

# Deprem Dirençli Kentler

**BİR YOL HARİTASI**

EDİTÖR **Naci Görür**



BİLİM AKADEMİSİ

Bu kitap  
Vehbi Koç Vakfı'nın  
desteğiyle yayımlanmıştır.



Bu kitap açık erişimde çünkü  
bilgiye herkesin ulaşabilmesini  
istiyoruz. Kitabı basılı olarak  
satın alarak benzer çalışmaların  
sürdürülmesine destek  
olabilirsiniz. Kitabı  
[dukkun.bilimakademisi.org](http://dukkun.bilimakademisi.org)  
adresinden temin edebilirsiniz.

**Bilim Akademisi Yayınları**

**Deprem Dirençli Kentler:  
Bir Yol Haritası**

Bilim Akademisi Yayınları  
Sertifika № 64282

1.Baskı, Kasım 2024  
2000 adet

**EDİTÖR**  
Naci Görür

**YAYINA HAZIRLAYAN**  
Defne Üçer Şaylan

**PROJE KOORDİNASYON VE ARAŞTIRMA**  
Elif Canseza Kaplan

**BİLGİ TASARIMI VE KİTAP TASARIMI**  
Deniz Cem Önduygu

ISBN: 978-605-73305-3-6

**BASKI**  
A4 Ofset  
Sertifika № 44739  
Otosanayi Sitesi, Yeşilce Mah.  
Donanma Sok. № 16  
Seyrantepe, Kağıthane, İstanbul  
T: 0212 281 64 48

**Bilim Akademisi**  
Hasfırın Caddesi, Sinan Paşa İş Hanı  
4. Kat, № 1, Beşiktaş 34353 İstanbul  
T: 0212 227 07 99  
info@bilimakademisi.org

Twitter @BilimAkademisi, @sarkac\_org  
Instagram @sarkac\_org  
Facebook @bilim.akademisi.turkiye  
Youtube @BilimAkademisi

Bu yayının metni (görseller hariç)  
CC-BY-NC-SA 4.0 lisanslıdır, yani  
aşağıdaki şartlar altında sahibinden  
izin almadan kullanılabilir.

CC-BY-NC-SA lisansı açık olarak  
belirtilmemiş görseller telif hakkı  
sahiplerinin önceden izni olmadan  
kullanılamaz veya çoğaltılamaz.  
CC-BY-NC-SA lisansı açık olarak  
belirtilmiş görseller aşağıdaki şartlar  
altında kullanılabilir.

**Atıf:** Lisans sahibine ve bu kitaba açık  
olarak kredi verilmelidir. Herhangi bir  
değişiklik yapıldıysa bu belirtilmelidir.  
Bunları uygun bir şekilde yapmanız  
lisans sahibinin sizi ve kullanım  
şeklinizi onayladığını göstermez.  
**GayriTicari:** Bu materyal ticari  
amaçlarla kullanılamaz.  
**Aynı Lisansla Paylaş:** Bu materyal  
üzerinde değişiklik yapıldıysa aynı  
lisansla paylaşılmalıdır.

**ATIF ÖRNEKLERİ**

**Kitaba atıf**

Görür, N. (Ed.), (Kasım 2024) *Deprem  
Dirençli Kentler: Bir Yol Haritası*, Bilim  
Akademisi Yayınları.

**Yaziya atıf**

Sözen, S. (Kasım 2024) *Deprem  
Dirençli Kentler: Bir Yol Haritası*, Ed.  
Naci Görür, Bilim Akademisi Yayınları,  
s. 162–177.

**Görsele atıf**

Önduygu, D.C. (Kasım 2024)  
1990–2024 Depremler, *Deprem  
Dirençli Kentler: Bir Yol Haritası*, Ed.  
Naci Görür, Bilim Akademisi Yayınları.  
s. 34–35.

# Deprem Dirençli Kentler

## BİR YOL HARİTASI

9 ÖNSÖZ

11 SUNUŞ

BÖLÜM I – DEPREM GERÇEĞİ VE DİRENÇLİ KENTLER

14 **Türkiye'nin Depremselliği**

NACİ GÖRÜR

36 **Deprem Dirençli Kentler İçin Bir Yol Haritası**

NACİ GÖRÜR

BÖLÜM II – ÖN HAZIRLIK VE KENT BİLEŞENLERİNİN GÜÇLENDİRİLMESİ

46 **Hukuk Gözünden Afetlere Hazırlık ve Afetlerin Önlenmesi**

ELVİN EVRİM DALKILIÇ, ZÜLFİYE YILMAZ

70 **Sismik Mikrobölgeleme: Deprem Riskini Azaltmanın İlk Aşaması**

ATILLA ANSAL

78 **Deprem Fonu ve Depreme Dirençli Ekonomi**

EROL TAYMAZ, EBRU VOYVODA, ERİNÇ YELDAN, KAMİL YILMAZ

88 **Deprem Dirençli Halk: Kurumlar ve Halk Birlikte Neler Yapabilir?**

NURAY KARANCI, CANAY DOĞULU, GÖZDE İKİZER

98 **Deprem Dirençli Altyapı**

SELÇUK TOPRAK

112 **Deprem Dirençli Yapı Stoku**

FATİH SÜTCÜ

134 **Deprem Dirençli Binanın Ne Olduğunu Anlamak**

İDRİS BEDİRHANOĞLU

162 **Çevresel Altyapı ve Atık Yönetiminde Dirençlilik**

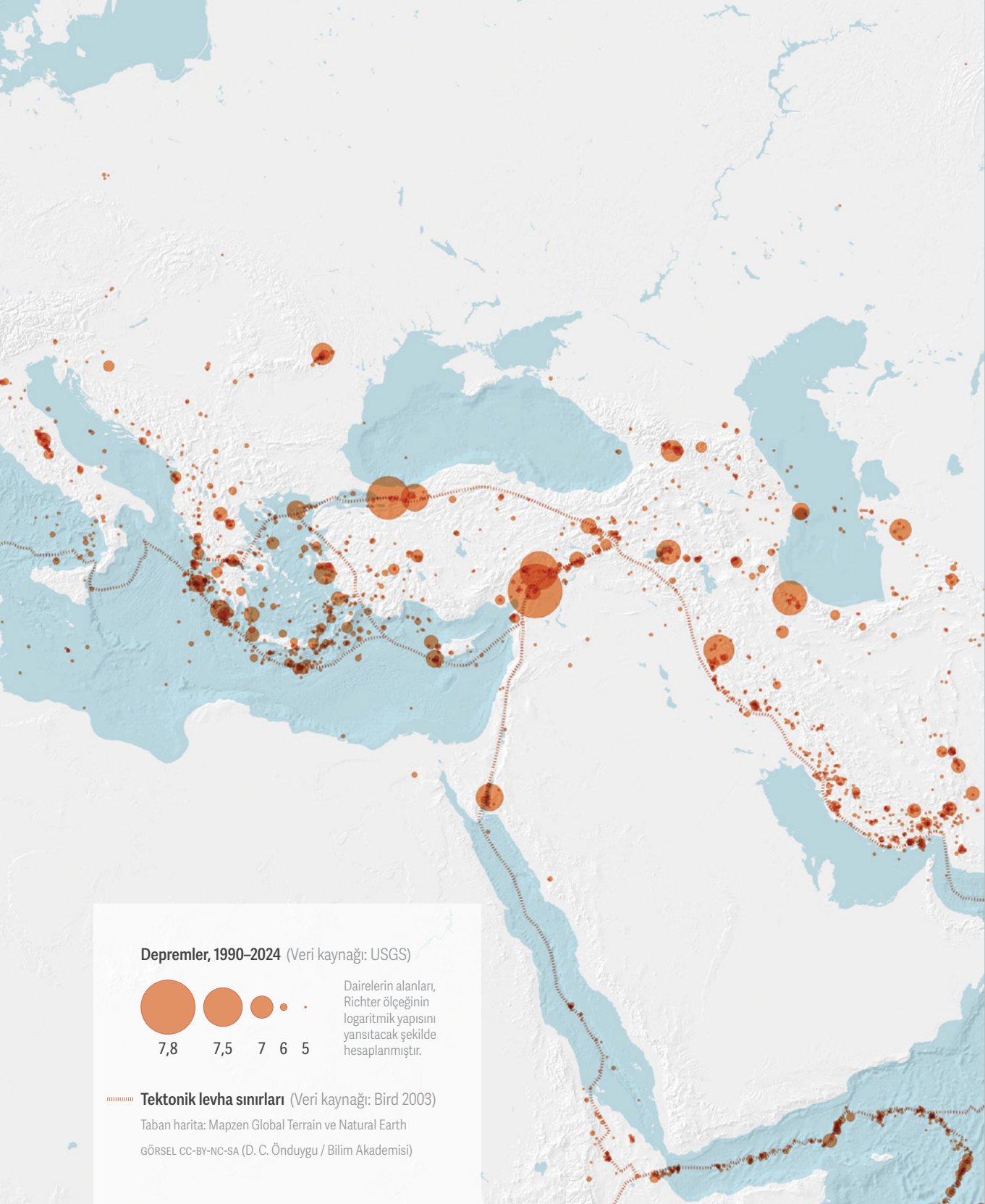
SEVAL SÖZEN

178 **Deprem Dirençli İş Dünyası**

ORHAN TURAN

186 BİYOGRAFİLER





Depremler, 1990-2024 (Veri kaynağı: USGS)



Dairelerin alanları, Richter ölçeğinin logaritmik yapısını yansıtmak üzere hesaplanmıştır.

Tektonik levha sınırları (Veri kaynağı: Bird 2003)

Taban harita: Mapzen Global Terrain ve Natural Earth

GÖRSEL CC-BY-NC-SA (D. C. Öndüğü / Bilim Akademisi)

## Önsöz

**ÜLKEMİZ BİR DEPREM ÜLKESİ**, her an bir yerinde büyük bir deprem olabilir. Türkiye'deki depremlere neden olan mekanizma 13 milyon yıl kadar önce oluştu, o gün bugündür Anadolu'da deprem oluyor, bundan sonra da hep olacak. Depremleri durduramayız, fakat her depremde de 6 Şubat depremlerindeki gibi 50 binden fazla insanımızı da toprağa veremeyiz.

Bugün bilimsel olarak depremleri oluşturan mekanizmaları, nerede nasıl bir deprem olabileceğini, bu depremlerin yeryüzündeki olası etkilerini biliyoruz. Fakat depremlerin tam olarak ne zaman olacağını tespit edemiyoruz, dolayısıyla her an hazır olmalıyız. Ancak bu hazırlığı hayatımızın bir parçası haline getirirsek depremi hazır olarak karşılayabiliriz.

Deprem risklerini nasıl belirleyeceğimizi, nasıl depremlere dayanıklı binalar yapabileceğimizi, altyapıyı nasıl depreme dayanıklı tasarlayabileceğimizi de gayet iyi biliyoruz. Yani depremlerin büyük yıkımlara yol açmasının önüne geçebilecek bilgimiz var. Bu bilgiyi kullanarak depreme dayanıklı kentler inşa edebiliriz, bunu yapmış ülkeler var. ABD (California), Japonya, Tayvan, Endonezya, Çin, İtalya, Şili vb. ülkelerde bizden çok daha büyük depremler olduğu halde deprem dirençli kentlere sahip oldukları için büyük yıkımlar olmuyor ve ülkemizde 10 binlerce can kaybı olurken, bu ülkelerde birkaç kişi tesadüfen hayatını kaybediyor.

Bu kitap, kentlerimizde deprem risklerini azaltmak ve kentlerimizi depremlere dayanıklı hale getirmek için bilimsel bir yol haritası sunma gayretidir. Kent yönetimlerine rehber olması, ilham vermesi amacıyla yazılmış olan bu kitabı herkesin

okumasını ve kendi yapabilecekleri hazırlıkları yaparken yöneticileri de gerekli adımları atmaları için teşvik etmesini diliyoruz.

Kitap Anadolu'daki deprem mekanizmasını, Türkiye'nin depremselliğini ve olası tehditleri anlatarak başlıyor. İkinci bölümde kentlerimizdeki deprem risklerini azaltmak ve depreme dayanıklı bir kent oluşturmak için atılacak adımları anlatan bir yol haritası sunuluyor ve bir kentin altı bileşeni ele alınıyor. Kitabın son bölümünde ise bu adımların her biri için alanında uzman kişilerin bilimsel görüş ve önerilerini bulacaksınız.

### **Naci Görür**

## **Sunuş**

**NACİ GÖRÜR'ÜN EDITÖRLÜĞÜNDE** yayına hazırladığımız *Deprem Dirençli Kentler: Bir Yol Haritası*, bir kentin tüm bileşenlerini güçlendirebilmek için yapılabilecekleri bütünsel ve bilimsel bir bakış açısıyla ele alıyor. Bileşenlerin kırılganlıklarına, olası risklere ve öncelikle ele alınması gereken unsurlara işaret ederken bu unsurların güçlendirilmesi sürecinde yararlı olacak somut çözüm önerileri sunuyor.

Her ne kadar kentini deprem dirençli hale getirmek isteyen yerel yönetimler için bir rehber olarak tasarlanmış olsa da kitabın genel okurun takip edebileceği bir dilde olması için çaba gösterdik. Herkesin anlayabileceği ve okumak isteyeceği bir kaynak oluşturmaya çalıştık. Kitapta ortaya koyulan yol haritasını okurun rahatça takip edebilmesini sağlamak için yazarlarla birlikte çalışarak, içeriği en iyi nasıl sunabileceğimize kafa yorduk. Önemli bulduğumuz mesajların bir kısmına sayfa kenarlarındaki mavi alıntılarda yer verdik.

İnsanları böyle hayati bir konuda harekete geçirmesi niyetiyle bilgi tasarımının gücünden de faydalanmak istedik. Yazarların kullanmak istediği grafikler bu niyetle ya tekrar düzenlendi ya da yeniden üretildi. Bunlara ek olarak, birçok durumda biz de metinden yola çıkarak ve uzmanların da görüşlerini alarak özgün bilgi grafikleri üzerinde çalıştık; bazı yapıları ve süreçleri görselleştirdiğimiz şemalar ve illüstrasyonlar, depremleri ve levhaları haritaladığımız coğrafi gösterimler ürettik. USGS,<sup>1</sup> AFAD,<sup>2</sup> MTA,<sup>3</sup> AtlasAI,<sup>4</sup> Bird 2003<sup>5</sup> gibi farklı kaynaklardan edindiğimiz verileri görselleştirdiğimiz haritalarla bir taraftan Türkiye'nin bir "deprem ülkesi" olduğu gerçeğini görünür kılmayı;

diğer taraftan Japonya, Şili gibi depreme dirençli olmayı başarmış ülkelerle bir bağlama oturtmayı amaçladık. (Bu haritalarda logaritmik ölçekteki Richter büyüklüklerini, görsel olarak daha isabetli temsil edebilmek için 10'un kuvvetleri şeklinde lineere çevirdik; böylece örneğin 7 büyüklüğündeki bir depremi temsil eden dairenin alanı, 6 büyüklüğündekinin 10 katı olarak görülüyor. Bu daireler depremlerin etkilediği alanları gösterme iddiasında değil, sadece büyüklüklerin birbirleriyle karşılaştırılabilmesini sağlıyor.)

Bütün bu çabalarımızın konu üzerinde düşünmeye yardımcı olacağını, verilen bilgilerin ve mesajların iletişimini daha etkili kılacağını ve kitabın amacına ulaşmasına katkı yapacağını umuyoruz.

Bu kitapla birlikte ve aynı ilkelerle hazırladığımız *Bilim Akademisi Deprem Tartışmaları: Çok Daha İyisini Yapabiliriz!* başlıklı diğer kitabımızdan da kısaca söz etmek isteriz. 6 Şubat 2023'ten sonra "Bir daha böyle bir yıkım olmaması için ne yapabiliriz?" sorusuyla bir araya gelen Bilim Akademisi Deprem Koordinasyon Komitesi'nin düzenlediği etkinliklerdeki değerlendirmeleri ve bu süreçte öğrendiklerimizi içeren bu kitapta Türkiye özelinde afet yönetimini etkileyen tehditler ve fırsatlar, üzerinde durulması kritik olan kavramlar üzerinde duruluyor.

İki kitabın da yetkililer için yararlı olmasını ve bizleri, halk olarak, hem kendi sorumluluklarımızı üstlenmeye hem de yetkililerden somut adımlar talep etmeye teşvik etmesini diliyoruz.

Süreç boyunca verdikleri destek için Bilim Akademisi ekibinden Aslı Aydın Sancar, İlke Candar ve İlker Can Tokgöz'e, her aşamada sağladığı rehberlik ve son okuma katkısı için Müsemma Sabancıoğlu'na, danışmanlıkları için Ali Alpar ve Hakan Orer'e teşekkür ederiz.

***Defne Üçer Şaylan, Elif Canseza Kaplan, Deniz Cem Önduygu***

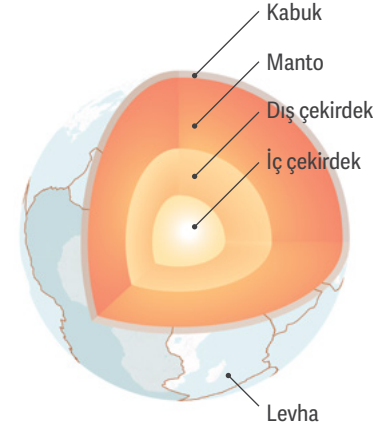
1. Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu (USGS - United States Geological Survey) Deprem Kataloğu:  
<https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search>
2. AFAD Aletsel Dönem Deprem Kataloğu:  
<https://deprem.afad.gov.tr/event-instrumental>
3. MTA Türkiye Diri Fay Haritası (2013):  
<https://www.mta.gov.tr/v3.0/mta/ilan/975>
4. AtlasAI Yapılı Çevre Verisi (2021):  
<https://data.humdata.org/organization/8991b291-4588-4d3c-a55a-51bc2ae578>
5. Bird, P. (2003), An updated digital model of plate boundaries, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 4, 1027.

# BÖLÜM I

## DEPREM GERÇEĞİ VE DİRENÇLİ KENTLER

# Türkiye'nin Depremsellliği

NACİ GÖRÜR



Şekil 1 • Dünyamızın iç yapısı.



**Dünya'nın kabuğu çok sayıda parçadan oluşmuştur, her parçaya 'levha' adı verilir.**

**DEPREM DİRENÇLİ KENTLER** konusunun ayrıntısına girmeden önce deprem, ülkemizin depremselliğinden ve deprem bölgelerinden kısaca bahsetmek isterim.

## Deprem nedir, nasıl oluşur?

Deprem bir yer hareketidir. Tektonizma, çökme, volkanizma ve yapay nedenlerle deprem olabilir. Bu kitapta fayların hareketlerine bağlı olarak meydana gelen tektonik depremlerden söz edeceğim. Tektonik depremler levha sınırlarında ve levha içlerinde gelişmiş olan faylar üzerinde meydana gelir. Levhaları ve ilişkin fay sistemlerini anlayabilmek için dünyanın iç yapısını bilmek gerekir. Bu konuyu basit benzetme ve kıyaslamalarla anlatabiliriz (Şekil 1).

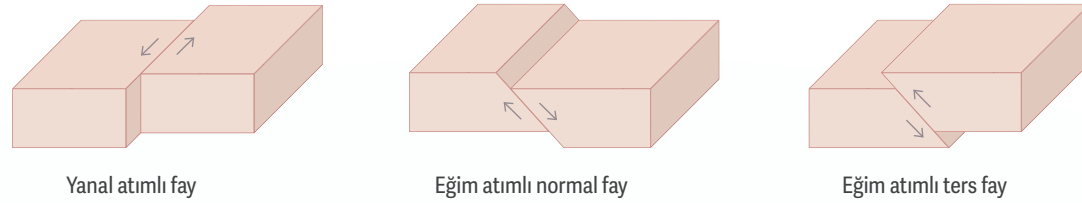
Dünyamızı bir şeftaliye benzetebiliriz. Hem şeftaliyi hem de dünyayı ortadan kestiğimizi düşünerek kolay bir mukayese yapabiliriz: Şeftaliyi ortadan kesince ortada bir çekirdek görürüz. Aynı şey Dünya'da da vardır. Dünya'nın çekirdeği anormal sıcaktır (4400–6000°C arasında değişir). Şeftali çekirdeğinin etrafında yenilen etli kısmı vardır. Dünya çekirdeğinin etrafında da manto dediğimiz magma vardır. Magma plastik ve ergimiş kaya özellikleri sergileyen bir maddedir. Bileşimi çoğunlukla silikattır, egemen olarak katıdır ama jeolojik zaman ölçeğinde ve yer yer sıvı olarak da davranır.

Şeftalinin en dışında bir kabuk bulunur. Aynı şekilde bir kabuk da dünyamızın en dışında bulunur ve mantoyu sarar. Şeftali kabuğu ile Dünya kabuğu arasında çok önemli bir fark vardır. Şeftali kabuğu yeknesaktır, tek parçadır. Hâlbuki Dünya'nın kabuğu (litosfer) çok sayıda parçadan oluşmuştur. Her parçaya levha adı verilir. Bu levhaların kimisi kıtasaldır, kimisi ise okyanusların altında bulunur, bunlar okyanusal olarak adlandırılır. Okyanusal levhalar kıtasal levhalara oranla daha yoğun ve incedir. Levha sınırları birer faydır.

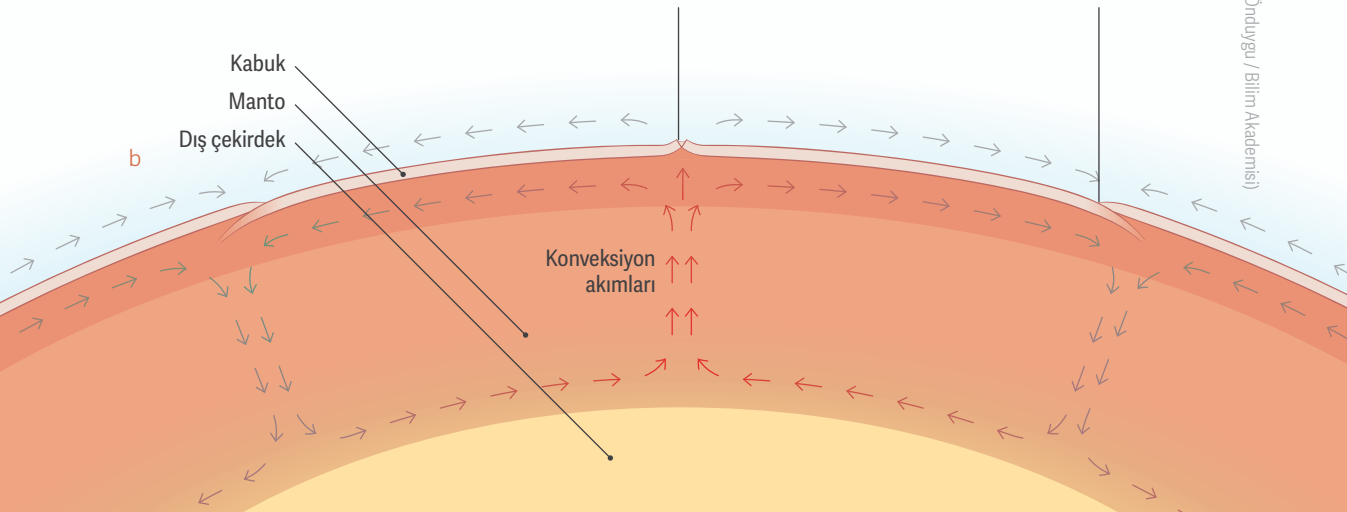




Şekil 2 • (a) Yer kabuğunu oluşturan levhalar (Veri kaynağı: Bird, P. (2003), An updated digital model of plate boundaries, *Geochem., Geophy., Geosys.*). (b) Manto içinde oluşan konveksiyon akımları levhaları hareket ettirir. Levhaların birbirine göre hareketine göre levha sınırlarındaki fayların özellikleri değişir.



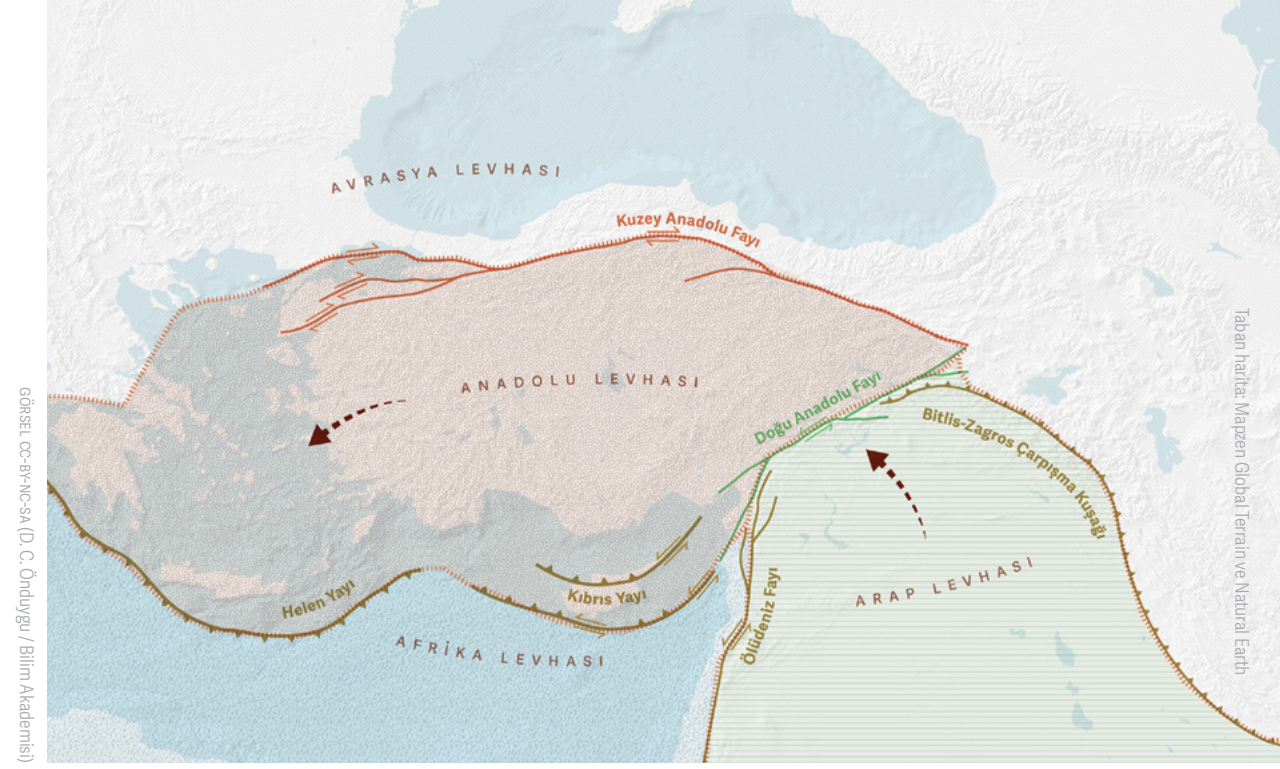
15. VE 16. SAYFA GÖRSELERİ CC-BY-NC-SA (D. C. Öndüğü / Bilim Akademisi)



Levhalar birbirlerine göre hareket ederler. Bu hareketin nedeni manto içinde oluşan konveksiyon akımlarıdır. Bu akımlar çekirdek ile kabuk arasındaki sıcaklık farkından dolayı oluşur. Konveksiyon akımları kendi yönlerinde levhaları hareket ettirirler. Bu hareketler depremlere neden olur. Levha hızları genellikle cm/yıl mertebesinde.

Levhalar birbirlerine yaklaşır, birbirlerinden uzaklaşabilir veya birbirleri boyunca kayabilirler. Levhaların birbirine göre hareketine göre levha sınırlarındaki fayların özellikleri değişir. Bu faylar esas itibarıyla yanal ve eğim atımlı faylardır. Yanal atımlı faylar üzerinde levhalar birbiri boyunca sürtünerek yanal olarak hareket eder. Bunlar transform veya doğrultu atımlı faylar olarak da adlandırılır. Eğim atımlı faylar normal ve ters diye ikiye ayrılır. Eğim atımlı normal faylarda bir levha diğerinden uzaklaşır, ters faylarda ise bir levha diğerinin altına dalar (dalma-batma zonu). Faylar sadece levha sınırında olmaz, levhaların hareketine göre levha kenarlarında ve levha içlerinde de gelişirler.

Tektonik depremler levhaların hareketi sonucu gelişen faylar boyunca meydana gelir.



Şekil 3 • Türkiye ve etrafındaki tektonik levhalar. (Levha sınırları ile gösterilmiştir.)

“**Ülkemizde dört adet levha vardır. Levha sınırları en büyük depremleri üreten fay zonlarıdır.**”

### Ülkemizin Depremselliği

Dünyada çok sayıda deprem, özelliği gereği levha sınırlarında gerçekleşir ama önemli sayıda deprem levha içinde de meydana gelir. Ülkemizin depremselliğini anlamak için bu coğrafyada mevcut levhalardan, sınırlarından, dolayısıyla faylardan söz etmek gerekir.

Ülkemizde dört adet levha vardır. Şekil 3'te görüldüğü gibi bunlar, kuzeyden güneye doğru, Avrasya, Anadolu, Arap ve Afrika levhalarıdır.

Avrasya ve Anadolu levhalarının sınırı sağ yönlü doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fay Zonu'dur (KAF).

Anadolu, Arap ve Afrika levhalarının sınırı ise yine doğrultu atımlı fakat sol yönlü Doğu Anadolu Fay Zonu (DAF) tarafından temsil edilir. DAF'ın Kahramanmaraş'tan itibaren Hatay'a kadar olan devamı Ölü Deniz veya Amanos Fayı olarak da bilinir. Maraş çevresinde DAF aynı zamanda Adana Havzası'na doğru saçaklanarak devam eder ve İskenderun Körfezi'nin batı kıyılarına kadar uzanır.

Doğu Anadolu'nun büyük ölçüde Neotetis Okyanusu'nun Kretase-Neojen döneminde kuzeye doğru Avrasya levhasının altına dalma-batması sonucu Avrasya'nın önünde bir yığılma karmaşığı

**Deprem büyüklüğü**, depremde açığa çıkan enerji miktarı ile ölçülür. Deprem büyüklüğü Richter ölçeğine göre farklı birimler kullanılarak verilir (Mw, MI, Ms vb.). Mw depremin yarattığı momentten hesaplanan büyüklüktür. Mı sismograflardan elde edilen genliklerine dayanarak belirlenir, Ms ise yüzey dalgalarından elde edilen büyüklüktür. (Richter ölçeği logaritmiktir; örneğin 7 büyüklüğündeki bir depremle, 6 büyüklüğündeki arasında 10 kat fark vardır.)

**Deprem in şiddeti** depremin hissedilme derecesidir. Örneğin Marmara Denizi'nde olacak bir depremde Marmara Denizi'nin kıyısında olan bir insan veya yapı depremi daha şiddetli hissedecek ve daha büyük zarar görecektir. Halbuki aynı deprem sırasında Marmara Denizi'nden uzakta olan, örneğin Istan­bul Dağları'ndaki birisi veya yapı, depremi çok daha hafif hissedecektir. Deprem şiddeti gözlemsel olarak belirlenir ve Mercalli ölçeği kullanılarak ifade edilir (VII: Çok güçlü, VIII: Yıkıcı vb.).

Bu yazıda geçen 1900–2024 yılı arasındaki depremlerin büyüklükleri AFAD veritabanından, AFAD veritabanında bulunmayan \* ile işaretli olanlar USGS veritabanından alınmıştır. 1900 öncesi depremler için ayrıca kaynak gösterilmiştir.

olarak geliştiği söylenebilir. Arap Levhası'nın kuzey sınırı da tektonik bir zondur. Neotetis Okyanusu'nun güney kolunun kapanması sonucu Arap Levhası Doğu Anadolu'yla çarpışmış ve Bitlis-Zagros Çarpışma Kuşağı'nı (BzÇK) oluşturmuştur.

Anadolu Levhası'nın Doğu Akdeniz'de Afrika Levhası ile olan sınırı ise Helen-Kıbrıs Dalma-Batma Zonu tarafından karakterize edilir (HKDBZ). Bu zon boyunca Afrika Levhası, Anadolu Levhası'nın altına dalıp tüketilir.

Arap Levhası'nın hareketi devam ettikçe Doğu Anadolu sıkışır ve deforme olur. Anadolu Levhası da sıkışmanın etkisiyle KAF ve DAF boyunca batıya doğru hareket eder. Anadolu Levhası batıya doğru hareket ettikçe **Şekil 3**'te görüldüğü gibi saat ibresinin aksi yönünde ve Helen Yay'ına doğru döner. Bu rotasyon Batı Anadolu'da kuzey-güney yönünde gerilmeye neden olur.

Tüm bu tektonik hareketlilik sonucunda ülkemizdeki levha sınırları en büyük afetlere neden olan fay zonlarıdır. 20. ve 21. asırlarda bu fay zonları üzerinde çok sayıda deprem oldu ve 150 bin civarında insanımız öldü.

1939 Erzincan (7,9 Ms), 1942 Niksar-Erbaa (7,0 Ms), 1943 Ladik-Tosya (7,2 Ms), 1944 Bolu-Gerede (7,3 Ms), 1957 Abant (7,1 Ms), 1967 Adapazarı-Mudurnu (6,8 Ms), 1999 Gölcük (7,6 Mw) ve aynı yıl Düzce (7,1 Mw).

DAF üzerinde olan depremlerin en dikkati çekenleri ise 1971 Bingöl (6,8 Ms), 2020 Elâzığ (6,8 Ms) ve 6 Şubat Malatya-Maraş-Hatay (7,7 Mw–7,6 Mw) depremleridir. 2023 Maraş depremleri Bitlis-Zagros Çarpışma Kuşağı'nı ve etrafındaki kentleri önemli ölçüde etkilemiştir.

Yakın zamanda Bitlis-Zagros Çarpışma Kuşağı'nda meydana gelen önemli depremler şunlardır: 1930 Hakkâri (7,6 Ms), 1975 Lice (6,6 Ms), 2012 Şırnak (5,2 Mw).

Helen-Kıbrıs Dalma-Batma Zonu'nda olan orta ve büyük ölçekli depremler şu şekilde sıralanabilir: 1922 Karpathos (6,9 Ms), 1926 Rodos (7,7 Ms), 1926 Finike (6,8 Ms), 1941 Kıbrıs (5,9 Ms), 1948 Karpathos (7,2 Ms), 1953 Kıbrıs-Paphos (6,3 Ms), 1957 Fethiye depremleri (6,8 Ms–7,1 Ms), 1959 Köyceğiz (5,9 Ms), 1969 Kastellorizo (6,2 Ms), 1996 Paphos\* (6,8Mw), 2005 Antalya-Kaş (5,8 Mw), 2009 Girit\* (6,2 Ml), 2011 Girit (6,1 Mw), 2020 Girit\* (6,6 Mw).

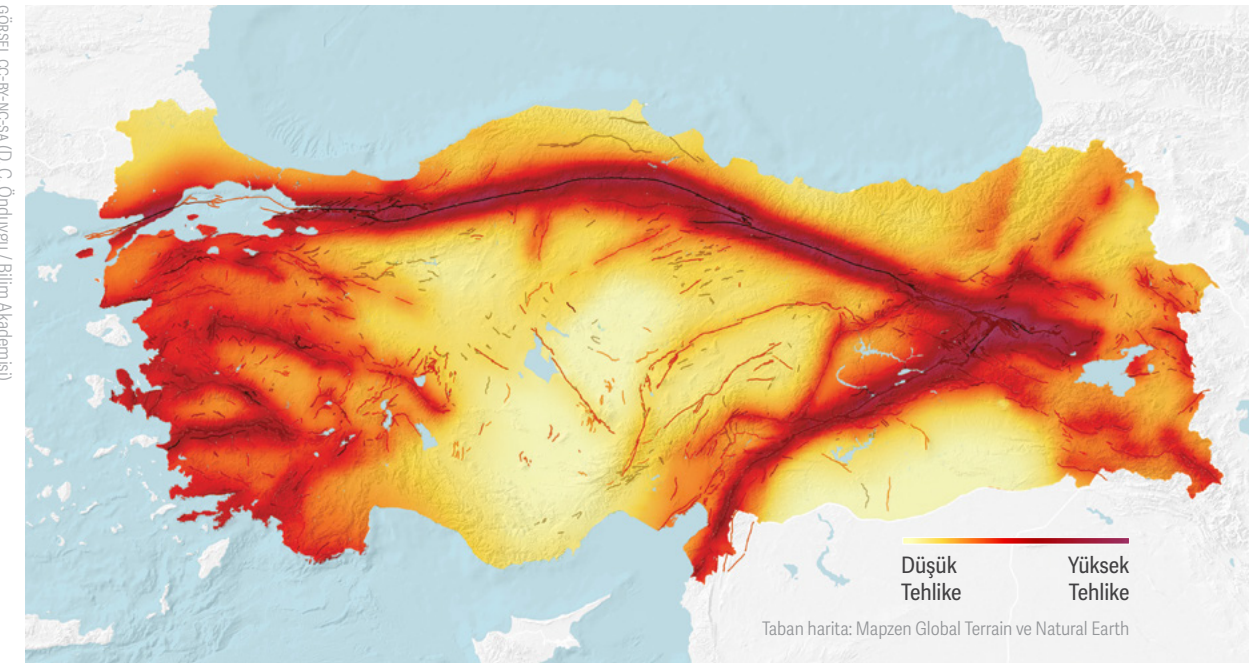
Levha sınırları dışında ülkemizde levhalar içinde de faylar oluşmuştur. Bu faylar da zaman zaman büyük depremler üretmektedir. Levha içinde fayların gelişmesine neden bu levhaların hareketidir. Çok büyük boyutlu ve kaya kütlelerinden yapılmış

Türkiye'nin Depremselliği

“

**Anadolu Levhası,  
batıya doğru sürekli  
hareketi dolayısıyla  
fazla dilimlenip fay  
oluşturan bir levhadır.**

Şekil 4 • Türkiye'nin diri fayları  
(Veri kaynağı: MTA) ve deprem  
tehlike haritası (Veri kaynağı: AFAD).



olan bu levhalar hareket ettikçe kendi içlerinde kırılıp dilimlenerek faylar oluşturur.

Anadolu Levhası, KAF ve DAF boyunca batıya doğru sürekli hareketi dolayısıyla fazla dilimlenip fay oluşturan bir levhadır.

Bu levha içerisinde 20. ve 21. yüzyılda oluşmuş olan önemli depremler şöyledir: 1914 Burdur (7,0 Ms), 1949 İzmir (6,6 Ms), 1955 Aydın-Söke (6,8 Ms), 1970 Gediz (7,2 Ms). Aynı zaman dilimleri içerisinde Doğu Anadolu'da da önemli depremler olmuştur. Bunlar: 1903 Muş-Malazgirt (6,3 Ms), 1924 Erzurum-Horasan (6,8 Ms), 1966 Muş-Varto (6,9 Ms), 1976 Van-Muradiye (7,0 Mw), 1983 Erzurum-Kars (6,6 Mw), 2011 Van (7,1 Mw).

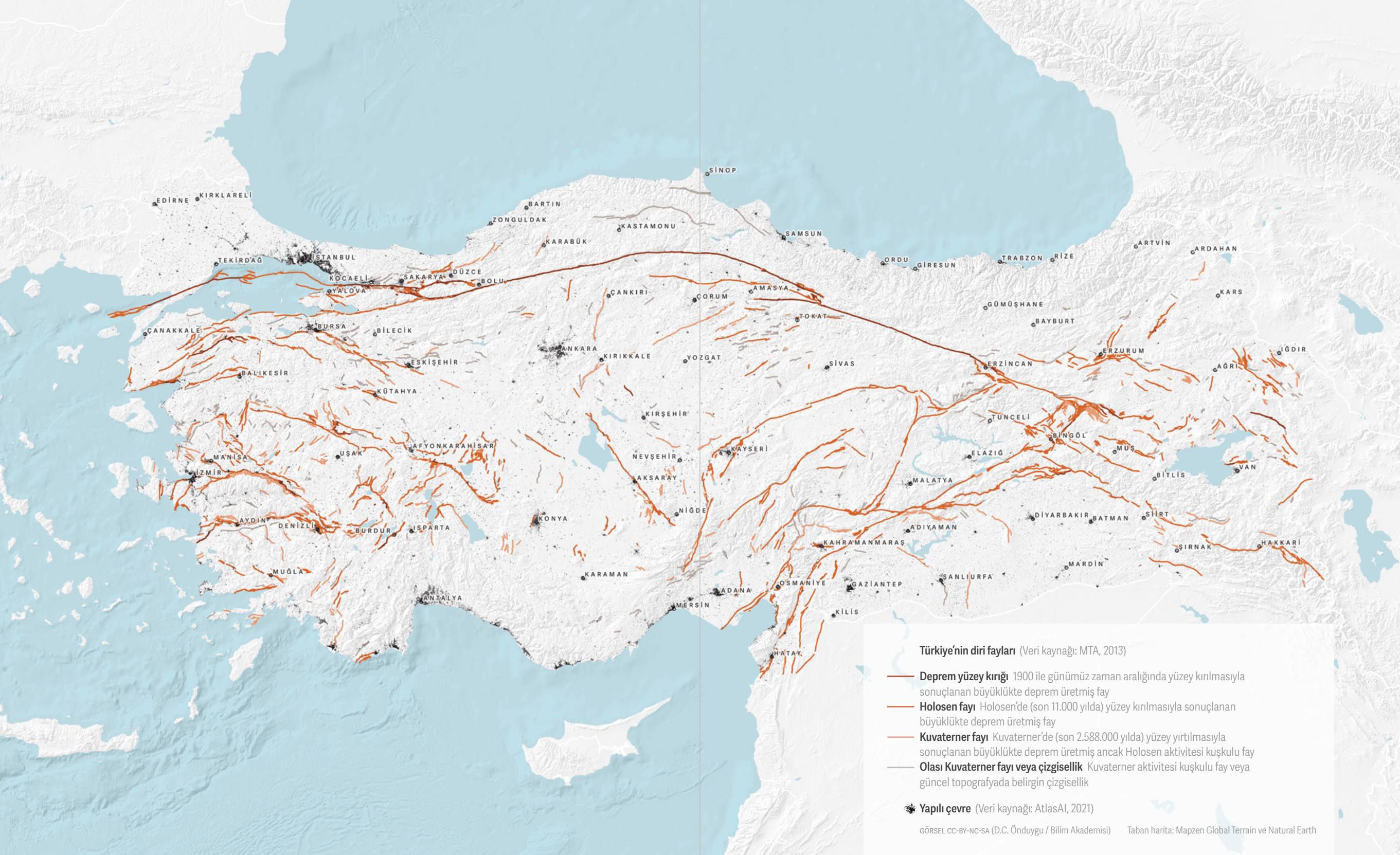
## Ülkemizin Deprem Bölgeleri

Ülkemizin canlı fay haritasına bakarak Türkiye'nin deprem bölgelerini kolayca ayırt edebiliriz. Deprem bölgelerini *levha sınırları*, *levha içi* ve *çarpışma zonu* deprem bölgeleri olarak üçe ayırabiliriz. (Şekil 4).

## LEVHA SINIRLARI DEPREM BÖLGELERİ

Bu bölgeler levha sınırlarını oluşturan ana fayları kapsar (KAF, DAF, HKDBZ). Bu sınır zonları ülkemizin en sık ve en büyük depremlerinin görüldüğü yerlerdir. Yaşam koşulları bu tektonik sınırlarda iyi geliştiği için tarihi dönemlerden beri insanlar tarafından yoğun bir şekilde yerleşim alanlarına dönüştürülmüşlerdir.



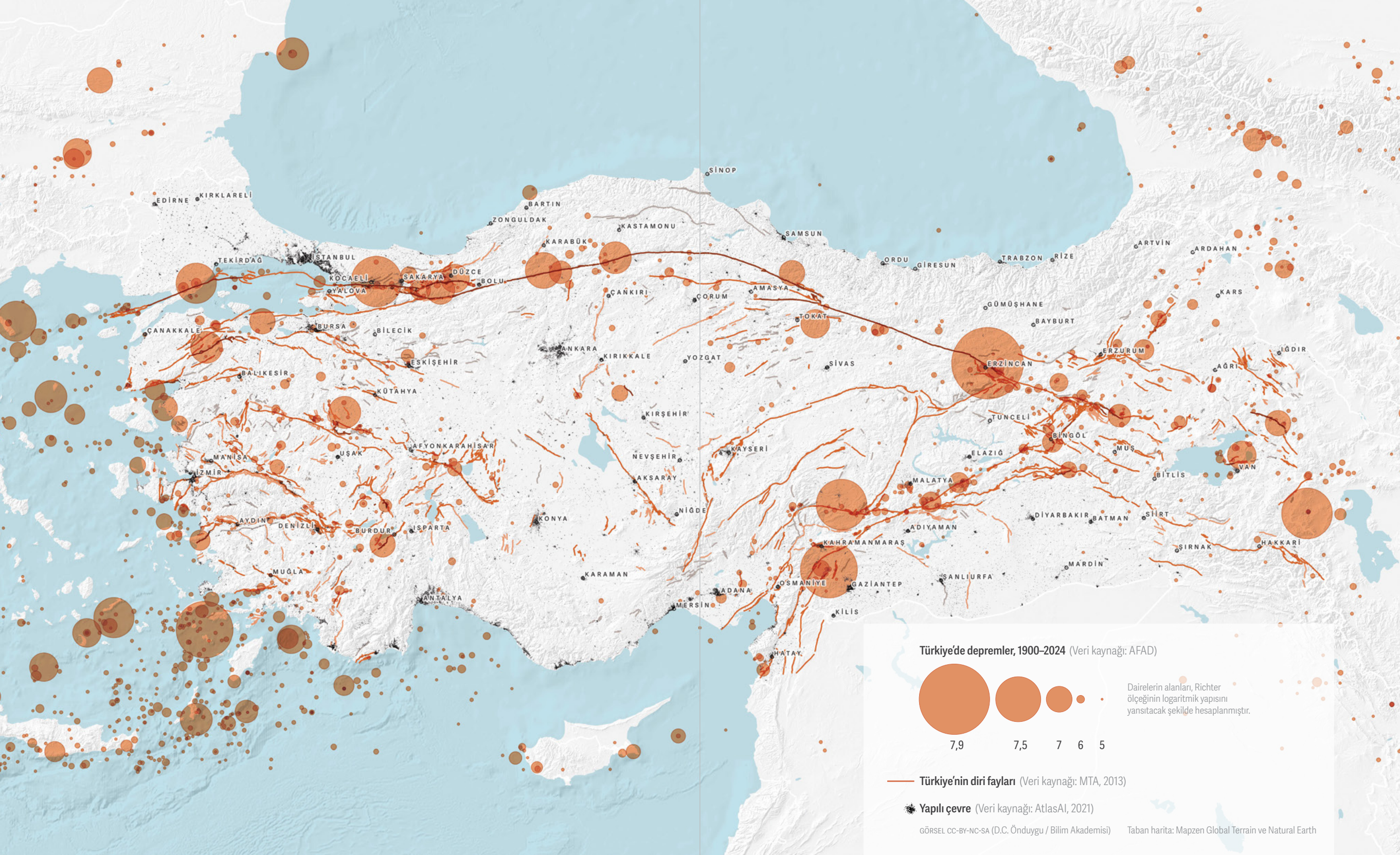


#### Türkiye'nin diri fayları (Veri kaynağı: MTA, 2013)

- Deprem yüzey kırığı** 1900 ile günümüz zaman aralığında yüzey kırılmasıyla sonuçlanan büyüklükte deprem üretmiş fay
- Holosen fayı** Holosen'de (son 11.000 yılda) yüzey kırılmasıyla sonuçlanan büyüklükte deprem üretmiş fay
- Kuvaterner fayı** Kuvaterner'de (son 2.588.000 yılda) yüzey yırtılmasıyla sonuçlanan büyüklükte deprem üretmiş ancak Holosen aktivitesi kuşkulu fay
- Olası Kuvaterner fayı veya çizgisellik** Kuvaterner aktivitesi kuşkulu fay veya güncel topografyada belirgin çizgisellik

#### Yapılı çevre (Veri kaynağı: AtlasAI, 2021)







KAF üzerinde ve yakın çevresinde yer alan iller ve ilçeler zaman zaman büyük depremlere maruz kalırlar. Depremlerin ne zaman olacağı o fay zone içerisinde yer alan fay kolunun deprem tekrür (yineleme) periyodunun dolmasına bağlıdır. KAF zonunda (kuzey kol) yerleşen iller kabaca şöyle sıralanabilir: Bingöl, Erzincan, Tokat, Amasya, Bolu ve İzmit (Şekil 4).

DAF (ve Ölü Deniz) Fayı üzerindeki başlıca yerleşim alanları Bingöl, Elâzığ, Malatya, Kahramanmaraş, İskenderun ve Hatay'dır (Şekil 4). Son 6 Şubat 2023 depremlerinde Bingöl hariç, bu illerimiz ve komşu iller çok büyük can ve mal kaybı verdiler.

HDBZ deniz içerisinde. Dolayısıyla da bu zonun ürettiği deprem zararları her zaman için karalarda hissedilmez. Ama levha sınırlarını anlatırken belirttiğim gibi, ülkemizin Ege ve Akdeniz kıyılarında bulunan kentlerimiz ve ilçeleri zaman zaman bu zondaki depremlerden ciddi hasarlar almaktadır. Bu kentlerimiz şunlardır: İzmir, Muğla, Antalya, Mersin, İskenderun (Şekil 3 ve 4).

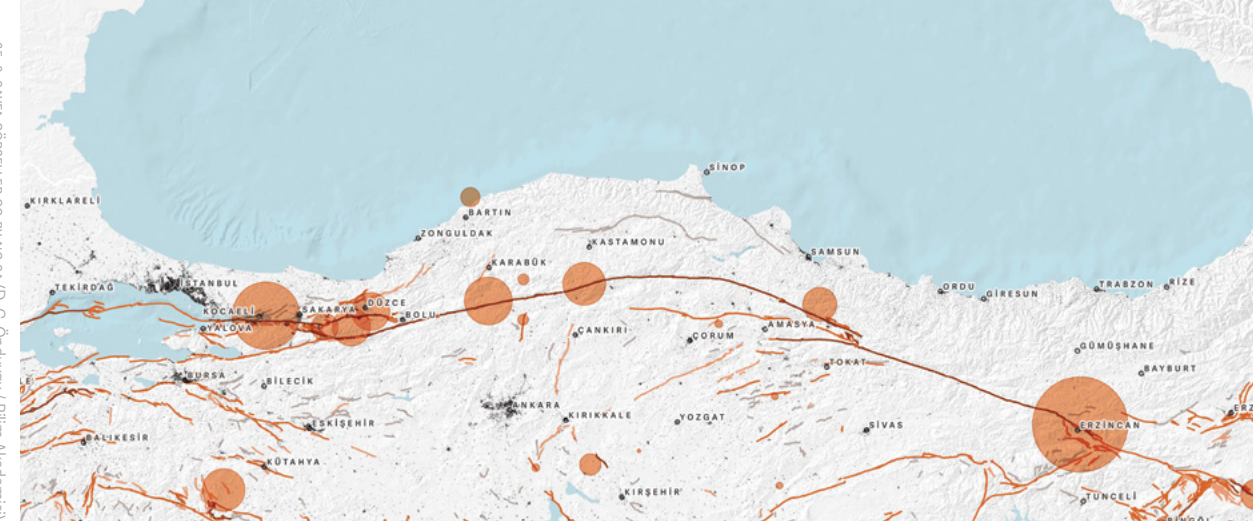
#### LEVHA İÇİ DEPREM BÖLGELERİ

Levhalar, sınırları boyunca hareket ederken zamanla dilimlenir, kırılır ve kendi içlerinde faylar üretirler. Ülkemizin diri fay haritası incelenirse levhalar içerisinde irili ufaklı çeşitli fayların teşekkül etmiş olduğu görülür. Ülkemizdeki levhaların Avrasya, Anadolu, Arap ve Afrika levhaları olduğunu ve Arap Levhası ile Avrasya Levhası arasındaki bölgeyi Doğu Anadolu'nun oluşturduğunu söylemiştik. Sözü edilen tüm bu levhaların tektonik özellikleri aşağıda kısaca özetlenmiştir:

##### Avrasya Levhası

Bu levha büyük ölçüde Pontidler ve Trakya Bölgesi tarafından temsil edilir (Şekil 5). KAF sınırına yakın yerleri hariç genellikle çok sayıda canlı fay içermez. Bu bakımdan Pontidler veya Karadeniz Bölgesi deprem bakımından fazla aktif değildir. Aşağıda, Pontidler üzerindeki canlı faylar ve depremler kısaca özetlenmiştir. Canlı faylar çok değişik isimlerle anıldığı için burada bahsedilirken daha çok coğrafi konumu ve yakın olduğu yerleşim alanları göz önüne alınarak tanıtılacaktır.

Pontidlerde batıdan doğuya doğru şu yörelerde canlı faylara rastlanır: Hendek-Devrek arası, Karabük-Safranbolu, Daday-Boyabat, Gerze, Alaçam-Bafra güneyi. Bu fayların çoğu oblik ve kuzeye dalımlı bindirme faylarıdır. Çoğunlukla Orta



Şekil 5 • Pontidler ve tektonik özellikleri.

Deprem bölgelerini gösteren haritalarda (25-29 ve 31. sayfalar) 23. sayfadaki lejand bilgisi geçerlidir ve yalnız metinde geçen depremler görünmektedir.

**Graben:** Her iki tarafı normal atımlı faylarla yükseltilmiş vadi. Bu tür çukur alanlara *graben*, etrafındaki yüksek alanlara da *horst* adı verilir.

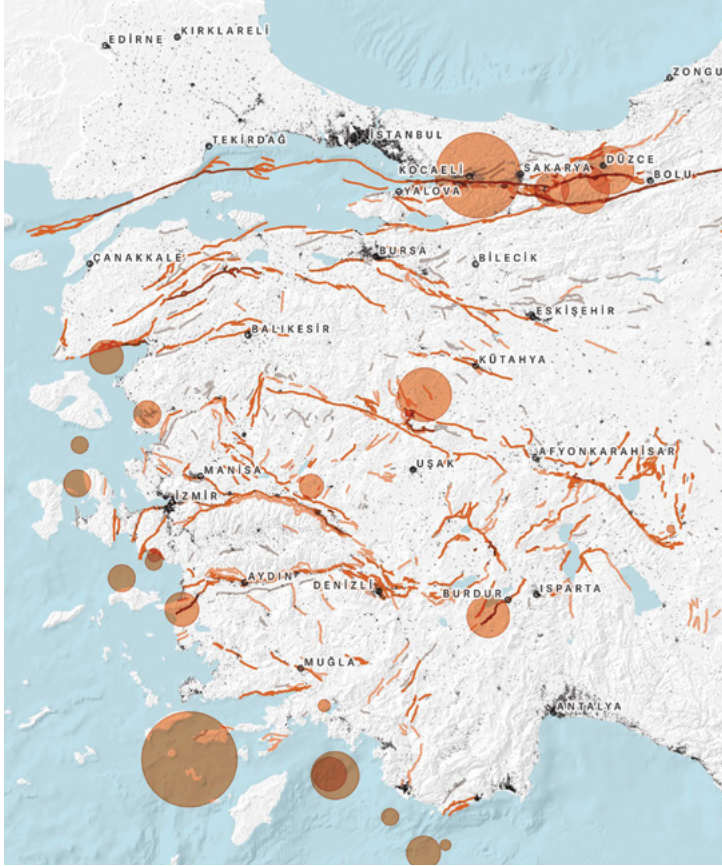
Pontidlerde KAF'ın içbükey bir şekil gösterdiği yerde gelişmişlerdir. KAF'ın bu içbükey kıvrımı bu bölgede doğal olarak bir sıkışmaya ve bindirmelere neden olmuştur. Söz konusu faylar boyut itibarıyla 7 Ms'ye varabilecek depremler üretebilirler. Yavaş enerji biriktirdikleri için deprem tekrür periyodları büyüktür. Pontidlerde bilinen en önemli deprem 1968 yılında olan ve 6,5 Ms büyüklükteki Bartın depremidir.

##### Anadolu Levhası

Ülkemizin en büyük tektonik levhasıdır. Bu nedenle bu levha üzerinde canlı fay yoğunluğu fazladır. Bu fayları levha üzerindeki konumlarına göre anlatmak mümkün. Levhanın batısında konumlanan faylar Ege veya Batı Anadolu faylarıdır (Şekil 6). Bu Faylar çoğu kez doğu-batı yönlü ve normal faylardır. Batı Anadolu'da çok sayıda graben ve yarı graben oluştururlar. Bunların en tanınmışları, kuzeyden güneye doğru, Edremit, Gediz, Küçük Menderes, Büyük Menderes ve Gökova grabenleridir. Bu grabenleri sınırlayan normal faylar büyük depremler üretebilirler.

Batı Anadolu'da doğu-batı yönlü normal fayların dışında kuzey-güney, kuzeybatı-güneydoğu ve kuzeydoğu-güneybatı yönlü doğrultu atımlı faylar da vardır. Tüm bu faylar Anadolu levhasının batıya doğru olan hareketinin engellenmesi sonucu gelişen kuzey-güney yönlü gerilme sonucudur. Marmara Bölgesi'ne doğru bu gerilme fayları doğu-batı yönlü KAF'ın doğrultu atımlı fay tektoniğinin etkisi altında kalır. Uzunlukları itibarıyla büyük depremler üretebilirler. Batı Anadolu'nun en önemli bazı büyük depremleri şu şekilde sıralanabilir: 1928 İzmir-Torbalı (6,2 Ms),

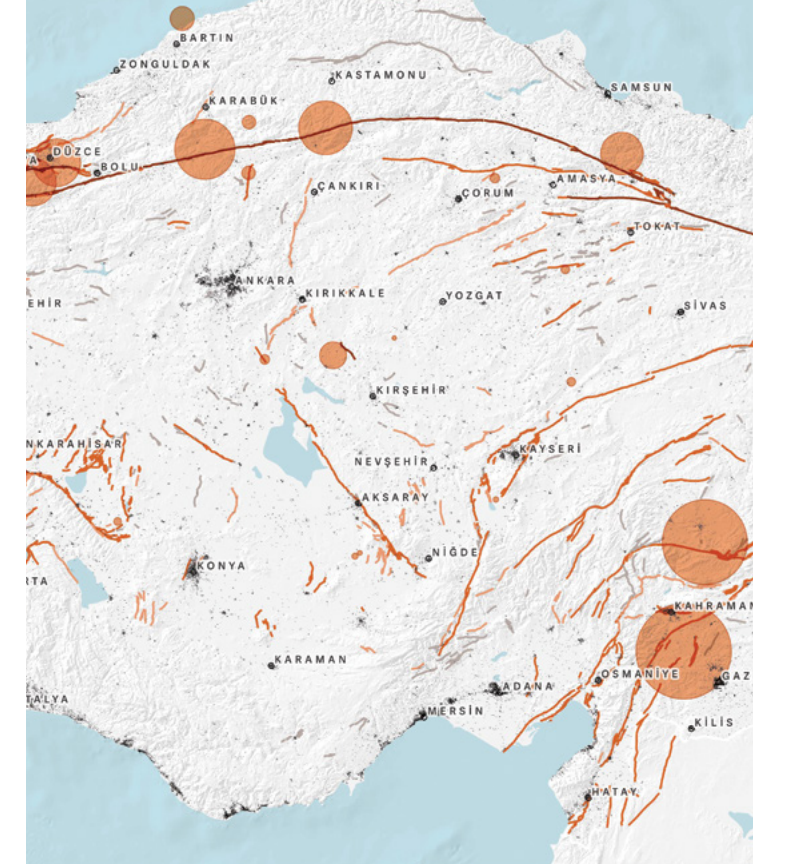
1939 Dikili (6,6 Ms), 1944 Ayvalık (6,8 Ms), 1949 Karaburun (6,6 Ms), 1955 Aydın-Söke (6,8 Ms), 1969 Manisa-Kula ve Alaşehir (6,5 Ms), 1992 Seferihisar (6,0 Mw), 2017 Karaburun (6,2 Mw), 2020 Sisam Adası (6,6 Mw) (İzmir'i etkiledi).



Şekil 6 • Anadolu levhasının batı kısmının tektonik özellikleri.

Anadolu levhasının orta kısmı tektonik yönden daha sakin gözükür. Canlı fayların sayısı olarak yoğunluğu daha azdır. Kimi faylar hariç buradaki fayların boyutu daha küçüktür, dolayısıyla Anadolu levhasının görece orta kısmında daha seyrek deprem olur. Anadolu levhası orta kesimi olarak kabaca orta Anadolu'yu almak mümkündür (Şekil 7). Bu alan Niğde, Nevşehir, Yozgat, Çankırı, Ankara, Konya ve Karaman kentleriyle sınırlanmıştır. En belirgin fayları Tuz Gölü, Kırıkkale, Çankırı ve Şabanözü gibi fay sistemleridir. Genellikle eğim atım bileşenli doğrultu atımlı faylardır.

