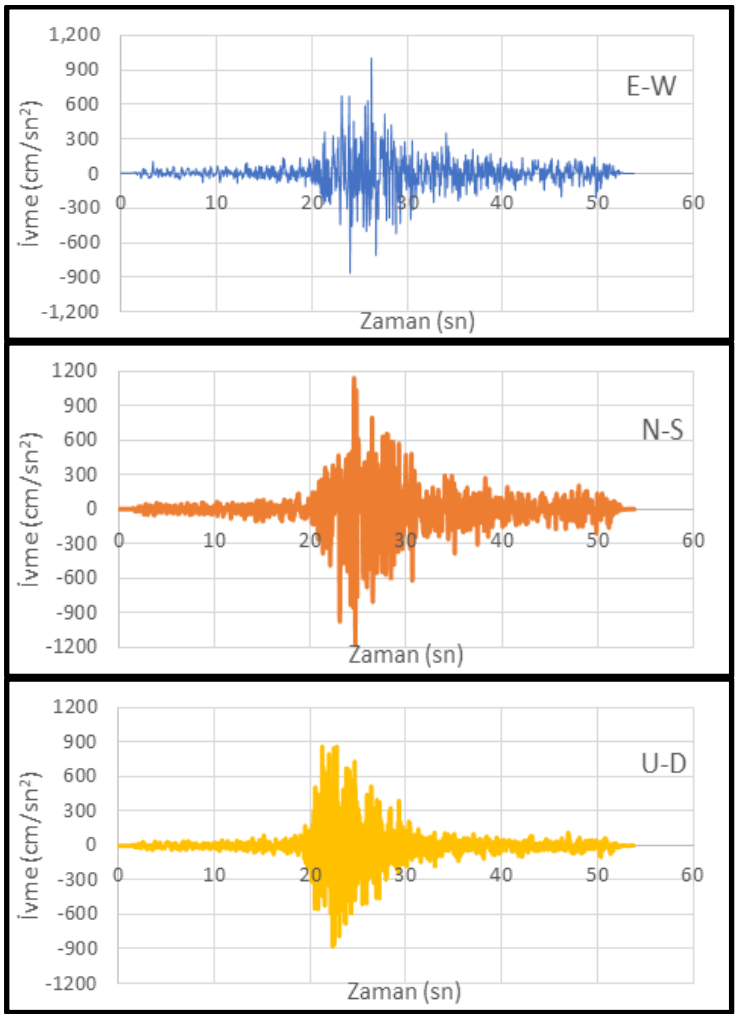
Şekil 4. 3. Pazarcık-Kahramanmaraş depreminin Hatay-Hassa'da bulunan 3143 numaralıistasyondan alınan ivme kayıt bileşenleri a-) Doğu batı; b-) Kuzey güney; c-) Düşey.

3126 numaralı istasyondan alınan ivme kayıtlarının spektrumları incelendiğinde E-W ve N-S bileşenlerinin geometrik ortalama spektrumunun, tüm periyot değerlerinde DD2 deprem düzeyi spektrumlarının üstüne çıktığı (Şekil 4.6), periyodun 0,2-0,4 saniye olduğu aralıkta DD1 seviyesinin de üstünde olduğu gözlemlenmektedir.

Verilen grafikler bir arada değerlendirildiğinde bazı istasyonlardan alınan ivme kayıtlarının spektrumlarının TBDY-2018'de tanımlanan DD2 tasarım spektrumunu bazı periyotlarda aştığı bazı istasyonlarda tasarım spektrumu seviyesinde kaldığı bazı istasyonlardan alınan kayıtların spektrumunun ise tasarım spektrumu altında kaldığı anlaşılmaktadır.



Şekil 4. 4. Pazarcık-Kahramanmaraş depreminin Hatay-Hassa'da bulunan 3143 numaralı istasyondan alınan ivme kaydı spektrumlarının TBDY-2018'de DD2 ve DD1 olarak tanımlanan %5 sönümlü tasarım spektrumları ile kıyaslanması.

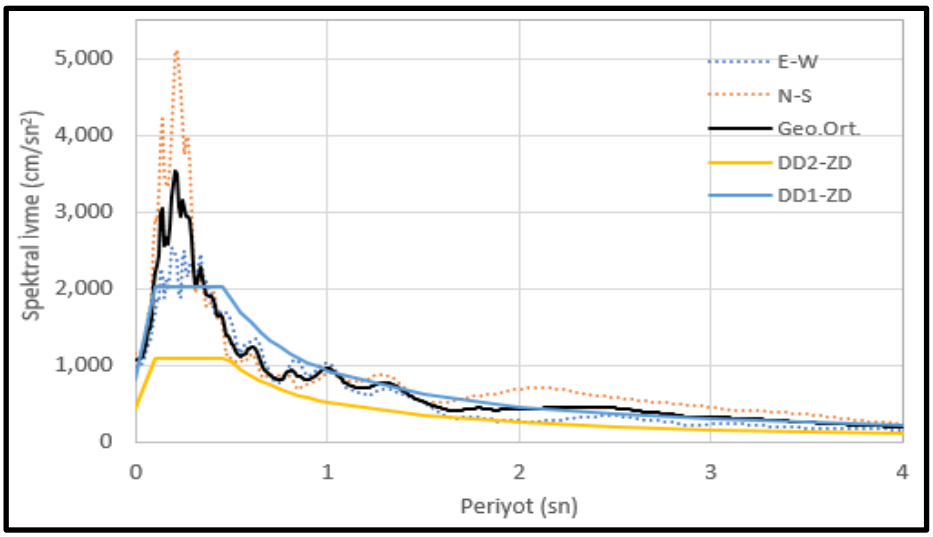


(a)

(b)

(c)

Şekil 4. 5. Pazarcık-Kahramanmaraş depreminin Hatay-Antakya'da bulunan 3126 numaralı istasyondan alınan ivme kayıt bileşenleri a-) Doğu batı; b-) Kuzey güney; c-) Düşey.



Şekil 4. 6. Pazarcık-Kahramanmaraş depreminin Hatay-Antakya'da bulunan 3126 numaralı istasyondan alınan ivme kaydı spektrumlarının TBDY-2018'de DD2 ve DD1 olarak tanımlanan %5 sönümlü tasarım spektrumları ile kıyaslanması.

4.2. Yapısal Hasarların Değerlendirilmesi

4.2.1. Konut/Bina yapılarında meydana gelen hasarlar

Bölgede konut/bina türü yapılar, çoğunlukla betonarme yapılardan oluşmaktadır. Söz konusu yapı stokunun çoğunluğu, özellikle şehir merkezlerinden uzakta olan kısımlarda ve ilçelerde, daha eski yapım yıllarına ait olduğu anlaşılmaktadır. Yapılan incelemelerde, bina/konut türü yapılarda oluşan kısmi veya toptan göçmenin/yıkımın, görsel olarak yapılan değerlendirmeye göre genellikle yapım yılı eski tarihli yani olan yapılarda yoğunlaştığı anlaşılmaktadır. 1998 deprem yönetmeliği kurallarının, sahada yaygın olarak uygulandığı 2000'li yıllar itibariyle inşa edilen betonarme konut türü yapılarda da yıkım/göçme görülmekle birlikte, bu yapılarda genellikle hafif ile ağır hasar arası değişen hasarların meydana geldiği anlaşılmıştır.

Bölgedeki konut tipi yapıların kat sayıları oldukça değişkenlik göstermekle birlikte, şehir merkezlerinde ve göreli olarak yeni yerleşime açılan kesimlerde yüksek katlı binaların/konutların büyük oranda varlığı göze çarpmaktadır. Gerçekleştirilmiş olan saha incelemesinde, net ve sağlıklı bir sayısal veri alınamamakla birlikte yapılan gözlemlerde 10 kat ve üstü binalarda son yıllarda artış olduğu açıkça görülmektedir. Bölgede yapılan incelemelerde, betonarme konut/bina türü yapıların kat sayılarının genellikle 2 ila 15 arasında olduğu, 4-8 kat arasındaki betonarme konut türü yapıların çoğunluğu oluşturduğu görülmüştür.

Deprem bölgesinde betonarme konut türü yapılarda oluşan hasarların ve meydana gelen yıkımların, farklı sebep, kusur ve hatalarla oluştuğu, ortaya çıkan tablonun sadece "zeminin kötü olmasına" veya "beton kötü olmasına" bağlanabilecek kadar basit olmadığı görülmüştür. Hasar ve göçmenin sadece bir sebepten oluştuğu durumların, genellikle sınırlı ve bölgesel olarak oluştuğu tespit edilmiştir (betonun gerçekten olması gereken dayanımın çok çok altından olduğu binalar, sıvılaşma sonucu oturma/devrilme oluşan binalar gibi). Bölgede oluşan bina

hasarlarına ve meydana gelen yıkımlara sebep olan farklı yapısal sorunların ve hataların, özetle şunlar olduğu belirlenmiştir: kısa kolon oluşumu; kolon-kiriş uçlarında plastik mafsal oluşumuna engel olan hatalar (etriye eksikliği, etriye kanca problemi, beton dayanımı yetersizliği, birleşim bölgelerinde etriye eksikliği); kolon eksenel yük yetersizlikleri (etriye problemi, etriye kanca problemi, beton dayanımı yetersizliği); kolon-kiriş birleşim bölgesi sorunları (etriye eksikliği veya hiç olmaması, beton dayanımı yetersizliği, boy donatıların etriye dışında bağlanması); sistem yatay rijitlik sorunu (kolon kesitlerinin az olması, perde duvar bulunmaması veya az olması, perde duvarların planda uygun yerleştirilmemesi); burulma problemi (yoğun çıkmaların bulunması, kolonların ve/veya perde duvarların planda uygun yerleştirilmemesi); çıkmalardan dolayı ve/veya mimari plan yerleşim hatalarından dolayı çerçeve akslarının sürekliliğinin kesilmesi/sağlanamaması; kolon-kiriş-perde duvar tasarımındaki hatalar (kesitlerin küçük seçilmesi, donatıların az olması, aderans ve bindirme boylarındaki eksikler); kısmi bodrum ve katlarda doğru tasarımın yapılamaması; genel olarak beton ve donatı malzeme kalitesindeki sorunlar (büyük ve oval agregaların kullanımı, yıkanmamış deniz kumu kullanımı, segregasyon, donatı çeliği karbon oranının yüksek olması); komşu binalar arası etkileşim sonucu çarpma/çekiçleme etkisi; zemin grubunun doğru değerlendirilmemesi sonucu uygun temel seçimi ve imalatının, gerekli durumlarda zemin iyileştirme çalışmalarının, kazıklı temel inşasının yapılmaması. Özet olarak verilen bu hata ve sorunlar, aşağıdaki sayfalarda bölgede tespit edilen örnekleriyle belirlenmiş, yerinde incelenmiş ve ortaya konulmuş durumdadır.

Betonarme bina türü yapılarda, yapısal tasarımda dikkate alınmayan ve genelde zemin ve kısmi bodrum katlarında, pencere yerleştirmek için kolonların belirli bir seviyesine kadar sonradan örülen tuğla duvarlar sonucunda, söz konusu kolonlar için önemli bir tehdit oluşturan kısa kolon etkisi ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle kolon üzerindeki tasarımda öngörülen kesme kuvvetleri, bu tür pencere imalatı sonucunda katlanarak artmakta, bu uygulamanın yapıldığı binalarda önemli hasarlara neden olabilmektedir. Deprem yönetmeliğinde açıkça etkisi anlatılan bu durumun, sahada yapılan gözlemlerde, önlem alınmaksızın uygulanmış olduğu görülmüştür. Şekil 4.7'de deprem bölgesinde karşılaşılmış olan kısa kolon oluşumlarına ait bazı örnek resimler ve sebep oldukları hasar durumları yer almaktadır. Göçmüş/yıkılmış olan binalarda, enkazın bütünlüğünü büyük oranda yitirmiş olmasından dolayı kısa kolon mevcudiyetinin tespiti çok zor olmakla birlikte, kısa kolon bulunan binalarda bu imalatın, yıkımları tetikleyebilecek bir etki olduğu açıktır.

Deprem bölgesindeki bina türü yapılarda, temel veya bodrum perdesi üstündeki kolonların alt uçlarında sıklıkla, çeşitli seviyelerde donatı burkulması, kabuk beton dökülmesi ve çekirdek beton ezilmesi hasarları görülmüştür (Şekil 4.8). İncelenen binaların azımsanmayacak sayıda olan kısmında, genellikle kolon alt uçlarında, farklı seviyelerde hasar oluştuğu, aynı kolonların üst uçlarında genellikle hasarın çok sınırlı seviyede gerçekleştiği veya gözle görülür bir hasarın oluşmadığı tespit edilmiştir. İncelenen ve fotoğraflarda gösterilen hasar görmüş bu binalarda, çoğunlukla kirişlerde plastik davranışının, mafsallaşmanın oluşamadığı belirlenmiştir. Bu

durumun, deprem yönetmeliğinde önemle vurgulanan, enerji tüketiminde ve binanın ayakta kalmasında kritik olan mafsal oluşum sıralamasına aykırı bir davranış olarak gerçekleştiği dikkat çekmiştir.

Elbistan-Merkez/Kahramanmaraş



Adıyaman/Merkez



Kırıkhan-Merkez/Hatay



Erkenek-Doğanşehir/Malatya



Şekil 4. 7. Gözlemlenen kısa kolon hasar örnekleri.

Şekil 4.8'deki fotoğraflardan açıkça görüldüğü üzere, belirtilen mafsallaşma örneklerine, sargılama donatısı (etriye, çiroz) yetersizliğinin ve mevcuttaki etriyelerin uç kısımlarının çoğunlukla 90° bırakılmasının sebep olduğu belirgin olarak anlaşılmaktadır. Söz konusu doğrusal olmayan davranışın, etriye yetersizliğinin yanında, beton dayanımının düşük olması, bindirme boyu sorunu ve kolon ucunun bağlandığı temel veya bodrum perdesi birleşim

bölgesindeki sargılama eksikliği gibi diğer etkenlerle çoğunlukla yeterli seviyeye ulaşamadığı, mafsal boyunun çok sınırlı seviyede kaldığı, hatta bazı binalarda bu doğrusal olmayan davranışın, çok sınırlı seviyede enerji tüketimi sağlayabilecek bölge olan kolon alt ucunun altına kaydığı tespit edilmiştir. Bu durum özellikle kenar ve köşe kolonlar için geçerlidir. Binaların yıkılmasında da bu durumun azımsanmayacak seviyede etkisinin olduğu düşünülmektedir. Şekil 4.9'da sahadan alınan ve alt kattaki kolonların alt uçlarının bağlı olduğu temel veya bodrum perdesi birleşim noktalarındaki etriye eksikleri kaynaklı hasarlar görülmektedir. Bu durum ilgili kolonlarda, mafsallaşma davranışının ve enerji tüketebilme kabiliyetinin tam olarak ortaya konulamamasına sebep olmuş ve hasarın derecesini büyütmüştür. İncelenen binalarda görsel olarak ve schmidth çekici ile incelenen beton kalitesinin de göreli olarak düşük olmasının, kolon alt uçlarındaki belirtilen probleminin seviyesinin büyümesine yol açtığı anlaşılmıştır. Deprem bölgesinde bu tip sorun barındıran ve aynı hasar tiplerinin gözlendiği bina sayısı olduka fazladır. Söz konusu en alt serbest kattaki kolonların alt uçlarında ve/veya mesnetlerine bağlanan birleşim bölgelerinde meydana gelen, çok düşük ve yetersiz seviyede doğrusal olmayan davranış birikiminin, yıkılmış olan binaların belirgin göçme nedenlerinden biri olduğu öngörülmektedir.

