


**6 Şubat 2023**  
**Pazarcık/Ekinözü(Kahramanmaraş)**  
**Depremlerine İlişkin Saha Gözlemleri**



**Prof. Dr. Uğur TEMİZ**  
**Prof. Dr. Ersin KOLAY**  
**Prof. Dr. Nursel ÖKSÜZ**  
**Doç. Dr. Yuşa ŞAHİN**  
**Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ÇİLSALAR**  
**Arş. Gör. Yunus GÜNDÜZ**  
**Arş. Gör. Behlül Furkan ÖZEL**  
**İnş. Yük. Müh. İbrahim ASLAN**

**MART-2023**

## İÇİNDEKİLER

Şekiller Listesi.....	ii
Tablo Listesi.....	iv
1. Giriş.....	1
1.1. Doğu Anadolu Fay zonu ve Depremselliği.....	2
2. Deprem Yüzey Kırıklarının Ortofoto Görüntüleri ve Gözlemlere Dayalı İncelenmesi.....	4
3. Mühendislik Jeolojisi Açısından Gözlemler.....	10
3.1. Doğrudan fay zonu üzerinde konumlandırılmış yapılar.....	10
3.2. Depreme bağlı yamaç duraysızlıkları.....	11
3.3. Zayıf zeminlerden kaynaklanan deformasyonlar.....	14
3.4. Zemin sıvılaşmasına bağlı zemin ve yapı hasarları.....	16
3.5. Alüvyal yelpaze ve alüvyon gibi tutturulmamış zeminler üzerindeki yapılarda meydana gelen deprem hasarları.....	19
4. Kuvvetli yer hareketi ivme spektrumları.....	20
5. Binalarda gözlenen hasarlar ve göçme nedenleri.....	26
6. Sonuçlar.....	31
7. Kaynaklar.....	32

## Şekiller Listesi

Şekil 1. 06 Şubat 2023 Pazarcık (Kahramanmaraş) (Mw 7,7) ve Elbistan (Kahramanmaraş) (Mw 7,6) Depremlerinin merkez üssü ve 06 Şubat-02 Mart 2023 tarihleri arasında gelişen depremlerin dağılımı. Türkiye Diri Fay Haritası (Emre Ö., vd. 2013) ve Deprem verileri AFAD-DDB alınmıştır.....	2
Şekil 2. Basitleştirilmiş Türkiye neotektonik haritası (Şengör, 1980; Bozkurt, 2001) .....	3
Şekil 3. Kayma hızları blok modellemesi ve kalan hız alanından elde edilmiştir. Üstte yer alan pozitif ve negatif değerler sırasıyla faya paralel sol ve sağ yanal kayma hızlarına karşılık gelmektedir. Alttaki parantez içindeki pozitif ve negatif değerler ise sırasıyla sıkışma ve genişleme oranları ile ilişkili normal kayma hızlarını göstermektedir (Aktuğ vd., 2016).....	3
Şekil 4. Doğu Anadolu Fay Zonunda meydana gelen tarihsel depremler (Türkiye Diri Fay Haritası (Emre Ö., vd. 2013) ve Tarihsel deprem verileri AFAD-DDB alınmıştır) .....	4
Şekil 5. Hatay havalimanı bölgesinde gözlenen deprem yüzey kırığı (Temiz, 2023).....	5
Şekil 6. a) Nurdağ batısında gözlenen deprem yüzey kırığı b) Lokasyon (37,20629 K 36,73698D) ve sol yanal atım yaklaşık 3 m c) Lokasyon (37,20762 K 36,73810D) sol yanal atım yaklaşık 2,80 m. d) Lokasyon (37,21001 K 36,74012 D) sol yanal atım yaklaşık 2,70 m. (Temiz, 2023).....	6
Şekil 7. Şekil 5b' verilen lokasyona ait görüntü. Lokasyon (37,20629 K 36,73698D) ve sol yanal atım yaklaşık 3 m olarak ölçülmüştür.....	7
Şekil 8. Adana-Şanlıurfa otoyolu üzerindeki deprem yüzey kırığı. Lokasyon (37,20079K 36,7323D) m olarak ölçülmüştür .....	7
Şekil 9. Şekeroba Köyünden geçen deprem yüzey kırığı sol yanal atım yaklaşık 2 m olarak ölçülmüştür, Lokasyon (37.25427 K, 36.77445 D) m .....	8
Şekil 10. Ekinözü güneyinde gelişen deprem yüzey kırığının ortofoto görünümü a) Lokasyon (38,0476 K 37,70740D) ve sol yanal atım yaklaşık 9 m. b) Deprem yüzey kırığının yakından görünümü (Temiz U., 2023).....	9
Şekil 11. Şekerobası'nda yaklaşık yüzey kırıklarının izlendiği yaklaşık 20 m genişlikteki fay zonunda zemin ve yapıların deformasyonu.....	10
Şekil 12. Pazaryeri-Büyüknacar'daki yüzey kırıklarının izlendiği faz zonu ve fay zonu üzerindeki yapıda gelişen hasar.....	11
Şekil 13. Fevzipaşa'da trenyoluna doğru gelişen kütle hareketi .....	12
Şekil 14. Antakya'da Asi Nehri'nin yatağındaki şevde gelişen kütle hareketi .....	13
Şekil 15. Nurdağı civarında yola düşen kaya blokları.....	14

Şekil 16. Gölbaşı'nda zayıf zemin üzerindeki çok katlı binanın temelinde meydana gelen farklı oturma.....	15
Şekil 17. Gölbaşı'nda zayıf zemin üzerindeki çok katlı binanın temelinde meydana gelen aşırı farklı oturma sonucu yapının devrilmesi.....	15
Şekil 18. Devrilen binanın yaklaşık 80 cm kalınlığındaki radye temeli .....	16
Şekil 19. Antakya'daki bir binanın temelinde sıvılaşmanın neden olduğu su ve kum çıkışı... ..	17
Şekil 20. Antakya'daki yeni bir binanın temelinde sıvılaşmanın neden olduğu su ve kum çıkışı .....	17
Şekil 21. İskenderun'da sahil kenarındaki parkta boş arazide sıvılaşma sonucu gözlenen kum konileri ve denize doğru gelişen yanal yayılma yarıkları.....	18
Şekil 22. İskenderun sahilindeki bir binanın temelinde gelişen sıvılaşmaya bağlı oturma.....	18
Şekil 23. İnceleme alanındaki çimentolanmamış zeminler (Alüvyon) üzerindeki yapılarda meydana gelen deprem hasarları (Nurdağı) .....	19
Şekil 24. İnceleme alanındaki çimentolanmamış zeminler (Alüvyon) üzerindeki yapılarda meydana gelen deprem hasarları (Maraş) .....	20
Şekil 25. Hatay ilinin Antakya ilçesinde incelenen istasyonlar .....	21
Şekil 26. Gaziantep ilinin Nurdağı ilçesinde incelenen istasyonlar .....	21
Şekil 27. Kahramanmaraş ilinin Pazarcık ilçesinde incelenen istasyonlar .....	22
Şekil 28. Zemin sınıflarını gösteren TBDY Tablo 16.1 .....	22
Şekil 29. Antakya ilçesinde ivme kayıtlarından elde edilen spektrum .....	23
Şekil 30. Türkiye Deprem Tehlike Haritası'ndan Antakya ilçesi için elde edilen farklı deprem düzeylerine ait spektrumlar .....	23
Şekil 31. Nurdağı ilçesinde ivme kayıtlarından elde edilen spektrum.....	24
Şekil 32. Türkiye Deprem Tehlike Haritası'ndan Nurdağı ilçesi için elde edilen farklı deprem düzeylerine ait spektrumlar .....	24
Şekil 33. Pazarcık ilçesinde ivme kayıtlarından elde edilen spektrum .....	25
Şekil 34. Türkiye Deprem Tehlike Haritası'ndan Pazarcık ilçesi için elde edilen farklı deprem düzeylerine ait spektrumlar .....	25
Şekil 35. İncelemelerin yapıldığı konumlar .....	26
Şekil 36. Taşıyıcı sistemi ayakta kalan fakat duvarları hasarlı binalar .....	26
Şekil 37. Deprem yüzey kırığına denk gelen bir yapı .....	27
Şekil 38. Düşey atımın gerçekleştiği bir bölgedeki yapı.....	27
Şekil 39. Etriye sıklaştırması yapılmamış bir yapı elemanı .....	28
Şekil 40. Yetersiz donatı .....	28

Şekil 41. Paslanmış donatı .....	29
Şekil 42. İmalat aşamasında işçilik hatası kaynaklı bağlanmamış donatıların kümelenmesi ..	29
Şekil 43. Nervürsüz/düz donatı kullanımı .....	30
Şekil 44. Ara kat göçmesi .....	30

## **Tablo Listesi**

Tablo 1. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), Deprem Dairesi Başkanlığı (DDB) verilerine göre ana depremlere ait bilgiler. ....	1
---	---

