ATC-165 Proje Raporu:

İSTANBUL'DAKİ KONUT BİNALARININ DEPREM RİSKİNİN AZALTILMASI

ACİL EYLEM ÖNERİLERİ



Ekim 2024

ATC | esas

Applied Technology Council

Applied Technology Council (ATC - Uygulamalı Teknoloji Konseyi), 1973 yılında California Yapı Mühendisleri Derneği'nin (SEAOC) girişimiyle kurulmuştur. Kar amacı gütmeyen ve vergiden muaf bir kuruluş olan ATC, doğal afetlerin ve diğer tehlikelerin yapılı çevre üzerindeki etkilerini azaltmak için kullanılmak üzere ileri teknolojili, kullanıcı dostu mühendislik kaynakları ve uygulamaları geliştirme misyonuyla faaliyetlerini sürdürmektedir. ATC ayrıca gerek duyulan araştırmaları belirleyip teşvik eder ve yapı mühendisliği sorunları hakkında genel mutabakatlar geliştirir. Böylece bilgi aktarımlarında benzersiz bir rol üstlenir.

ATC'nin Yönetim Kurulunda Amerikan İnşaat Mühendisleri Derneği (ASCE), Ulusal Yapı Mühendisleri Dernekleri Konseyi (NCSEA), California Yapı Mühendisleri Derneği (SEAOC), ve New York Yapı Mühendisleri Derneği (SEAONY) tarafından atanan temsilciler ve yapı mühendisliği uygulamalarıyla ilgilenen dört serbest temsilci yer almaktadır. Her yönetim kurulu üyesinin görev süresi üç yıldır.

Proje yönetimi ve idari işler tam zamanlı bir İcra Direktörü ve destek ekibi tarafından üstlenilmektedir. Proje çalışmaları son derece nitelikli danışmanlar tarafından yürütüldüğü için akademisyenlerin, araştırmacıların ve meslek profesyonellerinin deneyimleri, tek bir kuruluşun sağlayamayacağı şekilde, entegre edilmektedir. ATC projeleri resmi kurumların ve özel sektörün vergi matrahından düşebileceği katkılarla finanse edilmektedir.

Esas Holding

Global bir varlık yöneticisi ve servet yönetim hizmetleri sağlayıcısı olan Esas, alternatifler sunma konusundaki güçlü yetkinlikleriyle İstanbul, Londra ve Frankfurt ofislerinde faaliyet göstermektedir.

Esas, altı farklı yatırım platformu işletmektedir. Esas International Private Equity (Esas Uluslararası Özel Sermaye Fonu) dayanıklı sektörlere ve büyüme temalarına odaklanarak saygın yatırımcıların yanında azınlık payları veya önemli azınlık hisseleri edinmektedir. Ağırlıklı olarak Kuzey Amerika ve Batı Avrupa'yı hedefleyen Esas International Private Equity için anlaşma büyüklükleri 100 milyon Dolar'dan (ABD) başlamaktadır.

Türkiye'de çeşitli sektörlere yatırım yapan Esas Turkish Private Equity (Esas Türk Özel Sermaye Fonu), 25 milyon Euro - 1 milyar Euro arasında değişen anlaşma büyüklükleriyle teknoloji işletmelerine ve büyüme fırsatlarına odaklanmaktadır. Esas International Real Estate (Esas Uluslararası Gayrimenkul) ofis, lojistik, hafif sanayi, yüksek teknolojili üretim ve kiralık konut yatırımlarındaki uzmanlığıyla özellikle Kuzey Amerika, Batı Avrupa ve İngiltere pazarlarına odaklanmaktadır. Anlaşma büyüklükleri 20 milyon Euro ile 250 milyon Euro arasındadır. Türkiye'nin önde gelen gayrimenkul yatırım şirketleri arasında yer alan Esas Properties (Esas Gayrimenkul), katma değerli projeler geliştirmekte ve yönetmektedir. Ülke çapında 7 alışveriş merkezi, 3 ofis binası ve bir konut projesinden oluşan bir portföye sahiptir. Esas Properties, Türkiye'de ve uluslararası arenada üçüncü taraf varlık yönetim şirketi olarak da önemli bir rol oynamaktadır. Esas Venture Capital (Esas Girişim Sermayesi) özellikle Tohum ve Series A-B turlarına odaklanarak dünya çapındaki çeşitli erken aşama startup'lara yatırım yapmaktadır. Esas Wealth Management (Esas Varlık Yönetimi) ise halka açık piyasa yatırımları için finansal danışmanlık ve Esas hissedarları için kapsamlı Aile Ofisi Hizmetleri sunmaktadır.

Yatırımları altı kıtaya uzanan Esas yüksek nitelikli anlaşma akışlarına benzersiz erişim için hem çoğunluk hem azınlık paylarından yararlanmaktadır. Derinlikli durum tespitleri, deneyimli ekipler ve iyi yapılandırılmış yatırım komiteleri sayesinde ilgi alanları arasında üstün bir uyum yaratarak başarılarla dolu bir yolculuğu devam ettirmektedir.

Esas 2021 yılında dünyanın en büyük kurumsal sürdürülebilirlik girişimi olan Birleşmiş Milletler Küresel İlkeler Sözleşmesinin imzacısı olarak sürdürülebilirlik taahhüdünü daha da ileri taşımıştır.



İstanbul'daki Konut Binalarının Deprem Riskini Azaltmak için Acil Eylem Önerileri

ATC-165 Proje Raporu

Hazırlayan
APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL

201 Redwood Shores Parkway, Suite 240
Redwood City, California A.B.D.
www.ATCouncil.org

Proje Sahibi
ESAS HOLDİNG

Ali Sabancı
Çağatay Özdoğru
Berrak Kutsoy
İstanbul, Türkiye

APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL
Ayşe Hortaçsu (Proje Müdürü)

ATC-165 DEPREM BİLİM KURULU
Mustafa Erdik (Kurul Başkanı)
Sergio Alcocer
Ruben Boroschek
Michele Calvi
Tülin Hadi
Alper İlki
Afshar Jalalian
Susumu Kono
Rebecca Laberenne
Chris Poland
Ömer Ülker
Ufuk Yazgan

Ekim 2024

ÖZET SONUÇLAR

Şubat 2023 depremi nedeniyle Türkiye'de yaşanan kayıpları takiben harekete geçen İstanbul merkezli Esas Holding ve ABD merkezli Applied Technology Council (ATC) iş birliği içinde toplanarak ATC-165 Deprem Bilim Kurulu'nu kurdu.

Mevcut araştırmalarda Ana Marmara Fayı'nda 7 veya üstü büyüklükte bir deprem meydana gelmesi durumunda – ki gelecek 30 yıl içinde gerçekleşme olasılığı yaklaşık %45 olarak öngörülmektedir (Murru et al., 2016) - İstanbul'da yaklaşık 200.000 binanın onarılamayacak şekilde hasar göreceği ve on binlerce can kaybına yol açacağı tahmin ediliyor (IBB, 2019, https://depremzemin.ibb.istanbul). Bu çarpıcı bulgulardan yararlanan ATC-165 Bilim Kurulu başta mevcut konut olarak kullanılan binalar olmak üzere, İstanbul'daki deprem risklerini azaltmayı ana önceliği olarak belirlemiştir.

ATC-165 Bilim Kurulu, Türkiye'de deprem odaklı tasarım ve inşaat pratiklerinin ve kanunların uygulanmasının mevcut durumunu gözden geçirmiş ve ayrıca, İstanbul'da ve ülke genelinde deprem risklerini azaltmaya yönelik mevcut politik, sosyal ve finansal mekanizmaları incelemiştir. ATC-165 Bilim Kurulu bu incelemeleri ve 12-13 Mart 2024 tarihlerinde İstanbul'da düzenlenen çalıştaydaki değerlendirmeleri esas alarak acil eylem için aşağıdaki tavsiyeleri sunmaktadır:

Büyüklüğü 7 ve daha üstü olan Marmara Depremi'nde ağır bina hasarlarından kaynaklanacak ciddi can kayıplarını önlemek için, Kentsel Dönüşüm Kanunu kapsamındaki mevcut çalışmaların, en yüksek çökme riski taşıyan mevcut konut binalarının depreme karşı güçlendirilmesini sağlayacak ölçekte genişletilmesine acil ihtiyaç vardır. ATC-165 Bilim Kurulu etkin maliyetle ve uygulanabilir risk azaltma önlemleriyle (düşük yapısal müdahale içeren) güçlendirilebilecek en yüksek deprem riski taşıyan binalara yönelik bir İstanbul Deprem Güçlendirme Programı oluşturulmasını önermektedir. Böyle bir program ayrıca daha küçük ve daha olası depremlerde hızlı müdahale ve kurtarma çalışmalarını da kolaylaştıracaktır.

ATC-165 Bilim Kurulu bu temel tavsiyeyi desteklemek için sunulan raporda üç destekleyici yolu ana hatlarıyla özetlemektedir. Önerilen aksiyonlarla deprem güçlendirme programının liderliğinin ve koordinasyonunun (Yol A), deprem güçlendirmeleri hakkında halkın farkındalığının ve talebinin (Yol B) ve böyle bir programın uygulanması konusunda kamu ve özel sektör kapasitesinin (Yol C) geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Geliştirilmiş liderlik ve koordinasyon, bilgili ve katılımcı bir kamu talebi ve yetenekli ve sorumlu bir inşaat sektörü ile İstanbul, birkaç yıl içinde kentsel deprem riskinin azaltılmasına önemli bir katkıda bulunabilecek sürdürülebilir bir deprem güçlendirme kampanyası ve programları başlatabilecektir.. Bu yollarla ilgili başlıca çıkarımlar aşağıda kısaca açıklanmıştır:

- İstanbul Depreme Karşı Güçlendirme Programı başlangıcında, gerekli verilerin toplanması ve risk önceliklendirilmesine dayalı deprem güçlendirmesinin uygulanması için daha önce en yüksek deprem riskine sahip olduğu belirlenen mahallelerden başlamak üzere İstanbul'daki tüm konut binalarına mevcut hızlı değerlendirme tekniği uygulanarak en yüksek deprem riski taşıyan binalar belirlenmelidir. Halen sismik performans derecelendirmesinde kullanılan PERA metodolojisi, İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından son yıllarda sınırlı bir şekilde uygulanmaktadır. Önde gelen Türk deprem uzmanlarının da desteklediği bu değerlendirme tekniği şehrin bina stokunun deprem riskini değerlendirmek amacıyla İstanbul'da daha yaygın olarak kullanılabilecek iyi bir metodoloji sunmaktadır.
- Deprem güçlendirmelerini daha fazla teşvik etmek için yasal düzenlemelerde ve politikalarda değişiklikler yapılmalıdır. Önemli bir teknik öneri olarak yüksek riskli binalara yönelik Marmara Depremi senaryosu kapsamında mevcut bina güçlendirmeleri için daha düşük bir sismik performans hedefi kabul edilmelidir. Mevcut yasal düzenlemelerin, bu tür binaların her ölçekte güçlendirilmesi açısından pratik olmadığı ve uygulanması mümkün olmayan tasarım çözümlerine, aşırı inşaat maliyetlerine ve buralarda yaşayanların uzun vadeli taşınmalarına yol açtığı görülmektedir. Meksika, Amerika Birleşik Devletleri ve İtalya dahil başka pek çok ülkede mevcut binaların "yıkılmayı önleme" denilen daha düşük bir performans hedefiyle güçlendirilmesine izin veren son derece başarılı programlar uygulanmaktadır.

- Yüksek riskli binaların büyük can güvenliği eksikliklerini hedefleyen basitleştirilmiş ve tanımlayıcı deprem güçlendirme standartları geliştirilmelidir. Kolay ve düşük yapısal müdahale içeren yaklaşımlarla gerçekçi bir şekilde güçlendirilebilecek yüksek riskli bina tipolojilerinin bir alt kümesinin belirlenmesi önerilmektedir. Bu tür yaklaşımlar daha etkin maliyetli olmanın yanı sıra buralarda yaşayanların olumsuz etkilenmesi ve yerlerinden edilme olasılığını da minimuma indirecektir.

- Konut sahiplerinin binalarını güçlendirebilmeleri için sübvansiyonlar ve krediler gibi finansal teşvikler sağlanması gerekmektedir. Deprem güçlendirmeleri ile ilgili performans hedefleri düşürülürse ve daha odaklanmış tasarım yaklaşımlarına izin verilirse Kentsel Dönüşüm Yasası kapsamındaki mevcut devlet finansman mekanizmalarının, güçlendirme maliyetlerinin büyük kısmını hatta tamamını karşılayabilmesi mümkündür. Ayrıca, İmar Hakkı Transferi (İHT) gibi diğer yenilikçi yaklaşımlar benimsenerek veya entegre enerji verimliliği ve deprem güçlendirmeleri için iklim finansmanından yararlanarak deprem güçlendirmelerini finanse etme fırsatları da olabilir.

- Deprem güçlendirme programının İstanbul'da başarıyla uygulanmasına destek olmak için hem kamu hem özel inşaat sektörlerindeki profesyonellerin eğitilmesi ve kapasitelerinin geliştirilmesi, mesleki belgelendirme ve kalite kontrolü için daha resmi yaklaşımların benimsenmesi gerekmektedir.

- Son olarak, yasal düzenleme ve politika değişiklikleri; risk değerlendirmelerinin ve güçlendirmenin önceliklendirmesi; fikir birliği içinde güçlendirme standartlarının geliştirilmesi; deprem risklerinin azaltılması için savunuculuk; güçlendirmeler için mesleki belgelendirme prosedürleri gibi konularda kamu sektörüne destek ve danışmanlık sunmak için bir Deprem Danışma Konseyi kurulmalıdır. Böyle bir konsey, Türkiye'nin önde gelen sismik uzmanlarının yanı sıra ilgili politika, yasa, ekonomi, kentsel planlama ve toplumsal katılım alanlarındaki uzmanlardan oluşmalıdır.

ATC-165 Deprem Bilim Kurulu Üyeleri:

Dr. Mustafa Erdik
Komite Başkanı

Dr. Sergio Alcocer
Meksika Ulusal Özerk Üniversitesi, UNAM, Mexico City, Meksika

Dr. Ruben Boroschek
Şili Üniversitesi, Santiago, Şili

Dr. Michele Calvi
IUSS Pavia, İtalya

Tülin Hadi
Tece Mimarlık, İstanbul, Türkiye

Dr. Alper İlki
İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye
Deprem Vakfı, Türkiye

Afshar Jalalian
Rutherford + Chekene, San Francisco, California, ABD

Dr. Susumu Kono
Tokyo Teknoloji Enstitüsü Yenilikçi Araştırma Enstitüsü, Japonya

Rebecca Laberenne
Yapılı Çevre Dayanıklılığı Danışmanı, New York, New York, ABD

Chris Poland
Danışman Mühendis, Canyon Lake, California, ABD

Ömer Ülker
Ülker Mühendislik, İstanbul, Türkiye

Dr. Ufuk Yazgan
İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye

Ayşe Hortaçsu
Proje Koordinatörü, Applied Technology Council, Redwood City, California, ABD

İÇİNDEKİLER

1.	GİRİŞ	1
1.1	Arka Plan	1
1.2	Projenin Amaçları	3
1.3	Proje Metodolojisi	4
2.	ZORLUKLAR VE FIRSATLAR	5
2.1	Genel Bakış	5
2.2	Değerlendirilebilecek Fırsatlar	5
2.3	Çözüm Alanları	8
3.	ÇALIŞTAYA GENEL BAKIŞ VE ÇIKTILAR	9
3.1	Çalıştay Programı ve Katılımcılar	9
3.2	Seçili Uluslararası Çalışmaları	12
4.	ÖNERİLER	28
4.1	Önerilere Genel Bakış	28
4.2	Temel Öneri: İstanbul için Konut Binaları Deprem Güçlendirme Programı	29
4.3	Yol A: Liderliği ve koordinasyonu destekleyen öneriler	30
4.4	Yol B: Toplumun Acil Eylem Talebini Destekleyen Öneriler	34
4.5	Yol C: Deprem Riskini Azaltma Kapasitesini Destekleyen Öneriler	36
5.	SONUÇ	38
	KAYNAKLAR	40
	EKLER	42
A.	Katılımcı Listesi	42
B	Çalıştay Gündemi	43

1 GİRİŞ

1.1 Arka Plan

6 Şubat 2023 günü güneydoğu Türkiye'de meydana gelen 7.8 (Kahramanmaraş, Pazarcık) ve 7.7 (Kahramanmaraş, Elbistan) büyüklüğündeki depremler, ülkemizin deprem riskinin ciddiyetini bütün dünyaya bir kez daha acı bir şekilde hatırlattı. Yaklaşık 300.000 binanın ağır hasar görmesi veya yıkılması sonucu 50.000'den fazla can kaybına yol açan bu depremlerde 3 milyondan fazla insan da evsiz kaldı (T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2023). Bu noktada can kayıplarının çoğunun konut binalarının yıkılmasıyla ilişkili olduğu belirtilmelidir. Deprem felaketinden yaklaşık on beş ay sonra Mayıs 2024 itibarıyla tahminen 700.000 kişi hala geçici barınma alanlarında yaşamakta idi (Al Jazeera, 2024).

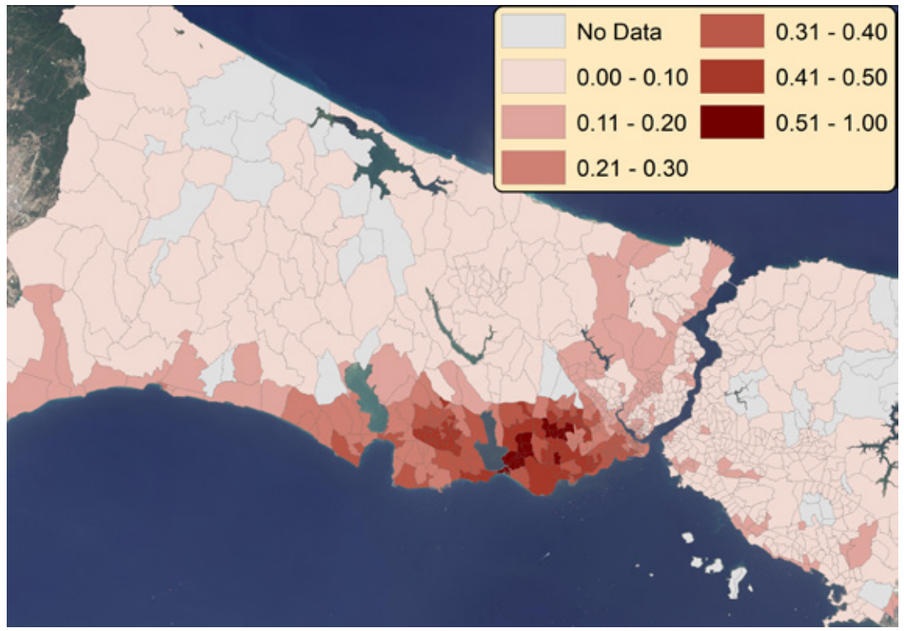


Şekil 1: Şubat 2023 depremlerinden önce ve sonra Kahramanmaraş'ta yıkılmış olan çok katlı konut binalarını ve karma kullanımlı yapıları gösteren fotoğraflar (fotoğraflar: üst - Google Haritalar; alt - Ayhan İrfanoğlu)

6 Şubat 2023 Depremleri, yaklaşık 16 milyonluk nüfusuyla Türkiye'nin en büyük şehri ve ülkenin kültür ve ekonomi merkezi olan İstanbul'un karşı karşıya olduğu ciddi deprem riskini acilen ele almanın önemine bir kez daha dikkat çekti. İstanbul'daki 1,2 milyon binanın yarısından fazlası modern (1998 sonrası) bina yönetmelikleri yürürlüğe girmeden önce inşa edilmiştir. O dönemde depreme dayanıklılığın yanı sıra temel yerçekimi yüküne ve yapısal stabiliteye de yeterince dikkat edilmediği söylenebilir. Çoğu zaman yeterli bakımın olmaması veya usulsüz tadilatlar yapılması binaları daha da kırılgan hale getirmektedir.