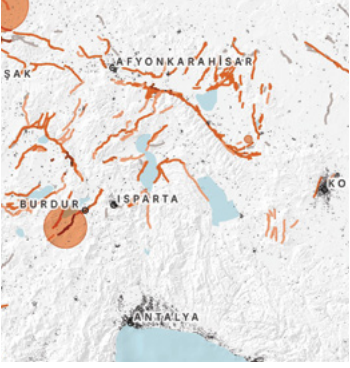
Eskişehir Fay Zonu da bu bölgedeki Tuz Gölü yakınlarına kadar uzanmaktadır. Anadolu Levhası'nın orta kesimlerinde meydana gelmiş önemli depremlerin bazıları şunlardır: 1938 Kırşehir (6,6 Ms), 1943 Çankırı-Kastamonu sınırı (7,2 Ms), 1946 Konya-İlgın (5,5 Ms), 1953 Karabük-Kastamonu-Çankırı sınırı (6,0 Ms), 2000 Çankırı-Orta (6,0 Mw), 2007 Ankara (5,7 Mw), 2016 Kırşehir (5,0 Mw), 2020 Niğde (5,1 Mw), 2023 Niğde (5,3 Mw), 2024 Yozgat (5,6 Mw).



Şekil 7 • Anadolu levhasının orta kısmının tektonik özellikleri.

Anadolu Levhası'nın batısı ile ortası arasındaki geçiş zonunda Göller Yöresi bulunur. Bu yöre Antalya Körfezi'nin iç kısımlarında bulunur ve çok sayıda göl ile temsil edilir (Şekil 8). Göllerin fazla olmasının nedeni bu yörede normal fay zonlarının egemen olmasıdır. Esasen bu faylar sebebiyle göller meydana gelmiştir. Bu fay sistemleri yer yer oblik atım bileşenleri de





Şekil 8 • Anadolu levhasının batı ve orta kısımları arasındaki geçiş zonunun tektonik özellikleri (Göller Bölgesi).

gösterirler. Geçiş zonunda oluşan belli başlı göller şunlardır: Akşehir, Beyşehir, Burdur, Eber, Eğridir, Gâvur, Ilgın, Işıklı, Karamik, Karataş, Kovada, Salda, Suğla ve Yarıklı gölleri.

Anadolu Levhasının doğu kısmı batı kesimi gibi tektonik yönden aktiftir. Yalnız burada batıdaki gibi normal faylar değil, kuzeydoğu-güneybatı ve kuzeybatı-güneydoğu uzanımlı doğrultu atımlı faylar daha egemendir (Şekil 9). Kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı fayların büyük bir kısmı KAF'tan belli açılarla ayrılmış Anadolu Levhası'nın içine doğru uzanan kollardır. Kuzeybatı-güneydoğu uzanımlı faylar Anadolu Levhası'nın doğu kesimlerinin levha ortasına geçiş kuşağında, özellikle Yozgat ile Kırşehir arasında bulunur. Anadolu Levhası'nın doğu kesimindeki faylar çoğu kez uzun faylardır ve büyük depremler üretecek kapasitedirler.

Levhanın bu kesiminde meydana gelmiş belli başlı depremler: 1717 ve 1835 Ecemiş, 1914 Gemerek (5,6 Ms) ve 1943 Erciyes (5,2 Ms) depremleri Erzincan yakınlarından başlayıp Kayseri üzerinden Mersin'e kadar uzanan Orta Anadolu veya Ecemiş Fay Zonu'nda; 1938 Kırşehir Depremi (6,6 Ms) Salanda Fay Zonu'nda; 1996 Çorum-Mecitözü Depremi (5,7 Mw) ise Taşova-Çorum Fay Zonu'nda meydana gelmiştir.

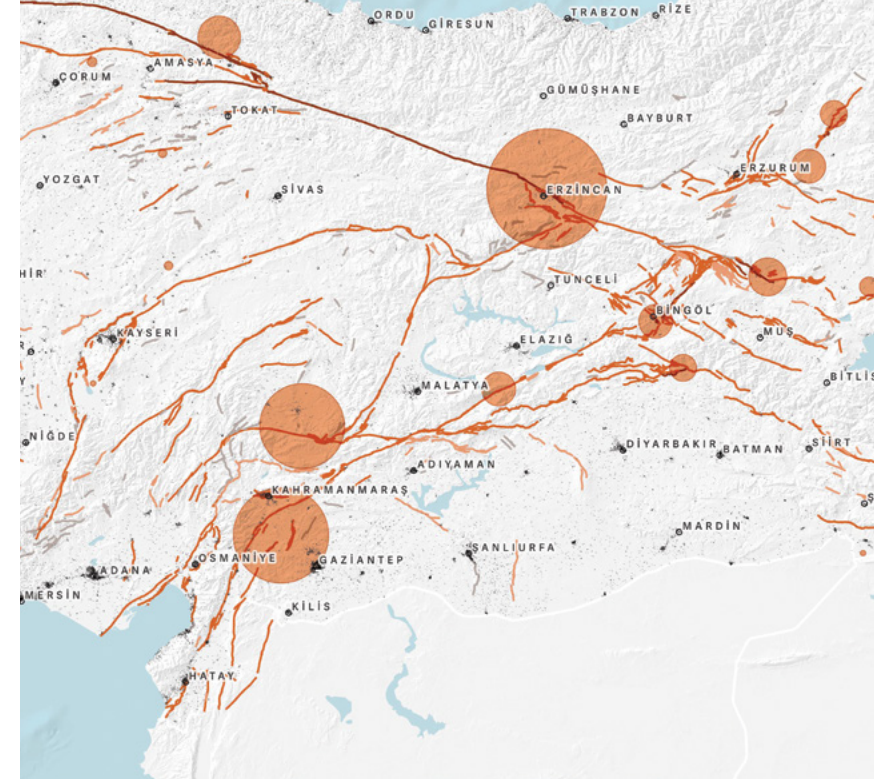
#### Çarpışma Zonu Deprem Bölgesi

Bu bölge Bitlis Zagros Çarpışma Kuşağı (Bzçk) ile temsil edilir. Kuşak Adıyaman, Diyarbakır, Batman, Siirt, Şırnak ve Hakkâri yörelerinden geçer. Doğu Anadolu Fayı'na (DAF) çok yakındır. Adıyaman-Antakya arasında neredeyse çakışır. Bu yakınlık nedeniyle Bzçk üzerinde ve yakınında olan yerleşim alanları DAF kökenli tüm büyük depremlerden ciddi bir şekilde etkilenirler. 6 Şubat 2023 depremleri bunun en güzel örneğidir. Çarpışma zonunda etkilenen depremler DAF'nin aktivitesinin ürünüdür. Bu aktivite hemen yakınındaki Bzçk'na ekstra stres yüklemiş olabilir. Bu nedenle Bzçk içerisinde yer alan yerleşim alanları daha dikkatli olmalıdır.

Bzçk'nın içinde veya çevresinde 718 Şanlıurfa (VIII), 1111 Ahlat-Van (IX), 1276 Bitlis-Erciş-Van (IX), 1647 Van-Muş-Bitlis (IX), 1582 Bitlis (IX), 1670 Hizan-Siirt (6,6), 1705 Bitlis (6,7), 1874 Diyarbakır-Keban-Malatya (VIII), 1881 Van-Bitlis-Muş (IX), 1884 Siirt-Pervari (VII, 6,9) gibi büyük depremler olmuştur.<sup>1 2</sup>

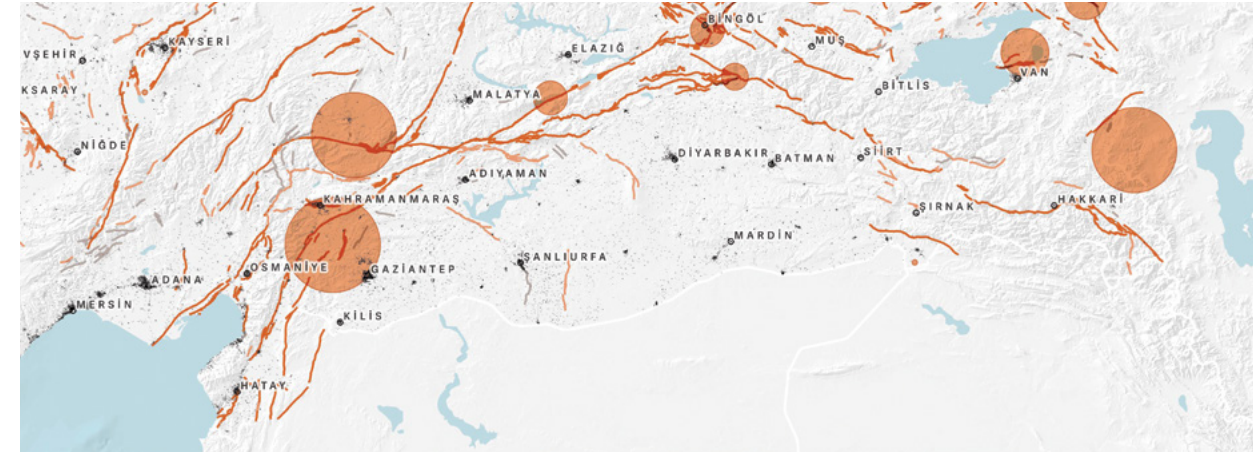
1. İmamoğlu, M.Ş., Çetin, E. (2007) Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Yakın Yöresinin Depremselliği, *D.Ü. Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9, 93-103.

2. Doğruyol, M. (2021) Siirt İli Deprem Tehlike Analizi, *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 7(1), 149-158.



Şekil 9 • Anadolu levhasının doğu kesiminin tektonik özellikleri.

Şekil 10 • Bitlis-Zagros Çarpışma Kuşağı'nın (BZÇK) tektonik özellikleri.



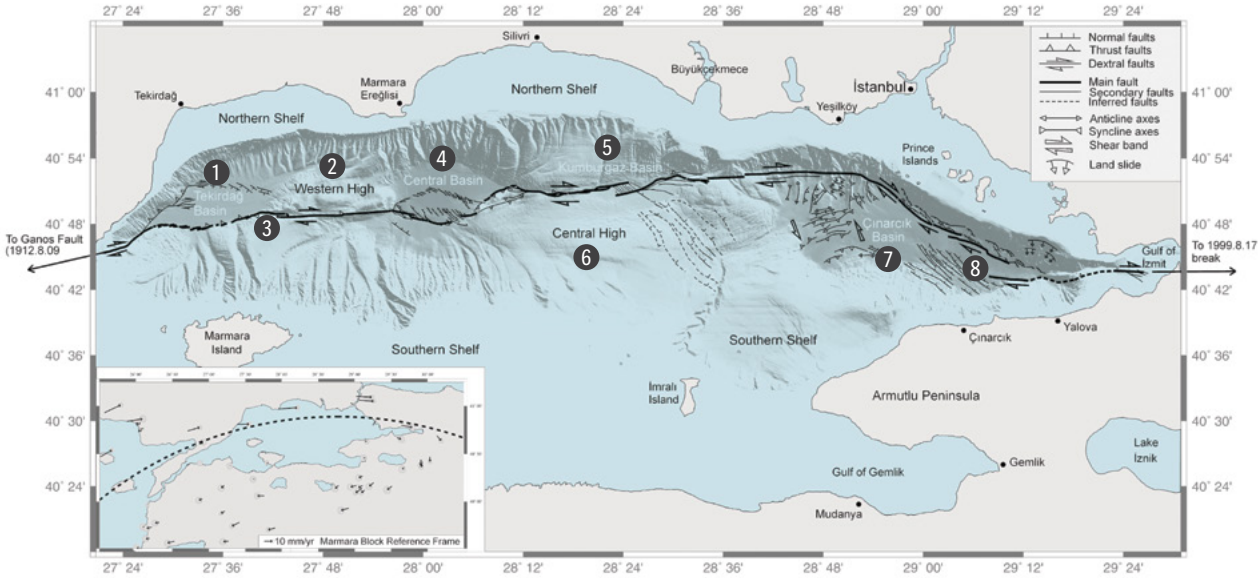


3. Şengör, A. M. C., Tüysüz, O., İmren, C., Sakiç, M., Eyidoğan, H., Görür, N., Le Pichon, X., & Rangin, C. (2005). The North Anatolian Fault: A New Look. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* (Vol. 33, Issue 1, pp. 37–112).

4. Görür, N., 2021. Beklenen Marmara Depremi. Editör: S. Erdoğan, *İstanbul'un Deprem Gerçeği*, İBB Kültür A.Ş., s.76–109.

### Beklenen Marmara Depremi

Marmara Bölgesi büyük bir deprem tehdidi altında. Bu tehdit Marmara Denizi içerisindeki Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) kuzey kolundan ileri geliyor. KAF'ın kuzey koluna Marmara Fayı da denilir (Mf). Mf tümüyle deniz içinde ve yaklaşık 160 km uzunluğundadır. Marmara Denizi'nin kuzey sahillerine yakın seyreden bu fayın kırılmasıyla oluşacak depremin 7,2–7,6 Ml büyüklüğünde olması bekleniyor. Marmara Depremi gerçekleştiği takdirde Marmara Bölgesi genelinde, İstanbul Kenti de özelde ciddi bir şekilde etkilenecek.<sup>3 4</sup> (Şekil 11)



Şekil 11 • Marmara Fay Zonu (1- Tekirdağ Çukurluğu, 2- Batı Marmara Sırtı, 3- Tekirdağ Fayı, 4- Orta Marmara Çukurluğu, 5- Kumburgaz Fayı, 6- Orta Marmara Sırtı, 7- Çınarcık Havzası, 8- Adalar Fayı). Uyarıldığı kaynak: Le Pichon, X., Şengör, A. M. C., Demirbağ, E., Rangin, C., İmren, C., Armijo, R., Görür, N., Çağatay, N., Mercier de Lepinay, B., Meyer, B., Saatçılar, R., & Tok, B. (2001). The Active Main Marmara Fault. *Earth and Planetary Science Letters* (Vol. 192 (4), ss. 595–616).

5. Parsons, T., Toda, S., Stein, R.S., Barka, A. ve Dieterich, J.H. (2000) Heightened Odds of Large Earthquakes Near Istanbul: An Interaction-Based Probability Calculation. *Science* (Vol. 288 (5466), ss.661–665).

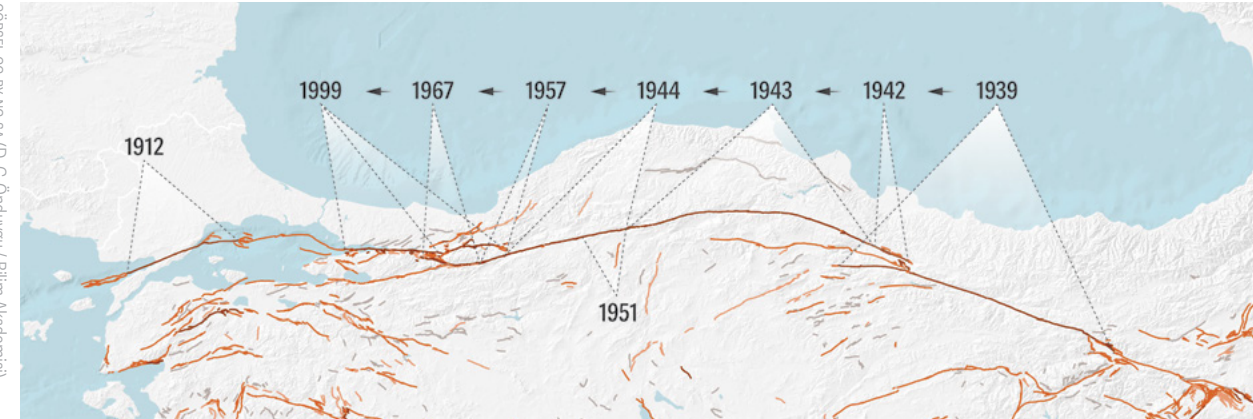
6. Parsons, T. (2004). Recalculated probability of  $M \geq 7$  earthquakes beneath the Sea of Marmara, Turkey. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* (Vol. 109 (B5)).

### MARMARA DENİZİ'NDE NEDEN DEPREM BEKLİYORUZ?

1999 Gölcük Depremi'nden sonra Marmara Bölgesi'nde büyük bir deprem alarmı verildi. Yeni depremin 30 yıl içerisinde olma olasılığının yüksek olduğu belirtildi.<sup>5 6</sup> Uyarıların esas itibarıyla dört nedeni vardı:

- Birincisi KAF'ın depremleri doğudan batıya doğru taşıma alışkanlığıydı (deprem göçü). Özellikle 20. yüzyılda bu fay üzerinde meydana gelen depremler – örneğin, 1939 Erzincan (7,9 Ms), 1942 Niksar-Erbaa (7,0 Ms), 1943 Ladik-Tosya (7,2 Ms), 1944 Bolu-Gerede (7,3 Ms), 1957 Abant (7,1 Ms), 1967 Adapazarı-Mudurnu (6,8 Ms), 1999 İzmit-Gölcük (7,6 Mw) ve aynı yıl Düzce (7,1 Mw) – bu göçü açık bir şekilde yansıtır (Şekil 12). Son İzmit Depremi'nin batısında Marmara Denizi olması bundan sonraki depremin bu denizde olacağına işaret ediyor.

GÖRSEL CC-BY-NC-SA (D. C. Öndüğü / Bilim Akademisi)



Şekil 12 • KAF üzerinde depremlerin batıya doğru göçü. Uyarıldığı kaynaklar: Barka, A. (1992). The North Anatolian Fault Zone. *Annales Tectonicae* (Vol. 6, Special Issue, ss. 164–195). Barka, A. (1996). Slip distribution along the North Anatolian fault associated with the large earthquakes of the period 1939 to 1967. *Bulletin of the Seismological Society of America* (Vol. 86 (5), ss. 1238–1254).

- Marmara'da verilen alarmın ikinci nedeni son İzmit Depremi'nden sonra Marmara Denizi'nin sismik bir boşluk haline gelmesidir. 1912'de bu denizin batısında Şarköy Depremi, doğusunda ise 1999 İzmit Depremi meydana geldi. İkisinin arasındaki Marmara Fayı'nda ise 1766'dan beri hiç deprem olmadı yani Marmara Denizi sismik bir boşluk. Jeolojik kaideye göre sismik boşluklar muhakkak bir depremle doldurulmak zorundadır. Başka bir deyişle Marmara Fayı en yakın zamanda kırılarak bu boşluğu dolduracaktır.
- Üçüncü neden Marmara Fayı'nın deprem üretme tekerrür periyodunun dolmuş olmasıdır. Tarihi kayıtlara, paleo-sismik ve GPS verilerine göre Marmara Fayı 250 senede bir 7,0 ve

7. Bohnhoff, M., Bulut, F., Dresen, G., Malin, P. E., Eken, T., & Aktar, M. (2013). An earthquake gap south of Istanbul. *Nature Communications* (Vol. 4, Issue 1).

8. Schmittbuhl, J., Karabulut, H., Lengliné, O., & Bouchon, M. (2016). Seismicity distribution and locking depth along the Main Marmara Fault, Turkey. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* (Vol. 17 (3), ss. 954–965).

**Kilitli fay:** Fay boyunca belirli bir kısmın veya fayın tamamının sürtünme nedeniyle hareket edememesidir. Ancak kilitli yerde zamanla yeterli stres birikirse sürtünme kuvveti yenilir ve hareket, yani deprem, olur. (Stres, birim alana düşen kuvvettir.)

9. Armijo, R. vd. (2005). Submarine fault scarps in the Sea of Marmara pull-apart (North Anatolian Fault): Implications for seismic hazard in Istanbul. In *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* (Vol. 6 (6)).

10. Kuzucu, K., 2021. İstanbul'un 2000 Yıllık Deprem Tarihi. Editör: S. Erdoğan, *İstanbul'un Deprem Gerçeği*, İBB Kültür A.Ş., s.12–73.

üzeri deprem üretiyor. Bu fay üzerinde gerçekleşen en son deprem 1766 İstanbul Depremi. Bu tarihin üzerine 250 sene eklerseniz bugünlere gelirsiniz.

- Marmara'da deprem beklememizin dördüncü nedeni ise 1999 İzmit Depremi'nin Marmara Fayı'na önemli bir miktarda stres transfer etmiş olmasıdır. Transfer edilen bu stresin Marmara Fayı'nı erken harekete geçirme olasılığı büyüktür.

#### MARMARA DEPREMİ SENARYOSU

Marmara Fayı üç kola ayrılıyor. Adalar, Kumburgaz ve Tekirdağ Fay kolları (**Şekil 11**). Adalar Fayı yaklaşık 45 km uzunlukta olup Prens Adaları'nın güneyinde kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzanıyor. Bu fay kilitli bir fay.<sup>7 8</sup> Kırıldığı zaman en fazla 6 mertebesinde deprem üretecektir. Kumburgaz Fayı 65–70 km uzunluğunda. Yeşilköy açıkları ile Silivri açıkları arasında yer alıyor. Bu fay da kilitli. Kırıldığı takdirde minimum 7,2 büyüklüğünde deprem üretecektir. Tekirdağ Fay Kolu ise Silivri açıklarından Ganos Fayı'na kadar doğu-batı doğrultusunda uzanır ve 71 km kadardır. 7,1 büyüklükte deprem üretme potansiyeli vardır.

Marmara'da yapılan deniz çalışmalarında bu fayın 1912 Şarköy Depremi'nde kırılmış olabileceğine dair bazı veriler elde edildi.<sup>9</sup> Muhtemelen beklenen Marmara Depremi'nde bu fay kırılmayacak. Deprem ya Kumburgaz ya Adalar ya da her ikisinin aynı anda birlikte kırılmasıyla gerçekleşecek. Bu durumda depremin büyüklüğü 7,6'ya kadar çıkabilir. 1766'da parçalı kırılma olmuş ve İstanbul'da birkaç ay arayla 7'den büyük iki deprem meydana gelmişti.<sup>10</sup>



**Depremler, 1990-2024** (Veri kaynağı: USGS)



**Tektonik levha sınırları** (Veri kaynağı: Bird 2003)

Taban harita: Mapzen Global Terrain ve Natural Earth

GÖRSEL CC-BY-NC-SA (D.C. Önduygu / Bilim Akademisi)

# Deprem Dirençli Kentler için bir Yol Haritası

NACİ GÖRÜR






**Deprem dirençli kentler oluşturabilmek için bir kentin tüm bileşenlerini deprem dirençli hale getirmek gerekir.**

**DEPREMLER SIRASINDA** afet boyutunda can ve mal kaybı vermeden, deprem sonrasında kısa sürede günlük yaşama dönebilen kentlere deprem dirençli kentler diyoruz.

Bir önceki bölümde Türkiye'nin bir deprem ülkesi olduğunu ve her an büyük bir deprem olabileceğini anlatmaya çalıştım. Depremleri durduramayız ve her büyük depremde 6 Şubat 2023'te olduğu gibi, on binlerce insanımızı toprağa veremeyiz. Yapabileceğimiz tek şey ülkemizdeki yerleşim alanlarını deprem dirençli kentler haline getirmektir. Bunu başarmış ülkeler var ve bu ülkelerde büyük depremlerde neredeyse hiç can kaybı olmuyor, hayat kısa sürede eski haline dönüyor. Demek ki bunu biz de yapabiliriz.

Deprem dirençli kentler oluşturabilmek için bir kentin tüm bileşenlerini deprem dirençli hale getirmek gerekir. Bir kentin bileşenleri şunlardır: Yönetim, halk, altyapı, yapı stoku, ekosistem/çevre ve ekonomi/iş dünyası. Bileşenleri deprem dirençli hale getirme çalışmalarına girişmeden önce ise bazı hazırlık çalışmaları yapılması gerekir. Aşağıda önce bu hazırlık çalışmalarından sonra da kentin her bileşeninin nasıl deprem dirençli hale getirilebileceğinden bahsedeceğim. Bu bölümde ele alınan başlıklar hakkında uzmanların ayrıntılı görüşlerini kitabın bir sonraki bölümünde bulacaksınız.

## Ön Hazırlık

-  Deprem Yasası
-  Mikrobölgeleme Çalışmaları
-  Deprem (Yapı) Fonu

## Kent Bileşenlerinin Güçlendirilmesi

-  Yönetim
-  Halk
-  Altyapı
-  Yapı Stoku
-  Çevre/Ekosistem
-  Ekonomi/iş Dünyası





**Deprem yasası yerleşim alanlarını depreme hazırlarken ve kentsel dönüşüm uygularken karşımıza çıkan tüm güçlükleri çözüme kavuşturmalı, karar mekanizmalarını hızlandırmalı ve kamu yararına kesin bir tavır koymalıdır.**

## Ön hazırlık çalışmaları

### DEPREM YASASI

Ön hazırlık çalışmaları tüm ülkede deprem dirençli hale getirilecek yerleşim alanlarını kapsayacak ve onların depreme hazırlanmasını kolaylaştıracak bir deprem yasası olmalıdır. Yol haritası ölçeğe göre değişmeyeceğinden bu yasa kent, kaza, nahiye vb. yerleşim alanlarını da içermelidir. Deprem Yasası, güçlü, otoriter, şeffaf ve eşitlikçi olmalıdır. Bugün yerleşim alanlarını depreme hazırlarken ve kentsel dönüşüm uygularken karşımıza çıkan tüm güçlükleri çözüme kavuşturmalı, karar mekanizmalarını hızlandırmalı ve kamu yararına kesin bir tavır koymalıdır. Özet olarak kenti depreme hazırlarken gidişata karşı koyabilecek uygulamaları kaldırmalı ve dirençli yerleşim alanları oluşturma yolunu açmalıdır. Kent yönetiminin mikrobölgeleme verilerinin ışığı altında faaliyette bulunmasını sağlamalıdır. Bu yasa iktidarların tasarrufunda olmamalı, iktidar değişiminde bile yasanın kapsamı içerisindeki işler yeni gelen iktidarcı devam ettirilmelidir. Bu durumda belki de Deprem Yasası'na anayasal bir nitelik kazandırılmalıdır.

Elvin Evrim Yılmaz ve Zülfüye Yılmaz'ın deprem dirençli kentler oluşturma süreciyle ilişkili mevcut yasaları incelediği ve önerilerini kaleme aldığı "Hukuk Gözünde Afetlere Hazırlık ve Afetlerin Önlenmesi" başlıklı bölümü 46. sayfada bulabilirsiniz.

### MİKROBÖLGELEME

Mikrobölgeleme çalışmalarının amacı deprem bölgesini oluşturan tüm kayaların yer bilimsel özelliklerini ortaya çıkarmak ve deprem sırasında açığa çıkacak olan deprem dalgalarına karşı nasıl ve ne boyutta tepki vereceğini anlamaktır.

Bu çalışma şu araştırmaları kapsamalıdır: Topoğrafya, jeoloji, jeofizik, sondaj, geoteknik, radyo navigasyon (GPS), sıvılaşma, çökme/yerleşme ve kütle hareketleri. Topoğrafya deprem etkisini etkileyen bir faktördür. Fazla eğimli yamaçlar genellikle heyelan ve kaya düşmelerine neden olur. Ova ve vadiler depremde sıkıntılı yerlerdir. Jeoloji çalışmaları litoloji, stratigrafi, haritalama, yapısal jeoloji, neotektonik, hidrojeoloji, yeraltı jeolojisi, sıvılaşma, yerleşme ve kütle hareketleri hakkında bilgi verir. Özellikle yapısal jeoloji, neotektonik ve harita alma çalışmaları ile illerin "tehlike analizi" ortaya konulur. Deprem çalışmalarında tehlike analizi temel olarak "fay analizidir". Fay analizi çalışmalarında o

yerleşim alanlarını tehdit eden fay sisteminin özellikleri ayrıntılı olarak incelenir. Fayın niteliği, konumu, uzunluğu, geometrisi, derinliği, deprem üretme kapasitesi ve tekerrür periyodu fay analizi sırasında ortaya konur. Jeofizik araştırmalarla o bölgenin özellikle sismolojik özellikleri açıklanır. Kayma Dalga Hızı (VS30), En Büyük Yer Hızı (PGV), En Büyük Yer İvmesi, zemin titreşim periyodu, deprem şiddeti vb. belirlenir. Geoteknik araştırmalarla inceleme alanının zemin cinsi ve özellikleri bulunur ve deprem etkisi yeryüzüne taşınır.

Mikrobölgeleme çalışmaları sırasında yapılacak olan araştırmaların özellikleri ve deprem bölgelerindeki önemi 70. sayfada Atilla Ansal tarafından kaleme alınmıştır.



### YAPI FONU OLUŞTURULMASI

Kentleri deprem dirençli hale getirirken en pahalı ve zor konu kentin yapı stokunu güçlendirmek veya yenilemektir. Özellikle ekonomik durumu yeterli olmayan aileler için bu konu çok zordur. Evini yeniden yapacak veya güçlendirecek olanlara uygun kredi olanağı sağlamak gereklidir. Ülkemizdeki bankalar uygun faiz ve süreler ile bunu yapabilirler. Bankaların bu işlevi yerine getirebilmesi için ise ülke çapında bir deprem yapı fonu kurulmalıdır. Devlet ve Merkez Bankası garantisi altında çalışacak olan bu fon bankaların gayrimenkul ipoteklerini bono, tahvil vb. değerli kâğıtlar haline getirerek yurt dışı yatırımcıların hizmetine sunmaları gerekir. Yurt dışı yatırımcıların bu tür garantili yatırımlara uzak durmayacağı düşünülmektedir. Bu suretle oluşturulacak olan yurt dışı yatırımcı-bankalar-vatandaş zinciri vasıtasıyla maliyet problemi çözülebilir. Deprem fonu geliştirilmesi konusu 78. sayfada Ebru Voyvoda, Alp Erinç Yeldan, Erol Taymaz ve Kamil Yılmaz tarafından ele alınmıştır.

## Deprem Dirençli bir kent için "kent bileşenleri"nin güçlendirilmesi

Yukarıda değinildiği gibi, bir kenti deprem dirençli hale getirmek için o kentin tüm bileşenlerini dirençli hale getirmek gerekir. Bu bileşenler yönetim sistemi, halk, altyapı, yapı stoku, ekosistem/çevre ve ekonomi/iş dünyasıdır.



### YÖNETİM SİSTEMİ

Depreme hazırlanacak bir kentin yönetim sistemi muhakkak mikrobölgeleme temelli olmalıdır. Kentte mekân kullanımı,





**Deprem farkındalığı olan bir yerel yönetici afet öncesinde, sırasında ve sonrasında kentinde ne yapabileceğinin farkındadır. Afet yönetiminde ve acil müdahalede tez canlıdır.**

1. Bilim Akademisi Deprem Tartışmaları: Çok Daha İyisini Yapabiliriz! (2024) Bilim Akademisi Yayınları.

kent gelişimi, altyapı, imar ve iskân durumları mikrobölgeleme esaslarına göre yapılmalıdır. Onun için bu husus hazırlanacak olan Deprem Yasasında yerini almalı ve gereken düzenlemeler yapılmalıdır.

İstanbul veya herhangi bir kentin deprem dirençli hale getirilmesinde gerçek sorumlu kurumlar yerel yönetimler olmalıdır. Ülkemizde yerel yönetici olarak valilik ve belediye başkanlığı vardır. Valilik hem devleti hem de hükümeti temsil eder. Belediye başkanı ise çoğu kez halk tarafından seçilmiş bir siyasetçidir. Yerel yöneticilerin deprem hakkında yeterli bilgi birikimi olmadığı takdirde yönettikleri kenti deprem dirençli yapmaları mümkün olmaz. Deprem donanımlı bir yerel yönetici kendi kentinin mikrobölgeleme bilgilerine hâkimdir. Depremi nereden nasıl geleceğini, nerenin depremin etkisini büyüteceğini, sivilaşmanın ve kütle hareketlerinin nerede olacağını, nereye imar ve iskân vereceğini, kentte mekân kullanımının nasıl olması ve yapı stokunun nasıl gelişmesi gerektiğini vb. bilir. Deprem farkındalığı olan bir yerel yönetici afet öncesinde, sırasında ve sonrasında kentinde ne yapabileceğinin farkındadır. Afet yönetiminde ve acil müdahalede tez canlıdır.

Ülkemizde vali atanır ve belediye başkanı seçilir. Bu yöneticilerin deprem hakkında hiçbir bilgisi olmayabilir. Ama koltuğa oturduğu an kenti ve depremi yönetir. Bu durum deprem kentlerinde kabul edilebilir bir şey değildir. Bu tür yerlere vali atanırken ve belediye başkanı seçildikten sonra bu yöneticiler muhakkak deprem kentini yönetme eğitimine tabi tutulmalıdır. Bu eğitimde tüm yerel yöneticiler özellikle depremin oluşumu, Türkiye'nin depremselliği, fay sistemleri, fay analizi, tehlike analizi, afet yönetimi, acil müdahale ve deprem dirençli kentler konusunda kurs ve ehliyet almalıdır. Bu ehliyeti sağlayacak eğitimlerin, alanında uzman bilim insanları tarafından hazırlandığı ve güncellendiği bir sistem kurulabilir.

Türkiye özelinde afet yönetimini etkileyen tehditleri ve fırsatları ele alan "Bilim Akademisi Deprem Tartışmaları: Çok Daha İyisini Yapabiliriz!"<sup>1</sup> başlıklı kitapta uzman görüşlerini bulabilirsiniz.



#### **HALK**

Bir deprem kentinin halkı eğer depreme hazırlıklı değilse, yani deprem bilgisi, birikimi, farkındalığı ve deprem kültürü yoksa o kenti depreme hazırlamak mümkün olmaz. Deprem bilinci



**Deprem dirençli kentlerin en bariz özelliği deprem kültürüne haiz halktır.**

olmayan bir toplumdan kendisini /çevresini depreme hazırlamasını ve yöneticilerden bu yönde talepte bulunmasını beklemek yanlış olur. Deprem bilinci olmayan bir toplumda binasına imara ve iskâna aykırı bağlantı, çıkıntı ve eklentileri yapmaktan geri durmayanlar olabilir. Yerel yönetimleri deprem açısından sıkıntılı uygulamalara zorlamak, merkezî yönetimden imar barışları ve af talebi söz konusu olur. Deprem kültürü olmayan bir topluluk deprem öncesi, sırası ve sonrasında nasıl davranacağını bilmez, bu da deprem sırasında paniğe ve can kaybına yol açar.

Deprem dirençli kentlerin en bariz özelliği deprem kültürüne haiz halktır. Bu kültürdeki insanlar deprem zararlarını artırıcı bir şey yapmadıkları gibi, yapanlara da karşı çıkar ve uyarırlar. Böyle bir toplum oluşturmamanın tek yolu eğitimidir. Bu yol uzun ve meşakkatlidir, sabır ister. Eğitim anaokulundan itibaren başlamalı ve tüm eğitim kurumlarında verilmelidir. Çocuklara deprem hakkında her türlü bilgi usulünce verilmelidir. Ders kitapları yazılmalı, tatbikatlar düzenlenmeli ve uygun zamanlarda tekrar edilmelidir. Günlük hayatta depremle ilgili kamu spotları hazırlanmalı ve medya ve sosyal medya yoluyla kamuoyu aydınlatılmalıdır.

Yerel yönetimlerin halk ile birlikte çalışması, güven tesis etmesi ve halkı deprem zararlarını azaltma ve hazırlıklı olma konularında güçlendirmeleri önemlidir.

Bu konu ayrıntılı olarak 88. sayfada Nuray Karancı, Canay Doğulu ve Gözde İkizer tarafından ele alınmıştır.



#### **ALTYAPI**

Depremi hasar verdiği en önemli yapı türlerinden biri de altyapı sistemleridir. Altyapı sistemleri arasında yol, köprü, tünel, baraj, içme suyu, kanalizasyon, doğal gaz ve iletişim şebekeleri sayılabilir. Bu yapılar büyük depremlerde ciddi zarar görür ve o kentte yaşamı çok zorlaştırırlar. Bunun en yakın örneği 6 Şubat depremlerinde alt yapısı tahrip olan Hatay ilimizdir. Altyapı hasarlarına neden olan hususlar arasında depremin büyüklüğü ve derinliği, yapının odak noktasına uzaklığı, zemin, sivilaşma, kütle hareketleri, yöredeki en büyük yer hızı, en büyük yer ivmesi, kayma dalgası hızı, altyapı malzemesinin cinsi vb. sayılabilir.

Mevcut altyapı deprem gelmeden önce incelenmeli ve gerekli yerlerde güçlendirilmelidir. Altyapının deprem güvenliği, yapının sağlamlığına, kaliteli malzeme kullanılıp kullanılmadığına, iyi mühendislik hizmeti alıp almadığına, fay hattı tarafından

kesilip kesilmediğine, içinden geçtiği zeminin özelliklerine ve esnekliğine bağlıdır.

Bu konu 98. sayfada Selçuk Toprak tarafından ayrıntılı olarak işlenmiştir.

#### **YAPI STOKU**

Ülkemizde yapı stokuyla ilgili ciddi sorunlar var. Bunun en yeni örneğini 6 Şubat depremlerinde, özellikle Hatay'da gördük. Binalarımız deprem güvenli değil. Benzer durum İstanbul için de geçerli. Bu kentteki yapı stokunun büyük çoğunlukla deprem dirençli olmadığı İstanbul İnşaat Mühendisleri Odası'nca dile getirildi. İstanbul için söylenen, yapıların genellikle imara ve iskâna uygun olmadığı, plan ve projelerinin önemli bir kısmının ya hiç bulunmadığı veya bunlara göre inşa edilmediği, yeterince mühendislik hizmeti almadığı, zemin etütlerine sahip olmadığı ve gecekondü mantığıyla kalitesiz malzemelerden yapılmış kaçak binaların ekseriyette olduğudur. Asıl sorun olan bu nitelikteki binaların herhangi bir planlamaya bağlı olmayarak genellikle bitişik nizam her türlü zemin üzerine dar sokak ve caddeler oluşturularak oturtulmuş olmasıdır. Bunlar yapılma evresinde ciddi bir gözetim ve denetime de tâbi olmamaktadır.

Herhangi bir yerde bu tür binalarla depremi beklemek mümkün değildir. Bu nitelikteki binalar orta büyüklükte depremlerde bile önemli hasar alır ve can kaybına neden olurlar. Ülkemizde depremlerde bu kadar fazla can kaybı vermemizin en önemli sebebi de budur. Kentleri depreme hazırlarken yapı stoku üzerinde dikkatlice durulmalıdır. Deprem güvensiz olanlar durumlarına göre ya yıkılıp yeniden yapılmalı ya da güçlendirilmelidir. Günümüzde inşaat teknolojileri binaları dirençli hale getirebilecek niteliktedir. Bu işleri birtakım yasalar çıkartarak, kira parası vererek veya halkın inisiyatifine terk ederek yapmak mümkün değildir. Hükümetin desteğiyle yerel yönetimler tarafından bizzat yapılmalıdır. Kent rezerv alanlarında içerisinde kimi yönetim tarafından geçici yerleşim alanları oluşturularak güvensiz ev sahipleri evleri yapıncaya kadar buralarda misafir edilebilir. Bu hem insanlar tarafından kabul görür hem de kira masraflarının geçici yerleşim alanlarında kullanılmasını sağlar.

Ülkemizde yöneticiler kentleri depreme hazırlama denildiğinde tek işin yapı stokunu depreme hazırlamak olduğunu anlarlar. Kentsel dönüşüm projelerinde de neredeyse tamamen bu işe ağırlık verirler. Hâlbuki son depremler gösterdi ki altyapı



**Kentsel dönüşüm  
projesini bir  
müteahhitlik  
projesi olarak  
algılamak ve kentte  
yapı yoğunluğunu  
artırmak doğru  
değildir.**

olmazsa, çevre tahrip edilmişse yaşam mümkün değildir. O halde kentsel dönüşüm o kentin bütün bileşenlerinin bütüncül bir anlayışı ile deprem güvenli hale getirilmesiyle mümkündür. Kentsel dönüşüm projesini bir müteahhitlik projesi olarak algılamak ve kentte yapı yoğunluğunu artırmak doğru değildir. Deprem dirençli yapı stoku ile ilgili ayrıntılar 112. sayfada Fatih Sütçü ve 134. sayfada İdris Bedirhanoglu tarafından kaleme alınmıştır.

#### **EKOSİSTEM/ÇEVRE**

Ekosistemi sağlıklı yaşam koşulları diye tanımlamak mümkündür. Temiz hava, temiz su, temiz toprak, doğal tarım, özgün fauna ve flora ekosistemin bileşenleridir. Deprem bir ekosistem ve çevre felaketi olabilir. Yıkılan binlerce ev, açığa çıkan toz ve molozlar, toprağa sızan kanalizasyon, etrafa saçılan parlayıcı, patlayıcı, toksik ve kimyasal maddeler ekosistemi tahrip eder ve çevreyi kirletirler. Depremde meydana çıkan molozlar geri dönüşüme tâbi tutulmaz ve usulüne göre bertaraf edilmezse uzun yıllar doğanın ve halkın sağlığını tehdit edecek unsurlar oluşturmaya devam ederler. Bu durum bugün güneydoğuda yaşanıyor. Burada 6 Şubat deprem molozları uluslararası kaidelere göre bertaraf edilmeyecek yerleşim yerlerine yakın yerlerde depolanmış durumda. Bu inşaat molozlarının bileşiminde asbest dâhil birçok şey toksik madde var. Bu kirlilik zamanla akarsu, göl ve denizlere ulaşarak çevre kirliliğine sebep olacaktır. Bu kirlilik besin zinciri vasıtasıyla tekrar insanlara dönecektir.

Deprem gelmeden önce depreme hazırlanacak kentte olabilecek bina kaybını göz önüne almak suretiyle açığa çıkacak olan moloz miktarını hesaplamak mümkündür. Bu molozun önemli bir kısmı geri dönüşüme tabi tutularak ekonomik kazanç sağlanabilir. Geri kalanı geçirimsiz yerlerde depolanarak veya özel membranlarla bohçalanarak hava ve su ile irtibatları kesilir ve gömülür. Bu alanların çimlenip ağaçlandırılarak deprem parklarına dönüştürülmesi de yaygındır. Deprem dirençli çevresel altyapı ve atık yönetimi 162. sayfada Seval Sözen tarafından ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

#### **İŞ DÜNYASI**

Deprem hemen hemen her ekonomik sektörü negatif olarak etkileyen bir felakettir. Büyük depremler etkili oldukları yerlerde genellikle ekonomiye büyük zarar verirler. Bunun en yeni örneği 6 Şubat depremlerinde ülkemizde oldu. Güneydoğu

Anadolu'da ekonomik açıdan Anadolu'nun kaplanları denilen illerimizde ekonominin çarkları çok büyük ölçüde durdu. İş yerlerinin ekipleri, ekipmanları, binaları, depoları, stokları, vb. zarar gördü. Üretimleri ve siparişleri durdu, müşteri kaybettiler, pazar kaybettiler, rekabet güçleri bitti ve her şeyden önemlisi zaman kaybettiler. Bölgenin kendine gelmesi muhtemelen yıllar alacaktır.

Bir kenti deprem dirençli hale getirirken onun iş dünyasını ve ekonomisini de muhakkak depreme hazırlamak ve deprem dirençli hale getirmek gerekir. Ekonomik tesislerin deprem dirençliliği, binalarının, altyapılarının, ekipmanlarının, stok alanlarının ve ekiplerinin deprem güvenliği ile sağlanır. Binalarının deprem performansları geçerli deprem yönetmeliklerine uygun olmalıdır. Altyapılarının deprem analizlerinin yapılarak dirençsiz yerler değiştirilmeli, daha güçlü ve esnek olmaları sağlanmalıdır. Üretim tesisleri içerisindeki ekipmanlar uluslararası deprem standartlarına göre yerleştirilmeli ve beklenen depremin özelliklerine göre yanal ve düşey sapmalara karşı gerekli toleransı göstermelidir. Ekiplerin deprem dirençli yerlerde iskân edilmeleri sağlanmalıdır.

İş dünyasının depreme dirençlilik kazanması için atılması gereken adımlar 178. sayfada Orhan Turan tarafından kaleme alınmış; bir kentin ekonomisinin deprem dirençli hale getirilmesi için yapılabilecekler Ebru Voyvoda, Alp Erinç Yeldan, Erol Taymaz ve Kamil Yılmaz tarafından 78. sayfada irdelenmiştir.

## BÖLÜM II

# ÖN HAZIRLIK VE KENT BİLEŞENLERİNİN GÜÇLENDİRİLMESİ

# Hukuk Gözünden Afetlere Hazırlık ve Afetlerin Önlenmesi

ELVİN EVRİM DALKILIÇ, ZÜLFİYE YILMAZ  
Bilkent Üniversitesi, Hukuk Fakültesi

1. IPCC (2012) A Special Report of Working Groups I and II "Determinants of Risk: Exposure and Vulnerability" Cambridge University Press, s. 65–108.

2. Yokohama Strategy and Plan of Action for a Safer World: Guidelines for natural disaster prevention, preparedness and mitigation (Mayıs 1994) UNDRR websitesi, <https://tinyurl.com/55crrurk>, Erişim: Temmuz 2024.

3. Hyogo Framework for Action 2005–2015: Building the resilience of nations and communities to disasters (Ocak 2005) UNDRR websitesi, <https://tinyurl.com/yp53nf9t>, Erişim: Temmuz 2024.

4. Sendai Afet Risk Azaltma Çerçevesi (2015–2030), UCLG-MEWA Yayını, <https://tinyurl.com/2s4dsxc6>, Erişim: Temmuz 2024.

## Genel çerçeve ve sorun tespiti

Afet yönetimi, risk azaltma/önleme, hazırlık/müdahale ve rehabilitasyon olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır. Bu bölümde, deprem özelinde afet yönetiminin risk azaltma/önleme aşamasına odaklanarak mevcut mevzuatın sunduğu imkânlar ele alınacak ve hukuki öneriler sunulacaktır. Teknik afet yönetimi terminolojisine göre afet riski; riskin niteliği, maruz kalabilirlik ve zarar görülebilirlik ekseninde bir değerlendirme ile tespit edilmektedir.<sup>1</sup>

Afetler için risk azaltma/önleme aşaması, farklı afet türlerine göre özelleştirilebilir. Bu aşama, potansiyel risklerin tespiti, zararların azaltılması ve yıkımın önlenmesi için bir dizi önlem içerir. Kentsel planlama, imar düzenlemeleri, yapı denetimi, iş güvenliği, çevre ve halk sağlığı gibi alanlarda yapılan kamu hizmeti ve kolluk faaliyetleri, afeti merkeze alan bütünlük bir afet yönetimi gerektirir. Birleşmiş Milletler'in 1990'lı yıllarda yoğunlaşan dünya çapında afet önleme stratejileri belirleme girişimleri, 1994'te "Daha Güvenli bir Dünya için Yokohama Stratejisi: Doğal Afetler Önleme, Hazırlık ve Azaltma İlkeleri",<sup>2</sup> 2005–2015 arasını kapsayan Hyogo Uluslar ve Topluluklarda Afetlere Direncin Oluşturulması Çerçeve Eylem Planı<sup>3</sup> ve nihayet 2015–2030 arasında ise Afet Riskinin Azaltılması Sendai Çerçevesi ile somutlaştırılmıştır.<sup>4</sup>

Sendai Çerçevesine göre;

Afet risk yönetimi için politikalar ve uygulamalar kırılganlık, kapasite, insan ve malların maruziyeti, tehlikenin özellikleri ve çevre boyutları gibi unsurların tamamı göz önünde bulundurularak afet riski anlayışına dayandırılmalıdır. Bu tip bir bilgi önleme, zarar azaltma, uygun hazırlığın geliştirilmesi ve bunun uygulanması ve afetlere karşı etkin müdahale için afet öncesi risk değerlendirmesini kuvvetlendirebilir.



## Yürürlükteki Anayasada, hukuk devleti, sosyal devlet, insan haklarına saygılı ve demokratik devlet ilkelerinin yansıması olan düzenlemeler, devletin afet alanındaki yükümlülüklerinin dayanağını oluşturabilecek açıklıktadır.

8. Anayasa, Mad. 2.

Bütünleşik afet yönetimi, merkezî ve yerel kamu idarelerinin sürekli ve iş birliği içinde hareket etmesini zorunlu kılmaktadır. Türkiye'nin üniter devlet yapısı gereği, merkezî idarenin (Cumhurbaşkanlığı teşkilatı, bakanlıklar ve bağlı birimler) hiyerarşik amiri Cumhurbaşkanı<sup>5</sup> iken yerinden yönetim esasına göre çalışan yerel yönetimler<sup>6</sup> ile kentlerin planlamasından yapı denetimine birçok alanda uzmanlık sağlayan kamu kurumu niteliğinde meslek kuruluşları olan odalar da<sup>7</sup> afet yönetiminde karşımıza çıkan kamu idareleri arasında yer almaktadır.

Afet öncesinde yapılması gereken hazırlık ve önleme faaliyetleri arasında, deprem risk haritalarının oluşturulması, risk azaltma ve sakinim planlarının yapılması, riskli binaların tespiti ve güçlendirilmesi, kentsel dönüşüm, binaların tahliyesi, yıkımı ve yeniden inşası gibi tedbirler yer alır. Ayrıca, zorunlu deprem sigortası gibi tedbirler de afet sonrası olduğu kadar önleme bakımından da hayatidir.

Birleşmiş Milletler Sendai Afet Riski Azaltma Çerçeve Belgesi, afetlerin insan, çevre ve mal varlığı üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi, acil müdahale planlamasını, tatbikat ve eğitimleri, acil uyarı sistemlerinin kurulmasını içeren hazırlık aşamasında yapılması gerekenleri tanımlar. Bağlayıcı bir uluslararası sözleşme olmasa da Sendai Çerçevesi tüm devletlere afetlerin önlenmesi konusunda yol gösterici ilkeler sunar.

Sendai Çerçevesinin bütünleşik afet yönetimi sistematığı; afet hukuku ve afet kamu yönetimi alanını düzenleyen yasama ve yürütme başta olmak üzere, bu alanda uygulamayı yapan merkezî idare ve yerel yönetimlerin, afet yönetiminde yetkilendirilmiş/ sorumluluk verilmiş diğer makam ya da özel kişilerin yükümlülüklerinin kapsamının belirlenmesi için dikkate alınmalıdır.

Türkiye hukuk sisteminde, normlar hiyerarşisi doğrultusunda Anayasadan başlayarak kanunlar, uluslararası sözleşmeler, cumhurbaşkanlığı kararnameleri ile bunlara dayanan, bunların uygulamasını gösteren ikincil/türev işlemler, afetlerin önlenmesi konusunda devletin görevleri ile vatandaşların hak ve yükümlülüklerinin tespitinde dikkate alınmaktadır.

Yürürlükteki Anayasada afet yönetimine doğrudan atıf olmasa da Cumhuriyet'in nitelikleri arasında sayılan hukuk devleti, sosyal devlet, insan haklarına saygılı ve demokratik devlet ilkelerinin<sup>8</sup> yansıması olan aşağıdaki düzenlemeler, devletin afet alanındaki yükümlülüklerinin dayanağını oluşturabilecek açıklıktadır.

5. Anayasa, Mad. 123, 126. (Bu yazıda 9 Kasım 1982'de yürürlüğe giren T.C. Anayasasına "Anayasa" olarak atıf verilecektir.)

6. Yer bakımından yerinden yönetim kuruluşları – Anayasa, Mad. 127.

7. Hizmet bakımından yerinden yönetim kuruluşları – Anayasa, Mad. 135.

9. Anayasa, Mad. 5.

10. Anayasa, Mad. 57.

11. Anayasa, Mad. 56.

12. Anayasa, Mad. 17.

13. Anayasa, Mad. 23.

14. Anayasa, Mad. 35.

15. Anayasa, Mad. 21.

16. Anayasa, Mad. 20.

17. Anayasa, Mad. 61.

18. Anayasa, Mad. 125.

19. Anayasa, Mad. 13.

Afet yönetimi alanındaki, yetkili makamların sorumluluğunun esasları bakımından öncelikle anılması gereken düzenlemeler şunlardır:

- ▶ Devletin, kişilerin ve toplumun refah, huzur ve mutluluğunu sağlamak; sosyal hukuk devleti ve adalet ilkeleriyle bağdaşmayacak surette temel hakları sınırlayan siyasal, ekonomik ve sosyal engelleri kaldırmaya, insanın maddi ve manevi varlığının gelişmesi için gerekli şartları hazırlamaya çalışmak görevi,<sup>9</sup>
- ▶ Devletin, şehirlerin özelliklerini ve çevre şartlarını gözetken bir planlama çerçevesinde, devletin konut ihtiyacını karşılayacak tedbirleri alması ve ayrıca toplu konut teşebbüslerini desteklemesi yükümlülüğü,<sup>10</sup>
- ▶ Herkesin sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahip olması ve çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemenin Devletin ve vatandaşların ödevi olması,<sup>11</sup>
- ▶ Herkes, yaşama, maddi ve manevi varlığını koruma ve geliştirme hakkına sahip olması ve insan onuru ile bağdaşmayan muameleye maruz bırakılamaması,<sup>12</sup>
- ▶ Herkesin yerleşme ve seyahat hürriyetine sahip olması ve yerleşme hürriyetinin ancak suç işlenmesini önlemek, sosyal ve ekonomik gelişmeyi sağlamak, sağlıklı ve düzenli kentleşmeyi gerçekleştirmek ve kamu mallarını korumak amaçlarıyla sınırlandırılabilmesi,<sup>13</sup>
- ▶ Herkesin mülkiyet hakkına sahip olması ve bu hakkın ancak kamu yararı amacıyla sınırlandırılabilmesi ve mülkiyet hakkının toplum yararına aykırı kullanılmaması,<sup>14</sup>
- ▶ Konut dokunulmazlığı<sup>15</sup> ile bağlantılı olarak herkesin özel ve aile yaşamına saygı gösterilmesini isteme hakkı,<sup>16</sup>
- ▶ Devletin engellilerin, yaşlıların, korunmaya muhtaç çocukların insan onuruna yaraşır koşullarda korunması ve topluma kazandırılmaları için sosyal güvenlik sistemi kapsamında önlem alma ödevi,<sup>17</sup>
- ▶ İdarenin her türlü eylem ve işlemine karşı yargı yolunun açık olması,<sup>18</sup>
- ▶ Temel hakların özlerine dokunulmadan, yalnızca anayasanın ilgili maddelerinde belirtilen sebeplerle ve kanunla sınırlandırılabilmesi; sınırlandırmanın anayasanın sözüne ve ruhuna, demokratik toplum düzeninin ve lâik Cumhuriyetin gereklerine ve ölçülülük ilkesine aykırı olamaması,<sup>19</sup>



- Devletin, sosyal ve ekonomik alanlarda Anayasa ile belirlenen görevlerini, bu görevlerin amaçlarına uygun öncelikleri gözeterek malî kaynaklarının yeterliliği ölçüsünde yerine getirmesi yükümlülüğü,<sup>20</sup>

Anayasada sayılan bu hak ve özgürlükler ile kamu makamlarının afet yönetiminden kaynaklı insan hakları sorumluluğu, Türkiye'nin taraf olduğu Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi, Birleşmiş Milletler Medeni ve Siyasi Haklar Sözleşmesi, Ekonomik, Sosyal ve Kültürel Haklar Sözleşmesi, Kadınlara Karşı Her Türü Ayrımcılığın Önlenmesine dair CEDAW sözleşmesi gibi bağlayıcı metinler ve bunların denetim mekanizmalarının içtihadı<sup>21</sup> ile desteklenmektedir.

Türkiye'de afetlere hazırlık aşamasında yapılması gerekenlere dair; anayasadan kaynağını alan kanunlar, olağan cumhurbaşkanlığı kararnameleri, olağanüstü hâl cumhurbaşkanlığı kararnameleri yanında bunlara dayanan yönetmelik ve diğer ikincil işlemler yoluyla çok sayıda düzenleme mevcuttur. Kentlerin planlamasından, afet yönetimi alanına dek yetkili ve görevli makamlar doğrudan bu mevzuatta düzenlenmektedir.

Haliyle sorun anayasal ya da yasal dayanak yokluğundan değil, mevzuatın kalite sorunu ile uygulamadaki standartsızlık ve denetimsizlikten kaynaklanmaktadır.

Örneğin afet yönetimi alanındaki temel sorunlardan biri mevzuat dağınıklığı yanında yetkili ve görevli makamların yetkilerinin ve sorumluluklarının kapsamının açık, öngörülebilir olmaması ve hatta bazı hallerde (özellikle ikincil düzenlemelerin) erişilebilirliğinin zayıf olmasıdır.

Bu husus, kamu yönetiminde görevli olmakla birlikte afet yönetimi uzmanı olmayan merkezî idare ve yerel yöneticilerin alacağı karar ve yapacağı uygulamalarda görev ve yetki çatışmasına; sorumluluklarını yerine getirememelerine ve hak sahiplerinin bir bütün olarak kamu idaresinden neyi talep edebileceğini bilememesine neden olmakta ve sonuç olarak kamu idareleri ile halk arasında afet yönetiminde güven ve meşruiyet sorunu ortaya çıkmaktadır.

Sorun tespitinde değinilmesi gereken bir diğer nokta, afetlere hazırlık aşamasında alınacak tedbirlerde bilimsel ve teknik uyarılara rağmen çok geç kalınmasıdır. Halbuki mevzuata baktığımızda merkezî idare ve yerel yönetimlerin olağan işleyiş içerisindeki görevleri arasında afetlerin önlenmesine dair çokça

21. 10 İlde Deprem Nedeniyle Gündeme Gelen Hak İhlallerinin Giderilmesi İçin Anayasa ve İdare Hukuku Kapsamında Sorumluluk (20 Şubat 2023) *Bilkent Üniversitesi İnsan Hakları Çalışmaları Uygulama ve Araştırma Merkezi Yayını*, <https://tinyurl.com/mvx2k5bj>, Erişim: Temmuz 2024.



**Sorun anayasal ya da yasal dayanak yokluğundan değil, mevzuatın kalite sorunu ile uygulamadaki standartsızlık ve denetimsizlikten kaynaklanmaktadır.**



**Mikrobölgelemenin tüm plan hiyerarşisinde dikkate alınması ve mikrobölgelemenin esaslarının, uygulayıcılar bakımından şüpheyi mahal vermeyecek açıklıkta düzenlenmesi gereklidir.**

yükümlülük düzenlenmiştir. Örneğin yapı denetiminin sorunsuz işleyişi, kentsel dönüşüm uygulamalarının önceden ve uygun yöntemlerle yapılması, afete maruz ya da maruz kalabilecek alanların tespiti ve ardından bu alanların dönüştürülmesi, halkın bilgilendirilmesi ve güvenceli bir sistem doğrultusunda afet yönetimine katılımının sağlanması afetlerin yıkıcı etkisini azaltabilecekken, bunların önceden gereği gibi yapılmaması ve denetlenmemesi, afet meydana geldikten sonra ortaya çıkan yıkıcı tablonun birincil nedenidir. Yapı denetimi, kentsel dönüşüm, afet riskli alanların dönüştürülmesi uygulamaları bakımından sorunları aşağıda detaylıca ele alacağız.

Dikkat çekilmesi gereken bir diğer nokta; kentlerin planlamasının, Türkiye'nin kalkınma, bölgesel gelişme ve kentsel planlarında, afet yönetiminin gerektirdiği teknik inceleme doğrultusunda gereği gibi yapılmamasıdır. Bu çalışmanın parçası olduğu elinizdeki eserde konunun teknik uzmanları tarafından da vurgulandığı gibi, mikrobölgelemenin tüm plan hiyerarşisinde dikkate alınması ve mikrobölgelemenin esaslarının, uygulayıcılar bakımından şüpheyi mahal vermeyecek açıklıkta düzenlenmesi gereklidir. Bununla birlikte yürürlükteki mevzuatta, bir kentin yaşam alanlarından sanayi bölgelerine, yerleşim politikalarını belirleyen mekânsal planlar yapılmadan önce mikrobölgelemenin zorunlu yöntem değil; alternatif yöntem olarak düzenlenmesi söz konusudur.

Son olarak merkezîleşmiş afet yönetimi esasını benimseyen Türkiye'de, ülke düzeyinde afet koordinasyon, müdahale ve onarım görevleriyle donatılmış İçişleri Bakanlığına bağlı AFAD'ın (Afet ve Acil Durum Başkanlığı) yapısının, kurumsal özerkliğinin ve kapasitesinin yeniden tasarlanması gerektiğini düşünmekteyiz. Bu noktada uzman koordinasyon kuruluşu ya da afet yönetiminin her aşamasında yetkili uygulama kuruluşu niteliklerinin ayrılması ve bu sayede diğer kurum ve kuruluşlarla yetki, görev ve sorumluluk çatışmasının önlenmesi gündeme alınabilecek bir husustur.

Söz konusu sorun tespitleri ışığında, afet risklerinin ve buna bağlı olarak insanî, çevresel zararların azaltılması için yapılması gerekenlere dair mevzuatın öngördüğü çözümleri ve tespit ettiğimiz sorunlara dair önerilerimizi yazının devamında bulabilirsiniz.

## Afetlerin önlenmesine dair Türkiye’de öne çıkan yöntemler ve bunların sorunları

### YAPI GÜVENLİĞİ VE YAPI DENETİMİ

Yapı güvenliği, yaşam hakkı, barınma/konut hakkı, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkı, mülkiyet hakkı gibi anayasal hakların hayata geçirilmesini sağlayan temel araçlardan biridir. Afetler gerçekleşmeden evvel alınması gereken önlemlerden biri de depreme dirençli yapı inşası ve bunların proje aşamasından itibaren yetkili makamlar tarafından denetlenmesi ile gereken önlemlerin alınmasıdır.

#### İlgili mevzuat

Bireysel ya da kamusal projelerde yapı denetiminin genel esaslarını belirleyen 3194 sayılı İmar Kanunu, denetimde yer alacak kişi ve makamların yetkinliği ve sorumluluğunun esaslarını somutlaştıran ise 4708 sayılı Yapı Denetimi Hakkında Kanun’dur. Yapı Denetimi Uygulama Yönetmeliği de ilgili 4708 sayılı Kanun doğrultusunda yapı denetim kuruluşları ile buralarda görev alacak mimar ve mühendislerin özelliklerini, proje müellifleri ve şantiye şeflerinin sorumluluklarını, yapı denetimi hizmet sözleşmelerinin yapılması ve feshindeki esasları detaylı bir şekilde düzenlemektedir.