Malatya/Merkez



Kahramanmaraş/Merkez



Nurdağı-Merkez/Gaziantep

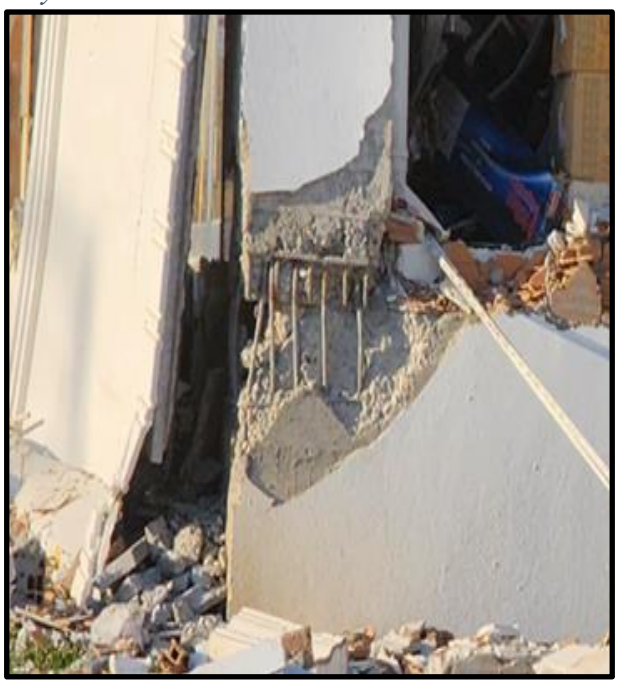


Elbistan-Merkez/Kahramanmaraş



Şekil 4. 8. En alt serbest kattaki (temel üstü veya bodum perdesi üstü) kolonların, alt uçlarında oluşan farklı seviyelerdeki plastikleşme/mafsallaşma sonucu oluşan yapısal hasar örnekleri.

Adıyaman/Merkez



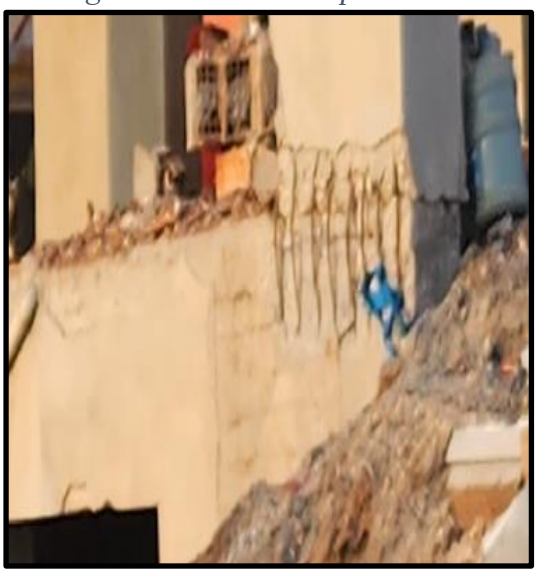
Malatya/Merkez



Kahramanmaraş/Merkez



Nurdağı-Merkez/Gaziantep



Şekil 4. 9. En alt serbest kattaki (temel üstü veya bodrum perdesi üstü) kolonların, alt uçlarında plastikleşme/mafsallaşma tam olarak gerçekleşemeden meydana gelen, birleşim bölgesi (kolon alt ucu ile temel veya bodrum perdesi birleşimi) hasar örnekleri).

Bunun yanında deprem bölgesindeki incelemelerde, en alt serbest kattaki bazı kolonların alt uçlarında, yukarıda açıklanan davranışın yanı sıra, akstan kayma şeklinde hasarlar oluştuğu da tespit edilmiştir. (Şekil 4.10). Bu durum, ilgili binada aynı zamanda genel bir burulma eğiliminin de olabileceğini akla getirmektedir. Kolon alt ucunun akstan kayması durumunda, ilgili kolonda sadece yatay yük taşıma gücü kaybı yaşanmamakta, aynı zamanda düşey yük taşıma kabiliyeti de hızlı biçimde yitirilmektedir. İncelemelerde karşılaşılmış olan bu hasar tipinin de yaşanan yıkımlarda etkili olmuş olabileceği düşünülmektedir. Binalardaki beton kalitesinin düşük olması da bu tip hasarın olumsuz etkisini ve seviyesini arttırmaktadır.

Antakya-Merkez/Hatay



Adıyaman/Merkez



Elbistan-Merkez/Kahramanmaraş



Kahramanmaraş/Merkez



Şekil 4. 10. En alt serbest kattaki (temel üstü veya bodrum perdesi üstü) kolonların alt uçlarında oluşan aks kayması şeklindeki hasar örnekleri.

Deprem bölgesinde incelenen ve hasar alan betonarme bina türü yapılarda, çoğunlukla serbest en alt kat olan temel veya bodrum perdesi üstünde yer alan katların kolonlarının uçlarında, büyük hasar yığılmaları olduğu görülmüştür. Çeşitli sebeplerle, yeterli bina yatay rijitliğinin sağlanamadığı binalarda, deprem enerjisinin büyük çoğunluğunun söz konusu bu katta tüketilmesi gereği ortaya çıkmaktadır. Bölgedeki bu tür binalarda genellikle ve sadece söz konusu en alt kattaki kolonların uçlarında mafsallaşmanın oluştuğu ve hasarın tümünün, bu noktalarda birikmesine sebep olduğu, söz konusu kolon uçlarında normalde olması gerekenin çok üstünde doğrusal olmayan davranışın görülmesine yol açtığı belirlenmiştir. Bazı örneklerde, beklenen ve istenen eğilme kaynaklı plastik mafsal davranışı tam gelişemeden, beton kalitesi, eriye eksikliği problemleriyle birlikte kolon uçlarında kesme etkileşimli mafsal davranışının, kesme hasarının oluştuğu görülmüştür. Şekil 4.11'de kolon üst uçlarında görülmüş olan ve yukarıda açıklanan, plastik mafsallaşma ve kesme etkileşimli mafsallaşma hasarları açıkça görülmektedir.

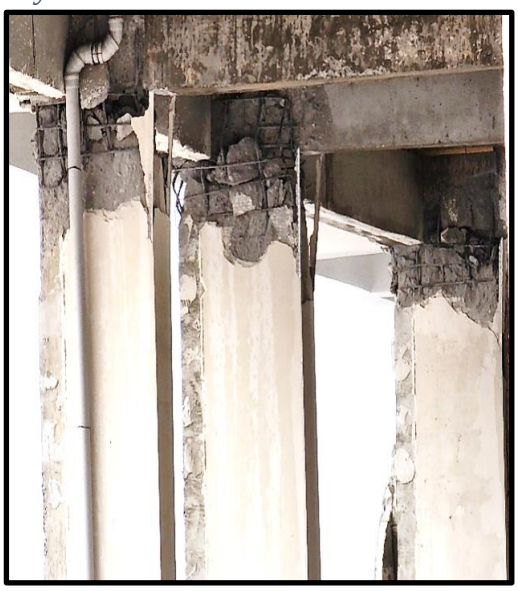
Gölbaşı/Adıyaman



Kahramanmaraş/Merkez



Malatya-Merkez



Erkenek-Doğanşehir/Malatya



Antakya-Merkez/Hatay



Elbistan-Merkez/Kahramanmaraş



Şekil 4. 11. Zemin kat kolonlarının üst uçlarında gözlemlenen ve istenen doğrusal olmayan davranış etkin biçimde oluşamadan gerçekleşen plastik mafsallaşma ve kesme etkileşimli mafsallaşma hasar örnekleri.

Yukarıda açıklandığı üzere yatay ötelemelerin büyük çoğunluğunun zemin katlarda gerçekleşmek zorunda kaldığı binalarda, kolonlarda ve genellikle kolonların alt uçlarında, beton dayanımının ve/veya etriye eksikliğinin (aralığın fazla olması ve/veya uçların 90 derece olması) ileri seviyelere ulaştığı örneklerde, istenen doğrusal olmayan davranış etkin biçimde oluşamadan kesme göçmesi ile karşılaşıldığı da görülmüştür. Bu duruma ilişkin bazı fotoğraflara, Şekil 4.12'de yer verilmiştir.

Antakya-Merkez/Hatay *Malatya/Merkez*

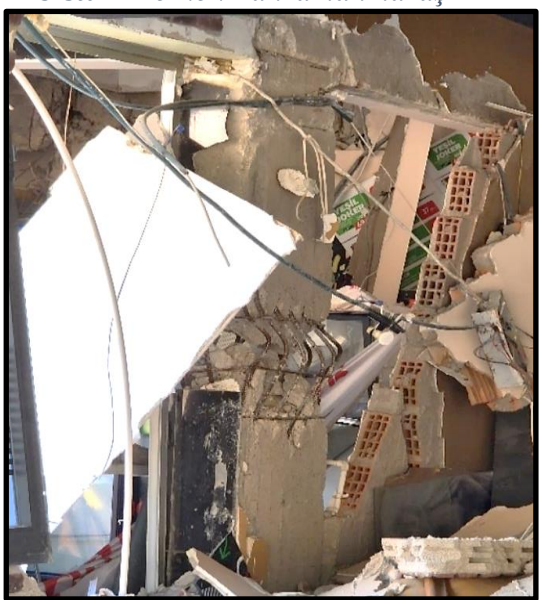


Şekil 4. 12. Zemin katlarda kolon alt uçlarında gözlemlenen ve istenen doğrusal olmayan davranış etkin biçimde oluşamadan gerçekleşen kesme göçmesi hasar örnekleri.

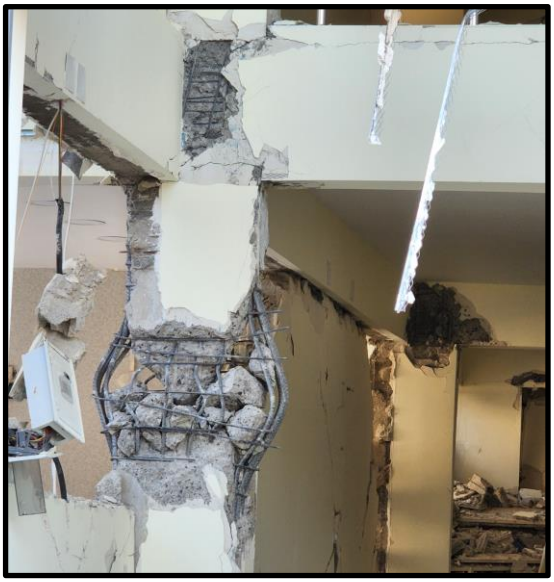
Deprem bölgesinde, bina/konut türü yapıların kolonlarında, kolon orta bölgesinde düşey yük taşıyıcılığın kaybolmasına sebep olan ve Şekil 4.13'te örnekleri görülen, basınç göçmesi tipinde hasarlar da görülmüştür. Eksenel yük oranlarının yüksek olması, beton dayanımının yetersiz olması, etriye eksikliği ve sorunları, bu tip hasarlara yol açmış durumdadır.

Sahada yapılan incelemelerde, yatay rijitliğin kısmen daha yüksek olduğu binalarda ve/veya kolonların daha büyük olduğu binalarda, kirişlerde hasar oluşumunun ortaya çıktığı da görülmüş durumdadır. Kirişlerdeki bu hasarların da genellikle alt katlarda sınırlı kaldığı, mafsallaşmanın ve enerji tüketiminin kirişlerde çoğunlukla üst katlara yayılamadığı belirlenmiştir. Şekil 4.14'te yer alan ilk iki fotoğrafta kirişlerde farklı seviyelerde oluşan plastik mafsal davranışı örnekleri görülmektedir. İncelenen binaların bazılarında yatay ötelenmenin sınırlı kaldığı, kiriş uçlarında birleşim bölgesinin hemen yanında, kiriş derinliğince, kiriş eksenine dik ve belirgin biçimde, tekil eğilme çatlağının oluştuğu görülmüştür. Söz konusu hasarın görüldüğü kirişlerin boy donatısının ankraj boyunda sorun bulunabileceği ve bu nedenle kiriş-kolon birleşim hattında, belirgin ve tekil çatlağın ortaya çıktığı akla gelmektedir (Şekil 4.14'te yer alan sağ alttaki örnek). Bunların dışında incelenen binalardaki kirişlerin bazılarında, plastik mafsal oluşamadan doğrudan kesme hasarı oluştuğu görülmüştür (Şekil 4.14'te yer alan sol alttaki örnek).

Elbistan-Merkez/Kahramanmaraş



Türkoğlu/Kahramanmaraş



Şekil 4. 13. Zemin kat kolonlarında serbest açık üzerinde gözlemlenen, eksenel yük dayanımının aşıldığı basınç göçmesi hasar örnekleri.

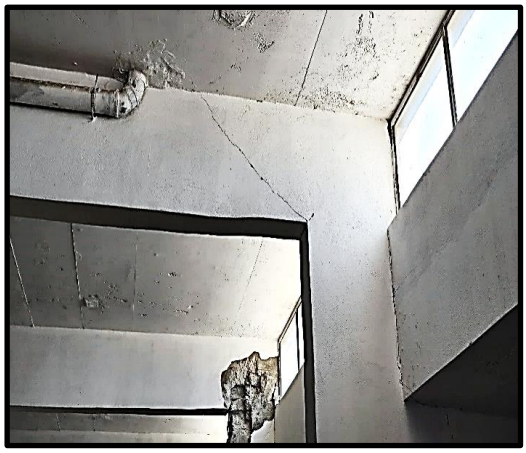
Antakya-Merkez/Hatay



Antakya-Merkez/Hatay



Kahramanmaraş/Merkez



Nurdağı-Merkez/Gaziantep



Şekil 4. 14. Kirişlerde oluşan hasar örnekleri.

Deprem bölgesinde incelenen binalarda, özellikle alt katlarda oluşan farklı seviyelerdeki kolon-kiriş birleşim bölgesi hasarları ile karşılaşılmıştır. Söz konusu birleşim bölgesi hasarları, hemen hemen her türlü hasar seviyesine ulaşmış binalarda gözlemlenmiş durumdadır. Birleşim bölgesinde etriyenin bulunmaması veya çok az olması sorunu, beton kalitesinin de düşük olması ile birlikte, bina yatay rijitliğine bağlı olarak farklı seviyede birleşim bölgesi hasarlarının ortaya çıkmasına sebep olmuş durumdadır. Bu duruma ait örnekler, Şekil 4.15'te görülmektedir. Bunun yanında birleşim bölgesindeki etriye eksikliği ve buna bağlı birleşime bağlanan elemanların (kolon ve kiriş) boy donatılarının da aderansını olumsuz etkilediği için yapıların tasarımında hedeflenen davranışın ortaya çıkamamasına yol açan bir sorundur. Ayrıca bu sorunun, yıkılmış binalarda da göçmeye sebep olan unsurlar arasında olduğu düşünülmektedir ancak yıkılmış binalarda yapısal bütünlük büyük oranda bozulmuş olduğu için göçen binalarda bu durum, net olarak takip edilememiştir. Şekil 4.15'te görülen son fotoğrafta (sağ alt - Kahramanmaraş-Merkez) birleşim bölgesinin tümüyle dağıldığı görülmekle beraber, binada sonradan güçlendirme uygulaması yapıldığı ve sisteme ilave taşıyıcı elemanların eklenerek yapının yatay rijitliğinin, yata ve düşey taşıyıcılığının arttırıldığı belirlenmiştir. Birleşim bölgesi dağılmış olan eski kolon ile sol tarafında, köşede yer alan eski kolon arasında, sonradan imalatı yapıldığı anlaşılan ilave eleman görülmektedir.

Kahramanmaraş/Merkez



Malatya/Merkez



Malatya/Merkez



Kahramanmaraş/Merkez



Şekil 4. 15. Kolon-kiriş birleşim bölgelerinde oluşan hasar örnekleri.

Bölgede yapılan incelemelerde, betonarme perde duvarlar bulunan binaların, farklı seviyelerde hasarlar oluşmakla birlikte, genellikle yıkılmadığı görülmüştür. Taşıyıcı sistemin tümünün perde duvarlardan oluştuğu tünel kalıp olarak adlandırılan yapı sistemlerinde, önemli sayılabilecek bir hasar bilgisi yoktur. Deprem bölgesinde incelenen gerek inşa halindeki gerekse kullanımdaki bu tür yapılarda, yapısal herhangi bir hasara rastlanmamıştır. Çok az sayıda perde duvar bulunan, binanın sadece bir noktasında veya bir tarafında perde duvar yerleşimi olan, sadece tek yönlü perde duvar yerleşimi olan ve perde duvar kesitleri ile donatısı yetersiz olan perde duvar ve çerçeve sistemden oluşan binalarda, önemli hasarların oluştuğu gözlenmiştir. Perde duvarlı bina olup yıkılan binalarda da bu maddelerin sorunlu ve problemli olduğu açıktır. Şekil 4.16'da betonarme çerçeveler ve perde duvarlardan oluşan taşıyıcı sisteme sahip binalarda oluşan perde duvar hasarlarına ait tespit edilen hasar örnekleri yer almaktadır. Şekildeki sırasıyla perde duvarlarda, çevrimsel davranış altında kesme, tek yönde görülen erken seviyede kesme, perde ucunda burkulma, perde alt ucunda eğilme ve sürtünme kesmesi hasarları ile karşılaşılmıştır. Son iki resimdeki görülen hasarlara bölgede sırasıyla, eğilme hasarına az miktarda, son resimde yer alan sürtünme kesmesi hasarına ise nadiren rastlanmıştır (Söz konusu görüntüler, yeni yapılmakta olan ve ilgili yöndeki perdeleri binanın aynı tarafında yığılmış olan binalara aittir) . Bu binalarda perde duvarlar ve yapının geneli ileri seviyede hasar almış olsa da bu binalarda kısmi veya toptan göçme oluşmadığı görülmüştür.