İstanbul'da 30 yıl içinde yaklaşık %45 olasılıkla (Murru et al., 2016) büyük bir deprem felaketinin (7'den yüksek büyüklükte) meydana gelebileceği tahmin edilmektedir. Böyle bir durumda İstanbul'da yaklaşık 200.000 binanın ağır hasar göreceği ve yıkılacağı, on binlerce kişinin hayatını kaybedebileceği ve yaklaşık 800.000 kişinin evsiz kalacağı öngörülmektedir (İBB, 2019). Yakın tarihli bir araştırmaya göre (Aydoğdu, 2024), çok yüksek riskli binalar [7,5 büyüklüğündeki bir deprem senaryosu için PERA hızlı sismik değerlendirme metodolojisi (Aydoğdu et al., 2023) kullanılarak E sınıfında olduğu tahmin edilen binalar] İstanbul'da modern yönetmelikler yürürlüğe girmeden önce inşa edilmiş bina stokunun yaklaşık %20'sini oluşturmaktadır. Her mahalledeki çok yüksek riskli binaların tahmini oranları Şekil 2'de gösterilmektedir. Burada en koyu renk çok yüksek riskli bina oranının %50 ve üstü olduğu mahalleleri göstermektedir, başka bir ifadeyle bu mahallelerdeki binaların yarısından fazlası çok yüksek risklidir.

Böyle bir felaketin ekonomik etkilerinin 100 milyar USD civarında olacağı tahmin edilebilir (2023 depremlerinin yol açtığı kayıplara benzer bir ölçekte, ülke GSYİH'sinin yaklaşık %9'u). Burada da büyüklüğün daha yüksek olma olasılığı %50'dir. Yeni konut binalarının genel olarak can kaybını en aza indirmeyi, kurtarma çalışmalarını kolaylaştırmayı ve ekonomik yıkımı azaltmayı amaçlayan uluslararası en iyi uygulamalarla tutarlı deprem güvenlik hükümlerini içeren mevcut bina yönetmeliğine göre tasarlanması ve inşa edilmesi gerekmektedir. Buna karşın, son depremler yeni binalarda da deprem güvenliğini olumsuz etkileyen önemli problemlerin söz konusu olabileceğini göstermiştir. Ayrıca, İstanbul'daki mevcut konut binalarının deprem güvenliğini artırmak için halen yeterli kapsam ve koordinasyona sahip bir plan bulunmamaktadır.



Şekil 2: 7,5 büyüklüğündeki bir Marmara Depremi senaryosuna göre İstanbul'un farklı mahallelerinde E risk sınıfındaki ("çok yüksek risk") binaların toplam bina sayısına oranı (Aydoğdu, 2024)

Dünya çapında birçok şehir, modern bina yönetmeliklerinden önce inşa edilen mevcut binaların deprem risklerini ele alma açısından benzer zorluklarla karşı karşıyadır. Bazı şehirler mevcut binaları depreme karşı güçlendirmek için onlarca yıl koordineli ve sürdürülebilir çalışmalar yaparak bu zorluğu aşma konusunda ciddi ilerleme kaydetmiştir. Böyle şehirler bu çalışmaları bir depremden önce yapmanın sosyo-ekonomik maliyetlerinin, felaketin yol açacağı kayıplara kıyasla çok daha düşük olacağını görmüştür. Başka ülkelerin benimsediği yaklaşımların pek çoğu teknik standartların geliştirilmesini, politika değişikliklerini ve deprem riskinin azaltılmasını destekleyecek finansmanla ilgilidir. Bunların çoğu başta İstanbul olmak üzere Türkiye'nin karşılaştığı zorluklarla benzemektedir.

ATC-165 projesi, 2023 yılının sonlarında, bir aile yatırım şirketi olan Esas Holding'in değerli finansman desteğiyle, ABD merkezli sivil toplum kuruluşu Applied Technology Council'in (ATC) liderliğinde başlatıldı. Deprem araştırmalarının daha hızlı hayata geçirilmesi amacıyla 1973 yılında kurulan ATC 1970'lerden bu yana ABD'nin deprem yönetmeliklerinin hazırlanmasında ve deprem risklerinin azaltılmasını desteklemede aktif rol almaktadır.

ATC-165 projesinin amacı, deprem risklerini azaltma konusundaki uluslararası uygulamaları paylaşmak ve bu uygulamaların, İstanbul'daki mevcut konut binalarının deprem riskini azaltmak için, Türkiye'de nasıl kullanılabileceği veya yerele nasıl adapte edilebileceğini belirlemektir. İşbu raporda bu çalışmaların bulguları özetlenmektedir.

1.2 Projenin Amaçları

Bu proje ile İstanbul'daki konut binalarının deprem riskini azaltmak için yeni ve etkin bir plan başlatılarak Türkiye'nin deprem güvenliğinin ve başedebilirliğinin ("resilience") artırılmasının desteklenmesi amaçlanmaktadır. ATC-165 projesi Deprem Bilim Kurulu (bu raporda "ATC-165 DBK" olarak anılmaktadır) bu doğrultuda çalışmalarında aşağıdaki hedeflere odaklanmıştır:

- İstanbul'da özellikle konut binalarına odaklanarak yapıların deprem güvenliğini artırma konusundaki temel zorlukları ve açık kalan hususları belirlemek.
- Daha fazla etki yaratmak için Türkiye'deki mevcut umut vadeden ve geliştirilebilecek girişimleri tespit etmek.
- Bu bağlamda, diğer ülkelerde başarıyla benimsenen ve hayata geçirilen teknik yaklaşımlar, politikalar ve finansman konuları gibi uygulanabilir çözümleri belirlemek.
- Bu çözümleri İstanbul'un yerel yapısına etkin bir şekilde adapte etmenin yöntemlerini belirlemeye başlamak ve bunları daha ileri araştırmalar için önerilen yollarla ilişkilendirmek.

Çalışmalarda özellikle olası bir Marmara Depreminde **konut binalarının göçme riskini** ve dolayısıyla meydana gelebilecek can kayıplarını azaltmaya odaklanılmıştır. Buna "göçmeyi önleme" performans hedefi denmektedir. Konut binalarının göçme riskini azaltmak, can kayıplarını azaltmak için temel araç olmalıdır.

Binaları bir depremden sonra kullanımını imkansız kılan altyapı hasarları, toplumsal başedebilirliği desteklemek ve depremin ekonomik sonuçlarını azaltmak açısından da dikkatle ele alınması gereken bir konudur. Diğer taraftan, İstanbul'daki birçok mevcut bina ciddi deprem kırılganlığına sahip olduğu ve sakinleri için can güvenliği riski oluşturduğu için bu proje esas olarak Marmara depreminde hayat kurtarma hedefine odaklanılmıştır.

Geniş bir yelpazedeki mühendislik görüşlerinin ve deneyimlerin entegre edildiği işbirlikçi bir süreçte, hem yerel hem uluslararası uzmanların katılımcı yönetim anlayışıyla yer almaları, projenin öne çıkan özelliklerinden biridir. Grupta ağırlıklı olarak yapı ve deprem mühendisliği alanında uzman olan inşaat mühendisleri ve mimarlar yer alırken projede ele alınan konuların kapsamı politika, finans ve sosyal değerlendirmeleri de içerecek şekilde bilinçli olarak daha geniş tutulmuştur.

Çalışmaların ilk aşamasında İstanbul'daki deprem riskinin azaltılmasını destekleyen daha sürdürülebilir bir çabaya hız kazandırılması, ATC-165 DBK'nın tavsiyelerinin paydaş katılımını teşvik etmek ve yerelde yönetilen bir eylem planı geliştirmek için ilk yol haritası işlevi görmesi amaçlandı.

1.3 Proje Metodolojisi

Projenin teknik unsurları deprem riskini azaltma çalışmaları yürüten Türk ve uluslararası uygulama ve araştırma uzmanlarının oluşturduğu ATC-165 DBK tarafından geliştirildi. Uluslararası danışmanlar büyük deprem riskleri taşıyan ve bunları azaltmak için önemli adımlar atmış olan Şili, Meksika, Amerika Birleşik Devletleri, Japonya ve İtalya gibi farklı ülkelerden katılmıştır. ATC-165 DBK üyelerinin listesi bu raporun iç kapağında ve Ek A'da sunulmuştur.

Proje, 2023 yılı sonunda ATC-165 DBK'nın Türk üyelerinin liderliğinde gerçekleştirilen ve hem Türkiye'nin hem İstanbul'un deprem risklerine ilişkin zorlukların arka planını ve bağlamını açıklayan sunumlarla başladı. Ayrıca risklerin değerlendirilmesine ve azaltılmasına odaklı geçmiş ve mevcut girişimlere de değinilen çerçeve sunumlarda şu konular ele alındı:

- İstanbul'un deprem riski ve yapılmış deprem riski değerlendirme çalışmaları
- 2003 İstanbul Deprem Master Planı'nın incelenmesi
- İstanbul'un bina envanteri hakkındaki veriler ve 2000'den önce inşa edilen binaların tipik yapısal kırılganlıkları
- İnşaat, zemin problemleri ve bakım dahil diğer yaygın bina kırılganlıkları
- PERA sismik risk derecelendirme metodolojisine genel bakış ve bu kapsamda, İstanbul'daki mevcut binaların deprem performans değerlendirmeleri için yönlendirme ve sonuçlar
- Güçlendirme ve yeniden inşa yaklaşımlarının karşılaştırılması
- Türkiye'deki yönetmeliklere ve yasal düzenlemelere genel bakış ve uluslararası standartlarla karşılaştırma
- Afet sonrası eğitim ve müdahale ile ilgili sivil toplum girişimleri

ATC-165 DBK, bu çerçeve sunumların ve devamındaki tartışmaların sonucunda **İstanbul'daki mevcut yüksek riskli konut binalarının deprem güçlendirme çalışmalarının desteklenmesi ve olası bir Marmara Depreminde can kayıplarını ciddi oranda azaltmak için göçmelerin önlenmesine yönelik önerilerin geliştirilmesi** amacıyla Mart 2024'te bir çalıştay düzenlenmesine karar verdi. Sunumlardaki içeriklerden yararlanılarak, zorlukları ve açık hususları özetlemek ve çalıştayda vaka çalışmalarının ve tartışmaların odağı olacak çözüm alanlarını belirlemek için bir problem ağacı çerçevesi oluşturuldu. Bu bulgular Bölüm 2.3'te sunulmuştur.

12-13 Mart 2024 tarihlerinde İstanbul'da düzenlenen çalıştay, uluslararası deneyimleri paylaşmak ve ortak grup aktiviteleriyle öneriler geliştirmek amacıyla ATC-165 DBK'yı ve Türkiye'de deprem riski konusunda çalışan diğer teknik uzmanları bir araya getirdi (çalıştay hakkında daha fazla bilgi için Bölüm 3'e bakınız).

2 ZORLUKLAR VE FIRSATLAR

2.1 Genel Bakış

Problem çerçeve ağacı (bakınız Şekil 3): İstanbul'daki konut binalarının deprem riskine katkıda bulunan temel zorlukları ve açıklıkları vurgulamakta ve düzenlemektedir. Bu problem ağacı tavsiyeler geliştirmeye odaklanmak ve bunları organize etmek için bir araç olarak kullanılmıştır. Problem ağacına dahil edilen içerikler ATC-165 DBK'nın Türk üyelerinin sağladığı çerçeve sunumlardan elde edilmiş bulunmaktadır.

2.2 Değerlendirilebilecek Fırsatlar

ATC-165 DBK'nın Türk üyeleri, zorlukları belirlemenin yanı sıra mevcut çalışmaları ve başarıları daha da geliştirebilecek çeşitli ilerleme alanlarını ve fırsatları vurgulamıştır. Öne çıkan bu konular aşağıda özetlenmiştir:

1. **Siyasi İrade:** Halen deprem güvenliğini ele almaya yönelik siyasi irade mevcuttur. **Bundan nasıl yararlanılabilir?**

2. **Deprem Master Planı:** 2003 yılında hazırlanan İstanbul Deprem Master Planı (İBB, 2003) başlangıç noktası olarak iyi hedefler ortaya koysa dahi, uygulama örnekleri gerekmektedir. **Bu çalışmadan, kurumsal koordinasyonda iyileştirmeler yapma ve deprem risklerini etkin uygulamalarla azaltmanın karşısındaki engelleri ele alma açısından, neler öğrenilebilir?**

3. **İSMEP:** İstanbul Sismik Riskin Azaltılması ve Acil Durum Hazırlık Projesi (İSMEP) teknik çözümleri, politika değişikliklerini ve kamu binaları için finansmanı bir araya getirerek okullar ve hastaneler gibi kamu binalarının deprem risklerini sürdürülebilir bir şekilde azaltmanın başarılı bir örneği olarak dünyada kabul görmüştür. **Programın uygulama yapısı, kapasite geliştirme, kamu ihale yaklaşımları ve finansman yaklaşımları hakkında öğrettiklerinden ve etkilerinden özel binaların güçlendirilmesi için nasıl yararlanılabilir?**

4. **Sigorta:** Zorunlu deprem sigortası giderek daha yaygın bir şekilde satın alınıyor. **Bu sigorta, güçlendirmeler sayesinde deprem risklerinin azaltımını nasıl daha çok teşvik edebilir? Deprem performans derecelendirme sistemi sigorta yaygılandılıması için destek sağlayabilir mi?**

5. **Kentsel Dönüşüm Kanunu:** Deprem risklerini azaltma açısından etkili olan teşviklere örnek olarak 6306 sayılı Kentsel Dönüşüm Yasası ile mevcut "riskli" binaları yenilemek için inşaat şirketlerinin liderlik ettiği girişimleri, "Yarısı bizden" gibi devlet sübvansiyonları veya İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin (İBB) "İstanbul'u yeniliyoruz, İstanbul'u güçlendiriyoruz" gibi kampanyaları sayılabilir. Bu programlardan neler öğrenebiliriz? **Bu tür programlar nasıl iyileştirilebilir ve farklı ölçeklere uyarlanabilir? Benzer mekanizmalar, güçlendirme çalışmalarında nasıl kullanılabilir?**

6. **Riskleri Değerlendirme ve Önceliklendirme:** Mevcut binaların deprem risklerinin değerlendirmesi için hazırlanmış iyi bir kılavuz bulunmaktadır (Riskli Binaların Değerlendirilmesine İlişkin Hükümler, 2019). Ancak, maliyetli ve zaman alan bu metodoloji tüm bina stokuna değil, müstakil binalara yöneliktir. Ayrıca, mevcut binaların deprem risklerinin hızla değerlendirmesi (PERA) için kabul görmüş bir yöntem de bulunmaktadır. PERA yöntemi (Aydoğdu et al., 2023) binanın 2-3 saat içinde yerinde değerlendirmesine dayalı bir dizi lineer yapısal analizle Deprem Güvenliği Oranını (DGO) hesaplayarak binanın deprem riskini ölçmeyi amaçlamaktadır. DGO endeksi, binanın deprem

PROBLEM AÇIKLAMASI:

İstanbul'daki konut binalarının önemli bir kısmı büyük bir depremde can güvenliği sağlayamayacak.

1

Mevcut bina stoku depreme karşı son derece kırılgan: İstanbul'daki binaların yaklaşık %80'i 2000 yılından önce (çağdaş deprem yönetmeliklerinin yürürlükte olduğu dönemde) inşa edilmiştir. Bu binalarda malzeme mukavemeti, dayanıklılık, düktil ve yapısal detaylar yetersizdir.

2

Çok miktarda deprem risk verisi mevcut olsa da bina düzeyinde daha fazla risk verisine ihtiyaç duyulmaktadır: Mevcut deprem risklerinin değerlendirilmesinde binaya ve sahaya özgü riskler (örneğin, kayıt dışı usulsüzlükler, şev tehlikeleri, bitişik binaların yıkılma riski) hesaba katılmamaktadır.

3

Risk hakkında genel bir farkındalık olmasına ve özellikle 2023 depremlerinden sonra politik gündemin ana konuları arasında yer almasına rağmen **İstanbul'da deprem güvenli konutlara yönelik toplumsal talep yeterince ifade edilmemektedir.**

4

İstanbul'da **deprem güvenlik hedeflerine yönelik, tutarlı ve sürdürülebilir bir liderlik veya uyumlu bir vizyon bulunmamaktadır.**

5

Yeni bina yönetmeliği iyi olmasına rağmen 2000 yılından sonra inşa edilen çok sayıda binada deprem hasargörme olasılığı bulunmaktadır: Tasarım/inşaat sürecinde ve kullanım sırasında yapılan tadilatlara ilişkin denetimlerin yetersiz olması yeni binalarda hasargörebilirliklere yol açmaktadır (örneğin usulsüzlükler, yumuşak katlar, ilave katlar, kolonların kaldırılması, vb.)

Deprem risklerinin değerlendirilmesinde ve güçlendirmeyi önceliklendirme yaklaşımlarının geliştirilmesinde kullanılabilecek güvenilir niteliklere sahip bina envanteri bulunmamaktadır.

Deprem riskleri konusunda genel bir farkındalık olmakla birlikte veriye ve bilgiye dayalı kişisel ve ticari riskler konusunda spesifik bir farkındalık yok.

Kurumsal koordinasyon eksikliği var.

İnşaat ruhsatı sistemi etkisiz ve külfetli olup yeni binaların ve bina tadilatlarının tasarımına ve inşaatına ilişkin denetim koşulları da yetersiz.

Binaları projelendiren yapı mühendisleri için lisanslama veya mesleki mesuliyet sigortası gibi gereklilikler yok.