Yapı denetiminde görev alacak mimar ve mühendisler, “İlgili mühendis ve mimar meslek odalarına üyeliği devam eden ve Bakanlıkça denetçi belgesi verilmiş mühendis ve mimarlar” olarak tanımlanmaktadır. Yapı projelerini hazırlayacak olan proje müellifleri ise, “Mimarlık, mühendislik tasarım hizmetlerini iştigal konusu olarak seçmiş, yapının etüt ve projelerini hazırlayan gerçek ve tüzel kişi” olarak tanımlanmaktadır.<sup>22</sup>

2013 yılında İmar Kanunu’nda yapılan bir değişiklik ile ilgili mühendis ve mimarların kayıtlı olduğu odaların yapı denetimindeki yetkisi ilga edilmiştir. Bu durumda odaların kentsel proje süreçlerindeki ve üye mimar ve mühendislerinin yapı denetimindeki ihmallerini denetlemek noktasındaki yetkisi de büyük ölçüde ortadan kaldırılmıştır.

Yapıların depreme uygunluğunu denetleyen ana kurum Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı bünyesinde yer alan ve 2023’te kurulan Kentsel Dönüşüm Başkanlığıdır. İçişleri Bakanlığına bağlı AFAD bünyesindeki Deprem ve Risk Azaltma Genel Müdürlüğü, deprem riski yüksek alanlarda gerekli



**Uzmanlar, Türkiye’de deprem yönetmeliklerinin yeterli olduğunu fakat proje ve inşaat sürecindeki uygulamada, özellikle de yapı denetimi sırasında ihmaller olduğunu dile getirmektedir.**

23. Örneğin, Türkiye Deprem Bina Yönetmeliği (18 Mart 2018) *Resmî Gazete*, Sayı: 20364 (Mükerrer).

24. Aydınoglu, M.N. (Aralık 2023) *Depreme Dayanıklı Yapı Sürecinde Mühendislik Hizmetleri ve Yetkin Mühendislik*, <https://tinyurl.com/ym7ydm27>, Erişim: Mayıs 2024.

denetimleri yaparak riskli yapıların belirlenmesi ve tahliye süreçlerinde etkin rol oynamaktadır. Belediyeler ise kendi yetki alanlarındaki yapıların imar planlarına uygunluğunu, Belediye Kanunu, Yapı Denetimi Hakkında Kanun ve 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun çerçevesinde denetler ve riskli yapıların tespiti ile ilgili süreçleri yürütür.

Mevcut binaların riskli olup olmadığının tespitinin nasıl yapılacağı, deprem bakımından değerlendirmesi ve güçlendirilmesiyle ilgili yönergeler Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018’de detaylıca açıklanmıştır. Uzmanlar, Türkiye’de deprem yönetmeliklerinin<sup>23</sup> yeterli olduğunu fakat proje ve inşaat sürecindeki uygulamada, özellikle de yapı denetimi sırasında ihmaller olduğunu dile getirmektedir.

#### Yapı sürecindeki ihmallerin engellenmesi

4708 sayılı Yapı Denetimi Hakkında Kanun kapsamında yetkilendirilmiş özel yapı denetim kuruluşları mevcuttur. Yasa kapsamında bu kurumlara lisans verilmektedir ve bakanlık (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı) tarafından görevlendirilen yapı denetimcilere denetçi denmektedir. Fakat bu lisans ciddi bir sınav ve deneyim incelemesine bağlı olarak verilmemektedir. Dünyada örnekleri olduğu üzere, bu gibi lisanslar “yetkin mühendislik” getirilerek verilirse denetim süreçleri ve sonuçlarının da güvenilirliği artar ve afetlerin önlenmesi uygulamada da sağlamlaştırılabilir.

Yapı sürecinde, proje yapımı (tasarım), proje denetimi ve inşaat denetim süreçleri mühendisler tarafından gerçekleştirilir. Bu mühendislerin bilgi, beceri ve deneyimleri belgelendirilmiş, görevlerini etik kurallara göre yapan “yetkin” mühendisler olması gerektiği de uzmanlar tarafından sıklıkla dile getirilmektedir:

Yetkin mühendislik sistemi, kalite güvencesi sisteminin kaçınılmaz bir unsurudur. Sistemin Batı ülkelerindeki uygulamasında yetkin mühendisler, ilgili yükseköğretim kurumundan mezun olduktan sonra en az üç ila beş yıllık bir çıraklık dönemini takiben ciddi bir sınavdan geçerek bu unvanı alırlar. Bunlar ayrıca meslek yaşamları boyunca sürekli olarak meslek içi eğitim almak (yaşam boyu eğitim) ve gereğinde tekrar sınava girmek zorundadır.<sup>24</sup>

22. 4708 sayılı Yapı Denetimi Hakkında Kanun, Mad. 3.



## Yetkin mühendislik uygulamasının en önemli özelliklerinden biri de 'mesleki sorumluluk sigortası'nı kapsamaktadır.

25. Mesleki Sorumluluk Sigortası  
Genel Şartları (26 Mayıs 2013)  
Resmî Gazete, Sayı: 28658.

### Öneriler

- Yapı denetimindeki sorunlu hususlardan birisi Yapı Denetimi Hakkında Kanunda tanımlanan yapı denetimi kuruluşu, yapı müteahhidi, proje müellifi, denetçi mimar-mühendis, yardımcı kontrol elemanı ve inşaat ve yapı malzemelerini teknik şartname ve standarda göre denetleyen laboratuvar kuruluşlarının görev, yetki ve uzmanlıklarının uygulamada aynı kişi ya da kuruluşlarda toplanmasıdır. Bu nedenle yapı denetiminde daha çok merkezileşme yerine, her bir sorumlu ve/veya uzmanın bir mesleki sorumluluk anlayışı içerisinde görev yapmasını sağlayacak bir model çözüm olarak dikkate alınmalıdır. Projenin her bir aşamasında farklı görevleri üstlenen bu teknik uzmanların aynı kişi ya da kurumlarda toplanmadığını garanti etmek için bir denetim sistemi kurulmalı ve sistemde proje süreçlerinde yer alan kişi ve kurumların geçmiş ve mevcut iş ilişkileri değerlendirilerek meslek etiğine uygun tarafsızlıkla hareket edip etmeyecekleri değerlendirilmelidir.
- Öncelikle proje yapımı (tasarım), proje denetimi ve inşaat denetim süreçlerinin afet yönetimi alanında yetkin mühendisler tarafından yürütülmesinin sağlanması için gerekli düzenlemeler yapılmalıdır. Yetkin mühendislik uygulamasının en önemli özelliklerinden biri de "mesleki sorumluluk sigortası"nı kapsamaktadır.<sup>25</sup> Yetkin mühendisler yaptıkları veya denetledikleri projelerde veya denetledikleri inşaatlarda olabilecek hatalardan hizmetleri ölçüsünde sorumlu olacaklarından, kendilerini mali olarak koruyacak bu tür bir sigorta sistemi, yetkin mühendislik sisteminin tamamlayıcısı olarak uygulanmak durumundadır. Dünyadaki diğer benzer uygulamalarda da mutlaka yer alan bu sistem, 2000 yılında çıkarılan, ancak uygulanamayan 601 sayılı Kanun Hükmünde Kararname (KHK) kapsamında gündeme getirilmiş; ancak uzman mühendislik uygulaması dahil olmak üzere KHK ile 6235 sayılı Türk Mühendis ve Mimarlar Odası Kanunu ile 3458 sayılı Mühendislik ve Mimarlık Hakkında Kanunda yapılan düzenlemeler Yapı Denetimi Hakkında Kanun ile yürürlükten kaldırılmış ve güncel sistem benimsenmiştir. Geline nokta Yapı Denetimi Hakkında Kanunun afet yönetiminin gerektirdiği uzmanlığı ve liyakati güvence altına alacak düzenlemeler öngörmemesi, bir reform ihtiyacının dayanağıdır.

26. 3194 sayılı İmar Kanunu, Mad. 8/1.

27. Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Disiplin Yönetmeliği, Mad 7-11.

28. 4708 sayılı Yapı Denetimi Hakkında Kanun, Mad. 9.

- Mesleki sorumluluk sigortasının İmar Kanunu ve Yapı Denetim Kanunu ve diğer mevzuat dolayısıyla üstlenilen hizmetler bakımından zorunlu kılınması önerisi dikkate alınmalıdır. Bu kapsamda, 2022'de sağlık meslek memurları bakımından kabul edilen 31867 sayılı "Sağlık Meslek Mensuplarının Tıbbi İşlem ve Uygulamaları Nedeniyle Soruşturulmasına ve İdarece Ödenen Tazminatın Rücu Edilmesine Dair Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik" benzeri, ancak mühendislik ve mimarlık mesleğinin niteliğine uygun bir düzenleme yapılabilir. Bu yönetmeliğin getirdiği Mesleki Denetleme Kurulu benzeri bir kuruluşun bağımsız otorite olarak Mühendis ve Mimarlar Odası ile iş birliği içerisinde yapı denetimine ilişkin işlemleri denetlemesi de düşünülmelidir.
- Müteahhit-yapı sahibi ilişkisi ile yapı sahibi-ilgili idare ve yapı denetim kuruluşunun arasındaki ilişki dikkatle incelenmelidir. Türkiye'de de mevcut yasal düzenlemelerin gözden geçirilerek, yapı denetimi süreçlerindeki bağımsızlık ve tarafsızlık ilkesinin güçlendirilmesi önem arz etmektedir. Yapı denetim hizmetlerinin finansmanının devlet veya şeffaflık ve denetimi güvence altına alan bağımsız fonlar tarafından karşılanması, çıkar çatışmalarını minimize edecek ve denetim süreçlerinin güvenilirliğini artıracaktır.
- İmar Kanununda 2013'te ilga edilen harita, plan, etüt, proje-lerde odaların vize ve onay yetkisinin yeniden kanunlaşması önerilmektedir.<sup>26</sup>
- Mühendis ve mimarlar açısından meslek odalarının üyeleri hakkında uyguladığı uyarı, para cezası, meslek uygulamasının yasaklanması ve ihraç disiplin yetkilerinin afet riski altındaki alanlarda denetim yetkisini kullanan kişiler bakımından etkin bir şekilde kullanması gündeme getirilebilir.<sup>27</sup>
- 4708 sayılı Yapı Denetimi Hakkında Kanun, kanunun uygulanmasında icrai ve ihmali davranışlar dolayısıyla altı aydan üç yıla hapis cezası öngörmektedir.<sup>28</sup> Afet yönetiminde yer alan idarelerin idare hukuku açısından kusur ve kusursuz sorumluluğu, kişilerin ise ceza hukuku alanında cezai sorumluluğu esastır. Denetimin sorumluluğunu tekil olarak mimar ve mühendislerin sırtına yüklemekten, ancak afetlerin yarattığı bireysel ve toplumsal zararları göz önünde bulundurarak, etkili ve caydırıcı cezalandırma sisteminin kurulması düşünülebilir.



29. Depreme Karşı Alınabilecek Önlemlerin ve Depremlerin Zararlarının En Aza İndirilmesi İçin Alınması Gereken Tedbirlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan Meclis Araştırması Komisyonu Raporu (Temmuz 2021) TBMM websitesi, <https://tinyurl.com/237me6dv>, Sıra sayısı: 278, ilgili sayfalar: 164, 343.

30. TBMM Deprem Araştırma Raporu, s. 220.

“**Yapılacak uygulamalar  
öncesinde konut,  
kira ve güçlendirme/  
yeniden inşa yardımları  
yanında kişilerin  
evlerine/mülklerine  
geri dönebilmesinin  
garantisini verilmelidir.  
Bu adil denge,  
başlangıçta saydığımız  
anayasa hükümleri  
doğrultusunda  
zorunludur.**

31. Sönmez, B. (2014) Soylulaştırmanın Yeni Biçimleriyle Yerinden Edilmeyi Yeniden Düşünmek, *Planlama Dergisi*, 24(1):42–53.

## KENTSEL DÖNÜŞÜM, AFETE MARUZ BÖLGE, AFET RİSKLİ ALAN UYGULAMALARI

Türkiye Büyük Millet Meclisi bünyesinde kurulan meclis araştırma komisyonunun 2021 verilerine göre, Türkiye’de yaklaşık 28,6 milyon konut bulunmakta olup, bunların yaklaşık 6,7 milyonunun depreme karşı dayanıksız olduğu tahmin edilmektedir. 2018 yılında 3194 sayılı İmar Kanunu’na eklenen Geçici 16. Madde ile imar barışı adı altında ruhsatsız ya da ruhsata aykırı yapılmış yapılara sağlanan imar affı ile 3.153.044 yapı kayıt belgesi verilmiştir. İzmir, İstanbul, Muğla, Antalya ve Ankara illerinde yoğunlaşan uygulamalarda, yapı kayıt belgesi alan binaların, gerekli deprem riski değerlendirmesi yapılmadan belge aldığı ve mevcut riskli bina sayısının bu nedenle arttığı da raporda tespit edilmiştir.<sup>29</sup> Sonuç olarak; yapı stoku artarken, hatalı kamu politikaları nedeniyle riskli yapıların sayısının da artması, afet öncesi hazırlığın en sorunlu boyutlarından biridir.

Riskli yapıların afete hazırlık amacıyla güçlendirilmesi ya da yeniden yapımı Türk Hukukunda farklı şekillerde gündeme gelebilmektedir. Bu uygulamalardan biri afet öncesinde risk tespiti ve dönüşümü sağlayan kentsel dönüşümdür. Meclis araştırma komisyonu raporuna göre 1 milyon 500 bin konutun yenilenmesi hedeflenmiştir. Bu kapsamda, 682.550 konut ve iş yerinin yıkımı gerçekleştirilmiştir.<sup>30</sup> Ancak bu sayılar yenileme ve güçlendirmeye dair veri sunmamaktadır.

Kentsel dönüşüm, 5393 sayılı Belediye Kanunu’nda yerel yönetimlerin kentin eskiyen kısımlarının restore edilmesi, yeni bir planlama anlayışı ile konut ve sanayi alanlarının düzenlenmesi gibi amaçlarla yapılabileceği gibi deprem riskine karşı tedbir almak için de başvurulabilen bir yöntemdir. Ancak kentsel dönüşümün Türkiye uygulamasında, kamusal yararlar çelişen soylulaştırma (*gentrification*) pratikleri afetlere hazırlık bakımından da gündeme gelen bir yerinden etme aracı olabilmektedir.<sup>31</sup> Bu nedenle afet yönetiminde mülkiyet gibi bireysel haklar ile toplumun üyelerinin yaşam, barınma, sağlık gibi hakları arasında adil bir denge kurulmalıdır. Bunun için de yapılacak uygulamalar öncesinde konut, kira ve güçlendirme/yeniden inşa yardımları yanında kişilerin evlerine/mülklerine geri dönebilmesinin garantisi verilmelidir. Bu adil denge, başlangıçta saydığımız anayasa hükümleri doğrultusunda zorunludur. Bu halde halkın desteklediği kentsel dönüşüm uygulamaları yoluyla afetlere hazırlık kamu idareleri ile iş birliği içinde yapılabilecektir.

## Kentsel dönüşümün Belediye Kanunu uyarınca usulü:

Madde 73: Belediye, belediye meclisi kararıyla; konut alanları, sanayi alanları, ticaret alanları, teknoloji parkları, kamu hizmeti alanları, rekreasyon alanları ve her türlü sosyal donatı alanları oluşturmak, eskiyen kent kısımlarını yeniden inşa ve restore etmek, kentin tarihi ve kültürel dokusunu korumak veya deprem riskine karşı tedbirler almak amacıyla kentsel dönüşüm ve gelişim projeleri uygulayabilir. Bir alanın kentsel dönüşüm ve gelişim alanı olarak ilan edilebilmesi için yukarıda sayılan hususlardan birinin veya birkaçının gerçekleşmesi ve bu alanın belediye veya mücavir alan sınırları içerisinde bulunması şarttır. Ancak, kamunun mülkiyetinde veya kullanımında olan yerlerde kentsel dönüşüm ve gelişim proje alanı ilan edilebilmesi ve uygulama yapılabilmesi için ilgili belediyenin talebi ve Cumhurbaşkanınca bu yönde karar alınması şarttır.

## Afete maruz bölge ve tedbirler

Afete maruz kalmış ya da maruz kalma ihtimali bilimsel olarak tespit edilmiş alanlarda yapılacak uygulamalar bakımından mevzuat farklı imkânlar ortaya koymaktadır. Bu alanların her birinde kentsel dönüşüm kapsamında sağlamlaştırma, yeniden canlandırma, koruma, yenileme, sağlıklılaştırma, yeniden yapılanma gibi uygulamalar yapılabilir. Ancak kentsel dönüşümde karşımıza öncelikle yerel yönetimler çıkarken; afete maruz bölge, afet riskli alanlara dair kararlar, yürütme organı olarak Cumhurbaşkanının uhdesindedir.

Örneğin 1959 tarihli 7269 sayılı Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun, deprem gibi afetler nedeniyle yapılarının ve kamu tesislerinin genel hayata etkili olacak derecede zarar gören veya görmesi muhtemel olan yerlerde alınacak tedbirlerle ilgilidir. Kanunun öngördüğü tedbirlerden biri, ilgili alanın Cumhurbaşkanı tarafından afete maruz bölge olarak ilan edilmesidir.<sup>32</sup>

7269 sayılı Kanuna dayanan 2007 tarihli Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik uyarınca, afete maruz kalan/kalma riski altındaki bölgelerde yeniden yapılacak, güçlendirilecek resmi ve özel bütün binaların ve bina türü yapıların tamamının veya bölümlerinin depreme dayanıklı tasarımı ve yapımı ile mevcut binaların deprem öncesi veya sonrasında performanslarının değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi 2018 tarihli Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (ilga edilen Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik yerine çıkarıldı) çerçevesinde gerçekleştirilecektir.

32. 7269 sayılı Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun, Mad. 2.



**Riskli alan/bina olarak tespit edilen ve yıkılan binaların yerine mutlaka aynı nitelikte yapı yapılması zorunluluğu artık yoktur. Bu da kanunun amacına aykırı uygulamalar nedeniyle kişilerin anayasada tanınan birçok hakkının ihlalini gündeme getirebilecektir.**

33. 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun, Mad. 1.

### Rezerv yapı alanları ve yasal düzenlemeler

Afet riskli alanların dönüştürülmesinde yapılacak uygulamalara ve bu uygulamalar arasında yer alan rezerv yapı alanına dair özel kanun, 2012 tarihli 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanundur. Bu Kanunun temel amacı,

Afet riski altındaki alanlar ile bu alanlar dışındaki riskli yapıların bulunduğu arsa ve arazilerde, fen ve sanat norm ve standartlarına uygun, sağlıklı ve güvenli yaşama çevrelerini teşkil etmek üzere iyileştirme, tasfiye ve yenilemelere dair usul ve esasları belirlemektir.<sup>33</sup>

Rezerv yapı alanı, “6306 sayılı Kanun uyarınca gerçekleştirilecek uygulamalarda kullanılmak üzere, Toki’nin veya İdarenin talebine bağlı olarak veya resen Bakanlıkça (Kentsel Dönüşüm Başkanlığı) belirlenen alanlar” olarak tanımlanmıştır. Bu tanım doğrultusunda rezerv alan, afete maruz alan ya da kentsel dönüşüm alanlarında ilan edilebilir; fakat bu süreçte yetkili makamlar ile ilan amacında farklılıklar söz konusu olabilir.

9 Kasım 2023’te kabul edilen 7471 sayılı Kanun, 6306 sayılı Kanunda önemli değişiklikler yapmıştır.

Bunlardan biri Kanunun 1. maddesindeki rezerv yapı alanının tanımının değiştirilmesidir. Önceki düzenlemede, rezerv alan olarak belirlenen yerlerde yapılacak yenileme/kentsel dönüşüm/yıkım gibi uygulamaların “yeni yerleşim alanı yaratmak amacıyla yapılacak uygulamalar” ifadesi varken bu ifade ilga edilmiştir. Yeni yerleşim yeri ibaresi Kanunun uygulama yönetmeliğinden de kaldırıldığı için, rezerv alan kararı öncesinde yerleşim yeri olmakla birlikte riskli alan/bina olarak tespit edilen ve yıkılan binaların yerine mutlaka aynı nitelikte yapı yapılması zorunluluğu artık yoktur. Bu da kanunun amacına aykırı uygulamalar nedeniyle kişilerin anayasa ve taraf olunan uluslararası sözleşmelerde tanınan birçok hakkının ihlalini gündeme getirebilecektir.

### Riskli yapı ve alanların tespiti ve anayasal sorunlar

- 6306 sayılı Kanun uyarınca, riskli yapı ve alanların tespitinde Çevre Bakanlığı ve yetkilendirdiği idarelerin resen/kendiliğinden hareket etmesi, afet önleme politikalarında hızlı hareket etmek için gerekli görülebilir. Ancak bu uygulamaların maliklere, riskli binada yaşayan kişilere

34. 6306 sayılı Kanun uyarınca “İdare: Belediye ve mücavir alan sınırları içinde belediyeleri, bu sınırlar dışında il özel idarelerini, büyükşehirlerde büyükşehir belediyelerini ve Bakanlık tarafından yetkilendirilmesi hâlinde büyükşehir belediyesi sınırları içindeki ilçe belediyelerini” ifade etmektedir.

35. Anayasa, Mad. 36, 40.

36. 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun, Mad. 5/3.

37. ArtıGerçek (26 Temmuz 2024) Hatay’da rezerv alan ilan edilen mahallenin elektriğini kestiler, <https://tinyurl.com/2s3uzbnu>, Erişim: Temmuz 2024.

önceden, uygun usullerle haber verilmesi gereklidir. Oysa Kanun uyarınca, risk denetim sonucu maliklere değil Kentsel Dönüşüm Başkanlığına veya ilgili İdareye<sup>34</sup> bildirilir. Maliklere bildirim yapılmaması, dava açma süreleri bakımından ve haliyle mahkemeye erişim ile etkili başvuru hakları bakımından sorunludur.<sup>35</sup> Zira Kanunun 6. maddesi uyarınca, 6306 sayılı Kanun uyarınca yapılacak uygulamalara karşı dava süresi tebliğden itibaren 30 gündür. Bu süre idari yargılama usulündeki genel kural olan 60 günlük süreden daha kısadır.

- Maliklerin haberdar olması durumu dışında, risk tespiti halinde güçlendirme veya yıkım yoluyla afete hazırlık kararlarının dayanağına dair Kanunda açıklık yoktur. Her ne kadar maliklerle anlaşma esası birincil çözüm olarak öngörülse de, yıkım kararı verilmesi halinde ve 90 günlük sürede malikin gereğini yapmaması üzerine; “yapıların insandan ve eşyadan tahliyesi ve yıktırma işlemleri, yıktırma masrafı ile gereken diğer yardım ve krediler öncelikle dönüşüm projeleri özel hesabından karşılanmak üzere, mahallî idarelerin de iştiraki ile mülki amirler tarafından yapılır veya yaptırılır”.<sup>36</sup> Bu kısa sürede kişilerin yeni yer bulması sorunlu olduğu gibi, kararın hukukiliğinin denetlenmesi, iptali ve yürütmesinin durdurulmasını sağlamak üzere açılacak idari davaların başarı şansı düşüktür. Halbuki yürütmenin durdurulması kurumu tam da binanın yanlış/hatalı bir karar sonucu yıkılmasından doğacak giderilmesi zor ya da imkânsız zararı önlemek için getirilmiştir.
- Basında çıkan haberlere göre,<sup>37</sup> Hatay ve Malatya’da az riskli yapıların da rezerv alana dahil edilmesi sonucunda tebligat yapılmadan ve itiraz sonucu beklenmeden elektrik kesintilerinin yapılması gibi uygulamalar gündeme gelebilmektedir. Öte yandan bu uygulamalar, insan onuruna yaraşır barınma hakkı, sağlık hakkı, özel ve aile yaşamının korunması gibi 1982 Anayasası ve Türkiye’nin taraf olduğu uluslararası sözleşmelerden kaynaklı, insan haklarını koruma yükümlülüklerinin ihlalini de beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda, Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesinin 8. Maddesi ile Birleşmiş Milletler Ekonomik, Sosyal ve Kültürel Haklar Sözleşmesinin 11. Maddesinde korunan barınma/konut hakkı ihlallerine yol açmayacak uygulamaların yapılması gerekir. Birleşmiş Milletler İnsan

38. The Right to Adequate Housing (2021) Office of the United Nations High Commissioner for Human Rights Website, Fact Sheet No. 21 (Rev 1), <https://tinyurl.com/yc2f4eky>, Erişim: Temmuz 2024.

39. Emsal kararlar: Infante Díaz v İspanya (2023) BM-CESCR 134/2019; Winterstein and Others v. Fransa (2013) AİHM 27013/07; Moldovan and Others v. Romanya (no. 2), (2005) AİHM 41138/98, 2005; V.M. ve diğerleri v. Belçika (2016) AİHM 236/14.



**Riskli yapı tespiti sonrasında geçici konut, iş yeri tahsisi ile kira ya da riskli binanın yeniden yapılmasında yardım, zorunlu bir koşul olarak öngörülmemiştir.**

Hakları Yüksek Komiseri ve HABİTAT'ın 2021 raporuna göre barınma yeri; yalnızca dört duvardan ibaret bir yapıdan ibaret değildir. Yapının güvenli olması; içme suyu, elektrik, ısınmaya sahip olması ve gıdaların korunmasına elverişli olması; yaşanabilir ve mali yönden erişilebilir olması barınma/konut hakkının gerekleridir.<sup>38</sup> Birleşmiş Milletler Ekonomik, Sosyal ve Kültürel Haklar Komitesi ve Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi kararları doğrultusunda, kişilerin sosyal ve ekonomik kırılganlık durumunu dikkate almadan ve yukarıdaki koşullarda alternatif barınma imkânının sağlanmaması ve kişilerin zorla tahliye sonucu evsiz bırakılması; barınma, özel ve aile yaşamının korunması haklarının ihlaline neden olabileceği gibi, yapılan muamele uluslararası hukukun her koşulda yasakladığı işkence, insanlık dışı ve kötü muamele yasağının da ihlaline neden olabilmektedir.<sup>39</sup>

#### Sonuç ve tespitler

7471 sayılı Kanunun getirdiği riskli yapı tespiti usulü, mülkiyet hakkı, barınma hakkı, mahkemeye erişim, silahların eşitliği ilkesi, özel ve aile yaşamının korunması, çocuklu aileler bakımından eğitim hakkı ve daha birçok hakkın ihlaline neden olabilecek durumdadır. Kişilerin barınması, gündelik yaşam ve iş-eğitim hayatlarına devam edebilmeleri için bir eve ihtiyaçları olacaktır. Riskli yapı tespiti sonrasında geçici konut, iş yeri tahsisi ile kira ya da riskli binanın yeniden yapılmasında yardım, zorunlu bir koşul olarak öngörülmemiştir. Dahası kanun, konut ya da kira yardımlarının esaslarını Cumhurbaşkanına bırakmıştır. Bu konu doğrudan mülkiyet hakkı, aile ve özel yaşamla ilgili olduğundan yasamanın münhasır alanına dahil bir husustur ve cumhurbaşkanlığı işlemlerine kapalı bir alandır. Kanun, genel esasları belirlemediğinden Cumhurbaşkanının çıkaracağı yönetmelik ya da karar gibi ikincil işlemler de anayasaya aykırı olacaktır.

## AFET YÖNETİMİ KENTSEL PLANLAMA İLİŞKİSİ: AFETLERİ PLANLAMA YOLUYLA ÖNLEME

### Mikrobölgeleme çalışmalarının riskleri belirleme ve önlemede esas alınması

Hem bu kitabın girişinde hem de “Mikrobölgeleme çalışmaları” bölümünde vurgulandığı gibi afetlerin önlenmesi bakımından önemli kavramlardan birisi mikrobölgeleme çalışmalarıdır. Bu çalışmalar, afet risklerini en aza indirmek amacıyla yerel zemin özelliklerini de dikkate alarak yeryüzündeki tehlike durumunun yüksek çözünürlüklü tespitini sağlar, afet tehlikelerini ve farklı senaryolar üzerinden riskleri ortaya koyar. Afet yönetiminde önemli bir araç olan mikrobölgelemenin kentsel planlama ilkelerine zorunluluk olarak dahil edilmesi teknik uzmanlar tarafından önerilmektedir. Mikrobölgeleme, jeolojik ve jeoteknik (geoteknik)<sup>40</sup> çalışmalarını da içeren, fakat bundan ibaret olmayan; yapılan birçok sondaj çalışması ve mühendislik hesaplarla bir bölgedeki zeminin deprem riskine etkisini irdeleyen kapsamlı interdisipliner bir tekniktir. Deprem tehlike ve hasar senaryolarının ilk aşamasını oluşturan mikrobölgeleme çalışmaları sonrasında, yaşam kaybı ile yapı, sistem ve sosyoekonomik düzenin zarar görmesi ve hasar istatistikleri hazırlanabilmektedir. Mikrobölgeleme aynı zamanda kentsel planlama için veri hazırlamaktadır. Türkiye’de, 2021 verilerine göre; Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından ihale edilen 23 bölgede ve belediyelerce ihale edilen 81 bölgede toplam 459.964 hektarlık alanın mikrobölgeleme etütleri tamamlanarak onaylanmıştır. Halen 29 ayrı yerde mikrobölgeleme etüt çalışması devam etmektedir.<sup>41</sup>

Mikrobölgeleme; yeni yerleşime açılacak veya mevcut yerleşim alanlarındaki tehlike türlerini ve risklerini belirleyerek büyük ölçekli mekânsal planlama çalışmalarında risk azaltma veya önlemeye yönelik güvenli alan seçimine altlık oluşturacak jeolojik yapı ve yerel zemin koşulları için oluşabilecek deprem hareketinin özelliklerinin ve yerel zemin davranışlarını belirlemeye yönelik jeolojik, jeofizik, mühendislik jeolojisi, jeoteknik ve hidrojeolojik araştırmalarla elde edilen yerleşime uygunluk çalışmalarıdır.<sup>42</sup>

Türkiye uygulamasında ise mikrobölgeleme, yukarıda belirtilen önemine rağmen jeolojik-geoteknik incelemelerin alternatifi olarak gerçekleştirilmektedir.

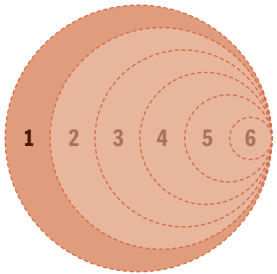
40. İnşaat mühendisliğinin bir alt alanı olan jeoteknik mühendisliğinin uzmanlığında yapılan çalışmalar mevzuatta yer yer “jeoteknik” olarak geçmektedir.

41. TBMM Deprem Araştırma Raporu, s. 146.

42. TBMM Deprem Araştırma Raporu, s. 145.



**Bilimsel yaklaşım bakımından eksik olan hususlardan birisi planlarda mikrobölgelemenin esaslarının dikkate alınmaması ve/veya jeolojik/geoteknik başka çalışmaların alternatifi olarak düşünülmesidir.**



Aşağıda aktaracağımız mevzuatta belirtildiği şekilde jeolojik-geoteknik etüt raporların mikrobölgelemenin alternatifi olamayacağı ve kamu idarelerinin afetlerden kaynaklı önlem alma pozitif sorumluluklarını yerine getirmesi için öncelikle, birincil mevzuat olan kanunlarda ve cumhurbaşkanlığı kararnamelerinde değişiklik yapılması bu çalışma kapsamında önerilmektedir. Bu sayede kentsel planlama ve afet önleme uygulamalarının esaslarını somutlaştıran yönetmelik gibi ikincil işlemler de aynı esaslara tâbi olacaktır. Zira mikrobölgeleme esasına yer verilen son kalkınma planı her ne kadar TBMM tarafından bir karar ile onaylansa da bunların siyasi denetimi mevcut hükümet sisteminde yapılamadığından, plana uyum bağlayıcı bir yükümlülük getirmemektedir.

Depreme dirençli kentler için çalışmaya başlarken mikrobölgeleme çalışmalarının tamamlanması ve bu çalışmaların yeterliliğini/sürekliliğini sağlayacak düzenlemelerin de mevzuatta net olarak yer alması sağlanmalıdır. Yaptığımız incelemelerde, “mikrobölgeleme” ifadesine yer veren herhangi bir yasa hükmüne rastlanmamıştır. Ancak planlama hiyerarşisine yön veren idari işlemler ve ikincil düzenlemelerde bu teknik usule atıf yapılmıştır.

#### **Mikrobölgeleme ve plan hiyerarşisindeki yeri**

Kentler, ülkesel ve/veya bölgesel düzeydeki planlara uygun olarak yapılan kentsel planlar çerçevesinde tasarlanır. Kentleri tasarlamak için hazırlanan planların takip ettiği hiyerarşi, kentlerin ve bulundukları bölgelerin özelliklerini dikkate alan bir yaklaşımı zorunlu kılarsa da afetlerin önlenmesi amacıyla gerekli bilimsel ve teknik tasarım çoğunlukla göz ardı edilmektedir. Bilimsel yaklaşım bakımından eksik olan hususlardan birisi planlarda mikrobölgelemenin esaslarının dikkate alınmaması ve/veya jeolojik/geoteknik başka çalışmaların alternatifi olarak düşünülmesidir.

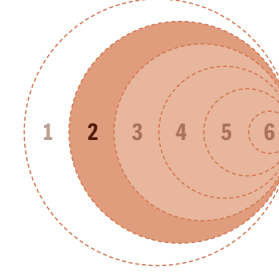
Ülke düzeyinde kalkınma planları ile başlayıp, kentsel alanda nazım imar planları ve uygulama imar planları ile tamamlanan plan hiyerarşisinin en üstünden başlayarak mikrobölgeleme çalışmalarının mevzuattaki yerini inceleyelim.

**Kalkınma Planları** plan hiyerarşisinde ilk sıradadır. Cumhurbaşkanlığına bağlı Strateji ve Bütçe Başkanlığınca, Cumhurbaşkanının belirlediği hedefler doğrultusunda hazırlanır ve Cumhurbaşkanı tarafından imzalanır, ardından TBMM

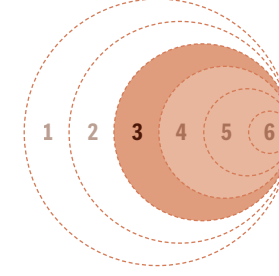
tarafından onaylanır. Kalkınma planlarının hazırlanmasında dikkate alınacak temel ilkeler, Anayasanın 166. maddesi, 3067 sayılı Kalkınma Planlarının Yürürlüğe Konması ve Bütünlüğünün Korunması Hakkında Kanun ve ilgili Cumhurbaşkanlığı kararnameleri doğrultusunda Cumhurbaşkanı tarafından belirlenir.

Kamu hizmetlerinin yürütülmesinden projelerin hazırlanmasına kadar her idari faaliyette Kalkınma Planları temel rehber ilkeleri içermektedir. 12. Kalkınma Planında (2024–2028), “Afete Dirençli Yaşam Alanları ve Sürdürülebilir Çevre” başlığı altında, bütünsel afet yönetiminin bir boyutu olarak mikrobölgeleme çalışmaları yapılmasının hedefler arasında sayılması olumlu bir gelişmedir. Düzenleme şu şekildedir:

Hedef 829.3. Afet riski yüksek alanlar öncelikli olmak üzere afet risklerinin belirlenmesine yönelik mikrobölgeleme çalışmaları yapılacak ve imar planlaması süreçlerinde afet risklerinin dikkate alınması için mevzuat güncellenecektir.



43. 3194 sayılı İmar Kanunu, Mad. 8/a.



**Bölge Planları** plan hiyerarşisinde ikinci sıradadır. Cumhurbaşkanlığına bağlı Strateji ve Bütçe Başkanlığı tarafından hazırlanan kalkınma planlarına uygun olarak ve bölgelerin özellikleri dikkate alınarak hazırlanır. Bölge planları, 3194 sayılı İmar Kanunu’nda tanımlanmıştır.<sup>43</sup> Buna göre bu planlar “... sosyo-ekonomik gelişme eğilimlerini, yerleşmelerin gelişme potansiyelini, sektörel hedefleri, faaliyetlerin ve altyapıların dağılımını düzenler.”

İmar Kanunundaki bu düzenlemeye, “afet riskini azaltacak şekilde, mikrobölgeleme çalışması çıktıları esas alarak” ifadesinin eklenmesi önerilmektedir.

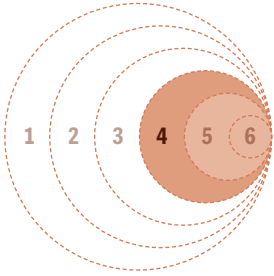
**Mekânsal Strateji Planları** plan hiyerarşisinde üçüncü sıradadır. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca bağlı Mekânsal Planlama Müdürlüğü tarafından hazırlanır. Bu planlarda afet risklerinin önlenmesi, planlamanın esasları arasında yer almaktadır. Mekânsal Planlama Müdürlüğü’nün yetkileri 1 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesiyle düzenlenmiştir ve yetkiler arasında “Risk yönetimi ve sakinim planlarının yapılmasına ve onaylanmasına ilişkin kuralları belirlemek ve izlemek, plana esas jeolojik ve jeoteknik etütleri yapmak, yaptırmak ve onaylamak” ibaresi yer almaktadır.



44. 3194 sayılı İmar Kanunu, Mad. 5.

45. Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği, Mad. 1,8.

46. Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliğinde Değişiklik yapılmasına dair Yönetmelik (7 Haziran 2024) Resmî Gazete, Sayı: 32569.



İmar Kanunu<sup>44</sup> ve ilgili Cumhurbaşkanlığı kararnameleri doğrultusunda düzenlemeler getiren Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği, Mekânsal Strateji Planlarının dikkate alacağı ilkeleri somutlaştırır.

Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliğinin 2014 tarihli versiyonunda planlamada afet riski ve kentsel risklere dair risk analizi ve sakınım planlamalarının yapılması öngörülmüştü. Bu Yönetmeliğin 7 Haziran 2024 tarihli güncel halinde afet riskleri somutlaştırılmış; iklim değişikliği kaynaklı risk ve tehlikeler, endüstriyel/kimyasal kazalar ya da insan kaynaklı kitlesel göçlerin de planlamada dikkate alınması, araştırılması ve plan notlarına işlenmesi gereken başlıklar olarak belirlenmiştir.<sup>45</sup> Öte yandan zaman içerisinde bilim ve teknik alanındaki gelişmeler ve ortaya çıkan ihtiyaçlar doğrultusunda, bu risklerin tespitinde başvurulacak risk tespit yöntemleri çeşitlense de kamu kurumlarının hangi yöntemi esas alması gerektiğine dair bir açıklık ve öngörülebilirlik sağlanmamıştır. Yönetmeliğe baktığımızda, risk analizi, sakınım planı, jeolojik-jeoteknik etüt, mikrobölgeleme gibi ve bunlarla sınırlı olmayan ifadeler kullanılmaktadır.

Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği İmar Planı İlkelerinde, Madde 21 içerisinde mikrobölgeleme ifadesine rastlanmıştır. İlgili maddede, 7 Haziran 2024 tarihli Resmî Gazete’de yayımlanan değişiklikler<sup>46</sup> yoluyla, mikrobölgeleme yapılması gereği yeniden vurgulanmıştır. Ancak mikrobölgeleme esası zorunlu olarak öngörülmemiş; jeolojik ve geoteknik etütlerin alternatifi olarak kalmaya devam etmektedir. Bu maddelerde jeolojik-geoteknik etütlerin yanında mikrobölgeleme yapılmasına karar vermek yeni düzenleme ile Bakanlığın takdirine bırakılmıştır. Bakanlık, 1 sayılı Cumhurbaşkanlığı kararnamesi uyarınca Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının birimi olan Mekânsal Planlama Genel Müdürlüğü, Kararnamenin 102. Maddesi uyarınca yetkili makam olarak sürece karar verecek olan yapıdır.

**İl Afet Risk Azaltma Planlarının (İRAP)** hiyerarşide dördüncü sırada olduğu söylenebilir. Bunun temel sebebi olarak, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı’nın (AFAD) İçişleri Bakanlığı’nın bağlı kuruluşu olması ve idari teşkilat hiyerarşisinde Bakanlığın altında yer alması gösterilebilir.

İRAP’ların mikrobölgeleme çıktılarına dayalı bir afet planını esas alması, hiyerarşide daha altlarda yer alan planların afet önlemedeki etkisini büyük ölçüde artıracaktır.

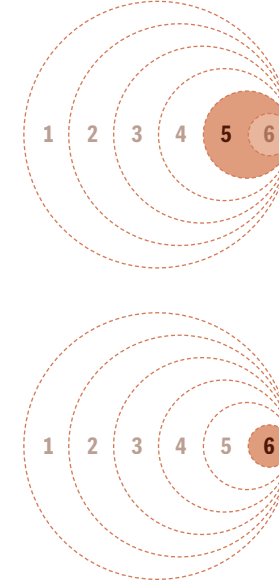
7 Haziran 2024 tarihli değişiklik ile Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliğine eklenen aşağıdaki düzenlemenin ihtiyaçlara yanıt verecek kapasitede olmadığına işaret etmek isteriz. Çevre düzeni planlarına dair 19. Maddenin 1. Fıkrasının (h) bendine eklenen düzenlemede jeolojik etütler ve iklim değişikliği risk analizleri ile sınırlı plan esasları belirlenmiştir. Oysa 6 Şubat 2023 depremleri sonrasında ortaya çıkan sorunlardan ve sonuçlardan ders alınması ve bütüncül bir afet yönetimi anlayışı ışığında kent planlamasının esasları dikkatli ve detaylıca belirlenmeliydi.

Maddeye eklenen yeni düzenleme şöyledir:

#### Çevre Düzeni Planı ilke ve esasları

MADDE 19 – (1) Çevre düzeni planları hazırlanırken;

h) (Değişik:RG-7/6/2024-32569) Afet tehlike ve risklerinin azaltılmasına ilişkin mevcut raporlar ve jeolojik etütlerin, iklim değişikliğine ilişkin etkilenebilirlik ve risk analizlerinin, meteorolojik verilerin plan kararlarında esas alınması



**Çevre Düzeni Planları** plan hiyerarşisinde beşinci sırada bulunur. Belediye sınırları il sınırı olan büyükşehir belediyelerinde, il çevre düzeni planları merkezî idarenin temsilcisi valinin koordinasyonunda ve ilgili Büyükşehir Belediyeleri tarafından yapılır ve belediye meclisi tarafından onaylanır. Büyükşehir olmayan illerde çevre düzeni planlarını, valinin koordinasyonunda il özel idaresi ve il belediyesi birlikte yapar ve onaylar.

**Nazım İmar Planları ve Uygulama İmar Planları** plan hiyerarşisinin sonunda bulunur ve “arazi kullanım ve yapılaşma” bu planlara dayanır. Büyükşehir belediyeleri ve ilçe belediyeleri tarafından yapılır ve onaylanır. 30 büyükşehir belediyesi sınırları içerisinde nazım imar planları ve uygulama imar planlarının yapılma usulü 5216 sayılı Büyükşehir Kanunu’nda düzenlenmiştir. Buna göre bu planlar da çevre düzeni planlarına uygun olmalıdır. Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği mikrobölgeleme çıktılarına esas aldığı takdirde, çevre düzeni planlarının ve imar planlarının mikrobölgelemeyi esas alacak şekilde yapılması gerekir. Arazi kullanımı ve yapılaşma söz konusu olduğunda Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği belirleyicidir, Madde 6’da “arazi kullanım ve yapılaşmada sadece mekânsal strateji planları, çevre düzeni planları ve imar planları kararlarına uyulacağı” ifade edilmektedir.

#### AFAD'IN YERİNE BAĞIMSIZ BİR KURUM ÖNERİSİ

AFAD, 4 Numaralı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinde düzenlenmektedir. Buna göre Mad. 30 ve devamı, İçişleri Bakanlığına bağlı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığının yetki ve görevlerine yer vermektedir. AFAD'ın birimlerinden Deprem ve Risk Azaltma Genel Müdürlüğü, Başkanlığa bağlı bir hizmet birimi olarak, afet risklerini tespit etmeye ve önlemeye yönelik haritalama çalışmalarını yapmak yetkisi ve göreviyle donatılmıştır. Bu birim aynı zamanda deprem riski altındaki yerlerde imar işleri ve diğer projelerin esaslarını belirlemek, projeleri takip etmek ve halkın afet riskleri konusunda bilgilendirilmesi noktasında politikaları belirlemek yetkilerini haizdir.<sup>47</sup>

AFAD'ın afet yönetimindeki merkezî konumu, hükümet sistemi içinde ilgili bakan ve Cumhurbaşkanına bağlı olması nedeniyle Cumhurbaşkanının merkezî rolünü öne çıkarmaktadır. Merkezî idarenin ön plana çıkması ve afet yönetiminde görev alacak uzman kuruluşların Cumhurbaşkanının hiyerarşi denetiminde görev yapması, siyasi sorumluluk sınırlandırmalarına neden olacaktır.

4 Numaralı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesine göre AFAD, “Belirtilen hizmetlerin yürütülmesinden Bakana karşı sorumludur.”<sup>48</sup> Mevcut teşkilat yapısı dolayısıyla merkezî idarenin hiyerarşi denetimine (emir ve talimatlarına) bağlı olan AFAD bağımsız bir kurum değildir. Nitekim özerk bir yapıda olmamasının sonuçları 6 Şubat 2023'te gerçekleşen depremlerden sonra yaşanan gecikmelerle ortaya çıkmıştır.

Önerimiz AFAD'ın yerine merkezî idarenin emir ve talimatlarından bağımsız bir Bağımsız İdari Otorite (BİO) benzeri bir kurumun kurulmasıdır. Türk idare hukuku doktrin ve yargısal içtihatlarında BİO olarak adlandırılan bu kurumların en önemli özellikleri, ayrı kamu tüzel kişiliğine sahip olmaları, idari ve mali açıdan özerk olmaları ve merkezî idarenin hiyerarşi ve idari vesayet denetimlerine tabi olmamalarıdır. Rekabet Kurumu, Radyo ve Televizyon Üst Kurulu (RTÜK), Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu (BDDK) gibi BİO'lar, faaliyet alanları kapsamında emir ve talimat almaksızın yetkilerini kullanmakla görevlendirilmişlerdir.

Merkezî idarenin bütçesine tabi olmayan bu kurumların, mali denetimleri çoğunlukla Sayıştay tarafından yapılırken, kararlarının denetimi ise idari yargı yerleri tarafından gerçekleştirilir. En önemli işlevsel özellikleri, düzenleme, denetleme ve yaptırım uygulamaktır.

47. 4 Nolu Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi, Mad. 36.

48. 4 Nolu Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi, Mad. 33.



**AFAD yerine kurulacak yeni kurumun merkezî idarenin emir ve talimatlarından bağımsız olarak faaliyet gösterebilmesi için gerekli hukuki altyapının oluşturulması, afet yönetimi süreçlerinin daha etkin ve adil yürütülmesine katkı sağlayacaktır.**

Kurumun karar organı olan kurul üyeleri, Cumhurbaşkanı veya TBMM Genel Kurulu tarafından atanabilir. Ancak, kurul üyelerinin TBMM Genel Kurulu tarafından seçilmesi, belirli bir mutabakat gerektirdiğinden dolayı tercih edilmelidir. Aksi halde zaten merkezîleşmiş sistemde, yürütmenin atamasına bağlı yeni bir kurum kurulması Türkiye'nin afet yönetimindeki ihtiyaçlarını karşılamayacaktır.

Önerilen yeni kurumun kuruluşunun Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi yerine mutlaka kanunla yapılması gerekmektedir. Bunun gerekçesi, Anayasadaki temel hak ve özgürlükleri ilgilendiren konuların ve bağımsız kuruluşların kanunla düzenlenme zorunluluğudur.

Yapılacak kanunla, afet yönetiminin tüm aşamaları ve özellikle önleme aşaması bakımından merkezden yerele yetkili ve sorumlu makamların görev ve sorumlulukları da netleştirilmelidir. 2022 tarihli Afet ve Acil Durum Hizmetleri Yönetmeliğinde, afet halinde hangi bakanlığın hangi işi yapacağı tek tek sayılmıştır (Bkz. Mad.22). Bu yöntem afet öncesi alınması gereken önlem, yapılması gereken işlem, denetimler bakımından da uygulanmalıdır.

AFAD yerine kurulacak yeni kurumun merkezî idarenin emir ve talimatlarından bağımsız olarak faaliyet gösterebilmesi için gerekli hukuki altyapının oluşturulması, afet yönetimi süreçlerinin daha etkin ve adil yürütülmesine katkı sağlayacaktır. Bu kurumun özerk yapısı, afet sonrası müdahalelerin hızlı ve etkili bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlayacak, siyasi müdahalelerden arındırılmış bir yönetim modeli oluşturacaktır.

#### Sonuç

Kitabın bu bölümünde de açıkladığımız üzere mevcut hukuki düzenlemeler, afet özelinde depreme yönelik pek çok koruma, güvence ve idareler bakımından yükümlülükler getirmektedir. Ancak mevzuat dağınıklığının yanı sıra yetkili ve görevli makamların yetkileri ve sorumluluklarının kapsamının açık ve öngörülebilir olmaması afetlerin önlenmesinde devletin pozitif yükümlülüklerinin ihlalini beraberinde getirmektedir. Maddi pozitif yükümlülükler insan haklarının korunması amacıyla ihlal gerçekleşmeden önce alınması gereken önlemler ile ihlal söz konusu olduğunda ihlale neden olan kişi ya da makamların sorumluluğuna ilişkin hukuki usullerin öngörülmesini ve bunların etkili işleyişini gerektirir.



**Deprem ülkesi olan Türkiye’de depremin gerçekleşmesi önlenemez; ancak depremin afete dönüşmesi doğal bir sürecin çıktısı değil, önleme aşamasından müdahale ve ıslaha kadar her aşamadaki ihlallerden kaynaklı bir sistem sorunudur.**

Mevcut düzenlemelerin yeniden incelenmesi ve bilgilerin güncel bilimsel yöntemlere göre geliştirilmesi gerekmektedir. Yetkin mühendislik sisteminin kurulması ve beraberinde mesleki sorumluluk sigortasının getirilmesi son derece önemlidir.

Ancak asıl meselelerden birisinin, hukuka uyulmaması, hukuki düzenlemelerin uygulanmaması olduğunu söylemek gerekir. Ayrıca, Cumhuriyet’in niteliklerinden olan sosyal devlet ilkesinin temelinde yer alan insan onuruna saygının ihmal/ihlal edilmesi, yürütmenin neredeyse sınırsız ve denetimsiz yetkileri ile daha da sorunlu hale gelmiştir. Afet yönetimi alanındaki devlet sorumluluklarına dair ulusal ve uluslararası yargı kararları (örneğin, Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi’nin kararları) doğrultusunda oluşturulan çerçeveye uyulmaması, afet önleme aşamasındaki ihmallerle sınırlı kalmamakta; afet yönetiminin her aşamasında yıkıcı sonuçlara neden olmaktadır. Deprem ülkesi olan Türkiye’de depremin gerçekleşmesi önlenemez; ancak depremin afete dönüşmesi doğal bir sürecin çıktısı değil, önleme aşamasından müdahale ve ıslaha kadar her aşamadaki ihlallerden kaynaklı bir sistem sorunudur.

# Sismik Mikrobölgeleme

## DEPREM RİSKİNİ AZALTMANIN İLK AŞAMASI

**ATILLA ANSAL**

Özyeğin Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü



**Mikrobölgeleme,  
deprem hasarlarının  
azaltılmasına  
yardımcı olabilecek  
sahaya özel risk  
analizinin temelini  
oluşturur.**

**SİSMİK MİKROBÖLGELEME** (*seismic microzonation*) kentsel alanlarda deprem tehlikesini detaylı bir şekilde incelemek için kullanılan kapsamlı bir mühendislik araştırma yöntemidir. Bu yöntem, özellikle yerel yönetimler için hayati öneme sahiptir çünkü kentsel planlama ve yapı güvenliği açısından temel bir bilgi kaynağı sağlar.

### **Mikrobölgeleme nedir?**

Mikrobölgeleme çalışmaları belirli bir alandaki deprem tehlikesini zemin tabakalarının etkisini de göz önüne almak suretiyle; yer sarsıntısı seviyesi, sıvılaşma eğilimi gibi tehlikeler açısından değerlendirmek ve haritalamak için kullanılan bir yöntemdir. İncelenmesi amaçlanan alan küçük bölgelere yani “mikro bölgele-re” ayrılır ve her bölgedeki deprem tehlikesi analiz edilerek tehlike haritaları oluşturulur. Her bir “mikrobölge” içindeki zemin özelliklerini ve zemin özelliklerinin depreme etkisini araştıran mikrobölgeleme çalışmaları sırasında bölgenin jeolojik yapısından kaynaklı tehlikelerin değerlendirilmesi ve heyelan, su baskını, kaya düşmesi vb. tehlikelerin de ortaya koyulması önemlidir.

Mikrobölgeleme çalışmaları ile bir yerleşim bölgesindeki deprem tehlikeleri ve bu deprem etkilerinin yerel zemin koşullarıyla nasıl değiştiği incelenir. Mikrobölgeleme, deprem hasarlarının azaltılmasına yardımcı olabilecek sahaya özel risk analizinin de temelini oluşturur. Mikrobölgeleme çalışmaları arazi kullanımı, inşaat uygulamaları ve altyapı gelişimi gibi şehir planlaması kararları için de yol göstericidir, dolayısıyla yerleşim alanları planlanırken ve yapı izinleri verilirken dikkate alınması gerekir.

Mikrobölgeleme, jeoloji, jeofizik ve geoteknik alanlarının iş birliği yaptığı çok disiplinli ve kapsamlı bir çalışmadır ve ileri mühendislik yöntemleri gerektirir. Yapı hasarlarıyla deprem



1. Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması, AFAD Websitesi, Erişim: Mayıs 2024.



**Mikrobölgelemenin en zahmetli ve maliyetli kısmı sondaj çalışmaları ve arazi deneyleridir. Örneğin İstanbul deneyiminde toplam 4364 adet mekanik sondaj çalışması yapılmıştır.**

özellikleri arasındaki ilişki halen aktif bir araştırma konusu olduğundan bu konular daha iyi anlaşıldıkça mikrobölgeleme çalışmalarındaki yaklaşımlar da gelişmektedir. Son 20 yılda gelişen ve hem zemin mekaniği hem yapı mühendisliği hem de deprem mühendisliği alanlarının kesiştiği bir uzmanlık dalı olan geoteknik deprem mühendisliği uzmanları bu çalışmalarda önemli rol üstlenir.

### Mikrobölgeleme nasıl yapılır?

Öncelikle çalışmanın kapsamı ve hedefleri belirlenir. Yapılacak olan bilimsel incelemeler bu kapsam ve hedeflere göre planlanır. Söz konusu bölgede olabilecek depremlerin ne kadar büyüklükte ne kadar uzaklıkta ve ne tür bir fay kırılması sonucunda olabileceği geçmişte meydana gelmiş depremlere ve fay haritalarına bağlı olarak belirlenir. Bu incelemeler bölgedeki jeolojik/tektonik yapının üretebileceği her türlü deprem göz önüne alınarak olasılıksal olarak yapılır.

Günümüzde bu hesaplamalar bütün Türkiye için yapılmış durumda. Zemin tabakalarının ve bölgeye özel jeolojik formasyonların etkileri göz önüne alınmadan yapılan bu hesaplar AFAD İnternet sitesinde coğrafi koordinatlara bağlı olarak verilmekte.<sup>1</sup> Bu haritalar anakaya üzerindeki deprem tehlikesini ortaya koymakta, oysa mikrobölgeleme çalışmalarıyla bu deprem tehlikesi, bölgeye özel jeolojik yapılar ve zemin özellikleri dikkate alınarak bizi asıl ilgilendiren zemin yüzeyine taşınmış olur.

### SAHA ÇALIŞMALARI VE DENEYLER

Sahada jeolojik incelemeler yapılır; yeryüzü şekilleri, kaya türleri, yer yüzü katmanlarının genel özellikleri (stratigrafi), yükseltiler (topografi), yer altı ve yer üstü suları dikkate alınarak bölgenin özellikleri ortaya koyulur.

Mikrobölgelemenin en zahmetli ve maliyetli kısmı sondaj çalışmaları ve arazi deneyleridir. Sondajlar ve jeofizik arazi deneyleri ile zemin tabakalaşması ve bu tabakaların mühendislik özelliklerinin belirlenmesi sağlanmalıdır. Ancak bu şekilde anakayadaki deprem özellikleri zemin yüzeyinde güvenli olarak hesaplanabilir.

Arazide tercihen 250m × 250m karelej (kare bölgeler) içinde sondaj ve jeofizik deneylerin yapılması gerekir. Sondajlar sırasında toplanan verinin güvenilir olması için bu çalışmalar hassas bir şekilde yürütülmeli ve sondajlar en az 30 metre

2. Avrupa Yakası Güneyi Mikrobölgeleme Çalışması – Yönetici Özeti (Ekim 2007) İBB Deprem ve Zemin İnceleme Şube Müdürlüğü Websitesi, <https://tinyurl.com/4emdsfst>, Erişim: Ağustos 2024.

3. Anadolu Yakası, Mikrobölgeleme Rapor ve Haritalarının Yapılması – Yönetici Özeti (Kasım 2009), İBB Deprem ve Zemin İnceleme Şube Müdürlüğü Websitesi, <https://tinyurl.com/25cutcnv>, Erişim: Ağustos 2024.

Şekil 1 • İstanbul Avrupa yakası çalışma alanı hücre haritası. Uyarlandığı kaynak: Avrupa Yakası Güneyi Mikrobölgeleme Çalışması, Yönetici Özeti, s. 4.



derinliğe kadar yapılmalıdır. Anakayanın daha derinde olduğu bölgelerde daha derin sondajlara ve/veya jeofizik deneylere gerek olabilir, sondajların yeri ve derinliği bölgenin jeolojik formasyonuna göre belirlenir. Sondajlar ve deneylerle veri toplanması çok maliyetli bir yöntem olduğundan zaman zaman, özellikle yerleşimin çok yoğun olmadığı bölgelerde 500m × 500m karelej tercih edilebilir.

### VERİ ANALİZİ VE MODELLEME

Toplanan tüm veriler bir araya getirilerek analiz edilir. Mühendislik hesaplama yöntemleri kullanılarak deprem dalgalarının söz konusu zemin tabakalarını nasıl değiştireceği ve zemin üzerindeki etkisinin ne olacağı ileri hesaplama teknikleriyle hesaplanır, buna zemin büyütme analizi denir. Zemin üzerindeki deprem tehlikesi en büyük yer ivmesi (Peak Ground Acceleration–PGA), en büyük yer hızı (Peak Ground Velocity–PGV), spektral ivme konturları ile tanımlanabilir.

### İstanbul Deneyimi

İstanbul'da gerçekleştirilen mikrobölgeleme çalışmalarının Avrupa yakasının güneyini kapsayan kısmı 2007'de,<sup>2</sup> Anadolu yakasının güneyini kapsayan çalışma ise 2009'da tamamlandı.<sup>3</sup> Bu çalışmalar Japon OYO şirketi tarafından yürütüldü. Avrupa yakasındaki çalışmayı ele alırsak Şekil 1'de görüldüğü gibi bölge, 2912 adet kareye ayrılmış ve derinliği 30 metre olan 2830 adet normal sondaj, 27 adet 80–250 metreye inen derin sondaj, 764 adet 20 metre derinliğinde sıvılaşma analizi sondajı, 608 adet 30 m derinliğinde heyelan araştırma sondajı ve 100 adet değişik derinliklerde anakaya derinliği ile bazı birimlerin kalınlığını belirlemek için yapılan sondajlar ile fay gibi yapısal unsurları ve alüvyon kalınlıklarının tespiti için 35 adet sondaj olmak üzere toplam 4364 adet mekanik sondaj çalışması ve birçok jeofizik deney gerçekleştirildi. Sahada yapılan bu çalışmalar, laboratuvarda yapılan deneylerle desteklendi. İstanbul mikrobölgeleme çalışmasında inşaat mühendisleri/geoteknik mühendisleri, jeoloji mühendisleri, jeofizikçiler, mimar ve şehir plancıları, Coğrafi Bilgi Sistemi uzmanları gibi birçok uzman yer aldı. Bu çalışma yaklaşık 18 ay sürdü.<sup>2</sup> Avrupa yakası için çalışma alanı grid haritasını Şekil 1'de görebilirsiniz.