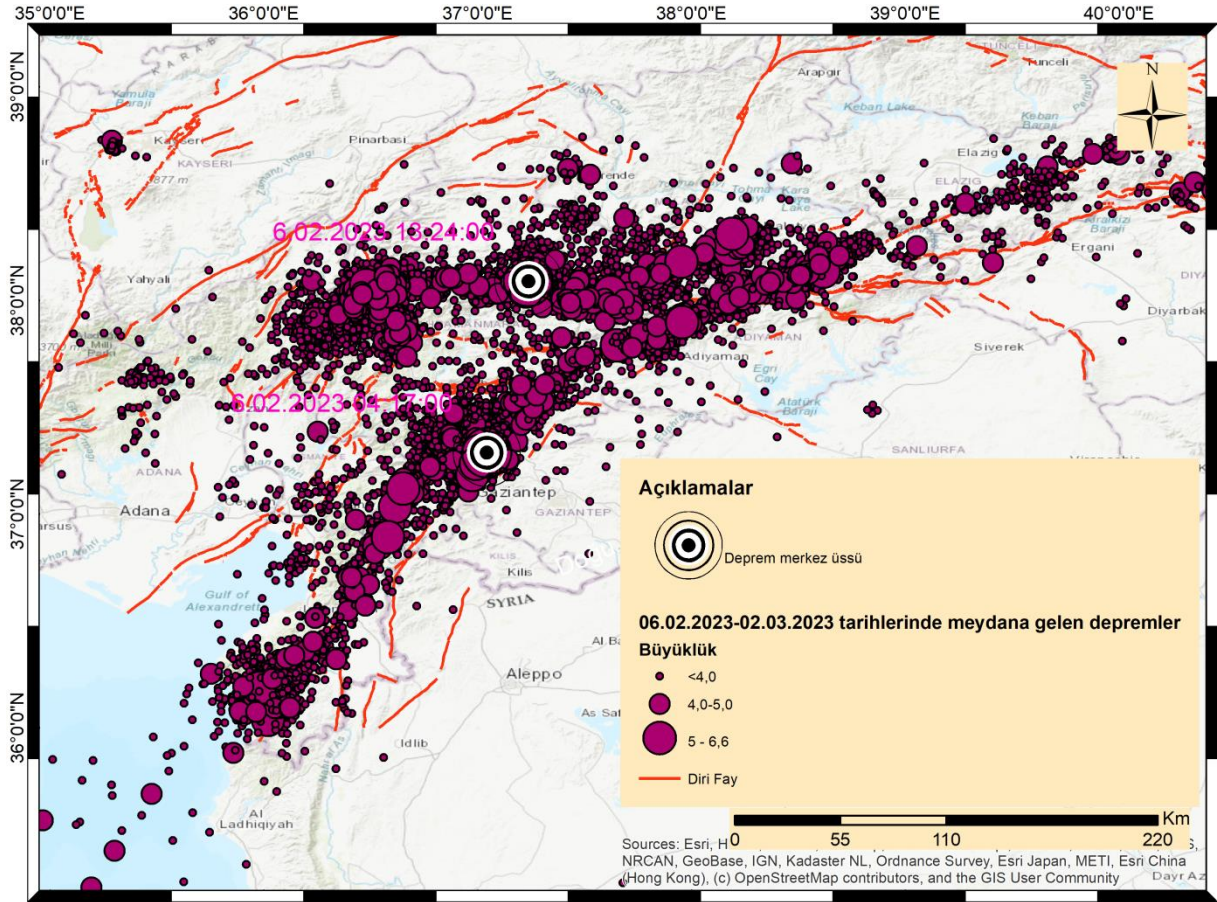
## 1. Giriş

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), Deprem Dairesi Başkanlığı (DDB) verilerine göre, 06 Şubat 2023 tarihinde Pazarcık (Kahramanmaraş) ilçesinde yerel saat ile 04.17'de büyüklüğü (Mw) 7,7 olan bir deprem meydana gelmiştir. Bu depremden yaklaşık 9 saat sonra aynı gün içerisinde saat 13.24'te ise Elbistan (Kahramanmaraş) ilçesinde büyüklüğü (Mw) 7,6 olan bir deprem daha meydana gelmiştir (Tablo1). 06-19 Şubat 2023 tarihleri arasında 34.4272D-42.9611D/33.8664K-38.7644K ile sınırlanan alan içerisinde AFAD-DDB verilerine göre büyüklüğü Mw 5.0-6.6 arasında gerçekleşen artçı deprem olarak tanımlanabilen 45 adet deprem meydana gelmiştir. Ana depremlerden sonra gerçekleşen artçı ve tetiklenmiş deprem sayısı sınırlanan alan içerisinde büyüklüğü (M) 0.9-6.6 arasında değişen ve devam eden yaklaşık 12000 adet olarak saptanmıştır (Şekil 1). Depremden etkilenen iller Adana, Adıyaman, Diyarbakır, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Kilis, Malatya, Osmaniye, Şanlıurfa ve Elazığ'dır.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca depremden etkilenen bölgelerde yürütülen hasar tespit çalışmaları kapsamında şu ana kadar 830 bin 783 binadaki 3 milyon 273 bin 605 bağımsız birimde hasar tespit çalışması yapıldığı ve yürütülen çalışmalar kapsamında 105 bin 794 binadaki 384 bin 545 bağımsız birimin acil yıkılması gereken, ağır hasarlı ve yıkık olduğu tespit edildiği rapor edilmiştir. Bu rapora göre 24 bin 464 binadaki 133 bin 575 bağımsız birimin orta hasarlı, 205 bin 86 binadaki 1 milyon 91 bin 720 bağımsız birimin az hasarlı, 407 bin 786 binadaki 1 milyon 409 bin 654 bağımsız hasarsız olduğu belirtilmiştir. 87 bin 653 binadaki 254 bin 111 bağımsız birime ise girilemediği için tespit yapılamadığı ve Adana, Adıyaman, Diyarbakır, Elazığ, Gaziantep, Kahramanmaraş, Malatya, Hatay, Kilis, Osmaniye ve Şanlıurfa'da toplamda 20 bin 662 binadaki 71 bin 52 bağımsız bölümün yıkıldığının tespit edildiği rapor edilmiştir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı web sayfası).

**Tablo 1.** Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), Deprem Dairesi Başkanlığı (DDB) verilerine göre ana depremlere ait bilgiler.

Tarih	Boylam	Enlem	Derinlik	Tipi	Büyükük	Yeri
2023-02-06 13:24:47	37,239	38,089	7	MW	7,6	Elbistan (Kahramanmaraş)
2023-02-06 04:17:32	37,043	37,288	8,6	MW	7,7	Pazarcık (Kahramanmaraş)

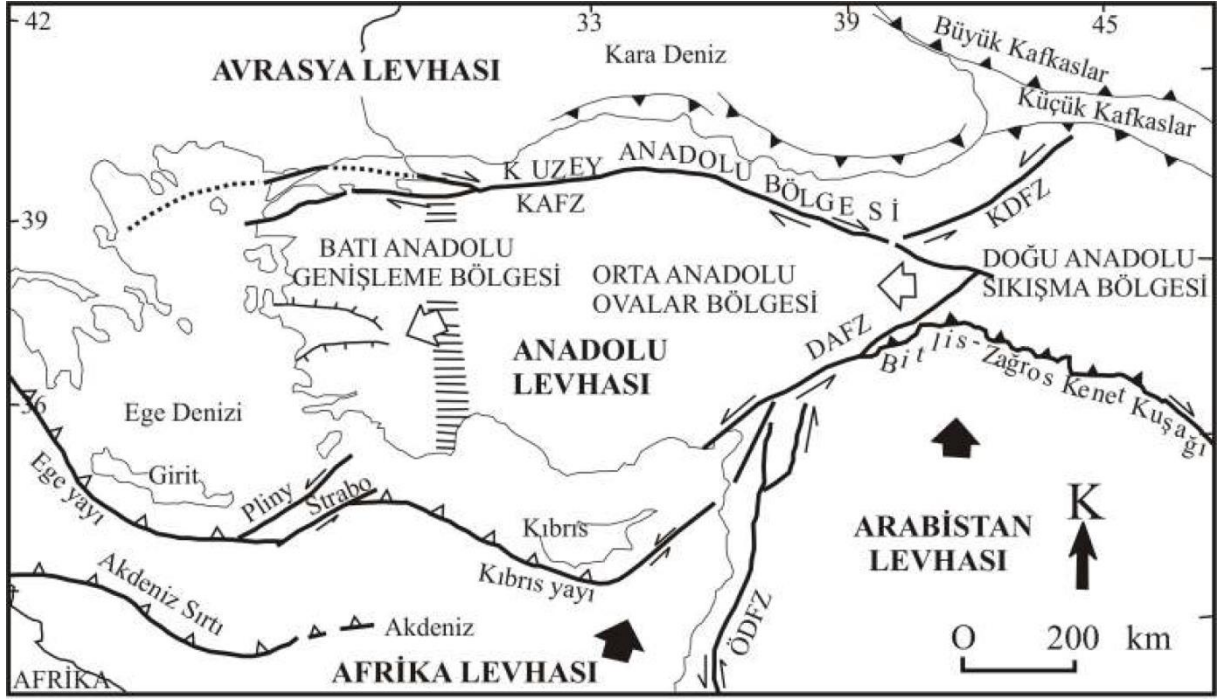


**Şekil 1.** 06 Şubat 2023 Pazarcık (Kahramanmaraş) (Mw 7,7) ve Elbistan (Kahramanmaraş) (Mw 7,6) Depremlerinin merkez üssü ve 06 Şubat-02 Mart 2023 tarihleri arasında gelişen depremlerin dağılımı. Türkiye Diri Fay Haritası (Emre Ö., vd. 2013) ve Deprem verileri AFAD-DDB alınmıştır

### 1.1. Doğu Anadolu Fay zonu ve Depremselliği

Doğu Anadolu Fay Zonu DAFZ, 550 km uzunluğunda, yaklaşık olarak kuzeydoğu gidişli, sol yönlü doğrultu atımlı bir fay zonudur (Şekil 2), genel doğrultuya paralel, subparalel veya oblik olarak düzenlenmiş bir dizi faydan oluşur. Fay zonu, Anadolu ve Avrasya levhaları ile Arap ve Afrika levhaları arasındaki sınırların parçalarını oluşturan bir transform faydır. KAFZ'ye eşlenik bir yapı olarak kabul edilir (Bozkurt 2001). DAFZ, kuzeydoğuda Karlıova'dan güneybatıda Kahramanmaraş bölgesine kadar uzanır ve burada sırasıyla KAFZ ve DSFZ ile buluşur ve üçlü kavşaklar oluşturur (Şekil 2) (Bozkurt 2001). DAFZ, transform fayları gibi davranan, levha hareketine paralel yönlenmiş bazı saf doğrultu atımlı faylardan ve faylanmanın levha hareketine eğik olduğu diğer segmentlerden oluşur. DAFZ'nin tek bir fay olarak hareket etmediği, bunun yerine her biri farklı miktarda kaymaya sahip birkaç ayrı segmentlerden oluştuğu belirtilmektedir (Bozkurt, 2001)

