



# Mühendislik Alanında TÜBİTAK Bilim Ödülü Deprem Riski Çalışmalarına

## Prof. Dr. Mustafa Erdik

Dr. Özlem Ak [ TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Mühendislik alanında 2018 yılı TÜBİTAK Bilim Ödülü

“Deprem Mühendisliği alanında deprem riski konularındaki uluslararası düzeyde üstün nitelikli çalışmaları” nedeniyle Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Deprem Mühendisliği Ana Bilim Dalı emekli öğretim üyesi Prof. Dr. Mustafa Erdik’e verildi.

Kendisiyle yaptığımız söyleşide Prof. Dr. Erdik’ten hayat hikâyesini ve çalışmalarını dinlerken aynı zamanda sık sık gündemimize giren deprem ve İstanbul’da beklenen büyük deprem ile ilgili bilgiler aldık, deprem sigortasının önemini bir kez daha hatırladık.



*Prof. Dr. Mustafa Erdik  
deprem ile ilgili çalışmaların disiplinlerarası  
çalışmalar olduğunu vurguluyor.*

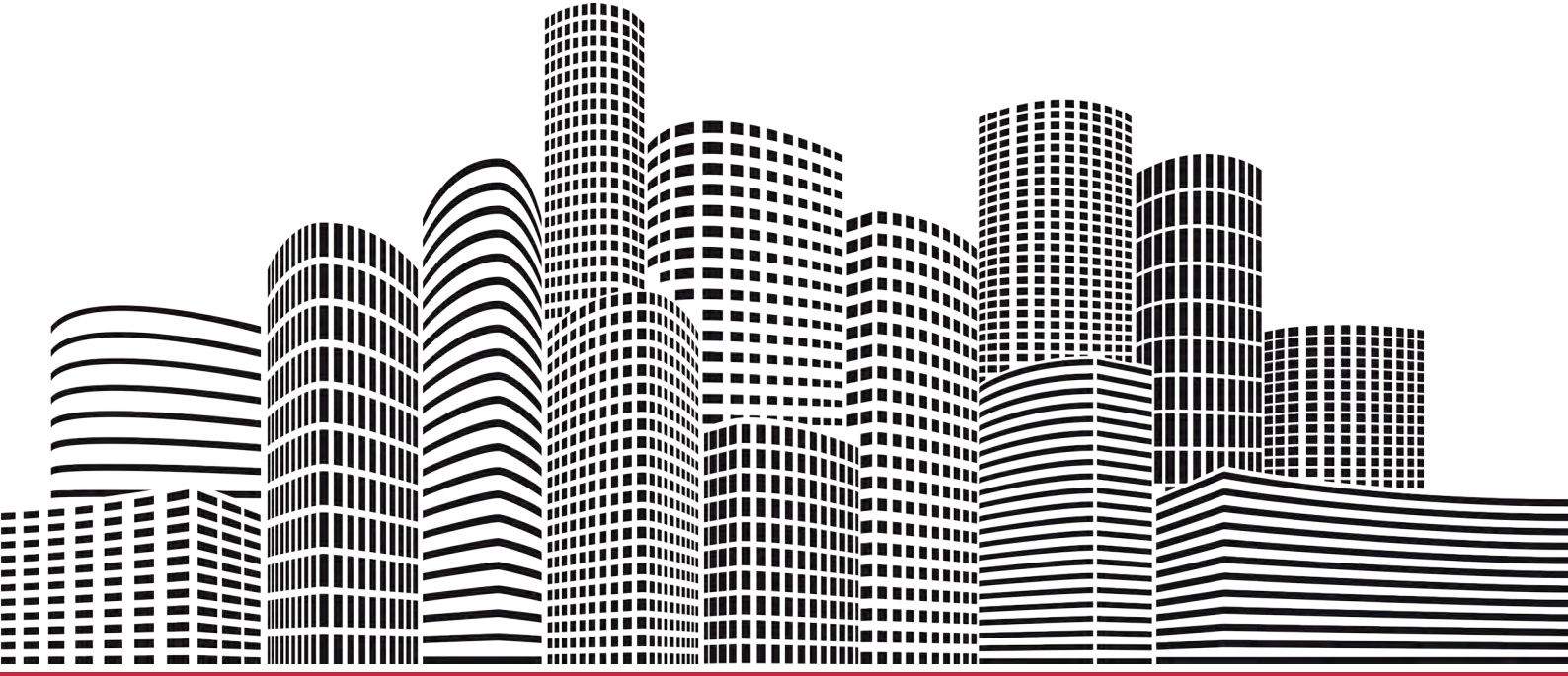
*Deprem denildiğinde aslında beraber çalışan  
birkaç meslek grubu akla geliyor.  
Örneğin inşaat mühendisliği ve deprem  
mühendisliği iç içe alanlar gibi görünüyor ancak  
deprem mühendislerinin çalışmaları  
insanların yaşadığı yerleri, yaşam alanlarını  
ve binaları depreme dayanıklı hale getirmek ile ilgili.  
İşin jeoloji ve jeofizik boyutunda ise daha çok  
bu yapıların maruz kaldığı ve kalabileceği  
yer hareketlerinin ve depremlerin doğru bir şekilde  
tespit edilmesini sağlamak var.  
İnşaat mühendislerinin görevi ise yer hareketi  
tespit edildikten sonra o yer hareketine  
istenilen performansta cevap verecek  
inşaatları ve binaları yapmak.*