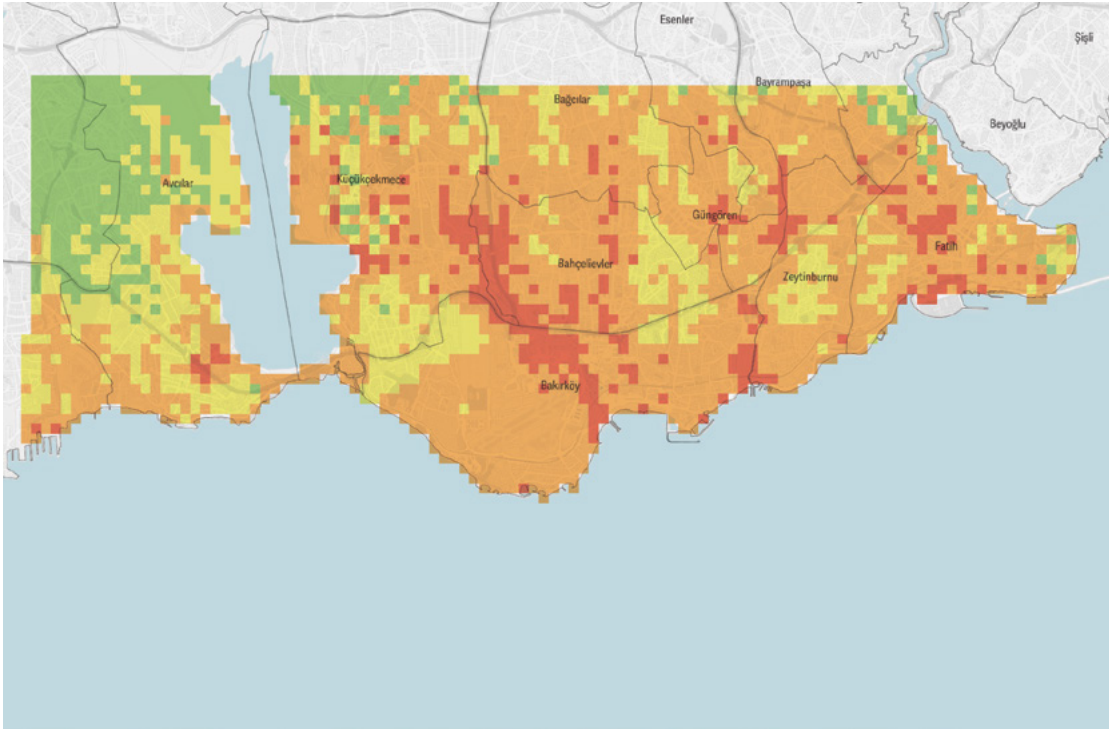
Mikrobölgeleme çalışmaları kapsamında ilgili bölgedeki deprem tehlikesini ortaya koyan haritalar oluşturulur. Bu haritalar arasında jeoloji, yapısal jeoloji, yeraltı suyu derinlik haritası, ana-kaya derinlik haritası, su baskını ve heyelan tehlikesi haritaları sayılabilir. Zemin sınıflaması haritası, sıvılaşma tehlikesi haritası, yer sarsıntısı haritası ise depremin zemin özelliklerine bağlı olarak şekillenen etkisini ortaya koyar. Bu haritalar bölgenin özelliklerine ve ihtiyaca göre çeşitlendirilebilir.

Yer sarsıntısı haritaları, zeminin depreme etkisini ortaya koyan ve binaların göreceği hasarla ilişkili olan spektral ivme, PGA, PGV gibi parametreleri dikkate alan haritalardır. İstanbul'daki mikrobölgeleme çalışması kapsamında aynı zamanda "yerleşime uygunluk haritaları" da oluşturulmuştur. Yerleşime uygunluk haritaları inceleme yapılmış alanları sivilaşma riski, zeminin depremi büyütme riski, yer altı suyu ve stabilite problemleri, heyelan, sel riskleri açısından değerlendirilen haritalardır. Bu haritalarda ilgili alanlar "yerleşime uygun", "önemli" ve "uygun olmayan" alan olarak belirlenir. Amaç imar planları oluşturulurken ve izinler verilirken risklerin dikkate alınması, "önemli" alanlarda yapılaşma öncesi özel arazi araştırmalarının, ölçümlerin yapılmasının ve gerekli önlemlerin

Şekil 2 • Yer sarsıntısı tehlikesine göre mikrobölgeleme haritası. (Kısa süreli ve ortalama spektral ivme değerleri dikkate alınmıştır.) A en tehlikeli, D en az tehlikeli bölgeleri göstermektedir.

Uyarlandığı kaynak: Avrupa Yakası Güneyi Mikrobölgeleme Çalışması, Yönetici Özeti, s. 36.

■ A %9   ■ B %56   ■ C %22   ■ D %13



### **Acil Durum Yönetimi**

Deprem risk haritaları, acil durum planlaması ve müdahale stratejilerinin geliştirilmesine yardımcı olur. Yüksek riskli bölgelerde acil durum yolları, toplanma alanları ve güvenli yapılar bu haritalardan yararlanarak belirlenebilir.

### **Sigorta ve Finansal Planlama**

Mikrobölgeleme sonuçları, sigorta şirketleri ve finansal kuruluşlar için de değerli bilgiler sağlar. Deprem sigortası primleri ve risk değerlendirmeleri bu bilgilere dayanarak daha doğru bir şekilde yapılabilir.

Sonuç olarak, mikrobölgeleme çalışmaları, kentsel alanlarda deprem tehlikesini anlamak ve yönetmek için kritik bir araçtır. Bu çalışmalar, yerel yönetimlerin daha güvenli ve dayanıklı şehirler inşa etmelerine yardımcı olurken, aynı zamanda halkın deprem risklerine karşı daha bilinçli ve hazırlıklı olmasını sağlar. Bu nedenle, belediyelerin ve yerel yönetimlerin kentlerinde mikrobölgeleme çalışmalarının yapılmasına öncelik vermeleri ve bu çalışmaların sonuçlarını planlama ve uygulama süreçlerinde aktif bir şekilde kullanmaları risk yönetimi açısından kritik önem taşır.

# Deprem Fonu ve Depreme Dirençli Ekonomi

**EROL TAYMAZ**

ODTÜ, İktisat Bölümü

**EBRU VOYVODA**

ODTÜ, İktisat Bölümü

**ERİNÇ YELDAN**

Kadir Has Üniversitesi, Ekonomi Bölümü

**KAMİL YILMAZ**

Koç Üniversitesi, Ekonomi Bölümü

1. UNDP (2012) Every one dollar spent on preparing for disasters could save seven dollars in response, YouTube, <https://youtu.be/HhD85cQejTg>, Erişim: Nisan 2024.

2. Yapılan çalışmalarda Marmara Depremi'nin neden olacağı maddi hasarın milli gelirin %10–30'u aralığında olacağı hesaplanıyor. Bu hesaplarda riskli bina sayısı önemli bir girdi. (Örn: *BirGün* (6 Aralık 2023) Bakan Özhasseki: İstanbul'da 600bin konut çok riskli, <https://tinyurl.com/msk5w7jr>, Erişim: Temmuz 2024.)

3. OECD (2018) Financial Management and Earthquake Risk, OECD websitesi, <https://tinyurl.com/4vfcs9d6>, Erişim: Kasım 2024.

**AFET ÖNCESİNDE YAPILAN** hazırlık ve risk azaltma için yapılan her harcamanın, afet sonrasında yapılacaklarda yedi kattan fazla tasarruf sağladığı hesaplanıyor.<sup>1</sup> Marmara Bölgesi'ni etkileyeceği beklenen depremin neden olacağı maddi hasar ve bunun ekonomik sonuçları yaklaşık olarak milli gelirin %30'una kadar çıkabilir.<sup>2</sup> Deprem olduğu durumda devletin çıkan maliyetin tamamını (ve büyük bir kısmını hemen) üstlenmesi gerekir; oysa deprem olmadan önce riskler belirlenip, önceliklendirilerek risk azaltma planları yapılırsa ve güçlendirme çalışmaları sürekli gündemde olursa finansal olarak da çok daha yönetilebilir olacaktır.<sup>3</sup> Rasyonel bir devletin ve toplumun daha dayanıklı bir kent için tüm maddi imkânlarıyla harekete geçmesi ve riskleri önceliklendirerek, bütçe stratejisiyle, uzun bir vadeye yayılmış şekilde bu riskleri azaltmak için adımlar atması beklenir. Bazı durumlarda atılacak bir adım birden fazla sorunu çözebilir, bunlar da finansmanda fırsatlar doğurabilir.

Bu süreçte düşük gelirli vatandaşların konutlarının yenilenmesi/güçlendirilmesi maliyetinin büyük bir kısmını devletin üstlenmesi doğru bir politika yaklaşımı olacaktır. Her ne kadar mali yükün büyük bir kısmını merkezî devlet otoritesi üstlenecek olsa da depreme hazırlık sürecinde yerel yönetim ve merkezî yönetimin iş birliği içinde çalışması bu sürecin başarılı olması için zorunluluk arz etmektedir.

Bu yazıda depreme dirençli bir Türkiye oluşturma sürecinde öne çıkan ve yer yer kesişen iki konuyu değerlendireceğiz:

- Özellikle düşük gelirli ailelerin risklerini azaltmak için kullanılacak bir Deprem Fonu kurulması
- Ekonominin depreme dirençli hale getirilmesi



4. Yeldan, E. (2024) Deprem Dönüşümü Ranta Gerekçe Olamaz. *Bilim Akademisi Deprem Tartışmaları: Çok Daha İyisini Yapabiliriz!* (s. 29). Bilim Akademisi Yayınları.

**Risk yönetiminde atılan istikrarlı adımlar ve süreklilik, fon sağlayıcıların güvenini kazanmak suretiyle fon bulmada kolaylık sağlayacaktır.**

### Önce ilkeler

Depreme dirençli kentleri kurgularken ve deprem dönüşümü için çalışırken Türkiye'nin özellikle 2010'dan bu yana betona yaptığı sürdürülemez yatırımları göz ardı edemeyiz.<sup>4</sup> Bu dönüşümün yeni bir inşaat rantı sürecine yol açmaması, ortaya çıkan rantın risklerin azaltımı için eşitlikçi bir yaklaşımla kullanılması ve dönüşümün çevreyi/ekosistemi koruyacak şekilde, yaşanabilir kentler oluşturmayı öncelemesi gerekir. Dönüşümün “yeşil dönüşüm” ilkelerine uygun yapılması bizi bekleyen başka afetlere karşı da dirençliliğimizi artırmasının yanı sıra finansman bulunmasını kolaylaştıracaktır, yeşil dönüşümü destekleyen uluslararası fonlardan da yararlanılabilir. Bunlar ancak şeffaf, hesap veren ve katılımcı bir yapı içinde mümkün olabilir.

Bugün, 1999 sonrasında deprem vergilerinden toplanan 40 milyar dolar verginin ne için harcandığını bilmiyoruz. Ancak riskler bilimsel olarak belirlenip, kamuyla çözüm önerileriyle birlikte paylaşılır ve kaynağın şeffaf bir şekilde harcanması sağlanırsa güven sağlanabilir. “Depreme Dirençli Halk: Kurumlar ve Halk Birlikte Neler Yapabilir?” başlıklı bölümde de anlatıldığı gibi halk nezdinde güvenin sağlanması, bireylerin deprem konusuna daha sağlıklı bakarak kendi önlemlerini almak konusunda harekete de geçirecek bir unsurdur. Geliştirilen fonların yerel ve merkezî yönetimlerin ortak kullanımına sunulması; halkın iş birliği ve katılımını da sağlayacak şekilde şeffaf olarak kurgulanması önemli bir adım olacaktır.

Önceliklendirme risk yönetimi açısından kritik önem taşır. Zaman, insan gücü ve parasal kaynakların kısıtlı olduğu düşünülürse, önceliklendirme hem can kaybının hem de ekonomik kayıpların en aza indirilmesini sağlar. Risk yönetiminin bir defaya mahsus bir çalışma olmadığını ve süreklilik gerektirdiğini de unutmamak gerekir. Risk yönetiminde atılan istikrarlı adımlar ve süreklilik, fon sağlayıcıların güvenini kazanmak suretiyle fon bulmada da kolaylık sağlayacaktır.

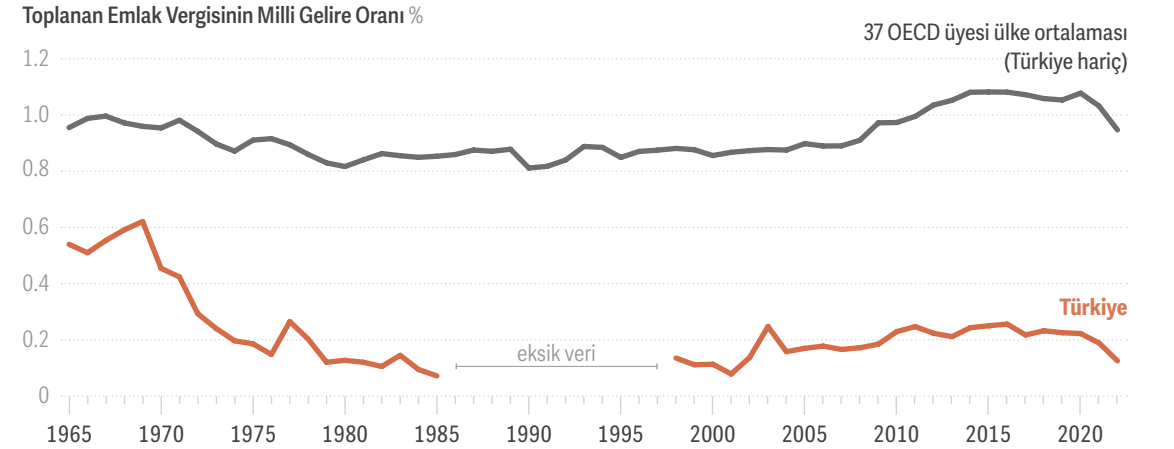
### Yapı stokundaki riski azaltma: Deprem Fonu ve teşvikler

Sorunlu yapı stokunun dönüştürülmesinin depremlerdeki can kaybını azaltan en önemli adımlardan birisi olduğunu söyleyebiliriz. Dönüşümü sağlamak için bir kredi desteği gerekecektir. Bunun için doğrudan merkezî ve yerel yönetimler tarafından yönetilen bir Deprem Fonu oluşturulmalı, kentlerin depreme

hazırlık süreci bu fon ve devletin diğer kaynaklarıyla beslenen düşük faizli uzun dönemli kredilerle desteklenmelidir. Deprem fonu var olan yapıların güvenli hale getirilmesi kadar riskli bölgelerden düşük riskli bölgelere taşınmayı finanse etmek için de kullanılabilir. Bu fon daha önce vurguladığımız gibi mutlaka şeffaflık ve hesap verebilirlik ilkeleriyle işleyen bir fon olmalıdır.

### EMLAK VERGİLERİ DEPREM FONU'NUN DOĞAL KAYNAĞI OLABİLİR

Deprem Fonu'nun en doğal kaynağı emlak vergileri olacaktır. Türkiye'de uygulanan emlak vergileri OECD ortalamasının çok altındadır; OECD ülkelerinde uygulanan emlak vergisi ortalama milli gelirin %1'i kadar olmasına karşın Türkiye'de 2022'de %0,12 olarak gerçekleşti. Ayrıca emlak vergisi bir evi olana da on evi olana da aynı oranda uygulanmakta. Önerimiz iki veya daha çok gayrimenkul sahibi olan kişi ve kurumlardan kademeli olarak artan vergi alınması ve ek olarak alınan vergilerin merkezî otorite ve yerel belediyelerin koordinasyonunda yönetilecek Deprem Fonu'na aktarılmasıdır.



Şekil 1 • 1965–2022 arasında toplanan emlak vergisinin milli gelire oranı, %. (Veri: OECD, 1986–1997 arasında Türkiye verisi mevcut değildir.)

Ek emlak vergisi dışında düşük katlı yapılaşmanın olduğu, gelir durumu düşük bazı bölgelerde yapılabilecek emsal artışı ile elde edilen gelirler de Deprem Fonu'na aktarılabilir. Örneğin beş kat sınırı olan bir bölgede, %20 emsal artışı ile altı kata izin verilmesi halinde ortaya çıkacak değer artışının vergilendirilmesi dönüşümün önünü açabilir.



**Dar gelirli kesimin yeni yapılanma sürecine gönüllü katılımı için harcamalarının büyük kısmı devlet tarafından sübvans edilmeli.**

### UZUN VADELİ DÜŞÜK FAİZLİ KREDİLER VE MAKROEKONOMİK İSTİKRAR

Avrupa ve ABD’de olduğu gibi ipoteye bağlı menkul kıymetlerin geliştirilmesi yöntemiyle ek fonlar yaratmak mümkündür. Bu tür kredi modellerinde bankalar, ev almak/evini güçlendirmek isteyen kişilere ipotek kredisi verir; verilen ipoteye bağlı krediler bir havuzda toplanıp menkul kıymete dönüştürülür. Bu menkul kıymetlerin yerli ve yabancı yatırımcılara satılmasıyla fon yaratılır. Kredi alan kişiler ödemeleri düzenli yapabildiği sürece “ipoteye bağlı menkul kıymetler” sürdürülebilir finansman araçlarıdır. Enflasyonla mücadele programının başarılı olması durumunda, enflasyonun tek hanelere inmesi ve vadelerin uzamasıyla kredi imkânları artacak ve ipoteye bağlı menkul kıymetler piyasasının gelişmesinin önü açılacaktır.

Türkiye’de makroekonomik istikrar sağlandıktan sonra bu tür krediler dönüşüme destek olabilir, ancak dar gelirli aileler için uzun vadeli krediler de bir çözüm olmayacaktır. Bu kesimin yeni yapılanma sürecine gönüllü bir şekilde katılabilmesi için harcamalarının büyük bir kısmı devlet tarafından sübvans edilmelidir.

### Depreme dayanıklı ekonomi için adımlar

Depremler can ve mal kaybına yol açarken kent ve ülke ekonomisinde de derin yaralar açabilir.

Ekonominin zarar görmesi depremde etkilenen kentlerin normalleşmesinin önündeki en büyük engellerden birisidir, dolayısıyla depreme dayanıklı kentleri kurgularken ekonomik çarkların devamını sağlayan unsurların güçlendirilmesi önemlidir.

Depremler ekonomiyi dört biçimde etkiler:

- ▶ Doğrudan sermaye kaybı (makine teçhizat, altyapı, stok, veri kayıpları vb.)
- ▶ Bölgedeki üretimin durması sonucu oluşacak kayıplar
- ▶ Dolaylı etkiler – ihracatın durması, pazar kaybı, deprem bölgesindeki firmaların tedarikçileri ve müşterilerinin dolaylı olarak etkilenmesi vb.
- ▶ İşgücü kaybı

Tüm bu etkilere karşı önlem alabilmenin ilk adımı bu etkilerin boyutlarını tahmin etmekle başlar. Bu bir envanter çalışması gibi düşünülebilir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi

5. Taymaz, E., Voyvoda, E., Yeldan, A.E., Yılmaz, K. (Temmuz 2024) İstanbul İli ve Marmara Bölgesi Deprem ve Afet Yönetiminde Ekonomik Boyut ile İlişkili Politika Önerileri Geliştirilmesi Raporu.

6. Bu konuda daha fazla bilgiye “Deprem riskini azaltmanın ilk aşaması: Sismik mikrobölgeleme” ve “Deprem Dirençli Yapı Stoku” başlıklı bölümlerde ulaşabilirsiniz.



**En riskli bölgelerde yerleşmiş bulunan ve/veya bölgesel/ulusal tedarik zincirlerinin sürekliliği için kilit öneme haiz ve/veya çevreye zarar verebilecek riskler barındıran üretim birimlerinin güçlendirilmesi ve/veya taşınması öncelikli olarak ele alınmalıdır.**

için yaptığımız çalışmada takip ettiğimiz adımları şu şekilde özetleyebiliriz:<sup>5</sup>

- ▶ Olası bina, yol ve altyapı hasar verilerine dayanarak öncelikle ilçe düzeyinde ne kadar işyerinin faaliyetinin durabileceğinin hesaplanması.
- ▶ Sermaye stoklarının tespiti – Özellikle riskli işyerlerinde zarar görme olasılığı olan makine, teçhizat ve stokların değeri tahmin edilebilir.
- ▶ Bir kentin diğer kentlerle ticari ilişkileri dolayısıyla oluşabilecek zararların tespiti – Örneğin İstanbul’daki bir firma Kayseri’deki bir firmaya girdi üretiyorsa, İstanbul’daki firma depremde dolayı üretimini durdurduğunda Kayseri’deki firmanın da işleri aksayacaktır.
- ▶ Söz konusu kentin istihdam, üretim ve ihracat açısından Türkiye ekonomisindeki yeri, önemi ve payının tespiti – Bu bilgi yapısal konularda politika önerisi geliştirmek için yararlı olacaktır, örneğin bazı sektörlerin başka bölgelere taşınması teşvik edilebilir.

Bu tür bir çalışma için iki temel veri kaynağı kullanılabilir.

- ▶ Deprem riski belirleme aşamasında elde edilmiş olası hasar raporları (Bu veriler mikrobölgeleme çalışmaları ve yapı stoku hızlı değerlendirme testleri ile elde edilmektedir.<sup>6</sup>) Bu raporlar kapanması olası yolları, riskli elektrik, su, doğalgaz altyapısı gibi üretimde kritik rol oynayan riskleri içerir.
- ▶ Sanayi Bakanlığı Girişimci Bilgi Sistemi veritabanı: firma (ve işyeri) bazında üretim, girdi-çıktı, ihracat ve istihdam verileri.

Olası ekonomik hasara dair bir döküm çıkardıktan sonraki en önemli basamak önceliklendirme olmalıdır. En riskli bölgelerde yerleşmiş bulunan ve/veya bölgesel/ulusal tedarik zincirlerinin sürekliliği için kilit öneme haiz ve/veya çevreye zarar verebilecek riskler barındıran üretim birimlerinin güçlendirilmesi ve/veya taşınması öncelikli olarak ele alınmalıdır.

### TEDARİK ZİNCİRLERİ GÖZDEN GEÇİRİLİP DEPREM DİRENÇLİ HALE GETİRİLMELİ

Firmaların, tedarik zincirlerini ve bu zinciri oluşturan unsurların dirençliliğini dikkate alması gerekir. Tedarik zincirlerini kurgularken riski düşük bölgelerdeki tedarikçilerle çalışmak

ve/veya alternatif zincirler kurgulamak yararlı olacaktır. Tedarik zincirlerini deprem riski olan bölgelerden diğer bölgelere kaydırmak deprem riski yüksek olan bölgelerdeki işyerlerinin üretim tesislerini depreme daha hazır hale getirmelerini ve gerekirse riskli bölgelerden taşınmalarını dolaylı olarak da olsa teşvik etmiş olacaktır.

#### ENDÜSTRİ YAPISAL OLARAK GÜÇLENDİRİLİRKEN İŞGÜCÜ DE GÜVENCEYE ALINMALI

Olası bir deprem sonrası endüstrinin hızlı bir şekilde toparlaması ve üretime geri dönmesi endüstriyel tesislerin dayanıklılığı kadar işgücünün iyi haliyle de ilişkili. Olası bir depremde tesislerin hasar alması alınan önlemlerle engellenebilir. TÜSİAD, 6 Şubat depremlerinden edinilen deneyimle oluşturulan ve endüstriyel binaların daha dayanıklı hale getirilmesi için alınabilecek önlemleri içeren bir liste yayınladı. 10 maddeden oluşan bu listede üretiminin hasarını en aza indirmek etmek için izlemesi gereken adımlar sıralanıyor. Zemin etüdü, bina performans analizi, makine ve teçhizat güvenliği, yangın gibi ikincil riskler, sigorta gibi unsurların ele alındığı listenin son maddesinde iş süreklilik planlarının kapsamının genişletilmesi bulunuyor. Bu kapsam aşağıdaki şekilde ifade ediliyor:

“Bölgesel ve ülke çapında gerçekleştirilecek risklere karşı hem endüstriyel binaların korunması ve hasarın azaltılması hem de çalışanların konutları, fiziki ve mental sağlıkları, işyeri içindeki ve dışındaki faktörlerden en az etkilenecek şekilde plana dahil edilmesi göz önünde bulundurulmalıdır.”<sup>7</sup>

Bu bağlamda kent içinde barınmadan ziyade Organize Sanayi Bölgeleri yakınlarında barınma alanlarının kurgulanması düşünülmelidir.

#### ZORUNLU SİGORTA BİR TEŞVİK ARACI OLARAK KULLANILABİLİR

Zorunlu sigorta sistemi konutlar dışında üretim tesislerini de dahil edecek şekilde genişletilmesi düşünülmelidir. Ek olarak ödenen primlerin inşaat maliyetleriyle uyumlu olacak şekilde artırılması gerekmektedir. Böyle bir zorunlu sigorta sistemi sanayinin deprem riski düşük olan bölgelere taşınmasını teşvik etmek için kullanılabilir. Zorunlu sigorta primleri yüksek deprem riski olan bölgelerde yüksek olacak şekilde düzenlenebilir; bu şekilde üreticiler de konut sahipleri de risklerini düşürmek için

7. Kahramanmaraş Depremlerinden Öğrendiklerimizle Endüstriyel Binaların Daha Dayanıklı Hale Getirilebilmesi için Alınabilecek 10 Aksiyon (2023) TÜSİAD websitesi, <https://tinyurl.com/3rh8r4yp>, Erişim: Haziran 2024.



**Deprem dirençli bir ekonomi kurgulanırken, toplumun afetlerle baş edebilirliğinin, ulusal gelirin daha eşitlikçi ve sosyal dayanışmayı öne çıkartan bir nitelikte olması ile çok yakından ilgili olduğu unutulmamalı.**

8. Yeldan, E. (2024) Deprem Dönüşümü Ranta Gerekeç Olamaz. *Bilim Akademisi Deprem Tartışmaları: Çok Daha İyisini Yapabiliriz!* (s. 29). Bilim Akademisi Yayınları.

önlemler almaya ya da daha düşük riskli bölgelere taşınmaya teşvik edilmiş olur. Gerekmesi durumunda zorunlu sigorta fonundan ya da Deprem Fonu'ndan taşınma yardımı yapılabilir. Bu sayede belli sektörlerin belli bölgelerde yoğunlaşmasının da önüne geçilmiş olunur.

#### KOBİLERİN KENDİLERİNİ KORUMALARINI SAĞLAYACAK TEŞVİKLER TASARLANABİLİR

Deprem riski karşısında tedarik zincirlerinde coğrafi çeşitlenme, deprem sigortası gibi önlemleri kendi kaynakları ile gerçekleştirebilecek firmaların yanında, küçük firmalar bu araçlara sahip olmayabilir. Yoğun ve büyük ölçekli bir finansman/sigorta politikası tasarımı bu açıdan önemlidir.

KOBİ'lerin kendi önlemlerini alabilmeleri ve depremde sonra hızla ayağa kalkmaları için farklı tür destekler düşünülebilir; iş birliği ağlarının kurulması ve güçlenmesi için aracı olmak, risk azaltma yönünde yapılan harcamaların vergi uygulamalarıyla teşvik edilmesi gibi yöntemler düşünülebilir.

#### EKONOMİNİN CAN DAMARLARININ ŞEHİR İÇİ/ŞEHİRLERARASI YOLLAR OLDUĞU UNUTULMAMALI

İstanbul için yaptığımız çalışmada elde ettiğimiz bulgular, olası bir depremin ekonomik maliyetini artıran önemli bir unsur olarak “şehir içi / şehirler arası yolların kapanması” riskini öne çıkarıyor. Depremin anlık insan ve kaynak maliyeti, deprem bölgesine ulaşım, tahliye ve iktisadi faaliyetlerin en kısa sürede yeniden tesisi için acil uygulanabilir yol haritalarının çıkartılarak, öncelik verilecek ulaşım rotalarının hazırlanmasını ve düzenli pilot uygulamalarının yapılması son derece önemli. Bu doğrultuda, özellikle OSB'lere yönelik olarak ivedilikle açık tutulması gereken yolların haritası çıkarılması, ilgili tüm paydaşların bilgilendirilmesi ve pilot eğitimleri gerçekleştirilmesi yerinde olacaktır.

#### Daha eşit bir toplum, daha dirençli bir toplum

Deprem dirençli bir ekonomi kurgulanırken, toplumun afetlerle baş edebilirliğinin, ulusal gelirin daha eşitlikçi ve sosyal dayanışmayı öne çıkartan bir nitelikte olması ile çok yakından ilgili olduğu unutulmamalı.<sup>8</sup> Dolayısıyla orta ve uzun vadede Türkiye'nin yoksul bölgelerine yapılacak yatırımlar Türkiye'nin deprem dirençli hale getirilmesinde büyük önem arz ediyor.



Bu bağlamda yeni bölgesel cazibe merkezlerinin oluşturulması, sanayinin ve istihdam yaratan iş kollarının İstanbul gibi deprem riski olan bölgelerde toplanmasının önüne geçilmesi ve farklı illere dağıtılması, bankaların merkez ofislerinin deprem riski düşük bölgelerde kalmalarının özendirilmesi, deprem sonrası çalışabilir durumda olan sanayi tesislerinin fonksiyonlarını sürdürebilmesi için işgücünün güvenceye alınması ilkelerini öne çıkartan bir bölgesel kalkınma ve istihdam planı hem depreme dayanıklı bir iktisadi yapının kurgulanmasında, hem de daha eşitlikçi ve etkin bir ulusal ekonomi yaratılmasında önemli olacaktır.

# Deprem Dirençli Halk

## KURUMLAR VE HALK BİRLİKTE NELER YAPABİLİR?

**NURAY KARANCI**

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Psikoloji Bölümü

**CANAY DOĞULU**

TED Üniversitesi, Psikoloji Bölümü

**GÖZDE İKİZER**

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Psikoloji Bölümü



**Yerel yönetimlerin dayanışma ve iş birliği ağları kurarak katılımcılığı teşvik etmesi, şeffaf ve eşitlikçi politikalarla güven aşılması ve örnek olmasının bireylerin harekete geçmesinde kritik bir rolü var.**

**TÜRKİYE’NİN BİR DEPREM ÜLKESİ OLDUĞUNU** hepimiz biliyoruz. Depremlerin yol açtığı kayıpları unutmamamız, unutturmamamız ve bunlardan gerekli dersleri çıkarmamız çok önemli. Çıkarılabilecek en önemli ders ise yöneticilerin ve halkın olası zararları en aza indirmek için hazırlıklı olmasının ne denli hayati olduğu.

Deprem zararlarını azaltmak ve hazırlıklı olmak kimin sorumluluğudur diye sordüğümüzde, aklımıza pek çok kamu kuruluşu, belediyeler, sivil toplum kuruluşları ve halk gelebilir. Depremlerin yaratabileceği zararları en aza indirmek ve depremlere hazırlıklı olmak için saydığımız tüm bu kesimlerin iş birliği içerisinde hareket etmesi gerekir. Bu konuda kamu kuruluşlarına, belediyelere, sivil toplum kuruluşlarına ve vatandaşlara önemli sorumluluklar düşer. Peki bu sorumluluklar neler?

Bu yazımızda halkın ve kuruluşların neler yapabileceklerini ayrı ayrı ele alacağız. Öncelikle deprem zararlarını azaltmak ve hazırlıklı olmak için gereken eylemler üzerinde duracağız. Bu eylemlerin yerine getirilmesi için halkın yerel yönetimler tarafından desteklenmesi ve birlikte çalışabilecekleri şartların yaratılabilmesi de önemli. Halkın ve yönetimlerin ayrı ayrı alabilecekleri önlemlerin yanı sıra halk ve yönetimin bir arada yapabilecekleri de var.

Hazırlıklı olmak için gerekli farkındalığın, motivasyonun, kaynakların ve becerilerin yerel yönetimler tarafından sağlanması başarıya ulaşmak için kritik bir gerekliliktir. Yerel yönetimler halkı harekete geçirebildiği gibi; halk da yerel yönetimleri harekete geçirebilir. Yani, yönetim ve halk arasında dönüşümlü ve etkileşimli bir süreçten bahsediyoruz.

Birazdan bireylerin önlemleri almalarına yol açan veya engelleyen kavramları ele alacağız. Yerel yönetimlerin bu kavramları dikkate alarak hareket etmesi, dayanışma ve iş birliği ağları kurarak katılımcılığı teşvik etmesi, şeffaf ve eşitlikçi

politikalarla güven aşılması ve örnek olmasının bireylerin harekete geçmesindeki rolünü vurgulayacağız.

### Deprem zararlarını azaltmak ve hazırlıklı olmak için neler yapabiliriz?

Depremlerde zararı en aza indirmek ve deprem anı ve sonrası için hazır olmak için yapabileceğimiz birçok şey var.

Gelin hep birlikte aşağıdaki tabloda listelenen maddelere bakalım. Her madde için “evet” ya da “hayır” seçeneklerinden birini işaretleyerek, eksik olan (“hayır” işaretlediğiniz) konuları belirleyebilir ve bunları “evet”e dönüştürmek için çalışmaya başlayabilirsiniz.

Tablo 1 • Depremlerde zararı en aza indirmek ve sonrasına hazırlanmak için yapabileceklerimiz.

	Evet	Hayır
Evinizin/binanızın depreme karşı dayanıklı olup olmadığını yetkili bir kuruma incelettiniz mi?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zorunlu deprem sigortanız (DASK) var mı?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Evinizin içerisinde deprem sarsıntısı ile yerinden oynayabilecek/devrilebilecek/kırılabilir eşyaları (ağır ve yüksek mobilyalar, beyaz eşyalar, televizyon, duvar ve tavandaki eşyalar vb.) sabitlediniz mi?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Odalardan, evden çıkış yolları üzerinde bulunan ve tahliye engelleyecek eşyaları kaldırdınız mı?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Deprem sırasında kendinizi korumak için nasıl davranmanız gerektiğini öğrendiniz ve ailenizle uygulamasını yaptınız mı?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Deprem sonrası kapatmak için evinizde elektrik, su, gaz gibi tesisatın yerlerini ve/veya nasıl kapatılacağını öğrendiniz mi?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Deprem sonrası hanenizdeki kişilere en az üç gün yetecek şekilde su ve yiyecek hazırlığınız var mı?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Evinizde çalışır durumda yangın söndürücünüz var mı?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Evinizde çalışır durumda kurmalı/pilli radyonuz, el feneriniz vb. var mı?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
İhtiyaçlarınıza uygun malzemelerle bir afet ve acil durum çantası hazırladınız mı? Bu çantayı deprem durduktan sonra evden çıkarken unutmadan yanınıza alabileceğiniz bir yere koydunuz mu?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Evinize en yakın afet ve acil durum toplanma alanının yerini biliyor musunuz?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acil durumlarda ulaşacağımız kurumların/çağrı merkezinin telefon numaralarını biliyor musunuz?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Olası bir deprem durumunda ne yapacağınıza dair aile afet planınız var mı? (Nerede buluşulacak, nasıl iletişim kurulacak, deprem gün içinde olmuşsa çocuğu okuldan kim alacak, hazırlanan erzaklar vb.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mahallenizde ya da ilçenizde afet konularında çalışan sivil toplum kuruluşlarına üye oldunuz ve/veya faaliyetlerine katıldınız mı?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Afetlerde zarar azaltma ve hazırlıklı olma konusunda eğitim aldınız mı?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Şekil 1 • Afet Hazırlığı Modeli.

Kaynaklar: Paton, D. (2003).

Disaster preparedness: A social-cognitive perspective.

Disaster Prevention and Management, 12(3), 210–216.

Paton, D., Smith, L. ve Johnston, D. (2005). When good intentions

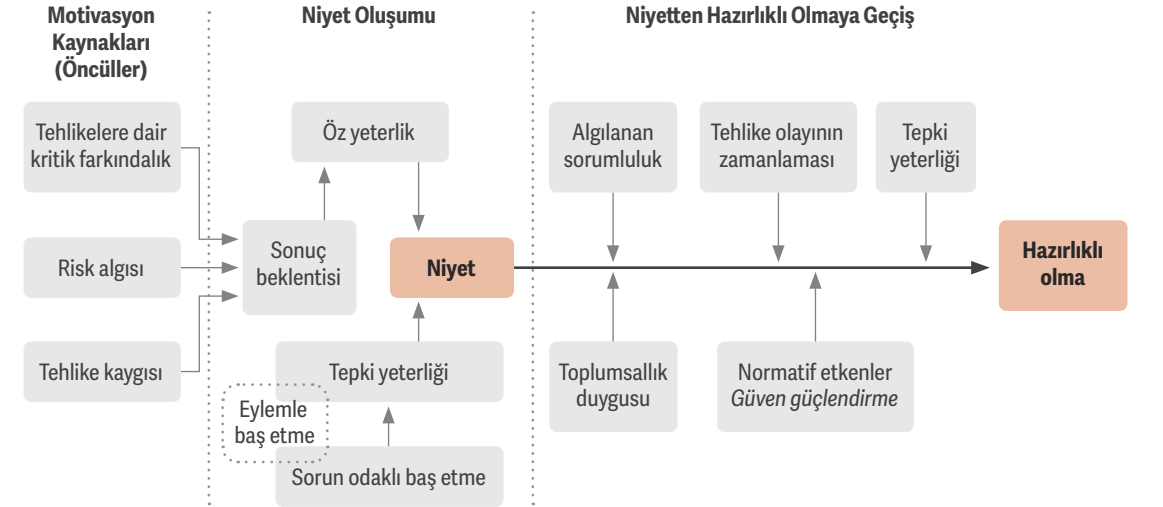
turn bad: Promoting natural hazard preparedness. The

Australian Journal of Emergency Management, 20(1), 25–30.

Bu sorumlulukların pek çoğunu yerine getirmenin vatandaş olarak bize düştüğünü, bazılarında ise kurumlar ya da belediyelerle ortaklaşa sorumluluklarımız olduğu ortada. Yani hem bireysel önlemler olarak hem de bulunduğumuz yerde toplum faaliyetlerine katılarak ve çevremizdekilere de bu önlemleri almaları konusunda model olarak deprem zararlarını azaltabiliriz.

### Önlem almanın psikolojisi

Deprem ülkemizde yaşanma olasılığı yüksek doğa kaynaklı bir tehlike. Bu tehlike karşısında oluşabilecek hasarları ve kayıpları en aza indirmek için hazırlanmak çok önemli. Peki, nasıl oluyor da zarar azaltma ve hazırlık davranışlarının yaygın olarak uygulandığını görmüyoruz? Bu sorunun cevabını vermek istiyorsak afet hazırlığı ile ilgili kuramsal modellere (çerçevelere) bakmamız gerekiyor. Özellikle, aşağıda görsel olarak özetlenen Afet Hazırlığı Modeli bize bu ihmalin nedenleri hakkında aydınlatıcı bilgiler sunuyor. Modeli daha iyi anlayabilmek için gelin birlikte, modelde yer alan değişkenlere detaylı bakalım.



### İLK ADIM: TEHLİKEYİ OLDUĞU GİBİ KABUL ETMEK VE BU KONUDA KONUŞABİLMEK

Her şeyden önce, zararları azaltacak ve hazırlıklı olmamızı sağlayacak eylemleri hayata geçirmemiz için *motivasyon* şarttır. Motivasyonu, belirli davranışları yapmamız için bizleri teşvik



**Rahatsız edici de olsa deprem gerçeğini inkâr etmeyip bu konuyu ailemizle ve arkadaşlarımızla konuşabilmeliyiz. Sorumlulukların yerine getirilmesinde gerekli olan motivasyona ancak bu konuyu düşünerek ve bu konuda konuşarak ulaşabiliriz.**

eden kaynaklar olarak tanımlayabiliriz. Bu kaynaklardan biri *kritik farkındalıktır*; deprem gerçeğini kabul etmemiz ve depremlerle ilgili düşünmemiz ve konuşmamızla ilgilidir. Kritik farkındalığa ulaşmak için deprem gerçeğini inkâr etmeyip bu konuyu ailemizle ve arkadaşlarımızla konuşabilmeliyiz. Burada önemli olan depremlerin ülkemizin bir gerçeği olduğunu kabul etmemiz ve bu doğa kaynaklı tehlikeye hazır olabilmek için depremi düşüncelerimiz ve sohbetlerimiz aracılığıyla gündemde tutmamızdır. Bu nedenle ailenize ve dostlarınıza “Siz deprem konusunda ne düşünüyorsunuz?” diye sorabilir ve kendi düşünce ve kaygılarınızı onlarla paylaşabilirsiniz. Sizin bu konuyu açmanız ailenizi veya arkadaşlarınızı rahatsız edebilir; ancak unutmayın ki sorumlulukların yerine getirilmesinde motivasyon sağlayan kritik farkındalık çok önemlidir ve kritik farkındalığa ancak bu konuyu düşünerek ve bu konuda konuşarak varabiliriz.

Motivasyonu teşvik eden bir diğer kaynak *risk algısıdır*. Risk algısı, hem deprem olasılığı ve tehlikesini kabul etmeyi hem de bu doğa olayının gerçekleşmesi durumunda kendimize ve sevdiklerimize verebileceği zararları fark etmemiz ile oluşur. Ülkemizde depremlerin olabileceği pek çok kişi tarafından kabul gören bir durumdur. Ancak, deprem meydana gelirse olabilecek hasar ve kayıplar konusunda düşünmek kaygı verici olabileceğinden, bu kaygıdan kaçınmaya çalışarak gerçeğe dayanmayan bir iyimserlik geliştirebiliriz. Yani, “Benim binam sağlam” ya da “Bir şey olsa bile fazla bir şey olmaz” gibi rahatlatıcı düşüncelere yakınlaşabiliriz. Böyle bir iyimserlik kısa vadede bizi kaygıdan uzaklaştırabilir; ancak aynı zamanda bizi sorumlu olduğumuz davranışları yerine getirmekten alıkoyabilir. Risk algısı için şu soruyu sorabiliriz: “Olası bir deprem durumunda ben ve ailem zarar görür müyüz?” Buna “Evet, zarar görebiliriz” cevabını vermek bizi bir şeyler yapmaya motive edecektir. Unutmamalıyız ki, depremlerin bizim ve ailemiz üzerinde olası etkilerini görmemek bizi duygusal olarak rahatlatır da bu rahatlık, uzun vadede üzücü sonuçlarla karşılaşmamız durumunda acı verici olabilir.

#### **KAYGININ SAĞLIKLI BİR SEVİYEDE OLMASI HAREKETE GEÇİRİR**

Motivasyonu teşvik eden diğer bir kaynak ise *tehlike kaygısıdır*. Daha önce de değinildiği üzere, kaygı bizi rahatsız eden bir duygudur ve bundan kaçınmak isteriz. Hatta ailemizin kaygısını azaltmak için depremlerle ilgili konuşmamaya ya da onlara

tam emin olamamak da güvende olduğumuz duygusunu aşılama çalısabiliriz. Ancak, kaygının belirli bir seviyesi bizim için motivasyon sağlayan bir duygudur. Kaygılandığımızı göre ortada olası bir tehlike vardır ve kaygı bizim bunu azaltmamız için bir fırsat sunar. Bu duyguyu bastırmak, ötelemek veya dikkatimizi başka şeylere vermek yerine, kaygının anlamını anlamak ve azaltmak için gerekli önlemleri almak çok daha işlevseldir. Depremler ve olası etkileri ile ilgili duyduğumuz kaygıyı azaltmak için etkili olmayan yöntemler (örn., düşünmemek, dikkatimizi başka şeylere vermek, dua etmek, sakinleştirici ilaç kullanmak) kullanmamız bizim sorumlu davranışları yapmamızın önünde engel teşkil eder. Yapılması gereken, kaygımızın çok normal olduğunu kabul edip, kaçınmak yerine zarar azaltma ve hazırlıklı olmak için neler yapılabilir konusunda düşünmek ve bilgi edinmektir.

#### **SONUÇ BEKLENTİSİ OLUMLU OLDUĞUNDA MOTİVASYON ARTAR**

Motivasyon kaynaklarını tartıştık. Şimdi de sorumlu olduğumuz davranışları yapmak için niyet oluşturmak, yani “Ben bunları yapacağım” diyebilmek için nelerin gerekli olabileceği üzerinde durmak istiyoruz. Niyet oluşturmak için öncelikle *olumlu bir sonuç beklentisine* sahip olmak gerekir. Deprem zararlarını azaltmanın ve hazırlıklı olmanın çeşitli davranışları yerine getirmemizle mümkün olduğunu belirtmiştik. Peki siz bu davranışları yerine getirdiğinizde sonucunun etkili olacağına inanıyor musunuz? Eğer, “Evet, yapmam gerekenler var ve bunları yaparsam yaşayacağımız olası zararlar azalır” diyorsanız olumlu bir sonuç beklentinizin olduğunu söyleyebiliriz. Örnek olarak, deprem anında devrilebilecek ve size ve ailenize zarar verebilecek ağır eşyalarınızı sabitlemenizin, sizi ve ailenizi yaralanmaktan kurtaracağına ve evden çıkışınıza engel olmayacağına inanıyorsanız, olumlu bir sonuç beklentiniz olduğunu söyleyebiliriz.

Öz yeterlik inancı da niyetimizin oluşması için önemlidir. Öz yeterlik, zarar azaltma ve hazırlıklı olma davranışlarını gerçekleştirmek için kendimizin beceri ve kaynaklarının yeterli olduğuna inanmamızla ilgilidir. Yani, sizin yapılması gerekenlerle ilgili yeterli bilgiye, zamana ve kaynağa sahip olduğunuzu düşünmenizdir. Bu konuda eğer bilgi ya da beceri eksiklerimiz varsa konu ile ilgili eğitim programlarına katılarak kendimizi geliştirebiliriz. Bazen alınacak önlemlerin çok zamanımızı alacağını ya da maddi kaynak gerektirdiğini düşünebiliriz. Ancak, bu konuda bilgimiz arttıkça yapılacakları yapmanın o kadar da zor olmadığını görebiliriz.



Unutmamamız gerekir ki alacağımız önlemler ile hem kendimizin hem de sevdiklerimizin deprem sırasında daha güvende olmalarını sağlayabiliriz. Depremler için hazırlıklı olmak için yapılabilecek şeyler o denli zor değildir ve herkes tarafından uygulanabilir. Örneğin, evinizin içerisindeki eşyaları sarsıntılara karşı güvenli hale getirebilir, aile buluşma planı hazırlayabilir ve deprem sırası ve sonrası nasıl davranmanız gerektiğini öğrenebilirsiniz. Bu konularda AFAD'ın ve belediyelerin verdikleri eğitimlere katılarak öz yeterliliğinizi artırabilirsiniz.

Binaların güvenliği vatandaşın öz yeterliği açısından zorlayıcıdır ve bu konuda kurumların/belediyelerin sizlerle, yani vatandaşlarla birlikte çalışması, size açık ve güvenilir bilgiler vermesi çok önemlidir. Siz de bu konularda talepkâr olarak, yasal haklarınızı öğrenerek ve bu kurumlardan gerekli önlemleri almalarını isteyerek yetkilileri harekete geçirebilirsiniz.

Niyetin oluşması için ele alacağımız son unsur ise *eylemle baş etmedir*. Eylemle baş etmek, bizim gerekli uygulamaları öğrenme ve uygulama konusunda kararlı olmamız ve düşüncelerimizi eyleme geçirmemizi ifade eder. Niyet oluşturduktan sonra eyleme geçebilmek için zarar azaltma ve hazırlıklı olmak için yapılacaklar konusunda kişisel sorumluluğumuz olduğunu unutmayalım. Evet bazı konular kurumsal destek gerektirir. Ancak, yukarıda listelenen sorumlu davranışlar arasında sizin, ailenizle birlikte yapabileceğiniz çok sayıda eylem var. Sorumluluğun birçok konuda sizde olduğunu kabul etmeniz, eyleme geçmenizi kolaylaştıracaktır.

#### **KOMŞULARIMIZLA İLETİŞİM VE DAYANIŞMA ÇOK DEĞERLİ**

Deprem zararlarını azaltmak ve hazırlıklı olmak için *toplumsal dayanışma* da gerekli bir unsurdur. Bunun için yaşadığımız mahallede ve apartmanda deprem önlemleri konusunda yapılan faaliyetlere katılmak, varsa sivil toplum kuruluşlarına üye olarak destek olmak önemlidir. Depremler oldukça uzun aralıklarla gerçekleşen tehlikeler olduğundan ivedi olarak önlem almak ertelenebilir. Ancak, bilimsel olarak depremlerin ne zaman olacağı bilinemediğinden her zaman için hazırlıklı olmamız gerekir.

#### **KADERCİLİK VE GERÇEKÇİ OLMAYAN İYİMSERLİK BİZE ENGEL OLABİLİR**

Buraya kadar zarar azaltma ve hazırlıklı olmayı artıran unsurlar üzerinde durduk. Ancak, kadercilik, iyimserlik yanlılığı gibi hazırlıklı olmayı engelleyen bazı önemli unsurlar da var. Özellikle



**Kadercilik, sorumlu davranışlar önünde engelleyici bir etkiye sahiptir. Hep hatırlamamız gereken, önce hazırlıklı olmak, sonrasını kadere bırakmaktır.**

1. Johnston, K. A., Taylor, M. ve Ryan, B. (2022). Engaging communities to prepare for natural hazards: A conceptual model. *Natural Hazards*, 112, 2831–2851.

kaderciliğin sorumlu davranışlar önünde engelleyici bir etkiye sahip olduğunu söylemek mümkün. Burada hep hatırlamamız gereken, öncelikle gerekli davranışları yerine getirmek ve ondan sonrasını kadere bırakmaktır. Gerçekçi olmayan, yanlı bir iyimserlik de engelleyici bir tutumdur. Örneğin, “Deprem olursa bizim eve bir şey olmaz” gibi bir düşünce rahatlatıcı olabilir; ancak deprem durumunda olası kayıpları değiştirmeyecektir.

#### **KAMU KURUMLARININ VE BELEDİYELERİN YAPABİLECEKLERİ**

Deprem zararlarını azaltma ve hazırlıklı olma konularında toplumun iş birliğini sağlayabilmek, yerel yönetimlerin yukarıda anlatılan kaynak ve unsurları geliştirmesiyle mümkün olabilir. Öncelikle halkın kurumlara *güven* duymalarını sağlamak için neler yapılabileceğinin düşünülmesi ve uygulanması önemlidir. Halkın kurumlara güven duyması sonuç beklentisini olumlu yönde etkiler ve onların depremlere hazırlık konusunda eyleme geçmelerini destekler. Güven vermenin yanı sıra halkı yapılabilecekler konusunda güçlendirmek ve uygulamaları onlarla birlikte ve onları dahil ederek yapmak da sorumlulukların paylaşılmasını pekiştirecektir. Bu şekilde toplumdaki bireyler kurumların ve belediyelerin yaptıklarına katkıları olduğunu hissedebilirler.

Deprem zararlarını azaltmak ve hazırlıklı olmak hem halkın hem de kurumların sorumluluklarını el birliğiyle yerine getirmesiyle mümkündür. Kurumların halkı sürece aktif şekilde dahil ederek onlarla birlikte etkinlikler, faaliyetler ya da projeler üretmeleri ve uygulamalarıyla halkın üstüne düşen sorumluluğu alması sağlanabilir. Bu süreçte kurumların kendi yaptıkları deprem zarar azaltma faaliyetlerini halkla paylaşmaları ve şeffaf olmaları da son derece önemlidir.

Afet konularında etkili çalışmalar yapabilmek için *toplumun da katılımını ve desteğini* sağlamak şart.<sup>1</sup> Bu katılımı sağlayabilmek içinse öncelikle yapılması gereken toplumu iyi tanımak ve anlamaktır. Peki bunun için kurumlar neler yapabilir? Gelin birlikte bakalım:

1. Kurumların birlikte çalışabilecekleri ya da hizmet götürdüğü toplumun profilini çıkarması yararlı olacaktır. *Toplumun ayrıntılı bir fotoğrafının* çekileceği bu çalışmada hizmet verilen ilçede veya mahallede hangi hedef kitlelerin olduğu, bunların özelliklerinin neler olduğu (örn., yaş, eğitim, engellilik durumu), deprem risk algıları ve yapılması gerekenler



**Afet konularında etkili çalışmalar yapabilmek için toplumun da katılımını ve desteğini sağlamak şart. Bunu sağlayabilmek içinse öncelikle yapılması gereken, toplumu iyi tanımak ve anlamaktır.**

konusunda bilgi ve kaynak düzeyleri ele alınabilir. Ayrıca, *hedef kitlelerin hangi kaynaklardan bilgi aldıklarını ve hangi kaynaklara güvendiklerini* de öğrenmek faydalı olacaktır. Kurumlar bu bilgileri mevcut kaynaklardan elde edebileceği gibi hizmet götördükleri toplumlardan bireyler ve STK'larla derinlemesine mülakatlar veya odak grup görüşmeleri yaparak da elde edebilirler.

2. Kurumlar, toplumdaki ilişki ağlarının nasıl olduğunu araştırıp bireyler ve hedef kitleler arasında bağları güçlendirmek için programlar geliştirebilir. Toplumdaki ilişkisel ağların güçlendirilmesi deprem zararlarını azaltmak için toplumsal farkındalık ve katılımı sağlamak için değerli bir kaynaktır.
3. Halkı bilinçlendirme ve eğitim çalışmaları yoluyla afet riskinin yönetilmesi gerekir. Bu nedenle, *toplumun deprem zararlarını azaltmak ve hazırlıklı olma kapasitelerini artırmaya yönelik programlar geliştirmek* de önemli bir adımdır. Toplumun mevcut deprem risk algısı ve yapılması gerekenlerle ilgili bilgi ve beceri seviyesi ilk maddede belirtilen şekilde belirlenebilir. Kapasite artırmak için toplumdaki mevcut ilişki ağlarını kullanarak bilgi, beceri ve motivasyon artırmaya yönelik etkinlikler ve gönüllülerle yapılacak çalıştaylar düzenlenebilir. Tüm bu faaliyetlerin uzun soluklu olarak planlanması ve *sürdürülebilir* olmaları da gerekir.
4. *Toplumla birlikte* hazırlanacak deprem zararlarını azaltma projelerinin geliştirilmesi ve uygulanması da önemlidir. Sivil toplum kuruluşları ile birlikte çalışarak ortaya çıkarılacak ve uygulanacak projelerde depremlerin yanı sıra insani, ekonomik ve alt yapıyı geliştirme konuları da odak olarak alınmalıdır. Programların etkilerini izlemek ve değerlendirmek de gereklidir.

Sonuç olarak, depremlere hazırlıklı olmak ve zarar azaltmak konusunda kurumların kendi yapacaklarının yanı sıra halk/STK'larla birlikte uygulayacakları programlar önemlidir. Bu tür programları uygularken halkın özelliklerinin iyi tanınması ve uzun soluklu bir program içinde onlara motivasyon, beceri ve kaynak oluşturmaya/sağlamaya öncelik verilmelidir.

# Deprem Dirençli Altyapı

**SELÇUK TOPRAK**

Gebze Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü



**Altyapı sistemleri birçok bileşenden oluşur, altyapının depreme dirençli olması için sistemin bir bütün olarak ele alınması ve dirençli hale getirilmesi gerekir.**

**ALTYAPI SİSTEMLERİ** hayatın doğal akışında son derece önemli role sahiptir ve bir kentin deprem dirençliliğinde olmazsa olmaz unsurlardır. Altyapı sistemlerini ulaşım, gaz, su, petrol, kanalizasyon, elektrik ve iletişim sistemleri olarak düşünebiliriz.

## **Altyapının dirençli olması ne demek?**

Altyapı sistemleri depremden önce nasıl işlev gösteriyorsa, depremde sonra da bu sistemlerin işlevini yerine getirmesini bekleriz. Hiç hasar görmeden devam etmesini sağlayamamak bile hasarı mümkün olan en aza indirmek ve deprem sonrası altyapı sistemlerinin hızlıca tamir edilip eski vazifelerini yerine getirebilir hale gelmesi mümkündür. Olası hasarı en aza indirebilmek için mevcut sistemlerdeki riskleri tespit edip güçlendirme ve iyileştirme yoluna gidilmeli, yeni sistemler kurarken ise deprem dirençli tasarımlar kullanılmalıdır. Bu çalışmalara altyapıların dirençliliği artırma, altyapıya dirençlilik kazandırma diyebiliriz.

Altyapı sistemleri deyince genelde geniş bir alana yayılmış olan taşıma (iletim) ve dağıtım hatlarının dirençliliği öne çıksa da bir altyapının depreme dirençli olması için sistemin bir bütün olarak ele alınması ve dirençli hale getirilmesi gerekir. Altyapı sistemleri birçok bileşenden oluşur. Örneğin bir su şebekesinde borular, depolar, vanalar, pompa istasyonları, veri toplama sistemleri gibi bileşenler vardır. Bunların birinde oluşan hasarlar tüm sistemin performansını etkiler. Örneğin, 2023 depremleri sonrasında Hatay bölgesinde eski ayaklı depolarda çökmeler oldu ve diğer depolardan da hasar görenler oldu, böyle bir durum dağıtım hattı çalışıyor bile olsa su temininin sağlanmasını geciktiren bir neden oldu.

Diğer önemli bir konu da dirençliliği sağlayabilmek için altyapı sistemleri arasındaki bağlantıların dikkate alınmasıdır. Örneğin pompadan su basmak için elektriğe ihtiyacımız var, dolayısıyla su altyapısının dirençliliğini sağlarken mevcut elektrik

sistemindeki olası arızalar düşünülerek su sistemindeki kritik yerler için alternatif elektrik kaynaklarının planlanması gerekir.

Altyapı sistemlerinin tüm bileşenlerinin dirençliliğini sağlamadan, sistemler arasındaki bağımlılıklar dikkate alınmadan, ek önlemler alınmadan, yedek planlar yapılmadan dirençlilikten bahsetmek doğru olmaz.

### Altyapı sistemleri depremlerden nasıl etkilenir?

Su, doğalgaz veya elektrik sistemlerindeki taşıma kanalları iletim ve dağıtım sistemleri olarak ikiye ayrılır. İletim hatları, örneğin suyu kaynaktan depolara, kentlere ulaştırır; kentlere ulaştıktan sonra su, dağıtım hatları ile yapılara dağıtılır. Bu elektrik, gaz sistemleri için de geçerlidir. İletim hatlarını genel olarak tek bir güzergâh izliyor gibi düşünebilirsiniz. Şehir içindeki dağıtım sistemleri ise şehirlerin altında ızgara şeklinde yayılan ağ sistemleridir.

Depremın altyapı üzerine etkisi geçici ve kalıcı yer deformasyonları ile gerçekleşir. Deprem dalgalarının yer içerisinde ilerlerken zemin özelliklerine bağlı olarak oluşturduğu yer hareketlerine

Şekil 1 • Doğal gaz ve petrol boru iletim hatları. Kaynak: Botaş websitesi: <https://tinyurl.com/mt642nzh>



Şekil 2 • 22 Şubat 2011 Christchurch (Yeni Zelanda) depreminde zarar gören Christchurch şehrinin su şebekesi. Farklı renkler malzeme türü farklı boruları göstermektedir. Uyarlandığı kaynak: Toprak, S., Nacaroglu, E., Ceylan, M., Dundar, G., & Cirmiktili, O. Y. (2020) Pipe type and seismic performance in Christchurch, New Zealand. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 800(1), 012042.



geçici yer deformasyonları diyebiliriz. Depremlerde ayrıca fayların hareketleri, sıvılaşma veya toprak kaymalarından ötürü kalıcı yer deformasyonları da oluşur.<sup>1</sup>

İletim ve dağıtım sistemlerinin depremden etkilenme şekilleri geçtikleri güzergâhın deprem kaynağına olan uzaklığına ve geçtikleri güzergâhtaki zeminlerin özelliklerine göre farklılıklar gösterebilir. Bir petrol hattını veya bir gaz boru hattını şehre ulaştıran iletim sistemleri yüzlerce, binlerce kilometre boyunca uzanabilir (örneğin: Bakü-Tiflis-Ceyhan boru hattı) ve tabii bu iletim hatları çok farklı jeolojik yapılarla kesişirler; bazen dağları, ovaları, bazen nehirleri geçmek durumunda kalırlar. Kırılan fay hattına yakınsa bu sistemler geçici yer deformasyonlarından da etkilenirler, ancak uzun güzergâhları boyunca kestikleri fay hatları, heyelanlar ve sıvılaşmaya bağlı yanıl yayılmalar gibi kalıcı yer deformasyonları daha ciddi hasarlara neden olur.

Dağıtım hatları şehrin altında birbirine bağlanmış hatlar şeklindedir ve bunlar geniş bir alana yayıldıkları için deprem dalgalarının geçişi ve zemin özelliklerine bağlı olarak oluşan geçici yer deformasyonlarından etkilenirler. Bu sistemlerde kalıcı yer deformasyonları, geçici yer deformasyonlarına göre daha dar bir alanda gerçekleşir ancak etkileri daha büyük olabilir.<sup>2</sup>

Kalıcı yer deformasyonlarının fay hareketlerinden, sıvılaşmadan veya toprak kaymaları gibi olaylardan ötürü oluştuğunu söylemiştik. Örneğin, deprem sırasında fayın yanıl hareketi

1. Toprak, S. ve Yoshizaki, K. (2003), "Boru Hatlarına Deprem Yüklerinin Etkisi," 5. Ulusal Deprem Mühendisliği Kongresi, İstanbul, No:025.

2. Toprak, S., Nacaroglu, E., Yağcıoğlu, B., Çetin, O. A. (2024) "Depremlerde uzun eksenleri doğrultusunda kalıcı yer hareketlerine maruz kalan gömülü boruların davranışı" *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*.





## Riskli bölgelerdeki boru hattının tasarımının olası yer hareketlerine karşı dirençli olarak tasarlanması mümkündür.

3. Toprak, S., Zulfikar, A. C., Mutlu, A., Tugsal, U. M., Nacaroglu, E., Karabulut, S., Ceylan, M., Ozdemir, K., Parlak, S., Dal, O., & Karimzadeh, S. (2024). The aftermath of 2023 Kahramanmaras earthquakes: evaluation of strong motion data, geotechnical, building, and infrastructure issues. *Natural Hazards*.

birkaç metre olabilir. Eğer bu bölgeden bir boru geçiyorsa, elbette bu hareketten etkilenenecektir. Kalıcı yer deformasyonlarının olduğu yerlerde altyapı sistemimizde kırılmalar, ayrışmalar veya gerilmeler meydana gelebilir. Bir boru diğerinin içine doğru itilebilir, sıkıştırılabilir ya da çekerek kopmasına ya da bağlantıdan ayrılmasına neden olabilir. Bunların her biri için farklı önlemler almak gerekir.