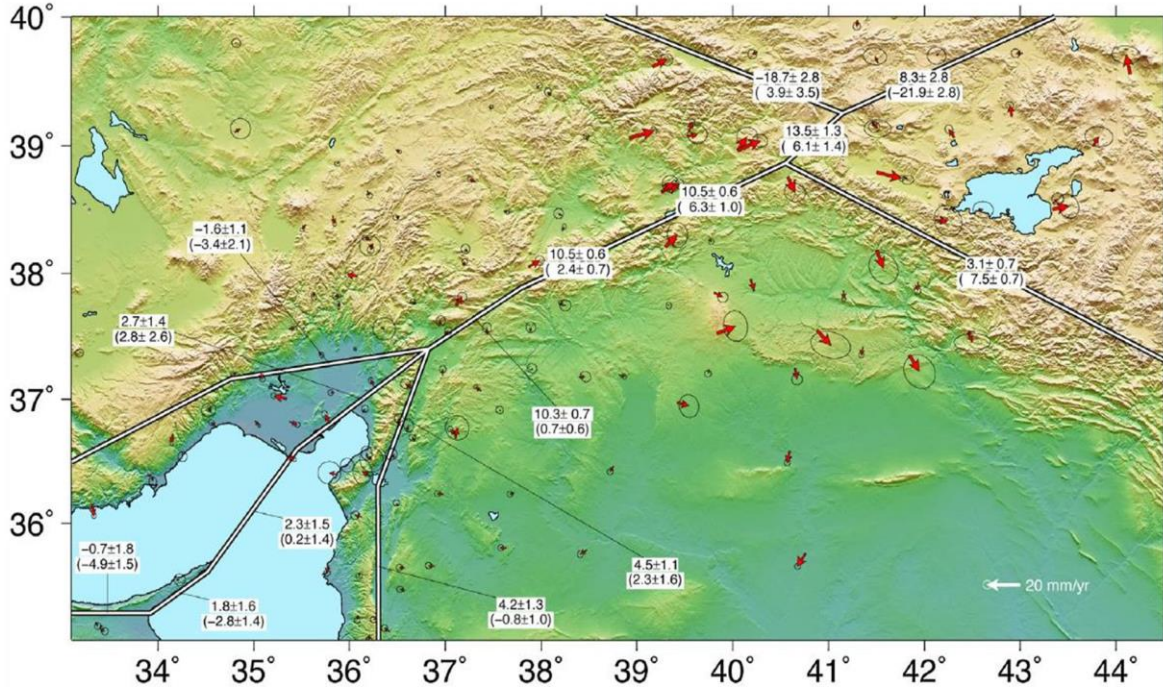




KAFZ: Kuzey Anadolu Fay Zonu  
 DAFZ: Doğu Anadolu Fay Zonu  
 ÖDFZ: Ölü Deniz Fay Zonu  
 KDFZ: Kuzey Doğu Anadolu Fay Zonu

Şekil 2. Basitleştirilmiş Türkiye neotektonik haritası (Şengör, 1980; Bozkurt, 2001)

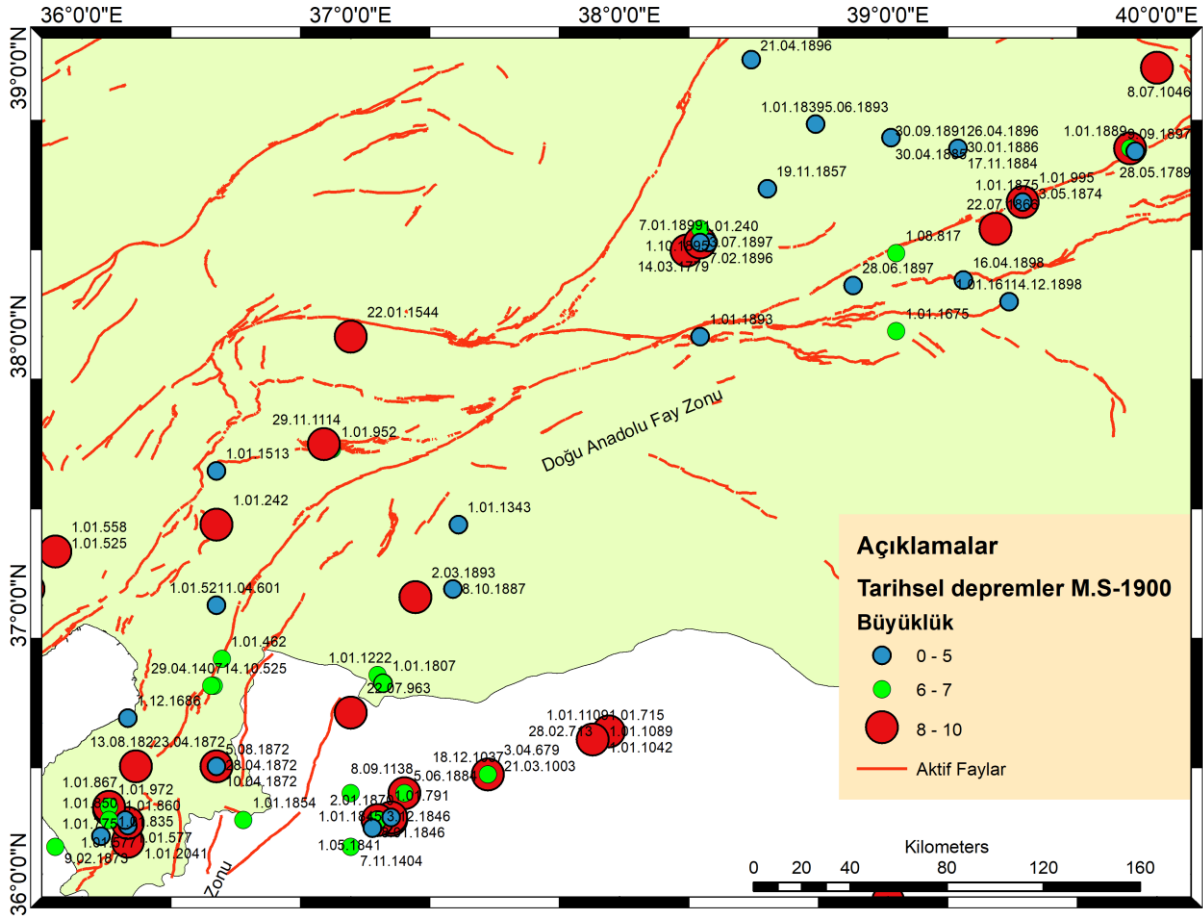
Aktuğ vd., 2016 tarafından yapılan DAFZ kayma hızlarının GPS verileri ile belirlenmesine yönelik çalışmada DAFZ üzerindeki kayma hızlarının sabit olmadığı ve kuzeyden güneye doğru azaldığı ve DAFZ üzerindeki doğrultu atımlı kayma hızı Karlıova civarında  $13.1 \pm 1.6$  mm/yıl iken en güneyde  $4.1 \pm 1.2$  mm/yıl'a yıl olarak hesaplamışlardır.



Şekil 3. Kayma hızları blok modellemesi ve kalan hız alanından elde edilmiştir. Üstte yer alan pozitif ve negatif değerler sırasıyla faya paralel sol ve sağ yanal kayma hızlarına karşılık gelmektedir. Altta parantez içindeki pozitif ve negatif değerler ise sırasıyla sıkışma ve genişleme oranları ile ilişkili normal kayma hızlarını göstermektedir (Aktuğ vd., 2016)



Doğu Anadolu fay zonunda tarihsel dönemde de depremler meydana gelmiştir. Bu tarihsel dönemlerde deprem yüzey kırığı oluşturmuş ve lokasyonları bilinen depremler Şekil 4. verilmiştir.



Şekil 4. Doğu Anadolu Fay Zonunda meydana gelen tarihsel depremler (Türkiye Diri Fay Haritası (Emre Ö., vd. 2013) ve Tarihsel deprem verileri AFAD-DDB alınmıştır)