1948'de doğan Prof. Dr. Mustafa Erdik, Kırklareli'nde başladığı ilkokulu Ankara'da bitirdi. Ankara Atatürk Lisesi'nden mezun olduktan sonra Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) İnşaat Mühendisliği Bölümü'nü kazandı. 1970 yılında ODTÜ'den mezun olan Prof. Dr. Erdik, aynı yıl Gediz'de gerçekleşen depremi araştırmak için Amerika Birleşik Devletleri'nden (ABD) gelen uzmanlarla çalıştı. Ardından Fulbright bursu ile ABD'ye gitti. 1971-1975 yılları arasında Rice Üniversitesi'nde yüksek lisans ve doktora çalışmalarını tamamladı. Ardından ODTÜ'ye dönerek Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi'nin kurulmasında görev aldı ve aynı zamanda müdürlüğünü de yaptı. Daha sonra Birleşmiş Milletler UNESCO projesi kapsamında 2 yıl Orta Asya'da bulundu ve Orta Asya'nın depremselliği ile ilgili çalışmalar yaptı. Türkiye'ye geri döndükten sonra, 1980'de, doçent oldu. Bir yıl ABD'de Princeton Üniversitesi'nde kaldı ve orada ders verdi. 1988'de Boğaziçi Üniversitesi'nde çalışmaya başlayan Prof. Dr. Mustafa Erdik aynı yıl Kandilli Rasathanesi'nde Türkiye'deki ilk deprem mühendisliği bölümünü kurdu.

Hâlen Boğaziçi Üniversitesi'nde emekli öğretim üyesi ve Türkiye Deprem Vakfı'nda başkanlık görevlerini yürütüyor. Ayrıca, İtalya, University of Pavia-Rose School ilintili öğretim üyesi. İnşaat yüksek mühendisi Hilal Erdik ile evli olan Mustafa Erdik'in bir oğlu (Dr. Baran Erdik) bulunuyor.

### **Diğer Ödüller**

TÜBİTAK Bilim Teşvik Ödülü, NATO Zirvesi Bilim Ödülü, Birleşmiş Milletler Afetlerin Önlenmesi Ödülü ve SSA/EERI/COSMOS Bruce Bolt Madalyası Prof. Dr. Mustafa Erdik'in aldığı diğer ödüller. Prof. Dr. Bruce Bolt depremin kuvvetli hareketleriyle ilgili önemli çalışmalara imza atmış ve 2005 yılında vefat etmiş bir bilim insanı. Prof. Dr. Mustafa Erdik, 2012 yılında, Bruce Bolt adına her yıl bu konuda önemli çalışmalar yapmış kişilere verilen bu ödülü kazanan tek Türk olmuş.



## Deprem Riskinin Tespiti Önemli

Prof. Dr. Mustafa Erdik ile söyleşimize deprem riskiyle başlıyoruz. Deprem riskinin kırsal bölgelerde can ve mal kaybına neden olma riskinin alt yapının olduğu kentsel bölgelere göre çok düşük olduğunu belirtiyor. Deprem tehlikesini ise başlı başına farklı bir durum olarak nitelendiriyor. Deprem tehlikesini değiştirmenin mümkün olmadığını ama deprem tehlikesinden etkilenecek yapıları depreme dayanıklı hâle getirerek, insanların daha bilinçli olmasını sağlayarak ve alt yapıyı güvenli yaparak söz konusu yapıların yarattığı riskleri azaltmamın mümkün olduğunu söylüyor.