Riskli bölgelerin tespit edilip bu bölgelerde boru hattının tasarımının olası yer hareketlerine karşı dirençli olarak tasarlanması mümkündür.

Boruları fay hatlarının olduğu bölgelerden geçirmemek gibi bir şansımız olur mu diye düşünebilirsiniz, fakat özellikle de Türkiye gibi bir deprem ülkesinde bu mümkün değil. Öncelikle fay hattı dediğimizde kâğıt üzerinde net ince bir çizgi gibi olsa da arazide durum bu kadar basit değildir. Faylardan bahsederken bazen genişlik olarak yüzlerce metre ya da kilometre içerisinde olabilecek bir bölgeden bahsediyoruz. Ayrıca fayların bir kısmı deprem olduktan ve büyük fay kırıldıktan sonra yüzeyde ortaya çıkıyor. O yüzden detaylı çalışılması gerekiyor. 2023 Kahramanmaraş merkezli depremlerde en az 350 kilometrelik bir fay kırılması gerçekleşti, bu hattı kesen gaz, su, elektrik gibi altyapılar vardı.

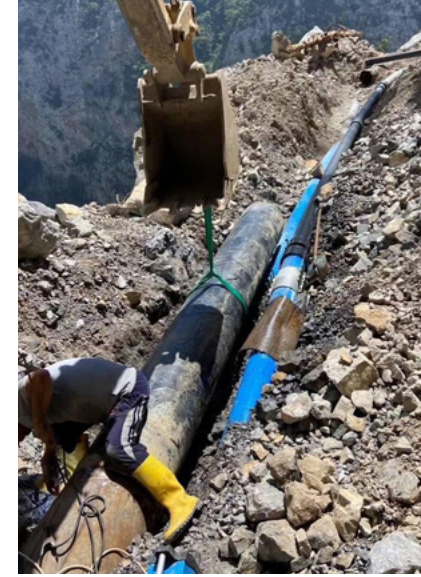
Kalıcı yer deformasyonlarından sıvılaşma dediğimiz olay suya doymuş zeminlerde (örneğin kumlu veya siltli zeminler) olur. Sıvılaşmaya uygun zeminlerde deprem sırasında veya sonrasında yanıl yayılma dediğimiz yer hareketleri oluşur. Bunlar bazen santimetreler mertebesinde bazen metreler mertebesinde olabilir. Kahramanmaraş depremlerinde İskenderun ve Gölbaşı'nda zemin sıvılaşması nedeni hasarlar gözlemlendi.<sup>3</sup> Zemin, sıvılaşma olan yerde yana doğru hareket eder veya oturmalar olur ve o bölgede boru varsa zemin onu da beraberinde götürmek ister. Sonuçta altyapı zorlanır ve hasar görür.

Kalıcı yer deformasyonlarının diğerlerini toprak kaymaları, kaya düşmeleri, heyelanlar oluşturur. Altyapı sistemleri eğimlerin yüksek olduğu pek çok bölgeden de geçer, geçmek zorundadır. Depremden önce belki sorun olmadığını düşündüğünüz yerlerde bile depremden sonra heyelanlar olabilir. Kahramanmaraş depremlerinde araştırmacılar uydu görüntülerinden çalışmalar yaptığında 3000'in üzerinde heyelan tespit ettiler. Bunların bir kısmı dağlarda hiçbir altyapının olmadığı yerde gerçekleşmiş olmasına karşın hasara yol açanlar da oldu.



a

Şekil 3 • Değirmendere ve Payas Karacaören isale hatlarında HATSU tarafından gerçekleştirilen bazı onarım çalışmaları gösteriliyor. (a) Yanal hareket nedeniyle çelik boru hasarı (Değirmendere), (b) Hasar görmüş çelik ve polietilen borular (Değirmendere), (c) Çelik borunun onarımı (Payas Karacaören). Kaynak: Toprak, S., Wham, B. P., Nacaroglu, E., Ceylan, M., Dal, O., & Senturk, A. E. (2024). Impact of Seismic Geohazards on water supply systems and pipeline performance: Insights from the 2023 Kahramanmaras Earthquakes. *Engineering Geology*, 340: 107681.



b



c

Heyelan olduğu esnada zeminle beraber altyapı da hareket etmeye zorlanır, sürüklenir. Ya da yükseklerdeki kayalar parçalanıp aşağı yuvarlanabilir. Bu süreçte altyapılar ezilir ve zarar görür. Heyelan esnasındaki hareket altyapısının dayanabileceği sınırın üstüne çıktığında altyapı zarar görür. Bu zararlar her türlü altyapıyı kapsayabilir. Örneğin, elektrik sistemleri, yine elektrik altyapısının bileşenlerinden transformatörler ya da Hatay ve Adıyaman'da gördüğümüz gibi boru hatları zarar görebilir.

### DEPREMLERİN ULAŞIM VE İLETİŞİM SİSTEMLERİNE ETKİLERİ

Ulaşım sistemleri, acil durum ve afetler sırasında arama kurtarma operasyonlarının, iyileşme süreçlerinin ve iş sürekliliğinin kesintisiz devamı için hayati önem taşır. Geçmiş depremlerde yaşananlar ve ulaşım sistemlerindeki gelişmeler ışığında gelecek depremler için hazırlık planları ve iyileştirmeler yapılmalıdır.

6 Şubat 2023 depremleri, otoyollar, karayolları, demiryolları ve havaalanlarına önemli zararlar verdi. Hatay Havalimanı özellikle etkilendi ve pist ile apronunda ağır hasar meydana geldi. Demiryolu hatlarında kısmi tünel hasarları, kaya düşmeleri ve köprülerde hasarlar oluştu. Operasyonel istasyonlar da etkilendi

ve birçok bina yıkıldı veya zarar gördü. Karayollarında, özellikle fay hatlarının kesiştiği noktalarda, önemli yatay ve dikey yer değiştirmeler meydana geldi ve bu durum Gölbaşı, Pazarcık, Reyhanlı ve Nurdağı gibi bölgelerde geniş çaplı hasarlara yol açtı. Genel olarak karayolları iyi performans gösterse de fay kırıkları, dolgu çökmeleri ve yanal yayılma gibi hasarlar sıkça gözlemlendi. Yapılan incelemeler, birçok köprünün az veya hiç zarar görmediğini, ancak bazı köprülerin ciddi şekilde etkilendiğini ortaya koydu.

İletişim sistemleri de depremler sırasında, arama kurtarma operasyonlarının etkin bir şekilde gerçekleşmesi ve halkın bilgiye erişimi için temel altyapı unsurlarından biridir. 6 Şubat depremleri, iletişim altyapısının ne kadar kırılgan olabileceğini gösterdi. Depremler sonrası, birçok baz istasyonu bina çökmeleri nedeniyle hasar gördü veya enerji arızaları yaşandı. Ağın tam olarak çalışabilmesi için jeneratörler, mobil baz istasyonları ve acil durum iletişim araçları devreye sokuldu. Gözlemlenen problemler, mobil ağ ve genelde iletişim hatları tasarımlarının dayanıklılık ve afet hazırlığı açısından yeniden değerlendirilmesi gerekliliğini ortaya koydu.

#### **Altyapı sistemlerindeki risklerinin belirlenmesi ve önceliklendirme**

Altyapı sistemlerinin güçlendirilmesi sürecinde öncelikle risklerin belirlenmesi gerekir. Riskleri belirlerken zemin koşullarının etkisini tespit etmekte mikrobölgeleme çalışmaları önemli veri sağlamaktadır.<sup>4</sup> Mikrobölgeleme çalışmaları kapsamında zeminin özellikleri ve sismik davranışı; yani sıvılaşma, heyelan, zemin büyütmesi dolayısıyla kalıcı yer deformasyonu riski olan bölgeler belirlenir.

Riskli zeminlerin bulunduğu bölgelerde borular buna göre tasarlanır ve daha esnek/daha dayanıklı malzeme kullanılır. Yer deformasyonları boruların eklem yerlerinden ayrılmasına veya içe doğru itilmesine neden olabilir. Eklem yerlerinde oluşabilecek hasarlara karşı özel tasarımlar kullanılabilir; bunlar hasar görmeden belli bir miktar açılabilen / birbirinin içine girebilen veya bir miktar dönebilen yapıya sahiptir. Bu eklere deprem dirençli ekler diyoruz. Bu ve benzeri tasarımlar yer hareketlerine karşı esneklik getirmiş olur. Tabii bu tür ekler maliyeti artırıcıdır, ama gerektiği kadar kullanılabilir ve kazandırdığı fayda yüksektir.

4. Mikrobölgeleme çalışmaları hakkında ayrıntılı bilgiye “Deprem riskini azaltmanın ilk aşaması: Sismik mikrobölgeleme” başlıklı bölümde ulaşabilirsiniz.



**Sistemin sorunlarını bilen işletme personeli ile analiz edebilen ve teknolojiyi takip eden uzmanlar bir araya gelirlerse daha sağlıklı ve ekonomik çözümler üretilmesi mümkündür.**

Mikrobölgeleme çalışmaları ayrıca sorunlu zemin bölgelerine işaret ettiğinden, altyapı iyileştirmelerinde öncelikleri belirlerken kullanılabilir.

Şehirler için yapılan mikrobölgeleme çalışmaları dağıtım hatlarının tasarımında ve güçlendirilmesinde dikkate alınacak bilgi sağlarken tüm iletim hatları boyunca mikrobölgeleme yapmak mümkün olmayabilir. O zaman iki yol izlenebilir: Jeolojik özellikleri kullanarak, zemin koşullarını yaklaşık tahmin edip güvenli tarafta olacak şekilde tasarım kriterleri belirlenebilir. Ya da ön elemenden geçirerek tespit edilen yerlerde daha detaylı çalışmalarla, yani alan daraltılarak, deprem etkisi belirlenebilir.

Gömülü altyapı sistemlerinde zemin özelliklerine ilaveten boru cinsi, boru çapı, ek türleri, korozyon ve boru yaşı gibi risk faktörleri önemli rol oynar.

Altyapı sistemlerinin ilgili uzmanlar ve altyapıyı işleten kurumlar tarafından birlikte değerlendirilmesi önemlidir. Uzmanlar altyapının farklı bileşenlerinin dirençliliğini değerlendirebilecek yetkinliğe sahip olmalıdır; inşaat, çevre, makine ve elektrik mühendisleri bu süreçlerde önemli roller üstlenir. Sistemin sorunlarını bilen işletme personeli ile analiz edebilen ve teknolojiyi takip eden uzmanlar bir araya gelirlerse daha sağlıklı ve ekonomik çözümler üretilmesi mümkündür. Burada önemli olan “Bekle, gör, sorunlar çıktıkça çözüm üretiriz”den ziyade proaktif olmaktır.

Farklı afetlere karşı, farklı problemlere karşı, öncelikleri belirleyerek iyileştirmelere bu önceliklerin çakıştığı alanlardan başlarsak emin adımlarla ilerlemiş oluruz. Örneğin, deprem ile ilgili sorunların olabileceği bölgeler, selle ilgili sorunların olabileceği bölgeler, heyelan ile ilgili sorunların olduğu bölgelerin kesişim alanları varsa önceliği oraya verebiliriz. Buna su dağıtım altyapısıyla ilgili güzel bir örnek verebiliriz. Mevcut sistemdeki su kayıplarının yüksekliği deprem açısından gelecek sorunların önemli bir göstergesi olabilir. Tüm ölçmeleri yapabildiğiniz bir şehirde 100 birim su verdiğinizi düşünün, verilere baktığınızda 50 birim tüketim ölçülebilmiş, diğer kısmı kayıp ise bu kaybın önemli bir kısmı eski borulardaki sızıntılardan gerçekleşmektedir. Bu kaybın büyüklüğü sistemdeki problemlere (örneğin, paslanmalara ya da borulardaki çatlaklara) işaret eder, su kayıplarının yüksek olduğu yerlerde deprem hasarları da yüksek olur. Bu beklenen bir şey çünkü kayıp olması, altyapı parçaları kırılmaya, ayrılmaya, çatlamaya başlamış demektir. Su kayıpların nerede olduğunu anlayabilmek için şebeke ağı üzerinde SCADA sistemleri kullanılır.



**Birçok farklı probleme çözüm üreten ve uzun vadede tasarruf sağlayan altyapı yatırımlarına öncelik verilmesinin faydası büyük olacaktır.**

SCADA sistemleri şebeke üzerindeki debimetreler yardımıyla sürekli ölçümler yapar. Suyun beklenen ve izlenen debisinden kaçakların yeri tespit edilebilir. Ayrıca su idareleri su kayıplarını anlamak için geceleri bazı cihazlarla dinlemeye çıkarlar. Sessiz ortamda şüpheli yerlerdeki hatları dinleyerek sızıntılar tespit edilebilir. Bu tür çalışmalarla yenilemelerin öncelikli olarak yapılması gereken borular belirlenebilir.

2023 Kahramanmaraş merkezli depremler sonrası oluşan hasarlı su altyapılarını incelediğimizde, depremde önce de su kaybı oranlarının çok yüksek olduğunu (%60'lar mertebesinde) görüyoruz. Su kayıplarını takip etmek ve bu kayıpları azaltacak şekilde su şebekesini yenilemek deprem sonrasındaki birçok sorunun önüne geçebilir. Aynı zamanda hem çok değerli olan suyu korumuş hem de tasarruf sağlamış oluruz. Yenilemelerin bir mali boyutu olduğundan, birçok farklı probleme çözüm üreten ve uzun vadede tasarruf sağlayan altyapı yatırımlarına öncelik verilmesinin faydası büyük olacaktır.

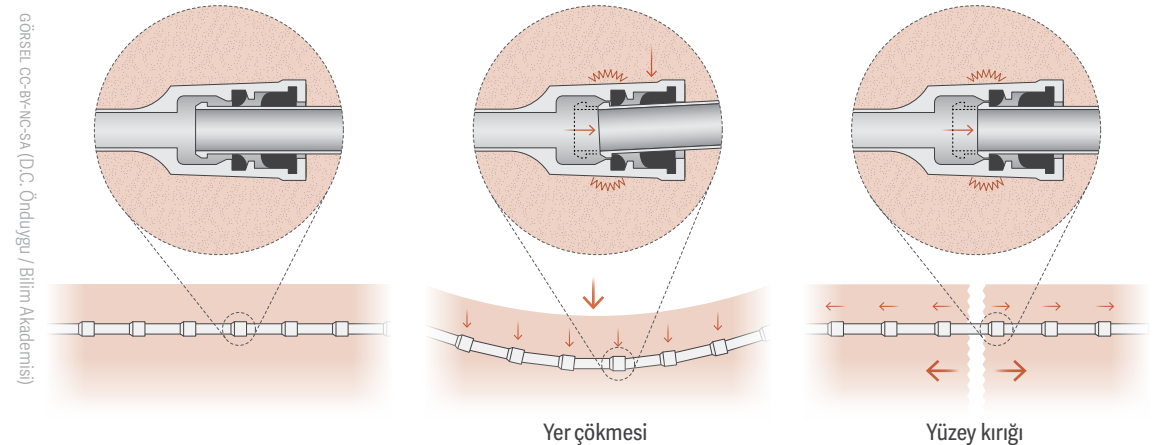
Proaktif yaklaşımı bir kurum felsefesi haline dönüştürmeliyiz. Risk belirleme/iyileştirme/güçlendirme çalışmalarını sürekli bir mekanizma olarak düşünmeliyiz. Dirençliği artırmak yönündeki çalışmaları sürdürebilir kılmak zorundayız, çünkü bir seferde güçlendirilebilir bir sistemden bahsetmiyoruz. Altyapı sistemleri yaşayan bir sistemmiş gibi düşünülmeli. Depremle ilgili geçmişte altyapı sisteminizde bazı çalışmalar yapmış olmak bundan sonrası için çalışma yapmanıza gerek yok gibi bir sonuç getirmez. Beş yıl önce doktora gitmiş olsanız ömür boyu bir daha gitmeyecek misiniz?

### Mevcut altyapının durumu ve güçlendirilmesi

Altyapının durumu bölgeden bölgeye çok değişebilir. Binalarda en çok ölüm ve yaralanmanın eski, standartlara uyulmadan yapılmış yapılarda gerçekleştiğini biliyoruz; altyapılarda da benzer bir durum var. Nasıl üst yapılar için kentsel dönüşüm teşvik ediliyorsa, altyapıların da güçlendirilmesi, önemli bir kısmının yenilenmesi gerekiyor. Genel olarak Türkiye'de baktığımızda bölge bölge sorunlar var ama sürekli bir iyileşme de var. Bu işin maddi boyutu önemli, bunun önemsenip destek olunması gerekli. Bu tür yenilenme bir belediyenin bazen kendi başına kaldıracabileceği bir şey olmuyor. Kurum ve devlet politikası olarak takip edilmesinde fayda var. Burada bazı örneklerden bahsedeyim.

5. Toprak S, Nacaroglu E, Koc AC (2015) *Seismic Response of Underground Lifeline Systems, Perspectives on European Earthquake Engineering and Seismology; Geotechnical, Geological and Earthquake Engineering*, Editör: Atilla Ansal, 39: 245–263

Şekil 4 • Kalıcı yer deformasyonları beklenen bölgelerde düktil demir su boru hatlarında kullanılan sismik birleşimler. Uyarlandığı kaynak: Kubota's Earthquake-Resistant Ductile Iron Pipes Protect Infrastructure From Disasters, <https://tinyurl.com/y6ezpawu>, Erişim: Ekim 2024.



GÖRSEL CC-BY-NC-SA (D.C. Öndüğü / Bilim Akademisi)

80'lerden beri kullanımı azalan ve 90'lardan beri kullanılmayan asbest çimentolu içme suyu boruları halen şehirlerimizin önemli bir kısmında mevcut. Çoğunlukla dağıtım hatlarında kullanılan bu borular kırılmalıdır. En çok sorun çıkaran, normalde de deprem olmadan önce de en çok sorun çıkaran borular bunlardır. Bu boruların daha dayanıklı ve esnek borularla değiştirilmesi gerekir. Bazı yerlerde eski pvc borular da var, bunlar dayanıksız ve çok hasar alıyor, bunların da değişimine öncelik verilmeli.

İstanbul, yıllar önce su dağıtım şebekesinde bir değişim yaşadı ve bu eski borulardan düktil demire geçti. Tabii bu geçiş bir anda olmuyor, altyapıların değişimi, doğası ve zorlukları gereği yavaş oluyor, bu sistemleri yıllarca süren bir süreçle değiştirebiliyoruz.

Deprem bölgesinde Gaziantep şehir merkezi de düktil demir borulara geçti. Fakat Kahramanmaraş'ta daha bu işlemler tamamlanmamış, boruların yenilenmesine başlanılmış ama bitirilmemiş durumda. Bu sürecin KASKİ tarafından hızla ve kararlılıkla devam etmesi gerekiyor. Adıyaman da şu anda boruların yenilenmesi sürecinde. Orada da depremde yine iyi performans gösteren polietilen borularla (PE) farklı fonlar kullanılarak ASKİM tarafından yenileme yapılıyor. Bu süreçler şehirlerimizde ne kadar hızlı tamamlanırsa dirençliliğimiz o kadar hızlı artacaktır.

Denizli'yi örnek verebilirim. Denizli'de boruların neredeyse yarısı asbestli boruydu. Yaklaşık 2010'lu yıllardan sonra özellikle düktil demir borularla değişime başladılar. Sıvılaşma olabilecek yerlerde deprem dirençli sismik ekler kullanıldı. Düktil demirde bağlantı yerleri geçmeli tasarlanır, bu bağlantı yerlerinin esnekliği sağlanabilir.<sup>5</sup>



Deprem dirençli diye isimlendirilen boru ekleri açılıp, kapanabilir, dönebilir, belli bir mesafe açıldıktan sonra kitlenebilir. Özellikle, heyelan, sıvılaşma gibi kalıcı yer deformasyonu beklenen bölgelerde bu tür tasarımlar önerilebilir.

Denizli'de hattın her iki yılda yaklaşık 200 kilometre gibi bir kısmı değiştirilerek ciddi bir yenileme gerçekleştirildi. Sistemdeki asbest çimentolu gibi eski borular yeni ve dayanıklı borularla değiştirildiğinde sorun uzunca bir süre ortadan kaldırılmış oluyor. Düktil demirlere 100 yıl kadar ömür biçiliyor.

İsale hattı su boruları söz konusu olduğunda düktil demir veya çelik kullanılabilir. Çelik boruda korozyon çok önemli, eğer korozyona karşı korunmazsa paslanıp çürüyebilir ve deprem gibi etkilerle ilk zarar gören sistem bileşenlerinden olur. Nitekim 2023 Kahramanmaraş merkezli depremlerden etkilenen bölgelerde böyle çok örnek vardı. Su iletim hatlarında genelde paslanmaya karşı (katodik) korumalı çelik kullanılır. Çelik borular kaynaklanarak birleştirilir, kaynak süreci önemlidir. Örneğin, İstanbul'a gelen Melen su hattı veya Gaziantep Düzbağ hattı çeliklidir.

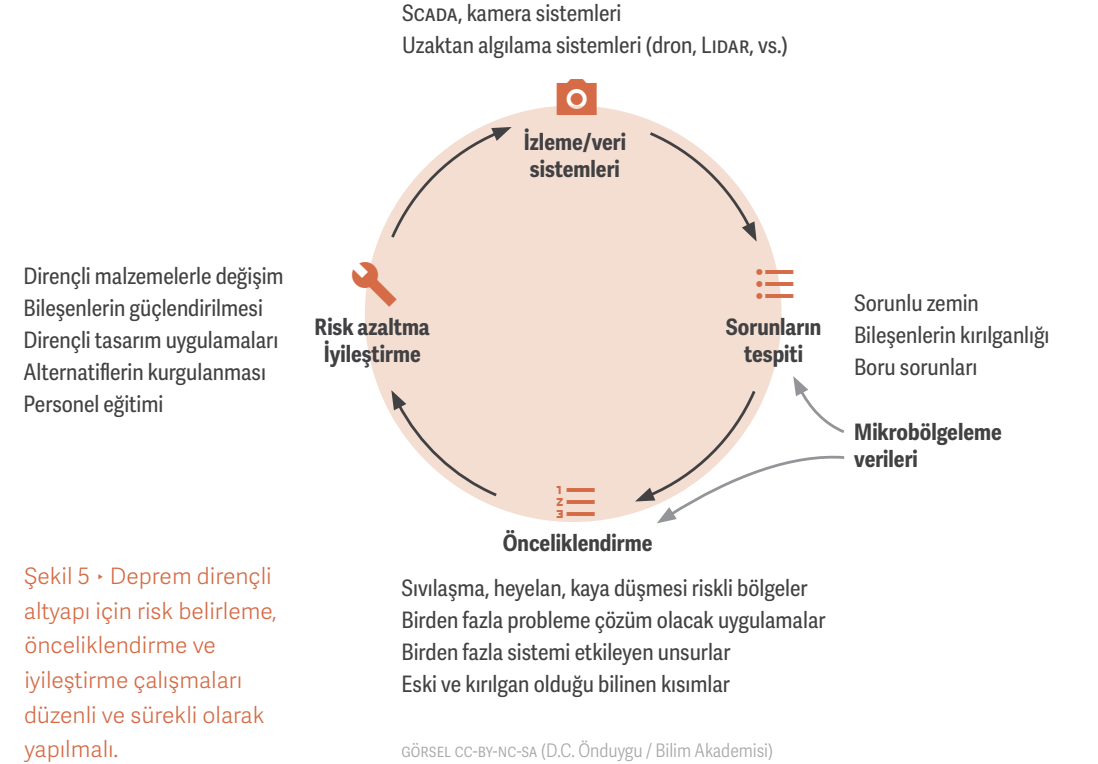
Altyapı sistemlerinin ömrünü her altyapı özelinde hatta bir altyapı sisteminin bileşenleri açısından ayrı ayrı değerlendirmek gerekir.

Gaz altyapısına gelince Türkiye'deki gaz sistemi daha yeni, dolayısıyla daha az sorunlu. Bu altyapı sistemlerinde belli tip borular kullanılıyor, polietilen ve çelik borular genelde tercih ediliyor. Bu sistem içerisinde borular ve bağlantıları sıkı kontrolden geçiyor, belli bir kaliteyi sağlamış borular yerleştiriliyor. Eklem yerleri genelde kaynaklanmış durumda, gaz çıkışının olmaması gerekli. Bu sistemler şehir içerisinde genelde sorun çıkarmıyor. Kahramanmaraş depremlerinden sonra gaz firmaları genelde şehir içindeki hatlarında sorun olmadığını belirttiler. Gaz altyapısında sorun daha çok binalarla olan bağlantılarda, özellikle bina yıkılırsa, gerçekleşiyor. Bina girişlerinde bir kendini kapatma sistemi oluyor, sarsıntılar belli bir seviyenin ötesine geçtiğinde gaz sistemleri kendini kapatıyor. Bu da bazı tehlikelerin oluşmasına mâni oluyor. Gaz sistemlerinde hasar oluşması için büyük yer hareketleri olması gerekiyor dolayısıyla örneğin fay kestigi yerlerde sorun oluşabiliyor. Fay hareketi büyük olduğundan, borunun kendisi dayanıklı bile olsa böylesine bir hareket için tasarlanmadığı için hasar gerçekleşebiliyor. BOTAŞ'ın gaz iletim hatlarında fayı kesen noktalarda, Gölbaşı'nda doğalgaz dağıtım hatlarının fayla bulunduğu yerde sorunlar oluştuğunu biliyoruz.

Altyapılarla ilgili, uluslararası çerçeve ile de uyumlu en kapsamlı yönetmelikler, 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) sonrasında hazırlandı. Bu yönetmelikler, 2020 ve 2021 yıllarında farklı altyapı sistemleri için *Resmî Gazete*'de yayımlanmış olup, yayımlandıkları tarihten itibaren bir ila üç yıl arasında yürürlüğe girmek üzere düzenlenmiştir.

Kanalizasyon sistemleri genelde içme suyu sistemleri gibi basınçlı olmadığı için atık su eğimle akar. Yerçekiminden yararlanmak için kanalizasyon boruları hafif eğimli olarak yerleştirilmiştir. Deprem sırasındaki yer hareketleri ile eğimde kayıp olursa, akma durabilir. Hasarlardan dolayı dışarı sızma olabilir. Bu sistemler en dipte bulunurlar, dolayısıyla ulaşılması daha zordur. Sorunlar kamera sistemleriyle tespit edilebilir.

Yeni altyapı sistemleri kurgularken bugünün teknolojisiyle ve bilgisiyyle yer hareketlerinin olacağı yerleri, konumları hesaplayabilir, tasarım ve planlama ile riskleri minimize edebiliriz. Yeni altyapı sistemi tasarımı yaparken sarsıntının, kuvvetli yer hareketlerinin, sıvılaşma, toprak kayması, fay hareketi gibi kalıcı yer deformasyonlarının beklendiği bölgeler belirlenerek, risk seviyesine uygun değerlendirmeler ve seçimler yapılabilir. Bu değerlendirmeler iletim ve dağıtım hatları için birlikte yapılmalı, tüm hatlar bir sistem olarak göz önüne alınmalıdır.





## Altyapının yenilenmesi/güçlendirilmesi sürekli bir mekanizma olarak tasarlanmalıdır.

6. Toprak S, Nacaroglu E, Koc AC, O'Rourke TD, Hamada M, Cubrinovski M, Van Ballegooy S (2018) "Comparison of horizontal ground displacements in Avonside area, Christchurch from air photo, LiDAR and satellite measurements regarding pipeline damage assessment", *Bulletin of Earthquake Engineering*, 16(10):4497–4514.

### Sonuç olarak

Altyapı sistemlerinin depremlerden sonra işlevlerini istenen performans seviyesinde sürdürmeleri mümkündür ve bunu sağlayabilmek için

- ▶ Altyapının yenilenmesi/güçlendirilmesi sürekli bir mekanizma olarak tasarlanmalıdır.
- ▶ Sistemlerin tüm bileşenleri ve farklı altyapı sistemlerin birbirleriyle olan bağlantıları, ilişkileri dikkate alınmalıdır.
- ▶ Sorunlar gerçekleşmeden önce verileri değerlendirerek, sistemleri düzenli izleyerek sorun oluşturabilecek unsurlar tespit edilmeli ve bunlar için iyileştirmeler yapılmalıdır. Problem kendini göstermeden önlem almak, proaktif olmak çok önemlidir.
- ▶ Deprem dirençliliği ispatlanmış sistemler kullanılmalıdır.
  - ▷ Yukarıda anlatığımız gibi altyapı sistemlerinin dirençliliğini sağlayan birçok yeni teknoloji mevcut; risklere ve işleve göre deprem dirençliliği kanıtlanmış sistemler seçilmeli. Altyapı sistemlerini işleten kurumlar, uzmanlarla birlikte deprem dirençli altyapılar için en uygun olanları belirleyebilir.
- ▶ Kaynak çeşitliliği artırılmalıdır.
  - ▷ Örneğin şehirler suyu tek bir kaynaktan almamalı, mutlaka alternatifler/yedek sistemler düşünülmelidir. Eğer bir yerden alıyorsa da o zaman o hattın üzerine gerçekten ciddi bir çalışma yapılması gerekir. Yine de tüm tedbirleri alsanız da depremden sonra beklemediğiniz bir hasar meydana gelebilir, bu durumda ana sistem onarılırken alternatifler kullanılabilir.
- ▶ Onarımın hızlı yapılabilmesi için planlama yapılmalıdır. O esnada malzeme tedarik etmek mümkün olmayacaktır, onarım için gerekli stoklar planlanmalı ve iş sürekliliği planları hazırlanmalıdır.
- ▶ Depremler sonrasında ileri uzaktan algılama teknolojileriyle (dronlar, LİDAR uydu görüntüleme vb.) geniş alanlarda altyapı bütünlüğü hızlı ve doğru bir şekilde değerlendirilebilir,<sup>6</sup> bunun için de hazırlık yapılması yerinde olacaktır.

### Gaziantep Düzbağ Hattı Örneği Yenilikçi tasarımlar ve alternatif sistemler

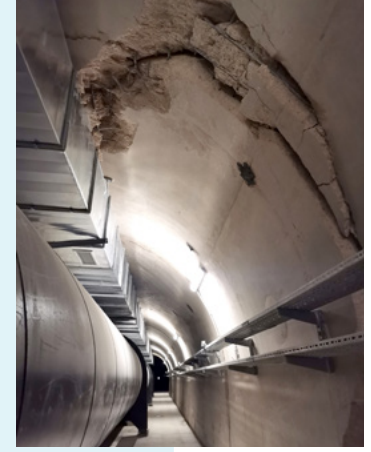
Gaziantep GASKİ'nin su borularından bir tanesi şehre su getiren büyük bir boru, çapı 2,6 metre. Burası Düzbağ isale hattı diye biliniyor. Kahramanmaraş sınırları içerisinde Göksu Çayı'ndan, yaklaşık 86 kilometre gibi bir mesafeden suyu şehre getiriyor. Bu borunun özellikle dağı geçtiği yerde bir tünel mevcut. Tünel borunun genişliğinden daha büyük bir çapa sahip, boru içine yerleştirilmiş. İhtiyaç olduğunda girip içeride boruya müdahale edilebiliyor. Tabii bu maliyetli bir sistem fakat sonrasında sorunların da hızlıca çözülmesine imkân sağlıyor. Düzbağ hattındaki boru oturduğu ayaklar itibarıyla eksenel yönde, yani boru doğrultusunda belli bir miktar hareket edebilecek kapasiteye de sahip. Bu tasarım sayesinde tünel içerisinde boru çok az hasar gördü ve depremin hemen sonrasında hızlıca tamir edildi.

Fakat Düzbağ iletim hattındaki başka bir hasar (ortalama 4,5 metre sol yanal atımlı fay hattıyla kesişim) bu hattın kullanımında kesintiye yol açtı. Bu sefer de alternatif su kaynakları devreye girdi.

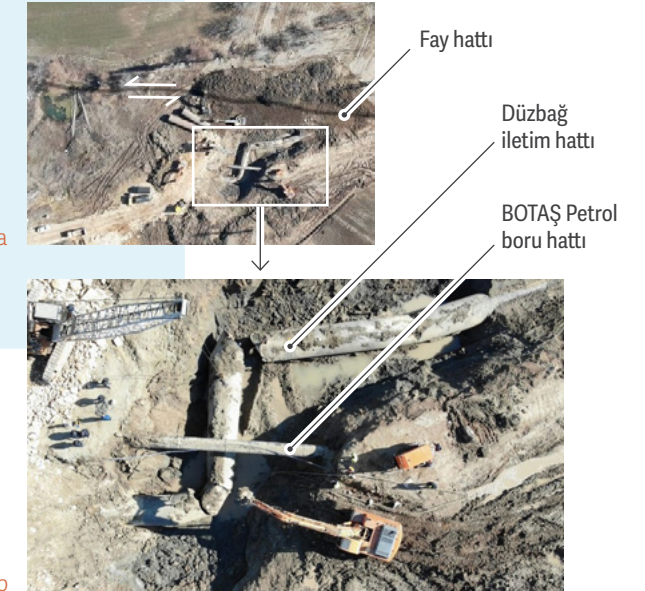
Düzbağ iletim hattı tünelden sonraki bir bölgede, Söğütli mevki civarında, bir gaz boru hattıyla kesişiyor. Bu noktada su boru hattı gaz boru hattının altından iki kıvrımla geçiyor. Bu nokta kırılan fay hattına çok yakın ve su borusu ile fay hattı kesişiyor. Neticesinde Düzbağ boru hattının bu bölümü depremde hasar görüyor, depremin hareketini kaldıramıyor. Gaziantep'e üç ana kaynaktan su geldiğinden ve hatta kuyulardan da az miktarda su aldıklarından Düzbağ'da sorun olduğunda, Kartalkaya ve Mizmilli kaynaklarından şehre su verebildiler. İki gün içinde bu kaynaklardan su temin edildi, Düzbağ'dan su gelmesi üç haftayı buldu. Şehre su getiren kaynakların çeşitliliği yani alternatiflerin olmasının önemi bir kere daha doğrulanmış oldu.

7. Toprak, S., Wham, B. P., Nacaroglu, E., Ceylan, M., Dal, O., & Senturk, A. E. (2024). Impact of Seismic Geohazards on water supply systems and pipeline performance: Insights from the 2023 Kahramanmaraş Earthquakes. *Engineering Geology*, 340: 107681.

Şekil 6 • Düzbağ isale hattı tünel içinde meydana gelen hasar.<sup>7</sup>



Şekil 7 • Düzbağ iletim hattında meydana gelen hasar. (a) Fay hattı, iletim hattı ve petrol boru hattının kesişimi, (b) Zarar gören iletim hattı.<sup>7</sup>



# Deprem Dirençli Yapı Stoku

FATİH SÜTCÜ

İTÜ, İnşaat Mühendisliği Bölümü

1. İstanbul Sismik Riskin Azaltılması ve Acil Durum Hazırlık Projesi (İSMEP) Güçlendirme çalışmaları, IPKB websitesi, <https://tinyurl.com/5n7spasn>, Erişim: Temmuz 2024.

2. Kamu Binalarında Deprem Dayanımı ve Enerji Verimliliği Projesi (KADEV), Çevre ve Şehircilik Bakanlığı websitesi, <https://tinyurl.com/p73p6kd8>, Erişim: Haziran 2024.

3. Sismik mikrobölgeleme hakkında daha fazla bilgiye "Deprem riskini azaltmanın ilk aşaması: Sismik mikrobölgeleme" başlıklı bölümde ulaşabilirsiniz.

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİNDE** binalar tek tek ele alınır ve projelendirilir. Halbuki deprem bölgesindeki bir şehirde deprem hazırlığı yapılırken tüm şehir ve bileşenleri birlikte değerlendirilir. Giriş bölümünde belirtildiği gibi deprem dirençli şehirlerin altı önemli bileşeni vardır ve yapı stokunu oluşturan binalar bunlardan yalnızca birisidir.

Yapı stoku açısından deprem dirençliliği, depremden sonra bir binadaki yaşamın en kısa sürede eski hale dönme yeteneği olarak ifade edilebilir. Yapı stokunun deprem dirençli hale getirilmesi için merkezî yönetim ve yerel yönetimin atması gereken adımlar olduğu gibi, halkın da deprem risklerini azaltmak için yapabileceği hazırlıklar ve dikkat etmesi gereken hususlar vardır.

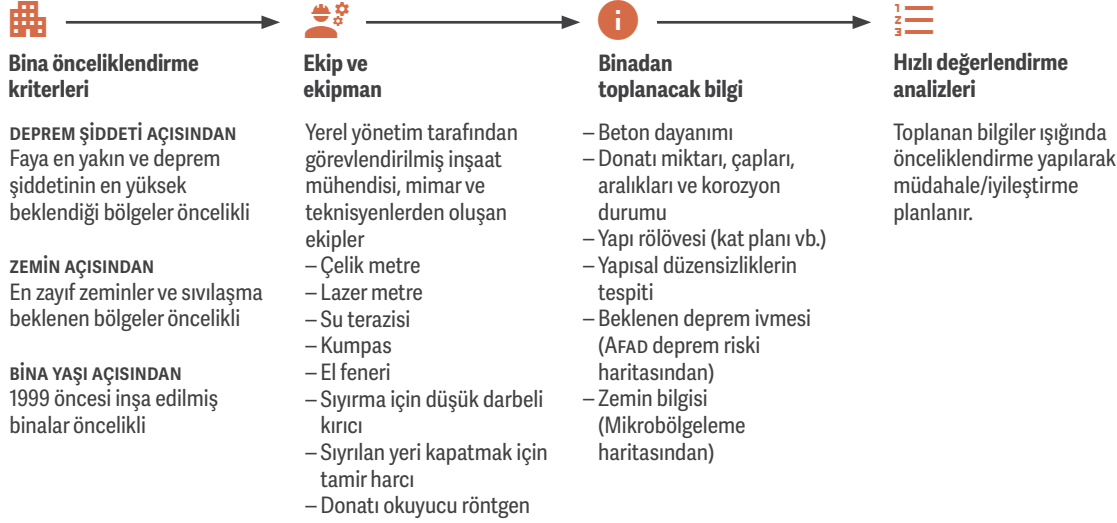
## Mevcut risklerin belirlenmesi ve azaltılması

Deprem sırasında ve sonrasında kritik öneme sahip olan hastane, ulaşım yapısı veya okul tipi binalar öncelikli olarak güçlendirilmeli veya yıkılarak yeniden yapılmalıdır. Bu binalar için yazının devamında ayrıntılı olarak ele alınan "yenilikçi güçlendirme yöntemleri" kullanılabilir. Türkiye'de 2004'ten bu yana İSMEP, KADEV gibi çeşitli projelerle kamu binaları güçlendirilmektedir.<sup>1 2</sup>

Yerel yönetimlerin belediye sınırları içerisindeki tüm yapı stokunu incelemesi, önceliklendirilmesi ve risk bölgelendirmesi yapması gerekir. İlk atılacak adım, belediye içerisinde inşaat mühendisi, mimar ve teknisyenlerden oluşan ekipler kurmak ve hızlı değerlendirme yöntemlerini kullanarak binaların deprem riskini tespit etmektir. Önceliklendirme çalışmasının ilk aşaması sismik mikrobölgelemedir.<sup>3</sup> Sismik mikrobölgeleme çalışmaları, bir bölgede meydana gelmesi muhtemel deprem potansiyeli göz önüne alınarak o alandaki zemin tabakalarının davranışını ve binalara etki edecek deprem kuvvetlerinin inceleme alanı içindeki değişimini gösterir. Mikrobölgeleme çalışması ile söz konusu belediye sınırları içerisinde deprem şiddetinin en etkili



olacağı bölgeler belirlenir. Bu bölgelerdeki binalar içerisinde ise en eski binalardan başlayarak yeni binalara doğru bir inceleme yapılır. Böylelikle en büyük kaybın yaşanması muhtemel binalar önceliklendirilerek tüm yapı stoku taranır ve belediye sınırları içerisindeki hangi bölgelerde ne tür bir deprem kaybı riski olduğu tespit edilir.



4. Çelik donatılar halk arasında inşaat demiri olarak bilindiğinden bu yazıda yer yer çelik donatı yerine “demir” kullanılmıştır.

5. Basit teknik çizim ile binanın plan resimlerinin çizilmesi.

Hızlı değerlendirme yöntemlerinde binada yaşayanları en az etkileyecek şekilde bilgi toplanır. İncelenen binalarda yalnızca birkaç noktadan Schmidt çekici ile beton dayanım ölçümü yapılır. Yine az sayıda noktada sıyırma yapılarak çelik donatıların (inşaat demirleri)<sup>4</sup> miktarı, çapları, aralıkları ve korozyon durumu tespit edilir. Yerinde yapılan inceleme sırasında yapının rölövesi<sup>5</sup> çıkartılarak mevcut projesi ile uyumu değerlendirilir ve varsa yapısal düzensizlikler not edilir. Tüm bu toplanan bilgilerle yapılan analizlerin sonucu olarak binanın deprem riski seviyesi tespit edilir.

Burada sözü geçen risk seviyesi belediyenin deprem için yapacağı hazırlıklara ışık tutan hızlı ve yaklaşık bir değerlendirme sonucudur ve tam anlamıyla binanın deprem dayanımı bilgisi değildir. Sonucun riskli çıkması yürürlükte olan kentsel dönüşüm yasası kapsamında binanın yıkılmasını gerektirmez. Buradaki hedef riskin yüksek olduğu yapı stokunu belirleyerek bir müdahale ve iyileştirme planlaması yapmaktır.

6. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018), Resmî Gazete, <https://tinyurl.com/4zz8fz4r>, Erişim: Haziran 2024.

**Mikrobölgeleme çalışmalarına göre deprem şiddetinin en yüksek beklendiği, zayıf zemin koşulları olan, sıvılaşma beklenen ve 1999 öncesi inşa edilmiş binalar öncelikli olarak ele alınarak yapı stokunun güçlendirilmesi veya yenilenmesi planlanmalıdır.**

7. Aydınoğlu, M.N. (18 Aralık 2023) Depreme Dayanıklı Yapı Sürecinde Mühendislik Hizmetleri ve Yetkin Mühendislik, *İTÜ Vakfı Dergisi*, <https://tinyurl.com/ym7ydm27>, Erişim: Kasım 2024.

Tekil olarak bir binanın deprem dayanımının tespiti, yukarıda sözü geçen hızlı değerlendirmeden çok farklı ve kapsamlı bir mühendislik incelemesidir. Aşağıda “Binaların deprem dayanım tespiti” başlığı altında anlatıldığı gibi, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği<sup>6</sup> kurallarına veya kentsel dönüşüm yasasına göre binadan çok miktarda bilgi toplanarak kapsamlı bir inceleme yapılmasını gerektirir. Bu tür bir incelemenin deprem riski altındaki bir kentin güçlendirilmesi sürecinde her bina için yapılması mümkün olmayacağı için hızlı değerlendirme yöntemlerini kullanmak yerindedir. Sismik mikrobölgeleme çalışmalarına göre deprem şiddetinin en yüksek beklendiği, zayıf zemin koşulları olan, sıvılaşma beklenen ve 1999 öncesi inşa edilmiş binalar öncelikli olarak ele alınarak yapı stokunun güçlendirilmesi veya yenilenmesi planlanmalıdır.

Bu işi yapmak söylemekten çok daha zor ve masraflıdır ancak söz konusu deprem afeti olunca hem devlet hem de vatandaş seviyesinde depreme hazırlık en öncelikli konu olmalıdır. Adeta bir savaş seferberliği gibi deprem konusunda bir afet seferberliği düzenlenmelidir diye düşünüyorum. Devletin afet politikaları ve teşviklerle, vatandaşın ise çeşitli fedakârlıklar yaparak bu işe eğilmesi şart.

**Yeni binaların yönetmelik kurallarına uygun olarak hesaplanması ve inşa edilmesi**

Ülkemizdeki yönetmelikler güncel mühendislik uygulamalarına uyumlu ve son derece kapsamlıdır. Binaların projelendirmesi bu yönetmeliklere uygun olacak şekilde uzman ekiplere yaptırılmalıdır. Taşıtların boyutlarına bağlı olarak farklı ehliyet sınıfları olduğu gibi, mühendislik projelerinde de binanın boyutuna ve önemine bağlı olarak farklı mühendislik yetkinliği sınıfları tanımlanabilir. ABD veya Japonya gibi ülkelerde de buna benzer yetkin mühendislik koşulları mevcuttur.<sup>7</sup> Deprem bölgesinde bulunmayan ve görece küçük bir konut binasının projesini genç bir mühendis hazırlayabilirken, büyük bir havalimanı ya da hastane binası projesini daha tecrübeli bir mühendisin veya ekibin yürütmesi gerekir. Yetkin mühendislik sertifikası merkezî bir sınavla verilebilir ve güncel mühendislik bilgilerinin kontrolü amacıyla belirli aralıklarla yenileme sınavları yapılabilir.

Elbette yönetmeliklere uygun bir proje hazırlanması işin yalnızca başlangıcıdır. Projenin inşaat aşamasında, projedeki detaylar sahada eksiksiz olarak uygulanmalıdır. Projesi kâğıt



**Projesi kâğıt üzerinde mükemmel olan birçok binanın, inşaat uygulaması sırasında yapılan hata veya ihmaller nedeniyle depremde beklenen performansı göstermediğine şahit olduk.**

üzerinde mükemmel olan birçok binanın, inşaat uygulaması sırasında yapılan hata veya ihmaller nedeniyle depremde beklenen performansı göstermediğine şahit olduk. Burada bir denetleme sorunu olduğunu söyleyebiliriz. Ülkemizdeki yapı denetim sistemleri ilgili bakanlık birimleri tarafından sürekli güncellenmekle beraber, uygulamada aksaklıklar görülmektedir. Yapı denetim sisteminin daha bağımsız ve yetki sahibi olması için bazı iyileştirmeler yapılması yerinde olacaktır.

Özellikle kentsel dönüşüm süreçlerinde, projeye otomatik olarak atanan yapı denetimi sistemine güvenmiyorsanız veya daha sıkı bir kontrol talebiniz varsa özel bir denetim uzmanı ile de çalışabilirsiniz. Bu durumu ikinci el otomobil alırken araca oto eksper incelemesi yaptırmak gibi düşünebilirsiniz. Yani aracı satan kişinin beyanına göre değil, sizin namınıza bağımsız şekilde bir inceleme ve raporlama yapan bir uzmanın görüşüne göre karar verebilirsiniz.

#### **Vatandaşlara düşen sorumluluklar**

1. Yeni bir bina yaptırırken asla deprem yönetmeliği kurallarına aykırı bir uygulama için ısrarcı olunmamalıdır. Komşu binaya bitişik bina yapmak, salonu genişletmek için projede tadilat istemek, bazı hacimleri büyütmek için duvar kaldırmak gibi uygulamalar küçük bir ekonomik kazanç için büyük deprem riskleri almak anlamına gelir.
2. Mevcut yapılmış bir binada tesisat geçirmek için taşıyıcı elemanlarda delik açılmamalı veya işyerinin kullanılabilirliğini artırmak için taşıyıcı kolonlar kesilmemelidir; bunları yapmak isteyenlere de izin verilmemelidir
3. Emlak kazanmak için yapının deprem güvenliğini riske atacak şekilde izinsiz ve hesapsız kat ekleme yapılmalıdır. Yasal yollardan izin almış olsanız dahi, binanın bu yükler altında güvenli olacağını uzman mühendislik ekiplerine teyit ettirmelisiniz. Lütfen “inşaat yapılırken gereğinden fazla demir kullanılmıştı, betonu çok sağlamdı” gibi kulaktan dolma bilgilere dayanarak binanıza ağır yükler yüklemeyiniz.
4. Emlak satın alınacağı veya kiralanacağı zaman binanın deprem güvenliği hakkında uzman bir inşaat mühendisinden fikir almakta çok büyük fayda vardır.
5. Elbette deprem sırasında nerede olacağımızı bilemeyiz ancak günün büyük kısmını geçirdiğimiz evimiz ve

işyerimiz depreme karşı güvenliyse hayatımızdaki deprem tehlikesini çok büyük ölçüde azaltmış oluruz. Evlerimizin ve çalıştığımız işyerlerimizin deprem dayanımını “Binaların deprem dayanım tespiti “ başlığı altında anlatıldığı şekilde tespit ettirebilir ve riskli bir durum söz konusuysa güçlendirme/yenilenme seçeneklerini değerlendirebiliriz.

#### **Binaların deprem dayanım tespiti**

Ülkemizdeki deprem yönetmelikleri yıllar içerisinde sürekli güncellendi ve binaların sağlaması gereken şartlar giderek ağırlaştı. Bir bina yapıldığı dönemdeki yönetmeliklere uygun olsa dahi, güncellenen ve ağırlaşan yönetmelik şartlarını sağlamıyor olabilir. Ya da bir bina zamanla bakımsızlıktan dolayı zayıflamış; üzerindeki yükler artmış veya kullanım amacı değişmiş olabilir. Bir binanın mevcut durumunun deprem dayanım tespiti, en güncel yönetmeliğimiz olan 2018 tarihli Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne göre (TBDY-2018) yapılmalıdır.

Bu yönetmeliğin bir tavsiye yazısı veya kılavuz belgesi değil, harfiyen uygulanması gereken bir kanun olduğunu aklımızdan çıkartmamalıyız. Yani deprem tespitinde izlenecek yöntem mutlaka yürürlükteki deprem yönetmeliğinin şartlarını sağlamalı. Deprem Yönetmeliğimize göre kanunen bina deprem dayanım tespitinde aşağıdaki aşamalar izlenir:

8. Binanın taşıyıcı sistemini oluşturan elemanları 138. sayfadaki Şekil 2'de görebilirsiniz.

1. **Yerinde inceleme:** Tüm katlar incelenir ve projeye aykırı durumlar, taşıyıcı sisteme<sup>8</sup> yapılmış müdahaleler ve korozyon gibi olumsuzluklar tespit edilir.
2. **Hasar tespiti:** Deprem veya farklı bir sebeple binada hasar varsa bu durum detaylı şekilde tespit edilir ve uygun şekilde onarımı için hesaplamalar ve projelendirme yapılır.
3. **Rölöve çıkartılması:** Binaların projeleri bina sahiplerinde ve/veya bağlı bulundukları belediyelerde mevcuttur. Eğer binanın statik projelerine ulaşamıyorsa tespit ekibi tarafından binanın taşıyıcı sisteminin mevcut durumu çizilir, yani rölöve çizimi yapılır.
4. **Zemin etüdü:** Bir binanın deprem performansının belirlenmesinde zemin de bina kadar önemlidir. Yönetmeliğe uygun olacak şekilde zemin etüdü çalışması yapılır.
5. **Malzeme testi:** Bina malzemesinin dayanımını tespit etmek için betondan örnek (karot) alınır, çelik donatıdan ise az sayıda numune alınır. Numune alınan bölgeler uygun malzeme ile kapatılır ve eski haline getirilir. Bu işlemler

- taşıyıcı sisteme zarar vermez ve zaten kanunen gereklidir.
6. **Röntgen:** Binadaki çelik donatıların yerleri ve aralıkları röntgen cihazı ile tespit edilir.
  7. **Modelleme:** Binadan elde edilen bilgiler ile yapısal analiz yazılımları kullanılarak binanın üç boyutlu modellenmesi yapılır.
  8. **Deprem seviyesi:** AFAD tarafından yayınlanmış dijital deprem haritasından, binanın bulunduğu bölgede beklenen deprem ivmesi (yani deprem şiddeti) seviyesi belirlenir.
  9. **Deprem simülasyonu:** Yönetmelikte belirtilen yöntemlere göre binanın üç boyutlu modeline, AFAD haritasından alınmış olan deprem yükleri etki ettirilerek deprem simülasyonu yapılır ve binanın deprem performansı analizleri gerçekleştirilir.
  10. **Sonuç raporu:** Yapılan analizler sonucunda, inceleme konusu binanın, zemini, malzemesi ve taşıyıcı sistemini hakkındaki bilgileri kullanarak, bulunduğu bölgede beklenen deprem etkisi altındaki deprem dayanım performansı tespit edilmiş olur.

#### **KAROT VE DİĞER MALZEME TESPİTLERİ GÜVENLİ Mİ?**

Nasıl ki sağlık durumumuzu tespit etmek için kan tahlili yaptırmak veya biyopsi ile örnek alınması zorunlu ise, betonarme bir binanın deprem dayanımını tespit etmek için de karot ve diğer malzeme deneyleri gerekli ve kanunen zorunludur. Karot numunesi yaklaşık olarak bir konserve tenekesi kadar küçüktür ve karot alınacak bölgede donatı olmadığı röntgen cihazı ile mutlaka tespit edilir.



Şekil 1 • Karot alma işlemi  
(Fotoğraf: Fatih Sütçü).



**Deprem yönetmeliğine göre yeterli dayanım seviyesinde olmayan her tür bina güçlendirilebilir ancak güçlendirme maliyeti arttıkça binayı güçlendirmek yerine yenilemek daha sağlıklı bir çözüm olacaktır.**

Betonarme binaların depreme dayanıklılığının belirlenmesinde, yürürlükteki güncel deprem yönetmeliği olan TBĐY-2018 kapsamında yapılan karot alma gibi çalışmaların, binaların mevcut durumunu zayıflatması söz konusu olamaz. Kaldı ki karotlar için açılan delikler, yüksek mukavemetli özel harç malzemesiyle derhal doldurulurlar. Yönetmeliğe göre, bu tespitler tüm taşıyıcı elemanlarda değil, yeterli en az sayıda yapı elemanından alınarak yapılabilir.

Beton dayanımının tespiti sonrasında betonarmenin diğer bileşeni olan donatı çeliğinin miktarını ve korozyon durumunu belirlemek için çok sınırlı miktardaki bölgede beton kabuk sıyrılarak altındaki donatılar tespit edilir. Sıyırma yapılan bölgeler de tespit sonrası hızla kapatılır.

#### **DEPREM DAYANIM TESPİTİ YAPTIK. ŞİMDİ NE OLACAK?**

Yapılan bu analizlerden sonra binanız yönetmelik tarafından öngörülen deprem dayanımı seviyesini sağlamıyorsa, bina depreme karşı güçlendirilebilir veya yıkılıp baştan yaptırılabilir.

Makul güçlendirme maliyeti, yıkarak baştan yapma maliyetinin yaklaşık %20-40'ı civarındadır. Binanın imar durumuna bağlı olarak yıkıp baştan yaptırmak bir seçenek olmayabilir. Örneğin, bir bina tarihi özelliğinden dolayı tescilli olabilir veya imar şartlarına bağlı olarak binanın yıkılması halinde aynı boyutlarda yeniden yapılması mümkün olmayabilir. Böyle durumlarda maliyetine bakmaksızın tek seçenek güçlendirmedir. Buradaki en önemli husus, güçlendirme projesinin uzman bir mühendislik ekibi tarafından hazırlanması ve güçlendirme uygulamasının da projesine uygun şekilde gerçekleştirilmesidir.

Binanız yönetmelik tarafından öngörülen deprem dayanımı seviyesini sağlıyorsa, binanızda güvenle oturabilirsiniz. Elbette yaşam ve çalışma alanlarında bazı tedbirler almak faydalı olacaktır. Bu tedbirlere “Deprem Dirençli Halk: Kurumlar ve Halk Birlikte Neler Yapabilir?” başlıklı bölümdeki Tablo 1’de ulaşabilirsiniz.

#### **Binamı depreme karşı nasıl güçlendirebilirim?**

Deprem yönetmeliğine göre yeterli dayanım seviyesinde olmayan her tür bina güçlendirilebilir ancak güçlendirme maliyeti arttıkça binayı güçlendirmek yerine yenilemek daha sağlıklı bir çözüm olacaktır. Bu konudaki genel kabul, güçlendirme maliyetinin, binanın yeniden yapım maliyetinin %40’ını aşması halinde, binayı yenilemenin daha doğru olacağı yönündedir. Güçlendirme





**Binadaki yapısal yetersizliklerin küçük olduğu durumlarda dahi geleneksel güçlendirme uygulamaları sırasında yapılan kapsamlı müdahaleler, binanın büyük oranda veya tamamen kullanımına engel olmaktadır.**

maliyetinin yeniden yapım maliyetinin %40'ından az olduğu durumlarda veya imar sınırlamaları nedeniyle binanın yıkılıp yeniden yapımının mümkün olmadığı durumlarda, binanın ihtiyacına cevap verecek bir yöntem ile güçlendirme yoluna gidilmelidir.

Öncelikle binanın dayanım seviyesinin belirlenmesi için binadan kapsamlı şekilde bilgi toplanması gerekir. Binadan bilgi toplama yönteminden ve betondan alınacak karot deliklerinin uygun şekilde kapatılması halinde binaya zarar vermeyeceğinden daha önceki bölümde bahsedilmişti. Betona benzer şekilde donatı (inşaat demiri) numunesi de alınır; zeminde inceleme yapılır ve tüm bu bilgiler ışığında binanın deprem dayanımı değerlendirilir. Binanın zayıflık derecesine ve yapısal yetersizliğine bağlı olarak bir güçlendirme önerisi yapılır.

Yönetmeliğe göre zayıf olan binaların geleneksel veya yenilikçi mühendislik yöntemleri ile güçlendirilmesi mümkündür.

#### **GELENEKSEL GÜÇLENDİRME YÖNTEMLERİ**

Mevcut betonarme binaların güçlendirilmesi için dünya çapında kabul görmüş geleneksel yöntemlere örnek olarak kolonların ve kirişlerin betonarme veya çelik elemanlarla mantolanması, gerekmesi halinde temellerin takviye edilmesi, yapısal sisteme perde duvar ilave edilmesi veya lifli polimerler ile yapısal elemanların sargılanması gösterilebilir. Özellikle binadaki beton dayanımının düşük olması ve binanın büyük deformasyonlar yapması beklenen durumlarda güçlendirme amaçlı eklenecek olan betonarme perde duvarlar, binanın hareketlerini kısıtlayacaktır.

Sağlığımıza kavuşmak için yapılan tedavilerde olduğu gibi, binada yapılacak deprem güçlendirmesinin de birtakım olumsuz yan etkileri olabilir. Örneğin betonarme perde ve manto demirlerinin veya çelik mantolamada kullanılan düşey profillerin katlar arası sürekliliğini sağlamak için döşemelere boşluklar açmak gerekir. Bu ve benzeri kapsamlı müdahaleler, binayı yapısal açıdan riske sokmaz ancak güçlendirme çalışmaları aşamasında binanın tamamen boşaltılmasını gerektirir. Ayrıca eklenecek perdeler ve mantolamalar çoğu durumda binanın mimari fonksiyonlarını olumsuz etkiler.

Binadaki yapısal yetersizliklerin küçük olduğu durumlarda dahi geleneksel güçlendirme uygulamaları sırasında yapılan kapsamlı müdahaleler, binanın büyük oranda veya tamamen kullanımına engel olmaktadır.

Geleneksel güçlendirme yöntemleri ile binaların dayanımı, yönetmelikte belirtilen seviyeye çıkartılabilir. Burada hatırlatılması gereken bir husus şudur. Deprem dayanımı açısından çok zayıf binalarda yapılacak geleneksel güçlendirme uygulamalarının temel hedefi, deprem sırasında içerisinde yaşayan veya çalışan insanların can güvenliğini korumaktır. Yani bu tür güçlendirmeler, bina içerisindeki insanları korur, ancak birçok durumda binayı hasardan koruyamaz ve deprem sonrasında bina kullanıma hazır durumunda olmaz. Binasını güçlendirmek isteyenlerin, güçlendirme projelendirmesi ve uygulamasını yapan mühendislik ekipleri ile “yapılan güçlendirmenin depremde nasıl performans göstereceğini” en başta konuşması önerilir. Basit bir örnek vermek gerekirse, telefon benzeri elektronik bir cihazın tamiratında, eğer tamirci gerçekten ustaysa ve iyi niyetliyse, genellikle yaptığı tamiratın ne kadar süreyle sizi idare edeceğini bilir ve söyler. Mesela der ki: “Bu tamirat sizi bir sene daha idare eder ama cihazın fazla ısınmasına izin vermeyin. Kesin çözüm isterseniz cihazın ana kartının tamamen değişmesi gerekir”. Bu durumda siz de yapılacak tamiratın etkinliğine, maliyetine ve yeni cihazın fiyatına göre bir karar verirsiniz. Lütfen güçlendirme yaptırırken de benzer bilgileri sorunuz, sorgulayınız.

#### **YENİLİKÇİ GÜÇLENDİRME YÖNTEMLERİ VE AVANTAJLARI NELERDİR?**

Deprem yönetmeliğindeki sıralamaya göre “deprem sırasında ve sonrasında kesintisiz şekilde kullanılması gereken ve insanların yoğun olarak bulunduğu” hastane, okul veya enerji tesisi gibi binalar en önemli bina kategorisindedir. Önem sıralamasında daha sonra “insanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu” AVM ve spor tesisi gibi binalar ve en son “diğerleri” kategorisinde yer alan konut ve işyeri türü binalar gelir.