Antakya-Merkez/Hatay



Antakya-Merkez/Hatay



Adıyaman/Merkez



Kahramanmaraş/Merkez



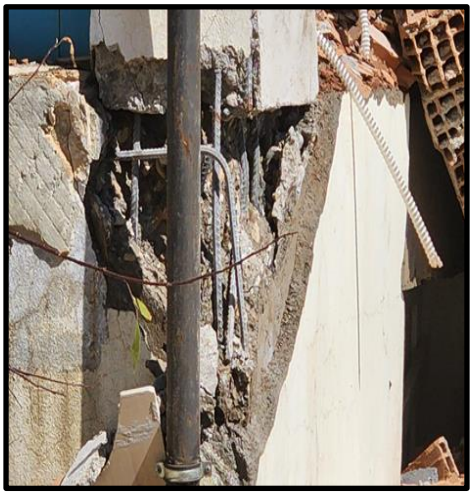
Şekil 4. 16. Betonarme perde duvarlarda oluşan hasar örnekleri.

Şekil 4.17'de, bölgede sıklıkla görülen hatalı ve yanlış donatı çeliği yerleşimi/işçiliği örnekleri görülmektedir. Etriye aralıklarının çok fazla olması, uçlarının 135 derece bükülmemesi daha önceki paragraflarda da vurgulanan ve binaların hasar düzeyini arttıran, hatta oluşan yıkımlarda azımsanmayacak rolü olan hatalardır. Aynı durum, etriyelerin normalden daha sık kullanılması gereken kolon ve kiriş uç bölgelerinde de sıklıkla görülmüştür. Etriye aralıklarının fazla olmasının ötesinde, birleşim bölgeleri ile ilgili yapılan gözlemlerin anlatıldığı kısımda belirtildiği gibi çoğunlukla eski binalarda olmak üzere, birleşim bölgesinde etriye kullanılmaması durumuyla oldukça fazla karşılaşılmıştır. Yine birleşim bölgelerinde, bu bölgelere bağlanan kiriş boy donatılarının kolon donatılarının dışından geçirilmesi hatası da önemli miktarda görülmüştür. Hem eski hem de yeni binalarda, boy donatı yerleşiminin, hatalı biçimde aynı kesitte çok fazla yapıldığı, dolayısıyla betonun donatı etrafına yerleşerek aderansın sağlanmasının engellendiği örneklerle de sıklıkla karşılaşılmıştır. Bu durum, ilgili elemanlarda tasarımda öngörülen kapasiteye ve davranışa ulaşılamaması sonucunu doğurmuş ve hasarın artmasına hatta yıkımlara davetiye çıkartmıştır.

Adıyaman-Merkez



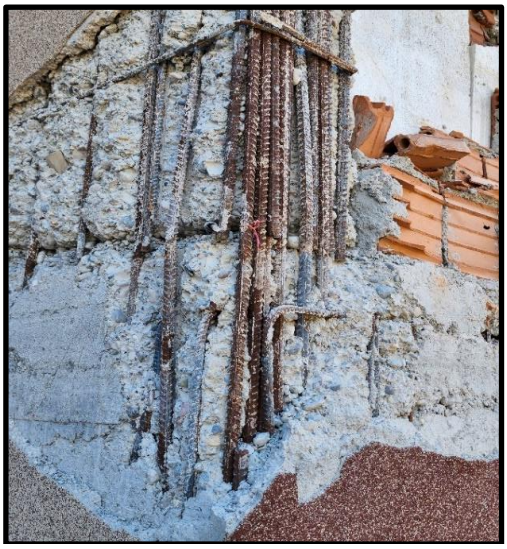
Adıyaman/Merkez



Antakya-Merkez/Hatay



Kahramanmaraş/Merkez



Şekil 4. 17. Hatalı ve yanlış donatı çeliği yerleşimi/işçiliği örnekleri.

Göksun/Kahramanmaraş



Doğanşehir/Malatya



Malatya/Merkez



Kahramanmaraş/Merkez



Kahramanmaraş/Merkez



Kahramanmaraş/Merkez



Şekil 4.17. (devam) Hatalı ve yanlış donatı çeliği yerleşimi/işçiliği örnekleri.

Erkenek-Doğanşehir/Malatya



Erkenek-Doğanşehir/Malatya



Kırıkhan-Merkez/Hatay



Kırıkhan-Merkez/Hatay



Kahramanmaraş/Merkez



Malatya/Merkez



Şekil 4. 18. Betona ilişkin görsel olarak tespit edilmiş sorunlar.



Şekil 4. 19. Donatılarda gözlenen aşırı korozyona ilişkin örnekler (İskenderun-Merkez/Hatay).

Deprem bölgesinde yapılan incelemelerde, gerek görsel tespitlerde açıkça takip edilebilen şekilde gerekse schmidth çekici okumalarında görülen, özellikle eski binalarda beton kalitesinde ve dayanımında ciddi sorunlar olduğu tespit edilmiştir. Şekil 4.18'de inceleme sırasında hasar görmüş noktalarda betonda rastlanan, dayanımı ve davranışı olumsuz etkileyerek eleman ve sistem hasarını arttıran hatta yıkımlarda payı olan, gerekenden büyük agrega ve yuvarlak şekilli agrega kullanımı mevcudiyeti görülmektedir. Ayrıca şekildeki

fotoğraflarda, sahadaki elemanların betonunda karşılaşılan uygun olmayan gradasyon ve segregasyon sorunları ilişkin örnekler de yer almaktadır.

İnceleme sırasında, özellikle denize yakın bölgelerde, bağıl nem oranına bağlı olarak ve uygun pas payı imalatı yapılmaması sonucu olduğu anlaşılan, aşırı düzeyde korozyon mevcudiyeti de dikkat çekmiştir (Şekil 4.19). Diğer bölgelerde de daha az miktarlarda olmakla birlikte karşılaşılan ve pas payına yeteri kadar önem verilmemesi sonucu olduğu anlaşılan bu durum, beton ile donatı arasındaki aderansı bozarak, ilgili elemanların tasarımında hedeflenen kapasiteye ve davranışa ulaşılamaması sonucunu doğurmaktadır. Bunun sonucunda ortaya çıkan hasarın artmış olduğu, hatta bu olayın yıkımlarda da paya sahip olduğu rahatlıkla ifade edilebilir.

Deprem bölgesinde yapılan incelemelerde, ister az isterse çok katlı yapılarda, yeterli perde duvar kullanılmamış olması, kolon kesitlerinin yeterli olmaması, kolon ve perde duvarların planda uygun yön ve yerleşimde kurgulanmamış olması gibi sebeplerle, sistem rijitliğinin yeteri kadar oluşturulamadığı binalarda söz konusu rijitlik problemine bağlı olarak, depremin bina kütlesinden talep ettiği tüm yatay ötelenmenin zemin katlarda oluşmak durumunda kaldığı yumuşak kat sorunu ile yaygın olarak karşılaşılmıştır. Şekil 4.20'de bu durumun görüldüğü örnek fotoğraflar yer almaktadır. Belirtilen bu durum, doğrudan ağır hasara hatta göçmeye sebep olan kritik bir hatadır ki üst tarafı tümüyle ayakta ve sadece zemin katın göçtüğü yıkılan binaların veya katları üst üste yığılarak yıkılmış olan binaların azımsanmayacak bir miktarında payı olduğu görülmüştür.

Yumuşak kat ile birlikte veya ayrık olarak ortaya çıkan, çoğunlukla alt katlarda olmakla birlikte ara katlarda da oluşan, çoğunlukla ilgili katın duvarlarının üst kata göre daha az olması sonucu görülmekte olan ve temel olarak dayanım probleminden kaynaklanan zayıf kat sebebiyle yıkım da bölgede karşılaşılmış olan bir göçme türüdür (Şekil 4.21). Yapıların, binaların yatay yük ana taşıyıcı sistem elemanları olan kolon ve perde duvarlarının yerleşimi ve konumlandırılması, her ne kadar inşaat mühendislerinin sorumluluğunda olsa da çoğu durumda bu elemanların yerleşimi yani yapı konsept tasarımı, plan inşaat mühendisinin önüne geldiğinde mal sahibi/müteahhit ve mimar tarafından, değişmez bir katılıkta çoktan tamamlanmış olmaktadır. İnşaat mühendisi ise bu tasarım üzerinde çoğu zaman gerek bilgi eksikliğinden gerekse müdahale izni verilmediğinden gerekli olan ve depreme dayanıklı davranışı sağlayacak olan değişiklikleri gerçekleştirememektedir. Konsept tasarım olan mimari planlama aşamasından itibaren sorunlu ve eksik olarak oluşmaya başlayan ve hesaplanarak hayata geçirilen proje, şantiyede de buraya kadar olan paragraflarda anlatılan ve fotoğraflarda gösterilen uygulama hataları ve eksikleriyle birleştiğinde, ne yazık ki karşılaşılan acı sonuçlar ve yıkımlar meydana gelmektedir. Bu durumun ağır hasarların oluşmasındaki ve yıkımlardaki payı, Şekil 4.22'de, ve Şekil 4.23'te, sahada karşılaşılan binlerce yansımasından sadece birkaç tane örneği ile somut olarak gözler önüne serilmektedir. Yatay yük taşıyıcı sistem elemanlarının doğru ve uygun biçimde dağıtılmaması, genelde perde duvarların asansör kovası etrafında olacak biçimde

köşede veya kenar aksta, karşılığı yerleştirilmeden planlanması, ağır ve büyük çıkmalar ile çerçeve sürekliliğinin sağlanamaması gibi nedenlerle, yapılarda burulma etkisinin oluştuğu, bunun sonucunda ağır hasarların ortaya çıktığı sahada gözlemlenmiştir (Şekil 4.23) ki bu durumunun, meydana gelen yıkımlarda da önemli bir paya sahip olduğu açık bir gerçektir. Şekildeki Adıyaman'da olduğu belirtilen binada plan düzensizliği ve perde duvar yerleşimi sorunu ve imalat problemleri üst seviyede olmakla birlikte, asmolen döşemeye rağmen farklı noktalarda perde duvar varlığı ve nispeten büyük kesitli kolon kullanımı ile binanın yıkılmadığı anlaşılmıştır. Şekilde görülen Kahramanmaraş'ta yer alan binada ise ağır ve büyük çıkmaların sorunu, imalattaki eksiklerle de buluşarak, burulma etkisiyle de birlikte (içerisine girilemediği için taşıyıcı eleman yerleşimi görülememiştir) çıkmaların dışında yer alan süreksizlik gösteren kirişlerin ağır hasar görmesine neden olmuş, yıkılmaktan son anda kurtulduğu anlaşılmaktadır. Şekildeki tüm binalarda burulma davranışı bulunmaktadır.

Doğanşehir/Malatya



İskenderun-Merkez/Hatay



İskenderun-Merkez/Hatay



İskenderun-Merkez/Hatay

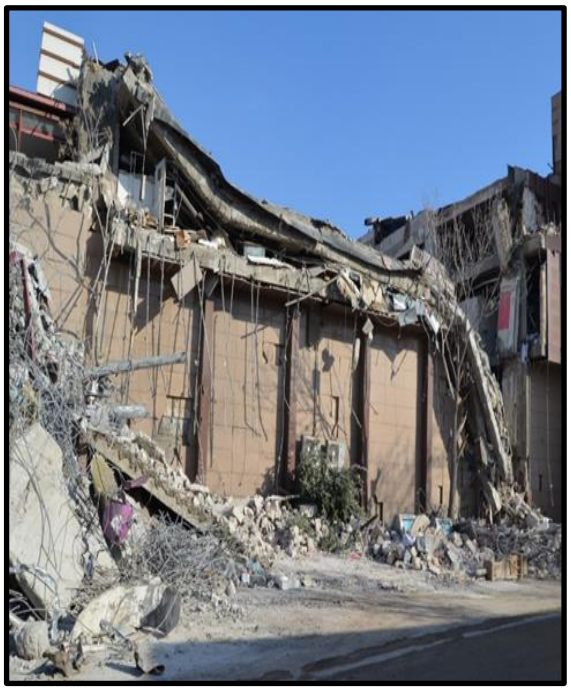


Şekil 4. 20. Katlar arası rijitlik farklılığı ve yeterli yatay rijitliğin sağlanamaması görülen yumuşak kat sorununa ilişkin örnekler (İskenderun-Merkez/Hatay).

İskenderun-Merkez/Hatay

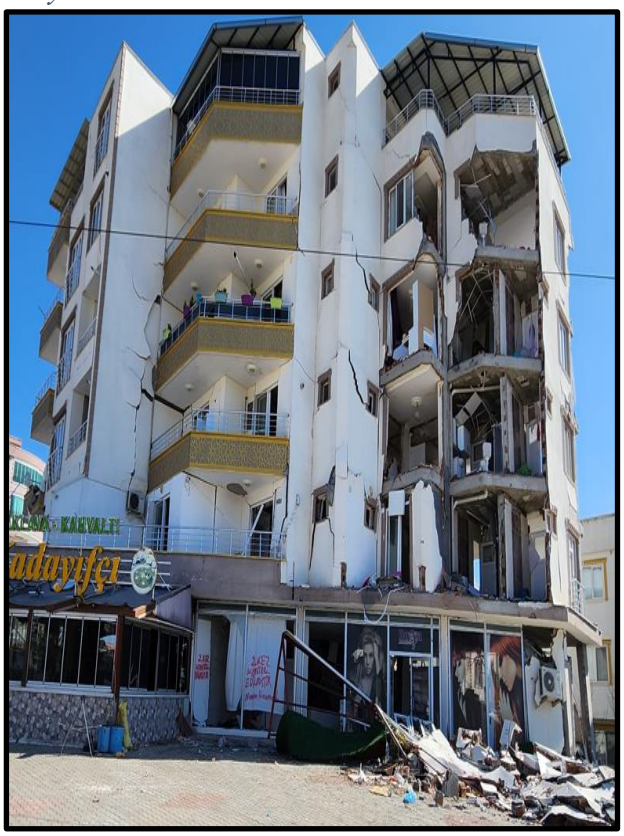


Kahramanmaraş/Merkez



Şekil 4. 21. Katlar arası dayanım farklılığı sonucu görülen zayıf kat sorununa ilişkin örnekler

Adıyaman/Merkez



Adıyaman/Merkez



Şekil 4. 22. Konsept tasarım-mimari plan/taşıyıcı sistem yerleşimi/ağır ve büyük çıkmalar/süreksiz aks oluşumu sorunları temelinde oluşan ağır hasar örnekler

Antakya-Merkez/Hatay *Kahramanmaraş/Merkez*



Şekil 4. 23. Konsept tasarım-mimari plan/taşıyıcı sistem yerleşimi/ağır ve büyük çıkmalar/süreksiz aks oluşumu ve burulma sorunları temelinde oluşan ağır hasar örnekleri.

Bölgedeki incelemelerde, özellikle eski bitişik nizam binalarda, aralarında deprem derzleri olmaması ve yapışık biçimde inşa edilmelerinden dolayı, deprem etkisindeki salınımları sırasında birbirileriyle çarpışma sonucunu doğuran çekiçleme etkisi ve buna bağlı çarpışma hasarları gözlenmiştir. Şekil 4.24'te bu duruma ilişkin örnek fotoğraflar yer almaktadır.