Prof. Dr. Erdik ve ekibi deprem riskinin tespitiyle ilgili çalışmalar yapıyor. Örneğin, beklenen İstanbul depremi meydana geldiği zaman gerçekleşecek can kaybının ve mali kayıpların ne kadar olacağına, hangi hastanelere ulaşılacağına, hangi köprülerin ayakta kalabileceğine dair öngörülerde bulunuyor. Bu tip çalışmaların en büyük avantajlarından biri, yerel yöneticilere ve hükümete bir deprem sonrasında neler yaşanabileceğini somut olarak anlatmak. Diğer bir avantajı ise depreme maruz kalacak envanterin bilinmesi ve deprem sonrasında hızlı bir hesap yapılarak arama ve kurtarma ekibinin doğru yerlere yönlendirilmesinin sağlanması.

Deprem riskinin önemli boyutlarından biri de deprem sigortası. Doğal afet sigortası kapsamında ödenen primlerin tespiti için deprem riskinin bilinmesi gerekiyor. Eğer deprem riski sıfır ise prim ödemek gerekmiyor ama deprem riski yüksek ise o zaman da ödenecek primler de yüksek oluyor. Örneğin, bir köprü inşa edildiği zaman depremde hasar görme riskine göre sigorta primi hesaplanıyor. Doğal olarak, sigortacıların imkânlarının meydana gelebilecek tüm hasarları karşılamaya yetmesi ihtimaline karşı sigorta şirketi de kendini güvenceye almak zorunda. Prof. Dr. Erdik'in bu konuyla ilgili çalışmaları ve hazırladığı programlar var.

Prof. Dr. Erdik, deprem sırasında yapılması gerekenlerin anlatılmasının görevlerinin ilk aşaması olduğunu, asıl amaçlarının deprem sonrasında hayatı hızlı bir şekilde normale döndürmek olduğunu belirtiyor.

En çok merak edilen konuya geliyoruz: İstanbul depremi. Prof. Dr. Erdik, deprem de dâhil olmak üzere, doğadaki her olayın belli olasılıklarla meydana geldiğini ve İstanbul'da bir deprem yaşanma olasılığının yıllık %2-3 kadar olduğunu belirtiyor ve bu olasılığın değişmesi için Marmara'da yeni bir büyük depremin yaşanması gerektiğini belirtiyor.

## Deprem Güvenli Yapılaşma

Prof. Dr. Mustafa Erdik deprem güvenli yapılaşmanın en basit tabiriyle deprem şartnamesine uygun binaların yapılması anlamına geldiğini söylüyor. Deprem şartnamesine göre, küçük bir deprem olduğu zaman bina hasar görmemeli, büyük bir deprem olduğu zaman ise binada hasar olsa da can kaybı yaşanmamalı. Bu koşullarda, bina hasar gördüyse ve deprem sigortası varsa sigorta devreye girerek binanın deprem öncesi hâline gelmesini sağlıyor.