Hastane gibi binalar afet sonrasındaki kritik rolleri gereği depreme karşı güçlendirmede öncelikli bina olarak değerlendirilmektedir, bu tür binalar için yönetmelikteki güvenlik seviyesi konutlara göre daha yüksektir. Gerek yüksek performans beklentisi gerekse de benzer mimari özelliklerde birçok sayıda inşa edilmiş olmalarından dolayı, hastane ve okul gibi binalar için mümkün olan en az müdahale ile etkili güçlendirme yöntemleri geliştirilmekte ve uygulanmaktadır. Bu yöntemler arasında binaya dışarıdan betonarme veya çelik çerçeveler eklenmesi,



**Yenilikçi güçlendirme yöntemlerinin en önemli avantajı, güçlendirme aşamasında binanın neredeyse tamamen kullanım durumunda olmasıdır.**

çerçeveler ile birlikte yapısal sönümleyiciler eklenmesi veya binanın deprem yalıtımlı hale getirilmesi gibi yöntemler sayılabilir. Binanın zayıflık seviyesine bağlı olarak kullanılacak yenilikçi güçlendirme yöntemleri geleneksel yöntemlere göre daha maliyetli olabilir, fakat bu yöntemler binaların deprem performansını önemli ölçüde artırır ve deprem sonrasında binanın kesintisiz kullanımına olanak verir. Ayrıca yenilikçi güçlendirme yöntemlerinin en önemli avantajı güçlendirme aşamasında binanın neredeyse tamamen kullanım durumunda olmasıdır. Yapılan müdahalelerin birçoğu bina dışarisından gerçekleştirilir ve ancak gerekli durumlarda bina içerisine müdahaleler yapılır. Bu yöntemlerde çoğu zaman temellere de müdahale etmek gerekmez ve bu da inşaat işlerini hem süre hem de maliyet olarak hafifletir.

Deprem enerjisini yutan sönümleyicilerle yapılan güçlendirmelerde bazı durumlarda bina içerisinde müdahaleler yapmak gerekebilir. Bu durumda yalnızca müdahalenin yapılacağı bölge geçici olarak kullanıma kapatılır. Binanın ihtiyacına bağlı olarak geleneksel yöntemler ve yenilikçi yöntemlerin bir arada kullanıldığı hibrit çözümler de üretilebilmektedir.

#### **DIŞARIDAN ÇERÇEVE İLE GÜÇLENDİRME**

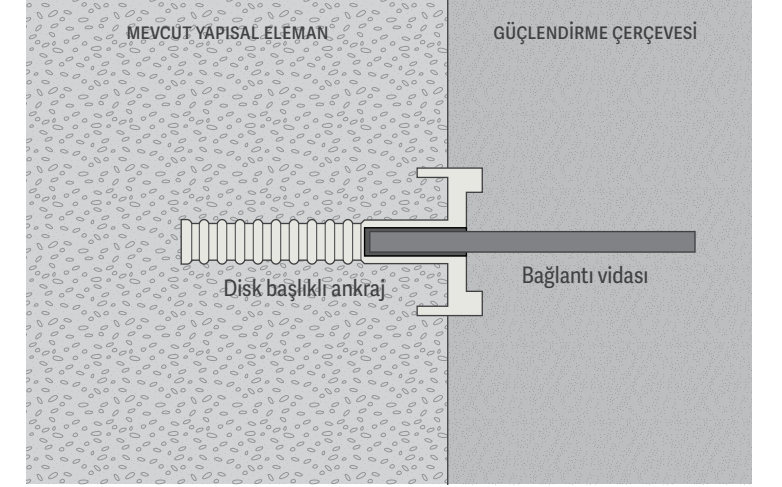
Yenilikçi güçlendirme yöntemlerine en güzel örneklerden birisi, bina içine müdahale etmeden, dışarıdan çerçeve ilavesi ile güçlendirmedir. Mevcut betonarme bir binanın dışarıdan betonarme çerçeve ilave edilerek güçlendirilmesi en güncel deprem yönetmeliğimizde de önerilen yöntemlerden biridir. İlgili maddelere bakıldığında dışarıdan çerçeve ilavesi ile güçlendirmede en önemli konuların temellerin düzenlenmesi ve etkili bir bağlantı yapılması olduğu anlaşılmaktadır. Güçlendirme talebinin görece küçük olduğu birçok binada, mevcut temellerin yeni ilave edilecek çerçevelerin getireceği ilave kuvvetleri karşılayabilecek durumda olduğu tespit edilmiştir. Temelde bir yetersizlik olması durumunda ise, temeller plana göre dışarıdan büyütülebilir ve bina içerisinden müdahale gerekmez.

Burada önerilen dışarıdan güçlendirme yönteminin yenilikçi yönü, eklenecek çerçevelerin bağlantısında mevcut binayla birlikte çalışmayı sağlayacak özel disk başlıklı ankrajlar kullanılmasıdır. Japonya'da geliştirilmiş olan disk başlıklı ankrajlarda (Şekil 2) ankraj başlığı gövdesine oranla daha geniş olup, ankrajın kesilerek kopması zorlaştırılmış ve bu tür



Şekil 2 • Disk başlıklı ankraj ve uygulama kesiti (Görsel: Fatih Sütçü).

ankrajların kesme mukavemetini belirleyen esas etken olan betonun ezilmesi de büyük yüzey alanı nedeniyle daha kontrollü bir hale getirilmiştir. Konvansiyonel ankrajlara kıyasla, disk başlıklı ankrajların ekme derinliği daha küçük yapılmakta ve kesme mukavemetinin yüksek olması nedeniyle de daha az sayıda kullanılmaktadır.



Disk başlıklı ankrajların ülkemizdeki yapı stokuna ve uygulamalara uygun şekilde geliştirilmesi amacıyla, kesme ve çekme dayanımı konusundaki deneyler, teknolojinin Japon ve Türk ortaklarının girişimiyle, TÜBİTAK destekli bir araştırma projesi olarak İTÜ Yapı ve Deprem Mühendisliği Laboratuvarında gerçekleştirilmektedir (Şekil 3).



Şekil 3 • Disk başlıklı ankraj kesme deneyleri (Fotoğraf: Fatih Sütçü).

Disk başlıklı ankrajlar kullanarak dışarıdan çerçeve eklenmesi ile Hokkaido Üniversitesi kampüsünde bulunan bir bina güçlendirilmiştir (Şekil 4). Üst katlara çıkıldıkça güçlendirme talebi azaldığı için ilave edilen çerçeve sayısı da buna bağlı olarak azalmaktadır. Tüm güçlendirme dışarıdan yapıldığı ve ankraj deliklerinin açılmasında kullanılan elmas ağızlı özel matkaplar sayesinde gürültü seviyesinin 53dB altında kaldığı tespit edildiği için güçlendirme sırasında bina tamamen çalışır durumda kalmıştır.



Şekil 4 • Dışarıdan çerçeve ile güçlendirme örneği (Hokkaido Üniversitesi, Fotoğraf: Fatih Sütçü).

#### ENERJİ SÖNÜMLEYİCİLER İLE GÜÇLENDİRME

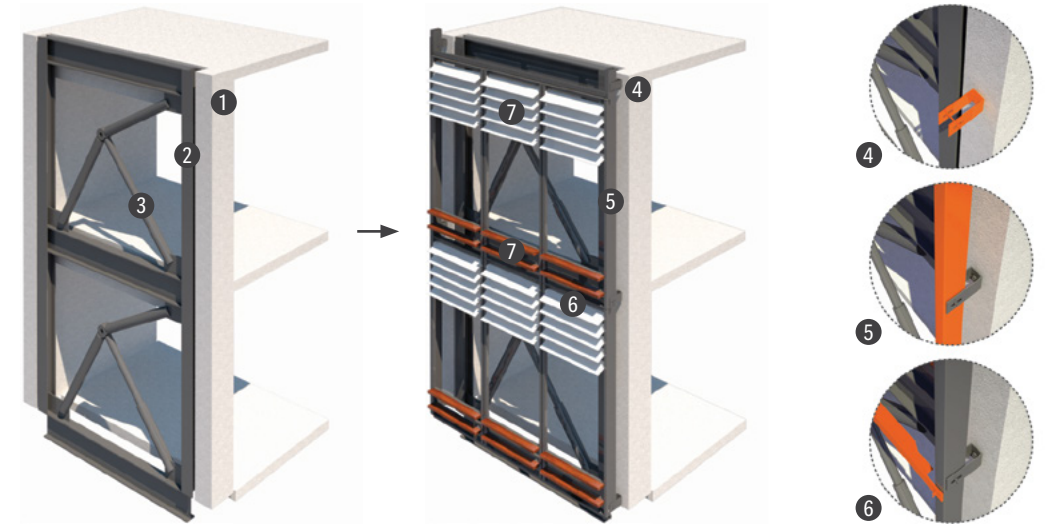
Binaların deprem güçlendirmesinde enerji sönümleyicilerin kullanımı tüm dünyada artmaktadır. Bir binanın deprem talebine veya yapısal zayıflığına bağlı olarak güçlendirmede kullanılacak olan enerji sönümleyici tipi değişir. Örneğin yağ esaslı viskoz sönümleyiciler yapıya yalnızca sönümleme özelliği ilave ederken, burkulması önlenmiş çapraz tipi sönümleyiciler yapının hem sönüm özelliğini hem de dayanımını artırır.<sup>9</sup> Prensipte deprem sönümleyicileri, deprem sırasında binaya giren yıkıcı enerjiyi üstlerinde toplarlar ve yutarlar. Bu sayede binalar depremi hasarsız atlatabilir. Bu bakımdan sönümleyicileri otomobillerdeki amortisör (şok emici) pistonlarına benzetmek mümkün. Dikkat ettiyseniz araçlardaki amortisörlerde bir de yay bileşeni vardır, bundan da birazdan bahsedeceğiz.

Binanın mimarisine ve mevcut durumunun deprem performansına bağlı olarak güçlendirmede enerji sönümleyicilerin yalnızca binanın dışından takılması mümkündür. Sönümleyicilerde oluşan kuvvetlerin doğrudan mevcut yapı

elemanlarına etki etmesi olumsuz sonuçlar doğurabilir. Bunu önlemek için öncelikle mevcut cephe aksının dışında deprem hareketi sırasında elastik kalacak şekilde tasarlanmış yeni bir çelik çerçeve oluşturulur. Yani elastik çelik çerçeveler, deprem sırasında ve sonrasında binayı ilk konumuna geri getiren bir yay gibi çalışırlar. Aynen az önce bahsettiğimiz, otomobil amortisörlerindeki yaylar gibi. Sönümleyiciler bu çelik çerçeveye aracılığıyla binaya takılır ve böylece sönümleyiciler ve mevcut bina arasında etkili ve güvenle yük aktaracak bir ara yüz oluşturulur.

Binanın deprem performansını artırmak için bina dışında yapılan bu uygulama bir fırsat olarak değerlendirilerek, binanın termal performansını artırmak için sönümleyicilerin üzerinden takılacak yeni bir entegre cephe sistemi önerilebilir. Binanın bulunduğu bölgenin mevsimlere göre belirlenmiş etkili güneş ışı- nım açısına bağlı olarak panjur veya gölgeleme elemanlarının boyutları, aralıkları ve açıları optimize edilerek, tüm mevsimlerde binanın ısıtma-soğutma ve aydınlatma maliyetleri düşürülebilir. Gölgeleme yerine, bölgeye ve ihtiyaca uygun tırmanıcı bitkiler ile yeşil bir cephe oluşturulması da mümkündür. Yeni tasarlanacak olan cephe elemanlarının ve bağlantı aparatlarının da depreme dayanıklı olması ve deprem sırasında binayla birlikte sorunsuz şekilde çalışabilir olması önemlidir. Ayrıca yeni eklenen cephe elemanlarının, gerekirse sönümleyicilerin değişimine olanak sağlayacak şekilde modüler olarak tasarlanması ve uygulanması gerekir. Şekil 5'te örnek bir uygulama modeli gösteriliyor.

Şekil 5 • Enerji sönümleyici ile güçlendirme ve entegre cephe uygulama modeli. Mevcut yapı elemanları 1, bina dışında yeni oluşturulan elastik çerçeve 2, enerji sönümleyiciler 3, yeni modüler cephe elemanlarının bağlantı aparatları 4, 5 ve 6, gölgelik elemanlar ise 7 ile gösterilmiştir (Görsele: Fatih Sütçü).



9. Sütçü F., Bal A., Fujishita K., Matsui R., Celik O.C., Takeuchi T. (2020) Experimental and Analytical Studies of Sub-standard RC Frames Retrofitted with Buckling-Restrained Braces and Steel Frames. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 18(5), 2389–2410.



10. Takeuchi T., Wada A., Matsui R., Sittler B., Lin P.C., Sütçü F., Sakata H., Qu Z. (2017) "Buckling-Restrained Braces and Applications" *Japanese Society of Seismic Isolation*. ISBN: 978-4-909458-01-8.

Şekil 6 • Enerji sönümleyiciler ve entegre cephe sistemi ile dışarıdan güçlendirme örneği (Tokyo Teknoloji Enstitüsü, Midorigaoka-1 binası, Fotoğraf: Fatih Sütçü).

Ülkemizde birçok veri merkezi binası, uluslararası üretim tesisi ve iş merkezi türü bina depreme karşı sönümleyicilerle güçlendirilmiştir. Burada Japonya'dan benim için de çok önemli bir örnek paylaşmak istiyorum. Bu örnek uygulama, Tokyo Teknoloji Enstitüsü, Midorigaoka-1 binasıdır (Şekil 6). Ben de bu binada yaklaşık iki buçuk sene akademisyen olarak çalıştım. Binanın güneye bakan ön cephesinde mimarının izin verdiği şekilde yalnızca transfer kirişleri ilave edilmiş olup sönümleyici olarak burkulması önlenmiş çaprazlar transfer kirişleri aracılığı ile yüklerini döşeme seviyesinden aktarıyorlar. Sönümleyici montajı sonrasında ısıtma/soğutma ve aydınlatma performansı açısından en uygun çözümü verecek şekilde, gölgelik ve cam elemanlar ile karma bir cephe sistemi tasarlanmış. Tasarımın etkinliği, hesaplamalı akışkan dinamiği analizleri (CFD) ile teyit edilmiş ve güçlendirme uygulaması sürecinde binanın çalışma kapasitesi %80'in altına düşmemiştir. Deprem ve termal performansın beraber iyileştirildiği bu "enerji sönümleyicili entegre cephe" uygulaması 2008 yılında prestijli tasarım ödüllerinden olan "Good Design Award" ödülüne layık görülmüştür.<sup>10</sup>



### SİSMİK İZOLASYON İLE GÜÇLENDİRME

Deprem performansının yetersizliği tespit edilmiş olmasına rağmen mimari özelliklerinden veya ilgili imar mevzuatındaki bazı kısıtlamalardan dolayı yıkılarak yeniden yapılması mümkün olmayan binalarda veya güçlendirme uygulaması sırasında bina kullanımının devam etmesi gereken durumlarda sismik izolasyon yöntemi kullanılabilir. TBDY-2018'de sismik izolasyon

konusu "deprem yalıtımı" olarak isimlendirilmiştir ve yönetmeliğin 14'üncü bölümünde izolatör testlerine ve deprem yalıtımı hesabına yönelik kapsamlı bilgi sunulmuştur.

Dünyada ve ülkemizde bazı önemli yapıların kullanılabilir durumdayken sismik izolasyon ile güçlendirme uygulamaları mevcuttur. Bu uygulamalarına örnek olarak, tarihi bir yapı olan Tokyo İstasyonu, Los Angeles Belediye Binası ve ülkemizden Marmara Üniversitesi Başbüyük Hastanesi ile Mecidiyeköy Viyadüğü gösterilebilir. Binaların sismik izolasyon ile güçlendirilmesinde binanın mevcut temeli sismik izolasyona uygun şekilde güçlendirdikten sonra bu seviyenin altına inerek yeni bir temel oluşturulur ve izolatör katı bu iki temel arasında teşkil edilebilir. Bu yöntem alternatif olarak binanın bodrum veya zemin katlarında kolonlar hidrolik sistemle askıya alınarak üst seviyesinden kesilir ve bu aralığa izolatörler yerleştirilebilir (Şekil 7).

Bu uygulamada kesilen kolonların mantolanması ve izolatörün üzerinde kalan döşeme ve kirişlerin de gelecek ilave kuvvetler dolayısı ile güçlendirilmesi gerekebilir. Tüm bu uygulamalar sırasında kısmi önlemler olarak veya güvenlik açısından binanın bazı bölümlerinde geçici kısıtlamalar yaparak binayı kullanmaya devam etmek mümkündür.



Şekil 7 • Sismik izolasyon ile güçlendirmede izolatör montajı (Fotoğraf: Rasih Turan).

Sonuç olarak deprem kuşağındaki ülkemizde birçok bina, yapıldıkları dönemde geçerli olan yönetmeliklere uygun olarak tasarlanıp inşa edilmesine rağmen, ilgili yönetmeliklerin yenilenmesi ve hesap şartlarının ağırlaşması nedeniyle güncel yönetmelik gerekliliklerini tam olarak sağlamamaktadır. Bu



**Konut/bina alırken de araç alırken yaptığımız gibi, deprem performansına, deprem sonrası hemen kullanıp kullanamayacağımıza, afette ne kadar hasar alacağına dikkat etmeliyiz.**

binaların yapısal bakımdan en az müdahale ile en hızlı şekilde ve mümkün olduğu kadar binanın kullanımına engel olmadan etkili şekilde güçlendirilmesi için uygun yöntemler geliştirilmiştir. Yenilikçi ve dışarıdan yapılan güçlendirme yöntemleri sayesinde güçlendirme çalışmaları sırasında bina kullanımı kesintisiz şekilde devam edebilir. Bu tür yöntemler özellikle güçlendirmede öncelikli binalar olan hastane, okul, kamu binaları ve enerji tesisi gibi binalarda kullanılabilir. Ayrıca binasından yüksek performans talep eden konut sahipleri veya deprem sırasında ve sonrasında faaliyetlerine kesintisiz şekilde devam etmesi beklenen sanayi tesisleri de bu tür yenilikçi güçlendirme yöntemlerinden faydalanabilirler.

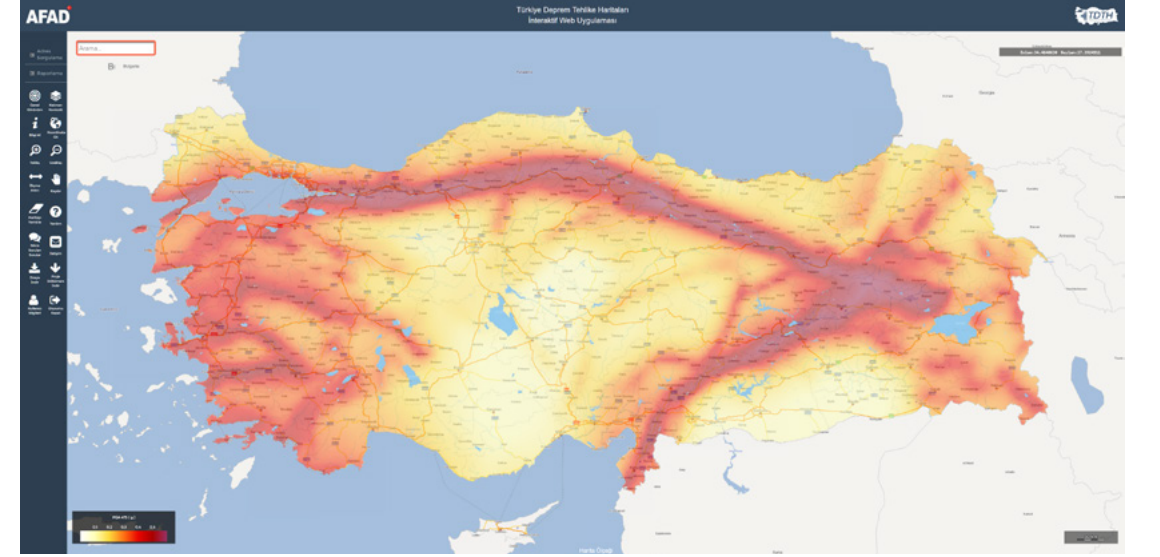
### **Yeni bina/daire alırken nelere dikkat etmeliyim?**

Birçok insan için bir daire almak, ömürleri boyunca yapacakları en pahalı alışveriş olacaktır. Bu alışverişi yaparken bir kıyafet alırken yaptığımız gibi yalnızca görünüşüne veya markasına önem vermek bize büyük hatalar yaptırabilir. Binanın yeri, manzarası, mimari şıklığı elbette önemlidir ancak yıkıcı bir deprem sırasında bu özelliklerin hiçbir faydasını görmeyiz. Şöyle bir örnek verelim: Bir otomobil alırken bir çoğumuz aracın performansına, yakıt giderine, bakım maliyetlerine ve en önemlisi güvenlik özelliklerine dikkat eder. Konut/bina alırken de araç alırken yaptığımız gibi, deprem performansına, deprem sonrası hemen kullanıp kullanamayacağımıza, afette ne kadar hasar alacağına dikkat etmeliyiz. Bu duruma elbette kendimiz bakarak karar veremeyiz ama otomobil alırken eksper/uzmanlara danıştığımız gibi, ev alırken de bu konunun uzmanı olan inşaat ve deprem mühendislerine danışabiliriz.

### **BİNANIN YERİ**

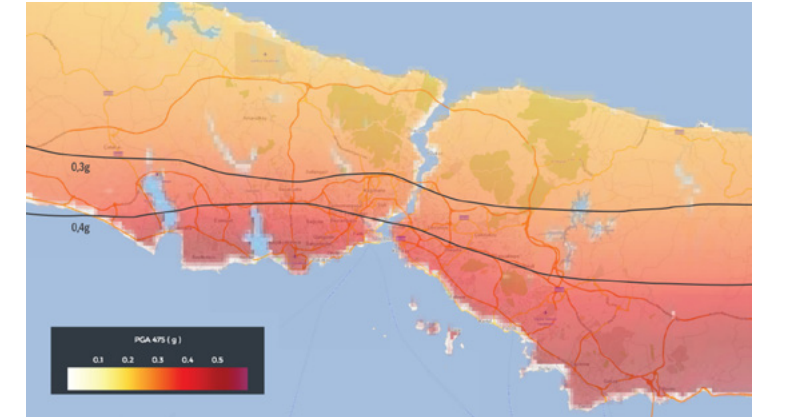
Faylardan ve deprem bölgelerinden ne kadar uzak olursak depremin yıkıcı etkisinden o kadar uzak oluruz. AFAD Türkiye Deprem Tehlike Haritası (Şekil 8), her vatandaşımızın e-devlet şifresiyle ulaşabileceği şekilde oluşturulmuştur.<sup>11</sup>

Bu haritadaki kırmızı bölgeler, deprem şiddetinin yüksek olarak etki edeceği yerleri gösteriyor. Kırmızının rengi koyulaştıkça, deprem etkisinin artacağı anlamına geliyor. Örnek olması açısından haritanın İstanbul bölgesine yaklaşırsak aşağıdaki gibi bir görüntü ortaya çıkar. Bu haritaya baktığımızda, İstanbul'da Marmara Denizi'ne yakın olan güney kıyılarında deprem



Şekil 8 • Türkiye Deprem Tehlike Haritası web uygulaması.

haritasının renginin kırmızı olduğunu, kuzeye, yani Karadeniz kıyılarına yaklaştıkça rengin açıldığını görebilirsiniz. Haritada renklerin rakam değerlerini ayıran sınırlar da yaklaşık olarak gösteriliyor; burada ifade edilen 0,4g oldukça şiddetli bir depremi, 0,3g orta şiddette bir depremi, daha kuzey bölgelerdeki 0,2g ve altında kalan bölümler ise görece düşük şiddetli depremi temsil ediyor. Marmara Fayı'nın İstanbul'un güneyinde, adalara yakın ve şehre paralel ilerlediği düşünülürse, İstanbul'da faydan uzaklaştıkça deprem şiddetinin azalması da beklenen bir durumdur. Yani İstanbul örneğinde, şehrin ne kadar kuzeyi tercih edilirse, binada hissedilecek deprem şiddeti de o kadar azalır diye düşünülebilir.



Şekil 9 • Türkiye Deprem Tehlike Haritası web uygulamasında İstanbul.

11. Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması, AFAD websitesi, <https://tdth.afad.gov.tr/>, Erişim: Temmuz 2024.

## ZEMİN

Elbette konunun uzmanı olmayan vatandaşın zemin hakkında yeterli ve detaylı bilgisi olamaz ama başlangıç aşamasında hiç olmazsa çok zayıf olduğu belli olan bölgelerden uzak durulması faydalı olur. Örneğin isminin içinde “dere” ifadesi geçen cadde, mahalle ve bölgelerden uzak durmak bir başlangıç olabilir. Tabii ki bu bölgelerde son derece sağlam yapılar olabilir ancak dere yatağı olan bölgeler maalesef depremlerde büyük hasarların görüldüğü yerlerdir. Sizin binanız sağlam olsa bile yakındaki binalar yola devrilebilir ve tüm bölgenin durumunu olumsuz etkiler. Zeminlerde uzmanlar tarafından teknik inceleme yapılarak detaylı bilgi elde edilebilir, kentte mikrobölgeleme çalışmaları varsa bu haritalardan faydalanılabilir. Sadece sözlü beyana dayanan ve sıkça duyduğumuz, binanın zemininin “kaya” olduğu yönündeki sözlü iddiaları, bilimsel yöntemlerle elde edilmiş verilerle desteklemelerini isteyiniz.

## BITİŞİK NİZAM

Lütfen bitişik nizamda yani birbirine yapışık inşa edilmiş binaları tercih etmeyiniz. Uygun detaylandırılmamış bitişik binalar maalesef depremlerde birbirlerine çarparak hasar verebilirler. Bu durumdaki birçok sağlam bina, çarpışarak hasar almışlar ve depremde sonra kullanılamaz hale gelmişlerdir. Yeni bina yaptıracaksanız, metrekafe kaybetme pahasına, lütfen binanızı yan parseldeki binaya yapıştırmayınız.

## BİNANIN YAŞI

Binanın yaşı elbette belirleyici bir husustur. Mümkünse 2000, daha iyisi 2010 senesinde sonra projelendirilmiş ve inşa edilmiş binaları tercih etmeniz halinde, deprem sırasındaki hasar/kayıp riskleri önemli ölçüde azalır. 1980’lerde imal edilmiş birçok sağlam bina olduğunu görüyoruz ancak bunların toplam binalar içerisindeki oranı oldukça azdır. Eski binalara yatırım yaparken mutlaka uzman görüşüne başvurunuz.

## Yeni bir binanın uzun ömürlü olması için ne tür önlemler alınmalı/binanın ekonomik ömrü nedir

İnsanların yaş aldıkça bedenen zayıfladığını biliyoruz. Bununla birlikte, spor yapmak veya dengeli beslenmek gibi alınacak bazı sağlık tedbirleriyle kaliteli yaşam süresini uzatmak mümkün.



**Betonarme binaların zayıflamasına neden olan en önemli etmenlerden biri, betonarme içerisinde bulunan demirlerin kimyasal reaksiyon veya suya maruz kalması sonucu zamanla korozyona uğramasıdır.**

Binalarda da durum benzer. Tüm binalarda, deprem olsun veya olmasın, zamanla yapı malzemeleri zayıflar ve taşıyıcı sistem kondisyon kaybeder. Sonuç olarak binada çeşitli tamiratlar veya güçlendirme uygulamaları yapmak gerekir. Binanın projelendirmesinde ve ilk inşa aşamasında alınacak bazı tedbirlerle ve rutin kontrollerle, binanın ekonomik ömrünü kayda değer miktarda uzatmak mümkündür.

## SU YALITIMI

Betonarme binaların zayıflamasına neden olan en önemli etmenlerden biri, betonarme içerisinde bulunan demirlerin kimyasal reaksiyon veya suya maruz kalması sonucu zamanla korozyona uğramasıdır. Korozyona engel olmak için binada temelden çatıya kadar birtakım tedbirler alınması gerekir:

- ▶ Binanın yer altı suyu ile irtibatının kesilmesi için temelin altında zeminin sıkıştırılması,
- ▶ Bunun üzerinde etkili bir blokaj tabakası serilmesi,
- ▶ Binanın temelinde etkili bir su yalıtımı sisteminin özenli şekilde oluşturulması,
- ▶ Özellikle binanın bodrum katları varsa bina çevresinde bir drenaj sistemi oluşturulması son derece önemlidir.

Bu önlemlerin alınmaması veya özensizce uygulanması halinde özellikle bodrum katlarda betonarme elemanların içerisindeki demirler hızla korozyona uğrar ve yapısal dayanımda önemli kayıplara neden olur. Bu durum, özellikle bodrum katlarda duvarlarda ve taşıyıcı elemanlarda görülen beyaz lekeler ile kendini belli eder. Ayrıca korozyon etkisi olan perde ve kolon gibi taşıyıcı elemanlarda çoğunlukla düşey çatlaklar görülür (Şekil 10).



Şekil 10 • Bodrum katlarda sıkça görülen korozyon hasarı (Fotoğraf: Fatih Sütçü).



Bu çatlakların etrafındaki beton tabakası kaldırıldığında, altındaki korozyona uğramış çelik donatı ortaya çıkacaktır. Korozyon tamiratı mümkün olmakla birlikte son derece zahmetli bir iştir ve yapılan tamiratın etkinliği maalesef belirsizdir.

Benzer şekilde çatı katı veya varsa teraslarda binanın taşıyıcı elamanlarını kar suyu ve yağmurdan korumak için gerekli yalıtım önlemleri eksiksiz ve uzun ömürlü olacak şekilde alınmalıdır.

Su yalıtımının eksik veya özensiz olması veya ortamın aşırı rutubetli olması, binayı en hızlı zayıflatan olumsuzluklardan birisidir.

#### **MALZEMENİN BİLEŞENLERİ VE İMALAT**

Betonarmenin esas malzemesi olan betonun içerisindeki klor ve diğer kimyasal bileşenler hem betonun hem de içerisindeki demirlerin hızla zayıflamasına neden olabilir, bu bakımdan betonun sadece dayanımı değil, bileşenleri açısından da ilgili standartlarda belirtilen kriterlere uygun olması gerekmektedir.

Beton, tüm demirler içinde kalacak şekilde kalıplara dökülür. Demirleri korozyondan koruyan bu beton tabakasına “pas payı” denilmektedir. Pas payının yönetmeliklere uygun ve hatta bir miktar da üzerinde yapılması, en az masraf ve emekle binanın ekonomik ömrünü en çok artıracak önlemlerden biridir.

Son olarak betonun kalıplara dökülmesi, yerleştirilmesi ve kürlenmesi sırasında gösterilecek özen, betonun boşluksuz ve demirleri koruyacak şekilde son halini alması anlamına gelir ki bu da yapının ekonomik ömrüne son derece olumlu etki yapar.

#### **BAKIM**

Konut türü bir yapıda yaklaşık olarak beş senede bir kere uzman bir inşaat mühendisi gözüyle inceleme yaptırmak, muhtemel olumsuzlukların erken tespit edilmesini ve en az maliyetle tedbir alınmasını sağlar. Örneğin binanın bir bölümünde korozyon tespit edilirse, korozyon etkisi ile demirler zarar görmeden tamirat yapılabilir ve korozyona neden olan sebeplerin de önü kesilebilir.

# Deprem Dirençli Binanın Ne Olduğunu Anlamak

**İDRİS BEDİR HANOĞLU**

Oxford Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Bölümü

**BİR BİNANIN** depreme karşı dirençli olması için hangi özelliklere sahip olması gerekir ve hangi durumlar hasara yol açar? Özellikle son meydana gelen Kahramanmaraş merkezli büyük depremlerde binalarımızın çökmesine ve ağır hasar almasına neden olan sorunlar daha açık bir şekilde ortaya çıkmıştır. Bu yazıda binalarımızın depreme dirençli olup olmadığını anlamak için kullanılabilecek basit gözlemleri depremlerde elde ettiğimiz tecrübeler ışığında anlatmaya çalışacağım.

## Ülkemizin deprem riski

Kitabın girişinde ayrıntılı anlatıldığı gibi Türkiye bir deprem ülkesi. Birkaç senede bir olan büyük depremler bize yapılarımızın depreme karşı ne kadar zayıf ve yetersiz olduğunu tekrar tekrar hatırlatıyor. Binalarımızı depreme karşı güvenli olacak şekilde ekstra sağlam yapmamız gerektiği halde bugüne kadar olan depremler hep büyük yıkımlara yol açtı, çok sayıda can kaybına neden oldu. Özellikle 2023 Kahramanmaraş depremlerinde, yıkıcı etki, büyüklük, etkilediği alan gibi birçok yönden 1939 Erzincan depreminden bu yana meydana gelmiş en büyük doğa olayı ile karşı karşıya kaldık ve yerleşim yerlerimiz ağır bir şekilde zarar gördü.

2023 Kahramanmaraş depremlerinde bölgede bulunan ivme kayıt istasyonlarından elde edilen ivme verileri incelendiğinde deprem yönetmeliğimizdeki hesaplarda göz önüne alınması önerilen deprem kuvveti değerlerinin aşıldığı görülmüştür. Bu durum depremlerin ne kadar beklenmeyen karakteristiklere sahip olabileceğini, 1999 Gölcük ve 2011 Van depremlerinden sonra bir kez daha göstermiştir.

Ülkemizde kaçınılmaz olan büyük depremlere dayanabilmesi için binalarımızı son derece sağlam yapmak yerine maalesef sıklıkla kolon sayılarının az ve ebatlarının küçük yapıldığını, ilave kat ile binanın yükünün artırıldığını, beton kalitesi yetersizliği



**Göçen binalarda yapılan incelemelerde genel olarak zemin katlarda düşey taşıyıcı ve bölme duvar miktarlarının az olduğu ya da bunlara müdahale edildiği, binalarda kötü malzeme kullanıldığı, donatı detaylarının iyi teşkil edilmemiş olduğu ve düşey taşıyıcı miktarlarının yapının hacim ve kütesine oranla çok düşük kaldığını gördük.**

ile yük taşıyacak mevcut kolonların yük taşıma kapasitelerinin çok düşük seviyelerde kaldığını görüyoruz. Ülkemizin yüksek derece deprem riskini göz önünde bulundurarak bina sağlamlığından ödün vermeyecek şekilde kat sayısının azaltılması, beton dayanımlarının artırılması, donatı detaylarına özen gösterilmesi ve iyi bir temel sistemi seçilmesi gibi konularda çok büyük hassasiyet göstermeliyiz.

### Depremlerde yıkıma sebep olan ana etkenler

Depremlerden sonra yapılan araştırmalar binalarda yıkıma neden olan etkenler konusunda bize değerli bilgiler verir. Bugüne kadar meydana gelen depremlerde hasar gören binalar detaylı bir şekilde incelenerek hasar türleri ve temel hasar nedenleri araştırılmıştır. 2011 Van, 2020 Elâzığ ve 2023 Kahramanmaraş depremlerinde Van, Elâzığ, Nurdağı, Türkoğlu, Dulkadiroğlu, Hatay, Malatya, Hassa, Kırıkhan, Kahramanmaraş ve Elbistan'da yapılan incelemeler ışığında binaları yıkıma götüren temel sebepler tespit edilmiştir. Kahramanmaraş depremlerinde binlerce bina ya yıkılmış ya acil yıkılması gerekli duruma gelmiş ya da ağır hasar almıştır. Bu binalar toplamda yarım milyondan fazla konuta tekabül etmektedir.

Şekil 1'de çökme meydana gelen üç bloklu bir sitede ayakta kalabilmiş binanın kolon-kirişlerden oluşan çerçeve sisteminin çok düzensiz olduğunu ve birbirine bindirilen çok sayıda kirişin yükünün sadece bir kolona aktarıldığını görüyoruz. Bu durum kolon miktarların çok az olduğunu açıkça göstermektedir. Böyle bir yapıdan üzerine gelecek ilave deprem yüklerini taşıması beklenemez. Bir ev alırken kolon sayılarının çok olmasına muhakkak dikkat etmeliyiz. Bir diğer önemli etken de zeminle ilgili sorunlardır. Zemin araştırması yapılmamış ve temel sistemi zemine göre tasarlanmamış yapılar sıvılaşma etkisi ile ya yan yatmış ya da ağır hasar görmüştür.

Göçen binalarda yapılan incelemelerde genel olarak, zemin katların ticari olmasından kaynaklı düşey taşıyıcı ve bölme duvar miktarlarının az olduğu ya da düşey taşıyıcılara müdahale edildiği tespit edilmiştir. Ayrıca kötü malzeme kullanıldığı, donatı detaylarının iyi teşkil edilmemiş olduğu ve düşey taşıyıcı miktarlarının yapının hacim ve kütesine oranla çok düşük kaldığı görülmüştür.



Şekil 1 • Adıyaman'da bir sitenin çöken bloğu ve ayakta kalan ağır hasarlı bloğun bodrum kat tavanı (çerçeve düzensizliği, kolon sayısı az ve kötü beton). (Fotoğraf: İdris Bedirhanoglu).

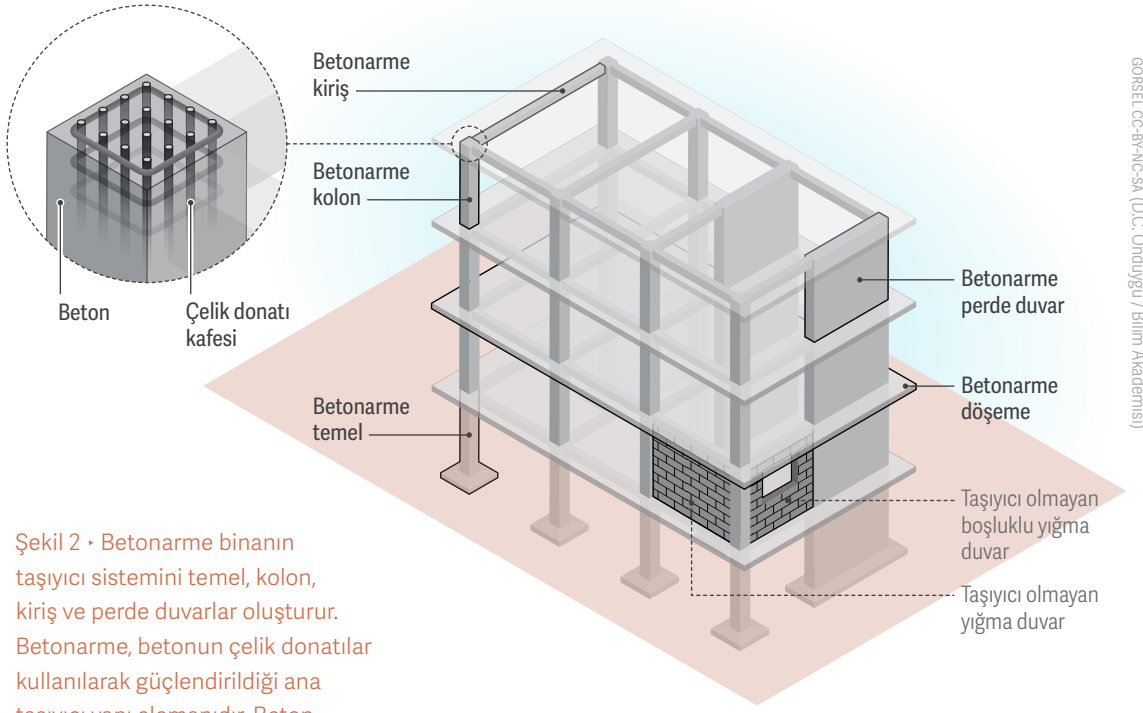


### Depremlerde hasara sebep olan ana etkenler

2023 Kahramanmaraş depremleri sonrasında Canterbury, Purdue, Nebraska, Kentucky Üniversiteleri gibi üniversiteler ve Amerikan Beton Enstitüsü, Afet Keşif Kurulu (ACI 133), Amerikan İnşaat Mühendisleri Derneği, Yapı Mühendisliği Enstitüsü (ASCE, SEI), ABD Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST) gibi kurumlardan gelen ve ACI 133 tarafından desteklenen yaklaşık 40 kişilik bir gönüllü akademisyen ve inşaat mühendisi grubu ile, özellikle deprem yer hızı yüksek ölçülmüş deprem bölgelerinde betonarme yüksek katlı binalar detaylı bir şekilde yerinde incelenerek hasar nedenleri değerlendirilmiştir. İncelenen yapıların tamamına yakını konut olarak kullanılan betonarme çok katlı binalardır. Bu araştırmalar neticesinde temel hasar nedenleri genel olarak aşağıda maddeler halinde açıklanmıştır.<sup>1</sup>

1. Pujol, S., Bedirhanoglu, I., Donmez, C., Dowgala, J. D., Eryilmaz-Yildirim, M., Klaboe, K., Koroglu, F. B., Lequesne, R. D., Ozturk, B., Pledger, L., & Sonmez, E. (2024). Quantitative evaluation of the damage to RC buildings caused by the 2023 southeast Turkey earthquake sequence. *Earthquake Spectra* (Vol. 40, Issue 1, s. 505–530).





GÖRSEL CC-BY-NC-SA (D.C. Öndüğü / Bilim Akademisi)

Şekil 2 • Betonarme binanın taşıyıcı sistemini temel, kolon, kiriş ve perde duvarlar oluşturur. Betonarme, betonun çelik donatılar kullanılarak güçlendirildiği ana taşıyıcı yapı elemanıdır. Beton ise çimento, su, agrega ve akışkanlaştırıcı katkı maddelerinin karıştırılmasından meydana gelir. Çelik donatı halk arasında “inşaat demiri” olarak bilinir.

Burulma, rijitlik asimetrisi yüzünden, depremde oluşan yatay kuvvetler altında yapının kendi ekseninde dönme hareketi yapmasıdır. Burkulma ise narin olan bir donatının, eksenel (donatı doğrultusundaki) basınç yükü altında eksenine dik ve aniden meydana gelen büyük bölgesel deformasyon ile göçmesidir.

- **Taşıyıcı sistem:** Taşıyıcı sistemin (binayı ayakta tutan iskelet sistem) çok esnek olması, her iki yönde yeterli ve dengeli rijitliği sağlayacak betonarme perde gibi taşıyıcı elemanların olmaması ya da çok eksik olması, kolonların aynı aks üzerinde olmaması ve zig zag şeklinde yerleştirilmiş olması, kirişlerin kolonlar yerine başka kirişe bağlanmış olması ve ayrıca toplam düşey taşıyıcı alanlarının binanın büyüklüğüne (oturma alanı ve kat sayısı) oranla az olması.
- **Yumuşak kat olması:** Genellikle zemin katların kat yük-sekliğinin diğer katlara göre fazla olması ve bu katta duvar olmaması ya da çok az olması. Ayrıca duvar ve kolonların ticari kaygılar yüzünden genellikle caddeye dik yönde yerleştirilmiş olması.
- **Burulma düzensizliği olması:** Kolonların hep bir yönde ve genellikle caddeye dik doğrultuda olması, perdelerin simetrik bir şekilde yerleştirilmemesi, uzun perdelerin çoğunlukla bir yönde olması ve binanın hâkim modunun burulma olması.
- **Bitişik nizam yapılmış binalar arasında derz olmaması ya da az olması:** Bitişik nizam iki bina arasında yeterince boşluk bırakılmamasından dolayı deprem sırasında iki binanın birbirine çarpması. İki binanın döşemeleri aynı hizada değil

ise durum daha kötü bir hal almakta ve genellikle temas olan yerlerde kolonların betonu ezilmekte ve donatıları burkulmaktadır.

- **Çerçeve sisteminin düzensiz olması:** Kiriş ve kolonlardan oluşan çerçeve sisteminin süreksiz olması, kolonların aynı aks üzerinde aynı hizada olmaması, kolonların doğrudan kiriş ile birbirine bağlanmaması, kirişlerin kirişe oturtulmuş olması.
- **Kötü malzeme kalitesi:** Çok düşük dayanımlı beton, duvarda kullanılan tuğla ve harçların düşük kalitede olması, donatıların yeterli süneklikte (esneklik) olmaması.
- **Etriye hataları:** Etriye aralıklarının çok seyrek olması, etriye kancasının eksik, 90-derece gönye ya da hiç yapılmamış olması, etriyelerin kaymış ve eğik olması, etriye çaplarının yetersiz olması, etriye aralıklarının kolon, perde ve kiriş uçlarında seyrek olması. Etriye düzensizlikleri, sıyrılma, kesme kapasitesi yetersizliği gibi eksiklikler taşıyıcı elemanın göçmesine sebep olmaktadır. Etriye, kolonu saracak şekilde düzenlenen dikdörtgen şeklindeki inşaat demirleridir ve bu demirler kolon ya da kiriş boyunca uzanan boyuna demirleri de tutarak burkulmalarını önlemektedir.
- **Boyuna donatılarının özellikle kirişlerde çok sık olması ve donatı aralarına beton yerleşiminin engellenmiş olması.** Bu durumdaki donatıların çalışması pek mümkün olmayacaktır.
- **Beton ile donatının beraber çalışmamış olması:** Donatı bindirme eklerinin az olması, düşük beton dayanımı, donatıların hepsinin kolon alt ucunda kenetlenmesi, donatılar arasında yeterli miktarda beton olmaması, pas paylarının yetersiz olması.
- **Bindirme bölgesinde (inşaat demirlerinin ek yapılan bölge) sargılamının yetersiz olması:** Bindirme bölgesinde donatılar arasındaki çekme kuvveti aktarımı donatı etrafındaki beton sayesinde olmaktadır. İnşaat demirlerinin ek yapıldığı bu bölgelerde sık etriye kullanılmaması durumunda çekme dayanımı da zayıf olan beton yük aktarımını yapamadığından dolayı inşaat demiri beton içinden sıyrılmaktadır.
- **Bindirme boyu eksikliği:** Kolon ve perdelerin kritik bölgelerinde ve iyi sargılanmamış kısa bindirme ekleri.
- **Kolon-kiriş, kolon-döşeme, perde-döşeme, kiriş-perde birleşimlerinin uygun teşkil edilmemiş olması:** Birleşim

bölgesinin göçmesinden dolayı düşey taşıyıcı elemanlar arasında yük aktarımı sağlanamamıştır.

- ▶ Kirişlerin perde ucuna ya da kolon ucuna oturması ve dolayısı ile kiriş donatılarının düşey taşıyıcının çekirdek bölgesine yerleştirilmemiş olması.
- ▶ Kirişlerin perdelerin veya dikdörtgen kolonların ucuna oturtulması: Kolon, kiriş, perde, temel gibi elemanların birbirine bağlantılarının teşkilinin iyi yapılmamış olması.
- ▶ Kirişlerde devam etmeyen boyuna donatılar: Kirişlerde boyuna donatılar kolona yakın bir yerde devam etmiyor, bütün donatılar aynı yerde kesilmiş ve donatı kesilen bölgede yeterli sargılama yapılmamıştır.
- ▶ Bölme duvarların zayıf olması: Bölme duvarların örgü şeklinin genelde delikler yatay olacak şekilde yapılması, tuğlalar arasında yeterli ve kaliteli harç olmaması, duvar bitişlerinin kirişe bağlantı detayının iyi teşkil edilmemesi. Özellikle bu depremlerde taşıyıcı olamayan duvar hasarlarının çok fazla olduğu görülmüştür.
- ▶ Zemin etüt çalışmaları ve zemin yük taşıma kapasiteleri ile ilgili geoteknik araştırmaların yetersiz yapılmış olması.
- ▶ Temel sisteminin zemin durumuna uygun olmaması ve temelin özellikle bodrum olmayan yerlerde yüzeysel olması.
- ▶ Bodrum katlarının tamamen ya da kısmen zemin üstünde olması.
- ▶ Binaların ova gibi yapılaşmaya uygun olmayan arazilerde yapılması.
- ▶ Asmolen (dişli) döşeme sisteminin (kirişler yatık yapılarak döşeme içinde kalması sağlanmakta; diğer yandan kirişin rijitliği azalmakta, kolonlar arası yük aktarımı da zayıflamaktadır) yeterli miktarda betonarme perde duvar olmaksızın yapılmış olması.
- ▶ Zemin katların asma kat yapılarak kat yüksekliğinin bazı kolonlar için çok fazla artmış olması.
- ▶ Betonun kirli dere agregası kullanılarak yapılmış olması. Ayrıca dere çakılların yüzeylerinin pürüzsüz olması ile çakıllar arasındaki aderansın (yapışma dayanımı) zayıf olmasından kaynaklı betonun düşük dayanımlı olması.

Yukarıda maddeler halinde sunulan hasar nedenlerine ait örnek hasar mekanizmalarını, aşağıda depremden en çok etkilenmiş farklı illerden seçilen örneklerle detaylı bir şekilde irdeleyelim.

**Eğilme göçmesi:** Betonarme elemanın boyuna donatılarının akma deformasyon değerini aştıktan sonra dayanımını yitirmesidir ve boyuna donatıların akması betonarme elemanın çok deformasyon yaptıktan sonra göçmesini sağlar.

**Kesme göçmesi:** Betonarme elemanın boyuna donatıların akmadan yetersiz etriye, düşük beton dayanımı, yetersiz kesit boyutları gibi nedenlerden dolayı elemanın gövdesinde oluşan eğik çatlak ile ani göçmesidir. Bu göçme şeklinde boyuna donatılar akma deformasyon değerine ulaşmadığı için betonarme elemanda herhangi bir deformasyon gözlenmeden ani göçme meydana gelir.

## Çekiçleme

Depremlerde en çok rastlanan hasarlardan birisi deprem sırasında iki komşu binanın birbirine çarpması ile oluşan çekiçleme hasarıdır. Ülkemizdeki klasik yapılaşma tarzlarından birisi de binaların bitişik nizam yapılmasıdır. Deprem ülkesi olma gerçekliğimiz bir yana bırakılıp bitişik yapılan binalar arasında ya hiç derz boşluğu bırakılmamakta ya da bırakılan derz boşlukları yapıların depremde birbirine çarpmasını önlemek için yeterli olmamaktadır. Çekiçleme sonucu dayanımını yitiren kolonların yükü diğer kolonlara aktarılmakta ve binanın toptan göçme riski artmaktadır. Binanın genel performansı iyi olsa bile çekiçleme hasarı yüzünden bina ağır hasarlı olarak sınıflandırılacaktır.

## Kısa Kolon

Depremlerde birçok binanın toptan göçmesine ya da bir katın göçmesine neden olan ve çok sıklıkla karşımıza çıkan hasarların başında kısa kolon hasarı gelmektedir. Binanın mühendislik hesapları yapılırken duvarlar sadece dolgu ve yük olarak göz önüne alınır. Uygulamada bazen kolonların yanına kolonun yarım boyu kadar duvar örülür. Bu duvar kolonun tam boy deplasman yapmasını engeller ve kolon normalde 3 metre iken 1,5 metre boyunda bir kolon gibi çalışır. Kolonun boyu fiilen kısaltıldığı için aynı deplasmanı yapabilmek için ve sünek eğilme göçmesini sağlayan moment kapasitesine ulaşması için çok daha fazla kesme kuvvetine maruz kalır. Hesaplarda göz önüne alınmayan bu durum kolonun sünek olan eğilme göçmesi yerine gevrek olan kesme göçmesine uğramasına sebep olur. Kesme göçmesinde deformasyon çok az olduğundan elemanın ani göçmesine neden olur.

**Şekil 3'te** görüldüğü gibi kolonların yanına örülen duvarlar kısa kolon oluşumuna sebep olmuştur. Resimde görüldüğü gibi depremde kısa kolon çok ağır hasar görmüş olmasına karşılık hemen yukarısında bulunan kolonda hasar oluşmamıştır. Aynı şekilde sağdaki resimde duvar kolonun belli bir yüksekliğine kadar örülmüştür. Duvar örülmeyen kısım depremde kısa kolon davranışı göstermektedir yani bu kısa kolon bölümü deformasyon yapmaya zorlanmaktadır. Kısa kolonun deformasyon yapması için üzerine gelen kesme kuvvetleri 3 metre boyutundaki bir kolona gelen kuvvetlerin 2-3 katı mertebesinde olmaktadır. Statik hesaplarda duvarlar göz önüne alınmadığı için bu kolona

gelen 2–3 kat büyük kuvvetler de göz önüne alınmamış ve kolon, üzerine gelen kesme kuvvetlerinden çok daha düşük kuvvetlere göre tasarlanmıştır. Dolayısıyla kısa kolon davranışı gösteren kolonlar depremlerde üzerine gelen kuvvetleri taşıyamamaktadır. Nitekim Şekil 3'teki resimde görülen kolon kısa kolon etkisinden dolayı ağır hasar görmüştür. Yıllardır yapılan uyarılara rağmen halen kısa kolon hasarlarının sıklıkla gözlenmesi manidardır. Bir an önce bütün binalarda kısa kolon oluşumuna yönelik tedbirler alınmalıdır. Bunun için çok kolay bir iki müdahale yapılması yeterli olacaktır. Bant pencereler duvar ile kapatılabilir, kısa kolonlar kesmeye karşı güçlendirilebilir.



Şekil 3 • Kısa kolon hasarı  
(Fotoğraf: İdris Bedirhanoğlu).

### Sıyrılma

Çok rastladığımız hasarlardan birisi de sıyrılma hasarı ya da donatının kopmasından kaynaklı hasarlardır. Kolonların temele uygun bir şekilde bağlanmaması durumunda kolon filizleri temelden sıyrılarak ya da koparak yapının toptan devrilmesine neden olabilmektedir. Bu durum binanın kolonlarının ve perdelerinin temel bağlantılarının çok daha iyi yapılmasının gerekliliğini açık olarak ortaya koymaktadır. Genellikle kolon boyuna donatıları (düşey demirler) temelde sargılama bölgesinin dışında temel kenarına sıfır olarak yerleştirilmekte ve bu yüzden boyuna donatılar çok rahat bir şekilde temelden sıyrılmaktadır. Vatandaşlarımız kolonları temelin kenarına sıfır olacak şekilde bağlanan binalardan uzak durmalıdır.



Şekil 4 • Sıyrılma kaynaklı hasarlar  
(Fotoğraf: İdris Bedirhanoğlu).



### Etriye Düzensizliği

En çok rastlanan uygun olmayan detaylardan birisi de etriye düzensizliğidir. Etriye kare ya da dikdörtgen şeklinde olan bir kolon ya da kiriş elemanında boyuna donatılara dik olarak yerleştirilen ve elemanı enine doğrultuda saran inşaat demiridir. Birçok kolon, kiriş, perde ve birleşim bölgesinde etriye konulmamakta, az konulmakta ya da yanlış konulmaktadır. Bu durum birçok hasarı beraberinde getirmekte elemanın ve binanın göçmesine



veya ağır hasar almasına sebep olmaktadır. Etriye düzensizliği birçok tehlikeli durumun ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bunların başında yetersiz kesme dayanımı gelmektedir. Boyuna donatıların burkulması, sünekliğin azalması (deformasyon yapabilme kapasitesi), boyuna donatıların sıyrılması ve birleşim bölgelerinde kuvvet aktarımının sağlanamaması diğer önemli negatif sonuçlardır. **Şekil 5**'te birleşim bölgesinde etriyenin az olması ve temel bağlantısında etriye olmamasından kaynaklı oluşan hasarlar görülmektedir.



**Şekil 5 •** Kolon-kiriş ve kolon-temel birleşim bölgelerinde etriye olmamasından kaynaklı oluşan hasar (Fotoğraf: İdris Bedirhanoğlu).

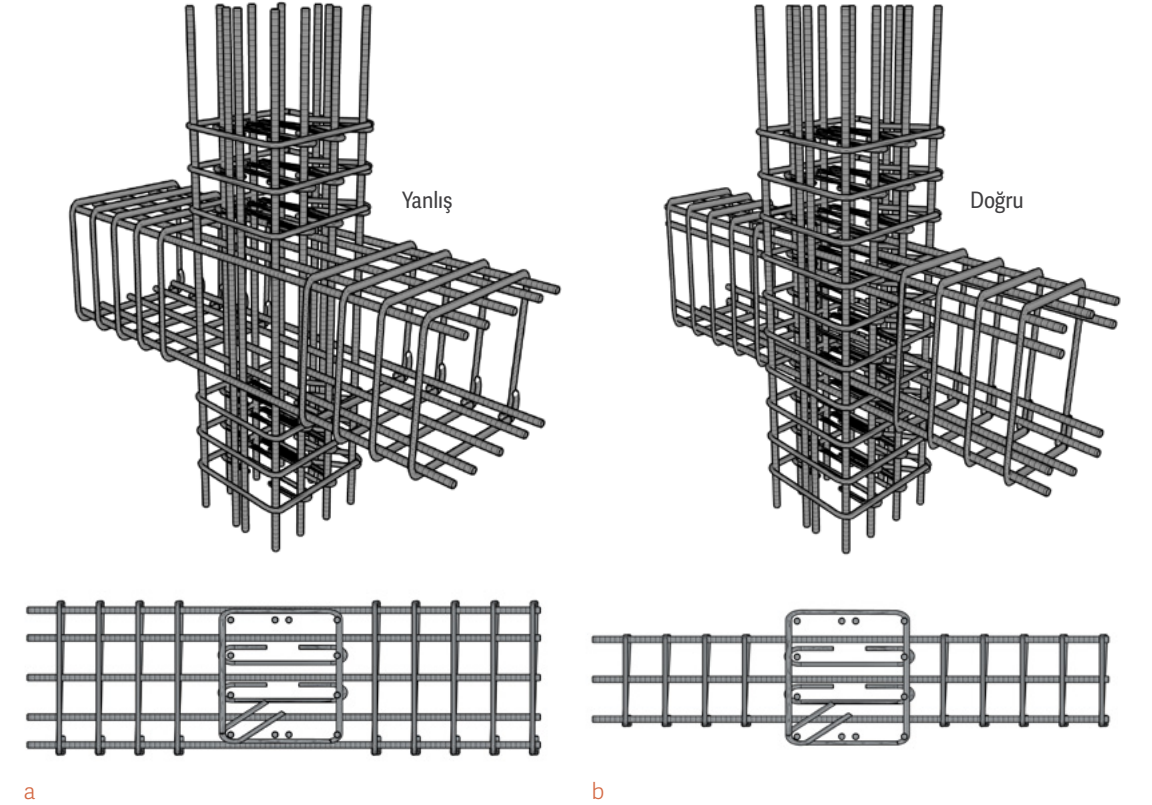
#### Kolon-kiriş birleşim bölgesi

Kolon-kiriş bölgesindeki donatıların uygun yerleştirilmemesinden dolayı birleşim bölgesinde hasar oluşmakta, kolon-kirişler arasındaki kuvvet aktarımı olmamakta ve taşıyıcı sistem



**Şekil 6 •** Kolon-kiriş birleşim bölgesi hasarları (Fotoğraf: İdris Bedirhanoğlu).

stabilitesini kaybetmektedir. Kirişin boyuna donatıları kolonun çekirdek bölgesinin dışında kolon kenarına neredeyse sıfır yerleştirilmiş, pas payı bölgesinde olduğu için kenetlenme gerçekleşmemiş ve bölgedeki betonun da dağılmasına sebep olmuştur. **Şekil 6**'da verilen uygun olmayan birleşim bölgesi donatı detayının nasıl olması gerektiği **Şekil 7**'de çizim ile gösterilmiştir. Saha çalışmasında çok sıklıkla detay eksikliklerinin sebep olduğu hasarlar tespit edilmiştir.



**Şekil 7 •** Kiriş donatılarının birleşim bölgesinde (a) yanlış ve (b) doğru yerleşimi (Görsel: İdris Bedirhanoğlu).

Bu durumun özellikle yeni yapılarda da çok sık gözlenmiş olması inşaat uygulamalarında detaylara yeterince önem verilmediğini göstermektedir. İleride yapılacak inşaat uygulamalarında bunun önüne geçmek için **Şekil 7**'de verildiği gibi farklı detaylar için yanlış ve doğru uygulamaları çizimlerle gösterilen bir tavsiye kılavuzu hazırlanmalıdır.



## Özellikle 2011 Van Depremi'nde ağır hasar gören veya yıkılan yapıların çoğu asmolen döşeme sistemine sahipti.

2. Bedirhanoglu İ. (2011). 23 Ekim 2011 Van Depremi Ön Değerlendirme Raporu, ResearchGate, <https://tinyurl.com/yy3ewyje>, Erişim: Ağustos 2024.

### Çok düşük beton kalitesi

Özellikle eski yapılarda betonun elle karıştırılıp dökülmüş olması ve sonrasında dış ortam etkileri ile bozulması, betonun çok düşük dayanımlı olmasına neden olmuştur. Bodrum ve zemin katları ticari amaçlar için kullanılmış olan binalarda betona yapılmış müdahaleler (kolonlara çakılan demir ankrajlar, fırın olarak kullanılan yerlerde betonun sürekli yüksek sıcaklığa maruz kalması, oto yıkama olarak kullanılan yerlerde betonun sürekli bir ıslanma-kuruma çevrimine maruz kalması gibi) bu yıpranma sürecini artırmakta ve beton dayanımını çok daha düşük seviyelere getirmektedir. Bu durum herhangi bir kuvvet etkisinde betonların çabuk dağılması, donatı ile birbirinden ayrılması, zayıf aderans (inşaat demirinin betona yapışma dayanımı), zamanla donatının da korozyona uğraması, betonarme kolonların yığma gibi davranması şeklinde büyük zayıflıklara neden olmaktadır. Bu durumdaki binaların acilen yıkılması ya da uygun yöntemler ile özellikle yeni taşıyıcı elemanlar ekleyerek oluşturulacak yeni bir taşıyıcı sistem ile güçlendirilmesi gerekmektedir.