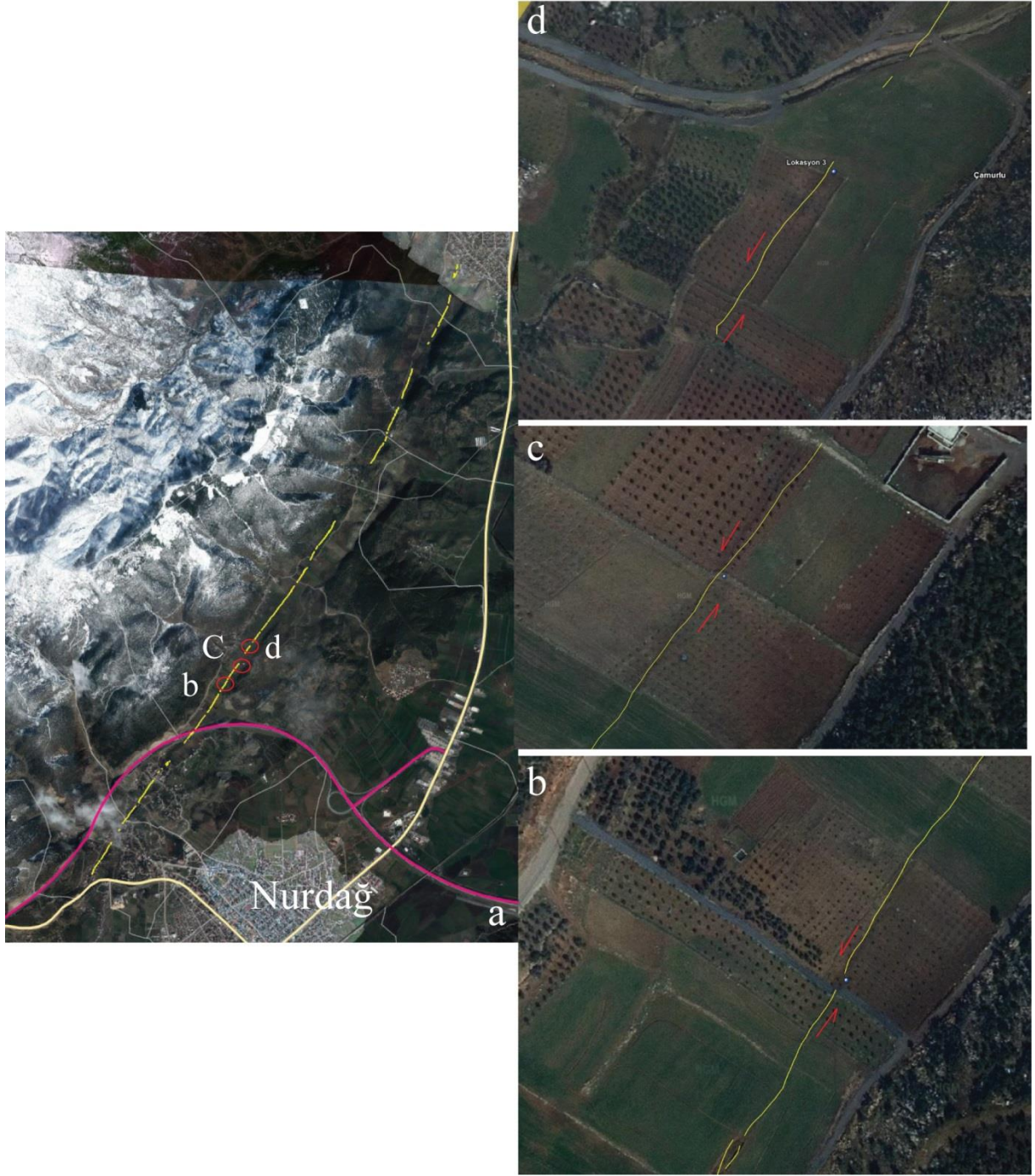
## 2. Deprem Yüzey Kırıklarının Ortofoto Görüntüleri ve Gözlemlere Dayalı İncelenmesi

6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Mw 7,7 Pazarcık (Kahramanmaraş) ve Mw 7,6 Ekinözü (Kahramanmaraş) depremlerine ait yüzey kırıkları Harita Genel Müdürlüğü tarafından yayımlanan ortofolar üzerinde HGM küre programı kullanılarak haritalanmaya çalışılmıştır (Temiz, 2023). Ayrıca 15-16 Şubat tarihlerinde deprem bölgesine düzenlenen teknik gezi kapsamında imkânlar ölçüsünde ortofoto görüntülerinde gözlenen lokasyonlara da gidilmeye çalışılmıştır. Mw 7,7 Pazarcık (Kahramanmaraş) depremine bağlı olarak güneyde Hatay Havalimanı bölgesinde ve kuzeyde Nurdağ (Gaziantep) bölgesinde gözlenen deprem yüzey kırıkları ortofoto görüntülerinin haritalanmaya çalışılmıştır. Hatay Havaalanı bölgesinde gözlenen ve yaklaşık KD uzanımlı 3,5 km ve devamında 1,5 km olarak izlenen deprem yüzey kırığı haritalanmıştır (Şekil 5). Kuzeyde Nurdağ (Gaziantep) ilçesinin hemen

batısına gözlenen KD uzanımlı yaklaşık 9 km uzunluğunda izlenebilen deprem yüzey kırığı haritalanmaya çalışılmıştır. Bu doğrultu üzerinde 3 lokasyonda ölçülebilen sol yanal ötelenmeler 3 m, 2.80 m ve 2.70 m olarak ölçülmüştür (Şekil 6). Teknik gezi kapsamında gözlemlenebilen ve Şekil 6b. Lokasyon (37,20629 K 36,73698D) atım arazide tespit edilmiştir. Bu deprem yüzey kırığındaki sol yanal atım 3 m olarak ölçülmüştür (Şekil 7). Atım gözlemlendiği yüzey kırığının güney kesiminin Adana-Şanlıurfa otoyolu kestiği bölgede görülmüştür (Şekil 8). Şekeroba Köyünde (Gaziantep) meydana gelen deprem yüzey kırığı sonucu evler yıkıma uğramıştır. Burada yapılan ölçümde sol yanal yerdeğiştirme yaklaşık 2 m. olarak ölçülmüştür (Şekil 9). Benzer şekilde Mw 7,6 Ekinözü (Kahramanmaraş) depremine ait deprem yüzey kırığının ortofoto kapsama alanında yaklaşık BKB uzanımlı bir hat üzerinde takip edilebilen 6,2 ve 2,5 km'lik deprem yüzey kırığı da haritalanmaya çalışılmıştır. Bu doğrultu üzerinde 1 lokasyonda ölçülebilen sol yanal ötelenme yaklaşık 9 m olarak ölçülmüştür (Şekil 10).



Şekil 5. Hatay havalimanı bölgesinde gözlenen deprem yüzey kırığı (Temiz, 2023)



**Şekil 6. a)** Nurdag batısında gözlenen deprem yüzey kırığı **b)** Lokasyon (37,20629 K 36,73698D) ve sol yanal atım yaklaşık 3 m **c)** Lokasyon (37,20762 K 36,73810D) sol yanal atım yaklaşık 2,80 m. **d)** Lokasyon (37,21001 K 36,74012 D) sol yanal atım yaklaşık 2,70 m. (Temiz, 2023)



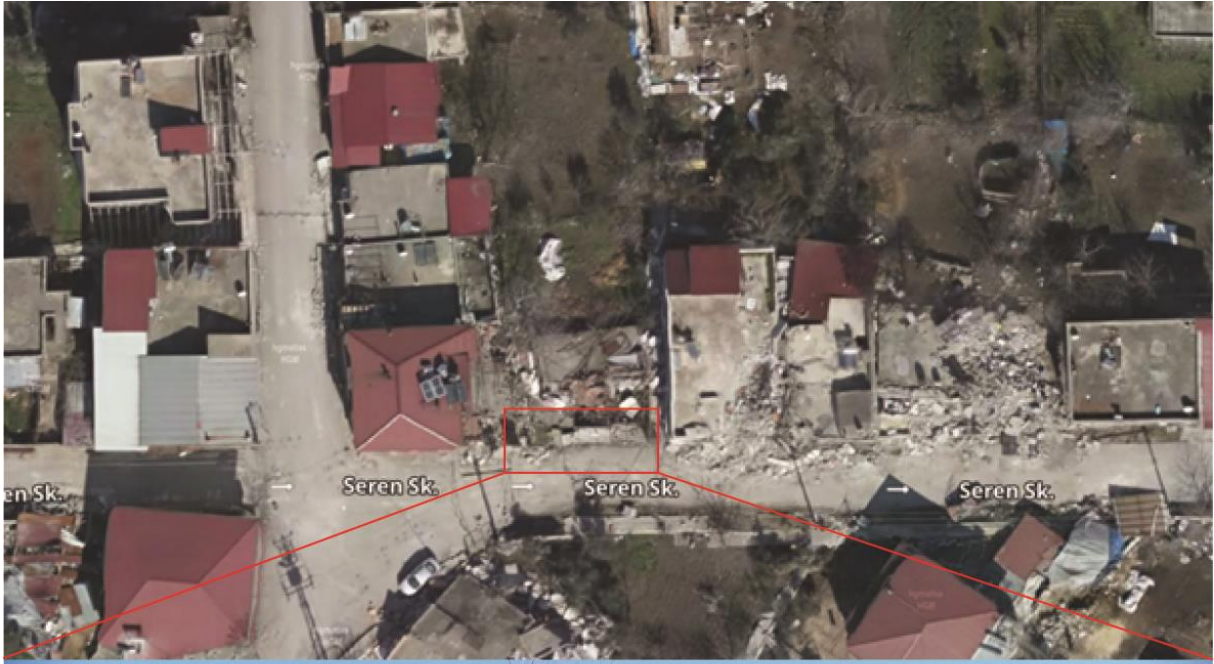


**Şekil 7.** Şekil 5b' verilen lokasyona ait görüntü. Lokasyon (37,20629 K 36,73698D) ve sol yanıl atım yaklaşık 3 m olarak ölçülmüştür



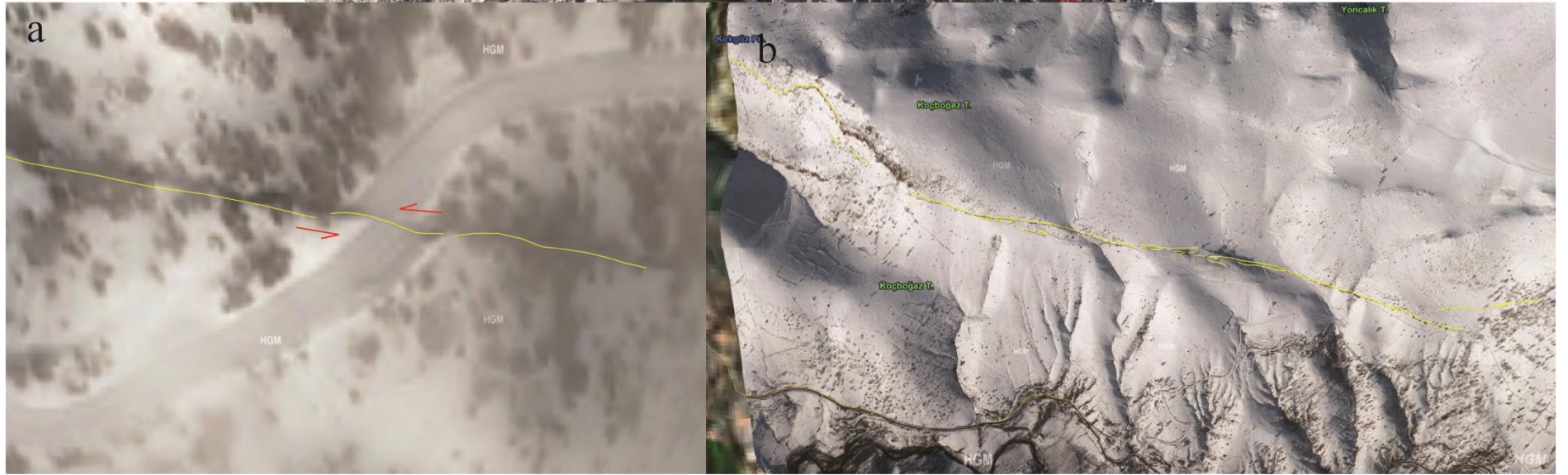
**Şekil 8.** Adana-Şanlıurfa otoyolu üzerindeki deprem yüzey kırığı. Lokasyon (37,20079K 36,7323D) m olarak ölçülmüştür