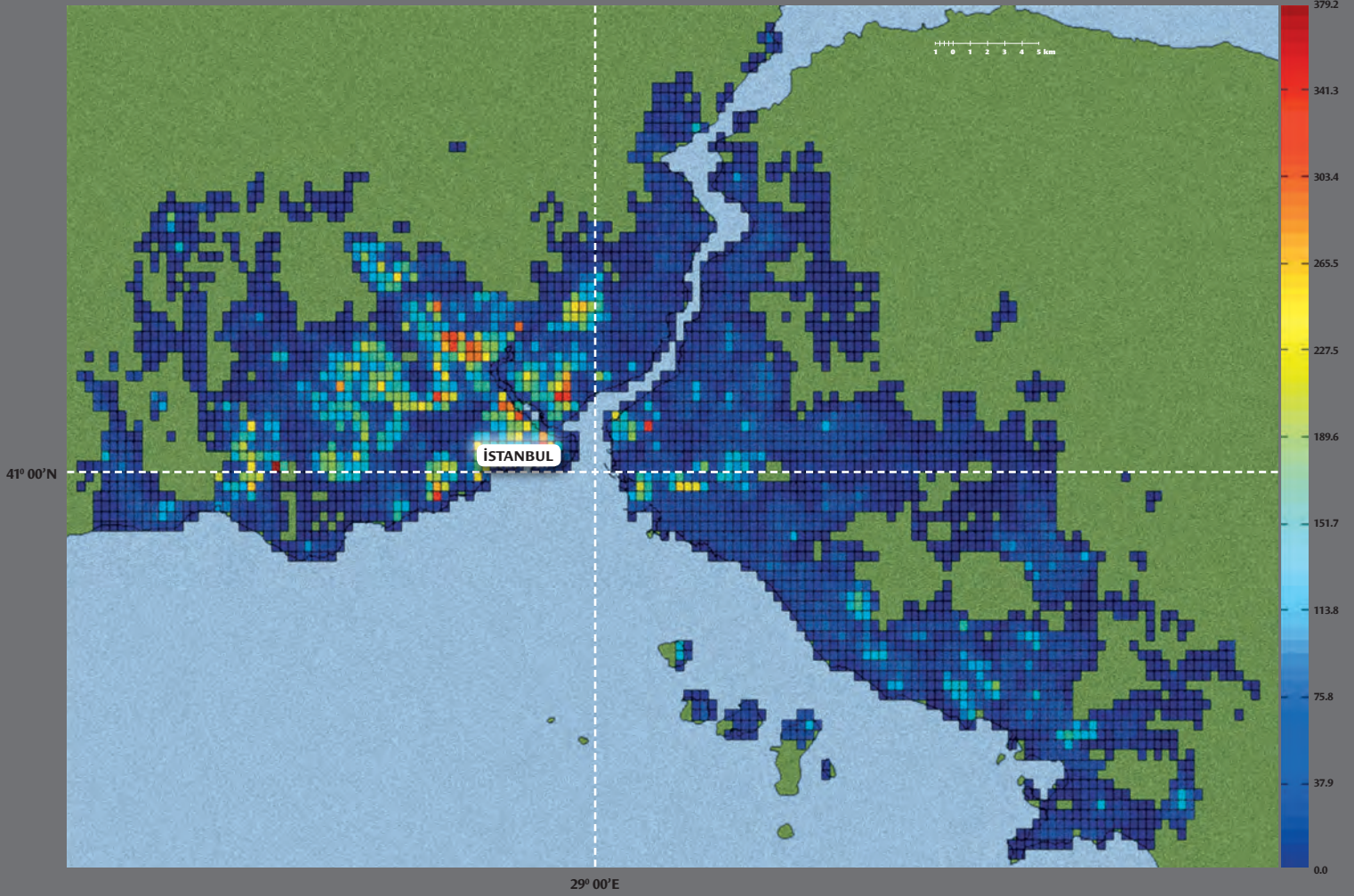
Tarihi boyunca birçok yıkıcı depreme maruz kalan İstanbul'da 4 ve 19. yüzyıllar arasında 32 adet deprem meydana gelmiş. Bu, ortalama olarak her 50 yılda bir orta şiddette deprem yaşandığı anlamına geliyor. Diğer taraftan ise İstanbul yaklaşık her 300 yılda bir çok şiddetli depremlerle sarsılmış.

## İki Bin Yıllık Pencereden Bakıyoruz

İstanbul'da 20 milyon yıldır depremler meydana gelmesine karşın bu konuda çalışan bilim insanları yalnızca son 2000 yıldır yaşanan depremleri bilebiliyor. Depremlerin tarihine sadece son 2000 yılı kapsayan bir pencereden bakılabildiği için de ancak olasılıklar verilebiliyor. Prof. Dr. Mustafa Erdik, depremin gerçekleşeceği zamanla ilgili bilgiyi dünyada hiçbir bilim insanının veremeyeceğini vurguluyor.

Kuzey Anadolu Fay Hattı'ndaki depremler karakteristik denilen depremler. Fay hattında uzun yıllar biriken enerji büyük bir depreme neden oluyor. Prof. Dr. Erdik, bu fay hattında küçük depremler yaşanmadığı için İstanbul'da beklenen depremin şiddetinin deprem büyüklüğü açısından 7 veya daha üstü, konumunun da Marmara Denizi'nden geçen Ana Marmara Fay Hattı üzerinde olacağını söyleyebileceklerini ancak zamanı hakkında bir şey söylemenin mümkün olmadığını belirtiyor ve ekliyor: "10 saniye sonra da olabilir 50 yıl sonra da".