Sismik güvenlik müdahaleleri için hangi bina tipolojilerinin önceliklendirileceği konusunda sınırlı bir görüş birliği bulunmaktadır.

Hangi bina tiplerinin güçlendirilebileceği ve hangilerinin yeniden inşa edilmesi gerektiği konusunda (hem teknik hem de mali açıdan) sınırlı bir görüş birliği bulunmaktadır.

Yetkililer ve uzmanlar arasında deprem güvenliği için uzun vadeli planlar konusunda görüş farklılıkları var.

Mevcut binalar için mevcut deprem performans değerlendirme kılavuzunun iyileştirilmesi gerekmektedir.

Farklı bina tipolojileri için güçlendirme uygulamaları veya tam güçlendirme hakkında teknik yönlendirme eksikliği var (örneğin geleneksel veya dış güçlendirmelerin uygulanabilirliği; kısmi aşamalı; basitleştirilmiş çözümler; performans hedefleri konusunda görüş birliği, vb.).

Deprem güçlendirmelerin neden olacağı rahatsızlıkları gidermek için sadece yetersiz çözümler var.

Mevcut binalarda deprem performans iyileştirmelerini zorunlu kılan veya teşvik eden yetersiz politikalar var.

Deneyimli ve uygun eğitimli mühendis eksikliği var.

Bina kontrol mekanizmalarının (teknolojiler dahil) kolaylaştırılması

Bina güçlendirmeleri (kamu ve özel) için çok az finansal teşvik veya finansman imkanı var.

Tarihi binalar için güçlendirmeler

Yeniden inşaat veya güçlendirme eşikleri

Uzaktan algılama/ sağlık izleme teknolojileri

Deprem riskleri hakkında kamusal/açık veriler

Pilot projeler

Etkin liderlik ve kurumsal koordinasyon yapılaşması

Deprem sigortası

Risk bazlı kentsel genişleme ve yoğunlaştırma planlaması

Yapı profesyonellerinin lisanslaması

Mesleki mesuliyet sigortası

"Sıra dışı" güçlendirme çözümleri

Yaygın bina tipolojileri için basitleştirilmiş güçlendirme çözümleri

Risk temelli önceliklendirme

Deprem riski farkındalık kampanyaları

Vizyon oluşturma ve hedef belirleme

Savunucu(lar)

Güçlendirme zorunlulukları/ tetikleyiciler

Gönüllü programlar ve teşvikler (örneğin PLF)

Deprem profesyonellerinin sayısının artırılması/eğitimi ve kapasite geliştirme

Güçlendirmelerin ekonomik/sosyal etkilerini ele alan çözümler (örn. rahatsızlıklar/taşınma zorunluluğu)

Bina derecelendirme sistemleri

Vatandaş güdümlü girişimler ve savunuculuk

Ortaklıklar

Özel sektör girişimleri ve katılımı

Yeşil/iklim fonlarından yararlanma

Afet öncesi kurtarma planlaması

Şekil 3: Problem ağacının bileşenleriyle eşleştirilen çözüm konuları

performans kapasitesinin, yönetmeliğe veya deprem senaryosuna göre tahmin edilen tasarım bazlı deprem yer hareketi kullanılarak elde edilen deprem talebine oranıdır. Değerlendirilen her bina için DGO değeri kullanılarak bir risk sınıfı belirlenir (A düşük deprem riski, E ise çok yüksek deprem risk olacak şekilde, A ile E arası). PERA Metodolojisi şehrin bina envanterine uygulandıktan sonra önceliklendirme için kullanılabilir. **Bu metodolojinin İstanbul'daki tüm riskli binaları değerlendirmek için hızla kullanılması için kısıtlamalar nelerdir? Bunlar nasıl ele alınabilir?**

7. **Bina Deprem Yönetmeliği:** 2018 tarihli Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinin (Türkiye Cumhuriyeti, 2018) yeni binaların tasarımı için en gelişmiş uygulama kurallarını içerdiği konusunda görüş birliği vardır. **Mevcut binaların etkin maliyetle ve gerçekçi bir şekilde güçlendirilmesinin karşısındaki engelleri göz önünde tutarak, kaliteli uygulamaların sağlanmasına nasıl odaklanabiliriz?**

8. **Kanıtlanmış can güvenlikli bina tipolojileri:** Tünel kalıpla inşa edilmiş yapılar, yapı kalite kontrollerinde tespit edilen eksikliklere rağmen, 2023 depremlerinde iyi performans gösterdi (Çetin et al., 2023). Yeni binaların depreme uygun tasarımı ve inşası için sıkı, basit ve tanımlayıcı kurallardan oluşan kısa bir yönetmelik yakında yayımlanacaktır. Bu kurallar (örneğin, perde duvarlar ve daha büyük kolonlar kullanmak gibi) projelerin doğrudan kontrol edilebilmesini ve uyumsuzlukların tespit edilmesini sağlayacaktır. **Bu tür basitleştirilmiş ve konservatif kurallardan güçlendirme projeleri için nasıl yararlanılabilir?**

9. **Vatandaş güdümlü girişimler:** Vatandaş güdümlü hazırlık ve başedebilirlik oluşturma girişimlerinin birçok örneği bulunmaktadır. **Bu tür girişimler nasıl güçlendirilebilir? Bu girişimler deprem risklerini azaltmak için daha etkin desteklemeyi ve harekete geçmeyi nasıl teşvik edebilir?**

2.3 Çözüm Alanları

Problem ağacından (Şekil 3'ün üst kısmı) tespit edilen çözüm konuları, ATC-165 DBK üyeleri arasındaki tartışmalara dayanarak belirlenmiş ve problemlerle ilişkilendirilmiştir. Çalıştay öncesinde belirlenen çözüm konularının türleri Şekil 3'ün alt yarısında gösterilmiştir.

Bu eşleştirmenin sonucunda problem tanımıyla özellikle ilgili olduğu belirlenen ve aşağıda özetlenen çözüm alanları çalıştay tartışmalarını düzenlemek ve tavsiyeler geliştirmek için kullanılmıştır:

- Deprem güvenli konut talebini artırma.
- Depreme karşı önceliklendirme, güçlendirme ve risk azaltma için gereken politik yaklaşımlar (genelgeler ve teşvikler)
- Teknik ve finansal olarak uygulanabilir deprem güçlendirme çözümleri
- Yeni inşa edilen binaların güvenilirliğini sağlamak için geliştirilmiş bina yönetmelikleri.
- Deprem risklerini azaltmaya yönelik vizyon, liderlik ve kurumsal koordinasyon.

3 ÇALIŞTAYA GENEL BAKIŞ VE ÇIKTILAR

3.1 Çalıştay Programı ve Katılımcılar

İstanbul'da Deprem Riskini Azaltma Çalıştayı, 12-13 Mart 2024'te, aralarında ATC-165 DBK üyesi ve Türkiye'den aşağıdaki kuruluşları temsil eden uzmanların da bulunduğu yaklaşık 40 katılımcıyla gerçekleştirildi:

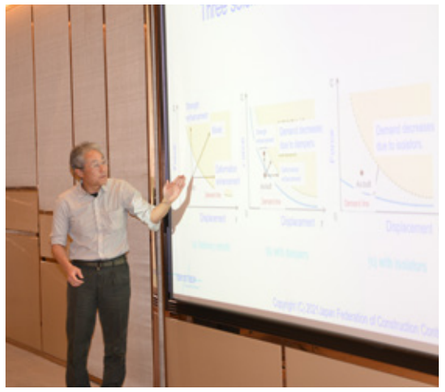
Üniversiteler ve araştırma kurumları:
- Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul
- Tokyo Teknoloji Enstitüsü Yenilikçi Araştırma Enstitüsü, Japonya
- İstanbul Teknik Üniversitesi
- İstanbul Üniversitesi
- Üniversite Yüksek Araştırmalar Enstitüsü, İUSS, Pavia, İtalya
- Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara
- Meksika Ulusal Özerk Üniversitesi, UNAM, Mexico City, Meksika
- TED Üniversitesi, Ankara
- Şili Üniversitesi, Santiago, Şili

Bina tasarımı uygulayıcıları:
- Altensis
- Kentsel Yenileme Merkezi (KEYM), İstanbul
- Rutherford + Chekene, San Francisco, California, A.B.D.
- Tece Mimarlık, İstanbul
- T-Rupt Teknoloji, İstanbul
- Ülker Mühendislik, İstanbul

Sivil toplum ve hükümet kuruluşları:
- İstanbul Proje Koordinasyon Birimi (İPKB), İstanbul
- Doğal Afetler Sigortası Kurumu (DASK), İstanbul
- Deprem İzolasyon Derneği (DİD), İstanbul
- Deprem Güçlendirme Derneği (DEGÜDER), İstanbul
- ABD Jeoloji Araştırmaları Kurumu (USGS), Menlo Park, California, ABD
- Dünya Bankası, Ankara

ATC-165 DBK'nin uluslararası üyeleri Meksika, İtalya, Şili, Japonya ve Amerika Birleşik Devletleri'nden perspektifleri temsil etti.







Çalıştayın temel hedefleri şunlardı:

- İstanbul'da deprem güvenliğiyle ilgili zorluklar ve açıklıklar hakkındaki kolektif anlayış esas alınarak diğer ülkelerde başarıyla uygulanmış konut binalarının depreme direncini artırmak için umut veren çözümleri tespit etmek.
- Diğer ülkelerdeki çözümlerin İstanbul'daki ve Türkiye genelindeki mevcut çalışmaları nasıl daha ileriye taşıyabileceğini, İstanbul bağlamında nasıl adapte edilebileceğini ve uygulama için koordineli bir plana göre nasıl düzenlenebileceğini araştırmaya başlamak.

Çalıştay, Türkiye'de devam eden aşağıdaki girişimlerden öğrenme ve yeni çözümler belirleme fırsatları olarak kullanmayı vurgulayan çerçeve sunumlarla başladı:

- Doğal Afet Sigortaları Kurumu (DASK) tarafından Türkiye Afet Sigortaları Havuzu
- Kentsel Yenileme Merkezi (KEYM) tarafından kentsel dönüşüm projelerine örnekler
- İstanbul Proje Koordinasyon Birimi (İPKB) tarafından İstanbul Deprem Riskinin Azaltılması ve Acil Durum Hazırlık Kapasitesinin Arttırılması Projesi (İSMEP)

Çerçeve sunumlar, ayrıca talep edilebilecek destekleyici dokümanların içinde sağlanmıştır.

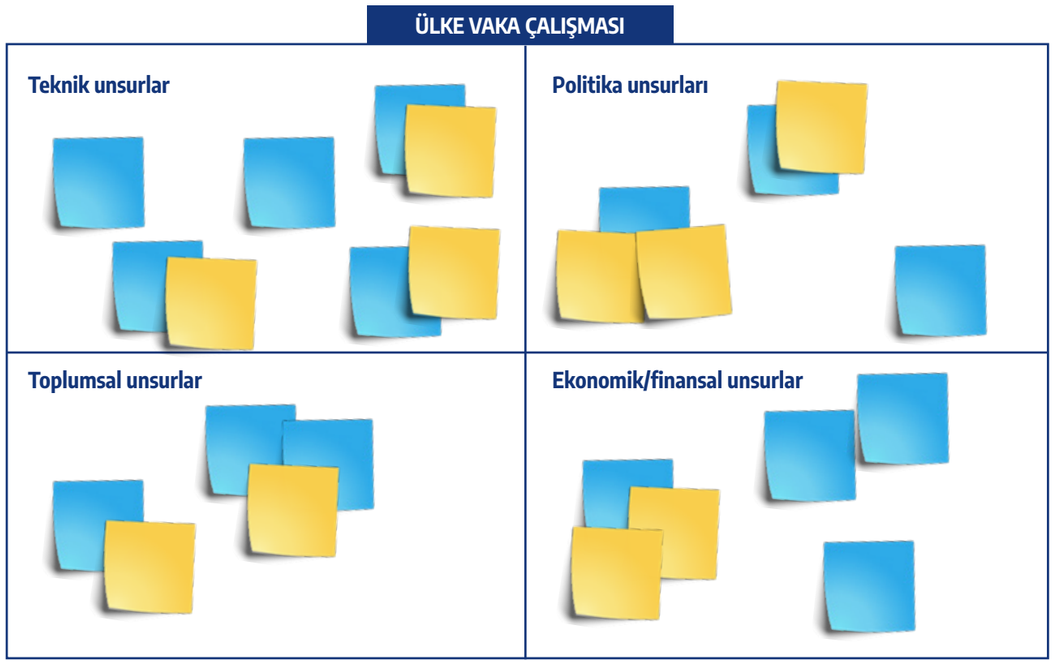
Ardından, uluslararası uzmanlar diğer ülkelerin deprem risklerini azaltma konusundaki başarılı girişimlerini ve mevcut zorlukları (vaka çalışmaları) vurgulayan sunumlar yaptı. Bu kapsamda mevcut binaların deprem güvenliği değerlendirmeleri, deprem güçlendirme programlarının planlanması ve uygulanması, güçlendirmeler için mühendislik çözümleri ve kuralları ve bina mevzuatında reform gibi konular ele alındı. Bu sunumlar, ayrıca talep edilebilecek, destekleyici dokümanların içinde sağlanmıştır.



Her vaka çalışması sunulduktan sonra, çalıştay katılımcıları önerilen çözümleri tartışmak için küçük gruplara ayrıldı. Katılımcılar öncelikle her vaka çalışmasının umut vadeden unsurlarını dört kategoriye ayırıp eşleştirdi: **Teknik Unsurlar, Politika Unsurları, Toplumsal Unsurları ve Ekonomik/Finansal Unsurlar (Şekil 6).** Katılımcılar daha sonra seçilen çözümleri İstanbul'da ve Türkiye genelinde ilerletmek için alınabilecek yapıcı aksiyonları belirledi.







Şekil 4: Küçük grup çalışma şablonuna bir örnek. Umut vadeden unsurlar için mavi, yapıcı aksiyonlar için sarı not kağıtları kullanıldı.





3.2 Seçili Uluslararası Çalışmalar

Uluslararası sunumlarda İstanbul'da eylem için potansiyel planlar olarak işlev görebilecek çeşitli deprem risk azaltma girişimlerinden başarılı örnekler öne çıkarıldı. Bu bölümde ele alınan çeşitli vaka çalışmaları, Bölüm 4'de yer alan bazı tavsiyelerle doğrudan bağlantılıdır.

3.2.1. 2017 Puebla Depreminden Sonra Mexico City'deki Mevcut Binalar İçin Yeni Sismik Güçlendirme Standartları (Meksika, Dr. Sergio Alcocer)

Mexico City 19 Eylül 2017'de meydana gelen 7,1 büyüklüğündeki depremde ciddi hasar gördü, 36 bina yıkıldı ve 369 kişi hayatını kaybetti. Bu felaket şehrin yürürlükteki bina politikalarında ve kentsel yönetim stratejilerinde önemli değişikliklere yol açtı (Mexico City, Meksika'nın federal sisteminde özerk bir statüye sahiptir). Afet sonrası analizler, yakın tarihli bina yönetmeliklerine uygun olarak inşa edilen binaların çoğunlukla depreme dayandığını ortaya koydu ve daha yeni inşaat yönetmeliklerinin etkin performansına dikkat çekti. Yıkılan 36 binadan 35'i, 1985 yılında meydana gelen 8,1 büyüklüğündeki Mexico City depreminden sonra devreye alınan deprem reformlarından önce inşa edilmişti. Yeterli taşıyıcı sistem düzenine (yani daha az yapısal düzensizliğe) ve daha yüksek kaliteli tasarım ve inşaat uygulamalarına sahip olan ve gerekli bakımları yapılan binalar iyi bir performans gösterdi.



2017 depreminden sonra Mexico City'de bir **Yeniden Yapılanma ve Dayanıklılık Komisyonu (RRC)** kuruldu. RRC'nin sorumlulukları deprem güvenliği değerlendirme ve güçlendirme standartlarını geliştirmek, bina güçlendirme çalışmalarını koordine etmek ve şehrin depremlere dayanıklılığını artırmak için kamu politikaları hazırlamaktı. Akademisyenlerden ve deprem uzmanlarından oluşan ve 1985 depreminden sonra kurulan **Yapısal Güvenlik Danışma Komitesi** de RRC'nin çalışmalarını destekledi. Komite öncelikle "19 Eylül 2017 Depreminde Hasar Gören Betonarme Binaların Rehabilitasyon Standardı" başlıklı özel bir standart hazırladı ve Aralık 2017'de yayınladı. Mexico City Bina Yönetmeliğinin (MCBC) ayrılmaz bir parçasını oluşturan on Tamamlayıcı Teknik Norm (CTN - tasarım ve inşaat standartları) komitenin incelemeleri,



revizyonları ve iyileştirmelerinden sonra Mayıs 2024'te yürürlüğe girdi.

Bu yeni CTN'lerden biri mevcut binaların yapısal değerlendirmesini ve rehabilitasyonunu içermektedir. Bu kapsamda konum, zemin tipi, yapısal sistem ve hasar seviyesine göre bina kırılganlıklarına dayalı farklılaştırılmış sismik performans koşulları tanımlandı. Bu CTN ile ilk kez MCBC'nin önceki versiyonlarının bir binanın kırılganlığına ve yaşına dayalı deprem güçlendirmelerinin tasarımı için kullanılmasına izin verildi. Mevcut binaları en güncel standartlara yükseltmek için gereken teknik ve finansal kısıtlamalara doğrudan bir yanıt olarak **mevcut bina güçlendirmeleri için**, yeni yapılara kıyasla **daha esnetilmiş bir standart** belirlendi. Bu yeni CTN ile güçlendirilmiş binaların göçmeyi önleme performansının elde edilmesi amaçlandı.

Bu dökümanlarda, binalar üç kategoride sınıflandırılmıştır. A Sınıfındaki binalar güçlendirme tekniklerinin üst düzey mühendislik uzmanlığı gerektirdiği yapılardır (örneğin enerji sönümleme cihazlarının kullanıldığı binalar gibi). C Sınıfındaki binalar betonarme veya çelik taşıyıcı sisteme sahip, dolgu duvarlı veya duvarsız, 4 kata kadar yükseklikte, en fazla 2 kat ise kargir veya ahşap duvarlı, düzenli veya düzensiz, lineer statik prosedürlerle analiz edilebilen yapılardır. Geri kalan binalar B Sınıfı olarak kategorize edilmektedir.