Üzerindeki yapının durum ve niteliğinden bağımsız olarak, önlem alınmadığı durumlarda zemindeki sıvılaşma problemi, binalar için çok büyük ihtimalle geri dönüşümsüz hasara ve yapının kullanılamaz hale gelmesine sebep olabilmektedir. Deprem bölgesinde yapılan incelemelerde, özellikle göl ve deniz kıyısındaki zeminde sıvılaşma potansiyeli bulunan yerleşim alanlarındaki binalarda, Şekil 4.25'te görüldüğü gibi sıvılaşma sonucunda toptan dönme, gömülme türü hasarların oluştuğu belirlenmiştir. Şekildeki İskenderun'a ait ilk iki fotoğraftaki örneklerde, çevrede belirgin bir sıvılaşma izi görülmeksizin oluşan zemin taşıma gücünün yenilmesi sonucu oluşan hasarlar görülmektedir. Şekildeki son iki fotoğrafta, İskenderun'da denize komşu bölgede, aynı baza üstünde iki kule şeklinde inşa edilmiş binanın deniz tarafındaki yol ve binanın aynı taraftaki zemini görülmektedir. Bölgede genel bir oturma olduğu, eski ve yeni fotoğraflarda yoldaki izlerden ve çökmeden anlaşılmakta olup, ilgili yapı

zeminin taşıma gücünün zayıf olduğu bölgelerde de uygun mühendislik çözümleriyle bina inşasının mümkün olduğunu gösteren bir örnektir.

Elbistan-Merkez/Kahramanmaraş



Adıyaman/Merkez



Şekil 4. 24. Bitişik nizam yapılarda çekiçleme etkisiyle oluşan hasar örnekleri.

Gölbaşı/Adıyaman



Gölbaşı/Adıyaman



Gölbaşı/Adıyaman



Gölbaşı/Adıyaman



Şekil 4. 25. Sıvılaşma ve/veya zemin taşıma gücünün aşılması ile oluşan bina hasarı örnekleri.

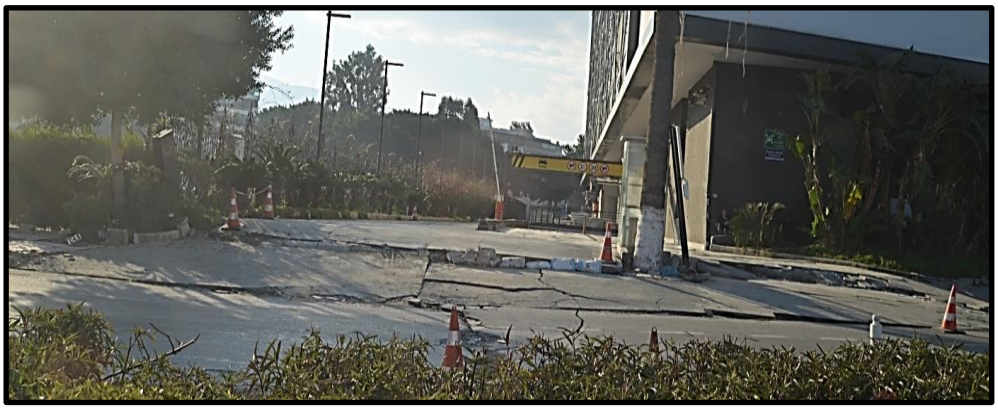
İskenderun-Merkez/Hatay



İskenderun-Merkez/Hatay



İskenderun-Merkez/Hatay





https://www.google.com/maps/@36.5943369,36.1606301,3a,28y,167.63h,84.64t/data=!3m7!1e1!3m5!1sAF1QipMPgUluCMnyAgJ24pKIuZ4V81Gmtb6zMIzCH5aj!2e10!3e11!7i7680!8i3840

Şekil 4.25. (devam) Sıvılaşma ve/veya zemin taşıma gücünün aşılması ile oluşan bina hasarı örnekleri.

Malatya/ Merkez



Adıyaman-Merkez (2015 yılından sonra inşa edilmiş yapı)



Şekil 4. 26. Binalarda kısmi göçme.

Kahramanmaraş/Merkez



Antakya-Merkez/Hatay



Şekil 4. 27. Binalarda devrilme ile oluşan göçme.

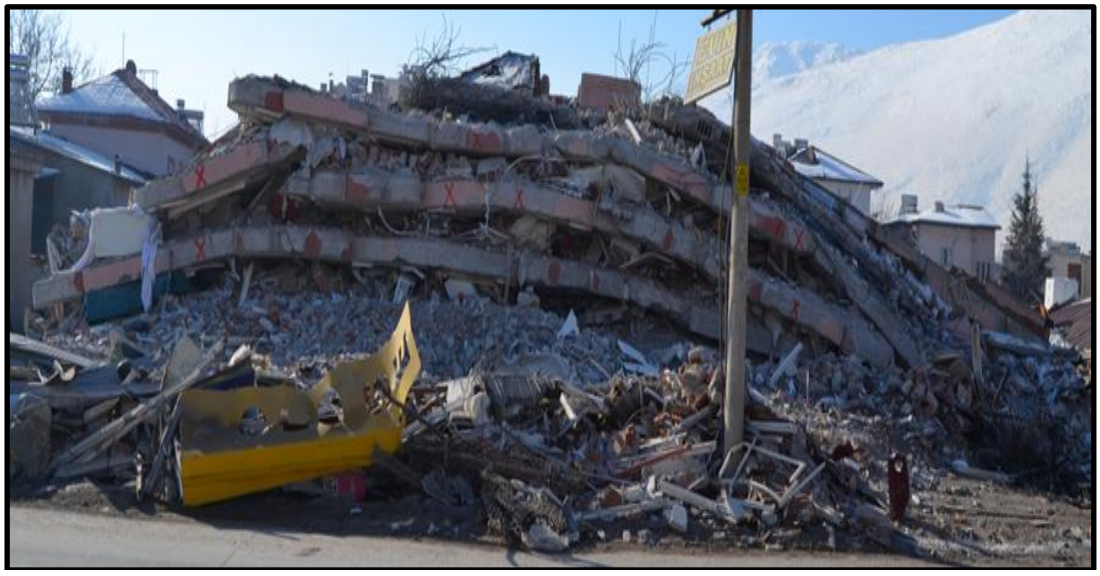
Şekil 4.26'da deprem bölgesindeki incelemeler sırasında görülen, kısmi göçme/yıkım oluşmuş yapılara örnekler yer almaktadır. Bu yıkımların genellikle, söz konusu yapılardaki ağır ve büyük çıkma bölümlerinde, planda çekilme oluşturulan kısımlarında oluştuğu gözlenmiştir. Bu

tür kısmi göçmelerde, söz konusu noktalarda tasarım ve imalat detaylarında da sorunlar olduğu akla gelmektedir.

Şekil 4.27'de, yapılan saha incelemesinde karşılaşılan, zemin kattan veya zemin kat üstünden ayrılarak, devrilme ile sonuçlanan yıkımlara örnekler görülmektedir. Yapı planının çok küçük veya ince uzun olduğu anlaşılan, nispeten yüksek olan binalarda, daha önceki paragraflarda açıklanan hata ve sorunların yanında yeterli perde duvar bulunmaması, kolon kesitlerinin küçük olması, bindirme boylarının yetersizliği gibi nedenlerle devrilme ile sonuçlanan yıkımlar ile karşılaşıldığı görülmüştür.

Şekil 4.28'de deprem bölgesinde çoğunlukla gözlemlenen ve önceki paragraflarda detaylı açıklanan hata ve problemlerin biri veya birden fazlasının birlikte bulunmasıyla oluşan, katların üst üste göçmesi şeklindeki yıkımlara ilişkin örnek fotoğraflar yer almaktadır.

Elbistan-Merkez/Kahramanmaraş



Kahramanmaraş/Merkez



Şekil 4. 28. Binalarda tüm katların üst üste oturması ile oluşan toptan göçme.

4.2.2. Kırsal yapılarda (yığma) meydana gelen hasarlar

Deprem bölgesinde yapılan incelemelerde, genellikle şehir merkezlerinin en eski yerleşim noktalarında, ilçelerin bazılarında ve köylerin/kırsal yerleşim noktalarının büyük çoğunluğunda, yığma yapıların bulunduğu görülmüştür. Bu yığma yapıların büyük çoğunluğunun bir veya iki katlı olduğu, çok az sayıda 2 kattan fazla olan örneklerin bulunduğu tespit edilmiştir. Duvar birimi olarak dolu tuğla, taş veya kerpiç kullanıldığı görülmüştür. Çoğunluğunda ahşap hatıl ve kuşaklamaların kullanıldığı, bir kısmında da betonarme hatıl bulunduğu belirlenmiştir. Bu tür yapıların özellikle köylerde ve yapım yılı eski tarihli olanlarının, iptidai şartlarda, mühendislik hizmeti almadan, niteliksiz harç malzeme ile inşa edildikleri anlaşılmıştır. Söz konusu hata ve sorunların yanında bu tip yapılarda oluşan yıkım ve göçmelerin, birbirine dik duvarların birleşimlerinin ve köşe birleşimlerinin uygun/doğru biçimde yapılmaması olduğu tespit edilmiştir. Bu tip yapılarda genellikle ahşap olarak teşkil edilen çatıların da duvar bağlantılarının yeteri düzeyde uygun yapılamamasının, yıkım ve hasarlarda payı olduğu görülmüştür.

Sahada gözlenen, yığma yapılardaki söz konusu toptan veya büyük oranda göçme ve yıkımlara ait örnek fotoğraflar, Şekil 4.29'da yer almaktadır. Şekilde görülen, Doğanşehir/Malatya Kelhalil Köyünün yakınında yer alan, üst kat ve çatısı yıkılmış olan betonarme hatıllı, iki katlı taş örme yığma yapının, yaklaşık 35m yakınında yüzey kırığı olduğu tespit edilmiştir.

Doğanşehir/Malatya



Doğanşehir/Malatya



Doğanşehir/Malatya Kelhalil Köyünün yakını



Göksun/Kahramanmaraş



Şekil 4. 29. Çok katlı yığma yapılarda göçme örnekleri.

Küpelikız-Dulkadiroğlu/Kahramanmaraş *Küpelikız-Dulkadiroğlu/Kahramanmaraş*



Şekil 4. 30. Yüzey kırığının kesiştiği yığma yapıdaki hasar.

Pazarcık/Kahramanmaraş *Doğanşehir/Malatya*



Şekil 4. 31. Çok katlı yığma yapılarda kısmi hasar örnekleri.

Şekil 4.30'da, hemen altından yüzey kırığı geçmekte olan ağır hasarlı yığma yapı örneği görülmektedir. Fotoğraftaki tek katlı briket yapı yıkılmamakla birlikte, hatıl bulunmadığı için ağır hasarlı durumdadır.

Bölgede bazı yığma yapılarda, belirli bölümlerinde sadece kısmi göçmeler yaşandığı görülmüştür. Şekil 4.31'de bu tip, sınırlı miktarda gerçekleşen, kısmi göçme örnekleri yer almaktadır. Bu tip hasarlara genellikle pencere üstlerinde uygun ve yeterli hatıl kullanılmamasının, boşluklar arası veya boşluk-köşe nokta arası duvar bölümlerinin zafiyetinin sebep olduğu görülmüştür.

Şekil 4.32'de görüldüğü üzere bölgede, iptidai şartlarda inşa edilmiş ve mühendislik hizmeti almamış olmakla birlikte, düzenli ve duvar örgüsü göreceli olarak doğru biçimde yapıldığı anlaşılan, az hasarlı ve hasarsız yığma yapılar da bulunmaktadır. Şekildeki tek katlı yapının hasar seviyesinin düşük olmasında, tek katlı oluşunun ve çatı düzlemindeki ahşap bağlamaların nispeten uygun yapılmasının rolü olduğu düşünülmektedir.

Kırıkhan-Merkez/Hatay



Malatya-Merkez



Şekil 4. 32. Az hasarlı ve hasarsız yığma yapı örnekleri.

4.2.3. Kamu yapılarında meydana gelen hasarlar

Kahramanmaraş depreminde gözlemlenen hasarlar, bina konumuna, bina tipolojisine, binanın yaşına ve kullanım durumuna bağlı olarak önemli ölçüde değişiklik göstermiştir. Deprem sonrası yapılan saha çalışmasında kamu binalarının iç kısmına girilmesine izin verilmediğinden incelemeler binaların çevresinden yapılmıştır.

İskenderun Devlet Hastanesi, doğu Akdeniz bölgesindeki öncü kamu hastanesi olarak tanınmakta olup A ve B Bloktan oluşmaktadır. A Blok ilk olarak SSK hastanesi olarak 1968 yılında hizmete başlamış daha sonra 1992 yılında kapasitesini artırmak amacıyla hastaneye ek binalar inşa edilmiştir. B Blok ise 2011 yılında hizmete başlamıştır. Hastane binaları tuğla dolgu duvarlı moment aktaran betonarme çerçeve sisteme sahiptir. A Blok çoğu 6 kat yüksekliğinde, bazıları düzensiz yükseklik ve farklı kat planlarına sahip ek binalardan oluşmaktadır. Hastanenin hizmete başlayan ilk binası 6 Şubat tarihinde meydana gelen ilk depremde tamamen yıkılmış, ek binalarda ise ağır hasar meydana gelmiştir (Şekil 4.33).

İskenderun Mustafa Kemal Mahallesinde bulunan özel Batıgöz tıp merkezi, 6 katlı betonarme çerçeve sistemden oluşmaktadır. Binanın iç bölme duvarları ve dış cephe duvarları alçı duvar panel sistemleri ile inşa edilmiş, bir cephesi ise cam kaplamadır. 6 Şubat depreminde betonarme çerçeve zemin kat kolonunda kılcal çatlaklar gözlenmesine rağmen kolonlarda ve kirişlerde önemli bir çatlak gözlenmemiş, bina iyi performans göstermiştir. Binanın ilk katlardaki dış cephe alçı duvar panellerin düzlem dışı stabilitesi bozularak çerçeve sistemden ayrılmıştır. Düzlem dışı stabilitesini koruyan duvarların çerçeve sistemle birleştiği arayüzde ayrılmalar

oluşmuştur (Şekil 4.34). Antakya'da bulunan özel hastanelerin taşıyıcı sistemi betonarme çerçeve sistem olup iç duvarları ve dış cephesi tuğla duvardır. Deprem etkisinde bina ikiye ayrılmış, batı tarafında kısmı göçme meydana gelmiş, doğu tarafı ise ağır hasarlıdır (Şekil 4.35). Diğer binada ise merdivenler ve merdiven kovası tamamen yıkılmıştır, bina dış cephesi alüminyum kaplama olduğundan taşıyıcı sistem hasarları detaylandırılamamıştır (Şekil 4.36). Sağlık Bakanlığı'nın 2013 yılındaki genelgesi ile deprem bölgelerindeki 100 yatak ve üzeri kapasiteli devlet hastanelerinin deprem yalıtımlı olarak inşası mecburi hale getirilmiştir böylece yeni inşa edilen hastaneler depremin etkilerini en aza indiren sismik izolatörlerle donatılmıştır. Böylece deprem anında tüm operasyonel sağlık faaliyetlerinin devam etmesine olanak sağlanmış, depremden hemen sonra binanın kullanımını kısıtlayacak hasar oluşumunun önüne geçilmiştir.

100 yatak kapasiteli Doğanşehir Şehit Esra Köse Başaran Devlet Hastanesi binası yaklaşık 28 bin metre kare kapalı alana sahip olup Aralık 2021 tarihi itibariyle hizmete başlamıştır. Malatya Kadın Doğum ve Çocuk Hastanesi ise 300 yatak kapasiteli olup Ekim 2019 tarihi itibariyle hizmete başlamıştır. Betonarme taşıyıcı sisteme sahip binaların temel sisteminde kullanılan sismik izolatörler ile deprem sırasında olası yapısal hasarlar önlenmiş taşıyıcı olmayan eleman hasarları minimum seviyeye azaltılmıştır (Şekil 4.37 ve 4.38). Ekibimiz deprem bölgesinde okul binalarında da incelemeler yapmış, farklı seviyelerde hasarlar gözlemlemiştir. Örnek olarak Pazarcıkta bulunan okul binasında herhangi bir yapısal hasar tespit edilmemiş, kılcal seviyede duvar çatlakları oluşmuştur. Bunun sebebi söz konusu okul binasın yakın zamanda inşa edilmiş olmaları, kat yüksekliklerinin sınırlı olması, taşıyıcı sistemin düşeyde ve yatayda düzenli olmasıdır (Şekil 4.39). Ancak özellikle eşli yapım tarihli bazı okul binaları tamamen yıkılmış bazılarında kısmı göçmeler meydana gelmiştir. Kahramanmaraş Gazi Ortaokulu binası zemin kat ve üç normal kattan oluşan binanın taşıyıcı sistemi kolon-kiriş çerçeve sistem, taşıyıcı olmayan iç ve dış duvarları tuğladan imal edilmiştir. Birinci ara katta zayıf kat hasarı meydana gelmiş bu kat tamamen yok olmuştur (Şekil 4.40).



Şekil 4. 33. İskenderun Devlet Hastanesi.