### Segregasyon ve beton yerleşim sorunları

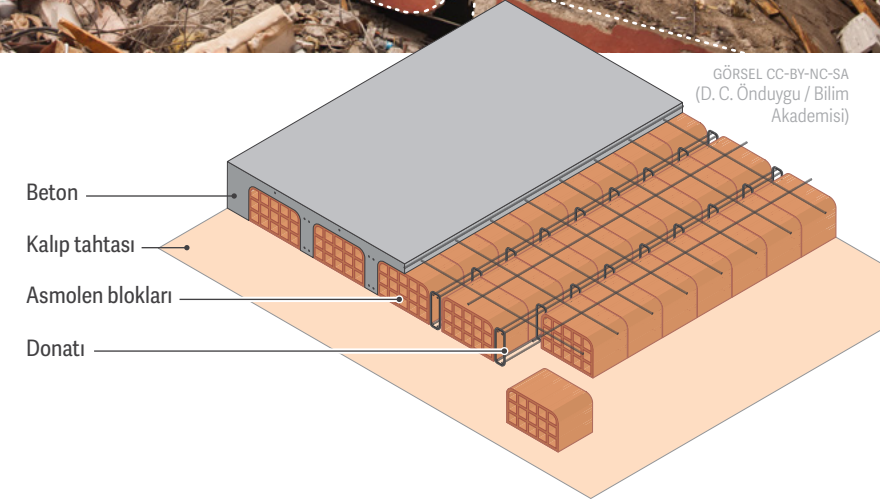
Hem eski hem de yeni yapılarda en çok gözlenen hatalardan birisi de betonun yerleşmemesi ve beton içinde boşluklar oluşmasıdır (segregasyon). Eski kalıp kullanılması, agrega (kum ve çakıl) dane çapının büyük olması veya donatıların sık olmasından kaynaklanabilir. Betonun işlenebilirliğinin az olması da segregasyona neden olmaktadır.

### Asmolen (dişli) döşeme

6 Şubat Kahramanmaraş depremleri ve birçok başka deprem sonrasında yapılan incelemelerde, özellikle 2011 Van depreminde, ağır hasar gören veya yıkılan yapıların çoğunun asmolen döşeme sistemine sahip olduğu görülmüştür.<sup>2</sup> Bu yapılarda kolon ve kirişler küçük yapılar ve duvar ya da döşeme içine gizlenir. Vatandaşlarımıza sarkık kirişleri olmayan bu şekildeki binalardan uzak durmalarını tavsiye ederiz. Vatandaşlarımız satın alacakları ya da kiralayacakları binalarda kolonların ve kirişlerin varlığını hissetmelidir; kolonları ve kirişleri küçük yapılarak duvar ya da döşeme içine gizlenerek yapılmış binaları tercih etmemelidir.



Şekil 8 • Asmolen döşeme sistemine sahip bina (Fotoğraf: 2011 Van Depremi, İdris Bedirhanoglu).



GÖRSEL CC-BY-NC-SA  
(D. C. Öndüğü / Bilim Akademisi)

### Yumuşak kat

Özellikle zemin katları ticari alan olarak kullanılan binalarda binanın zemin katı 3 metre yerine 5 metre yapılmaktadır ve ön taraftaki 5 metre boyundaki kolonlar çoğunlukla kirişlerle diğer kolonlara bağlanmamaktadır. Bu durum bu kolonların çok narın olmasına sebep olmaktadır. Bu katlarda genellikle duvarlar da bulunmadığı için bu katlar diğer katlara göre yatay deprem yüklerine karşı çok dirençsiz olmaktadır. Vatandaşlarımız bu tür binalardan uzak durmalıdır.



### Burulma düzensizliği

Binaların taşıyıcı sistem düzenlemelerinde yapılan hatalardan birisi kolon ve perde yönlerinin hep aynı olmasıdır. Bu binalar depremde çoğunlukla ilave kuvvetlere maruz kalmakta ve özellikle zemin katlarda ağır kesme hasarları oluşmaktadır. Kolon ya da perde yönlerini binanın bodrum katında gözlemek mümkündür. Vatandaşlarımız kolonları veya perdeleri hep aynı yönde olan bu tür binalardan uzak durmalıdır.

Şekil 9 • Perde ucuna bağlanan kiriş (Fotoğraf: İdris Bedirhanoğlu).



### Kirişlerin, perde ve kolonların uç kısmına bağlanması

Deprem bölgesinde özellikle yeni binalarda çok sık bir şekilde gözlenen hasarlardan birisi de kirişlerin betonarme perde ve kolonların uç kısmındaki betonu ezmesidir. Bunun yanında kirişler küçük bir bölgede perdeye ya da kolon ucuna bağlandı için özellikle perde düzlemine dik olarak bağlanan kirişlerin boyuna donatıları, yetersiz kenetlenmeden dolayı perdenin ucundan sıyrılmıştır (Şekil 9).

Şekil 10 • Kirişe elektrik boruları ve buati yerleştirilmiş ve duvar ile kiriş bağlantısı zayıf teşkil edilmiştir – Hatay (Fotoğraf: İdris Bedirhanoğlu).



Şekil 11 • Segregasyondan dolayı betondaki büyük boşluklar – İslahiye (Fotoğraf: İdris Bedirhanoğlu).



### Binanın belli bir kısmındaki kusurlara bağlı hasarlar

Saha çalışmasında birçok yapıda oluşan hasarların binanın inşaatı sırasında yalnız bazı kısımlarında oluşmuş kusurlardan kaynaklı olduğu görülmüştür. Bu bölgesel kusurların başında kolon, betonarme perde, kiriş ve döşeme betonlarının tesisat çalışmaları için kırılması ve beton dökümünde segregasyondan kaynaklı betonda boşluklar kalması gelmektedir.

Bu tür kusurların genellikle deprem etkisinin nispeten az olduğu Diyarbakır'da hasara neden olduğu ve bundan dolayı binaların ağır hasarlı olarak nitelendirildiği görülmüştür. Şekil 10'da görüldüğü gibi kiriş boyunca donatıların etrafındaki bütün beton kırılarak donatılar çıplak bırakılmıştır. Bu durum kirişlerde yerel zayıflıklar yaratmakta ve bu bölgelerde özellikle ağır kesme hasarlarına neden olmaktadır.

Ayrıca beton dökümünde segregasyondan dolayı büyük boşluklar meydana gelmiştir. İnşa sırasında oluşan bu boşluklar için herhangi bir onarım yapılmamış ve Şekil 11'de görüldüğü gibi bu bölgede betonda ezilme olmuştur. Genellikle bu durumlarda bu bölgelerde kesme kuvveti aktarımı da sağlanamadığı için kiriş ya da döşeme kolon üst ucundan kayarak ayrılmaktadır.







## Deprem bölgesinde 300'den fazla tamamlanmamış binada yaptığımız incelemeler hasara neden olan hataların bir kısmının hâlâ mevcut olduğunu gösteriyor.

Şekil 12 • Yetersiz pas payı, donatı sıklığı yüzünden betonun yerleşmemesi ve segregasyon (Fotoğraf: İdris Bedirhanoğlu).



### İnşa halindeki yapılar üzerinde yapılan değerlendirme

300'den fazla tamamlanmamış yapı üzerinde yapılan incelemeler, depremde yerel veya taşıyıcı sistemden kaynaklı hasarlara sebep olan hataların bir kısmının yeni inşaatlarda da hâlâ mevcut olduğunu gösteriyor. Bunların başında;

- ▶ Yetersiz pas payı ya da pas payının hiç olmaması,
- ▶ Pas payı için uzun demir çubuk kullanılması,
- ▶ Donatı sıklığı yüzünden inşaat demirlerinin özellikle kirişlerde bitişik olması ve beton yerleşimini engellemesi,
- ▶ Kalıp, donatı ve beton karışımında yapılan hataların sonucu olarak ortaya çıkan segregasyon ve büyük boşluklar,
- ▶ Etriye yerleşiminde düzensizlikler,
- ▶ Etriye aralıklarının bazı bölgelerde fazla olması,
- ▶ Etriyelerin boyuna donatıları tam olarak kavramaması,
- ▶ Kancaların yetersizliği
- ▶ Kolon, kiriş ve döşeme betonlarının tesisat çalışmaları için kırılması ve bazen donatıların kesilmesi

gelmektedir. Vatandaşlarımız bu tür kusurları olan binalardan uzak durmalıdır.



Yetersiz pas payı durumu genel olarak birçok yapıda özellikle kiriş alt yüzeyinde daha çok görülmüştür. Bu bölgede genellikle pas payı görevi görmek üzere kısa demir çubuklar kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu demir çubuklar doğrudan etriye ve kalıp ile temas içindedir. Kalıba yapıştığı için bu bölgede beton akışını engellemekle beraber bu demir çubuğun bir yüzü dış ortama açık olmakta ve bu durumda bu çubuğun kısa sürede paslanmasına neden olmaktadır. Bu durum Şekil 12'de açık bir şekilde görülmektedir. Kullanılan kısa demir çubuk pas payı oluşturulması için yeterli olamamış ve etriyelerde korozyon başlamıştır. Ayrıca aşırı donatı sıklığı yüzünden betonun yerleşmediği görülmektedir. Aynı şekilde kirişin perdenin uç kısmına bağlandığı için ve donatı sıklığından dolayı perde ucu ve kirişte segregasyon oluşmuş ve büyük beton boşluklarına sebep olmuştur.

Şekil 13'de inşa halindeki bir yapıda tesisat çalışmaları için betona yapılan müdahaleler görülmektedir. Birçok yapıda bu tür müdahaleler gözlenmiştir ve adeta normal bir uygulama olarak görülmektedir. İkinci şekilde görüldüğü gibi birçok kez herhangi bir önlem almadan çalışmalara devam edildiği aderans boyasından da anlaşılmaktadır. Vatandaşlarımız bu tür kusurların açık olarak yapıldığı binalardan ev almaktan kaçınmalıdır.



Şekil 13 • Tesisat çalışmaları için kiriş ve döşeme betonlarının kırılması ve gerekli onarımlar yapılmadan imalata devam edilmesi (Fotoğraf: İdris Bedirhanoğlu).



Şekil 14 • Kolonun temel kenarına sıfır bir şekilde bağlanması (Fotoğraf: İdris Bedirhanoğlu).

Bir diğer uygulama da kolonun temel kenarına sıfır bağlanmasıdır. (Şekil 14) Bu durumda kolon boyuna donatılarının temelde teşkilini sağlamak güçleşmekte ve sağlıklı bir detay ortaya çıkmamaktadır. Temellerin biraz daha geniş alana yayılması ya da bu bölgelerde temelde konsol yapılması bu tür detayların daha sağlıklı olmasını sağlayacaktır. Şekil 14 sağdaki fotoğrafta perde ve kolonun temele bağlantı örnekleri verilmiştir. Görüldüğü gibi boyuna donatıların yerleşimi sağlıklı olmamış ve etriyeler bütün donatıları sarmamıştır. Vatandaşlarımızın bu şekilde demiri dışarıda olan, kirişlerin kolon ve perde uçlarına bağlandığı ve betonları kırılmış binalardan özellikle günümüz koşullarında uzak durmalarını öneriyoruz.



### Yeni binalardan ev alırken nelere dikkat etmeliyiz

2023 Kahramanmaraş depremlerinden sonra inşası devam eden yüzlerce yapıda inceleme yapılmıştır. Bu yapılar üzerinde yapılan incelemeler ile depremde potansiyel hasara neden olabilecek tipik hata türleri tespit edilmiştir. Bu durum, halihazırda devam eden inşaatlarda hala kritik hatalar yapıldığını ve bu hataların, ileride olabilecek bir depremde bu binaların da hasar görebileceğini göstermektedir.

Dolayısıyla bir binadan daire alırken ilk önceliğimiz kesinlikle binanın deprem dirençli olmasıdır. Binanın yeni olması deprem dirençli olduğu anlamına gelmediği gibi binanın eski olması da deprem dirençsiz olduğu anlamına gelmez. Ayrıca binanın çelik veya ahşaptan yapılmış olması da depreme dirençlilik



**Yıkılan yapıların ortak özelliği düşey taşıyıcı miktarlarının az olması ve detaylandırmaların yanlış yapılmış olmasıdır.**

3. Bina dayanım tespiti hakkında ayrıntılı bilgiye kitabın “Deprem Dirençli Yapı stoku” başlıklı bölümünden ulaşabilirsiniz.

için belirleyici değildir. Depremlerde yıkılan her türlü bina gördük ve ayrıca depremleri güvenle atlatan betonarme, çelik, ahşap, taş yığma, kerpiç yığma yapılar da gördük. Yıkılan yapıların ortak özelliği düşey taşıyıcı miktarlarının az olması ve detaylandırmaların yanlış yapılmış olmasıdır.

### Vatandaş ne yapmalı

- ▶ Ev alırken evin sağlamlığı temel kriter olmalıdır,
- ▶ Sağlam evi bilinçli müteahhidin yapacağı unutulmamalıdır, örneğin müteahhidin inşaat mühendisi ya da mimar olmasına ya da daha önce yaptığı evlerin depreme dirençli yapılmış olmasına dikkat edin,
- ▶ Statik projesinin iyi bir mühendis ekip tarafından yapıp yapılmadığı sorgulanmalıdır,
- ▶ Bina inşa edilirken projesine uygun yapıldığı ve inşaat sırasında oluşan kusurların nasıl giderildiği sorgulanmalıdır,
- ▶ Bina altında iş yeri var mıdır ve işyeri olan binaların ana taşıyıcı elemanlarına zarar verilmiş midir? İşyeri olan binada kolonlar daha çok ve daha büyük yapılmış mıdır? diye sorgulanmalıdır.

### Binam depreme dirençli mi?

Bu bölümde yönetmelik şartlarına göre detaylı performans analizi<sup>3</sup> yapmadan binamızın deprem dayanımı hakkında fikir sahibi olabileceğimiz bazı ipuçlarına değinmek istiyorum.

Bu hayati öneme sahip soruya cevap vermek için binanız ile ilgili bilmeniz ya da öğrenmeniz gereken bazı bilgiler var.

Binanızın projesi var mıdır ve projesine uygun yapılmış mı? Projesine uygunlukta sorgulanacak birçok durum vardır, en önemlilerinden birisi “Binanın katsayısı fazla mı yani kaçak kat yapılmış mı?” sorusudur. Kaçak kat yapıldıysa bu demek oluyor ki binanız öngörülenden çok daha fazla düşey yük altındadır ve depremde ilave edilen katlar nispetinde fazladan yatay yüklere de maruz kalacaktır. Bu da binanın bir depremde göçme riskini önemli oranda artırmaktadır.

Diğer bir durum binanızdaki kolon ve betonarme perde duvar sayılarının ve ebatlarının projesi ile uyumlu olmasıdır. Eğer eksik kolon var ise ya da kolon kesilmiş ise ya da projesinde betonarme perde duvar olduğu halde bunun yerine yığma dolgu duvar yapılmış ise bu demek oluyor ki binanız yüklerini taşımada zorluk yaşıyor ve bir deprem durumunda üzerine gelecek yükleri taşıyamayıp göçebilir.





**Bina, üzerine gelebilecek deprem kaynaklı ilave düşey yükleri de zorlanmadan taşıyabilecek miktarda kolon ve betonarme perde duvar gibi düşey taşıyıcılara sahip olmalıdır.**

Bir diğer önemli husus ise binamızın beton dayanımıdır. Beton dayanımının düşük olması kolon ve betonarme perde gibi düşey taşıyıcılarımızın yük taşıma kapasitelerinin çok düşmesine ve dolayısı ile bütün binanın hem düşey hem de yatay yükleri taşımada yetersiz olmasına sebep olacak ve bu durum da binanın toptan göçmesini tetikleyebilecektir. Beton dayanımını tespit etmenin en güvenli yolu betondan karot alınarak basınç testi yapılmasıdır. Bunun yanında beton dayanımının tespiti ultrases geçiş hızı veya beton tabancası (Schmidt çekici) ile de yapılabilir.

Kaçak kat, eksik düşey taşıyıcılar ve düşük beton dayanımı binamızın depremlere karşı çok zayıf bir duruma düşmesine neden olmaktadır. Bu saydığımız önemli etkenlere ilave olarak binanın deprem direncini etkileyen birçok faktör var ve bunların başında donatı detaylarının eksik ya da yanlış olması ve temel sisteminin zemin direncine uygun olmaması geliyor. Donatı detayları dediğimizde aklımıza ilk gelen etriyelerin yetersiz ve yanlış olmasıdır. Etriyeler yetersiz olduğunda beton iyi sargılanmadığı için deprem sırasında çabuk dağılıyor ve donatılar da etriyeler tarafından yanal olarak tutulmadığı için burkuluyor. Ayrıca pas paylarına dikkat edilmediği için genellikle demirler yeteri kalınlıkta bir beton ile sarılmadığından dolayı beton ile demirler yeterince beraber çalışmıyor. Bu şekilde binayı taşıyan kolonlar göçünce bütün binanın göçmesine neden oluyor.

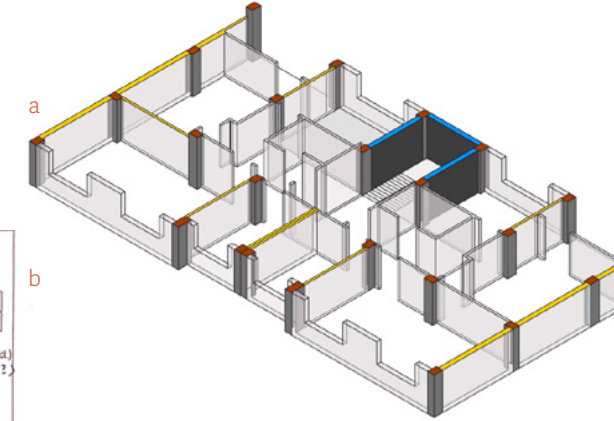
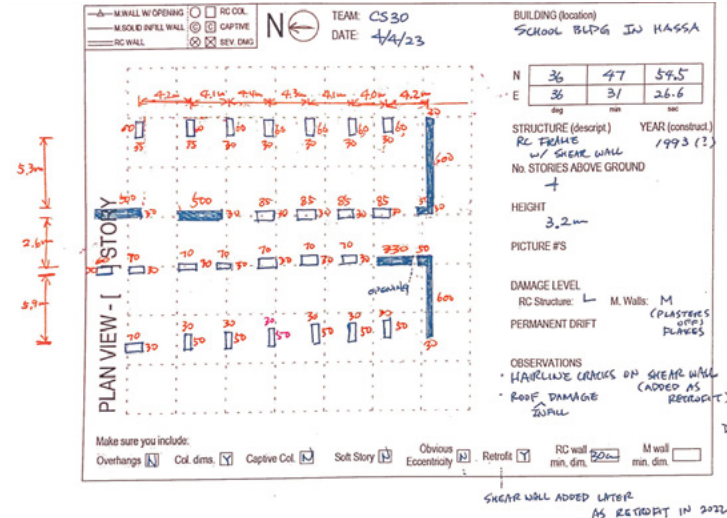
Donatı detayları uygun olmayan yapıları nasıl anlayabiliriz? Binanın ortak kullanım alanı olan bodrum, çatı veya dam bölümlerin de genellikle sıva yapılmadığı için buralarda beton ve demir ile ilgili gözlem yapmak mümkün olabiliyor. Buralarda açıkta yani beton ile sarılmamış donatı görürsek bu durum binamızın beton ve demir detaylandırmasında hatalar olabileceğini göstermektedir. Bu durumda binamızı beton dayanımı tespiti, donatı tespiti yaparak detaylı incelemekte fayda var.

#### **KOLON MİKTARI YETERLİ MİDİR?**

Kolonlar bir insanı ayakta tutan ayaklar gibi binayı ayakta tutan ana unsurlardır. Nasıl ki bir insanın ayakları vücut ağırlığını ve üzerine gelebilecek düşey ve yatay değişken yükleri kolay bir şekilde taşıyabiliyorsa, bir bina da üzerine gelebilecek deprem kaynaklı ilave düşey yükleri de zorlanmadan taşıyabilecek miktarda kolon ve betonarme perde duvar gibi düşey taşıyıcılara sahip olmalıdır.

4. Pujol, S. ve diğ. (2024)  
Quantitative evaluation of the damage to RC buildings caused by the 2023 southeast Turkey earthquake sequence, *Earthquake Spectra*, 40(1), 505–530.

5. Hassan, A.F., Sozen, M. (1997)  
Seismic vulnerability assesment of low-rise buildings in regions with infrequent earthquakes. *ACI Structural Journal* (Vol 94, Issue 1, s. 31–39).



Şekil 15 • (a) Hesaplarda kullanılan düşey taşıyıcıların temsili gösterimi (Turuncu: Betonarme kolon, Mavi: Betonarme perde duvar, Sarı: Yük taşıyan yığma duvar, Renksiz: Yük taşımayan bölme duvarları). (b) Deprem sonrası binalarda yapılan incelemeler için kullanılan form ve binanın ölçümleri (Görseller: İdris Bedirhanoglu).



6. Yığma duvarlar taşıma sisteminin bir parçası olarak düşünülmesi de zaman içinde betonun sünme özelliği dolayısıyla taşıma sisteminde yeniden yük dağılımı gerçekleşir ve içinde pencere/kapı gibi boşluk olmayan yığma duvarlar da deprem dirençliliğine katkı sağlamaya başlar. Hesaplamalarda yük taşıyan yığma duvarların katkısı perde duvarların onda biri olarak dikkate alınmıştır.

“**Düşey taşıyıcı oranları %0,25’in üstünde kalan yapılar birçok detay hatalarına rağmen depremi daha az hasarla atlatabilmişlerdir.**”

Kolon ve perde duvar indekslerin hesaplanması için aşağıda verilen Denklem 1–3 kullanılabilir. Bu denklemlerde  $\sum A_{kolon}$  bina kritik katın x ve y yönündeki kolonların toplam alanını,  $\sum A_{bina}$  kritik kat alanı dahil olmak üzere zemin üstündeki bina toplam kapalı alanını,  $\sum A_{perde,x}$  ve  $\sum A_{perde,y}$  x ve y yönlerindeki betonarme perde alanlarının toplamını,  $\sum A_{duvar,x}$  ve  $\sum A_{duvar,y}$  x ve y yönlerindeki dolgu duvar alanlarının toplamını ifade etmektedir.<sup>6</sup>

$$CI = \frac{\sum A_{kolon} / 2}{\sum A_{bina}} \quad (1)$$

$$WI_x = \frac{\sum A_{perde,x} + \sum A_{duvar,x} / 10}{\sum A_{bina}} \quad (2)$$

$$WI_y = \frac{\sum A_{perde,y} + \sum A_{duvar,y} / 10}{\sum A_{bina}} \quad (3)$$

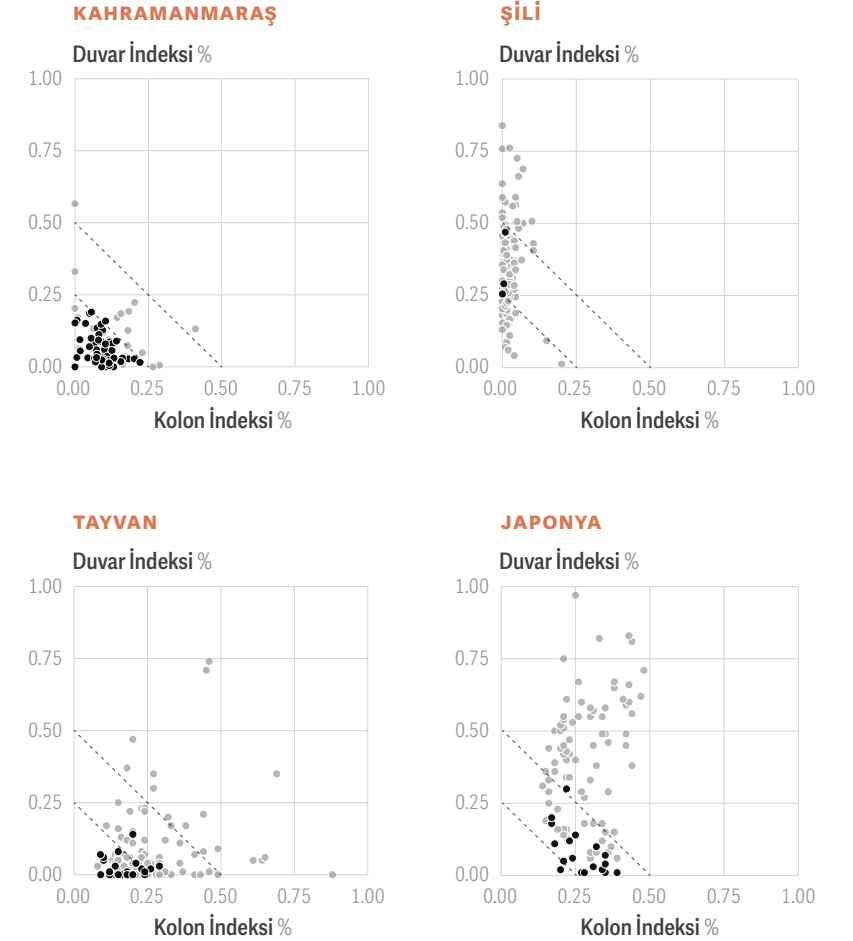
Yukarıda açıklanan Hassan indeks yöntemi kullanılarak hasarsız, hafif, orta veya ağır hasarlı 300’den fazla yapı verisi elde edilmiştir. Kahramanmaraş depremleri sonucu hasar alan binaların kolon ve duvar indeksleri saha çalışmalarından elde edilen verilerle hesaplanmıştır. Şekil 16’da verilen Kahramanmaraş indeks grafiğinde görüldüğü gibi verilerin büyük çoğunluğu %0,25 bandının altında kalmaktadır ki bu durum yapıların düşey taşıyıcı alanlarının binanın büyüklüğüne oranla az olduğunu göstermektedir. Bu bandın altında kalan binaların çok büyük çoğunluğunun ağır hasarlı olduğu görülmektedir. %0,25 sınır bandının üzerinde kalan yapılar ağır hasar görmemiş yapılardır. Düşey taşıyıcı oranları %0,25’in üstünde kalan yapılar birçok detay hatalarına rağmen depremi daha az hasarla atlatabilmişlerdir.

Şekil 16’da Şili, Tayvan ve Japonya’daki betonarme çok katlı binalardan toplanan verilere ait grafikler de görülmektedir. Bu grafiklerde koyu renkli noktalar ağır hasarlı binaları göstermektedir. Bu verilere göre Şili’de büyük çoğunlukla düşey taşıyıcı olarak perde duvar kullanıldığı görülmektedir. Dikkat çeken en önemli husus ağır hasarlı yapıların çok az olmasıdır. Bu durum perde duvarların binanın ağır hasara uğramasını engellediğini göstermektedir. Şekildeki grafiğe göre Tayvan’daki yapılarda perde duvar kullanımı olmakla beraber kolon kullanımı biraz daha fazladır. 0,25 altında kalan yapıların önemli bölümünde ağır hasar

- Ağır hasarlı bina
- Ağır olmayan hasarlı bina

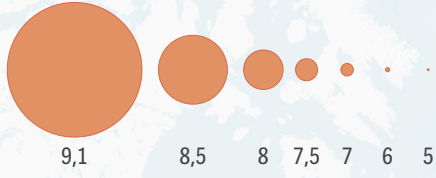
Şekil 16 • Kahramanmaraş, Şili, (1985), Tayvan (2016) ve Japonya (Tokachi-Oki, 1968) depremlerinde incelenmiş binaların kolon ve duvar endeksleri. Kaynaklar: Pujol, S. ve diğ. (2024). Quantitative evaluation of the damage to RC buildings caused by the 2023 southeast Turkey earthquake sequence, *Earthquake Spectra*, 40(1), 505–530. Pledger, L., Pujol, S., Chandramohan, R. (2023) Investigating the effect of stiffness on the seismic performance of RC structures, *Proceedings of the 2023 New Zealand Society of Earthquake Engineering Annual Technical Conference*, <https://tinyurl.com/yvfk43r8>, Erişim: Ekim 2024.

görülmektedir. Japonya’da toplanan Hassan indeks verilerine göre Japonya’daki binaların taşıyıcı sistemleri hem kolon hem de perde duvar içermekle beraber perde duvar kullanımı daha fazladır. Diğer bir önemli husus Japonya’daki binaların hemen hepsinde indeks değerleri %0,25 bandının üzerinde kalmaktadır ve büyük çoğunluğu %0,50 bandının da üzerindedir. Bu durum Japonya’daki binaların düşey taşıyıcı miktarlarının fazla olduğunu göstermektedir. İndeks değerleri %0,25 ile %0,50 aralığında bulunan yapıların diğer ülkelerden farklı olarak önemli bir kısmının ağır hasar gördüğü görülmektedir. %0,50 bandının üzerinde bulunan yapılarda genellikle perde duvar ağırlıklı kullanılmıştır ve hiçbirinde ağır hasar olmadığı görülmektedir.






Depremler, 1990–2024 (Veri kaynağı: USGS)

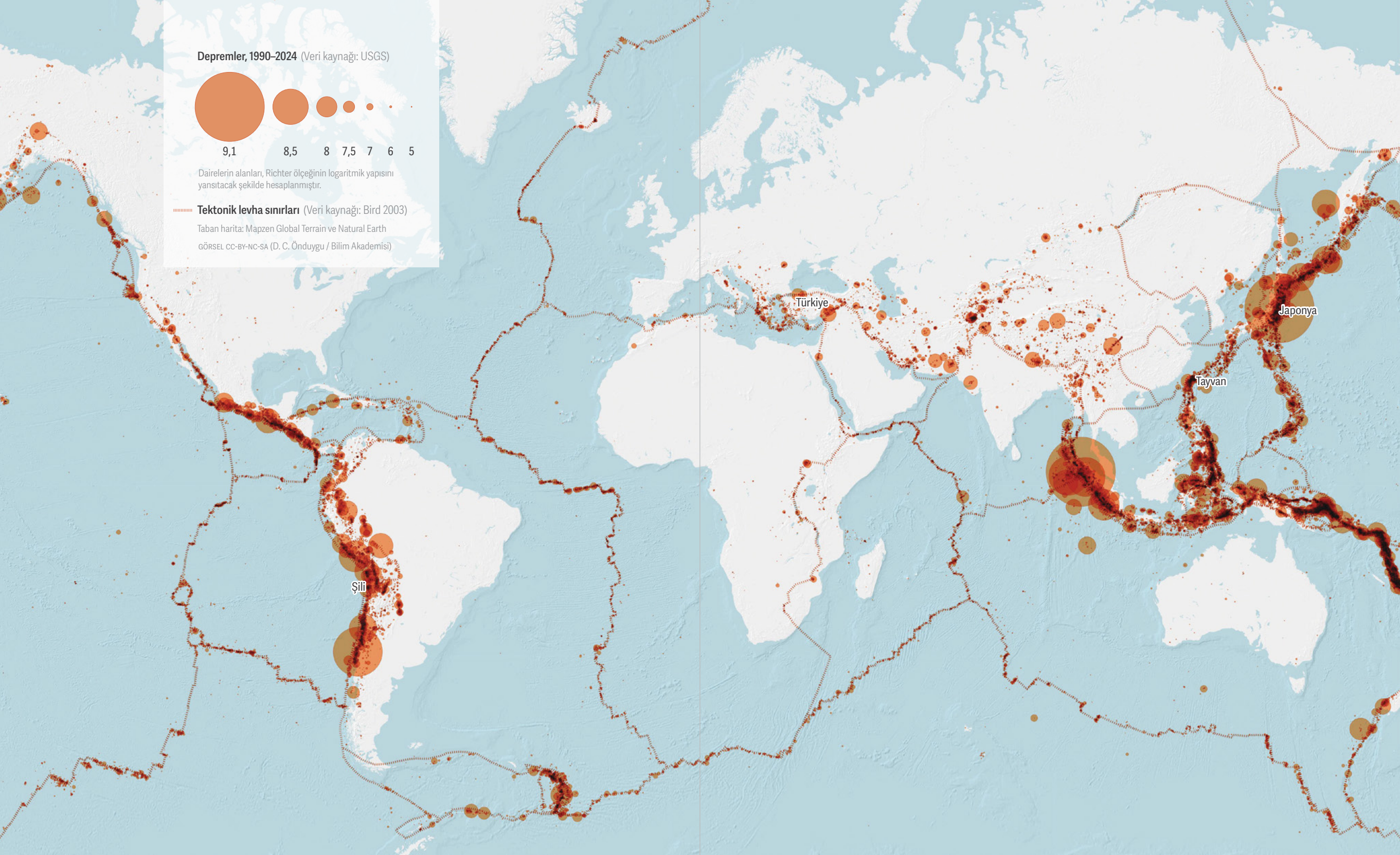


Dairelerin alanları, Richter ölçeğinin logaritmik yapısını yansıtmak şekilde hesaplanmıştır.

 **Tektonik levha sınırları** (Veri kaynağı: Bird 2003)

Taban harita: Mapzen Global Terrain ve Natural Earth

GÖRSEL CC-BY-NC-SA (D. C. Öndüğü / Bilim Akademisi)





Şekil 17’de yukarıda değinilen Şili, Tayvan ve Japonya verileri bir arada verilmiş ve Türkiye’den toplanan veriler ile kıyaslanmıştır. Bu grafikte Türkiye verileri turuncu ile gösterilmiştir. Bu grafikte amaç kolon ve duvar indeksi açısından Türkiye’nin durumunu diğer ülkeler ile karşılaştırmaktır. Göz önüne alınan birkaç deprem ülkesine ait verilerin büyük bölümü %0,25 minimum bandının üstünde kalırken Türkiye’deki binaların indeks değerleri çok büyük oranda %0,25 minimum bandının altında kalmaktadır. Bu durum ülkemizde depremlerin büyük afetlere dönüşmesinin nedenini açık olarak göstermektedir. Ülkemizdeki binalarda genel anlamda perde duvar kullanımını az olmakla beraber kolon miktarları da yetersiz kalmaktadır. Daha deprem dirençli yapılaşma için daha büyük ve daha çok kolon kullanımı yanında perde kullanımının da artması gerekmektedir.

Şili dünyanın sismik olarak en aktif ama aynı zamanda depreme en dayanıklı ülkelerinden birisi. Şili’de nüfusun %90’ı



Şekil 17 • Türkiye’de incelenen binaların diğer ülkeler ile karşılaştırılması. (Turuncu noktalar Kahramanmaraş, Adıyaman, Antakya bölgelerinden toplanan verilerdir.)



**Özellikle deprem riski yüksek bölgelerdeki yerel yönetimlerin kendi kentlerinde onay verecekleri binalarda, kolon ve perde duvar indekslerinin 0,25’in üzerinde olması kuralını getirmeleri, kentlerin deprem dirençliliğini temin için iyi bir çözüm olacaktır.**

kentlerde yaşıyor ve buna rağmen artık Şili’de gerçekleşen büyük depremlerde fazla can kaybı olmuyor, yıkımlar yaşanmıyor. Şili’nin en önemli özelliği güvenli binaları olması. Bunu yüksek oranda perde duvar inşa ederek başardıklarını biliyoruz. Bu yazıda ele aldığımız saha çalışmaları da kolon boyutlarının ve perde duvarların artırılmasının Şili örneğinde olduğu gibi basit ve etkili bir çözüm olduğunu gösteriyor.

Yönetmelikler minimum şartları belirler. Yönetmelik şart koşmasa bile özellikle deprem riski yüksek bölgelerdeki yerel yönetimlerin kendi kentlerinde onay verecekleri binalarda kolon ve perde duvar indekslerinin 0,25’in üzerinde olması kuralını getirmeleri, kentlerin deprem dirençliliğini temin için iyi bir çözüm olacaktır.

Ülkemizde her depremde büyük mal ve can kayıpları yaşamamız binalarımızın dirençli olmadığını gösteriyor. Vatandaşlarımızın bu konudaki hassasiyeti, dirençli yapıların artmasında kritik rol oynayacaktır. Vatandaşlar olarak oturduğumuz binanın projesini belediyeden alıp hem kalitesini hem de projeye uygun yapılmadığını anlayabiliriz. En azından kat sayılarını ve kolon sayılarını tespit edebiliriz. Binamızı kolonlarını tespit ettikten sonra kolon indeksini hesaplayıp %0,25 minimum bandının altında kalıp kalmadığını tespit edebiliriz. Ayrıca binanın bodrum katları gibi ortak alanlarda taşıyıcı kolonlar açıkta olduğu için beton ve demir durumunu tespit edebiliriz. Bazen betonun bozulduğunu yüzeyden anlamak mümkün olabilir ve ayrıca açıkta olan demirlerin paslandığını görebiliriz. Daire alırken göstereceğimiz bu hassasiyetle ailemizin daha güvenli bir yapıda yaşamasını sağlayabiliriz ve iyi yapıya olan talebi de artırmış oluruz. Halk olarak bu konuda daha bilinçli davrandığımızda ve depreme dirençsiz yapılar alıcı bulamadığında binaların deprem dirençliliği de artacaktır. İtiraz edin, talep edin, depreme dirençsiz ev satın almayın.



# Çevresel Altyapı ve Atık Yönetiminde Dirençlilik

**SEVAL SÖZEN**

İTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü

**DEPREM DİRENÇLİ BİR KENT HAZIRLIĞI** dendiğinde nedense hemen üst yapının ve öncelikle binaların sağlamlaştırılması gerektiği akla gelir. Oysaki insan sağlığını ve ekosistemi korumak için güvenli su temini, atık bertarafı ve kirlilik kontrolü hizmetlerini sağlayan *çevresel altyapının* da, en az üst yapı kadar, dirençli hale getirilmesi zorunludur.

Afetin, olayın kendisinden ziyade bir sonucu olduğu düşünüldüğünde, yaşamın sürdürülebilirliğini sağlamak için karşılaşılabilecek zararları en aza indirmek amacıyla bu altyapı sistemlerinin dayanıklılığının artırılması gerekir. Bunun yanı sıra, acil durumlarda devreye girecek ve acil ihtiyaçları karşılayacak sistemlerin planlanması da son derece önemlidir.

Güvenilir ve sürdürülebilir çevresel altyapı hizmetleri göze önüne alındığında, bu konu *su temini*, *atık su bertarafı* (uzaklaştırılması) ve *atık yönetimi* (evsel, tehlikeli ve yıkıntı atıkları) başlıkları altında ele alınabilir. Mevcut sistemler dayanıklı hale getirilir, depremden kaynaklanacak atıkların yönetimi önceden planlanır ve acil durumlarda devreye girecek sistemler tasarlanırsa, kısa ve uzun vadede insan ve ekosistem sağlığına olumsuz etkileri olabilecek çevresel felaketler önlenir.

## **İçme ve kullanma suyu sistemleri**

Deprem dirençli yapılanmada en öncelikli husus yeterli ve güvenilir içme ve kullanma suyunun teminini sağlayan altyapının dayanıklılığıdır. Deprem dirençli su sistemleri, su güvenliğini sağlama ve kentlerin depreme dayanıklılığını artırma konusunda önemli bir rol oynar. Bu sistemlerin tasarımı ve uygulanması, çok disiplinli bir yaklaşım ve yerel şartlara uygun mühendislik prensiplerini gerektirir.

Su sistemi, suyun kaynaktan başlayarak arıtılması sonrasında bir şebeke (dağıtım) hattı ile nihai kullanıcılara ulaştırılması süreçlerini kapsayan bir sistemdir.

### SU SİSTEMLERİNDEKİ AKSAKLIKLAR VE SONUÇLARI

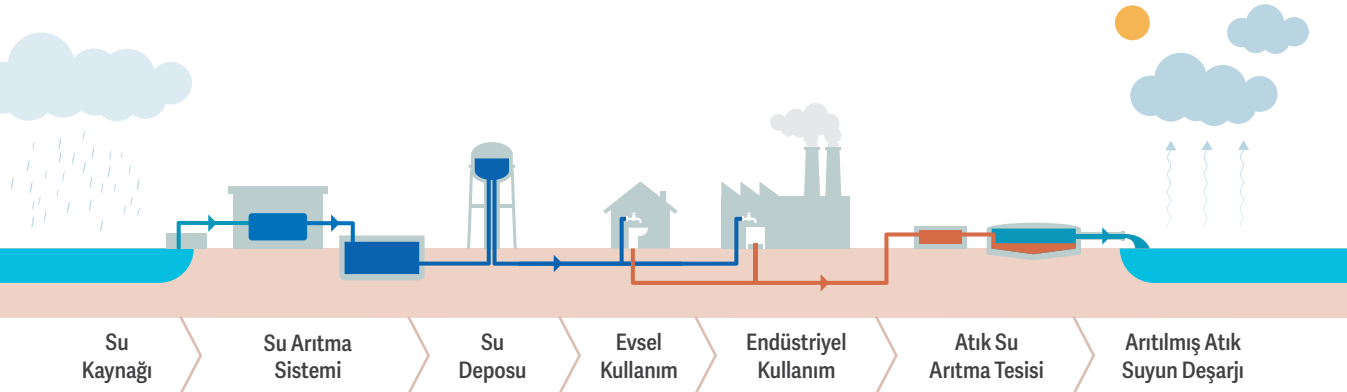
Deprem sırasında su iletim ve dağıtım hatlarında meydana gelebilecek hasar kentte suyun kesilmesine yol açar. Su sıkıntısı ile birlikte sağlıklı ve kirli su kullanılması sonucu salgın hastalık tehlikesi baş gösterebilir. Su şebekesinin kırılan noktalarından kirli suların girmesi sonucu veya artık basınçlı olarak çalışmayan şebeke hatlarına dışardan girebilecek kontamine sular ile mevcut su hatlarında kirlenme meydana gelir ve su yoluyla bulaşan hastalıkların yayılmasına yol açabilir.

Hazırlıksız yakalanılması durumunda su temini sorununa kısa sürede çözüm bulunamaz, bu da felaketin getirdiği yükü daha da ağırlaştırır. Bu nedenle su getirme ve su dağıtım sisteminin depreme dayanıklı hale getirilmesi gerekir.

### SU DAĞITIM SİSTEMLERİNİN DAYANIKLI HALE GETİRİLMESİ

Bir kentin su dağıtım altyapısının deprem dirençli hale getirilebilmesi için ilk yapılması gereken mevcut durum analizidir. Mevcut su dağıtım sistemi su kaynağından nihai tüketiciye kadar – barajlar, su isale (iletim) hattı, su arıtma tesisi, su şebekesi (dağıtım hatları), depolar ve pompa istasyonları olası – deprem tehlikesine karşı incelenmeli, riskli yapılar ve hatlar belirlenmelidir. Yapılacak risk analizi su temini altyapısının depreme dayanıklı bir şekilde planlanmasına rehberlik edecektir.

Şekil 1 • Suyun kaynaktan nihai tüketiciye yolculuğu.



**Zemin yapısı  
göz önünde  
bulundurulması riskleri  
belirlenmeli, tüm  
sistem önceliklere  
göre iyileştirilmeli ve/  
veya dönüştürülmeli,  
zemin formasyonuna  
uygun malzeme seçimi  
yapılmalıdır.**

Zemin yapısı dikkate alınmak sureti ile olası depremin yaratacağı hasarlar tahmin edilerek tüm sistemin belirli bir önceliklendirme ile iyileştirilmesi ve/veya dönüştürülmesi sağlanmalı, zemin formasyonu dikkate alınarak malzeme seçimi yapılmalıdır. Yoğun boru hasarı beklenen bölgelere öncelik verilerek, bu hatların en uygun esnek malzemeden üretilen borularla değiştirilmesi ve bağlantıların esnek malzemelerle yapılması sağlanmalı, böylece deprem sırasında oluşabilecek yer değiştirmelere karşı dayanıklılık artırılmalıdır. Önceliklendirmede, oluşabilecek hasarın büyüklüğü ile birlikte bu bölgeden hizmet alan abone yoğunluğu ve hattın etki alanının dikkate alınması yararlı olacaktır. Sıvılaşma olasılığı yüksek alanlarda yenilemenin hızlandırılmasına özen gösterilmelidir. Yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE), düktil font (DF) ve çelik borular deprem etkisini en aza indirecek boru cinsleridir. Zemin formasyonu alüvyon olan bölgelerde deprem esnasında meydana gelen zemin sıvılaşması nedeniyle DF boruların zeminde oluşan çekme hareketleri sonucu bağlantı yerlerinden çıkarak eksenel kayma hasarlarına uğradığı gözönünde bulundurulmalıdır. Boru et kalınlıklarının ve kaplamaların standartlara uygun olarak yapılması gerekir. Çelik borudan imal edilmiş iletim hatlarında korozyonu önlemek üzere katodik koruma sistemlerinin uygulandığının kontrol edilmesi gerekir.

Sadece su iletim ve dağıtım hatlarının değil, kente su veren su kaynaklarının da depreme dayanıklılık açısından incelenmesi gerekir.

- Kentin su kaynağı kuyular ise su temininin kesintisiz devam edebilmesi için kuyuların ve terfi merkezlerinin aynı ölçüde önem atfedilerek güçlendirilmesi gerekir.
- Su temini barajlar vasıtası ile yapılıyorsa tüm barajların depreme dayanıklılığı tespit edilerek teknik çalışmalar ile gerekli güçlendirmeler yapılmalıdır.

Su dağıtım sisteminin en kritik yapılarından biri de pompa istasyonları (terfi merkezleri) ve depolardır.

- Pompa istasyonlarının depreme dayanıklı hale getirilmesi iletim hatlarından istenen yer ve yüksekliğe suyun aktarılması açısından çok önemlidir. Ancak deprem sırasında enerji hatlarının da belirli ölçüde hasar alabileceği düşünüldüğünde terfi merkezlerinin devre dışı kalacağı, kentin su ihtiyacının depolardan karşılanacağı öngörülebilir.

Bu nedenle kent içindeki tüm depoların depreme dayanıklı olacak şekilde güçlendirilmesi, enerji sistemindeki aksaklıklar çözümlenene kadar, yerçekimini kullanan cazibeli akım ile dolu depolardan kentin su ile beslenmesine destek olacaktır.

- Su arıtma ve dağıtım sisteminin deprem anında ve sonrasında devre dışı kalmaması için yedek güç kaynakları planlanmalıdır.

#### **SU ARITMA TESİSLERİNİN DAYANIKLI HALE GETİRİLMESİ**

Depreme dayanıklılığı tetkik edilmesi gereken bir diğer önemli yapı da *su arıtma tesisidir*. Konvansiyonel bir su arıtma tesisi kabaca havalandırma, pıhtılaştırma, yumaklaştırma, çöktürme, filtrasyon ve dezenfeksiyon ünitelerinden oluşur. Bu akım şeması üzerinde her bir ünitenin içme ve kullanma suyu özelliklerini sağlamak üzere farklı işlevleri mevcuttur. Kent içindeki su arıtma tesisi veya tesislerinin depreme dayanıklı hale getirilmesi suyun kaynağından şehir şebekesine iletim hattı kesintiye uğramadan güvenli bir şekilde aktarımını sağlayacaktır. Su arıtma tesislerinin devre dışı kalması diğer tüm su kalitesi parametrelerinin sağlanamamasının ötesinde mikrobiyolojik kirlenmenin önlenmesine yönelik dezenfeksiyon işleminin gerçekleşmemesi anlamına gelir ki bu da suyun içinde bakteri, virüs ve diğer patojenlerin giderilememesi nedeniyle bulaşıcı hastalıklara yakalanma riskini artırır.

#### **DEPREM SONRASI SU TEMİNİ İÇİN ACIL DURUM ÖNLEMLERİ**

Kent içinde su teminini sağlayan tüm donatıların deprem dirençli hale getirilmesi çalışmalarına ilave olarak deprem sonrasında karşılaşılabilecek riski minimize etmek ve sağlıklı yaşamın sürdürülmesini sağlamak üzere acil duruma yönelik bir dizi çalışma yapılması uygun olacaktır.

- Kent içinde belirlenen toplanma alanlarında, alan kapasitesi göz önünde bulundurularak, kişi başına günde 15–25 litre kullanma suyu sağlayabilecek mevcut su şebekesine bağlı acil durum depoları veya yeraltı depoları planlanmalıdır. Bu depolar, toplanma alanlarına yerleştirilecek mobil tuvalet, banyo ve mutfakların su ihtiyacını karşılayacaktır. Kent içerisindeki sokak çeşmeleri de acil durumda kullanılmak üzere aktif hale getirilmelidir.
- Kullanma suyunun kalitesi içme suyu niteliğinde olmayabilir. Bu durumda içme suyu olarak mümkünse uygun şekilde

şişelenmiş, kapalı sular tercih edilmelidir. Kişi başına günde 2–3 litre kapalı şişe içme suyu tedarik edebilecek bir düzenleme planlanmalıdır. Kapalı şişe içme suyuna erişimin olmaması ya da kısıtlı olması halinde kullanma suyunun tanımlanacak dezenfeksiyon uygulamaları (kaynatma, klorlama veya filtreleme) ile içilebilir hale getirilmesi yönünde toplumun bilgilendirilmesi sağlanmalıdır. Acil durumda klor tabletlerinin de kullanılabileceği halka anlatılmalıdır.

- Alternatif olarak 10–100 m<sup>3</sup>/saat kapasiteli mobil su arıtma sistemleri hazırlanmalıdır. Boyutuna bağlı olarak su arıtma tesislerinin su tankerleri veya küçük boyutlu konteynerler içerisine yerleştirilebileceği, su kuyularından temin edilecek suların arıtılması için de lokal olarak kullanılabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.
- Suyun tankerlerle taşınması gerekliliği dikkate alınarak tanker sayı ve kapasite envanteri yapılmalıdır, yeterli sayıda tanker bulundurulmalıdır.
- Kent içerisinde normal yaşama geçiş sürecinin uzayabileceği ve yaşamın bir süre geçici barınma alanlarında sürdürülebileceği öngörülerek, buralarda yaşayan kişilerin günlük yaşamlarını kolaylaştırmak için çalışmalar yapılmalıdır. Çadır kentler veya konteyner alanlarında temel ihtiyaçların karşılanabilmesi amacıyla kişi başına günde 50–60 litre su temin edilmelidir. Altyapının yetersiz olduğu bölgelerde bu miktar, ilgili alanlara konuşlandırılacak depolar aracılığıyla sağlanmalıdır. Bu depoların temizliğinin periyodik olarak yapılmasına özen gösterilmelidir.
- Yerleri saptanan sahra hastanesi olarak tanımlanan alanlara depreme dayanıklı yedek su hatları döşenmelidir. Hastanelerde ve ilk yardım merkezlerinde kişi başına günde 40–60 litre, yemek dağıtım merkezlerinde kişi başına günde 20–30 litre sağlayacak şekilde su dağıtım sistemi yapılmalıdır. Sağlık ocakları ve hastanelerde güvenli su temininde karşılaşılabilecek sorunların çözümüne yönelik mobil su arıtma sistemleri sağlanmalıdır.
- Denize kıyısı olan kentlerde alternatif su kaynağı olarak küçük/orta kapasiteli mobil desalinasyon tesislerinin kurulması (100 m<sup>3</sup>/saat kapasiteli) planlanmalıdır. Bu tesislerin acil durumda ilave bir su kaynağı olarak büyük desteği olacağı açıktır.



**Denize kıyısı olan kentlerde alternatif su kaynağı olarak desalinasyon tesislerinin kurulması planlanmalıdır.**





**Depremden zarar görmeyecek kardeş şehirlerin belediye, SUKİ ve ilgili birimleri ile eşgüdümlü çalışılmalı, birlikte acil durum yol haritaları oluşturulmalıdır.**

- ▶ Deprem sonucunda tetiklenebilecek yangın tehlikesine karşı yangın hidrantlarının gözden geçirilmesi, buradaki su ihtiyacının dikkate alınarak şebekenin hasar görmesine karşılık ana depodan ya da ara depolardan depreme dayanıklı yedek hatlar döşenmesi gerekir.
- ▶ Yağmur suyunun toplanması ve yeniden kullanılmasına yönelik sistemler geliştirilerek su ihtiyacının bir kısmının karşılanmasına temel oluşturulmalıdır.
- ▶ Depremden zarar görmeyecek kardeş şehirlerin belediye, SUKİ ve ilgili birimleri ile eşgüdümlü çalışarak teknik destek almak için planlamalar yapılmalı ve acil durum yol haritaları oluşturulmalıdır.

### **Atık su sistemleri**

Atık suların ve sularla taşınabilir endüstriyel atıkların toprağa, yer altı sularına karışmasının yalnız insan sağlığı değil tüm ekosistem üzerine olumsuz etkileri olması ve bu etkilerin uzun yıllar sürmesi kaçınılmazdır. Atık su sistemlerini depreme dayanıklı hale getirerek telafisi zor kirlenmelerin önüne geçilebilir.

### **ATIK SU TOPLAMA SİSTEMLERİNDEKİ AKSAKLIKLAR VE SONUÇLARI**

Atık suları toplayan kanalizasyon sisteminin kırılarak atık suların çevreye yayılması salgın hastalıklara yol açmanın ötesinde su kaynaklarında geri dönüşmesi oldukça zor bir kirlenme seviyesi yaratır. Evsel atık su karakterinden farklı olarak birçok zararlı kimyasal maddeyi içeren endüstriyel atık suların çevreye yayılması kirlenmenin ve tehlikenin boyutunu daha da artırır. Bu noktada endüstri kuruluşlarının üretim tesislerinin dirençli hale getirilmesine gösterecekleri özeni çevre koruması açısından arıtma tesislerine de göstermesi beklenmelidir. Toprağa karışacak kirleticiler sızma yoluyla yeraltı sularını, akış yoluyla yüzeysel su kaynaklarını kirletecektir. Tarımsal alanları kirleterek burada yetiştirilen ürünler vasıtası ile besin zincirine girecek ve kontrolsüz sağlıksız gıdalar tüketilmesine neden olacaktır. Bu nedenle kanalizasyon sisteminin deprem dayanıklılığının artırılması toprak, su ve hava kalitesinin korunması ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması için önemli bir adımdır.

Depremi üst yapıda verdiği hasar hemen gözle görülebilirken kanalizasyon altyapısında meydana gelen kırıklar ve hasarlar hemen fark edilemeyeceğinden içme suyu şebekesine,

toprağa ve çevreye olabilecek bulaşmalar uzun süre önlenemeyebilir. Bu nedenle altyapı sisteminin kontrolü ve depreme dirençli hale getirilmesi mutlaka sağlanmalıdır.

### **ATIK SU TESİSLERİNİN DAYANIKLI HALE GETİRİLMESİ**

- ▶ Mevcut kanalizasyon sistemi boru cinsi, zemin yapısı, beklenen deprem ivmesi ve yükleri ile diğer teknik detaylar dikkate alınmak suretiyle incelenmeli, altyapı risk haritası çıkartılarak hasar alması muhtemel bölgeler saptanmalıdır. Bu bölgeler öncelikli olmak üzere tüm hattın depreme dirençli olarak yapılandırılması için su dağıtım yapısında olduğu gibi esneyebilen, eğilebilen ve darbelere karşı dirençli en uygun malzeme seçilmeli ve kullanılmalıdır. Bu iyileştirmeler ile kentsel atık suların güvenli bir şekilde atık su arıtma tesisine iletilmesi sağlanmalı, altyapı eksikliği giderilmelidir. Özellikle kaçak bağlantılar ve deşarjlar kontrol altına alınmalıdır.
- ▶ Mevcut atık su arıtma tesislerinin deprem dayanıklılığı incelenmeli, gerekli güçlendirmeler yapılmalıdır. Atık su arıtma tesislerinin yapısı nihai deşarjın nereye yapılacağı ve geri kazanma alternatifleri dikkate alınmak suretiyle yeniden belirlenmelidir. Yer kısıtı olması durumuna karşılık daha az yer kaplayan ayak izi daha düşük membran gibi yenilikçi teknolojilerin de kullanılabileceği dikkate alınmalıdır. Mevcut tesislerin güçlendirilmesi veya yeni tesislerin yapılması durumunda yenilikçi teknolojik yaklaşımların da gözden geçirilmesi kentin sadece depreme değil diğer çevresel etkenlere de dirençli olması açısından büyük önem taşır. Kanalizasyon sisteminin dayanıklı hale getirilmesi amacıyla boru hatlarının, atık su arıtma tesislerinin ileri teknoloji ile entegrasyonu sağlanmalıdır.
- ▶ Toplama, uzaklaştırma ve arıtma sistemlerinin deprem anında ve sonrasında devre dışı kalmaması için gerekli yedek güç kaynakları planlanmalıdır.
- ▶ Evsel atık suların yeraltı sularına karışmasını önleyecek tüm önlemler alınmalı, illegal bağlantılar kesilmeli ve bunlarla ilgili gerekli teknolojik yaklaşımlara öncelik verilmelidir.
- ▶ Planlanacak geçici barınma alanlarında mobil tuvaletlerden, duşlardan ve günlük kullanımlardan kaynaklanan atık suların halk ve çevre sağlığını olumsuz etkilememesi için uygun toplama ve uzaklaştırma düzenekleri (foseptik ve

vidanjörle uzaklaştırma) tesis edilmelidir. Nihai bertarafın atık su arıtma tesisinde yapılmasına özen gösterilmelidir. Mevcut atık su arıtma tesisleri veya tesislerinin işlerliğini kaybetmiş olması durumunda geçici bir süre büyük atık su depolama hacimleri oluşturulmalıdır.

- Birden fazla ilin etkileneceği depremlerde bölgedeki Suki'lerin belirli bir eşgüdüm altında ortak çalışmalar yürütebilmesi için gerekli girişimler başlatılmalıdır. Bu çerçevede deprem dirençli kent oluşumuna yönelik yol haritası oluşturarak kısa, orta ve uzun vadeli planlar hazırlanmalıdır.

#### ATIK SU ARITMA TESİSLERİ NERELERDE KURULABİLİR?

Bir kentte nüfusun yerleşimi ve şehrin topografik yapısı dikkate alındığında atık su arıtma tesisinin tek bir noktada planlanması teknik açıdan mümkün olamayabilir. Bu durumda arazinin yapısı gözetilerek birden fazla arıtma tesisi farklı konumlarda ve farklı kapasitelerde yapılabilir. Bu durumda dikkat edilmesi gereken hususlar, tesisin atık suları cazibeyle iletebilecek bir noktada konumlanması, alanın arıtılmış atık suyun deşarj noktasına yakın olması ve arıtma tesisi inşası için yeterli büyüklüğe sahip bulunması, arazinin zemin şartlarının uygun olması ve araziye ulaşımın yanı sıra enerji ve su temininin kolaylıkla sağlanabilmesidir.

#### Enkaz atıklarının yönetimi

##### ENKAZ ATIĞI NEDİR?

Bölgenin bir yerleşim bölgesi olması durumunda hasarlı binalar ve altyapı sistemleri nedeniyle deprem neticesinde oluşabilecek atıkların büyük ölçüde enkaz atıkları olarak nitelenen inşaat ve yıkıntı atıklarından meydana geleceği, bir sanayi bölgesi olması durumunda ise büyük bir kısmının tehlikeli ve toksik atıklardan oluşması kaçınılmazdır. Kırsal yerleşim bölgelerinde ise atıkların daha çok toprak ve bitki örtüsünden oluşması beklenir. Deprem atıkları herhangi bir önlem alınmadığı takdirde fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkileri nedeniyle çevre ve insan sağlığı açısından risk oluşturur.

Temel olarak deprem sonucu oluşan atıklar, atık yönetimi esasları açısından *geri dönüştürülebilir atıklar*, *geri dönüştürülemeyen atıklar* ve *tehlikeli atıklar* olmak üzere üç farklı kategoride ele alınır.



**Yapısal atıkta yüksek oranda bulunan beton ve çelik geri dönüştürülebilir.**

1. Olası Yıkıcı Bir İstanbul Depreminde Oluşabilecek Enkaza Dair Yönetim Planı (Haziran 2021) İBB Websitesi, <https://tinyurl.com/bd4y3dxn>, Erişim: Temmuz 2024.

#### GERİ DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİR ATIKLAR

Geri dönüştürülebilir atıkların büyük çoğunluğu hasarlı binalardan kaynaklanan inşaat ve yıkıntı atıklarıdır. Bu atıklar esas olarak temel ve kaplamalardan oluşan demir içeren veya içermeyen beton malzemeler ile tuğla, briket, kiremit, seramik, mermer, taş, alçı, sıva gibi duvar örgü malzemeleriyle birlikte ahşap ve metal parçalarından meydana gelen yıkıntılardır. Hasar görmüş yollardan gelen asfalt parçaları, yol kaplama malzemeleri, kum, çakıl gibi malzemeler de bu atık yığınının içinde “asfalt atığı/yol yıkıntı atığı” olarak yer alır. Ahşap atıklar kirişler, döşemeler, çatı ahşabı, kapı, pencere, banyo/mutfak dolapları ve diğer iç malzemelerden kaynaklanır. Başta demir olmak üzere tüm metaller, deprem atıkları içinde geri dönüşüme en yatkın malzemelerdir. Deprem sonrası hasar gören taşıtlar, binaların donatıları, tesisat malzemeleri (kalorifer peteği, musluk, lavabo vb.) ve elektrik malzemeleri (pano, kablolar vb.) metal atıklar olarak ortaya çıkar.

Yapısal atıkta en yüksek orana sahip atık olan beton da geri dönüşümlüdür ve yeniden kullanılabilir. Beton bileşiminin hacimsel olarak %65-75’ini agrega (kırmataş) oluşturmaktadır. Kaliteli agrega kaynaklarının tükenmekte olduğu düşünüldüğünde, geri kazanılmış ürünlerin önemi artmaktadır. Çelik yapı ürünleri büyük oranda yeniden kullanılabilir veya geri dönüştürülebilir. Hurdasının dahi ekonomik değeri vardır. Çeliğin geri dönüşümünde; enerjinin %74 ve hammaddenin %90 korunduğu, su tüketiminin %40 azaltıldığı ve maden atıklarında %97 azalma olduğu dikkate alınmalıdır.<sup>1</sup>

Ambalajlardan kaynaklı plastik, cam, kâğıt, karton atıklar ile toprak ve tortu gibi geri dönüştürülebilir/geri kazanılabilir malzemeler de atık olarak oluşmaktadır, ancak bu atıkların oranı diğer atıklara göre çok daha düşüktür.