Mexico City'de 2017 depreminden sonra başlatılan onarım ve güçlendirme programı kapsamında, yaklaşık 400 çok katlı bina ve 2.000 küçük müstakil konut bu yeni standarda göre güçlendirildi veya yeniden inşa edildi. Program kapsamında resmi yetkililer tarafından denetlenen deprem hasarlı binaların güçlendirme önlemleri ve yeni cephe inşasıyla ilgili tasarım hizmetlerinin ve uygulamaların maliyetleri dahil toplam güçlendirme maliyetlerini karşılayan hükümet sübvansiyonları sağlandı. Pek çok vakada güçlendirme maliyeti binayı yeniden inşa etme maliyetinin yaklaşık %30'u idi. Binayı güçlendirme maliyetinin, yeniden inşa etme maliyetinin (yıkım dahil) %65'ini aştığı durumlarda söz konusu binaların yeniden inşa edilmesi tercih edildi. Bu durumlarda, hükümet ayrıca tasarım, inşaat ve cephe maliyetlerinin de tamamını karşıladı ancak her binanın taban alanını %35 artırarak (yoğunlaştırma) harcamaların bir kısmını geri alabildi.

2017'den beri gerçekleştirilen mevcut bina güçlendirmelerinin envanteri değerlendirildiğinde güçlendirilmiş binaların %78'inde usulsüzlükler ve ciddi kusurlar olduğu belirlendi. Betonarme yapılar için **kargir duvar giydirme (yani duvar genişletme), betonarme ile kolon mantolama ve yeni betonarme duvarların eklenmesi** gibi güçlendirme teknikleri kullanıldı. Tarihi yapılardaki güçlendirme çalışmaları gerekirse müdahaleyi geri alma olasılığı da dahil olmak üzere, yapısal bütünlük ve mirası koruma arasında denge sağlamak için dikkatle uygulandı. Gereken güçlendirmeyi sağlarken orijinal mimari estetiği korumak için, daha kaliteli malzemelerle güçlendirilmiş duvarlar inşa etmek veya eklemek ya da ankraj ve bağlantı elemanları ilave etmek gibi daha iyi performans sergileyen orijinal yapısal sistemleri tercih edildi.

2017 Puebla Depremi, Mexico City'nin kentsel sismik dayanıklılık yaklaşımını yeniden değerlendirmesi ve geliştirmesi için bir katalizör işlevi gördü. Şehir stratejik politika iyileştirmeleri, titiz yapı standartları ve destekleyici finansal çerçeveler sayesinde afetlere hazırlık ve riskleri azaltma için sağlam bir model geliştirmeye devam ederek gelecek nesillere daha güvenli kentsel ortamlar sunma yolunda ilerliyor.

3.2.2. Özel Konutların Gönüllü Deprem Güçlendirmeleri için Hükümet Destekli Finansal Teşvikler (İtalya, Dr. Michele Calvi)

İtalya'da **özel konut binalarının depreme karşı güçlendirilmesi için ulusal bir yasa çerçevesinde finansal teşvikler verilmektedir.** Bu yasa gereğince güçlendirme maliyetinin büyük bir kısmını, hatta bazı durumlarda maliyetin %110'ununa kadar karşılayan vergi (emlak veya gelir vergileri) indirimleri yıllara yayılarak sağlanmaktadır. Konut sahipleri vergi indirimlerini inşaat şirketleri ve bankalar dahil üçüncü taraflara satabilmektedir. Bu politika, aksi takdirde bir güçlendirmeyi finanse edemeyecek ev sahiplerinin yıllarca yararlanabilecekleri vergi avantajları için peşin ödeme almalarını sağlayarak projeyi finansal açıdan uygulanabilir hale getirir. Güçlendirme çalışmaları çoğunlukla inşaat şirketleri tarafından yürütülür. Program hem müstakil evleri hem çok katlı apartmanları kapsamaktadır. Apartmanlarda tüm kat maliklerinin katılımını garanti etmek için programa başvuru kararı mal sahiplerinin en az yarısı tarafından kabul edilmelidir.



Şekil 5: İtalya'daki deprem güçlendirme önlemlerinden örnekler

Hükümetin **maddi destek tutarı** güçlendirme önleminin (beklenen yıllık kaybın (EAL) azaltılması olarak ifade edilir) **deprem riskini tahminen ne kadar azaltacağına** ya da tanımlanmış "sınıftan" kaç üst sınıfa "atlamaya" bağlıdır. Örneğin, iki sınıf iyileştirme için bir sınıf atlamadan daha fazla maddi destek verilmektedir. Bu yaklaşımın dayanağı önlenen kayıpların, müdahale maliyetiyle karşılaştırıldığı bir fayda-maliyet analizidir.

Süreci kolaylaştırmak amacıyla **farklı yaygın tipolojiler için güçlendirme önlemleri ile sınıf yükseltmeleri arasında otomatik ilişkiler tanımlandı.** Örneğin, tarihi İtalyan kasabalarında sıkça görülen tarzda güçlendirilmemiş bir kargir binaya şu önlemler uygulanırsa iki sınıf "atlayacağı" analitik bir kanıt gerektirmeden kabul edildi: Enine duvarlar arasında iyi bir bağlantı; duvarlar arasına yerleştirilen bağlantılar; tonozlu tavanlara eklenen çekme çubukları; çatı ile duvarlar arasındaki bağlantı için uygun bir hatıl.

Özel konut sahipleri tarafından iyi kabul gören program kapsamında bugüne dek 85 milyar Euro maliyetle (ENEA, 2023) 425.000'den fazla güçlendirme gerçekleştirildi ve İtalya'nın deprem riskinde ciddi bir düşüş elde edildi. **Ayrıca deprem riskini azaltmaya yönelik güçlendirme önlemlerinin ve finansal destek mekanizmalarının basitleştirilmesi, teknik olmayan paydaşların da programı net bir şekilde anlayabilmesini sağladı.** Bununla birlikte söz konusu basitleştirmeler bir yandan da programın riskleri ne kadar azalttığının kesin olarak değerlendirilmesini zorlaştırdı. Hükümetin sunduğu büyük finansal teşvikler birçok dolandırıcılık girişimlerine yol açtı.

İtalya'da, adil olmayan bir vergi olarak algılandığı için, zorunlu deprem sigortası uygulaması yoktur. Bununla birlikte, kamunun güçlendirme programına yaptığı büyük maddi katkı dikkate alındığında, zorunlu deprem sigortası adil olarak değerlendirilmektedir. Çünkü böyle bir uygulama bir deprem durumunda hükümeti ek kaynak harcaması yapmak zorunda bırakmayacak tek önlemdir. Dolayısıyla **güçlendirilmiş binalar için zorunlu, parametrik bir sigorta poliçesi mevcut programa ek olarak değerlendirilmektedir.** Her bir güçlendirilmiş evin sigorta maliyeti, yerel bir deprem yer hareketi parametresi (örneğin, PGA) ile yeniden inşa maliyetinin bir oranı olarak ifade edilen beklenen kayıp seviyesini ilişkilendiren, tek bir işlemle hesaplanabilir. Her binanın bodrumuna bir ivmeölçer yerleştirilebilir ve sigorta primleri hasar incelemesi gerektirmeden sadece kaydedilen parametreye göre belirlenebilir.

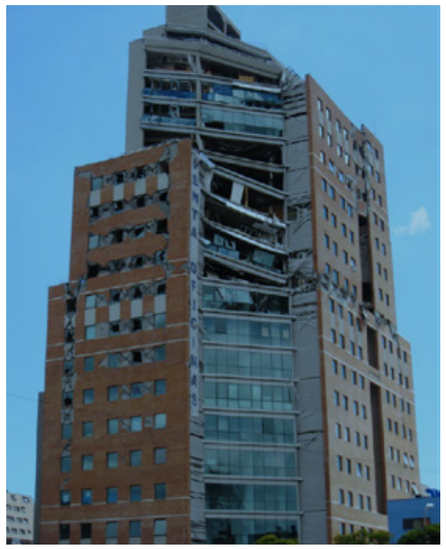
3.2.3. Sık ve Büyük Depremlere Karşı Yüksek Dayanıklı, Düşük Hasar Riskli Binaları Şart Koşan Bina Yönetmelikleri (Şili, Dr. Ruben Boroschek)

Dünyanın en aktif deprem bölgelerinden birinde konumlanan Şili'de yaklaşık iki günde bir depremler algılanmaktadır. Aletsel, tarihi ve paleosismik kayıtlara göre yaklaşık beş yılda bir 7,5, on yılda bir 8,0, on beş yılda bir 8,5 büyüklüğünde ve her 250 ila 350 yılda bir 9,0'dan büyük bir deprem meydana gelmektedir.

Şili'deki yüksek deprem aktivitesi kamunun depremlere karşı tutumunu ve ülkenin altyapısını tasarlama, inşa etme ve koruma biçimini şekillendirmiştir. 1906'da yaşanan 8,2 büyüklüğündeki Valparaiso depremi (Okal, 2005), beton perde duvarlı binaların, çok sınırlı hasar gördüğünü veya hiç hasar görmediğini göstermiş, ülkede bu yapısal sistemin yaygın olarak desteklenmesini sağlamıştır (Boroschek ve Retamales, 2016). Günümüzde **hemen hemen tüm beş kattan daha yüksek konut binaları betonarme perde duvarlarla inşa edilmiştir** (Bonelli et al, 2017; Lagos et al, 2020).

Bu binalar her iki yönde yüksek yapısal duvar yoğunluklarına (genellikle taban alanının %4'ü perde duvar alanıdır) sahiptir (Boroschek ve Yáñez, 2000; Calderon, 2007).

Beş kattan yüksek binalarda **yüksek perde duvar yoğunluğu ve yapısal olmayan duvar bölmelerinin daha az kullanılması,** onlarca yıldır meydana gelen büyük depremlerde yapısal bileşenlerin son derece düşük hasar görmesine ve genel olarak konut binalarında az miktarda kayıp yaşanmasına katkıda bulunmuştur. 8,8 büyüklüğündeki 2010 depremi sırasında dokuz kattan yüksek yaklaşık 2.000 bina en yüksek zemin sarsıntısına maruz kalmıştır (Lagos et al., 2020; Wallace et al., 2012). Sadece bir bina tamamen çökmüş ve 2.000 binadan sadece yaklaşık %2'si onarım gerektiren hasar görmüştür (biri onarılamayacak durumda olduğu için sonradan yıkılmıştır). Yapısal perde duvar sistemi mükemmel yanıt verdiği için kullanıcılar, tasarımcılar ve müteahhitler tarafından kesinlikle kabul görmektedir.



Şekil 6: 8,8 büyüklüğündeki 2010 depreminde hasar gören yüksek bina

Şili'deki yüksek sismik aktivite nedeniyle güçlendirilmemiş kargir ve kerpiç gibi zayıf yapısal sistemlerin yıkılma eğiliminin yüksek olduğu uzun zamandır bilinmektedir. Örneğin, henüz 1936 yılında mevzuat (Genel İnşaat ve Kentleşme Kanunu, 1936) kerpiçin ana yapısal sistem olarak kullanılmasını kısıtlamıştı. Deprem taban kesme katsayısı o tarihlerde bile söz konusu kanunun hükümlerinde yüksek tutulmuştu ve **zayıf yanal sistemlerin kullanımını sınırlamıştı** (0,10 yatay ve 0,05 düşey, zayıf zeminler için daha yüksek).

Şiddetli depremlerden kaynaklanan can kayıplarının azalması, kerpiç ve donatısız kârgir gibi zayıf yapısal sistemlerin elimine edilmesinin (yerine benzeri konmadan ortadan kaldırma) bir sonucudur (Tablo 1). Her depremden sonra tamamen yıkılan veya kısmen çöken zayıf sistemler ve aşırı hasar gören binalar yeniden inşa edilmemiştir. Sık deprem aktivitenin zayıf binaları ortadan kaldırması ve zayıf yapısal sistemlerin inşaatlarda kullanımının yasaklanması sonucunda **bina güçlendirme programlarına veya zorunluluklarına Şili'de gerek kalmamıştır.**

Tablo 1: Şili'deki şiddetli depremlerde meydana gelen ölümlerin özet tablosu.

Deprem Yılı	Büyüklük	Tahmini Nüfus (Milyon Kişi)	Can Kayıplarının Tahmini Sayısı
1906	8.2	3.2	3,000
1922	8.3	3.7	100
1928	7.6	4.0	230
1960	9.5	7.6	1,700
1985	8.0	12.1	180
2010	8.8	17.1	550
2014	8.2	17.7	6
2015	8.3	17.9	13

Bina yönetmelikleri: Şili'deki bina tasarım ve inşaat yönetmeliklerinde sürekli olarak şiddetli zemin sarsıntılarının yaşandığı bir ülkede betonarme perde duvar sistemleri gibi **yüksek dayanımlı, düşük hasarlı sistemlerin ekonomik faydaları** tanınmaktadır. Rijit ve sağlam yapısal duvar sistemleri, yer değiştirmeye duyarlı yapısal olmayan elemanlarda tekrarlayan hasarları önlemenin yanı sıra daha yüksek zemin hareketlerinde yapısal sistemleri onarma ihtiyacını da ortadan kaldırır.

- Konut ve ofis binalarında **katlar arası yerdeğiştirme oranı %0,2 ile sınırlıdır.** Yüksek minimum taban kesme katsayıları da mevzuatta belirlenmiştir (deprem etkileri için yapısal çözümleme yapılırken dikkate alınması gereken yapı ağırlığı olmak üzere, 1972 yapı yönetmeliğinde evler için %12W ve binalar için %6W olup yüksek deprem bölgelerindeki binalar için minimum taban kesme katsayısı, zemin türüne bağlı olarak %6-9W arasındadır).

- Bina yönetmeliğinde 2009 yılına kadar betonarme perde duvarlar için sünek detaylandırma koşulu yer almamıştır. 2010 depreminde gözlemlenen hasarların çoğu, ince duvarlar ve duvarlardaki usulsüzlükler yerine düktil detayların eksikliğine atfedilmiştir. Dolayısıyla **sünek detaylara ve minimum geometrik koşullara ilişkin gereklilikler,** 2011 yılında yayımlanan bir acil durum kararnamesiyle yönetmelikte yapılan başlıca reformlar olmuştur.

- Bina yönetmeliği katlar arası kayma endeksini sınırladığı için, yapısal düzensizliklerin çoğuna herhangi bir kısıtlama getirmez.

- **Şili'deki deprem tasarım yönetmelikleri kuralcıdır.** Performans hedeflerinin (NCh433 ile binalar için can güvenliği, NCh2369 ile sanayi tesisleri için kurtarma kolaylığı tanımlanmaktadır) analitik prosedürlerle doğrulanması zorunlu değildir.

Bina yönetmeliğinin yürürlüğe girmesi: 2001 yılında yayımlanan bir yasayla, **belirli yeni bina tasarımlarının, zorunlu olarak** resmi belgeli bir yapı mühendisi tarafından değerlendirilmesi şart koşulmuştur. Tüm kamu binaları, ulusal bina ve kentleşme kurumu tarafından inşa edilen tüm konutlar; acil durumlarda çalışmaya devam etmesi gereken temel hizmetleri barındıran tüm binalar; üç kattan yüksek tüm konut ve ticari binalar bu değerlendirmeye tabidir. Kamu binalarının inşası sırasında bir Teknik Yapı Müfettişi inşaatın ilgili yönetmeliklere uygun olarak yürütüldüğünü doğrulamak için süreci denetlemek zorundadır.

Mesleki profesyonellerinin sorumlulukları: Son olarak, Şili'deki binaların depremlerde düşük hasar görmesine katkısı olan bir başka etken de tasarım ve inşaat yükümlülerinin yasal sorumluluklarıdır. Yapı mühendisleri bir binanın inşasından itibaren 10 yıl, müteahhitler ise 5 yıl süreyle sorumludur. Binanın ilk yatırımcısı veya ilk satıcısı da başlangıçta sorumlu tutulmasına rağmen ve ilk satıcının işin ticari yanından ve çalıştırdığı profesyonellerin işin tamamından sorumlu olması amaçlansa da, sorumlulukları yasada açıklıkla belirtilmemiştir. Uygulamada, bir bina sorunu ortaya çıktığında ilgili tüm taraflar birlikte dava edilmektedir. Şili'de yapı **profesyonelleri için katı mesuliyet koşulları** olsa da, mühendislerin bir binayı tasarlamak için mesleki belgelendirmeye sahip olması veya yapı profesyonellerinin sigorta yaptırması zorunlu değildir.

3.2.4. Girişimsel Olmayan Deprem Güçlendirmeleri (Japonya, Dr. Susumu Kono)

Japonya'da 1995 tarihli Deprem Güçlendirmesini Teşvik Yasası kabul edildiğinden bu yana, yüksek katlı binalar kadar, okullar gibi alçak ve orta yükseklikteki kamu binaları da dahil, çok çeşitli betonarme binada sismik güçlendirme önlemleri uygulanmıştır. Bu uygulamalarda şu gibi ihtiyaçlar tespit edilmiştir:

- Sürekli kullanılan binaların güçlendirilmesi.
- Binanın tasarımını veya işlevini değiştirmeyen güçlendirme önlemleri.
- Kısa sürede tamamlanabilecek güçlendirme önlemleri.

Bu ihtiyaçlara yanıt vermek amacıyla sürekli olarak güçlendirmeye yönelik yeni inşaat yöntemleri ve konseptleri geliştirilmekte, yeni malzemeler uygulanmakta ve mevcut teknolojilerde iyileştirmeler yapılmaktadır. Güçlendirmelerin deprem riskini azaltmanın yanı sıra uygulanabilir olması için de şunlar gereklidir:

- Bina işlevleri üzerindeki etkilerini azaltmak (örneğin aydınlatma, kullanıcıların dolaşımı, servis sunabilme, vb.)
- İnşaat sırasındaki olumsuz etkileri minimuma indirmek (örneğin ses, titreşim, toz, koku, vb.)
- Maliyetleri ve inşaat süresini en aza indirmek.
- Güçlendirme tasarımının mevcut temeller üzerindeki etkisini dikkate almak.

Japonya'daki sismik uzmanlar bu ihtiyaçlara yanıt vermek için çeşitli yeni güçlendirme yöntemleri geliştirdiler. Başka ülkelerde de dikkate alınmaya değer bazı örnekler aşağıda özetlenmiştir:

- **Dış çerçeveler veya destekler:** Mevcut binalar kullanılmaya devam ederken cepheleri yeniden şekillendirerek yeni prekast betonarme çerçeveler eklenebilir (Şekil 7). Çerçeve sistemleri, çaprazlı sistemlerle karşılaştırıldığında binanın görünümü üzerinde daha az

etki yarattığı gibi pencereleri ve binaya giren doğal ışığı engellemez. Prekast elemanların kullanılması ayrıca inşaat sürecini hızlandırır ve gürültüyü, tozu ve kalıp işini azaltır. Öte yandan, mevcut bir beton çerçeve, çelik plakalar ve ankrajlarla, binanın dışından, tamamen yerinde dökülen betonla da güçlendirilebilir. Bu seçenek Japonya'daki Atsuta Polis Karakolunda uygulanmıştır. Yeni prekast veya yerinde dökme betonarme çerçevenin temellere ek ağırlık yüklemesinin sorunlu olduğu durumlarda, dış çelik çaprazlar gibi daha hafif sistemler de değerlendirilebilir. Dış kablo sistemleri de kullanılan yöntemlerden biridir (Şekil 8).