Şekil 4. 34. İskenderun Batıgöz Hastanesi.



Şekil 4. 35. Antakya Özel Akademi Hastanesi.



Şekil 4. 36. Antakya Özel Akademi Hastanesi.



Şekil 4. 37. Doğanşehir Şehit Esra Köse Başaran Devlet Hastanesi.



Şekil 4. 38. Malatya Kadın Doğum ve Çocuk Hastanesi.



Şekil 4. 39. Pazarcık Fen Lisesi Pansiyonu.



Şekil 4. 40. Kahramanmaraş Gazi Ortaokulu.

4.2.4. Sanayi yapılarında meydana gelen hasarlar

6 Şubat Kahramanmaraş Depremlerinin yoğun hasara yol açtığı bölgelerde sanayi yapılarında da hasar meydana gelmiştir. Malatya ve Kahramanmaraş'ta en büyük sanayi yatırımlarının olduğu Organize Sanayi Bölgeleri (OSB), Kahramanmaraş Merkezde bulunan farklı bölgelerdeki sanayi yapılarında, Kahramanmaraş–Kırıkhan karayolu üzerinde bulunan sanayi yapılarında, Adıyaman OSB'de farklı seviyelerde hasar ve yıkım gözlenmiştir. Bu tür yapıların göçmesi can kayıplarına neden olabileceğinden önlenmelidir, ancak toplum üzerinde büyük ekonomik etkilere de yol açabileceğinden deprem güvenliği önemlidir. OSB'lerde bulunan sanayi yapılarının çoğu tek katlı, çok açıklıklı ve bağlantıları mafsallı betonarme prefabrike binalardır (Şekil 4.43). Mafsal bağlantılı prefabrike betonarme çerçeve sistemler kolonlar alt kotunda yerinde dökme betonarme çanak temellere oturtulmakta, kolon üst ucunda bulunan kısa konsoldan çıkan pimlere değişken kesitli eğik çatı kirişinin oturtulması ve etrafının çimento harcıyla doldurularak bitirilmesi ile prefabrike çerçeveler oluşturulmuştur. Nispeten az sayıda örnekte, pimlerin üstte kalan serbest uçlarının pul ve somun ile bağlantının tamamlandığı da görülmüştür Çerçeveler arasındaki bağlantı aşıklar, oluk kirişleri ve kren kirişleri ile sağlanmaktadır. Aşıklar eğik çatı kirişlerine, oluk kirişleri de kolonlara pimlerle bağlanmaktadır. Bazı binalarda prefabrike taşıyıcı sistemlerde kısmi arakat eklenerek ofis ve sosyal tesis alanları oluşturulmuştur Malatya OSB'de ilk yapılan binalar betonarme prefabrike çerçeve sistemin özel bir hali olan ve düşey ve kırıklı kirişlerin statikçe uygun bir noktadan birleştirilmesi ile oluşturulan lambda sistemdir (Şekil 4.41). Bu tür yapılarla, Kahramanmaraş-Kırıkhan arasındaki karayolu etrafında da karşılaşılmıştır. Prefabrik yapıların kolon boyutları, kolon aks aralıkları, çatı ve aşık kiriş boyutları ve bağlantı detayları benzer olup prefabrike çerçeve yüksekliği 6.0-9.0 m arasında kısa yönde açıklığı 16.0-22.0 m, uzun yönde çerçeveler arası mesafeler ise 6.0-8.0 m arasında değişmektedir. Çatı kaplaması olarak sandviç panel türü çatı örtüsü kullanılmıştır. Bina dış cephesinde ise tuğla duvar, prefabrike panel ve çelik dış

cephe kaplamaları tercih edilmiştir. Binaların çatı kaplamasının oluşturduğu diyafram etkisi ve çevre duvarların varlığı yapının bir bütün olarak davranmasını sağlamış ve depreme karşı direnç oluşturarak hasarı sınırlamıştır.

Tüm çevresi dolgu duvarlar veya paneller ile çevrili ve düzlem içi rijit çatılara sahip binalarda, genellikle duvarların dayanımı deprem hareketinin neden olduğu yatay kuvvetlere yeterli direnç oluşturduğundan bölgede faaliyet gösteren birçok fabrikada söz konusu panel cephe elemanlarında ve duvarlarda ezilme hasarları sayesinde minimum seviyede yapısal hasar gözlenmiş ve söz konusu bazı fabrikalarda üretime devam edilebildiği görülmüştür (Şekil 4.42 ve Şekil 4.43).



Şekil 4. 41. Betonarme prefabrik sanayi yapısı.



Şekil 4. 42. Lambda sistem betonarme prefabrik sanayi yapısı.



Şekil 4. 43. Malatya OSB'de hasarsız betonarme prefabrik sanayi yapısı.

İncelenen işletmelerde temel kotunda zemin betonu kabarmaları veya zemin oturmalarına rastlanmamıştır. Bazı örneklerde zemin/saha betonu kotunda, kolonlarda çatlaklar, beton dökülmeleri ve donatı burkulmaları olduğu tespit edilmiştir.,Bazı binalarda kolon kiriş bağlantı bölgelerinde, kiriş uçlarında ve konsol betonunda ezilme ve çatlaklar gözlenmiştir. Az ve orta hasar gören bu yapıların birleşim bölgelerindeki lokal basınç yığılmaları ile oluşan bu çatlakların sebebi elastomer mesnet kullanılmamasıdır (Şekil 4.44).

Kahramanmaraş'ta yapımı devam eden sanayi yapısının birinci ve ikinci kat kolon kiriş bağlantısı üstte ıslak-altta kaynaklı moment aktarabilen birleşim detayı olarak tasarlanmış, çatı kirişi kolon bağlantıları ise moment aktarmayan pimli bağlantı detayı olarak tasarlanmıştır (Şekil 4.45). Bina dört açıklıklı olup kenar açıklıklarda çatı sistemindeki eğik çatı kirişlerinin mesnet bölgesi boyu kısa ve bağlantı pimlerinin sayısı ve çapı yetersiz tasarlandığından kirişler cıvatalardan sıyrılarak düşmüş, çatı sistemi çökmüştür (Şekil 4.46). Arakat kirişlerinin mesnetlendiği kısa konsolların kapasitesi aşıldığından konsol uçlarında beton ezilerek kısmi göçme meydana gelmiş, donatılar açıkta kalmıştır (Şekil 4.47).

Bazı binalarda kolonlar, kirişler ve çatı elemanları herhangi bir hasar görmemiştir, ancak prefabrike cephe panelleri ve tuğla duvarlarda hasar oluşmuştur. Deprem hareketi etkisinde çerçeve sistemde meydana gelen büyük yanal ötelenmeler sonucu cephe kaplamaları düzlem dışı stabilitesini koruyamamış ve çerçeveden ayrılarak hasar meydana gelmiştir (Şekil 4.48 ve 4.49). Ayrıca Malatya OSB'deki bazı binalarda çerçeve sistemin büyük yanal ötelenme yapması sebebiyle çerçeve sisteme rijit bağlanmamış taşıyıcı olmayan asma tavan, havalandırma sistemleri gibi elemanlarda hasar meydana gelmiştir (Şekil 4.50ve 4.51).

Betonarme prefabrike sanayi yapılarında 1998 Ceyhan, 1999 Kocaeli ve Düzce, 2011 Van depremleri sonrasında yapılan saha incelemelerinde gözlenen kolon-temel birleşimlerinde

mafsallaşma, çatı sisteminin kısmen yada tamamen çökmesi gibi hasar tipleri 6 Şubat depreminde de gözlenmiştir. Hasarların temel nedenleri taşıyıcı sistem rijitliğinin yetersiz olması, kolon-kiriş bağlantı kapasitelerinin yetersiz olması, kiriş mesnet bölgesinin tasarımı, pim deliklerinin çevresinde donatı olmaması, delik içi dolgu harcının olmaması/dayanımının yetersizliği, bağlantılarda pul-somun detaylarının uygulanmamış olması, birleşimlerde elastomer mesnet kullanılmaması olarak sayılabilir. Ancak 1998 Deprem Yönetmeliğinde bağlantıları moment aktarmayan betonarme prefabrik binalar için Bina Davranış Katsayısı R=5 alınırken, 2007 Deprem Yönetmeliğinde R=3 olarak dikkate alınmaktadır. Böylece bina ağırlığı ve etkin yer ivmesine bağlı olmadan mafsal bağlantılı prefabrike çerçeve tasarımında dikkate alınan deprem yükleri % 67 oranında artmıştır. Bununla birlikte betonarme prefabrike binaların en zayıf halkası olan bağlantı bölgelerine hem imalat hem de montaj aşamalarında gerekli özenin gösterilmesi ile deprem güvenliğinin sağlanacağı değerlendirilmiştir.

Kahramanmaraş ve Hatay'da sanayi yapısı olarak sayılabilecek un fabrikaları bulunmaktadır. Pazarcık'ta bulunan Un Fabrikası binası betonarme çerçeve sisteme sahip olup 2000 yılı öncesinde yapılmış eski binadır. Beton ve donatı kalitesinin yetersiz olması, etriye aralıklarının fazla olması, kolon kiriş birleşim bölgelerinde etriye sıklaştırması yapılmamış olması, işçilik kalitesinin kötü olması, binada yatayda ve düşeyde geometrik düzensizlikler bulunması neticesinde binada ağır hasar meydana gelmiştir (Şekil 4.52). Antakya'da bulunan Un Fabrikası tuğla dolgu duvarlı betonarme taşıyıcı sisteme sahiptir. Deprem etkisi ile en üst kat kolonlarında büyük yanal ötelenmeler meydana gelmiş, kısmi kat göçmesi oluşmuştur (Şekil 4.53).

Nurdağı ilçesinde galvanizli oluklu sacdan, çelikten inşa edilmiş tahıl depolama siloları depremde hasar almıştır (Şekil 4.54).



Şekil 4. 44. Kahramanmaraş'ta hasarsız betonarme prefabrik sanayi yapısı.



Şekil 4. 45. Moment aktarmayan bağlantı detayları.



Şekil 4. 46. Kahramanmaraş'ta betonarme prefabrike sanayi yapısı.



Şekil 4. 47. Kolon-kiriş bağlantı bölgesi hasarı.



Şekil 4. 48. Kısa konsol/bağlantı bölgesi hasarı.



Şekil 4. 49. Prefabrik duvar panelleri hasarı.



Şekil 4. 50. Prefabrik çerçevede tuğla duvar hasarı.



Şekil 4. 51. Taşıyıcı olmayan eleman hasarları.



Şekil 4. 52. Pazarcık Un Fabrikası.



Şekil 4. 53. Antakya Un Fabrikası.



Şekil 4. 54. Nurdağı Tahıl Siloları.

4.2.5. Tarihi yapılarda meydana gelen hasarlar

06.02.2013 tarihinde saat 04: 17'de büyüklüğü AFAD tarafından Mw7.7 olarak açıklanan Pazarcık-Kahramanmaraş depremi ile bu olaydan kısa bir süre sonra aynı gün büyüklüğü Mw7.6 olarak açıklanan Elbistan-Kahramanmaraş depremi sonucunda binlerce bina yıkıldı, binlercesi de yıkılmasa bile seviyesi değişen oranda hasar aldı. Yıkılan ve hasar gören yapılar içinde nicelik olarak yoğunluk konut tarzı yapılar olsa da kültürel miras olan pek çok tarihi yapı da yıkılmış veya ciddi oranda hasar görmüştür.

Depremin etkilediği illerden birisi olan Kahramanmaraş'ın merkezinde yer alan Yaklaşık 500 yıllık tarihe sahip olan Ulu Cami'nin minaresi yıkılmış ve diğer yapı kısımları da hasar almıştır (Şekil 4.55). Benzer olarak Kahramanmaraş'ın Elbistan ilçesinde bulunan yaklaşık 700 yıllık tarihe sahip tarihi Ulu Caminin minaresi yıkılmış ve diğer yapı kısımları da hasar görmüştür (Şekil 4.56-57).



Şekil 4. 55. Kahramanmaraş merkezde bulunan tarihi Ulu Caminin deprem sonrası görünümü.



Şekil 4. 56. Kahramanmaraş'ın Elbistan ilçesinde bulunan tarihi Ulu Caminin deprem sonrası görünümü.



Şekil 4. 57. Tarihi Kahramanmaraş Kalesinde meydana gelen deprem hasarları.

Malatya Hükümet Konağı olarak hizmet veren, bodrum ve üç normla kattan oluşan, yapımı 1941 yılında tamamlanan Kültür ve Turizm Bakanlığı Sivas Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulunun 02.11.2009 tarihli kararı ile korunacak kültür varlığı olarak tescillen yapı oluşan depremler sonucunda ciddi oranda hasar alarak kullanılamaz hale gelmiştir (Şekil 4.58). Malatya merkezinde bulunan ve yüzyıldan fazla bir geçmişe sahip olan Hacı Yusuf Taş Camisinin iki minaresi ve kubbesi depremde yıkılmış duvarları ise oldukça ağır hasar alarak stabilitesini kısmen kaybetmiştir (Şekil 4.59).



Şekil 4. 58. Malatya Hükümet Konağının deprem sonrası görünümü.



Şekil 4. 59. Malatya merkezindeki Hacı Yusuf Taş Camiinin deprem sonrası görünümü.

Depremlerden etkilenen hemen her bölgede tarih yapılar hasar görmüş ise çok farklı medeniyetlere ve kültüre ev sahipliği yapan Hatay'da çok daha fazla tarihi özelliğe sahip yapı depremden etkilenerek yıkılmış, yıkılmayan yapılar da ağır hasar almıştır (Şekil 4.60). Hatay Antakya'da tarihi nitelik taşıyan yapıların yoğun olarak bulunduğu Kurtuluş Caddesi görülmektedir. Kurtuluş Caddesi üzerinde bulunan ve Türkiye sınırları üzerinde yapılan ilk cami kabul edilene ve tarihi 640'lı yıllara kadar dayanan Habibi Neccar Camiinin deprem sonrası görünümü Şekil 4.61de verilmiştir. Şekilden görüldüğü üzere caminin minaresi ve kubbesi tamamen yıkılmış geride kalan kısımları ise ağır hasar görmüştür.




Şekil 4. 60 Hatay Antakya'da tarihi nitelikli yapıların yoğun olduğu caddenin görünümü.




Şekil 4. 61. Hatay'da bulunan Habibi Neccar Camii deprem sonrası görünümü.

Habibi Neccar Camiine yakın konumda bulunan ve tarihi nitelik taşıyan Şeyh Ali Camiinin deprem sonrası görünümü Şekil 4.62'de gösterilmiştir. Bu caminin de deprem sonrasında minaresi yıkılmış ve ana yapı ağır hasar almıştır. Deprem sonucunda Antakya Rum Ortodoks Kilisesi (Şekil 4.63), Antakya Protestan Kilisesi(Şekil 4.64) de meydana gelen depremde tamamen yıkılmıştır

Hatay Valilik binası olarak kullanılan, yapımı 1928 yılında tamamlanan ve tescilli kültür varlığı olan yapıda depremde ağır hasar almıştır (Şekil 4.65). Hatay Devleti Millet Meclisi olarak kullanılan 1927 yılında yapımı tamamlanan tarihi bina (Şekil 4.66), tarihi niteliği olan tescilli kütür varlığı niteliğindeki Hünkar Mescidi (Şekil 4.67) de oluşan deprem sonucunda yıkılmıştır. Bahsedilen yapılar dışında Antakya'da bulunan pek çok tescilli kültür varlığı da deprem ağır hasar almış veya yıkıma uğramıştır.



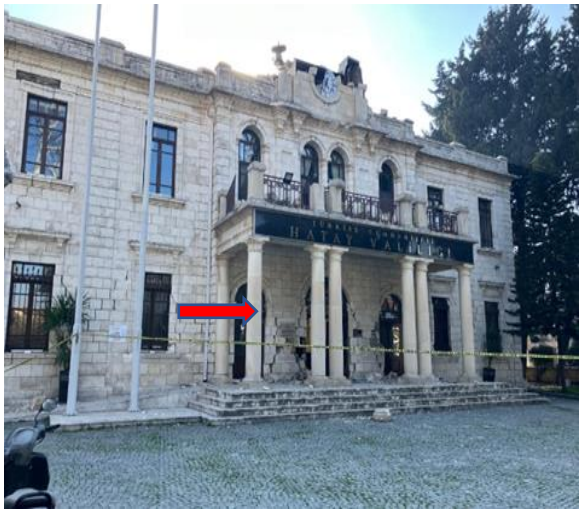
Şekil 4. 62. Antakya Şeyh Ali Camii deprem sonrası görünümü.