Asıl mesele ise İstanbul'da meydana gelebilecek depremde kayıpları en aza indirebilmek. Bunun da iki temel şartı olduğunu belirtiyor Prof. Dr. Erdik. Bunlardan ilki yeni inşa edilecek yapıların mevcut deprem riskini artırmamasını sağlamak ve ikincisi ise mevcut deprem riskinin azaltılması yönünde önlemler almak. Bu şartlardan birincisinin uygulanması için deprem etkilerini göz önünde bulunduracak şekilde düzenlenmiş arazi kullanım planlarının yapılması; tüm binaların, altyapıların ve şebekelerin depreme dayanıklı bir biçimde projelendirilerek inşa edilmesi gerekiyor. İkinci şartın sağlanması içinse deprem performansı yetersiz bina, altyapı ve şebekelerin yenilenmesinin yanında acil durum plan ve programlarının hazırlanarak uygulanmaya konması büyük önem taşıyor.



Moment büyüklüğü (Mw) 7,4 olan "İstanbul Depremi Senaryosu"nda %50 ihtimalle "Orta Hasar" görece binaların tahmini dağılımı görülmüyor. Yaklaşık 300 m x 500 m boyutlarındaki hücreler içinde "Orta Hasar" göreceği tahmin edilen binaların sayısı renklerle ifade edildi.

## Şiddet ve Büyüklük

Depreme dair iki kavramla ilgili pek çok kez karmaşa yaşıyoruz: depremin şiddeti ve depremin büyüklüğü. Prof. Dr. Mustafa Erdik bu iki kavramı açıklarken şöyle örnek veriyor: Örneğin radyo vericisinin bir anten çıkış gücü vardır. Bunu depremin büyüklüğü olarak algılayabiliriz. Bu güç değişmediği gibi depremin büyüklüğü de değişmez. Oysa radyodan gelen sesin seviyesi bazı yerlerde düşük, bazı yerlerdeyse yüksek olabilir. Bu durumda, radyo sesinin seviyesi depremin şiddeti olmaktadır. Örneğin, depremin şiddeti yumuşak zeminlerde yüksek, sert zeminlerde ise daha düşük olur. Radyoda vericiye (kaynağa) ne kadar yakın olunursa sesin seviyesi de o kadar yüksek olur. Yani insanların hissettiği radyo anteninin çıkış gücü değil, radyodan çıkan sestir.



**1999 yılında meydana gelen Kocaeli depremindeki kayıplardan sonra, İstanbul için ayrıntılı risk analizlerine dayalı depreme hazırlanma ve afet planlaması için Boğaziçi Üniversitesi (BU-ARC, 2002) ve OYO International (JICA-IMM, 2003) tarafından yapılan geniş kapsamlı çalışmalar İstanbul'daki deprem riski hakkında bilgi sağladı ve "İstanbul Deprem Masterplanı" başlıklı raporun (İBB, 2004) hazırlanmasına önayak oldu.**

**Tüm bu risk belirleme çalışmalarını İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) tarafından yaptırılan bir çalışma ile 2009 yılında kapsamlı olarak yenilendi.**

## Deprem Sigortası

1999 Kocaeli depreminden sonra yapılan en önemli uygulamalardan biri Zorunlu Deprem Sigortası'na (DASK) ilişkin düzenleme. 27.08.1999 tarih ve 4452 sayılı Doğal Afetlere Karşı Alınacak Önlemler ve Doğal Afetler Nedeniyle Doğan Zararların Giderilmesi İçin Yapılacak Düzenlemeler, 587 sayılı "Zorunlu Deprem Sigortasına Dair Kanun Hükmünde Kararname" ile DASK uygulaması yürürlüğe girmiş ve 27 Eylül 2000 tarihinden itibaren uygulanmaya başlanmıştır.

## Türkiye'deki Deprem Araştırmaları

Türkiye'de deprem araştırmaları diğer pek çok disipline göre hayli gelişmiş bulunmaktadır. Prof. Dr. Mustafa Erdik İstanbul'da depremle ilgili bilinenlerin dünyadaki pek çok yerle, örneğin İstanbul ile benzer deprem tehlikesi olan San Francisco ve Tokyo ile başa baş olduğunu belirtiyor. Ama asıl meselenin araştırma yapmanın ötesinde, yapılan araştırmaların ve çalışmaların uygulanması ve hayata geçirilmesi olduğunu söylüyor. En iyi araştırmayı yapıp bunun raflarda duran bir yayın olarak kalmasının anlamı olmadığını, araştırmaların hayata geçirilmesinin yolunun hem eğitimden hem de bu uygulamalar için talep yaratmaktan geçtiğini vurguluyor.