Şekil 7: Prekast betonarme dış çerçevelerin kullanıldığı üç katlı bir binanın güçlendirme öncesi ve sonrası görünümü (fotoğraf: Prof. F. Watanabe, 2006)



Şekil 8: Dış kablo sistemiyle güçlendirilen dört katlı bir bina (fotoğraf: Prof. F. Watanabe, 2006)

- **GFRP tuğlalar ve kilitli bloklarla inşa edilen sismik duvarlar:** Yaygın olarak tercih edilmese de binanın kullanımında minimum kesinti yaratacak yeni veya geliştirilmiş dolgu duvarlar oluşturularak mevcut bir binanın yanal sistemini güçlendirebilen ve rijitleştiren yapı malzemeleri de bulunmaktadır. Örneğin, Obayashi Şirketi tarafından geliştirilen cam elyaf takviyeli plastik (GFRP) tuğlalardan oluşan sistem, çelik kadar güçlü ve alüminyumdan daha hafif olmanın yanı sıra, iç bina duvarları olarak bir ızgara düzeninde yerleştirilebilerek binanın içine ışık ve hava akışı sağlayabiliyor (bakınız Şekil 9). Takenaka Şirketi de kilitli bloklardan oluşan bir sistem geliştirdi. Beton bloklar kelebek şekilleri sayesinde blokların kilitlenmesini ve çelik donatılara gerek kalmadan yatay kuvveti verimli bir şekilde iletmesini sağlamaktadır (bakınız Şekil 10). Dolayısıyla düzlem dışı yıkılmaları önlemek için sadece minimum miktarda düşey donatı gerekir ve ankraj çalışması konvansiyonel güçlendirme işinin beşte birine kadar indirilebilir.

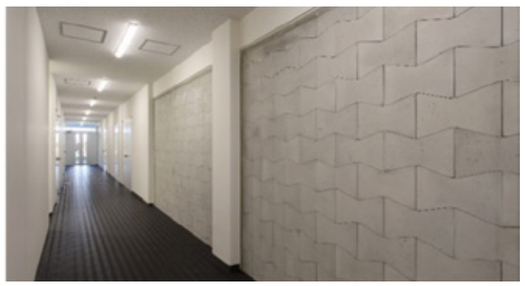
- **Ara katlar için sismik yalıtım:** Normal olarak ara katlar sismik yalıtım sistemleriyle güçlendirildiği zaman ilgili kat inşaat sırasında kullanılamaz. Bununla birlikte, inşaatı binanın farklı bölümlerinde aşamalı olarak yürütmek yalıtım sisteminin üstündeki ve altındaki katların kullanılmasına imkan verebilir. Bu yaklaşımın uygulandığı 40 yıllık Koto Ward Ofis Binasında her iki katın işlevselliği korunurken bir otopark ile ofis alanı arasına deprem yalıtım birimleri yerleştirildi.

- **Deprem Davranış kontrol çaprazları:** Sürtünmeli sönümleyicili çaprazları içeren yüksek performanslı sistemler de dış destekli güçlendirme çözümlerine entegre edilebilir. Geleneksel bir güçlendirme yönteminde pencere çerçeveleri ve iç malzemeleri çıkarıldıktan sonra güçlendirme elemanları uygulanır. Dolayısıyla güçlendirme çalışması sırasında binanın kullanılması pratik olmaz. Bu hızlı ve düşük maliyetli güçlendirme yöntemiyle çalışmalar bina kullanılırken yürütülebilir çünkü çaprazlar binanın dışına basit bir işlemle, minimum malzeme ve gürültü ile bağlanır.



Şekil 9: Japonya'daki Obayashi Teknik Araştırma Enstitüsü'nde GFRP tuğlalarla yapılan güçlendirme (fotoğraf: Obayashi Şirketi)





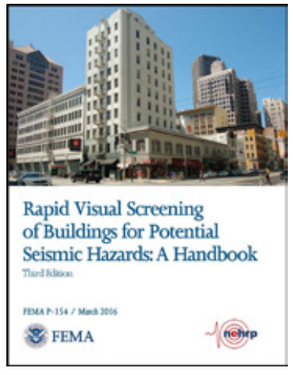
Şekil 10: Retrofit with interlocking butterfly blocks at the Osaka Main Branch Mido Building (left) and Hyogo Univ. (right) in Japan (photo credit: Takenaka Corp.)

3.2.5. California'daki Bina Portföyleri İçin Deprem Riski Değerlendirmesi (ABD, Afshar Jalalian S.E.)

California Adliye Binaları Deprem Güvenliği Programı:

2019 yılında California'daki 200 mevcut adliye binasının beklenen deprem performansı Judicial Council of California (JCC -California Yargı Konseyi) tarafından FEMA P-154 Hızlı Görsel Tarama (RVS) metodolojisi kullanılarak değerlendirildi. Her binaya atanan bir deprem puanı, çeşitli bina koşulları (örneğin, tesisin durumu, yangın güvenliği, genel erişilebilirlik, çevresel tehlikeler, güvenlik, aşırı insan yoğunluğu ve halkın mahkeme hizmetlerine erişimi, vb.) için diğer puanlarla birlikte kullanılarak California'daki adliye binalarının tasarım ve inşaat projeleri için gelecekteki eylemlerin önceliklendirilmesi konusundan bilgi sağladı.

FEMA P-154 (Binaların Olası Deprem Tehlikeleri İçin Hızlı Görsel Tarama El Kitabı) (FEMA, 2015), **büyük bir bina envanterinin deprem kırılganlığını hızla görsel olarak değerlendirmek** için bir metodoloji (büyüklüğüne bağlı olarak her bina için toplamda yaklaşık 1-4 saat) sunmaktadır. Bu metodolojiyle potansiyel sismik tehlike taşıyan binalar tespit edilir ve taranır. FEMA P-154, 1. Seviye ve 2. Seviye olmak üzere iki seviyede değerlendirme içermektedir. 2. Seviye, 1. Seviyeye göre daha detaylı bir değerlendirmedir. FEMA P-154 metodolojisinde yapısal sistemi, yaşı, görsel olarak tespit edilebilen problemleri, bölgenin deprem durumu ve zemin tipine göre bir puan hesaplanır. Sadece potansiyel deprem riski taşıdığı tespit edilen binaların, belirlenen durumunu doğrulamak için deprem tasarımı konusunda deneyimli bir mühendis tarafından ileri değerlendirmelere tabi tutulması gerekir. Bu tarama metodolojisi ABD'deki birçok adli yetki alanında kullanılmakta olup, mevcut değerlendiricilerin kapasitesi her yıl ücretsiz eğitimlerle artırılmaktadır.



JCC'nin önceliklendirme çalışmasında FEMA P-154 metodolojisinin kullanılması, tutarlı bir yöntemle hızlı değerlendirme ve puanlama yapılmasını sağlamak açısından bir avantaj sundu. FEMA P-154 metodolojisi kullanılarak her binaya yapısal sistemine ve bölgenin deprem durumuna göre bir baz puan atandı. Daha sonra bu baz puan, yapısal problemlere, zemin durumuna ve binanın yaşına göre puanlar veya değişkenler eklenerek veya çıkarılarak düzeltildi.

FEMA P-154 metodolojisinin uygulanması sonucu elde edilen deprem puanları, kabul edilebilir ve kabul edilemez riskler arasında bir ayrım hattı belirlemek için detaylı değerlendirmelerin sağladığı verilerle kalibre edilmelidir. Bu projede puanların kalibre edilmesi için yıkılma olasılıklarına göre dört risk kategorisinde (Çok Yüksek Risk - VHR, Yüksek Risk - HR, Orta Risk - MR ve Kabul Edilebilir Risk - AR) sınıflandırılan 300 California eyalet binasının ASCE 41/ASCE 31 değerlendirmelerinin sonuçları kullanıldı. Bu binalar daha sonra FEMA P-154 deprem puanlarına göre bu dört Risk Kategorisinden birinsi altında tanımlandı.

California Üniversitesi Deprem Güvenliği Programı:

California Üniversitesi'nin (UC) on kampüsünde yaklaşık 6.000 bina yer almaktadır. California Üniversitesi'nin ilk deprem güvenliği politikası Ocak 1975'te yayınlanmış olup sismoloji, yapı ve geoteknik mühendisliği alanlarındaki en yeni bilgileri içerecek şekilde güncellenmektedir. Mevcut politika Mart 2021 tarihlidir.

UC, 1990'larda California'daki pek çok büyük deprem aktivitesini takiben yapı mühendisliğinde kaydedilen önemli ilerlemelere yanıt olarak binalarında deprem değerlendirilmesi için bir ihale yaptı. Ardından, tesislerin iyileştirilmesi ve yenilenmesi için bir eylem planı devreye alındı. UC o zamandan beri deprem iyileştirmelerine yüz milyonlarca USD yatırım yaptı.

California Üniversitesi yaklaşık 10 yıl önce, California Genel Hizmetler Bakanlığı ve California Eyalet Üniversitesi Sistemi ile iş birliği içinde çalışarak, yürürlükteki California bina yönetmeliği doğrultusunda deprem başedebilirliği için bir bina derecelendirme sistemi geliştirdi. UC binalarının deprem performans derecelendirmeleri (SPR'ler) (California Üniversitesi, 2020) aşağıda özetlenmiştir:

- SPR I - SPR IV: Deprem güvenlik politikasına uygun bina.
- SPR V: Daha fazla değerlendirme gerektiren bina. Teyit edilirse sorunlar ele alınmalıdır.
- SPR VI: Öncelikli olarak performans iyileştirmesi gerektiren bina.
- SPR VII: Boş ve erişimi kısıtlı bina.

California Üniversitesi 2017 yılında deprem güvenliği politikalarını sistem genelinde güncellemek için proaktif olarak yıllara yayılacak kapsamlı bir çalışma başlattı. Bu girişimle, esas olarak, UC topluluğu ve halkın geneli için yeterli düzeyde güvenlik ve refah sağlanması amaçlanmaktadır. Güncellenen UC politikasına göre ciddi deprem performans eksiklikleri olan her UC binasının en geç 2030 yılına kadar güçlendirilmesi, yenilenmesi veya boşaltılması gerekmektedir. On kampüsün her birindeki her binayı değerlendirme ve derecelendirme çalışmaları 2018'de başlatıldı.

3.2.6. Binalar İçin Başedebilirlik Derecelendirme Sistemi (ABD, Evan Reis S.E.)

US Resiliency Council (USRC - ABD Başedebilirlik Konseyi) Bina Performansı Derecelendirme Sistemi (USRC, 2019) deprem, rüzgar ve sel gibi doğal afetlere maruz kalma riski olan binaların performansını ölçmek için geliştirilen, bilimsel ve mühendislik araştırmalarından yararlanmak amacıyla geliştirilmiştir. Toplumun binaların bu tür risklere dayanacak şekilde tasarlanmasına ilişkin beklentileri ile mühendislerin ve bina yönetmeliklerinin beklentileri arasındaki boşluğu kapatmak için oluşturulan USRC Derecelendirme Sisteminin amacı bina paydaşlarının dayanıklılığa yatırım yapma konusunda mantıklı kararlar verirken yararlanabilecekleri kompleks araştırmalar hakkında iletişimi kolaylaştırmaktır. Böylece tüm paydaş topluluğunun beklentileri arasında uyum sağlanabilmektedir.

USRC Derecelendirme Sistemi hem yeni hem eski yapıların bina performansını Güvenlik, Hasar ve Toparlanma Süresi olmak üzere üç boyutta tahmin eder. Bu üç boyutun her biri için birden beşe kadar yıldızla derecelendirme yapılan sisteme göre üç yıldız genellikle modern ABD bina yönetmeliklerindeki tasarım standartlarıyla uyumludur. Dönemlerindeki yönetmeliklere göre inşa edilen eski binaların daha düşük derecelendirme alması olağandır. Hastaneler gibi yüksek performans standartlarına göre inşa edilen binalar ise olasılıkla daha yüksek derecelendirmeler elde edecektir.

Derecelendirme sistemi üç temel eksen üzerinde inşa edildi:

- **Güvenilirlik:** Mevcut araştırmaları değerlendirerek hem mühendislerin hem finans sektörün (sigorta ve kredi) saygı duyacağı bir derecelendirme sistemine dönüştürmek için seçkin mühendislerden oluşan bir ekip kuruldu. Amerikan Hükümeti tarafından finanse edilen ve on yıldan uzun süredir yürütülen araştırmaları esas alan derecelendirme sistemi bu sayede önemli bir güvenilirliğe sahip bulunuyor.

- **Tutarlılık:** Belgeli uzman mühendislerin bir USRC değerlendirmesi yapması ve derecelendirmelerin olabildiğince tarafsız bir şekilde incelenmesi için standardize bir süreç geliştirildi. Böylece binaların, ayrımcılık veya manipülasyon olmadan, tutarlı bir şekilde derecelendirilmesi sağlandı.

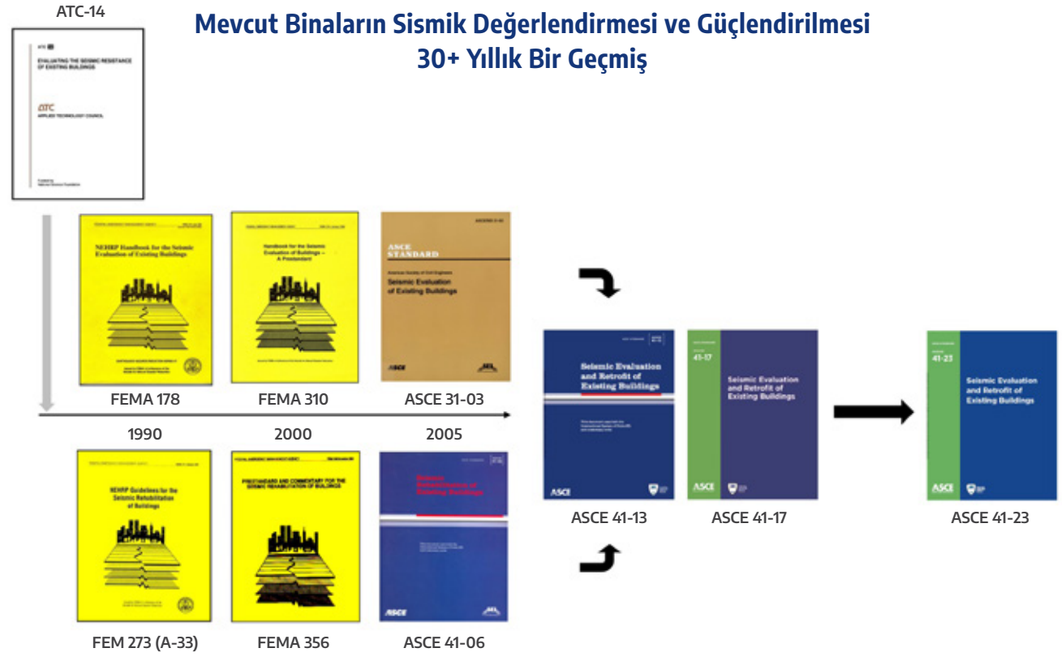
- **Değer:** Mevcut çoğu derecelendirme sisteminden farklı olarak, performansı ölçebilme yetkinliği önemli kabul edildi. Karar verme sürecinin maksimum fayda sağlaması amacıyla **derecelendirme sistemi, performansı** fayda-maliyet (BCA) ve yatırım getirisi (ROI) analizleri için kullanılabilen **finansal, sosyal ve ekonomik terimlerle ifade etmektedir.**

USRC Derecelendirme Sistemi umulandan daha yavaş benimsendi. Bunun başlıca nedeni sistemi bina tasarımıyla entegre etmenin ana itici gücü olması beklenen mühendislerin, yol açmaktan ve müşterileri sadece maliyetleri düşünmek yerine dayanıklılığı da dikkate alan kararlar vermeye yönlendirmekten çekinmeleriydi. Öte yandan, doğal afetler Amerika Birleşik Devletleri'ni etkilemeye devam ederken, finansal kurumlar, sigorta şirketleri, hükümetin her düzeyi ve bilinçli mal sahipleri, risklerini azaltıp mülklerinin piyasa değerini artıracak standartlara yönelmekte. Veri merkezi ve laboratuvar gibi gayrimenkuller geliştirenler, eyalet hükümetlerinin kritik öneme sahip tesislerin inşaatında uyguladığı gibi, tasarım kriterlerinde USRC derecelendirmelerini belirtmeye başladı. Sigorta şirketlerinin dayanıklılık standartlarının uygulanmadığı pazarlardan çekilmeye başlaması ve dolayısıyla finansal kurumların bu pazarlarda etkin bir şekilde çalışmasını zorlamasıyla, sigorta ve kredi sektörlerinde bir kırılma noktasına ulaşılmış gibi görünmektedir. USRC**, finans sektörünün, gelecekte derecelendirme sistemlerine talebi artırmada ana itici güç olacağını** öngörmektedir.