**Şekil 9.** Şekeroba Köyünden geçen deprem yüzey kırığı sol yanal atım yaklaşık 2 m olarak ölçülmüştür, Lokasyon (37.25427 K, 36.77445 D) m





**Şekil 10.** Ekinözü güneyinde gelişen deprem yüzey kırığının ortofoto görünümü **a)** Lokasyon (38,0476 K 37,70740D) ve sol yanal atım yaklaşık 9 m. **b)** Deprem yüzey kırığının yakından görünümü (Temiz U., 2023)

### 3. Mühendislik Jeolojisi Açısından Gözlemler

6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen depremlerden sonra, deprem bölgesinde hasarın en çok olduğu bölgeleri kapsayan bir teknik inceleme gezisi planlanmıştır. İncelemeler sonucunda izlenen zemin, zemin-yapı deformasyonları aşağıda verilmiştir.

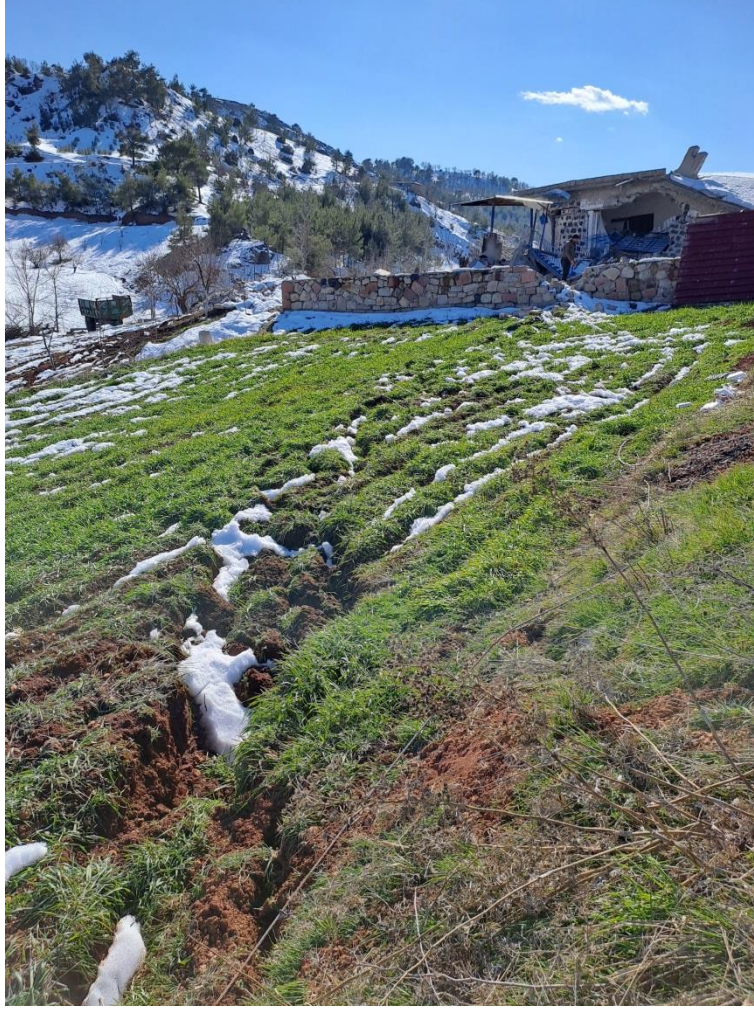
#### 3.1. Doğrudan fay zonunun üzerinde konumlandırılmış yapılar

Yüzey kırığının gözlemlendiği fay zonlarının genişliği birkaç metreden birkaç on metreye kadar gelişebilmektedir. Fay kırığının olduğu bölgelerde zemin yüzeyinde ötelenmeler, çökmeler, kabarmalar ve yarılmalar izlenmektedir (Şekil 11-12). İnceleme alanında izlenen fay zonları üzerinde yer alan yapılarda ağır hasarlar gelişmiştir (Şekil 11-12).



**Şekil 11.** Şekerobası'nda yaklaşık yüzey kırıklarının izlendiği yaklaşık 20 m genişlikteki fay zonunda zemin ve yapıların deformasyonu





**Şekil 12.** Pazaryeri-Büyüknacar'daki yüzey kırıklarının izlendiği fay zonu ve fay zonu üzerindeki yapıda gelişen hasar

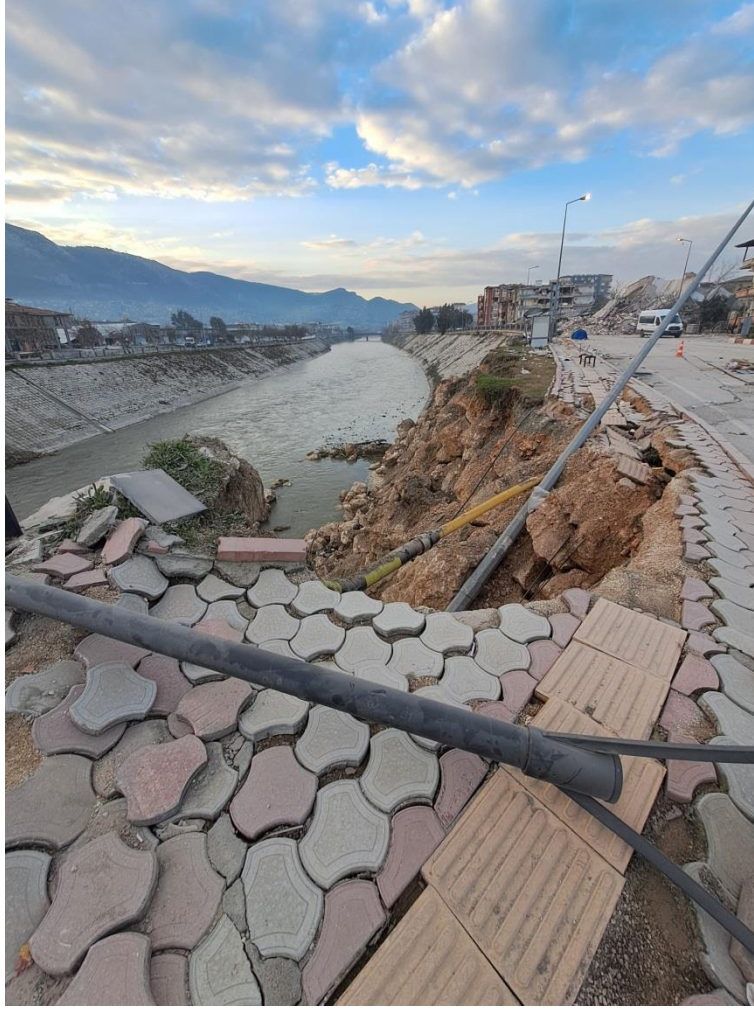
### **3.2. Depreme bağlı yamaç duraysızlıkları**

Deprem etkisiyle yamaçlarda heyelan oluşması ve kaya düşmeleri gibi kütle hareketlerinin gelişmesi olağandır. Bu tip duraysızlıklar inceleme alanında da özellikle karayolu, demiryolu ve akarsu kanalı şevlerinde izlenmiştir (Şekil 13-14-15).



**Şekil 13.** Fevzipaşa'da tren yoluna doğru gelişen kütle hareketi





Şekil 14. Antakya'da Asi Nehri'nin yatağındaki şevde gelişen kütle hareketi





**Şekil 15.** Nurdağı civarında yola düşen kaya blokları

### **3.3. Zayıf zeminlerden kaynaklanan deformasyonlar**

Taşıma gücü açısından zayıf zeminler üzerindeki yapılarda farklı oturmalar ve devrilmelerin meydana geldiği izlenmiştir (Şekil 16-17-18). Bu yenilme davranışında net olarak izlenmemekle birlikte sıvılaşmanın da etkili olduğu söylenebilir.



Şekil 16. Gölbaşında zayıf zemin üzerindeki çok katlı binanın temelinde meydana gelen farklı oturma



Şekil 17. Gölbaşında zayıf zemin üzerindeki çok katlı binanın temelinde meydana gelen aşırı farklı oturma sonucu yapının devrilmesi





Şekil 18. Devrilen binanın yaklaşık 80 cm kalınlığındaki radye temeli

#### **3.4. Zemin sıvılaşmasına bağlı zemin ve yapı hasarları**

İnceleme alanında Antakya ve İskenderun sahilde sıvılaşma izleri görülmüştür. Özellikle İskenderun sahilde deniz kenarına yakın bölgede boş arazide ve binaların temelinde sıvılaşma yoğun olarak izlenmiştir (Şekil 19-20-21-22).



**Şekil 19.** Antakya'daki bir binanın temelinde sıvılaşmanın neden olduğu su ve kum çıkışı



**Şekil 20.** Antakya'daki yeni bir binanın temelinde sıvılaşmanın neden olduğu su ve kum çıkışı





**Şekil 21.** İskenderun'da sahil kenarındaki parkta boş arazide sıvılaşma sonucu gözlenen kum konileri ve denize doğru gelişen yanal yayılma yarıkları



**Şekil 22.** İskenderun sahildeki bir binanın temelinde gelişen sıvılaşmaya bağlı oturma



### 3.5. Alüvyal yelpaze ve alüvyon gibi tutturulmamış zeminler üzerindeki yapılarda meydana gelen deprem hasarları

Çimentolanmamış, taneli yapıdaki zeminlerin deprem ivmesini artırdığı ve zemin salınım periyodunun zeminin kalınlığına, sıklığına vb. göre değiştiği bilinmektedir. Yapıların tasarımı sırasında bu parametrelerin dikkate alınmaması durumunda zeminler üzerindeki yapılarda kaya ortama göre daha çok hasar olduğu bilinmektedir. Bu durum inceleme alanındaki özellikle ova ve düzlüklerde belirgin olarak izlenmektedir (Şekil 23-24).