Depremler için erken uyarı sisteminin önemi büyük. Prof. Dr. Erdik, Kandilli Rasathanesi bölgesi için büyük bir depremi 6-7 saniye önceden öğrenebileceklerini ancak insanlar açısından 6-7 saniyede yapılabilecek çok fazla bir şey olmadığını ama kritik bir tesis açısından bu sürenin çok büyük önem arz ettiğini belirtiyor. Bazı bölgelerde deprem sonrası patlamaları önlemek için doğal gazın ya da elektriğin kesilmesi çok önemli. Bugün erken uyarı sistemini İstanbul'da en iyi uygulayan birimin İGDAŞ olduğunu öğreniyoruz Prof. Dr. Erdik'ten. İGDAŞ'ın Kandilli Rasathanesi'nin işbirliği ile kurduğu, aralarında bir iletişim ağı olan yaklaşık 800 cihazdan oluşan deprem uyarı sistemi dünyanın en iyilerinden biri. Bu sistemde, herhangi bir şekilde, belirli bir büyüklüğün üstünde bir sarsıntı olduğu zaman otomatik valfler sayesinde gaz kesiliyor. Kamuya ait kurumlar da bu konuda bilinçli. Hem Marmaray'da hem de Avrasya Tüneli'nde trafiği erken durdurma sistemleri olduğunu söyleyen Prof. Dr. Mustafa Erdik, örneğin bir petrokimya tesisi kurulurken büyük bir deprem anında tesiste operasyonların durdurulması gerektiği göz önünde bulundurulmalı, tesise ruhsat vermek için erken uyarı sistemi olmalı ve uygun şekilde çalıştığı denetlenmeli diyor.



# Tarihi ve Kültürel Mirasın Depreme Karşı Korunması

Prof. Dr. Erdik depremde can kaybının ve kaybolan tarihi ve kültürel varlıkların bir daha yerine konulamayacağını söylüyor. Belirli kontrollerle, deprem şartnamesinin uygulanmasıyla ve belli bir disiplinle can kaybının en aza indirilmesinin sağlanabileceğini ancak tarihi ve kültürel varlıkların depremde korunmanın oldukça zor olduğunu belirtiyor. Tarihi bir yapıyı depreme karşı güçlendirmenin zor bir işlem ve süreç olmasından, bu konuda çalışacak insan sayısının azlığından ve izin alınması gereken merci sayısının çok fazla olduğundan söz ediyor. Tarihi ve kültürel varlıkların korunmasına özellikle katma değeri yüksek çalışmalarla başlamak, yani minimum harcamayla maksimum koruma sağlamak gerekiyor.

Deprem tasarım yönetmeliğine uyulmadan projelendirilmiş ve/veya gerek projelendirme gerekse inşaat aşamasında yeterli denetim görmemiş binalar, doğal olarak, hedeflenen deprem performansını sağlayamıyor. Mevcut deprem yönetmeliği, muhtemel bir deprem sırası ve sonrasında bina tipi yapıların can güvenliğini sağlamasını performans hedefi olarak belirliyor ve yapıda meydana gelecek hasarın nitelik ve seviyesini bu hedef doğrultusunda sınırlıyor. Performans hedefinin sağlanması için yapı projesinin düzenlenmesi ve denetlenmesinin de bina inşaatının yapımı ve denetlenmesinin de yetkin kişi veya kurumlarca yapılması gerekiyor.

Örneğin, müzelerde sergilenen çok değerli eserlerin altına depremle ilgili yalıtım sistemlerinin yerleştirilmesi bu yönde bir adım olabilir. Bu tip çalışmalar Topkapı Sarayı'nda ve bazı müzelerde yapılmış ancak daha pek çok müzede benzer koruma önlemlerinin alınması şart. Bu konudaki diğer bir önemli madde ise geçici tedbirlerle de olsa, depremde tarihi yapıların ayakta kalması. Örneğin, tarihi yapının etrafına geçici iskele ve payandalar kurularak deprem sırasında ayakta kalmasını sağlamak mümkün.