Geriye baktığımızda ve başka pazarlar veya ülkeler için, derecelendirme sistemleri geliştirmeyi planlayan diğer taraflara rehberlik etmesi açısından, geliştirmenin başlangıcında, daha geniş paydaş topluluğundaki liderleri ve karar vericileri de sürece dahil etmek için ortak bir çaba sarf etmenin önemi görülmektedir. Böylece **derecelendirme sistemlerinin değeri daha iyi anlaşılacak, talep artacak, tasarım ve inşaat topluluğu da daha dayanıklı binalarla bu talebe yanıt vermeye teşvik edilecektir.**

3.2.7. Mevcut Binalar İçin Daha Düşük Sismik Performans Hedefleri (ABD, Chris Poland P.E. S.E.)

ASCE/SEI 41: Mevcut Binaların Deprem Değerlendirmesi ve Güçlendirilmesi (ASCE, 2023), Amerika Birleşik Devletleri'ndeki yaygın sismik güçlendirme standardıdır. Binlerce mühendisin yaklaşık 40 yıllık araştırmaları ve uygulamaları sonucunda çok sayıda versiyon geliştirilmiştir. 1985 yılında Applied Technology Council tarafından bir değerlendirme kılavuzu olarak yayınlanan bu standart ile başlangıçtan itibaren dünya çapındaki geçmiş depremlerde gözlemlenen temel problemlere odaklanıldı. Her güncellemede profesyonel mühendisler ve araştırmacılardan oluşan komiteler yıllardır devam eden görüş birliği süreçlerinden yararlanarak her adımın koşullarını gözden geçirdiler ve her yıl dünya genelindeki binlerce binada kullanılan eksiksiz bir değerlendirme ve güçlendirme standardına dönüştürdüler. Bu standart farklı bina türlerinde kullanılabilecek kılavuzlara duyulan ihtiyacı karşılamakta ve performansa dayalı çeşitli değerlendirme ve tasarım tekniklerini



Şekil 11: ABD'deki Sismik Değerlendirme ve Güçlendirme Standartlarının Evrimi

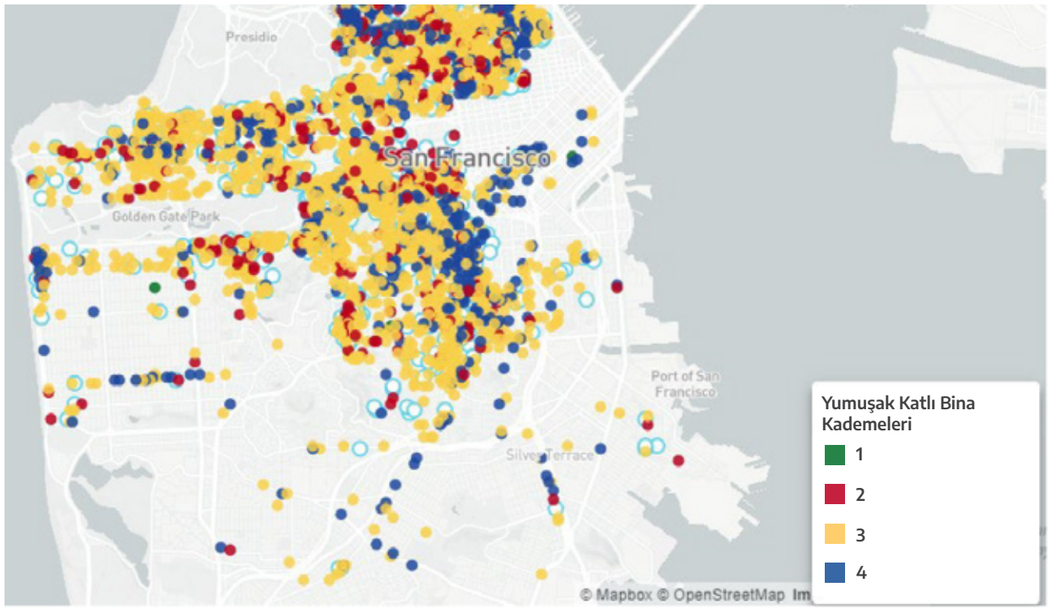
Üç kademeli bir prosedür olarak düzenlenen ASCE 41, geçmiş depremlerde gözlemlenen hasarları esas alarak olası eksiklikleri tespit etmek için kullanılan spesifik kontrol listeleri içeren bir model bina tipleri dizisinin tanımlanmasıyla başlar. İkinci kademe problem odaklı basitleştirilmiş bir prosedür olarak olası problemleri doğrulamak ve gerekli güçlendirmeleri yönlendirmek için kullanılır. Üçüncü kademe ise uygun durumlarda kullanılacak gelişmiş ve daha doğru bir süreci kapsar. Altta yatan ilke **sadece seçilen rehabilitasyon hedefine etkin maliyetle ulaşmak için gereken değerlendirme ve güçlendirme düzeyini talep etmektir.**

Amerika Birleşik Devletleri'nin yüksek deprem tehlikesi bölgelerindeki mevcut binaları değerlendirmek ve yeni binalar için kullanılanlardan daha düşük performans hedeflerine göre güçlendirmek için 60 yıldan uzun süredir kullanılan yaygın bir uygulama olmuştur. Bu uygulamaya gerekçe olarak, genellikle mevcut binaların ömrünün yeni binalardan daha kısa olduğu, yeni binalar için kullanılan bir standarda tam uyum sağlamanın maliyetinin, artan faydaya göre orantısız olabileceği ve küçük problemleri olan daha yeni binaların güçlendirilmesine gerek olmaması gibi anlayışlar gösterilmektedir.

Bu süreç ASCE 41'in 2013 ve sonraki edisyonlarında Yeni Binalar için Temel Performans Hedefleri (BPON) ve Mevcut Binalar için Temel Performans Hedeflerinin (BPOE) tanımlanmasıyla başlamaktadır. BPON'a göre değerlendirilen ve güçlendirilen binaların, yeni binalarla benzer performans gösterebilecekleri düşünülmektedir. BPOE'ye göre değerlendirilen ve güçlendirilen binalar ise aynı derecede katı olmayan bir standarda tabi tutulmaktadır. Hem BPON'de hem BPOE'de aynı yapısal performans düzeyleri ama farklı tehlike seviyeleri kullanılmaktadır. **Mevcut binalar daha kısa getiri dönemleri için değerlendirilmekte ve güçlendirilmektedir.** Bir proje veya program için BPOE seçilirse, tehlike seviyesinin azalmasını belirleme yöntemindeki bu değişim ABD'deki geleneksel uygulamaya benzer bir şekilde deprem bölgeleri ve analiz prosedürleri arasında tutarlılık sağlamaktadır. BPOE değerlendirme ve güçlendirme seçeneği tercih edilirse daha düşük bir gerçekleşme riski, yani daha büyük bir deprem tehlikesi kabul edilirken yeni bir bina ile aynı yapısal performans seviyesine ulaşabilmek mümkündür.

3.2.8. San Francisco'nun Sismik Güvenlik için Toplum Eylem Planının Geliştirilmesi ve Uygulanması (ABD, Ayşe Hortaçsu P.E.)

San Francisco Belediye Başkanı tarafından 2013 yılında imzalanan bir yönergeyle 1978'den önce inşa edilmiş ve daha önce deprem güçlendirmesi yapılmamış, **üç katlı veya daha yüksek**, beş veya daha fazla konut içeren **ahşap karkas binaların güçlendirilmesi için zorunlu bir program** geliştirilmesine karar verildi. 2023 yılında %92 tamamlanma oranına ulaşan bu program kapsamında 4.500'den fazla bina (her biri 5 veya daha fazla konut içeren) depreme karşı güçlendirildi.



Şekil 12: 2023 itibarıyla San Francisco'da tamamlanan yumuşak katlı bina güçlendirmeleri

Zorunlu program sadece zayıf/yumuşak veya "hedeflenen" kat (duvar sayısının ve duvar yerleşim düzeninin üstündeki tipik katlardan ciddi ölçüde farklı olduğu durumlarda) ile ilgili güçlendirme çalışmalarını tanımlayan teknik gereklilikleri içeriyordu. Bu tür bina kırılganlıkları için spesifik olarak geliştirilen yenilikçi bir performansa dayalı yaklaşım da dahil olmak üzere, üç farklı analiz ve tasarım metodolojisi bu teknik gerekliliklerin içinde yer alıyordu.

Spesifik bir bina tipi, mühendislerin teknik çalışmalarının ve **Deprem Güvenliği için Toplum Eylem Planının** oluşturulması kapsamında, paydaşlardan derlenen girdilerin yanı sıra, 10 yıllık bir süreçte geliştirilen **San Francisco'nun 30 Yıllık Deprem Güvenliği Uygulama Planından** (San Francisco Belediyesi ve İlçesi, 2011) yararlanılarak seçildi. San Francisco Planning and Urban Research Institute (San Francisco Planlama ve Kentsel Araştırma Enstitüsü - SPUR, 2012) önderliğinde tabandan başlatılan paralel bir paydaş çalışması da plan için bir dayanıklılık çerçevesi sağlamıştır. Seçilen bina tipi hem kırılgandı (çoğu 1989 Loma Prieta Depreminde yıkıldı) ve hem de birçoğunda ekonomik açıdan savunmasız kabul edilen sakinler yaşıyordu.

Toplum Eylem Planında 17 tavsiye sunulmakta ve 30 yıllık bir uygulama programı tanımlanmaktadır. Tavsiyeler riski anlama, halkı bilgilendirme, yönetmelikleri ve standartları güncelleme, kırılgan yapıları

güçlendirme, teşvikler sunma, deprem sonrası onarım standartlarını belirleme ve depremlerden sonra yangınla mücadele gibi konulara odaklıdır.

San Francisco belediyesi 30 yıllık planı uygulamaya devam etmektedir. Özel okul binalarının değerlendirmesini tamamlayan ve bina cephelerinin denetlenmesi için bir yönetmelik geliştiren belediye, halen İstanbul'dakilere (1960'ların sünek olmayan çok katlı konut binaları) benzeyen **daha eski betonarme binaların depreme karşı güçlendirilmesi için bir yönetmelik** hazırlama sürecinde bulunmaktadır. İşbu programının geliştirilmesi kapsamında mal sahipleri, kiracılar ve otel sahipleri gibi etkilenen nüfusla tekrar ortak tasarım fırsatları da yer almaktadır.

3.2.9. Seattle, Washington'daki Donatısız Yığma Binaların Güçlendirilmesi (ABD, Amanda Hertzfeld[1])

Seattle Belediyesinin (Washington, ABD) sınırları içinde büyük bir depremde yıkılma riski taşıyan 1.100'den fazla depem açısından kırılgan, donatısız kârgir (yığma) bina bulunmaktadır. Seattle bu tür donatısız kârgir binalar (URM) için kademeli olarak devreye alınacak zorunlu bir güçlendirme programına doğru ilerlerken, bir yandan da gönüllü bir URM güçlendirme programı uygulamaktadır. Belediyenin bu programı desteklemek amacıyla geliştirdiği taslak URM Güçlendirme Teknik Standardı (Seattle İnşaat ve Denetim Departmanı, 2023) ile belirli bina tiplerinde yönetmeliğe dayalı güçlendirme yöntemine Alternatif bir Metodun kullanılmasına izin verilmiştir. Bu metot belirli nitelikleri karşılayan (örneğin, basit kural metodolojileriyle doğrulanmış bir yanal sistem, zayıf kat düzensizliklerinin olmaması, yerinde testlere göre kargir duvarlar ve harç için minimum mukavemet koşulları, vb.) altı veya daha az katlı konut binaları ve diğer kritik işlevi olmayan yapılar için geçerlidir. California Bolts+ Standardını esas alan Alternatif Metotta deprem tehlike seviyelerinin azaltılmasına ve duvar ankrajı, diyafram kesme transferi, düzlem dışı duvar destekleri ve korkuluk destekleri gibi kritik elemanları ele alan daha hedefli iyileştirmelerin kullanılmasına imkan verilmektedir. Güçlendirme her ne kadar spesifik bir performans seviyesine ulaşmasa da **önerilen Alternatif Güçlendirme Metodunun maliyetinin yönetmeliğe dayalı güçlendirme yönteminden 3-4 kat daha ucuz olduğu tahmin edilmektedir** (NDC, 2019).

Seattle'daki donatısız kârgir (URM) binaların pek çoğu tarihi statüde olup koruma değerine sahiptir. Şehirdeki iki tarihi URM binanın depreme karşı güçlendirilmesi ve otele dönüşümü, etkin maliyetli deprem güçlendirmesini ve diğer bina iyileştirmelerini desteklemek için finansmanın ve finansal teşviklerin bir projede katmanlar halinde yaratıcı bir şekilde kullanılabilmesinin yollarını göstermektedir. Bu projelerde düşük gelirli kesim için federal konut vergisi avantajları, federal ve eyalet tarihi koruma vergi avantajları ve kredileri, yeşil bina kredileri, güneş enerjisi kredileri ve Tarihi Eser Geliştirme Potansiyelinin Transferi (örneğin, İmar Hakkı Transferi - İHT) gibi teşvikler birlikte kullanılmıştır. Bu teşviklerin toplamı sayesinde güçlendirme maliyetlerinde, çoğunluğu tarihi koruma vergi avantajlarından ve İHT'den olmak üzere, yaklaşık %40 oranında düşüş elde edilmiştir. İmar Hakkı Transferi, fazla geliştirme kapasitesine sahip binaların (yani mevcut imar durumuna göre ilave genişleme/yükselme imkanı olan binaların) kullanılmayan imar haklarının satılmasına izin veren politikalar anlamına gelmektedir (NDC, 2019). İHT deprem güçlendirmelerini desteklemek için etkin bir yaklaşım olsa da belediye güçlendirmelerin maliyetini karşılamak için İHT'den daha fazla yararlanmanın önündeki engelleri tespit etmiştir ve halen bunlar üzerinde çalışmaktadır. currently working to address.

3.2.10. Mühendislerin Sertifikasyonu (Farklı Ülkeler)

Uluslararası uzmanlar çalıştay sırasında kendi ülkelerindeki mühendislerin sertifikasyonuyla ilgili bilgileri de paylaştı. Mühendislerin bina tasarlamak veya başkalarının bina tasarımlarını değerlendirmek üzere yetkilendirilmek için sahip olmaları gereken nitelikler, sertifikalar ve lisanslar açıklandı. Aşağıdaki özetlerde ülkeler arasında farklı yaklaşımlar gösterilirken özellikle bina tasarımında ve inşaatında kaliteyi ve güvenliği garanti eden yönetmelik yaklaşımlarının tutarlı bir şekilde vurgulandığı görülmektedir.

Meksika:

Mexico City'de (Mexico City, 2024) belgeli olarak çalışabilmek için mühendislik alanında bir üniversite diplomasına sahip olmak şarttır. Aslında üniversiteden mühendis olarak mezun olan herkes bir yapı tasarlayabilir. Ancak, hazırlanan projeler minimumda Müellif Yönetici (DRW) denilen bir başka mühendis ve mimar tarafından kontrol edilmelidir. DRW olabilmek için bir yeterlilik sınavını geçmek ve eyalet lisans kurulundan akreditasyon almak zorunludur. Lisans kurulları genellikle yerel bina veya altyapı müdürlükleri tarafından yönetilir. DRW'ler akreditasyonlarını her beş yılda bir yenilemeli ve zorunlu mesleki gelişim saatlerini tamamladıklarını belgelemelidir. Büyük, karmaşık veya kritik binalar (hastaneler ve okullar gibi) için Yapısal Güvenlik Eş Sorumlusu (CRSS) ünvanlı bir başka profesyonel daha onay sürecine katılmalıdır. CRSS'ler de DRW'lerle aynı kurul tarafından akredite edilmekle birlikte, kapsamı ve derinliği farklı sınavları geçmeleri gerekmektedir. CRSS'ler iki seviyede tanımlanmaktadır: 2. Seviye CRSS'ler karmaşık konfigürasyonlar veya büyük düzensizlikler içeren projelerde görev yapmaktadır. Genellikle zor zemin koşullarının ve/veya derin kazıların söz konusu olduğu bu tür projelerde önemli (kritik) yapılar için yeni malzemeler veya ileri tehlike tahmin metodolojileri ya da analiz teknikleri kullanılmaktadır. Mexico City, mimarın gerekirse mühendislik planlarını ve projelerini imzalayıp DRW ve CRSS'ye sunmasını şart koşmaktadır. DRW ve CRSS yönetmeliklere uyumu kağıt üzerinde incelemekten sorumlu olmasına karşın, uygulamada yargı sistemi bu kişileri her türlü maddi ve can kaybı için sorumlu tutmaktadır. Tüm rehabilitasyon projelerinin büyüklükleri ve kişi kapasiteleri ne olursa olsun bir DRW ve CRSS tarafından gözden geçirilmesi gerekmektedir. Bu raporun tarihi itibarıyla Mexico City için yeni bir İnşaat Standardı Yasası tartışılmaktadır. Yeni yasanın bir amacı inşaat ve altyapı projelerinde rol alan paydaşların niteliklerini ve sorumluluklarını tanımlamaktır. Paydaşların sorumluluklarını çalışmalarına göre dağıtmayı öngören yasayla yüksek etik uygulama standartları oluşturulması amaçlanmaktadır. Yeni yasa uyarınca Amerikan uygulamasına benzer şekilde tasarım profesyonelleri için bir belgelendirme sistemi oluşturulacaktır.

Şili:

Şili'de (Şili, 2018) yapı projelerini imzalamak için sadece İnşaat Mühendisliği diplomasına sahip olmak yeterlidir. Herhangi bir kuruma kayıtlı olmak, mesleki bir belge almak veya sigorta yaptırmak gibi şartlar bulunmamaktadır. Bununla birlikte 4 kattan yüksek binalar ve kullanım amaçlarına göre diğer binalar için yapısal inceleme zorunludur. Yapısal incelemeleri yapabilecek profesyoneller için üç seviye belirlenmiştir. En yüksek standartta inceleme yapacak profesyonellerin karmaşık yapıları tasarlama konusunda uzun süredir çalıştıklarını kanıtlamaları gerektirir (en az 12 yıl deneyim, son 10 yılda 150.000 m2 tasarım ve son 8 yılda 10.000 m^2'den büyük en az beş bina, vb.). Bu profesyoneller belgelerini her altı yılda bir yenilemelidir.

Japonya:

Japonya'da (MLIT, 2024), mimarlar için üç yeterlilik seviyesi bulunmaktadır (not: Japonya'da mimarlık, yapı mühendisliği de dahil binalarla ilgili tüm meslekleri kapsar). Birinci Sınıf Mimar, Japonya'daki mimarlar için en yüksek yeterlilik seviyesidir. Birinci Sınıf Mimarlar, mimari tasarım, inşaat ve proje yönetimi konusunda kapsamlı bilgi, deneyim ve uzmanlığa sahiptir. Büyük ölçekli ve karmaşık binaların tasarımı, inşaat projelerinin yönetimi ve mevzuata uyumun sağlanması dahil, mimari uygulamanın her yönüyle bağımsız olarak ilgilenmeye yetkilidirler. Söz konusu kişilerin yeterliliklerini kanıtlamak için belirli bir eğitim seviyesinde olmaları, sahada uygulama deneyimi kazanmaları ve Arazi, Altyapı, Ulaştırma ve Turizm Bakanlığı (MLIT) tarafından düzenlenen ulusal bir sınavı geçmeleri gerekmektedir. Bu sınavda tasarım ilkeleri, bina teknolojisi, yapı mühendisliği, mimari yasalar ve yönetmelikler, çevresel hususlar ve proje yönetimi dahil mimarlıkla ilgili çeşitli konularda sorular sorulmaktadır. Japonya'da mimarlık belgesini korumak ve yenilemek için genellikle on yılda bir sürekli eğitim ve mesleki gelişim gereklidir.

[1] Amanda Hertzfeld, Mart 2024 çalıştayının katılımcılarından biri olmasa da sağladığı bilgiler, çalıştayda ele alınan konularla ilgili olduğu için bu rapora dahil edilmiştir.