Şekil 4. 63. Antakya Rum Ortodoks Kilisesi deprem sonrası görünümü.



Şekil 4. 64. Antakya Protestan Kilisesi deprem sonrası görünümü.



Şekil 4. 65. Hatay Valiliği Binası deprem sonrası görünümü.



Şekil 4. 66. Hatay Devleti Millet Meclisi binası deprem sonrası görünümü.



Şekil 4. 67. Hünkâr Mescidi deprem sonrası görünümü.

4.2.6. Yol ve Sanat yapılarında meydana gelen hasarlar

Depremler sonrası karayolları, demiryolları, istinat duvarları ve tüneller incelenmiştir. Birbirini takip iki büyük deprem ardından hasar alan karayolları olduğu görülse de hızlı çözümleme ile bu yollarda tekrar trafik akışının sağlandığı (saha ekibinin incelemesi sırasında) görülmüştür. Malatya/Doğanşehir ile Adıyaman/Gölbaşı arasında yer alan çift şeritli karayolunda fay atımı nedeniyle ağır hasarlar olduğu (Şekil 4.68) belirlenmiştir. Bu bölgedeki karayolu hasarları mekanik dolgu ile kapatılıp sıkıştırılarak yol tekrar kullanıma açılmıştır. Malatya ili Doğanşehir ilçesi bağlantı yolunda deprem sonrası zemin kayması nedeniyle hasarlar oluştuğu (Şekil 4.69) ancak bu hasarların yolun güvenli kullanımına engel olmadığı görülmüştür.



Şekil 4. 68. Karayolu hasarı (Erkenek-Gölbaşı Karayolu).



Şekil 4. 69. Karayolu hasarı (Malatya/Doğanşehir bağlantı yolu).

Yaşanan depremler sonrası Kahramanmaraş ili Türkoğlu ilçesi Şekeroba mahallesinde bulunan demiryolu hat güzergâhında kayma gerçekleştiği (Şekil 4.70) belirlenmiştir.



Şekil 4. 70. Demiryolu hasarı (Kahramanmaraş/Türkoğlu).

Kahramanmaraş ili Kuyumcular köyü yakınlarında bulunan demiryolunda atımlar ve dolgu zemin kaymalı olduğu (Şekil 4.71) ve rayların altlarının kısım boşaldığı görülmüştür



Şekil 4. 71. Demiryolu altı balast dolgu kayması (Kahramanmaraş/Kuyumcular).

Yaşanan depremler sonrası etkilenmiş olan iller incelendiğinde hasarlı veya kısmen çökmüş istinat duvarlarının sayısının çok fazla olmadığı söylenebilir. Malatya/Doğanşehir ile Adıyaman/Gölbaşı arasında yer alan karayolu üzerindeki yüksek taş istinat duvarlarında dilatasyon kısımlarında yapısal hasarlar (Şekil 4.72) olduğu görülmüştür.



Şekil 4. 72. Dayanma yapısı hasarı (Erkenek-Gölbaşı karayolu kenarı).

Depremler sonrası afet bölgelerinde kısmen veya tamamen göçme nedeniyle kullanıma kapanan tünel bulunmamaktadır. Bölgelerdeki tüneller genel olarak iyi deprem performansı göstermiştir. 2017 yılında inşaatı tamamlanan ve kullanıma açılan çift tüplü 1816 m uzunluğundaki Erkenek tünelinde yüzeysel parçalanmaya bağlı dökülmeler ile kısmen yüksek hasarlı bölgelerin de olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.73)ve tünel kullanıma açıktır.



Şekil 4. 73. Erkenek tünel hasarı (Malatya/Erkenek).

Depremler sonrasında bazı bölgelerde betonarme karayolları aydınlatma direklerinde devrilmeler olduğu gözlenmiştir. Kahramanmaraş ili Türkoğlu ilçesinde anayol güzergahında

bulunan betonarme aydınlatma direklerinin aynı kırılma modunda tekrarlı olarak yıkıldığı (Şekil 4.74) gözlenmiştir.



Şekil 4. 74. Beton direk hasarları (Kahramanmaraş/Türkoğlu).

4.3. Risk Tespitleri

Kahramanmaraş merkezli meydana gelen depremlerde orta ve ağır hasar almış olan binaların bu bölgelerde meydana gelen artçı depremler ve/veya hasar durumuna bağlı olarak ilave etki olmaksızın kendiliğinden yıkılma riskleri depremden etkilenen tüm şehirlerde açık bir şekilde görülmüştür.

Bu risklerin, özellikle yıkılmayan ama hasarlı olan yapılardan eşyalarını almak isteyen depremzedeler açısından göz önünde bulundurulması gereken en büyük tehlikelerden biri olduğu söylenebilir. Depremler sonrasında söz edilen bu büyük risklerin yanı sıra Kahramanmaraş depremlerinden etkilenen illerde tespit edilen bazı riskler de aşağıda özetlenmiştir.

Depremden etkilenen illerde yıkılan ve/veya hasar alan yapılarda çeşitli büyüklüklerde yangınların (Şekil 4.75) meydana geldiği görülmüştür.

Malatya/Doğanşehir *Kahramanmaraş/Elbistan*



Şekil 4. 75. Deprem sonrası meydana gelen yangınlar.

Deprem sonrası dere yatağı kenarındaki yapılar ile üstündeki sanat yapılarının dere yatağı içerisine yıkılması ve yatak kesitlerinde daralalar meydana getirmesi olası bir yağmur durumunda su taşkınlarına sebebiyet verebilmektedir. Adıyaman ili Gölbaşı ilçesinde yağmur suyu toplama ve deşarj hattı olarak kullanılan ve ile merkezi içinde yer alan dere yatağı içerisine yıkılmış olan yapının (Şekil 4.76) olası yağmur durumunda su taşkını için risk oluşturduğu tespit edilmiştir. Kahramanmaraş ili Kuyumcular köyü yakınlarında bulunan tren yolu üst geçidine ait betonarme parapetin (Şekil 4.77) deprem sonrası köprü altından geçen dere yatağını kapatarak su birikmesine ve su yükselmesi riskine neden olduğu görülmüştür. Bölgenin kırsal bölge olması nedeniyle su taşkını riskinin önemli ölçüde hayati risk taşımadığı söylenebilir.



Şekil 4. 76. Taşkın riskleri (Adıyaman/Gölbaşı).



Şekil 4. 77. Taşkın riskleri (Kahramanmaraş/Kuyumcular köyü).

Dayanma yapılarında meydana gelen göçmeler, tabii yâda dolgu zeminlerde meydana gelen heyelanlar deprem sonrası hayati risk oluşturması yanı sıra özellikle deprem sonrası acil müdahale, arama-kurtarma, destek ve yardım ulaştırma çalışmalarına oldukça büyük engel teşkil etmektedir. Özellikle afet sonrası ilk 72 saatin kritik olması ulaşım hatlarında meydana gelen aksamalarında ciddi boyutlarda risk teşkil ettiği bilinmektedir. Kahramanmaraş ili Onikişubat ilçesinde karayolu şev dolgusunda meydana gelen toprak kayması (Şekil 4.78) nedeniyle bazı ana yollardan bazılarının ulaşımı kapandığı belirlenmiştir.

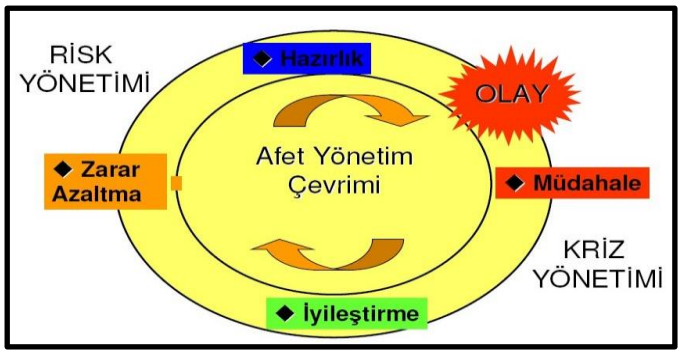


Şekil 4. 78. Heyelan riski (Kahramanmaraş/Onikişubat).

5. AFET YÖNETİMİ VE ZARAR AZALTMA ÇALIŞMALARI ÖN DEĞERLENDİRMESİ

Afet Yönetimi, tüm dünyada ve ülkemizde uzun yıllardan beri uygulanmakla birlikle, son yıllarda gelişmekte olan disiplinler arasındadır. Toplulukları, maddi ve manevi varlıkları tehlikelerden korumak, olası riskleri azaltmak amacıyla, bir afetten, olması muhtemel bir diğer afete kadar yapılması gereken tüm yönetimsel işlemleri kapsar. Afet Yönetimi yeni gelişen, çok disiplinli ve karmaşık bir çalışma alanıdır. Bunun yanında evrensel standart uygulamaları, ideal bir modeli yoktur, toplumun ve maruz kalınan afetin dinamiklerine göre toplumdan topluma, bölgeden bölgeye ve afetten afete farklılık gösterir.

Afet yönetimi çalışmalarının temel ilkelerinden biri Bütünleşik bir yaklaşım olmasıdır. Bütünleşik Afet Yönetimi, olası tüm afetlerin öncesi, sırası ve sonrasını kapsayan çalışmaların uzun yıllar boyunca kesintisiz ve geliştirilebilir bir şekilde sürdürülebilmesini hedeflemektedir. Doğal ve insan kaynaklı (teknolojik) afetler karşısında, afetlerin öncesinde Zarar Azaltma, Hazırlık süreçlerini kapsayan Risk Analizi ile afetlerin sonrasında Müdahale ve Yeniden Yapılanma süreçlerini kapsayan Kriz Yönetimi kapasitelerini oluşturmak, sürdürmek ve geliştirmek için gerek duyulan tüm faaliyetleri bir araya getirmek yoluyla toplulukları korumak Bütünleşik Afet Yönetimi Evreleri olarak bilinmektedir (Şekil 5.1).



Şekil 5. 1. Bütünleşik Afet Yönetimi Evreleri (Okay N., Ders notları).

Yapılan saha çalışması sonrasındaki mevcut durumun daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla Risk Yönetimi ve Kriz Yönetimi konularından kısaca bahsetmek faydalı olacaktır.

5.1. Kriz Yönetimi

5.1.1. Müdahale süreci

Bir afet durumunda ortaya çıkan gereksinimler doğrultusunda gerçekleştirilen tüm faaliyetleri kapsayan süreçtir. Afetin büyüklüğüne, niteliğine ve etkilediği alana bağlı olarak süresi değişmekle birlikte yaklaşık birkaç aylık bir süre içerisinde yürütülen çalışmaları kapsamaktadır. Temel amaç, mümkün olan en kısa sürede, en çok insanın hayatını kurtarmak ve afetzedeler için güvenli bir yaşam alanı oluşturarak, yiyecek, su, barınma, iletişim, ulaşım, sağlık hizmetleri ve sosyal hayat gibi yaşamsal etkinlikler ile ilgili temel gereksinimleri karşılamaktır. Bu amaçla; haber alma ve ulaşım, ihtiyaçların belirlenmesi, arama kurtarma, ilk

yardım, tahliye, geçici iskan, temel ihtiyaçların temini, güvenlik, çevre sağlığı ve koruyucu hekimlik, hasar tespiti, tehlikeli yıkıntıların kaldırılması gibi faaliyetlerin bu süreç içinde yürütülmesi gerekir *(Bumgamer, J. B., 2008).*

5.1.2. İyileştirme süreci

İyileştirme süreci, afet sonrası acil durumun hemen ardından başlayan, süresi yaşanan afetin büyüklüğüne, niteliğine ve etkilediği alanın büyüklüğüne göre değişim gösteren süreçtir ve afete uğrayan toplumdaki bireylerin normal yaşamlarına dönmelerini sağlamak için gerekli her türlü yapılanma, eğitim, sosyal ve psikolojik hizmetlerin sağlanmasını içermektedir. Bu süreçte yürütülen çalışmaların bir kısmı müdahale süreci ile eş zamanlı yürütülebilir. Uzun dönemli iyileştirme çalışmalarının başlatılabilmesi için afet bölgesinde yolların ulaşıma açılmış olması, enkazların kaldırılmış, beslenme ve barınma imkanlarının sağlanmış, altyapı, iletişim, su, gaz, elektrik gibi altyapı hizmetlerinin çalışmaya başlamış ve sağlık ve güvenlik hizmetlerinin tamamlanmış olması gerekmektedir. Dolayısıyla kısa dönemli iyileştirme çalışmaları kapsamında tüm bu hizmetlerin minimum düzeyde de olsa karşılanabilir olması gerekmektedir *(Bumgamer, J. B., 2008).*

5.2. Risk Yönetimi

5.2.1. Zarar azaltma süreci

Zarar azaltma faaliyetleri, afetlerin can ve mal kaybı riskini azaltmak veya ortadan kaldırmak, olası etki veya sonuçlarını hafifletmek amacıyla yürütülen tüm faaliyetlerdir. Geçmişten alınan dersler ışığında geliştirilir. Zarar azaltma çalışmaları, "tehlike analizi" ile birleştirilirse etkili olur. Bir tehlike analizi, toplulukları etkileyen tehlikelerin özelliklerinin tanımlanması, bu olayların meydana gelme olasılıklarının ve risklerinin belirlenmesi ile yapılabilir.

Afet tehlikesi ve risklerin belirlenmesi, bu risklerin azaltılması için gerekli önlemlerin alınması, toplumun afetler ve riskleri konusunda bilinçlendirilmesine yönelik eğitim programlarının oluşturulması ve aktarılması, gerekli yasal düzenleme ve planlamanın yapılması ve uygulamaları içeren, ***"uzun süreli ve olağan koşullarda tamamlanması gereken"*** bir süreçtir. Bu süreçte merkezi ve yerel yönetimler, özel sektör ve vatandaşların rolleri tanımlanarak, etkin bir işbirliği ve koordinasyon sağlanmalıdır.

Bu süreçte yürütülecek çalışmalar;

- Afet anında uygulanacak yasal mevzuatın gözden geçirilmesi ve ihtiyaç halinde yeniden düzenlenmesi,
- Yapı ve Deprem Yönetmelikleri, alan kullanım yönetmeliklerinin gözden geçirilmesi ve gerekiyorsa yeniden düzenlenmesi,
- Afet tehlikesi ve riskinin makro ve mikro ölçekte yeniden belirlenmesi, geliştirilmesi ve tehlike haritalarının hazırlanması,

- İhtiyaç duyulan bilimsel ve teknik araştırma faaliyetlerinin planlanması ve uygulanması,
- Ülke için afet gözlem şebekeleri, erken uyarı ve kontrol sistemlerinin kurulması ve geliştirilmesi,
- Afet zararlarının azaltılması konusunda ilgili her kesimi kapsayan geniş kapsamlı eğitim faaliyetlerinin yürütülmesi,
- Afet zararlarının azaltılması kavramının, kalkınmanın her aşamasında dahil edilmesi ve uygulanmasının sağlanması,
- Afetlere karşı önleyici ve zarar azaltıcı mühendislik tedbirlerinin geliştirilmesi ve uygulanması

olarak özetlenebilir *(Bumgamer, J. B., 2008).*

5.2.2. Hazırlık süreci

Afet tehlikelerinin ortadan kaldırılması mümkün olmadığına göre risklerinin azaltılması konusunda yapılacak tüm hazırlıkları kapsayan bu evre, herhangi bir afete müdahale ve sonrasındaki iyileştirme süreçlerinin en etkin şekilde yapılabilmesi için gerekli olan;

- acil durum eylem planlarının hazırlanması,
- ekiplerin oluşturulması,
- gerekli malzemelerin sağlanması ve
- bu plan doğrultusunda eğitim ve uygulamaların yapılmasını

kapsamaktadır. Buradan yola çıkılarak;

- Merkezi düzeyde afet yönetimi ile ilgili planların hazırlanması ve geliştirilmesi,
- İl düzeyinde "Afet Acil Yardım Planlarının" hazırlanması ve geliştirilmesi,
- Bu planlarda görev ve sorumluluk verilen personelin eğitim ve tatbikatlarla bilgi düzeylerinin geliştirilmesi, gerektiğinde bölge teçhizat merkezleri kurulması ve kritik malzemelerin depolanması,
- Arama-Kurtarma faaliyetlerinin örgütlenmesi, geliştirilmesi, eğitimi, işletilmesi ve yaygınlaştırılması,
- Tahmin, Erken Uyarı ve Alarm sistemlerinin kurulması, işletilmesi ve geliştirilmesi

gibi faaliyetlerin bu süreçte yürütülmesi gerekmektedir *(Okay N., Ders notları)*.