Şekil 23. İnceleme alanındaki çimentolanmamış zeminler (Alüvyon) üzerindeki yapılarda meydana gelen deprem hasarları (Nurdağı)



Şekil 24. İnceleme alanındaki çimentolanmamış zeminler (Alüvyon) üzerindeki yapılarda meydana gelen deprem hasarları (Maraş)

#### 4. Kuvvetli yer hareketi ivme spektrumları

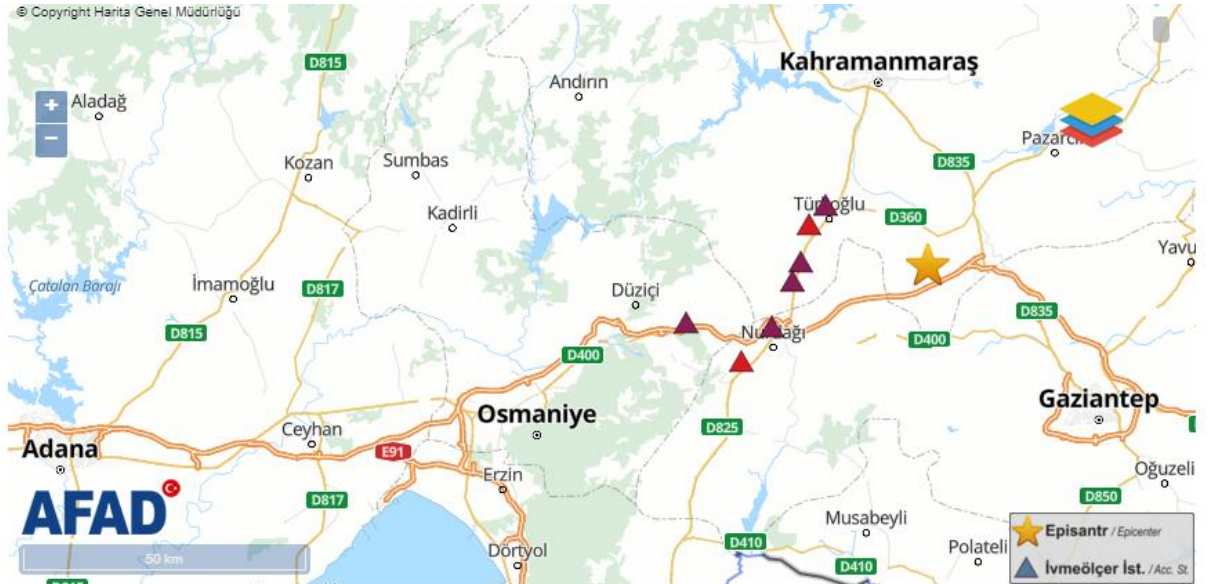
6 Şubat 2023 günü sabah saat 04:17’de meydana gelen depremin etkilemiş olduğu üç ilden farklı istasyonlardaki ivme kayıtları AFAD veri tabanından elde edilerek bu yer hareketlerine ait ivme spektrumları oluşturulmuştur (<https://tadas.afad.gov.tr/>). Hatay, Gaziantep ve Kahramanmaraş illerinde bulunan bu üç istasyonun konumları Şekil 25-27’de gösterilmektedir. Bu üç ilde bulunan Antakya, Nurdağı ve Pazarcık ilçelerindeki istasyonlarda kaydedilen yer hareketleri AFAD veri tabanındaki istasyon numaraları ve kayıt alınan zemine ait Vs değerleri ile birlikte her bir spektrumda verilmiştir. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) Tablo 16.1’de verilen zeminin üst otuz metresindeki ortalama kayma dalgası hızına göre zemin tasnifi yapılmaktadır (Şekil 28). Bu tabloda aşağıda verilmiştir. Böylece her bir istasyonda elde edilen ivme değerinin yaklaşık olarak ne tür bir zeminden alınmış olduğu tahmin edilebilir. AFAD tarafından verilen her iki yatay doğrultuda da ivme kayıtları kullanılarak %5 sönüm oranına ait geometrik ortalama spektrumlar hesaplanmıştır. TBDY’de verilen ve 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan DD1 depremi ve 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan DD2 depremine ait spektrumlar da ayrıca gösterilmiştir (Şekil 29-34).

Antakya ilinde incelenen istasyonlar konum olarak birbirine yakındır ancak diğer iki ilçe için kullanılan istasyonlar arasında belli bir mesafe mevcuttur. Her üç ilçe için de verilen TBDY spektrumları ilçe merkezi için verilmiş, her bir istasyon konumunda ayrıca gösterilmemiştir. Deprem tehlike düzeyine ek olarak TBDY’de sağlam kaya, orta sağlam kaya ve çok sıkı kuma karşılık gelen ZA, ZB ve ZC yerel zemin sınıfları için yönetmelikten elde edilen spektrumlar gösterilmiştir.

Sahada elde edilen ivme kayıtları ile TBDY tarafından Türkiye Deprem Tehlike Haritası kullanılarak verilen spektrumlar karşılaştırıldığında ivme spektral ivme değerlerinin Antakya civarında bazı periyot değerleri için aşıldığı gözlenmiştir. Ayrıca yine Antakya ilçesinde elde edilen maksimum yer ivmesi değeri diğer bir çok istasyona kıyasla daha büyük bir seviyededir. Pazarlık ve Nurdağı ilçeleri civarında elde edilen kayıtlar incelendiğinde bu iki konumda ortalama maksimum ivme değeri yer çekimi ivmesinin %30-%40'ı kadardır. Ancak Antakya'da bu değer ortalama olarak %90 civarındadır.



Şekil 25. Hatay ilinin Antakya ilçesinde incelenen istasyonlar



Şekil 26. Gaziantep ilinin Nurdağı ilçesinde incelenen istasyonlar

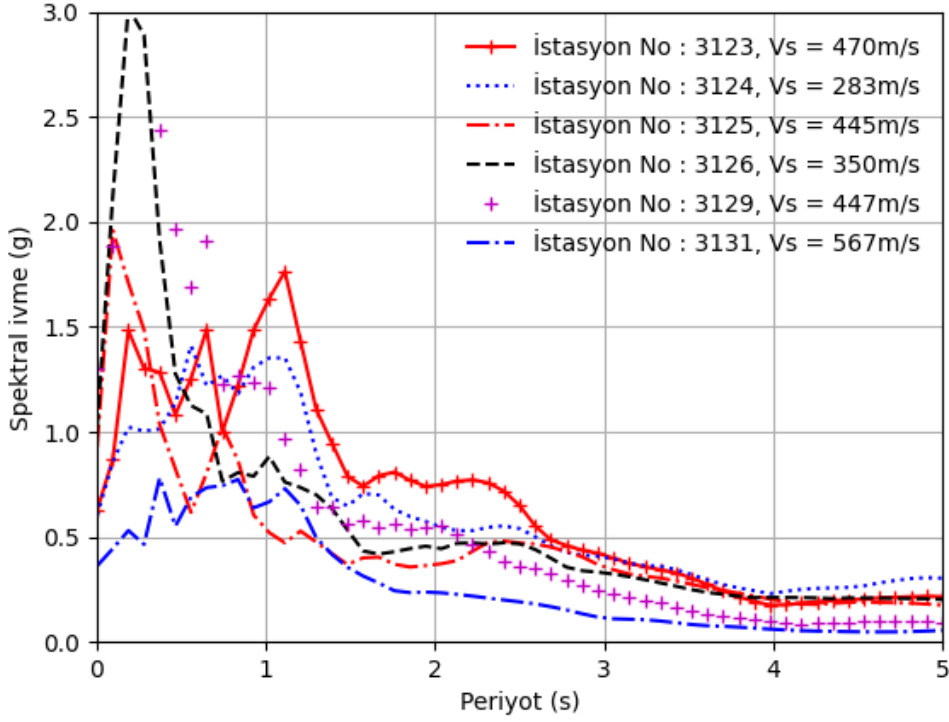




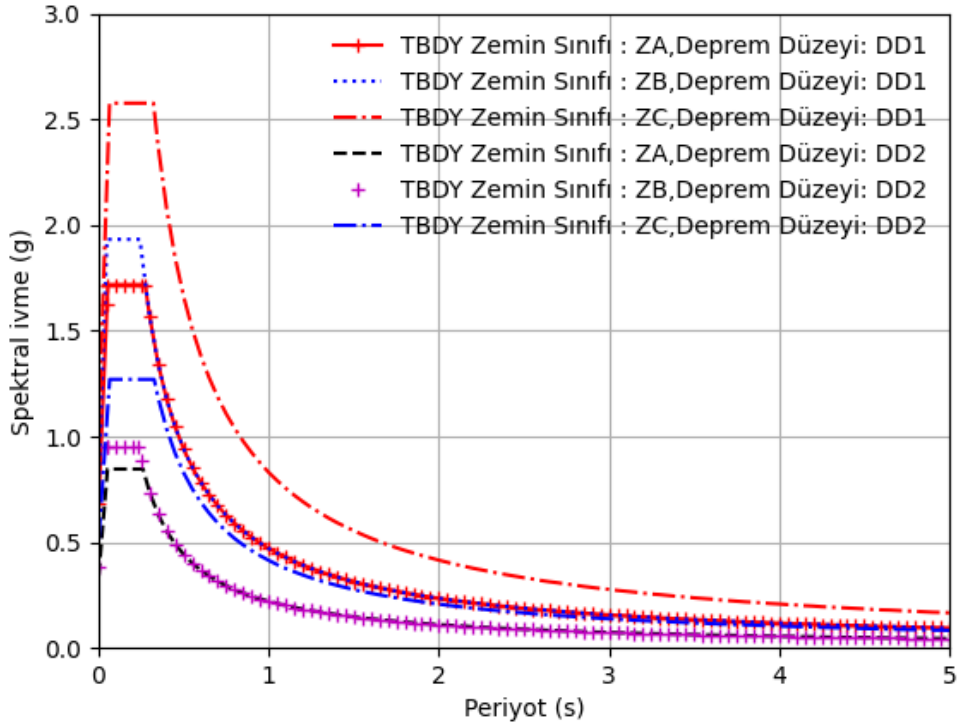
Şekil 27. Kahramanmaraş ilinin Pazarcık ilçesinde incelenen istasyonlar