Amerika:

ABD'de belgeli bir Profesyonel Mühendis (P.E.) olmak için (NSPE, 2024; CCR, 2023) akredite bir üniversiteden mühendislik diploması almak, 8 saatlik Temel Mühendislik (Stajyer Mühendis) sınavını geçmek, iki yıl boyunca bir Profesyonel Mühendisin altında çalışmak ve son olarak 8-12 saatlik bir P.E. sınavını geçmek gerekmektedir. Yapı Mühendisliği (S.E.) belgesi için P.E. belgesini aldıktan sonra bir S.E.'nin gözetiminde üç yıl daha iş deneyimi edinmek ve 23+ saatlik bir sınavı geçmek gibi koşullar karşılanmalıdır. Bir P.E. veya S.E. belgesini yenilemeye hak kazanmak için belgeyi düzenleyen eyalete göre sürekli mesleki gelişim kursları düzenli olarak tamamlanmalıdır. Sadece belgeli P.E. veya S.E. mühendisleri mühendislik planlarını ve projelerini hazırlayabilir, imzalayabilir, damgalayabilir ve onay için resmi bir kuruma sunabilir veya kamu ve özel müşteriler için mühendislik çalışmalarını kaşeleyebilir. California'da ve diğer bazı eyaletlerde, okullar ve hastaneler gibi temel tesislerin tasarımı için belgeli bir S.E. olmak şarttır. Birçok federal, eyalet ve belediye kurumunda özellikle daha yüksek seviye ve yetkili görevler olarak kabul edilen belirli pozisyonlara sadece belgeli profesyonel mühendisler alınmaktadır.

4 ÖNERİLER

4.1 Öneriler Çerçevesine Genel Bakış

Mart 2024'te İstanbul'da düzenlenen çalıştayda uluslararası vaka sunumlarından sonra gerçekleştirilen ortak tartışmaların sonucunda İstanbul'daki konut binalarının deprem güvenliğini artırmak için bazıları oldukça geniş kapsamlı, bazıları çok spesifik olmak üzere çeşitli öneriler ortaya çıktı. Bu çalıştay çıktıları ATC-165 DBK tarafından incelendi ve bir öneriler çerçevesi olarak düzenlendi (Şekil 13).

Çerçeve, **İstanbul'da özellikle en yüksek riskli konut binalarının olası bir Marmara Depreminde yıkılmasını önlemek amacıyla zorunlu bir deprem güçlendirme programının kapsamlı bir şekilde uygulanmasını** temel öneri olarak sunmakta (bakınız Bölüm 4.2) ve A, B ve C yollarıyla desteklemektedir.

A, B ve C Yolları, deprem güçlendirme programının başarılı bir şekilde geliştirilmesini ve uygulanmasını kolaylaştırmak için daha geniş elverişli ortamda iyileştirmeler yapılmasını desteklemektedir. Liderliğin ve koordinasyonun iyileştirilmesi (Yol A – Bölüm 4.3), bilinçli ve ilgili bir toplumun eylem talep etmesi (Yol B – Bölüm 4.4) ve yetkin ve sorumlu bir inşaat sektörü (Yol C – Bölüm 4.5) ile İstanbul, zaman içinde şehrin deprem riskini azaltmaya ciddi katkıda bulunabilecek sürdürülebilir bir deprem güçlendirme kampanyası ve programları başlatabilir.

Eylemler, netlik sağlama açısından, farklı yollarla önerilse de birbirleriyle ilişkilidir. Birçok eylem paralel olarak takip edilebilir ve edilmelidir. Örneğin, güçlendirme çözümlerinin daha fazla araştırılması, mevcut çözümler zaten kullanılmakta olduğu için, bir deprem güçlendirme programının başlatılmasını geciktirmemelidir. **Eylemin aciliyeti son derece önemlidir.**

Bu önerilerin koordineli bir eylem planına dönüştürülmesi, bu projenin kapsamı dışında olup kamu, özel sektör ve sivil toplumdan temel paydaşlarla daha derin bir etkileşimi gerektirir. Bu raporun, böyle bir etkileşimi destekleyeceğini, bu eylemlerin daha fazla detaylandırılmasının ve uygulanmasının önünü açacağını umuyoruz.



4.2 Temel Öneri: İstanbul için Konut Binaları Deprem Güçlendirme Programı

İstanbul, "göçmeyi önleme" performans hedefine ulaşmak için, en yüksek riskli konut binalarında zorunlu güçlendirmelere odaklanarak acil bir sismik güçlendirme programı uygulamalıdır. Böyle bir program hem en yüksek riskli binaların hem olası bir Marmara Depreminde yapısal çökmeyi önlemek için, basitleştirilmiş güçlendirme çözümleriyle, kısa bir zaman diliminde gerçekçi bir şekilde güçlendirilebilecek belirli model binaların güçlendirilmesine öncelik vermelidir. Bu program, ayrıca, daha küçük depremlerde gereken müdahale ve kurtarma süresini de ciddi ölçüde iyileştirecektir.

Program, mevcut Kentsel Dönüşüm Yasası uygulamalarıyla paralel olarak veya bağımsız bir kampanya olarak yürütülebilir. Kentsel Dönüşüm Yasası şimdiye dek öncelikli olarak yüksek riskli binaların güçlendirilmesi yerine yeniden inşa edilmesine odaklanmıştır. Ancak, program kapsamındaki binaların yeniden inşa edilme hızı son yıllarda beklentilerin gerisinde kalmıştır. Mevcut yönetmeliğin gerekliliklerinden daha düşük deprem performans standartlarına izin verilmesi durumunda, Kentsel Dönüşüm Yasası aracılığıyla sağlanan mevcut kamu finansmanı en yüksek riskli konut binalarının güçlendirme maliyetinin çoğunu, hatta tamamını karşılamak için kullanılabilir.

Göçmeyi önleme performans standardını hedefleyen basitleştirilmiş güçlendirme projelerinin yanı sıra bina sakinlerinin rahatsızlığını minimuma indiren harici ve daha az müdahaleci çözümler de, yakın gelecekte, inşaat ve emlak yatırım firmaları dahil özel şirketler tarafından pilot olarak denenebilir. Ayrıca, güçlendirme çözümlerinin uygulanabilirliği konusunda toplumda daha fazla güven yaratmak için bu yeni yaklaşımların denenmesi teşvik edilebilir.

4.3 Yol A: Liderliği ve koordinasyonu destekleyen öneriler

YOL A

KAMU VE ÖZEL SEKTÖR LİDERLİĞİNİ VE KOORDİNASYONUNU İYİLEŞTİREREK DEPREM RİSKLERİNİ AZALTMA.

ATC-165 DBK, hem ülke hem belediyeler düzeyinde deprem güvenliği konusunda yeterli ölçüde sürdürülebilir ve koordineli liderliğin olmamasını, İstanbul'da sismik riski azaltma çabalarının önündeki temel engellerden biri olarak tespit etmiştir. Bir yandan çeşitli çalışmalar ve girişimler devam ederken bunların iyi koordine edilmemiş olması dikkat çekmektedir. Bu çalışmaların pek çoğu politika ve yönetmeliklerdeki engeller nedeniyle ölçek ve etki açısından oldukça sınırlı kalmaktadır. Akademisyenlerin ve sivil toplum üyelerinin özel çabalarının da bu girişimleri desteklemek, hükümete önerilerde bulunmaya ve nihayetinde eylemi başlatmaya yardımcı olabilecek görüş birliğine varmak ve uyumlu mesajlar oluşturmak için gereken koordinasyon ve mekanizmalardan yoksun olduğu görülmektedir. Bu yolun amacı: iki dizi eylemle söz konusu engelleri ele almak, kamu ve özel sektörün liderliğini ve koordinasyonunu iyileştirerek sismik riski daha başarılı bir şekilde azaltmaktır:

YOL A1

ÇIKTI:

Ulusal ve yerel düzeyde koordine edilen kamu sektörü, politika ve mevzuat değişiklikleriyle konutların deprem güçlendirmelerini kolaylaştırır ve teşvik eder.

ÖNERİLEN EYLEMLER:

1 — İstanbul için kısa ve uzun vadeli hedefler içeren bir **deprem başedebilirlik planı** oluşturulmalı, kısa vadede en yüksek riskli konut binaları göçmeyi önleme performans hedefi ile güçlendirilmeli, uzun vade için, plana, toplumsal başedebilirliği artırma ve normale dönme hedefleri dahil edilmelidir (bakınız Bölüm 3.2.8, San Francisco). Plan:

a. Bina envanteri ve risk verilerini kullanarak müdahaleleri önceliklendirmelidir (A.2 ve B.1 Yollarında önerilen eylemlerle koordinasyon içinde).
b. Alternatif güçlendirme metotlarını araştırmak ve farklı bina modelleri için güçlendirme ile yeniden inşa etme arasındaki "denge" noktasını belirlemek amacıyla **maliyet-fayda analizini** kullanmalıdır (bakınız Bölüm 3.2.9, Seattle).
c. Seçeneklerin maliyet-fayda değerlendirmesine fiziksel maliyetlerin yanı sıra **sosyal maliyetler** (örneğin, uygulama süresi ve dolayısıyla konut sakininin taşınmak zorunda kalması gibi) dahil etmelidir.
d. Uygulama için **finansman ihtiyaçlarını belirlemelidir.**
e. Güçlendirme sürecinde konut sakinlerinin taşınması gerekiyorsa **geçici konut** (6-12 ay) ihtiyaçlarını tespit etmelidir.

Başlangıçta güçlendirilmesi mümkün olan en yüksek riskli binalar hedeflenirken **afet dayanıklılık hedefleri açısından kritik binaların ve altyapının güçlendirilmesine de öncelik verilmesi** düşünülmelidir (örneğin bir göçme durumunda acil yollara erişimi engelleyecek binalar).

2 — Deprem güçlendirme rehberliğinin geliştirilmesine öncülük edecek, Kentsel Dönüşüm Yasası doğrultusunda güçlendirme kampanyalarının ve programlarının gözetimini üstlenecek, toplumsal farkındalığı ve savunuculuğu destekleyecek bir **Deprem Danışma Kurulu oluşturulmalı ve yetkilendirilmelidir** (bakınız Bölüm 3.2.1, Meksika).

3 — Mevcut yüksek riskli binaların **güçlendirmeleri için yeterli ve uygulanabilir bir performans standardına** izin vermek amacıyla ulusal bina yönetmeliklerinde değişiklikler yapılması sağlanmalıdır (örneğin, olası bir Marmara Depremi senaryosundan kaynaklanacak medyan deprem yer hareketi etkisi altında göçmenin önlenmesi performansı) [bakınız Bölüm 3.2.7 ve 3.2.9, ASCE 41 ve Seattle, ve Bölüm 3.2.1, Meksika].

4 — Güçlendirmeler için teknik koşulları, sübvansiyonları ve finansal teşvikleri kapsayan **şehre-özel bir yasa** çıkarılmalıdır. Güçlendirmelerin program aracılığıyla uygulanmasının önündeki engelleri ele almak için yürürlükteki Kentsel Dönüşüm Yasasında düzenlemeler yapılması da düşünülmelidir (örneğin ev sahiplerinin onayıyla yapılacak güçlendirmeler için gerekli mutabakat oranı, yeniden inşaat kararı için gerekenden daha yüksektir; ayrıca, yapının mimari ve fonksiyonel özellikleriyle ilgili politikalar güçlendirme çözümlerini kısıtlayabilir) (bakınız Bölüm 3.2.1 Meksika).

5 — Proje üzerinde incelemeler ve yerinde denetimler dahil politika değişiklikleri ve bütçe kararları sayesinde **geliştirilmiş bina yönetmeliklerinin uygulanması** sağlanmalıdır (C.1 Yolunda önerilen eylemlerle koordinasyon içinde. Ayrıca bakınız Bölüm 3.2.3 Şili).

6 — Potansiyel **finansman çözümleri** tespit edilmelidir:

a. Güçlendirmeler için **hükümet hibeleri, krediler veya diğer finansal teşvikler** (örneğin, sübvansiyonlar, emlak veya gelir vergisi indirimleri) sağlanmalıdır. Bu tür finansman seçenekleri, PERA Deprem Güvenlik Oranındaki (DGO) değişikliklere bağlı olmalıdır. Kentsel Dönüşüm Yasası kapsamında ev sahiplerine sunulan mevcut hibe miktarlarının limitleri içinde daha düşük performans standartlarına sahip daha ekonomik güçlendirme çözümleri geliştirilirse, ilave finansmana gerek kalmayabilir. (bakınız Bölüm 3.2.1, Meksika, Bölüm 3.2.2, İtalya, Bölüm 3.2.9, Seattle).
b. Yatırım, hükümetin, binaları bir depremden önce güçlendirme maliyetinin, deprem sonrasında üstlenmek zorunda kalacağı yeniden inşa etme maliyetlerinin çok küçük bir oranı olacağını göstermek için, **maliyet-fayda** analiziyle gerekçelendirilmelidir (bakınız Bölüm 3.2.2, İtalya). Benzer bir çalışma ile deprem sonrası olası yeniden yapılaşma maliyetleri tahmin edilmiş, deprem öncesi güçlendirmelerinin önemi getireceği ekonomik fayda ve önlenebilecek tahmini can kaybı sayıları ile gösterilmiştir (Aydoğdu, 2024).
c. Güçlendirmeler ev sahipleri için **zorunlu deprem sigortasıyla** ilişkilendirilmelidir (bakınız Bölüm 3.2.2, İtalya).
d. Özel sektör güçlendirmeleri için, **imar hakkı transferi** dahil, diğer finansal teşvikler dikkate alınmalıdır (bakınız Bölüm 3.2.9, Seattle).
e. Entegre sismik + enerji verimliliği güçlendirmelerinin yanı sıra riskleri azaltmayı ve iklim krizini hafifletmeyi (yani karbon ayak izinin azaltılmasını) aynı anda destekleyebilecek **yeşil bina veya iklim fonları** tespit edilmelidir (bakınız Bölüm 3.2.9, Seattle).

YOL A

KAMU VE ÖZEL SEKTÖR LİDERLİĞİNİ VE KOORDİNASYONUNU İYİLEŞTİREREK DEPREM RİSKLERİNİ AZALTMA.

ATC-165 DBK, hem ülke hem belediyeler düzeyinde deprem güvenliği konusunda yeterli ölçüde sürdürülebilir ve koordineli liderliğin olmamasını, İstanbul'da sismik riski azaltma çabalarının önündeki temel engellerden biri olarak tespit etmiştir. Bir yandan çeşitli çalışmalar ve girişimler devam ederken bunların iyi koordine edilmemiş olması dikkat çekmektedir. Bu çalışmaların pek çoğu politika ve yönetmeliklerdeki engeller nedeniyle ölçek ve etki açısından oldukça sınırlı kalmaktadır. Akademisyenlerin ve sivil toplum üyelerinin özel çabalarının da bu girişimleri desteklemek, hükümete önerilerde bulunmaya ve nihayetinde eylemi başlatmaya yardımcı olabilecek görüş birliğine varmak ve uyumlu mesajlar oluşturmak için gereken koordinasyon ve mekanizmalardan yoksun olduğu görülmektedir. Bu yolun amacı: iki dizi eylemle söz konusu engelleri ele almak, kamu ve özel sektörün liderliğini ve koordinasyonunu iyileştirerek sismik riski daha başarılı bir şekilde azaltmaktır:

YOL A2

ÇIKTI:

Sivil toplum ve akademisyenler bilgi paylaşır, görüş birliğine dayalı pratik güçlendirme çözümleri geliştirir ve deprem risklerini azaltmayı koordineli bir şekilde savunur.

ÖNERİLEN EYLEMLER:

1 — **Deprem Danışma Kuruluna** (bakınız A.1) Türkiye'nin en saygın mühendislik kurumlarından üyeler seçilerek, akademisyen ve uygulayıcıların özel iş birlikleri geliştirilmeli ve kamu sektörüne deprem güçlendirmeleri için teknik yaklaşımlar konusunda rehberlik edecek güvenilir, bütünleşik bir mesaj oluşturmalıdır (bakınız Bölüm 3.2.1, Meksika, ve Bölüm 3.2.7, A.B.D.).

2 — Risk değerlendirmelerini ve güçlendirme çözümlerinin geliştirilmesini desteklemek için **mevcut verileri içeren bir takas odası** oluşturulmalı, geçmiş ve mevcut projelerden ve araştırmalardan elde edilen veriler ve öğrenilenler Çıktı A.1'de belirtilen eylemlerdeki deprem dayanıklılık planı önceliklendirme çalışmalarına dahil edilmelidir.

3 — Deprem Danışma Kurulunun liderliğinde **görüş birliğine dayalı teknik standartlar geliştirilmelidir.** Burada amaç "çok yüksek riskli" mevcut binaların yaygın arketipleri için uygulanabilir (basit, verimli, düşük müdahaleli ve finansal açıdan uygulanabilir) sismik güçlendirme çözümleri olmalı, belirleyici bir Marmara deprem senaryosunda yıkılmayı önleme performansı hedeflenmelidir (bakınız Bölüm 3.2.7, A.B.D. ve Bölüm 3.2.1, Meksika).

a. Basitleştirilmiş analiz metotları ve **kuralcı tasarım kuralları** (yerdeğiştirme limitleri, minimum perde duvar alanları, problemlerin giderilmesi ve kapasite tasarımı yaklaşımları) kullanılmalıdır. Yakında yayınlanacak olan ve yeni binalar için bu tür basit, kuralcı gereksinimleri belirleyen teknik tebliğ olası basitleştirilmiş güçlendirme standartları için bir model işlevi görebilir (bakınız Bölüm 3.2.1, Meksika, Bölüm 3.2.3, Şili, Bölüm 3.2.7, ASCE 41 ve Bölüm 3.2.9, Seattle).

b. **Kritik problemleri ele almaya** odaklanılmalıdır (örneğin yumuşak katlar, kısa kolonlar gibi).

c. Harici ve/veya daha az müdahaleci seçenekler dahil olmak üzere **hızlı çözümler önceliklendirilmelidir,** bu sayede konut sakinlerinin hayatları minimum düzeyde bozulacak ve taşınmaları gerekirse kolaylık sağlanacaktır. Örneğin, 2000 yılından önce inşa edilmiş 4-5 katlı bir betonarme binanın PERA Deprem Güvenlik Oranını iki sınıf iyileştirmek söz konusu olabilir. Bunun için yıkılmanın genellikle başladığı zayıf/yumuşak ilk katta kolonlar dışarıdan sarılarak esas eksiklik (gevrek yıkılmaya yol açan enine donatıların eksikliği) giderilebilir (bakınız Bölüm 3.2.4, Japonya, Bölüm 3.2.9, Seattle).

d. **Aralarında yeterli deprem derzi bırakılmamış bitişik nizam binalardan** oluşan bir bloka uygulanabilecek çözümler geliştirilmelidir.

e. **Deprem yalıtımı ve sönümleyici** çözümlerinin uygulanabileceği durumlar tespit edilmelidir.

f. **Enerji verimliliği iyileştirmelerini** güçlendirmelere entegre etme fırsatları (örneğin, yalıtımlı dış perde duvar panelleri) değerlendirilmelidir.