Yukarıda özetle belirtildiği gibi "Müdahale" ve "İyileştirme" faaliyetleri afetin hemen ardından başlayan ve afetin büyüklüğü ve etkileri ile ilişkili olarak birkaç aylık bir süreyi kapsayan faaliyetlerden oluşur. Bunun yanında "Zarar Azaltma" ve "Hazırlık" sürecinde yürütülmesi gereken çalışmaların tümü uzun süreli, bilimsel sonuçlara dayanan, çok disiplinli, çok paydaşlı ve bunlara ilave olarak mikro (birey), orta (yerel yönetimler) ve makro (merkezi yönetimler) ölçekte yürütülmesi gereken faaliyetleri kapsamaktadır. Risk yönetimi aşamasında, tehlikeler

karşısında oluşabilecek risklerin tüm açıklığıyla değerlendirilmesi ve gerekli önlemlerin alınması gerekir. Bu süreçte olağan koşullarda yürütülen çalışmaların etkinliği, afetin olumsuz etkilerini önemli ölçüde azaltacaktır. Bununla birlikte Müdahale ve İyileştirme aşamalarının da başarısını olumlu yönde etkileyecektir. Özetle, her bir evrede yürütülen çalışmaların başarısı, bir önceki evrede yürütülen çalışmaların başarısı ile doğrudan ilişkilidir.

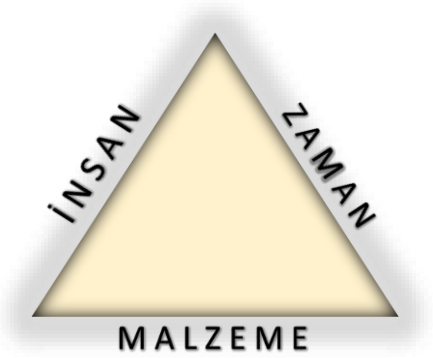
Bunlara ilave olarak, yapılan çalışmaların kesintisiz bir şekilde, uzun dönemler için sürdürülebilir olması başarılı afet yönetimi uygulamalarının temel ilkelerinden biri olmakla birlikte en zor kısmını teşkil etmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde sınırlı finansal kaynaklar, yürütülen çalışmaların sürdürülebilirliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Bunun yanında mevcut kaynakların etkin yönetilememesi de ilerleyen dönemler için sorun yaşanmasına neden olabilmektedir. Afetler ve zararlarının azaltılmasına yönelik yürütülen bilimsel çalışmaların sonuçlarının uygulanan ulusal politikalar içerisine adapte edilememesi, afet yönetimi ve zarar azaltma uygulamalarında karşılaşılan bir diğer önemli sorun olarak görülmektedir.

5.2.3. Saha değerlendirmesi

6 Şubat tarihinde, yaşanan iki büyük depremin ardından, müdahale sürecinin ilk günlerinde sahada bulunulmuş, sırasıyla, Adana, Hatay, Kahramanmaraş ve Adıyaman illeri ile çeşitli ilçe ve köylerinde gözlemler yapılmıştır. Yapılan gözlemler sırasında genel olarak müdahale sürecinde yürütülmesi gereken çalışmaların yoğun bir şekilde başladığı ancak özellikle arama-kurtarma ve barınma konusunda önemli sorunların yaşandığı görülmüştür. İki büyük depremin aynı bölgede, aynı gün içerisinde meydana gelmesinin dünyada benzeri az görülen bir durum olduğu kabul edilmekle birlikte, ne yazık ki olumsuz etkileri hiç istenmeyen ve tahmin edilemeyen boyutlara ulaşmıştır.

Saha çalışmaları sırasında yapılan görüşmelerde, arama-kurtarma çalışmalarının yeterince etkin ve vaktinde yapılamadığı konusunda eleştiriler halk tarafından sıklıkla dile getirilmiştir. Bilindiği gibi afetler sonrasında yaralanmış veya enkaz altında kalmış afetzedeler, **"Altın Gün"** olarak tanımlanan ilk 24 saat içinde kurtarılırsa %80 oranında hayatta kalma şansına sahiptir. Bu süre içerisinde yürütülen hafif arama-kurtarma çalışmalarında doğru zamanda, doğru malzeme ile doğru insanlar tarafından yapılan müdahale büyük önem taşır (Şekil 5.2). Bunun yanında ilk 72 saat hayatta kalmak açısından son derece önemlidir (Şekil 5.3).

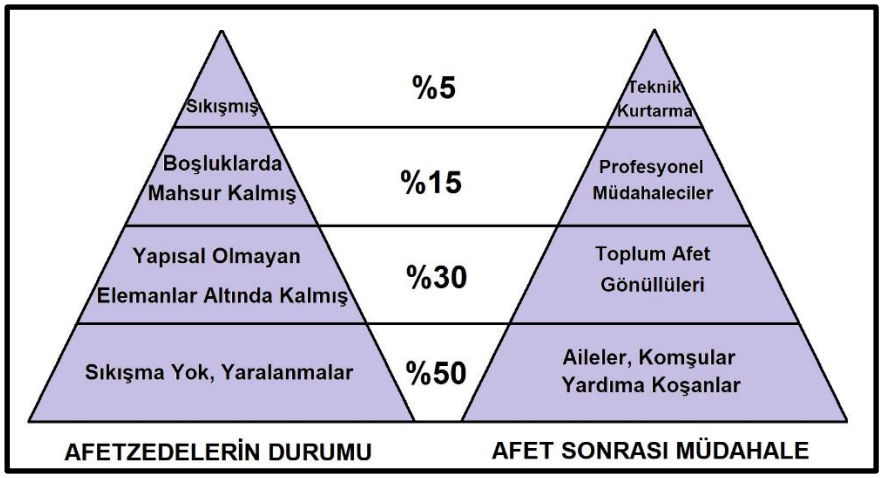
Bu gibi durumlarda ilk müdahale, profesyonel arama-kurtarma ekipleri gelinceye kadar çoğunlukla toplumdaki bireyler yani komşular ve aile bireyleri tarafından yapılmaktadır ve 6 Şubat depremlerinde de durum bu şekilde gerçekleşmiştir. Özellikle mevcut durumda olduğu gibi yaşanan sıra dışı olaylar sonrasında halk tarafından yapılan ilk müdahale uygulamaları ve bu uygulamaların başarıları büyük bir öneme sahiptir (Şekil 5.4).



Şekil 5. 2 Hafif Arama-Kurtarma Bileşenleri (WBI, 2012'den düzenlenmiştir).



Şekil 5. 3 Afetzedelerin Hayatta Kalma Oranları (WBI, 2012'den düzenlenmiştir).



Şekil 5. 4. Afetzedelerin Durumu ve Afet Sonrası Müdahale Oranları (WBI, 2012'den düzenlenmiştir).

Afetler meydana gelmeden önce yürütülmesi gereken çalışmalar sürecinde toplumun ilk müdahale kapasitesinin arttırılması bu aşamada yapılacak uygulamaların başarısını arttıracak ve dolayısıyla can kayıplarını azaltacaktır. Yaşanan depremlerde yıkımın çok fazla olmasının, arama-kurtarma çalışmalarının aksamasına, iyi organize edilememesine ve kayıpların artmasına sebep olduğu düşünülmektedir. Toplumdaki hafif arama-kurtarma becerisine sahip, iş makinası kullanımı ve ilk yardım uygulamaları konusunda deneyimli birey sayısının arttırılması, bunun yanında halkın eğitim ve tatbikatlar ile desteklenmesinin ilk müdahale kapasitesinin artmasına, afetlere karşı dirençli toplumların sağlanmasına katkı sağlayacağı açıktır.

Afet sonrasında afetzedelerin bir kısmı AFAD ile çeşitli kurum ve belediyeler tarafından kurulan çadır kentlere yerleştirilmiştir ancak önemli bir kısmının da çadır imkanından faydalanamadığı gözlenmiştir. Çadır kentlerde kalmak isteyen bazı afetzedelerin resmi başvuru yapmak yerine daha çabuk sonuca ulaşmak ve/veya nereye başvuracağını bilememesi nedeniyle bireysel olarak çadır kentlere ulaştıkları görülmüştür. Taleplerine cevap alan afetzedeler olduğu gibi aksi duruma da rastlanmıştır. Başvuruların kayıt altına alındığı merkezi bir birim olması ve

bu bilginin koşullara uygun iletişim kaynakları aracılığıyla halk ile paylaşımı durumunda, taleplerin daha etkin bir şekilde değerlendirilip, yerleştirmelerin en uygun şekilde yapılabileceği düşünülmektedir.

Bölgedeki tüm çadır kentlerin incelenmesi mümkün olmamakla birlikte, gözlem yapılabilen Hatay ve Kahramanmaraş bölgelerindeki bazı çadır kentlerde, elektrikli ısıtıcı, battaniye ve şilte yatak yanında metal somyaların da mevcut olduğu görülmüştür. Çoğunlukla ev tekstili üretimi yapan firmaların bağış yoluyla sağladığı battaniyelerin ve ısıtıcıların yeterli miktarda olduğu çadır kent sorumluları ile yapılan görüşmelerden öğrenilmiştir. Ancak sahada bulunulan dönemde su ve yiyecek ile ilgili ciddi bir sorun bulunmazken ilerleyen dönemlerde bu malzemelerin sürekliliği konusunda sorun yaşanacağı izlenimi tarafımızda uyanmış ve sonrasında durum ne yazık ki bu şekilde gelişmiştir. Afetten sonraki birkaç haftalık dönem sonrasında giysi, hijyen malzemesi gibi temel ihtiyaç malzemelerinde de çeşitli sorunlar yaşanmaya başlamıştır. Tüm ülkeden afet bölgesine ulaşan yardım malzemelerinin bir kısmı çeşitli nedenlerle ihtiyaç sahiplerine ulaştırılamamıştır. Saha çalışmaları sırasında üstü kapalı pazaryerlerine giysilerin atılmak suretiyle bırakıldığı, zaman zaman afetzedelerin bunlar içerisinde işlerine yarayan malzemeleri seçmeye çalıştığı gözlenmiştir. Yardım malzemelerinin depolanması ve dağıtımı konusunda olması gereken düzenlemelerin yapılamadığı ilk günlerden itibaren ortaya çıkan bir sorun olarak dikkat çekmiştir. Temel ihtiyaçların karşılanması müdahale sürecinin önemli faaliyetlerinden biri olmasına rağmen inceleme dönemi içerisinde temel ihtiyaçların sağlanması konusunda sorunlar yaşandığı gözlenmiştir.

Geçici barınma alanları ile ilgili tanık olunan, özellikle tuvalet ve duşların eksikliğinden kaynaklanan sorunların, afet öncesinde bu alanların yerlerinin belirlenmesine ve alt yapısına yönelik çalışmaların etkin bir şekilde yapılamamış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Şekil 5.5). Birçok çadır kentte alt yapı, kanalizasyon, su ve elektrik temini konusunda önemli sorunlar ortaya çıkmış, bazı çadır kentlerde hava koşulları ile ilgili olarak su basmaları yaşanmış ve maddi kayıplara neden olmuştur. Anlık çözümler ile ihtiyaçlar karşılanmaya çalışılmasına rağmen hijyen konusunda önemli sorunlar yaşanmıştır. Sahada bulunulan dönemde, çok sayıda çadır kentte kalan afetzedeler için banyo imkanı sağlanamamış, ilerleyen dönemlerde sağlanabilen birkaç çadır kentte de hijyen sorunu çözülememiştir. Yoğun kış şartlarının hakim olduğu gözlem döneminde elektrikli ısıtıcılar ile ısınma sağlanmaya çalışılmış ancak mevcut elektrik tesisatının yetersizliği nedeniyle zaman zaman elektrik kesintileri yaşanmıştır. Bu durum özellikle çocuklar, yaşlılar ve hastalar için önemli bir sorun teşkil etmiştir. Sahada bulunulan dönemde elektrik ile ilgili sorunun çözümü için çadır kent sorumluları tarafından çeşitli yollarla çözüm üretilmeye çalışılmakla birlikte gecikmeler ve yeterlik konusunda sorunların devam ettiği gözlenmiştir. Afet yönetimi konusunda gelişmiş ülkelerde olduğu gibi geçici barınma alanlarının yerlerinin afetler meydana gelmeden önce, hazırlık sürecinde belirlenmesi ve alt yapı hizmetlerinin hazır halde bulunması yaşanacak gecikme ve organizasyon sorunlarının önüne geçecektir.



Şekil 5. 5. Çadır Kent Temel İhtiyaç Alanı (Hatay-Defne).

Bunun yanında saha çalışması sırasında Kocaeli Büyükşehir Belediyesi tarafından Hatay – Defne de kurulan çadır kentin afetzedelere oldukça iyi imkanlar sağladığı gözlenmiştir. Tüm malzemelerin Kocaeli'nden getirildiği küçük bir kent şeklinde kurulmuş olan çadır kentte, yine Kocaeli'nden dönüşümlü olarak gelen eczacılar ve kuaförler afetzedelere hizmet vermektedir. Gözlem dönemi içerisinde su ve banyo konusunda sorunların devam etmesine rağmen gözlem dönemi sonrasında banyo ve çamaşır yıkama sorununun da kısmi olarak çözüldüğü bilgisine ulaşılmıştır. Yine gözlem dönemi içerisinde Kocaeli Büyükşehir Belediyesi tarafında yapımına başlanan 54 yataklı sahra hastanesinin de tamamlandığı bilgisi alınmıştır (Şekil 5.6). Benzer şekilde İzmit Belediyesi tarafından kurulan çadır kentin zemin çalışmaları gözlem dönemi içerisinde tamamlanmış, ilerleyen günlerde kurulumu tamamlanmıştır (Şekil 5.7).



Şekil 5. 6. İzmit Belediyesi Çadır Kenti (Adıyaman) (https://izmit.bel.tr/).



Şekil 5. 7. Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Sahra Hastanesi (Hatay).

Köylere yapılan çadır vb malzeme yardımlarının oldukça sınırlı olduğu, yapılan yardımların da bazı muhtarlar tarafından ihtiyaç sahiplerine dağıtılmadığı konusu köy haklı tarafından dile getirilmiştir. Bu sorunun, risk yönetimi döneminde yerel yönetimlerin organizasyonunun etkili bir şekilde yapılması ile çözülebileceği düşünülmektedir. Depremin etkilediği il merkezlerindeki gibi Kahramanmaraş'ın merkezinde de, özellikle Trabzon Caddesi ve Azerbeycan Bulvarı'nda depremin 14.gününde yıkılan binaların enkaz kaldırma çalışmalarının başladığı, bunun yanında köylerde bulunan enkazların gözlem dönemine kadar hala kaldırılma işlemlerinin başlamadığı, hasar tespit çalışmalarının yapılmadığı, bazı enkazların altında büyük baş hayvanların olduğu köylüler tarafından belirtilmiştir (Şekil 5.8).



Şekil 5. 8. Kahramanmaraş-Ördekdede Köyü.

Gözlem dönemi içerisinde köyler dışında özellikle şehir merkezlerinde hasar tespit ve enkaz kaldırma çalışmalarının yoğun bir şekilde devam ettiği gözlenmiştir. Bunun yanında bazı enkazlarda hala arama çalışmalarının devam ettiği, afetzedelerin enkaz altından çıkarılmasının yakınları tarafından acı içerisinde beklendiği ne yazık ki gözlenmiştir. Gerek yakınları olduğu için gerekse hasar tespit vb konular için yetkililerin gelmesini bekleyen afetzedelerin hasarlı binalar arasında beklemelerinin risk teşkil ettiği görülmüştür. Bunun yanında ağır hasarlı binalar da dahil olmak üzere afetzedelerin birkaç parça eşya çıkarabilmek için hasarlı binalara girdikleri ve/veya normalinden çok fazla fiyatlar ile vinçler kiralayarak evlerindeki eşyalarını çıkarmaya çalıştıkları görülmüştür (Şekil 5.9). Herhangi bir denetim veya güvenlik önlemi olmadan binalara giren pek çok kişi artçı sarsıntılar sırasında yıkılan hasarlı binalardan dolayı zarar görmüşlerdir. Çeşitli vesileler ile yapılan uyarılara rağmen insanların bu binalara girmelerinin önüne geçilememiş olması yönetimsel ve toplumsal olarak önemli bir sorun olarak görülmektedir.