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Cinsi	Üst 30 metrede ortalama		
		$(V_s)_{30}$ [m/s]	$(N_{60})_{30}$ [darbe /30 cm]	$(c_u)_{30}$ [kPa]
ZA	Sağlam, sert kayalar	> 1500	–	–
ZB	Az ayrılmış, orta sağlam kayalar	760 – 1500	–	–
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar	360 – 760	> 50	> 250
ZD	Orta sıkı – sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları	180 – 360	15 – 50	70 – 250
ZE	Gevşek kum, çakıl veya yumuşak – katı kil tabakaları veya $PI > 20$ ve $w > \% 40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası ( $c_u < 25$ kPa) içeren profiller	< 180	< 15	< 70
ZF	Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler: 1) Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sıvılaştırılabilir zeminler, yüksek derecede hassas killer, göçebilir zayıf çimentolu zeminler vb.), 2) Toplam kalınlığı 3 metreden fazla turba ve/veya organik içeriği yüksek killer, 3) Toplam kalınlığı 8 metreden fazla olan yüksek plastisiteli ( $PI > 50$ ) killer, 4) Çok kalın (> 35 m) yumuşak veya orta katı killer.			

Şekil 28. Zemin sınıflarını gösteren TBDY Tablo 16.1

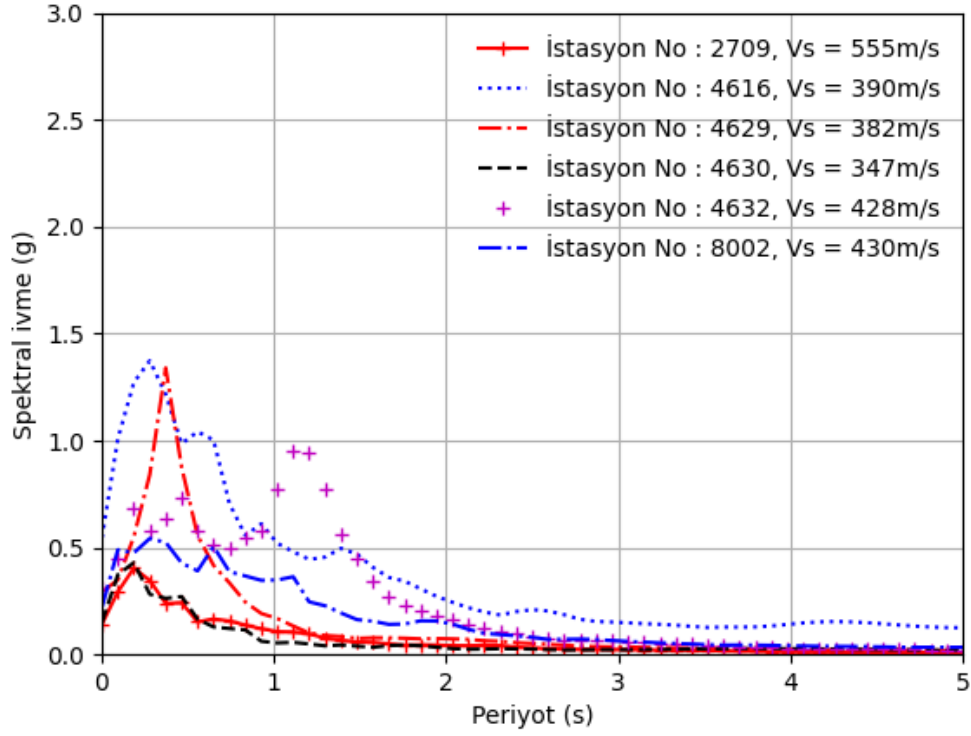


Şekil 29. Antakya ilçesindeki ivme kayıtlarından elde edilen spektrum

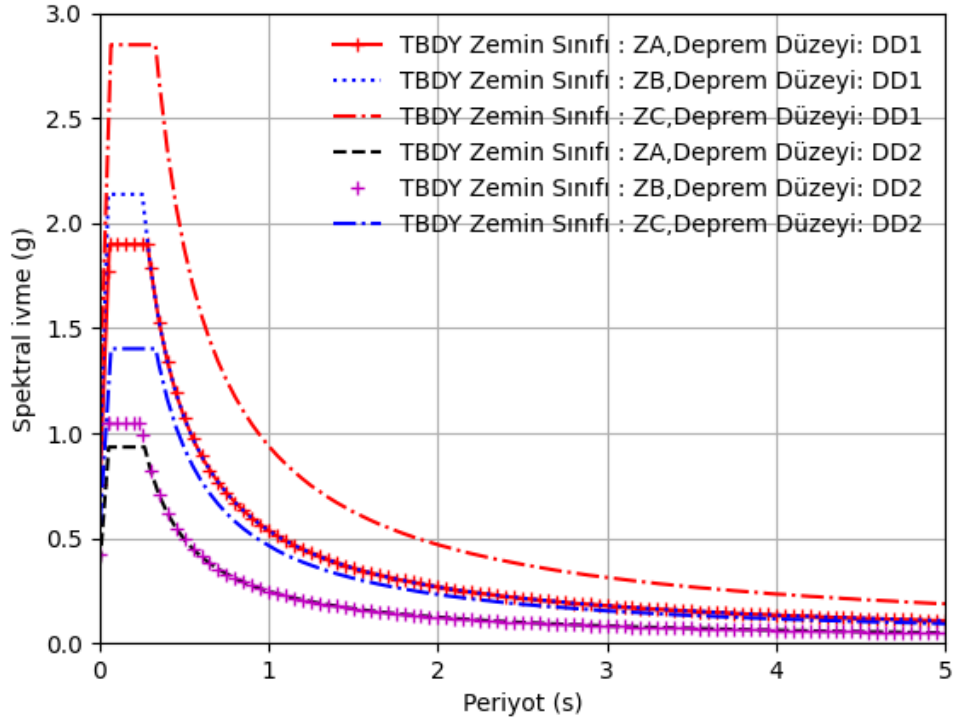


Şekil 30. Türkiye Deprem Tehlike Haritası'ndan Antakya ilçesi için elde edilen farklı deprem düzeylerine ait spektrumlar