#### GERİ DÖNÜŞTÜRÜLEMİYEN ATIKLAR

Geri dönüştürülemeyen atıklar esas olarak biyobozunur atıklar, evsel kaynaklı diğer atık kodlarında sınıflandırılmamış atıklar (ev mobilyaları ve aksesuarlar dâhil) ve karışık atıklardır.

Biyobozunur atıklar, deprem sonucu konut, lokanta, market, sebze-meyve pazarı, soğuk hava depoları, endüstriyel gıda işletmelerinden kaynaklanan yemek atıkları ve diğer çürüyebilir atıklardan (bitki, kâğıt vb.) oluşur. Yiyecek ve hayvan karkasları gibi organik atıklar, sıcaklık ve yağıza bağlı olarak hızlı bir

şekilde çürür ve hızlı yönetilmezlerse, yüzeysel sulara veya sel sularına sızmaya başlayabilir ve hastalık yapıcı unsurları çekebilir. İnsan sağlığı ve çevreye zararlı etkileri nedeniyle, biyobozunur atıklara hızlıca müdahale edilmeli ve uzaklaştırılmasına öncelik verilmelidir.

#### TEHLİKELİ ATIKLAR

Tehlikeli atıklar ağırlıklı olarak endüstriyel tesislerden kaynaklanır. Üretim süreçlerinde kullanılan çeşitli kimyasal maddeler deprem neticesinde atık haline dönüşür. Boyalar, solventler, yapıştırıcılar, hidrokarbonlar (petrol, dizel vb.), gübreler, yağlar, kimyasal maddeler ile radyoaktif bileşenler ve bu atıklarla kontamine olmuş toprak ve su tehlikeli atık niteliği taşır. Konutlardan da daha az miktarda olmakla birlikte aynı derecede tehlike yaratan temizlik için kullanılan kimyasal maddeler, bodrum ya da garajlarda depolanan boyalar, solventler, yağlar, böcek ilaçları gibi tehlikeli maddeler kaynaklanabilir. Deprem sonucu kırılan/kopan boru hatlarından sızan petrol ürünleri, kirlenmiş bölgelerdeki yangınların oluşturduğu tehlikeli gaz ve dumanlar, yıkılan binalardan ortaya çıkan asbest lifleri bu sınıflandırmadaki atıklara birer örnek olarak verilebilir. Sadece deprem sırasında ortaya çıkan atıklar değil, depremin tetiklediği ikincil afetler olarak nitelendirilebilecek yangınlar sırasında oluşan atıkların da oluşacağı dikkate alınmalıdır.

*Asbestli inşaat malzemeleri* tehlikeli atık sınıfında ele alınması gereken malzemelerdir. Asbest işlenmesi kolay, ısıya dayanıklı ve koku yapmayan bir madde olması nedeniyle gelişmekte olan ülkelerde inşaat endüstrisinde sıklıkla kullanılmasına rağmen, insan ve çevre sağlığı için önemli bir tehdittir ve sağlık sorunlarına sebep olduğu için Türkiye dahil birçok ülkede yasaklanmıştır.<sup>2</sup> Asbestli levhalar ve borular, ses ve ateşe dayanıklı yalıtım malzemeleri, plastik yer karoları ve yer kaplama malzemeleri gibi çok çeşitli malzeme asbest içeriğinden dolayı tehlikeli atık sınıfında yer alır.

*Elektronik atıklar* da tehlikeli atık olarak değerlendirilmelidir. Bu atıkların çeşitliliği ve miktarı bölgenin gelir seviyesine bağlı olarak değişkenlik gösterir. Bulaşık makinesi, çamaşır makinesi, buzdolabı, elektrik süpürgesi, tost makinesi, bilgisayar ve telefon gibi elektrik enerjisiyle çalışan cihazlar bu sınıfa dâhildir.

Yıkıntı atıkları yönetiminin geçerli mevzuat hükümlerine uygun olarak yapılması gerekir. Bu çerçevede, Hafriyat, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği (2004), Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik (2010) ve Atık Yönetimi Yönetmeliği (2015) hükümlerine uyulmalıdır.

2. Türkiye’de asbest 31 Aralık 2010’da yürürlüğe giren yönetmelikle yasaklandı (Resmî Gazete (29 Ağustos 2010) Sayı: 27687).



**Enkaz atıklarının hızlı ve sağlıklı bertarafı önceden planlama yapılmasını gerektirir.**

#### ENKAZ ATIKLARINDAN KAYNAKLANAN SORUNLAR

Atık yığınlarının plastik veya kimyasal madde içermesi durumunda küçük ya da büyük ölçekli yangınlar oluşabilir. Bu yangınlar neticesinde oluşacak duman hava kalitesi ve halk sağlığı açısından tehlike yaratacaktır. Bunun yanı sıra sinek, fare, kedi, köpek gibi hayvanlar bu atık yığınlarına girerek muhtemel hastalık yayıcı rolü üstleneceklerdir. Yağış olması durumunda atık yığınları içindeki kirleticiler taşınarak su kaynaklarını kirletebilecektir. Ayrıca atık yığınları etrafında biriken sular bulaşıcı hastalıkların yayılmasını hızlandıran sivrisinekleri bölgeye çekecektir. İğneler ve kırık camlar gibi keskin nesneler de yaralanmalara neden olabilecektir.

Deprem sonrasında konutların ve endüstriyel tesislerin zarar görmesiyle yüksek miktarda temizlik malzemesi, tarım ilaçları, yağlar, asitler, solunması zararlı kimyasal maddeler ve asbestli malzemeler ortaya çıkabilir. Bu atıklar tehlikeli atık niteliği taşıdığından deriyle teması, solunması ciddi kimyasal risk oluşturur.

Tehlikeli madde salınımları afetin türüne bağlı olarak doğrudan olabildiği gibi, afet sonrasında, tetiklenen ikincil afetler nedeniyle, dolaylı olarak da ortaya çıkabilmektedir. Depremler sonucunda açığa çıkan hayvan karkasları, organik atıklar ve tıbbi atıklar uygun şekilde bertaraf edilmedikleri takdirde özellikle bulaşıcı hastalıklar gibi biyolojik risklere yol açabilmektedir. Özellikle bu atıklar üzerinde veya yakınında biriken fare, böcek, kuş, kemirgen ve sivrisinek gibi canlılar bulaşıcı hastalıklara neden olabilmektedir.

Afetzedelerin tedavileri sırasında da birçok tıbbi atık oluşmaktadır. Doğru ayrıştırma ve bertaraf yapılmadığında tıbbi atıklar, çeşitli sağlık riskleri oluşturarak insanları, diğer atıkları kontamine ederek de çevreyi etkiler. Bu durum iyileştirme faaliyetlerini sekteye uğrattığı gibi ikincil enfeksiyonların ve daha ciddi sorunların ortaya çıkmasına sebep olur.

Afet etkilerinin azaltılması amacıyla enkazın zamanında kaldırılması gerekir. Enkazın kaldırılması kısa vadede yardımların ulaşması, arama-kurtarma ve tahliye gibi afet müdahale faaliyetlerinin sürdürülebilmesi, uzun vadede ise tehlikeli atıklar ve diğer kirleticilerin çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi açısından önem taşır. Enkaz atığının hızlı ve sağlıklı bir şekilde bertarafı için önceden planlama yapılması şarttır.



### ENKAZ ATIĞI MİKTARININ TAHMİNİ

Doğru bir yönetim planı için muhtemel enkaz miktarı ve içeriğinin iyi bilinmesi gerekir. Hasar görmesi beklenen bina hacminin bilinmesi durumunda enkaz ağırlığının (ton) bina hacminin (m<sup>3</sup>) 1/3'ü olacağı kabul edilebilir. Bina hacimlerini lazer ışını, uzaktan algılama görüntüleri veya yerel yönetimlerin bilgi sisteminde yer alan veriler kullanılarak (örneğin, bina yüksekliği veya kat sayısı, taban alanı) belirlemek mümkündür. Atık miktarının bina türüne göre farklılık göstereceği, özellikle çelik konstrüksiyonlu binalardan kaynaklanan enkazın önemli ölçüde azalacağı dikkate alınmalıdır.

### ENKAZ ATIKLARININ TAŞINMASI

Yıkıntı atıklarının taşınması için enkaz kaldırma stratejisi oluşturulmalıdır. Öncelikli olarak yolların temizlenmesi ve acil durum araçlarının ulaşımı sağlanmalıdır. İlk temizliğin ardından, toplama ve taşıma öncelikleri için bir plan yapılmalı, normal yaşama hızlıca dönebilmek için enkazın zaman kaybetmeden kaldırılmasına dikkat edilmelidir.

- ▶ İnsan sağlığına ve çevreye acil tehdit oluşturabilecek döküntülerin, yıkıntıların toplanması birinci öncelik olmalıdır.
- ▶ Atıkların kaldırılması sırasında toz ve muhtemel asbest solumasına karşı *enkazda sulama* yapılmalı, liflerin taşınması ve solunması engellenmelidir. Enkaz atıklarının yükleme çalışmaları sırasında spreyle ya da hortumla alan sulaması yapılmalıdır. Taşınma sırasında kamyon kasaları branda ve benzeri malzeme ile kapatılıp araç güzergâhında tozuma neden olacak tüm yollar sulanmalıdır.
- ▶ Enkaz kaldırma çalışmalarında görevli personel toz, asbest ve diğer olası zararlı tozlardan korunmak için *FFP3 toz maskesi* kullanmalıdır. Halk alandan uzaklaştırılmalı, eğer kaldırılacak enkaz çadır ya da konteyner yerleşim alanına yakınsa burada bulunan herkese enkaz çalışması sonlanana kadar FFP3 tipi toz maskesi kullanandırılmalıdır.
- ▶ Deprem sonrasında enkazın taşınabilmesi için yeterli sayıda kamyon bulunamayabilir. Bu durumda çeşitli kapasitelerde taşıma araçlarının kullanılması gerekebilir. Bu araçların temini konusunda önceden hazırlık çalışmaları yapılmalıdır. Atıkların taşınması sırasında oluşabilecek tozların su kullanılarak bastırılması, tekerleklerin



**Geçici depolama alanlarında geri dönüştürülebilir atık, geri dönüştürülemeyen atık ve tehlikeli atık ayrımının yapılması sağlanmalı, tehlikeli atıklar ilgili mevzuat hükümleri uyarınca nihai bertarafa, geri dönüştürülebilir atıklar geri dönüşüme, geri dönüştürülemeyen atıklar ise uygun bertaraf alanlarına gönderilmelidir.**

yıkınması, tehlikeli yollardan kaçınan özel taşıma rotalarının belirlenmesi gibi önlemlerin halk ve çevre sağlığının korunması doğrultusunda mutlaka alınması gerektiği unutulmamalıdır.

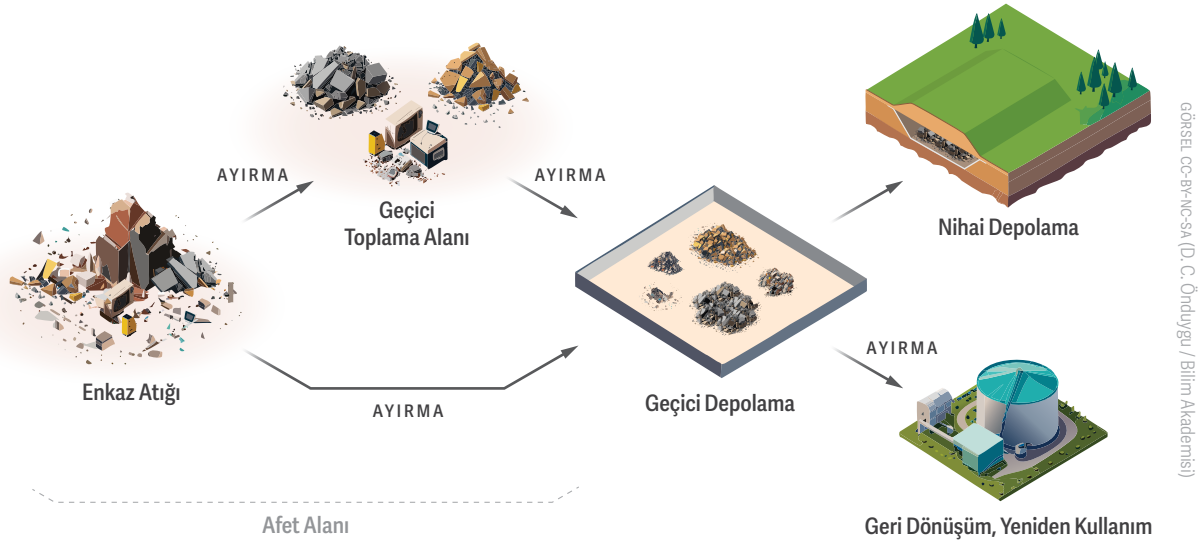
### ENKAZ ATIKLARININ AYRIŞTIRILMASI

Atıklar içindeki geri dönüştürülebilir/geri kazanılabilir/yeniden kullanılabilir malzemeler ayrılarak ekonomik olarak değerlendirilmelidir. Kalan atıklar ise ilgili yönetmeliklerde belirtilen hükümler çerçevesinde bertaraf edilmelidir. Eski yapılarda olması muhtemel asbestli yapı malzemeleri ve tehlikeli atıklar mümkün mertebe ayrılmalı ve lisanslı firmalar tarafından taşınmalı ve bertarafı sağlanmalıdır. Asbest bulunduğu analizler sonucu tespit edilen yıkıntı atıkları kaldırılırken tercihan bu işlemin uygun eğitim almış ve sertifikalı personel tarafından yapılması sağlanmalı, personele uygun kişisel koruyucu ekipmanlar (maske, eldiven, koruyucu giysi) kullanandırılmalıdır. Asbest içeren malzemeler çıkarılmadan önce nemlendirme yöntemleri kullanarak liflerin havaya yayılması önlenmeli, ayrı depolanmalı ve etiketlenmeli, taşırken ve depolarken ulusal ve yerel düzenlemelere uygun hareket edilmeli, nihai bertaraf geçerli mevzuat hükümlerine göre yapılmalıdır. Yıkım esnasında ve sonrasındaki tüm süreç boyunca gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemleri alınmalıdır.

### İDEAL ÇÖZÜM: GEÇİCİ ARA DEPOLAMA ALANLARI

Yıkıntı atıklarının yönetiminde nihai depolama öncesinde atıkların bir geçici ara depolama alanına aktarılması beklenir. Bu alanlarda geri dönüştürülebilir atık, geri dönüştürülemeyen atık ve tehlikeli atık ayrımının yapılması sağlanmalı, tehlikeli atıklar ilgili mevzuat hükümleri uyarınca nihai bertarafa, geri dönüştürülebilir atıklar geri dönüşüme, geri dönüştürülemeyen atıklar ise uygun bertaraf alanlarına gönderilmelidir. Bu en ideal çözümdür.

Yıkıntı atıklarının geri kazanılarak katma değer yaratacak nihai ürünlere dönüştürülmesi ve bertarafının mümkün olabilecek en küçük hacimler çerçevesinde yapılması hem ekonomik hem de çevresel açıdan enkaz yönetiminin en önemli adımlarından biridir. Geri dönüşüm ve yeniden kullanım, nihai bertaraf tesisleri üzerindeki yükü ve maliyeti azaltarak katma değeri olan malzemeler sağlayacaktır. Bu doğrultuda



GÖRSEL CC-BY-NC-SA (D. C. Öndüğü / Bilim Akademisi)

Şekil 2 • Yıkıntı atıklarının nihai depolama öncesinde bir geçici depolama alanında toplanması en ideal çözümdür. Geçici depolama alanlarında geri dönüştürülebilir- tehlikeli atık ayrımı yapılır. Tehlikeli atıkların gideceği nihai depolama alanlarının taban geçirimsizliği sağlanmış olmalıdır, üstü yeşillendirilerek deprem parkları yapılabilir.

afet meydana geldikten sonra uygun seçenekler bulmak yerine, önceden yapılacak yönetim planında yeniden kullanım seçenekleri tanımlanmalıdır. Donatıları ayrılan karışık yıkıntı atıklarının mobil kırıcılar kullanılarak hacminin azaltılması ve dolgu maddesi olarak kullanılması mümkündür. Bu ayırma, kırma ve hacim azaltma işlemleri nihai depolama alanlarının planlanması ve işletilmesine yardımcı olacaktır.

Geçici depolama alanları uygun şekilde düzenlendiği takdirde geri dönüşüm tesislerine gönderilmeden önce ayırma işlemi burada yapılarak süreç kısaltılabilir. 1 milyon m<sup>3</sup> (yaklaşık 1,7 milyon ton) yıkıntı atığı için 2,5 m yükseklik öngörülerek yaklaşık 400.000 m<sup>2</sup> geçici depolama alanı ayrılması tavsiye edilmektedir.

Geçici depolama alanları pratik olarak çok işe yaramakla birlikte zamana karşı yarışıldığı durumlarda atığın iki kez ele alınması, yeniden taşıma gerektirmesi ve bu nedenle maliyetin artacak olmasından dolayı tercih edilmeyebilir. Bu durumda atıkların doğrudan nihai depolama alanı olarak belirlenmiş alanlara taşınması ve nihai depolama alanının yakınında geçici depolama işlevi yerine getirilerek zaman kazanılması düşünülebilir.

### NİHAİ DEPOLAMA ALANLARI

Atıkların nihai depolanacağı alanın yer seçimi ve inşası Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik<sup>3</sup> esasları uyarınca yapılmalıdır. Bu atıklar tarım alanlarına, su havzalarına ve dere

3. Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik (2010) *Mevzuat Bilgi Sistemi*, <https://tinyurl.com/2s3ww3my>, Erişim: Haziran 2024.



**Kentsel dönüşüm sürecinde uygun geri dönüşüm tesisleri kurularak bir kentin büyük ölçüde kendi kaynakları ile yeniden yapılanması sağlanabilir.**

kenarlarına gelişigüzel dökülmemelidir. Yerleşim birimine en az 250 m uzaklıkta bir alanda bir depolama alanı ya da işlevini tamamlamış maden ocakları dikkate alınabilir. Depolama alanının yapısı depolanacak atıkların yapısı ve karakterizasyonu ile ilişkilidir.

Atıkların taşınması ve depolanması enkazın bir an önce kaldırılması, analiz imkânlarının kısıtlılığı ve diğer etkenler nedeniyle hızlı yapılmak zorundadır. Atıkların ara depolama alanlarında tamamen ayrıştırılarak III. Sınıf (homojen yapıdaki hafriyat ve yıkıntı atıkları) depolama standartlarına ulaştırılmasının tamamen sağlanamadığı durumda, heterojen yapı düşünülerek II. Sınıf düzenli depolama esasları uygulanmalıdır. Nihai depolama alanlarında yönetmelik hükümlerine uygun olarak taban geçirimsizliği, sızıntı suyu toplama ve arıtma sistemlerinin yapılandırılması gerekir.

Esas olarak deprem tehlikesi altında olan kentlerde kentsel dönüşüm süreci başlatılarak üst yapının yenilenmesi ve güçlendirilmesi sağlanmalıdır. Bu süreçte uygun ayrıştırma işlemlerinin gerçekleştirileceği, kırıcı ve eleklerin kullanılacağı geri dönüşüm tesisleri kurularak oluşacak yıkıntı atıklarının geri kazanımı ve yeniden kullanımı sağlanmalıdır. Bu uygulamanın kentin doğal yapı rezervlerinin korunmasına katkıda bulunacağı, kentin büyük ölçüde kendi kaynakları ile yetinerek yeniden yapılanmayı tamamlayabileceği dikkate alınmalıdır. Bu sürecin sağlıklı bir şekilde işletilebilmesi, yıkımdan çıkan malzemelerin tekrar kullanılabilmesini ve geri dönüşüm ve geri kazanımı sağlamak için yıkımın kontrollü olarak ve malzemenin niteliğine göre sökülerek aşama aşama yapıldığı, yıkım öncesinde tehlikeli atıkların ayıklandığı "seçici yıkım" uygulaması yapılmalıdır.

# Deprem Dirençli İş Dünyası

ORHAN TURAN  
TÜSİAD



Özel sektör hem afet öncesi hazırlık hem afet müdahale sürecinde temel ihtiyaçların giderilmesi hem de afet sonrası iyileşme sürecinde kritik bir rol oynamaktadır.

1. McLaughlin, M., Olsen, E. G. (2020) Continuing Business Operations After an Earthquake, Risk Management Magazine, <https://tinyurl.com/47a5f5c4>, Erişim: Eylül 2024.

**AKTİF FAY HATLARI** üzerinde yer alan ve sık sık yıkıcı depremler yaşayan ülkemiz 1999 Marmara Depremi, 2011 Van Depremi, 2020 Ege (Denizi) Depremi ve 2023'te yaşadığımız Kahramanmaraş Depremlerinde büyük kayıplar verdi. Bu depremler, ülkemiz için olduğu gibi iş dünyası için de büyük dersler barındırmaktadır.

Can kayıpları, yaralanmalar ve toplumsal travmalara da yol açan depremlerin ekonomik olarak bina, makine, altyapı gibi fiziki hasarın yanı sıra, iş gücü kaybı, üretimin durması, dolaşımıyla ekonomik faaliyetlerin durması ya da sektöre uğraması gibi etkileri de olmaktadır. Bu durum, şirketlerin sadece yapısal planlarının değil, iş sürekliliği planlarının da sağlam temellere oturtulması gerektiğini göstermektedir.

Özel sektör, hem afet öncesi hazırlık ve afet müdahale sürecinde temel ihtiyaçların giderilmesinde hem de afet sonrası iyileşme sürecinde kritik bir rol oynamaktadır. TÜSİAD olarak, iş dünyasının afetlere karşı hazırlıklı olması gerektiğinden hareketle, deprem konusunu iş dünyasının gündeminde tutabilmek, özel sektörün depreme hazırlığı konusunda farkındalık oluşturmak, iyi örnekler yaratmak ve paylaşmak amacıyla çeşitli çalışmalar yürütüyoruz. İş dünyasının bu anlamda gerekli hazırlıkları hızla tamamlamasının, olası bir deprem durumunda beklenen zararı önemli ölçüde azaltabileceğini biliyoruz. Tüm şirketleri de gerekli önlemleri almaya davet ediyoruz. Bu çerçevede aşağıda değineceğim bazı atılması gerekli adımların yaygınlaştırılmasına yönelik çalışmaları da çok önemsiyoruz.

Biliyoruz ki, sismik bir olay, büyüklüğüne bağlı olarak, işletmelere büyük zarar verebilir; enerji, ulaşım ve iletişim ağlarını kesintiye uğratabilir. Eğer kesinti uzun süre devam ederse, işletmeler üzerinde etkisi yıkıcı olabilir.<sup>1</sup> Depremler sonucu endüstriyel tesislerde hem yapısal hem de yapısal olmayan hasarlar meydana gelmektedir. Deprem sonrası iş sürekliliğinin sağlanabilmesi için yapısal ve yapısal olmayan risklerin doğru



2. Kahramanmaraş Depremlerinden Öğrendiklerimizle Endüstriyel Binaların Daha Dayanıklı Hale Getirilebilmesi için Alınabilecek 10 Aksiyon (2023) TÜSİAD Websitesi, <https://tinyurl.com/3rh8r4yp>, Erişim: Eylül 2024.

3. Depreme Karşı Yapısal Olmayan Risklerin Azaltılması (2009) İPKB Websitesi, <https://tinyurl.com/359p6dxe>, Erişim: Eylül 2024.

4. Büyükkaragöz, A., Cantürk, R. (2018). Sanayi Yapılarındaki Yapısal Olmayan Elemanların Deprem Etkisi Altındaki Davranışı. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 426–435.

5. Kahramanmaraş Depremlerinden Öğrendiklerimizle Endüstriyel Binaların Daha Dayanıklı Hale Getirilebilmesi için Alınabilecek 10 Aksiyon (2023) TÜSİAD Websitesi, <https://tinyurl.com/3rh8r4yp>, Erişim: Eylül 2024.

6. 6 Şubat Depremleri Sonrası Tedarik Zinciri Dayanıklılığı Raporu (2024) TÜRKONFED Websitesi, <https://tinyurl.com/43cc5rhz>, Erişim: Eylül 2024.

bir şekilde tanımlanması ve yönetilmesi çok önemli bir husustur.<sup>2</sup> Yapısal unsurlar olarak binaların dayanıklılığını, zemin etüdü ve yapı malzemelerinin kalitesini; yapısal olmayan unsurlar için ise, makineler, veri merkezleri ve diğer ekipmanların sismik dayanıklılığını örnek olarak sayabiliriz.

Deprem sonrası yapılan incelemeler, birçok binanın yetersiz zemin etüdü ve hatalı yapı tasarımı nedeniyle ağır hasar aldığını göstermektedir. Deprem riskine karşı alınacak en etkili önlemlerden biri, yapısal güçlendirme ve zemin etüdüdür. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne uygun olarak yapılan yapı denetimleri, binaların dayanıklılığını artırmak için büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, binaların taşıyıcı sistemlerinin güçlendirilmesi, zemine uygun hale getirilmesi ve binaların genel dayanıklılığının artırılması bu süreçte önemlidir.

Deprem esnasında yapısal riskler dışında bir de yapısal olmayan unsurlardan dolayı gerçekleşebilecek riskler mevcuttur. 1999 Marmara Depremi'nden sonra, yaşamına devam etmeye çalışan insanların yaşadığı maddi kayıpların %30'unun, yaralanmaların %50'sinin, ölümlerin %3'ünün yapısal olmayan unsurlardan kaynaklandığı gözlemlenmiştir.<sup>3</sup> Ayrıca yapısal olmayan hasarlar sanayi tesislerinin uzun süre kapalı kalmasına ve üretimin yapılamamasına neden olmuştur.<sup>4</sup> Yapısal olmayan temel elemanların (aydınlatma, pencere, ofis makinası, mobilya, raflarda saklanan veya duvara asılı olan tüm eşyalar gibi) düşmesi, devrilmesi, kırılması veya patlaması yapısal olmayan riskleri oluşturur.

Deprem sonrasında yaşanabilecek ikincil riskler ve dolaylı etkilere de değinmek gerekir. Deprem sonrası gerçekleşebilecek ikincil risklere toprak kayması, tsunamiler, yangın, seller, tehlikeli maddelerin salınımı gibi olaylar örnek verilebilir. İkincil riskler zincirleme etkilere yol açabilir ve etkileri risk değerlendirme sürecinin bir parçası olarak dikkate alınmalıdır. Özellikle deprem sonrası yangın riski endüstriyel binalarda karşılaşılması muhtemel bir risk olarak karşımıza çıkar. İşletmeler mutlaka ikincil riskler için de gerekli önlemleri almalıdır. Yangın riski için yangın algılama ve söndürme sistemleri kurulmalı ve deprem sonrası yaşanabilecek dolaylı etkiler için analiz yaptırılmalıdır.<sup>5</sup>

Depremler, işletmeleri sadece fiziksel hasarla sınırlı kalmayacak şekilde etkiler. İşletmeler depremlerin ardından sıkça karşılaşılan altyapı sorunları ve yüksek maliyetli yeniden yapılandırma gereksinimleriyle de karşı karşıya kalmaktadır.<sup>6</sup> Afet sonrası dönemde öne çıkan önemli zorluklardan biri, ulaşım ağları, üretim

7. Belirsizliğe Hazırlanmak: Sektörler İstanbul Depremine Ne Kadar Hazır? (2021) TÜRKONFED & TÜSİAD Websiteleri, <https://tinyurl.com/2s4fp8n7>, Erişim: Eylül 2024.

8. İstanbul Depremi Senaryosu İş Dünyası Hazırlık Raporu (2021) TÜRKONFED & TÜSİAD Websiteleri, <https://tinyurl.com/89485kut>, Erişim: Eylül 2024.

9. Continuity Resource Toolkit, FEMA Websitesi, <https://tinyurl.com/3m6vep65>, Erişim: Eylül 2024.

“  
İş sürekliliği planları deprem anında ve sonrasına yapılacakları detaylı bir şekilde içermelidir.

tesisleri ve dağıtım merkezleri gibi kritik altyapıların yetersizliğidir. Bu altyapılarda meydana gelen aksaklıklar çoğu zaman işletmelerin afet sonrası toparlanma sürecini zorlaştırmakta ve geciktirmektedir.

İşletmelerin faaliyetlerinin durması, tedarik zincirinin kesintiye uğraması, sektörler özelinde depoların ve stratejik önem taşıyan yolların kapanması ve piyasaların belirsizleşmesi gibi durumlar, büyük ekonomik kayıplara neden olabilir. Örneğin, TÜSİAD'ın 2021 yılında yayınladığı beş kritik sektörün (enerji, bilgi ve iletişim teknolojileri, ulaştırma ve lojistik, tarım ve gıda ve sigorta ve finans) direnç noktaları, kırılganlıkları ve güçlendirilmesi gereken alanları ele alan raporunda belirtildiği üzere lojistik depo ve stokunun tamamına yakınının (yaklaşık %80 ilâ %90'ı) büyük bir depremin beklendiği İstanbul'da ve Marmara Bölgesinde olması kırılganlıklardan birisi olarak öne çıkmaktadır.<sup>7</sup> Bunun önüne geçmek için işletmelerin, risk yönetimi stratejilerini iyi belirlemeleri gerekmektedir.

### İş sürekliliği planlarıyla temel işlevler güvenceye alınabilir

Kurumsal bir yönetim işlevi olarak değerlendirilen iş sürekliliği, her şirketin kendi yönetiminin sorumluluğundadır ve temel misyonunun bir parçasıdır.<sup>8</sup> İş sürekliliği, normal operasyonları kesintiye uğratan bir olay öncesinde, sırasında ve sonrasında kritik hizmetlerin, temel işlevlerin ve desteklerin kesintisiz bir şekilde sürdürülebilme yeteneğidir.<sup>9</sup> İş sürekliliği planları, deprem anında ve sonrasında yapılacak adımları detaylı bir şekilde içermeli, işletmenin faaliyetlerini kesintisiz bir şekilde sürdürebilmesi için gerekli tüm önlemleri almalıdır. Veri yedekleme, alternatif çalışma alanları ve iletişim protokolleri gibi konular iş sürekliliği planında mutlaka yer almalıdır. Özellikle, işletmenin ana binasının erişilemez veya kullanılamaz hale gelmesi riskine karşın iş sürekliliğini sağlamak adına alternatif tesisler veya çalışma alanları belirlenmelidir.

İşletmeler için depreme karşı hazırlık yaparken ve iş sürekliliği planlarını oluştururken göz önünde bulundurması gereken ilk önemli adım, kapsamlı bir risk değerlendirmesi yapmaktır. Bu süreçte, şirketin faaliyet gösterdiği bölgedeki deprem riski, bina ve altyapının durumu, çalışan güvenliği gibi faktörler değerlendirilmelidir. Risklerin değerlendirmesi, belirlenmesi, analiz edilip önceliklendirilmesi şirketler için büyük önem taşır. Şirketler



### Olası hasarlar dikkate alınarak risklerin belirlenmesi

#### YAPISAL HASARLAR

- örneğin;
- Binaların taşıyıcı sistemleri
- Zemin koşulları
- Çatı
- Malzeme kalitesi

#### YAPISAL OLMAYAN HASARLAR

- örneğin;
- Elektrik, su, doğalgaz tesisatı
- Cihaz ve ekipman
- Asansörler, asma tavanlar vb.
- Pencereler/camlar

#### FİZİKSEL OLMAYAN HASARLAR

- örneğin;
- Tedarik zincirinde oluşabilecek kesintiler
- Veri güvenliği ve teknolojik altyapı



### Önlemlerin alınması, risk azaltımı



#### İş sürekliliği planlarının yapılması

- örneğin;
- Kritik iş fonksiyonlarının ve süreçlerinin belirlenmesi
- Alternatiflerin planlanması
- İletişim planı
- Acil durum planı ve ekibi
- Sigorta
- Çalışan güvenliği için eğitim ve destek programları

deprem risklerini belirlemekten başka, doğal, insan kaynaklı ve teknolojik riskleri de değerlendirerek risk yönetimi ve iş sürekliliği planlarını daha da genişletmelidir.

Riskler belirlendikten sonra iş sürekliliğini sağlamak adına bir diğer önemli husus kritik iş fonksiyonlarının ve süreçlerinin belirlenmesidir. Bu adım işletmelerin temel faaliyetlerinin, hizmetlerinin veya ürünlerinin hangilerinin iş süreçlerini devam ettirebilmek için vazgeçilmez olduğunu anlamayı içerir.<sup>10</sup> Kritik iş fonksiyonları belirlendikten sonra, bu fonksiyonları destekleyen süreçlerin detaylı bir şekilde haritalanması gereklidir. Bu süreçlerin adımları, ilişkileri ve birbirine bağılılıkları belirlenmelidir. Süreçlerin birbiriyle bağlantıları anlaşılmalı ve bu bağlantıların herhangi bir aksama durumunda nasıl etkileneceği değerlendirilmelidir. Özellikle bir sürecin diğer süreçleri nasıl etkilediği ve aksamanın zincirleme etkileri göz önünde bulundurulmalıdır.

İş sürekliliği planlamasında işletmelerdeki üst yönetimin desteği ve katılımı kritik öneme sahiptir. Bu nedenle, işletmelerin iş sürekliliği plan ve politikasını belirlerken üst yönetimle iletişim halinde olmaları ve bu politikanın/planın tüm şirket/işletme genelinde benimsenmesi büyük önem taşır. Bu politika, iş sürekliliği hedeflerini ve işletmelerin bu hedeflere ulaşmak için izleyeceği tüm yolları kapsamalıdır.<sup>11</sup>

10. BCI Good Practice Guidelines, Business Continuity Institute Website, <https://tinyurl.com/ynd7m3tm>, Erişim: Eylül 2024.

11. Mitroff, I. I., Pearson, C., & Puchant, T. C. (1992). Crisis management and strategic management: Similarities, differences and challenges. *Adv. Strat. Manage.*, 235–260.

12. İstanbul Depremi Senaryosu İş Dünyası Hazırlık Raporu (2021) TÜRKONFED & TÜSİAD Websiteleri, <https://tinyurl.com/89485kut>, Erişim: Eylül 2024.



**Deprem sonrası çalışanların barınma ihtiyaçları, psikolojik destek ve güvenlik önlemleri, işletmenin faaliyetlerine hızlı bir şekilde dönebilmesi için kritik öneme sahiptir.**

13. Tierney, K., Lindell, M.K, Perry, R.W. (2001) *Facing the unexpected: Disaster preparedness and response in the United States*, National Academies Press.

Can güvenliği afet yönetiminin bir diğer önemli aşamalarından biridir. Zaman ve yakınlık kavramlarının önemli olduğu can güvenliğinde hedef bireylerin güçlendirilmesidir.<sup>12</sup> Deprem merkez üssüne yakınlığa göre etkilenme olasılığı daha yüksektir ve zamanlama çok önemlidir. Kişi öncelikle deprem sonrası ideal senaryoda kendi canını kurtarmalı ve en kısa zamanda güvenli bir bölgeye sığınmalıdır. İş sürekliliği planlarının bir parçası olarak çalışan güvenliği ve destek programları oluşturulmalıdır. Deprem sonrası çalışanların barınma ihtiyaçları, psikolojik destek ve güvenlik önlemleri, işletmenin faaliyetlerine hızlı bir şekilde dönebilmesi için kritik öneme sahiptir. Afet sonrası stres yönetimi ve psikolojik iyileşme süreçleri ve bu süreçte çalışanların güvenliğinin sağlanması, işlerin aksamadan devam edebilmesi için en önemli faktörlerden biridir. Çalışanların deprem sırasında ve sonrasında ne yapmaları gerektiği konusunda bilinçlendirilmesi, can güvenliği açısından hayati önem taşır. Periyodik olarak düzenlenen tatbikatlar ve eğitimler, çalışanların kriz anlarında daha soğukkanlı hareket etmelerini sağlar.<sup>13</sup> Ayrıca, işletmeler çalışanları için acil durum kitleri hazırlayabilir ve bu kitlerin her an erişilebilir kılabilir. Bu hususta işletmeler bir adım öteye giderek iş sürekliliği ve/veya acil durum planlarını uygulamaları amacıyla bir acil durum yanıt ekibi oluşturabilirler. Belirlenen bu ekip yalnızca acil durum anlarında planın uygulanmasından sorumlu olmayıp, iş sürekliliği planını da güncelleyip geliştirebilir.

Bu planlarda önemli bir husus da iletişim planının bulunmasıdır. İşletmelerde iç ve dış iletişimin kesintiye uğraması iş sürekliliğine olumsuz etki edecektir. İşletmeler acil durumlarda nasıl iletişim kurulacağına dair açık ve net prosedürler oluşturmalı ve çalışanları için güvenilir iletişim kanalları belirlemelidir. Bu kanallar telefon, e-posta, mesajlaşma uygulamaları veya özel acil durum uygulamaları olabilir. Aynı zamanda, çalışanların, yöneticilerin ve acil durum ekiplerinin iletişim bilgilerini içeren güncel listeler oluşturulmalı ve bu listeler düzenli olarak güncellenmelidir. Acil bir durum olduğunda, tüm çalışanları bilgilendirmek için acil durum alarmları, anlık bilgilendirme mesajları veya toplantılar gibi bir yöntem belirlenmesi önemlidir.

Dış paydaşlarla iletişim konusunda da gerek paydaşlar gerek tedarikçi ve iş ortakları gerekse medya kuruluşları ile acil durumlar sırasında nasıl iletişim kurulacağı net bir şekilde planlanmalıdır. Hizmetlerin durumu, olası gecikmeler veya

14. Kahramanmaraş Depremlerinden Öğrendiklerimizle Endüstriyel Binaların Daha Dayanıklı Hale Getirilebilmesi için Alınabilecek 10 Aksiyon (2023) TÜSİAD Websitesi, <https://tinyurl.com/3rh8r4yp>, Erişim: Eylül 2024.

15. Belirsizliğe Hazırlanmak: Sektörler İstanbul Depremine Ne Kadar Hazır? (2021) TÜRKONFED & TÜSİAD Websiteleri, <https://tinyurl.com/2s4fp8n7>, Erişim: Eylül 2024.



**Deprem sigortası hakkında bilinçlendirme ve farkındalık yaratılmalı ve sigortalılık oranı artırılmalıdır.**

değişiklikler hakkında bilgi vermek önemlidir. Kamuoyu bilgilendirmesi gereken durumlar için bir medya iletişim stratejisi oluşturulmalıdır. Basın bültenleri, sosyal medya güncellemeleri veya basın toplantıları gibi yöntemler kullanılabilir.

Depremler sonrası oluşan maddi zararların tazmin edilmesi ve işleyişin deprem öncesi duruma döndürülmesi açısından sigortanın rolü kritiktir. Deprem sigortasının, risklerin tamamını kapsayacak şekilde sigorta bedeli ve poliçe yapısının titizlikle belirlenmesi gerekmektedir. Geçmiş deneyimler, hasar gören tesislerin yeniden faaliyete geçmesinin genellikle bir yıl veya daha uzun sürebileceğini göstermiştir. Bu nedenle, deprem sigortası poliçelerinde Kar Kaybı/İş Durması Sigorta teminatının bulunması büyük önem taşımaktadır.<sup>14</sup>

TÜSİAD'ın 2021 yılında yayınladığı “Belirsizliğe Hazırlanmak: Sektörler İstanbul Depremi'ne Ne Kadar Hazır?” raporuna katkıda bulunması adına gerçekleştirilen çalıştaylardan çıkan ortak sonuçlardan biri, sektör ayrımı olmaksızın özellikle KOBİ'lerin afet farkındalığının ve sigortalılık oranının çok düşük olmasıydı. Muhtemel bir depremin milyarlarca liralık bir kayba sebep olabileceği ve bu kaybın sadece belirli bir oranı sigorta şirketleri tarafından tazmin edilebileceği göz önünde bulundurulduğunda sigortalılık oranı artırılarak devletin üzerindeki mali yük de hafifletilebilir. Deprem sigortası hakkında bilinçlendirme ve farkındalık yaratılmalı ve sigortalılık oranı artırılmalıdır.<sup>15</sup>

Depremler, aynı zamanda teknolojik altyapıları da tehdit eder. Bu nedenle, işletmelerin veri güvenliğini sağlamak için gerekli önlemleri alması gerekmektedir. Veri merkezleri, sunucular ve diğer kritik teknolojik altyapılar, deprem gibi beklenmedik durumlara karşı korunmalı, düzenli yedeklemeler yapılmalı ve yedeklemeler güvenli yerlerde saklanmalıdır.

Gelişen teknoloji depreme hazırlık konusunda önemli katkılar sunmaktadır. Akıllı binalar, erken uyarı sistemleri ve bulut tabanlı veri depolama çözümleri, işletmelerin kriz yönetimi stratejilerini güçlendirmektedir. Deprem öncesi sismik dalgalar ulaşmadan önce anlık uyarı gönderen, deprem esnası ve sonrasında internet olmadığında mesaj gönderilmesini sağlayan bazı uygulamaların afet yönetiminde kritik etkisi olabilir.

İş dünyası, risk değerlendirmesi yaparak, risk azaltmak için adımlar atarak, depreme dayanıklı yapılaşmayı benimseyerek, iş sürekliliği planları geliştirerek ve çalışanlarının afetlere karşı hazır ve bilgi sahibi olmasını sağlayarak depreme karşı

dayanıklılıklarını artırabilir. Bu noktada yerel yönetimlerle iş birliği içerisinde olmak da çok büyük önem taşır. Yerel yönetimler, iş yeri ve ticari binaların deprem risklerini değerlendirecek ve buna göre planlar yapacak stratejiler geliştirebilir. Bu planlar, binaların güçlendirilmesi ve acil durum yönetimi gibi konuları kapsamalıdır. Yine inşaat süreçlerini denetleyebilir ve deprem güvenliği standartlarına uyulup uyulmadığını sıkı bir şekilde kontrol edebilirler. Ayrıca, mevcut binaların denetimlerini yaparak gerekli güçlendirme çalışmalarını teşvik edebilirler.

İş dünyası ve yerel yönetimler deprem güvenliği konularında halkı bilinçlendirmek için birlikte eğitim programları düzenleyebilirler. Bu eğitimler, iş yerlerinde acil durum planları, ilk yardım ve güvenli tahliye prosedürleri gibi konuları içerebilir. Ayrıca, toplumsal dayanıklılığı artırmaya yönelik projeler geliştirerek toplumsal kaynakları ve iş gücünü etkin bir şekilde kullanmayı hedefleyebilirler.



# BIYOGRAFİLER

Türkiye'nin Depremselliği ve Deprem Dirençli Kentler İçin  
Bir Yol Haritası • s. 14 ve 36

## NACİ GÖRÜR

Bilim Akademisi kurucu üyesi Prof. Dr. Naci Görür, 1971'de İTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümünden yüksek mühendis olarak mezun olduktan sonra iki yıl burada asistanlık yaptı. Ardından Londra Üniversitesinden (*Imperial College – Royal School of Mines*) yüksek lisans ve doktora (1978) derecelerini tamamladı. Görür, 1978–2000 yılları arasında İTÜ Maden Fakültesi öğretim üyeliği, 1997–2000 yılları arasında aynı fakültede dekanlık görevini üstlendi. 1983'te TÜBİTAK Teşvik Ödülü'nü alan Görür, TÜBİTAK'da Yer, Deniz, Atmosfer Bilimleri ve Çevre Araştırma Grubu üyeliği, Deniz Araştırmaları koordinatörlüğü ve Bilim Kurulu üyeliği yaptı. 2000'de aynı kurumun Marmara Araştırma Merkezi Başkanlığı'na getirildi ve 2003–2010 arasında burada yarı zamanlı öğretim üyesi olarak çalıştı. 2004'de NATO Bilim Ödülü'nü aldı. 2010'da İTÜ'ye döndü ve 2014'te emekli oldu. Naci Görür 1997'de Türkiye Bilimler Akademisi'nin (TÜBA) asli üyeliğine seçilmiş, 2011'de TÜBA'dan istifa ederek Bilim Akademisi'nin kurucu üyelerinden birisi olmuştur.

Sedimentoloji ve Deniz Jeolojisi konularında uzman olan Naci Görür, Türkiye'nin sedimenter havzaları, tektoniği ve denizleri hakkında araştırmalar yapmış, 1999 depremlerinden sonra Marmara Denizi'nin deprem potansiyelinin açıklığa kavuşturulması için yoğun bir faaliyet göstermiştir.

Hukuk Gözünden Afetlere Hazırlık ve Afetlerin  
Önlenmesi • s. 46

## ELVİN EVRİM DALKILIÇ

Bilkent Üniversitesi Hukuk Fakültesi öğretim üyesi Doç. Dr. Elvin Evrim Dalkılıç lisans derecesini 2000'de Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesinden almış, ardından kamu hukuku alanındaki yüksek lisans ve doktorasını Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsünde sırasıyla 2003 ve 2009'da tamamlamıştır. 2010'dan bu yana Bilkent Üniversitesinde öğretim üyeliği görevini sürdüren Dalkılıç, 2003–2010 arasında aynı kurumda araştırma asistanlığı yapmıştır. Araştırma alanları idare hukuku, idari yargı-lama hukuku, enerji hukuku ve insan hakları hukukudur.

## ZÜLFİYE YILMAZ

Bilkent Üniversitesi Hukuk Fakültesi öğretim üyesi Dr. Zülfiye Yılmaz, 2008'de Galatasaray Üniversitesi Hukuk Fakültesinden mezun olmuş, yüksek Lisans derecesini 2011'de İstanbul Bilgi Üniversitesi İnsan Hakları Hukuku Programından almıştır. 2014–2015 yılları arasında, Fransa Reims-Champagne-Ardenne Üniversitesi bünyesinde faaliyet gösteren Yerel Yönetimler Araştırma Merkezinde (CRDT), Avrupa Konseyi ülkelerinde yerinden yönetim reformları üzerine TÜBİTAK bursu ile doktora araştırmasında bulunmuş, doktora derecesini 2018'de Galatasaray Üniversitesi Kamu Hukuku Doktora Programından almıştır. 2019'dan bu yana Bilkent Üniversitesinde öğretim üyesi olan Yılmaz, 2021'den bu yana Avrupa Konseyi Yerel ve Bölgesel Yönetimler Kongresi Bağımsız Uzmanlar Grubu üyesidir.

Karşılaştırmalı anayasa hukuku, yerel yönetim hukuku, sosyal haklar, toplumsal cinsiyet eşitliği ve afet yönetimi kapsamında pozitif yükümlülükler, akıllı kentler, yasama organlarının güçlendirilmesi gibi konularda akademik çalışmaları mevcuttur.

Sismik Mikrobölgeleme: Deprem Riskini Azaltmanın İlk Aşaması • s. 70

#### ATILLA ANSAL

Özyeğin Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Atilla Ansal 1969'da İTÜ İnşaat Fakültesinden mezun olmuş, 1978'de Northwestern Üniversitesinde doktora çalışmalarını tamamlamıştır. 1978'de İTÜ Maçka Mühendislik Mimarlık Fakültesinde başladığı akademik kariyerine 2002'de Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesinde ve Deprem Araştırma Enstitüsünde devam etmiş, 2012'de Özyeğin Üniversitesi İnşaat Mühendisliği kurucu başkanlığını üstlenmiştir. Avrupa Deprem Mühendisliği Birliği'nde 1994–2014 yılları arasında genel sekreterlik, 2014–2018 yılları arası başkanlık ve 2018–2022 yılları arası ikinci başkanlık, 1998–2000 yılları arasında İnşaat Mühendisleri Odası Yönetim Kurulu Başkanlığı görevlerini yürütmüştür.

Araştırma alanları olarak; laboratuvar ve arazi zemin deneyleri, zemin davranışları ve bünye denklemleri, zemin dinamiği, geoteknik deprem mühendisliği, sismik tehlike, depremlerde kuvvetli yer hareketi, sismik mikrobölgeleme, sıvılaşma, deprem senaryoları konuları sayılabilir.

Deprem Fonu ve Depreme Dirençli Ekonomi • s. 78

#### EROL TAYMAZ

ODTÜ İktisat Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Erol Taymaz lisans derecesini 1982'de ODTÜ Makina Mühendisliği Bölümü'nden, yüksek lisans derecesini 1985'de ODTÜ İktisat Bölümü'nden ve doktora derecesini 1989'da Case Western Reserve University (CWRU, Ohio/ABD) İktisat Bölümü'nden aldı. 1992'de ODTÜ'deki görevine başlamadan önce 1982–85 yıllarında Aselsan, 1985–89 yıllarında CWRU, 1989–1992 yıllarında İsveç, Stockholm'deki Endüstriyel Araştırma Enstitüsünde çalıştı. Bilim Akademisi üyesi

Taymaz, sanayi ve teknoloji politikaları, işgücü piyasası politikaları, sınai dinamikler, küçük firma iktisadi, teknik etkinlik ve üretkenlik tahmini, evrimci iktisat ve mikrosimülasyon konularında araştırma faaliyetlerini yürütmektedir.

#### EBRU VOYVODA

ODTÜ İktisat Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Ebru Voyvoda yüksek lisans ve doktora derecelerini 1998 ve 2003 yıllarında Bilkent Üniversitesi'nden aldı. 2003–2004 döneminde misafir araştırmacı olarak ABD'de Utah Üniversitesinde, 2011–2012 akademik döneminde iklim değişikliğinin ekonomik etkileri konusunda çalışmalar yapmak üzere Almanya'da Avrupa Ekonomik Araştırma Merkezinde (*Center for European Economic Research – ZEW*) ve 2015–2016 akademik döneminde sanayileşme, yapısal dönüşüm ve büyüme konularında çalışmalar yapmak üzere İsviçre'de Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansında (*United Nations Conference on Trade and Development – UNCTAD*) bulunmuştur.

Eylül 2004'den bu yana ODTÜ İktisat Bölümünde öğretim üyesi olan Voyvoda, büyüme, uygulamalı genel denge, enerji-çevre-ekonomi modellemeleri ve iktisat politikası alanlarında çalışmaktadır.

#### ALP ERİNÇ YELDAN

Kadir Has Üniversitesi Ekonomi Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Alp Erinc Yeldan, lisans derecesini 1982'de Boğaziçi Üniversitesi İktisat Bölümünden, doktora derecesini 1988'de Minnesota Üniversitesinden aldı. 1988'de katıldığı Bilkent Üniversitesi İktisat Bölümündeki görevini 2020'de Kadir Has Üniversitesine geçene dek sürdürdü. 1994–1995'te Minnesota Üniversitesinde ve 2007–2008'de Fullbright desteği ile Amherst'teki Massachusetts Üniversitesinde araştırmalar yürüttü. Merkezi Yeni Delhi'de olan Uluslararası Kalkınma

İktisatçıları Birliği (IDEAs) kurucu direktörlerinden olan Yeldan, Bilim Akademisi ile Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) Uluslararası Kaynaklar Paneli (IRP) seçilmiş üyesidir.

Araştırma konuları uluslararası iktisat, kalkınma ve büyüme ekonomisi, iklim krizi ve çevre ekonomisi ile makroekonomik modellerdir.

#### KAMİL YILMAZ

Koç Üniversitesi Ekonomi Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Kamil Yılmaz, lisans derecesini 1987'de Boğaziçi Üniversitesi İktisat Bölümünden, doktora derecesini 1992'de Maryland Üniversitesi'nden aldı. 1992–1994 yılları arasında Dünya Bankasında çalıştıktan sonra 1994 yılında Koç Üniversitesi Ekonomi Bölümünde öğretim üyesi oldu. 2003–2004 ve 2010–2011 yıllarında Pennsylvania Üniversitesinde misafir öğretim üyeliği yaptı, 2007–2009 yılları arasında Koç Üniversitesi-TüsiAD Ekonomik Araştırma Forumunun direktörlüğünü yürüttü. Bilim Akademisi üyesi Yılmaz makroekonomi, uluslararası ticaret ve finansal ekonometri alanlarında araştırmalarını sürdürmektedir.

Deprem Dirençli Halk: Kurumlar ve Halk Birlikte Neler Yapabilir? • s. 88

#### AYŞE NURAY KARANCI

Tobb Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi (ETÜ) Psikoloji Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. A. Nuray Karancı, ODTÜ Psikoloji Bölümünden psikoloji lisans, Liverpool Üniversitesinden yüksek lisans ve Hull Üniversitesinden klinik psikoloji alanında doktora derecelerini almıştır. 1980–2018 yılları arasında ODTÜ Psikoloji Bölümünde ve 2018'den itibaren de Tobb ETÜ'de görev yapmaktadır. Bilim Akademisi üyesi Nuray Karancı, Türk Psikologlar Derneği Travma Birimi, Avrupa Psikoloji Dernekleri Afet, Travma ve Kriz Çalışma Grubu Başkanlığı, ODTÜ, Afet Yönetimi Uygulama ve Araştırma Merkezi Başkanlığı ve Yönetim Kurulu

üyeliği, Ulusal Deprem Konseyi üyeliği görevlerini yürütmüştür.

Araştırma alanları ağırlıklı olarak, afetlerin psikolojik etkileri, psikolojik dayanıklılık ve travma sonrası gelişme, psikososyal destek programları, afetlere hazırlıklı olma ve zarar azaltma konularında halk bilinçlendirme programları geliştirilmesi ve uygulanması konularıdır.

#### CANAY DOĞULU

TED Üniversitesi Psikoloji Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. Canay Doğulu, lisans eğitimini 2010'da ODTÜ Psikoloji Bölümü'nde tamamlamıştır. Aynı üniversitede sosyal psikoloji alanında lisansüstü eğitimine devam etmiş ve yüksek lisans derecesini 2012, doktora derecesini ise 2017 yılında almıştır. Afetlerle ilgili çeşitli ulusal ve uluslararası projelerde görev alan Doğulu, DASK ve T.C. İçişleri Bakanlığı AFAD bünyesinde depremler ve afet hazırlığı ile ilgili çalışmalarda da görev yapmıştır.

Başlıca araştırmaları afetlere hazırlık, toplumsal dayanıklılık, afet eğitimi, risk iletişimi ile toplumsal cinsiyet ve namus kültürleri üzerinedir.

#### GÖZDE İKİZER

Tobb Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi (ETÜ) Psikoloji Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. Gözde İkizer, lisans, yüksek lisans ve doktora derecelerini sırasıyla 2006, 2009 ve 2014 yıllarında ODTÜ Psikoloji Bölümünden aldı. ODTÜ'de 2009–2014 yılları arasında araştırma görevlisi ve 2014–2016 yılları arasında doktora sonrası araştırmacı olarak görev yapan İkizer, 2016'dan bu yana Tobb ETÜ Psikoloji Bölümünde öğretim üyesidir.

Klinik psikoloji, travma, dayanıklılık, afetler ve psikososyal etkileri, afetlere hazırlık ve afetler sonrası psikososyal destek araştırma konuları arasındadır.

### SELÇUK TOPRAK

Gebze Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Selçuk Toprak, lisans ve yüksek lisans derecelerini 1991 ve 1992'de Boğaziçi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümünde tamamladıktan sonra 1998'de Cornell Üniversitesi'nden İnşaat ve Çevre Mühendisliği alanında doktora derecesini almıştır. Meslek hayatına Amerikan Jeolojik Araştırmalar Merkezinde (*United States Geological Society – Usgs*) devam eden Selçuk Toprak, Türkiye'ye döndüğünde Yıldız Teknik Üniversitesi, Pamukkale Üniversitesi ve Gebze Teknik Üniversitesinde öğretim üyeliği yapmış ve bu süreçte farklı idari görevler de üstlenmiştir. Ayrıca, Japonya'da bulunan Waseda Üniversitesi ve İleri Bilim ve Teknoloji Ulusal Enstitüsünde (AIST) bir yıla yakın bir süre ziyaretçi araştırmacı olarak çalışmış ve Cornell Üniversitesinde misafir öğretim üyeliği yapmıştır.

Pek çok ulusal ve uluslararası projeler ve yayınlar gerçekleştiren Prof. Dr. Selçuk Toprak, geoteknik deprem mühendisliği, zemin ve temel mühendisliği, çevre geotekniği, kentsel risk analizleri, afet dirençliliği ve altyapı sistemlerinin güvenilirliği konularında araştırmalar yürütmektedir.

### FATİH SÜTCÜ

İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi öğretim üyesi Dr. Fatih Sütcü 2000'de YrÜ İnşaat Mühendisliği Bölümünde lisans programını tamamladıktan sonra deprem mühendisliği alanında 2003'te İTÜ'den yüksek lisans ve 2006'da Japonya'nın Tohoku Üniversitesinden doktora derecelerini almıştır. 2001'den bu yana İTÜ'de sürdürdüğü görevi sırasında 2012–13 ve 2017–18 akademik yıllarında misafir öğretim

üyeleri olarak Tokyo Teknoloji Enstitüsünde araştırmalar yürütmüştür.

Halen Uluslararası Antisismik Sistemler Topluluğu (Assisi) direktörlüğünü ve Türkiye Deprem İzolasyon Derneği genel sekreterliğini yürütmektedir.

Araştırma alanları depreme karşı yenilikçi güçlendirme yöntemleri, sönümleyiciler ve sismik izolasyon olup, uluslararası iş birlikleri ile gerçekleştirilen deneysel ve sayısal araştırma projelerini yürütmektedir.

### İDRİS BEDİRHANOĞLU

Oxford Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Bölümü misafir öğretim üyesi Prof. Dr. İdris Bedirhanoglu, 1998'de Dicle Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümünden lisans, 2002'de Harran Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümünden yüksek lisans derecelerini almış; İTÜ Yapı Mühendisliği Programı ve Purdue Üniversitesinde deprem mühendisliği alanında yaptığı doktora çalışmalarını 2009'da tamamlamıştır. 2023'den bu yana Oxford Üniversitesinde araştırmalarını sürdüren Bedirhanoglu, 2009–2010 akademik yılında Abu Dhabi'deki New York Üniversitesinde doktora sonrası araştırmalar yürütmüş ve 2010–2023 yılları arasında Dicle Üniversitesinde öğretim üyesi olarak çalışmıştır.

Araştırmaları deprem yükleri altındaki betonarme ve duvar yapılarının davranışına odaklanmıştır, ayrıca sismik tasarım, değerlendirme, azaltma ve mevcut yapıların güçlendirilmesi konularında da çalışmaları bulunmaktadır.

### SEVAL SÖZEN

İTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Seval Sözen, 1985'te İTÜ Çevre Mühendisliği Bölümünden lisans, 1987 ve 1995'te İTÜ Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalında

yüksek lisans ve doktora derecelerini aldı. 1988–1989 yılları arasında Stuttgart Üniversitesi Kentsel Mühendislik, Su Kalitesi ve Atık Yönetimi Enstitüsünde araştırmacı olarak çalıştı. 2000'de mühendislik bilimleri alanında TÜBİTAK Teşvik Ödülü'nü aldı. 2001'de İTÜ Afet Yönetimi Yüksek Lisans Programının açılmasında aktif rol oynadı. 2003–2005 yılları arasında İTÜ Avrupa Birliği Merkezinin araştırmadan sorumlu eş başkanlığını, 2004–2007 yılları arasında İTÜ İnşaat Fakültesi dekan yardımcılığını üstlendi.

Çevre biyoteknolojisi; su ve atık su arıtımı, tasarımı ve modellemesi; entegre atık yönetimi; endüstriyel kirlenme kontrolü; çevresel risk analizi ve afet yönetimi konularında çalışmalarını sürdürmektedir.

### ORHAN TURAN

TüsiAD Yönetim Kurulu Başkanı Orhan Turan 1981'de Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünden lisans ve 1982'de Marmara Üniversitesinden işletme yüksek lisans derecelerini almıştır. Turan, iş hayatı boyunca sivil toplum örgütlerinde görev almaya büyük önem vermiştir. Isı, Ses ve Yangın Yalıtımcıları Derneği'nin (İZODER) kurulmasında aktif rol almış, 1997–1999 yılları arasında İZODER'in Yönetim Kurulu Başkanlığını, 2007–2011 yılları arasında İnşaat Malzemesi Sanayicileri Derneği'nin (İMSAD) Yönetim Kurulu Başkanlığını, 2018–2022 yılları arasında Türk Girişim ve İş Dünyası Konferasyonunun (TURKONFED) Yönetim Kurulu Başkanlığını, 2017–2019 arasında TüsiAD Denetleme Kurulu Başkanlığını üstlenmiştir. 2022'den bu yana TüsiAD Yönetim Kurulu Başkanlığını yürüten Turan, aynı zamanda Tema Vakfının Mütevelli Heyeti üyesi ve Ode Yalıtım'ın Yönetim Kurulu Başkanı'dır.



*Deprem Dirençli Kentler: Bir Yol Haritası*, kentlerimizde deprem risklerini azaltmak ve kentlerimizi depremlere dayanıklı hale getirmek için bilimsel bir yol haritası sunma gayretidir. Bir kentin depreme dirençli olması demek kentin tüm bileşenlerinin, yani yönetiminin, halkının, altyapısının, yapı stokunun, ekosisteminin, ekonomisinin ve iş dünyasının dirençli olması demektir. Kentsel dönüşümü bir müteahhitlik projesi olarak algılamak doğru değildir. Bu kitapta hukuk, ekonomi, psikoloji, çevre mühendisliği ve inşaat mühendisliği gibi birçok alandan uzmanın görüşlerini bulacaksınız. Kent yönetimlerine rehber olması, ilham vermesi amacıyla derlenmiş olan bu kitabın herkes tarafından okunmasını ve bireylerin kendi hazırlıklarını yaparken, yöneticileri de gerekli adımları atmaya teşvik etmesini diliyoruz.



9 786057 330536