1480 yıldır İstanbul'da sürekli tamir ve takviye sayesinde varlığını koruyabilen Ayasofya, bu süre zarfında, üçü çok ağır olmak üzere, yaklaşık 10 kere hasar görmüştür.



## Depreme Dayanıklı Bina Tasarım Yarışması

DASK (Doğal Afet Sigortaları Kurumu) tarafından düzenlenen ve başkanlığını Prof. Dr. Mustafa Erdik'in yürüttüğü Depreme Dayanıklı Bina Tasarımı Yarışması'na üniversitelerin inşaat mühendisliği bölümünün son sınıf öğrencileri katılabiliyor.

Yarışmanın amacı inşaat mühendisliği öğrencilerine depreme dayanıklı yüksek bina tasarımı ve maket yapımı aşamalarında çalışma fırsatı sunmak, deprem mühendisliği disiplini tanıtmak, öğrencileri bu alanda uzmanlaşmaları için özendirmek ve deprem ve depreme dayanıklı bina bilincini artırmak olarak özetlenebilir. Yarışma çerçevesinde, katılımcılar balsa ağacı çitelerinden belirli ağırlıkta ve belli kriterlere uygun, 20-30 katlı bina modeli yapıyor. Öğrenciler tam ölçekli bina yapmıyor olsa da küçük ölçekli bir binanın mimari modelini geliştiriyor, projesini hazırlıyor ve onu inşa ediyor. Bir sarsıntı yaşanması durumunda model binadaki davranışın ne olacağı analitik olarak bilgisayar programıyla hesaplanıyor. Bu hesaplar, doğrusal davranış göz önünde bulundurulursa, binanın ölçeğine bağımlı değil. Bu nedenle, yapılan hesap doğruysa küçük ölçekte de büyük ölçekte de aynı sonuç alınıyor.

Hazırlanan bina maketleri sarsma masası üzerine yerleştiriliyor ve deprem simülasyonu yapılıyor. İçlerinde en iyi deprem performansı gösterene ödül veriliyor. Böylece yarışmacılar deprem performansına göre bir yapının nasıl tasarlanması gerektiğini öğreniyor .

-----

DASK Depreme Dayanıklı Tasarım Yarışması, 2003 yılından beri ABD'de Deprem Mühendisliği Araştırma Enstitüsü tarafından düzenlenen Sismik Tasarım Yarışması'nın Türkiye versiyonudur. Konsepti ve mekanizması ile birlikte Türkiye'de ve dünyada büyük yankı uyandıran DASK Depreme Dayanıklı Bina Tasarımı Yarışması hem ulusal hem de uluslararası arenada birbirinden prestijli ödüller kazanmıştır. Beşinci yarışmanın finali 7-8 Nisan 2019 İstanbul Osmanlı Arşivleri'nde düzenlenecektir.

## Deprem Bir Doğa Olayı, Baş Edebiliriz!

Yaşanan her bir küçük deprem, büyük bir depremin hatırlatması aslında. Prof. Dr. Erdik bu küçük depremlerin büyük bir deprem için uyarı olup olmadığını söylemenin ya da anlamının çok zor olduğunu özellikle vurguluyor. İstanbul'daki, Marmara'daki depremlerin yerin 15-20 km derininde başladığını, teorik olarak her depremin küçük başlayıp ondan sonra büyümeye devam ettiğini belirtiyor. Prof. Dr. Erdik son 20-30 yıldaki depremlere bakıldığında, geçmişteki hangi depremin hangi büyük depremin öncüsü olduğunu söyleyebildiklerini ancak günümüzde meydana gelen küçük bir depremin hemen ardından bu depremin herhangi büyük bir depremin öncüsü olup olmadığını söylemenin imkânsız olduğunun önemle üzerinde duruyor. ■

*Söyleşimizin sonunda, Prof. Dr. Mustafa Erdik, depremin sonuçta bir doğa olayı olduğunu, günümüzde depremden korunmak için çok sayıda imkân olduğunu, bütün tedbirleri alarak depremden korkmamamız ve depreme baş edebilmemiz gerektiğini hatırlatıyor.*

*Prof. Dr. Mustafa Erdik'i aldığı TÜBİTAK Bilim Ödülü'nden dolayı Bilim ve Teknik dergisi ekibi olarak kutluyor, bize ayırdığı zaman için de kendisine teşekkür ediyoruz.*