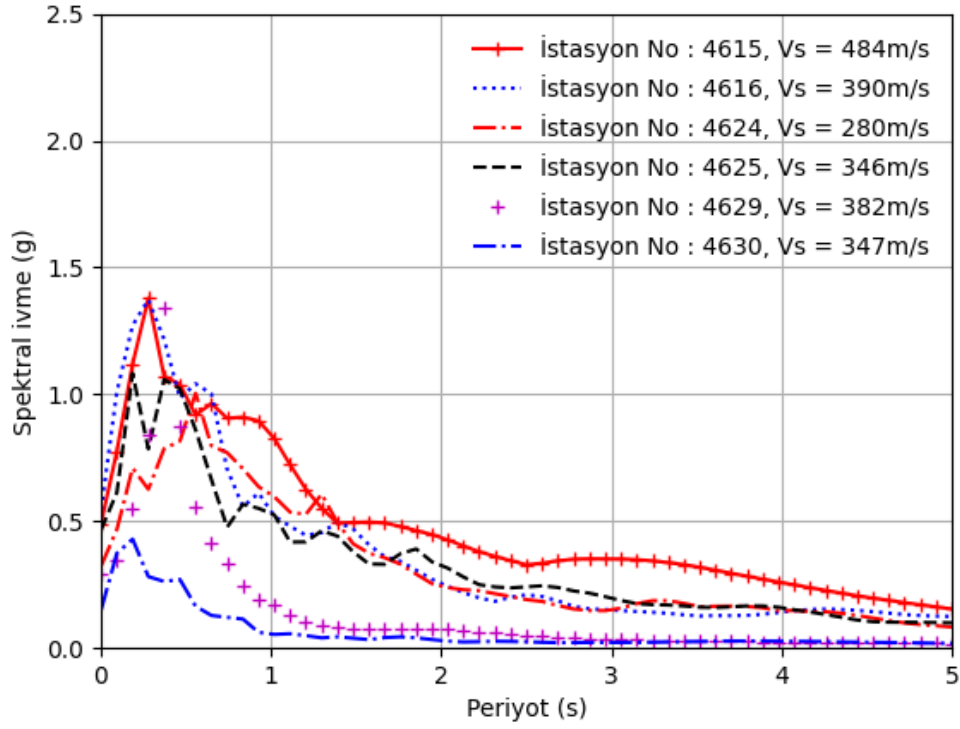




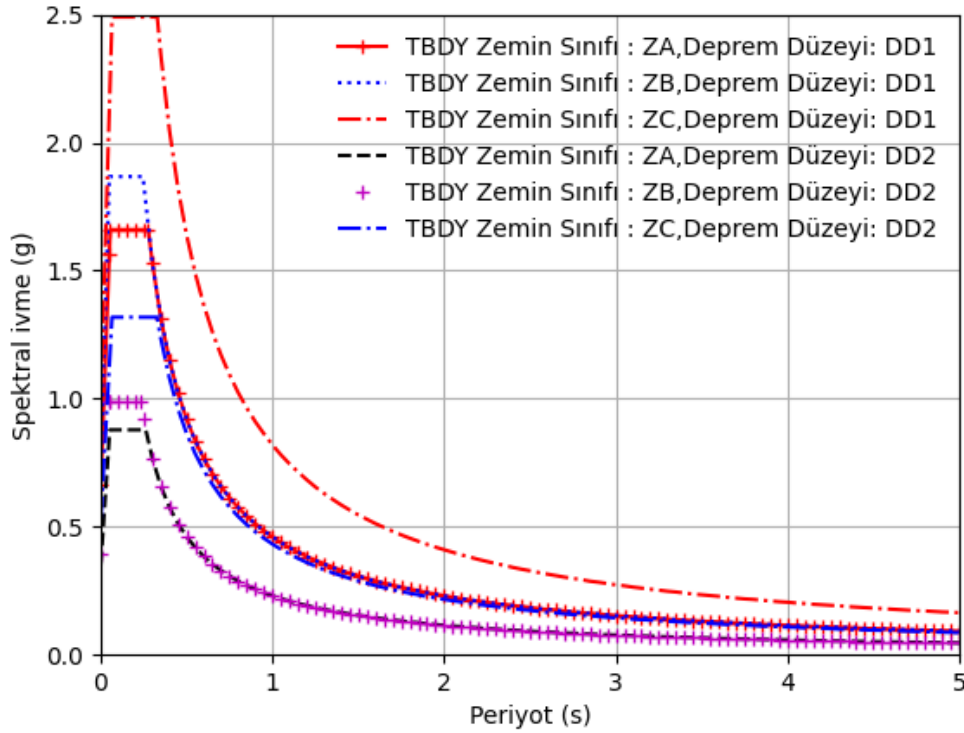
Şekil 31. Nurdağı ilçesindeki ivme kayıtlarından elde edilen spektrum



Şekil 32. Türkiye Deprem Tehlike Haritası'ndan Nurdağı ilçesi için elde edilen farklı deprem düzeylerine ait spektrumlar



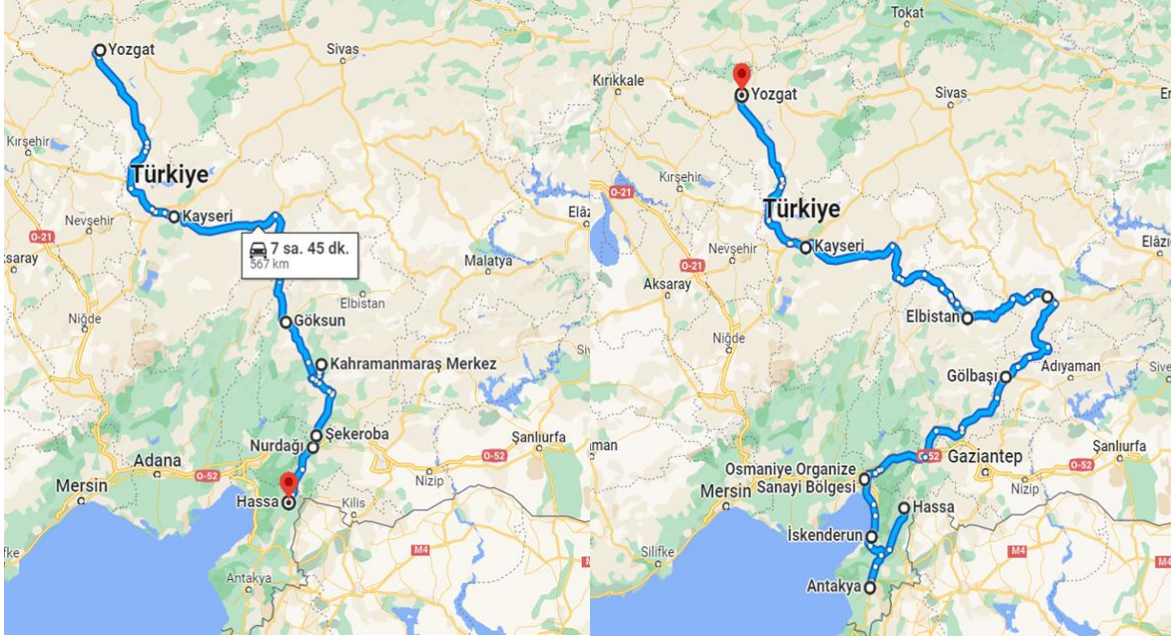
Şekil 33. Pazarcık ilçesindeki ivme kayıtlarından elde edilen spektrum



Şekil 34. Türkiye Deprem Tehlike Haritası'ndan Pazarcık ilçesi için elde edilen farklı deprem düzeylerine ait spektrumlar

## 5. Binalarda gözlenen hasarlar ve göçme nedenleri

Aşağıda sunulan incelemeler Şekil 35'te verilen haritada işaretlenen yerlerden alınan görüntüler kapsamında hazırlanmıştır.



Şekil 35. İncelemelerin yapıldığı konumlar

(a) 1. Gün güzergahı

(b) 2. Gün güzergahı

Yapılarda gözlemlenen hasarların oluşmasında genel olarak binanın yaşı, denetimli olarak inşa edilmişliği, oturduğu zemin özellikleri, kullanılan malzeme kalitesi, yapı elemanların kesitlerinin yetersizliği gibi birçok etkenin olduğu belirlenmiştir. Aşağıda sunulan görsellerde bazı nedenler ortaya konmuştur (Şekil 36-44).



Şekil 36. Taşıyıcı sistemi ayakta kalan fakat duvarları hasarlı binalar





Şekil 37. Deprem yüzey kırığına denk gelen bir yapı



Şekil 38. Düşey atımın gerçekleştiği bir bölgedeki yapı





Şekil 39. Etriye sıklaştırması yapılmamış bir yapı elemanı



Şekil 40. Yetersiz donatı





Şekil 41. Paslanmış donatı



Şekil 42. İmalat aşamasında işçilik hatası kaynaklı bağlanmamış donatıların kümelenmesi





Şekil 43. Nervürsüz/düz donatı kullanımı



Şekil 44. Ara kat göçmesi

## 6. Sonuçlar

1. Teknik gezi kapsamında imkanlar lsnde yapılan gözlem ve HGM ortofoto değerlendirmelerine göre Nurdağ kuzeyinde meydana yaklaşık K-G gidişli deprem yüzey kırıkında sol yanal atım 3.0 m, HGM ortofoto görüntülerinden ise Ekinözü ilçesi güneyinde gelişen ve D-B uzanımlı deprem yüzey kırıkında yaklaşık 9 m sol yanal atım ölçülmüştür.
2. Deprem bölgesinde yüzey kırıklarına yakın bölgelerde deprem etkisinin ve hasarların daha fazla olduğu görülmüştür.
3. Yerleşim alanlarının çimentolanmamış zeminden oluşan ova ve dzliklere doğru yayılım gösterdiği ve buna bağlı olarak depremden etkilenmenin de fazla olduğu gözlenmiştir.
4. Bazı istasyonlarda yatay ivme spektrumları 3g değerine kadar ulaşmaktadır.
5. TBDY’de verilen spektrumlar ile sahada gözlenen spektrumlar karşılaştırıldığında belli periyotlar için öngörülen ivme değerleri aşılmıştır.
6. Yıkılan yapıların birçoğunun 2000 yılı öncesi inşa edilmiş olduğu veya kk yerleşimlerde tamamen kontrolsüz inşa edildiği gözlenmiştir. Bununla beraber 2000 yılı sonrası inşa edilen, nispeten kontrollü ve hazır betonun kullanıldığı yapıların özellikle Nurdağı gibi yerleşimlerde büyük hasarlara uğramasına rağmen gçmediği gözlenmiştir.
7. Yapılarda yıkılma nedenleri olarak, kullanılan malzemenin yetersizliği ve kalitesizliği, oturduğu zeminin taşıma gücünün yetersizliği ve sıvılaşması, yapı elemanı kesitlerinin yetersizliği ve kolon-kiriş birleşim bölgelerinde etriye sıkılaştırması yapılmaması, korozyona uğramış ve nervürsüz/düz donatı kullanımı, ve özellikle binaların alt katlarında ticarethane olarak kullan kısımlarda yapısal düzensizlikler ön plana çıkmaktadır.

## 7. Kaynaklar

AFAD-DDB, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Deprem Dairesi Başkanlığı;  
<https://deprem.afad.gov.tr/>

Aktuğ, B., Özener, H., Doğru, A., Sabuncu, A., Turgut, B., Halicioğlu, K., Yılmaz, O. And Havazlı, E., 2016. Slip rates and seismic potential on the East Anatolian Fault System using an improved GPS velocity field. *Journal of Geodynamics*, 94–95, 1–12.

Bozkurt, E., 2001. Neotectonics of Turkey – a synthesis, *Geodinamica Acta*, V. 14, 1–3, 3-30.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı web sayfası, 2023. <https://www.csb.gov.tr/deprem-bolgelerinde-830-bin-783-binadaki-3-milyon-273-bin-605-bagimsiz-birimde-hasar-tespit-calismasi-yapildi-bakanlik-faaliyetleri-38439>.

Emre, Ö., Duman, T.Y., Özalp, S., Elmacı, H., Olgun, Ş. ve Şaroğlu, F., 2013, Açıklamalı Türkiye Diri Fay Haritası. Ölçek 1:1.250.000, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Özel Yayın Serisi-30, Ankara-Türkiye. ISBN: 978-605-5310-56-1.

Şengör, A.M.C., 1980, Türkiye'nin neotektoniğinin esasları, Türkiye jeoloji Kurumu, Konferans serisi:2

Temiz, U. 2023. 6 Şubat 2023 Mw 7.7 Pazarcık (Kahramanmaraş) ve Mw 7.6 Ekinözü (Kahramanmaraş) Depremlerine Bağlı Olarak Gelişen Yüzey Kırıklarının Ortofoto Görüntüleri Kullanılarak İncelenmesi: Ön Bulgular. Teknik rapor. DOI:10.5281/zenodo.7652607.

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY). (2018)  
<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/03/20180318M1-2-1.pdf>.

Türkiye Deprem Tehlike Haritası (2023) <https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml>.