Yapılan saha gözlemleri sonunda mevcut afet yönetimi uygulamalarımızın yeterince etkili olmadığı görülmüştür. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de afet yönetimi konusunda, geçmişte yaygın olarak uygulanan, afet meydana geldikten sonra yürütülen çalışmaların ön planda olduğu reaktif yaklaşım terkedilerek, günümüzde afetlerin öncesinde yürütülmesi gereken çalışmaların da ön planda olduğu proaktif yaklaşım benimsenmiştir. Buna rağmen "yüzyılın afeti" olarak tanımlanan böyle bir afete ne yazık ki yeterince hazır olmadığımız ortaya çıkmıştır. Bundan sonra yapılacak çalışmaların geçmişte yaşanan olaylardan alınan dersler ışığında yeniden gözden geçirilerek planlanması ve istisnasız bir şekilde doğru uygulamaların yürütülmesi gerekmektedir.



Şekil 5. 9. Hasarlı Binalar ve Güvenlik.

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Türkiye'nin doğusunda 06 Şubat 2023 tarihinde saat 04:17:32 de Mw 7.7(AFAD) ve derinliği 8.6km olan Pazarcık (Kahramanmaraş) merkezli, 04:28:16'da büyüklüğü Mw 6.6, derinliği 6.2km olan Nurdağı(Gaziantep) merkezli ve 13:24:47'te aletsel büyüklüğü Mw 7.6 Elbistan (Kahramanmaraş) merkezli depremler meydana gelmiştir. Bölgede daha sonra 20 Şubat 2023, 20:04 de Yayladağı (Hatay) merkezli derinliği 21.73 km büyüklüğü Mw 6.4 olan deprem daha oluşmuştur.

Kahramanmaraş, Gaziantep, Şanlıurfa, Diyarbakır, Adana, Adıyaman, Osmaniye, Hatay, Kilis, Malatya ve Elazığ illeri depremden en yoğun etkilenen illerdir.

Depremden etkilenen illerde meydana gelen hasarları yerinde görmek amacıyla, Üniversitemiz Mühendislik Fakültesi İnşaat, Jeofizik ve Jeoloji Mühendisliği Bölümleri Öğretim Üyelerinden saha inceleme ekibi oluşturulmuş, bu ekip araştırma ve raporlama yapmak üzere deprem bölgesinde görevlendirilmiştir.

Yapılan incelemeler neticesinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır;

- 06 Şubat 2023 04:17:32 de Mw 7.7(AFAD) ve derinliği 8.6km olan Pazarcık (Kahramanmaraş) merkezli depremin Doğu Anadolu fayı üzerinde oluşan kırık ve atımı inceleme alanında birçok yerde yüzeyde gözlenmiş ve ölçülmüştür. Kahramanmaraş ve Hassa civarında fayda 3.5m yi bulan atımlar görülmüştür.
- 06 Şubat 2023 13:24:47'te aletsel büyüklüğü (Mw) 7.6 Elbistan (Kahramanmaraş) merkezli depremin yüzey kırığı Çardak, Sürgü, Göksun Faylarında gözlenmiş, Çardak fayında 6m geçen atım ölçülmüştür.
- Saha çalışması boyunca sıvılaşmanın en fazla görüldüğü yerler İskenderun ve Gölbaşı civarıdır.
- Saha çalışmasının yapıldığı alanlardan Hatay da Asi nehri, Elbistanda Ceyhan nehri, İskenderun da denize yakın yumuşak ve alüvyon zeminlerde hasarın yoğun olduğu görülmüştür.
- Bazı yerleşim alanlarında yüzeyde gözlenen yüzey kırıklarına rağmen binaların hasar alsa dahi göçmediği görülmüştür.
- Kahramanmaraş depremlerinin, seçilen farklı istasyonlardan kaydedilen ivme zaman değerlerine göre oluşturulan spektrumları ile Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018'de DD2 olarak tanımlanan standart tasarım spektrumu grafikleri karşılaştırıldığında, bazı istasyonlardan elde edilen spektrum değerlerinin deprem yönetmeliği standart tasarım spektrumu değerlerinin altında kaldığı, bazılarının da standart spektrumun üstüne çıktığı görülmüştür.
- Deprem bölgesindeki karayolları, demiryolları, tüneller ve istinat duvarlarında kısmen hasarlar oluşmuş, ancak saha çalışmasının yapıldığı dönemde ulaşımla ilgili ana hatlarda ciddi sorunların hemen hemen giderildiği gözlemlenmiştir.

- Meydana gelen depremlerde orta ve ağır hasar almış olan binaların bu bölgelerde meydana gelen artçı depremler ve/veya hasar durumuna bağlı olarak ilave etki olmaksızın kendiliğinden yıkılma riskleri bulunduğu öngörülmektedir.
- Bazı binalarda deprem sonrası çeşitli büyüklüklerde yangınların meydana geldiği tespit edilmiştir.
- Enkazların yıkıldığı dere yataklarında enkesit daralması nedeniyle taşkın risklerinin olduğu görülmüştür.
- Deprem bölgesinde zarar gören altyapı ve su toplanma alanında bulunan enkazlar aşırı yağışlar nedeniyle sel gibi ikincil bir afet oluşturacağı düşünülmektedir.
- Yapılan değerlendirmelerde 1998 yılı öncesi inşa edilen yapı stoku ve sonra inşa edilen yapılarda, tasarım ve uygulama kapsamındaki hatalar nedeniyle yıkım/göçme veya ağır derecede hasarların oluştuğu anlaşılmıştır.
- Deprem bölgesinde yer alan Organize Sanayi Bölgelerinde bulunan betonarme prefabrik binaların birçoğunda taşıyıcı sisteminde hasar oluşmadığı sadece, birkaç fabrika binasında asma tavan ve havalandırma sistemlerinin düşmesi, cephe panellerinin ayrılması gibi taşıyıcı olmayan eleman hasarları oluştuğu tespit edilmiştir.
- Yakın zamanda inşa edilmiş ve yapısal hasar bulunmayan kamu binaları depremden hemen sonra kullanılmaya başlandığı görülmüştür.
- Deprem bölgesinde cami, kilise gibi dini amaçlı kullanılan yapılar ile turizm amaçlı kullanılan tarihi eserlerin özellikle Hatay ilinde önemli ölçüde hasar aldığı görülmüştür.
- Sıvılaşmaya yatkın zeminlerde, ova veya tarla gibi arazilerin zemin özelliklerine dikkat edilmeden yapılan yapılarda göçme, ağır ve orta hasarlı yapıların oldukça fazla olduğu tespit edilmiştir.
- Yüzey kırığına nispeten uzak kırsal yerleşimlerde ciddi hasarlar gözlemlenmiştir.
- Deprem sonrası kriz yönetiminde depremin çok geniş alanda etkili olmasına bağlı olarak sorunlar yaşandığı belirlenmiştir.
- Deprem bölgesi dışından gelen belediyeler başta olmak üzere birçok kamu kurum kuruluş sivil toplum kuruluşlarının bölgedeki sıkıntıların giderilmesi için yoğun çalışmalar içerisinde olduğu tespit edilmiştir.
- Bir taraftan çadır kentler kurulurken bir taraftan da konteyner kentler için altyapı hazırlık çalışmalarının sürdürüldüğü belirlenmiştir.
- Depremin 12. gününde artık arama kurtarma çalışmalarının sonuna gelindiği daha çok şehir merkezleri ve ilçelerde enkaz kaldırma çalışmalarına başlandığı görülmüştür.

2023, 6 Şubat depremleri sonrası yapılan saha incelemeler neticesinde Kocaeli başta olmak üzere deprem tehlike ve riskinin yüksek olduğu illerimiz için aşağıda sunulan çalışmaların yapılması önerilmektedir:

- Çalışmaların bilimsel temelli yürütülmesi amacıyla bilim kurullarının oluşturulması,
- Bilim Kurulları tarafından afete dirençli şehir eylem planlarının oluşturulması,

- Bu eylem planları kapsamında afet öncesi afet ve afet sonrası tüm sevk ve idarenin yapılacağı, tüm kamu binalarının, hastane, eğitim ve sanayi yapılarının deprem yönetmeliğine uygun hale getirilmesi,
- Olası afet sırasında ulaşımın kesintiye uğramaması için köprü, viyadük vb ulaşım yapıları gözden geçirilmeli gerekirse güçlendirilmesi,
- Deprem tehlike ve riskinin yüksek olduğu yerler gözetilerek Mikrobölgeleme ile ayrıntılı zemin durumlarının belirlenmesi,
- Bölge genelinde konut yapı stoğu envanteri çıkartılmalı, özellikle 1998 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği öncesinde inşa edilenler hızlı değerlendirme yöntemleri ile değerlendirilmeli, bu değerlendirme ile yapıların en riskli olanları belirlenmesi,
- En fazla risk içeren yapılardan başlamak üzere ya güçlendirme yapılması ya ada bazlı kentsel dönüşüm uygulanması, yâda riskli bölgenin sosyal ve kültürel yaşam alanlarıyla yerleşim bölgesinin değiştirilmesi, riskli bölgenin yeşil alana dönüştürülmesi,
- Kentsel dönüşüme odaklanmalı, bu kapsamda betonarme yapıların ekonomik ömrü de göz önünde bulundurulmalı,
- Yapıların belirli zaman aralıklarında yetkili kurumlarca rutin kontrollerinin yapılması, ve taşıyıcı sistemi etkileyecek değişikliklere izin verilmemesi,
- Yapı içerisinde yapılan her türlü yapılan tadilatlar (taşıyıcı olmayan duvara müdahale edilmesi gibi) mühendis onayı ile yapılması,
- Afetlerde toplanma alanlarının altyapısı hazır olması,
- Depreme dayanıklı bina inşaatında en önemli husus bilgili ve bilinçli mühendislik hizmetidir. Bu kapsamda tecrübe ve uzmanlığa dayalı başlangıç, orta ve yüksek düzeyde uzmanlık getiren yetkin mühendislik devreye alınmalıdır. Bununla birlikte meslek odaları tarafından meslek içi eğitimler düzenlenerek yapı sektöründeki mühendislerin güncel bilgilerinin geliştirilmesi,
- Lojistik anlamda gerekli hazırlıkların yapılması,
- Afet yönetiminde oluşabilecek sıkıntıların önlenmesi için kapsamlı çalışmalar yapılması.

TEŞEKKÜR

Kahramanmaraş İli Pazarcık ve Elbistan İlçelerinde 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen depremden etkilenen bölgede incelenme yapmak amacıyla Üniversitemiz Mühendislik Fakültesi İnşaat, Jeofizik ve Jeoloji Mühendisliği Bölümleri tarafından oluşturulan ekiplere her türlü desteği veren Sayın Rektörümüz Prof. Dr. Nuh Zafer CANTÜRK'e ve Rektör Yardımcımız Prof. Dr. Ercüment ÇİFTÇİ'ye çok teşekkür ediyoruz.

Saha çalışmamızda yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen Kocaeli Valisi Seddar YAVUZ'a, Burdur Valisi Ali ARSLANTAŞ'a, Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Başkanı Doç. Dr. Tahir BÜYÜKAKIN'a, Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Genel Sekreter Yardımcısı Hasan AYDINLIK'a, TÜBİTAK Başkanı Prof. Dr. Hasan MANDAL ve ekibine, Körfez Belediye Başkanı Şener SÖĞÜT'e, Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Muhtarlıklar Dairesi Başkanı Numan BALABAN'a, Körfez Belediyesi Başkan Yardımcısı Levent YILMAZ'a, Kahramanmaraş TÜVTÜRK AFAD çadır kent yönetimine, AFAD Deprem Dairesinden Yük. Jeofizik Müh. Ulubey ÇEKEN ve Turgay KURU'ya, Muhsin TEMUÇİN'e, Kocaeli KOTO'ya, İskenderun'da Meteoroloji Müdürü Mustafa KURT'a, DKS Mühensilik'e, ASN Mühendislik'e, KMK Proje'ye, Koruma A.Ş.'ye, Jeofizik Mühendisi Hasan BAŞPINAR'a, İnş. Müh. Ferudun ÇIKRIKÇI'ya, İnş. Müh. Burak ELÇİ'ye, Mimar Özgür BAŞÇI'ya, Ahmet ÇALIŞKUR'a, Mustafa BAYTAN'a, Araştırmacı Veli Erkan MERCİMEK'e, Polis memuru Serhan ÇINKI ve İbrahim AYDOĞMUŞ'a teşekkürlerimizi sunarız.

Yorgun ve üzgün olmalarına rağmen bizlerden yardımlarını esirgemeyen bölge halkına geçmiş olsun dileklerimizi sunuyor ve teşekkür ediyoruz.

KAYNAKLAR

Afet Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 1998, İmar ve İskan Bakanlığı, Deprem Araştırma Enstitüsü Başkanlığı, Ankara, Türkiye.

Ateş, Ş., Keçer, M., Osmançelebioğlu, R., Kahraman, S., 2004. Antakya (Hatay) İl Merkezi ve Çevresinin Yerbilim Verileri, MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, Ankara

Bumgamer, J. B., 2008. Emergency Management: A Reference Handbook, Contemporary World Issues, ABD-CLIO. ISBN 1598841106, 9781598841107

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY) 2007, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara, Türkiye.

Duyan ve Türkmen, 2021. Harbiye (Hatay) Şelaleler Bölgesindeki Şev Duraysızlıklarının Mühendislik Jeolojisi Açısından Değerlendirilmesi, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 36(4), 1005-1018.

Melgar, D., Taymaz, T., Ganas, A., Crowell, B. W., Öcalan, T., Kahraman, M., ... & Altuntaş, C. (2023). Sub-and super-shear ruptures during the 2023 Mw 7.8 and Mw 7.6 earthquake doublet in SE Türkiye.

Okada, Y., 1985. Surface deformation due to shear and tensile faults in a half-space.Bulletin of the Seismological Society of America 75, 1135–1154.

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

Ulutas, E., Inan, A., Annunziato, A., 2012. Web-based Tsunami Early Warning System: a case study of the 2010 Kepulaunan Mentawai Earthquake and Tsunami. Natural Hazards and Earth System Sciences, 12, 1855-1871, doi:10.5194/nhess-12-1-2012.

Ulutaş, E., 2020. The May 11 Paphos, Cyprus, earthquake: implications for stress regime and tsunami modelling for the Eastern Mediterranean shorelines, Arabian Journal of Geosciences, 13:970, https://doi.org/10.1007/s12517-020-05943-1

Yalciner, A.C., Pelinovsky, E., Talipove, T., Kurkin, A., Kozelkov, A., Zaitsev, A., 2004.Tsunamis in the Black Sea: comparison of the historical, instrumental, and numerical data. Journal of Geophysical Research 109, C12023. http://dx.doi.org/ 10.1029/2003JC002113.

Yılmaz, Y., Yigitbas ¸ E., Genç, S¸ .C., 1993. Ophiolitic and metamorphic assemblages of southeast Anatolia and their significance in the geological evolution of the orogenic belt. Tectonics 12, 1280e1297

Yolsal-Çevikbilen, S., Ulutaş, E. and Taymaz, T. 2019. Source Models of the 2012 Haida Gwaii (Canada) and 2015 Illapel (Chile) Earthquakes and NumericalSimulations of Related Tsunamis, Pure and Applied Geophysics, 176, 2295-3033, https://doi.org/10.1007/s00024-018-1996-5.

Word Bank Institute (2012). Distance Learning Program in Natural Disaster Risk Management Program in Gender Aspects of Disaster Recovery and Reconstruction. WBI, Washington DC.

06 Şubat 2023 Pazarcık (Kahramanmaraş) Mw 7.7 Elbistan (Kahramanmaraş) Mw 7.6 Depremlerine İlişkin Ön Değerlendirme Raporu, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) Deprem Dairesi Başkanlığı, 9 Şubat 2023, Ankara, Türkiye

Raporun kaynak gösterimi:

Sertçelik, F., Opan, M., Ulutaş E., Irmak, T.S., Tunç, B., Akpınar, E., Meydanlı Atalay, H., Engin., S., Temiz, T., Öztürk, O., Sinir, H., Behçet, Ö.F., Çalışkur, A.B., Özberk, Ö.F. (2023). *6 ŞUBAT 2023 KAHRAMANMARAŞ (PAZARCIK Mw 7.7 ve ELBİSTAN Mw 7.6) DEPREMLERİ SAHA İNCELEME RAPORU*. Kocaeli: KÜV YAYINLARI.