4 — Mevcut konut binalarının deprem güçlendirmesi konusunda toplumda farkındalık ve ilgi yaratmak için Depem Danışma Kurulunun yönlendirmesiyle **bilgilendirme ve savunuculuk** faaliyetlerinde bulunulmalıdır (bakınız Bölüm 3.2.8, San Francisco).

4.4 Yol B: Toplumun Acil Eylem Talebini Destekleyen Öneriler

YOL B

TOPLUMUN DEPREM RİSKİNİ AZALTMA TALEBİNİ RİSKİ DAHA İYİ ANLAŞILACAK ŞEKİLDE ANLATARAK ARTIRMA.

2023 yılında Türkiye'nin güneydoğusunda meydana gelen depremler İstanbul'un deprem riski konusunda kamuoyunun farkındalığını bir ölçüde yeniden uyandırmıştır. Ancak bu artan farkındalık, mevcut binaların deprem güvenliğini artırmak için acil eylem talebine yeterince yansımamıştır. Çalıştayda bu kopukluğa ilişkin bazı açıklamalar ele alınmıştır: 1) konut sahipleri ve sakinleri arasında binalarının yüksek kırılganlığı nedeniyle ciddi yaralanma veya ölüm riskleri konusunda bilgi eksikliği; 2) mevcut binaların deprem güvenliğini artırmak için yaygın olarak uygulanan, tanınan ve güvenilir teknik güçlendirme çözümleri bulunduğunun farkında olmama; 3) deprem güçlendirmelerin pratik olmadığı, çok pahalı olduğu veya başka nedenlerle uygulanamaz olduğu izlenimi; 4) hükümetin sık politika değişiklikleri ve tutarsız teşvik programları nedeniyle risk azaltma konusundaki erken eylemlerden vazgeçilmesi; 5) hiçbir şey yapılamayacağına dair kaderci bir görüş. İki dizi eylemin önerildiği bu yolla şunlar amaçlanmaktadır: mevcut ve yeni verilerden yararlanarak toplumun deprem riskini anlamasını sağlamak ve eylem talebi oluşturmak; bu sayede koordineli risk değerlendirmelerini ve uygulanabilir güçlendirme çözümlerinin geliştirilmesini desteklemek; veri destekli yaklaşımlar ve toplumsal katılım yoluyla, deprem güçlendirmelerine yönelik öncelikler konusunda görüş birliği oluşturmak.

YOL B1

ÇIKTI: Mevcut bina envanterinin deprem riskleri anlaşılır ve konut binalarında göçmeyi önleme performansını hedefleyen bir deprem güçlendirme programına yönelik bir önceliklendirme yaklaşımı konusunda görüş birliğine varılır.

ÖNERİLEN EYLEMLER:

1. Mevcut konut binalarının **basit ve hızlı görsel değerlendirmesi** için görüş birliğine dayalı **kılavuzlar** geliştirilmeli, ölçek ve verimlilik için Yapay Zeka (AI) ve uzaktan algılama teknolojilerini kullanma fırsatları dikkate alınmalıdır (bakınız Bölüm 3.2.5, FEMA P-154). İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından son yıllarda kullanılan PERA sismik risk derecelendirme metodolojisi, doğrulama ve iyileştirme sürecinden geçmiştir. Önde gelen Türk deprem uzmanlarının da desteklediği bu metodoloji İstanbul'da daha geniş ölçekte kullanılmaya ve ülke çapında uygulamaya uygundur.

2. **Mevcut binaların kapsamlı ve tutarlı bir envanteri** oluşturulmalıdır. Böyle bir **bina envanteri** hedefli önlemlerle (örneğin, inşaat yılı ve/veya yumuşak katlar, kısa kolonlar gibi problemler hedeflenerek) uygulanabilir şekilde güçlendirilebilecek **en yüksek riskli model binaları belirlemek için kullanılmalıdır.** Böylece A.1 Yolunda önerilen deprem başedebilirlik planı kapsamında güçlendirme önlemlerinin önceliklendirilmesine de katkıda bulunulacaktır. İstanbul Büyükşehir Belediyesi halen PERA metodolojisini kullanarak böyle bir envanter oluşturma sürecindedir. Bununla birlikte sınırlı sayıda mühendis olması nedeniyle kısıtlı bir erişime sahiptir. Uygulamada çalışan mühendislerin yeterince eğitimli olmaması da verilerde tutarsızlıklara yol açmıştır. Kapsamlı ve güvenilir bir bina veri tabanının oluşturulmasını desteklemek için daha fazla uygulama mühendisini eğitmeye ve eğitimlerini iyileştirmeye öncelik verilmelidir.

YOL B2

ÇIKTI: Toplumun konut güçlendirmeleri konusundaki acil eylem talebi, halkta farkındalık yaratarak ve savunuculuk kampanyaları yürütülerek artırılır.

ÖNERİLEN EYLEMLER:

1. İstanbul'un deprem riski konusunda eğitim ve farkındalığı desteklemek için kamu yetkilileri, özel sektör ve ana akım medyayla yaygın olarak paylaşılacak **savunuculuk mesajları** geliştirilmelidir.

2. **Toplum, güçlendirme çözümlerine i**lişkin endişelerini ve bunları destekleme konusundaki isteksizliklerini gidermek için, **eğitilmelidir**. Bu kapsamda ülkemizden ve dünyadan deprem güçlendirmesi uygulanmış binaların gösterilmesi gibi çözümler de kullanılabilir.

3. Mevcut bir binanın, Kentsel Dönüşüm Yasası kapsamında ev sahiplerine sağlanan devlet hibelerinin bütçesi dahilinde, güçlendirilmesinin mümkün olduğunu gösteren **etkileyici görseller ve maliyet tahminleri** geliştirilmelidir.

4. Soruna dikkat çekmek ve çözümlere yönelik iyimserliği artırmak amacıyla, İstanbul için **konut güçlendirme çözümlerinin değerlendirileceği uluslararası bir tasarım yarışması** başlatılabilir.

5. Konut binaları için deprem güvenlik iyileştirmelerini teşvik etmek amacıyla **mal sahiplerinin** ve **vatandaşların tabandan gelen çabaları ile ilgili** örnekler vurgulanmalıdır.

4.5 Yol C: Deprem Riskini Azaltma Kapasitesini Destekleyen Öneriler

YOL C

KAMU VE ÖZEL SEKTÖRÜN DEPREM RİSKİNİ AZALTMA VE YENİ RİSKLERİ ÖNLEME KAPASİTESİNİ GELİŞTİRME.

İstanbul'un deprem riski iyi anlaşılsa ve sismik güçlendirme programını ilerletmek için gereken toplumsal talep, liderlik ve kurumsal koordinasyon bulunsa dahi, böyle bir programın başarısı kısmen çalışmaları yürüten kamu ve özel sektör profesyonellerinin kapasitesine bağlı olacaktır. Ayrıca, şehrin yapı stokunun zaman içinde daha kırılgan hale gelmemesi için gereken kalite kontrollerinin yetersizliği, İstanbul'daki olası bir deprem güçlendirme programının yaratacağı net risk azalmasının önemsiz bir düzeyde kalmasına sebep olacaktır. Dolayısıyla bu yol, son on yılda ISMEP programı kapsamında sektörde hayata geçirilen iyileştirmeleri ileriye taşıyarak hem yeni binaların inşasında hem güçlendirmelerinde daha tutarlı, güvenilir ve güvenli uygulamalar yürütülmesine odaklanmaktadır. Bu yol ayrıca mevcut binalara yeni katlar eklenmesi, duvarların veya kolonların kaldırılması gibi kural dışı işlemlerle yapılı çevrenin daha riskli hale getirilmesini önleyecek eylemler de önermektedir. Son olarak, bu yolda bina tasarımı, inşaatı ve güçlendirmesi alanında çalışan mühendisler ve müteahhitler için eğitimler ve yeterliliklerinin iyileştirilmesi de tavsiye edilmektedir.

YOL C1

ÇIKTI: İmar mevzuatının yeni binalara ve mevcut binalardaki tadilatlara uygulanması kamu ve özel sektör mekanizmaları aracılığıyla iyileştirilir.

ÖNERİLEN EYLEMLER:

1 Bina inşaatlarına yönelik **yasal yaptırım mekanizmaları** iyileştirilmelidir:

a. Bağımsız denetim şirketlerinin devlet tarafından daha iyi teftiş edilmesi de dahil olmak üzere, inşaat sırasında saha denetimini iyileştirmek için daha fazla kaynak tahsis edilmelidir.
b. Bina denetçileri, güçlendirmeler de dahil olmak üzere, inşaat kalitesi konusunda eğitilmelidir.
c. Tamamlanan binalar, Yapay Zeka (AI) ve uzaktan algılama teknolojileri kullanılarak, inşaat sonrası yapılan değişiklikler açısından izlenmelidir.

YOL C2

ÇIKTI: Yapı profesyonelleri belgelidir, sigortalıdır ve yasal olarak daha yüksek özen standartlarına tabidir.

ÖNERİLEN EYLEMLER:

1 Türkiye'de hem yeni inşaat hem güçlendirme projelerinde görev yapacak inşaat mühendisleri için **profesyonel mühendislik belgesi** zorunlu olmalıdır (bakınız Bölüm 3.2.10).

2 Bina profesyonellerinin yanı sıra gayrimenkul sektörünün (örneğin, ilk satıcı sorumluluğu) mesuliyeti artırılmalıdır (bakınız Bölüm 3.2.3, Şili). **Mesleki mesuliyet sigortası** zorunlu hale getirilmelidir.

3 Nitelikli müteahhit olmayı daha çekici hale getirmek ve iş alınabilmesi için deprem güçlendirmeleri konusunda özel eğitim almış inşaat şirketlerine ve yapı profesyonellerine özel, **zorunlu olmayan bir sertifika programı** sunulmalıdır.

4 Yeni binalarda ve güçlendirilmiş mevcut binalarda deprem güvenliğini ve başedebilirliği, emlak vergisi ayarlamaları dahil çeşitli avantajlarla ödüllendirmek ve duyurmak için sigorta sektörü, finans kuruluşları ve hükümet tarafından tanınan bir **bina deprem performansı derecelendirme programı** geliştirilmelidir. Programın profesyonel belgelendirmelerle ilişkilendirilmesi de düşünülebilir (bakınız Bölüm 3.2.6, A.B.D. dayanıklılık derecelendirmeleri).

YOL C3

ÇIKTI: Yapı profesyonelleri, deprem güçlendirme ve risk azaltma programının uygulanmasını desteklemek için deprem risklerinin değerlendirilmesi, depreme uygun tasarım ve afetlere hazırlık konularında eğitimler alırlar.

ÖNERİLEN EYLEMLER:

1 Her ölçekteki **inşaat şirketleri ve yapı profesyonelleri** tasarım ve inşaatlardaki **deprem risklerini azaltma ve yaygın güvenlik açıkları** ilkeleri konusunda eğitilmelidir (İnşaat Mühendisleri Odasının, Türkiye Deprem Vakfı'nın ve inşaat sektöründeki diğer derneklerin verdiği eğitimler dahil). Olası hasarlardan kaçınmak için, yapısal olmayan elemanlara ilişkin öneriler de eğitime dahil edilmelidir. Bu eğitim materyalleri A.2 Yolunda belirtilen değişim merkezi aracılığıyla paylaşılabilir.

2 İnşaat şirketleri ve yapı profesyonelleri için tipik binalara uygulanabilen **basitleştirilmiş güçlendirme çözümleri sunan uzman eğitim materyalleri** geliştirilmelidir (C.2 Yolunda belirtilen zorunlu olmayan sertifika programıyla ilişkilendirilebilir).

3 İnşaat şirketleri ve yapı profesyonelleri, PERA metodolojisine göre afet öncesi risk değerlendirmeleri ve **afet sonrası hasar değerlendirmeleri** yürütebilmeleri ve model binalar için oluşturulması gerekli yeni **hasar onarım standartlarına** göre binaların onarım tasarım ve uygulamalarını yapabilmek için eğitilmelidir.

5 SONUÇ

Bu raporda, İstanbul'daki mevcut yüksek riskli konut binalarını, sürdürülebilir ve uzun vadeli olarak depreme karşı güçlendirerek can kayıplarını azaltmak için bir dizi koordineli öneri sunulmaktadır. Öneriler uluslararası deprem uzmanlarının paylaştığı, ilgili uluslararası uygulamaların ve emsallerin incelenmesine ve uyarlanmasına dayalıdır. Bu çalışmaların önemli bir özelliği, gerekli eylemler etrafında teknik bir görüş birliği geliştirme hedefiyle, Türk ve uluslararası deprem uzmanları arasında bir iş birliğinin başlatılması olmuştur.

Bu rapordaki önerilerin kapsamı, hem üst düzey fikirleri ve hem de teknik detayları içerecek şekilde, bilinçli olarak geniş tutulmuştur. Rapor, ayrıca, farklı paydaşların spesifik konseptleri daha derinlemesine detaylandırmasını veya spesifik bileşenlerin uygulamasını sağlayacak şekilde düzenlenmiştir.

Bu raporda sunulan önerilerle kamu sektörü, özel sektör ve sivil toplum dahil, kilit paydaşlarla daha fazla etkileşimin desteklenmesi ve sonuç olarak bu fikirlerin koordineli eylem planlarına ve acil ihtiyaç duyulan sürdürülebilir, yerinde eylemlere dönüştürülmesi amaçlanmaktadır. Nihayetinde:

> **Hiçbir araştırma kendi başına bir hayat kurtarmamış veya bir mülkün hasar görmesini engellememiştir. Araştırmalar, ancak sonuçları ve önerileriyle, gelecekteki afetlerin etkilerini ve sonuçlarını hafifletecek eylemleri tetikleyebildiği ölçüde, etkin olabilir.**
>
> **– ATC-52-2 CAPSS Projesi**

KAYNAKLAR

Al Jazeera, 2024, Photos: Turks left homeless by earthquake stuck in container cities, February 6, 2024.
ASCE, 2023, Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings (ASCE/SEI 41-23), American Society of Civil Engineers, https://doi.org/10.1061/9780784416112

Aydogdu, H.H., 2024, “Strategies for seismic risk mitigation by considering economic criteria on a regional basis”, PhD thesis submitted to Istanbul Technical University, Thesis No: 854199, 2024.

Aydogdu, H.H., C. Demir, T. Kahraman,and A. Ilki, 2023, “Evaluation of rapid seismic safety assessment methods on a substandard reinforced concrete building stock in Istanbul,” Structures, 56, Article 104962. https://doi.org/10.1016/j.istruc.2023.104962

CCR, 2023, Board Rules and Regulations Relating to the Practices of Professional Engineering and Professional Land Surveying, California Code of Regulations, Title 16, Division 5.

Bonelli, P., Bonilla, K., and Boroschek, R., 2017, Assessment of Ground Motion and Correlation With Damage in Buildings , 2010 Chile Earthquake. 1–11.

Boroschek, R. L., and Yáñez, F. V., 2000, “Experimental verification of basic analytical assumptions used in the analysis of structural wall buildings,” Engineering Structures, Vol. 22 No. 6. https://doi.org/10.1016/S0141-0296(99)00007-3

Boroschek, R., and Retamales, R., 2016, “Chile Resiliency : a Review of the Housing and Health Sectors” in G. Cimellaro, G., Caverzan, A., Tsionis, G. and Solomos (Ed.), 1st International Workshop on Resilience (Issue 113, p. 4), Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2760/863591

Calderon, J., 2007, Reappraisal of Structural typologies used in reinforced concrete buildings in Chile, University of Chile.

Cetin, K.O., Bray, J., Frost, J.D., Hortacsu, A., Miranda, E., Moss, R.E., and Stewart, J., 2023, February 6, 2023 Türkiye Earthquakes: Report on Geoscience and Engineering Impacts, prepared by the Earthquake Engineering Research Institute (EERI) LFE Program and GEER Association, doi:10.18118/G6PM34

Chile, 2018, Guia de Inscripcion, Registro Nacional de Revisores de Proyectos de Calculo Estructural, Ley No. 20.703/2013, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, November 2018

City and County of San Francisco, 2011, CAPSS Earthquake Safety Implementation Program Workplan 2012-2042, Community Action Plan for Seismic Safety (CAPSS), September 2011

ENEA, 2023, Dati Super Ecobonus 110%, Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l’Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile, August 2023. Available at efficienzaenergetica.enea.it/component/jdownloads/?task=download.send&id=584&catid=40&Itemid=584, last accessed June 2024.

FEMA, 2015, Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook, Third Edition (FEMA P-154), prepared by the Applied Technology Council for Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C.

Government of Türkiye, 2018, Türkiye Bina Deprem Yonetmeligi
IBB, 2003, Earthquake Master Plan for Istanbul, prepared by Boğaziçi University, Istanbul Technical University, Middle East Technical University, Yildiz Technical University for Istanbul Metropolitan Municipality (IBB).

IBB, 2019, İstanbul İli Olası Deprem Kayıp Tahminlerinin Güncellenmesi Projesi, prepared by Boğaziçi University, Kandilli Observatory and Earthquake Research Instıtute for İstanbul Metropolitan Municipality (IBB).

Mexico City, 2024, El instituto para la seguridad de las construcciones en la ciudad de Mexico, Gobierno de la ciudad de Mexico. Available at Directores Responsables de Obra y Corresponsables (cdmx.gob.mx), last accessed June 2024.

Lagos, R., Lafontaine, M., Bonelli, P., Boroschek, R., Guendelman, T., Massone, L. M., Saragoni, R., Rojas, F., and Yañez, F., 2020, “The quest for resilience—The Chilean practice of seismic design for reinforced concrete buildings,” Earthquake Spectra, Volume 37, No. 1. https://doi.org/10.1177/8755293020970978

MLIT, 2024, Website for the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Government of Japan. Available at https://www.mlit.go.jp/en/ , last accessed June 2024.

Parsons, T., 2004, “Recalculated probability of M ≥ 7 earthquakes beneath the Sea of Marmara, Turkey,” J. Geophys. Res., 109, B05304, doi:10.1029/2003JB002667.

Ministry of Strategy Budget, 2023, 2023 Kahramanmaras ve Hatay Depremleri Raporu, Turkiye Cumhuriyeti Cumhurbaskanligi Strateji ve Butce Baskanligi.

Murru, M., A. Akinci, G. Falcone, S. Pucci, R. Console, and T. Parsons, 2016, “M ≥ 7 earthquake rupture forecast and timedependent probability for the sea of Marmara region,” Turkey, J. Geophys. Res. Solid Earth, 121, 2679–2707, doi:10.1002/2015JB012595.

NDC, 2019, Funding URM Retrofits: Report to City of Seattle from National Development Council, May 2019. Available at FundingURMRetrofits.pdf (seattle.gov), last accessed June 2024.

NSPE, 2014, Website for the National Society of Professional Engineers. Available at https://www.nspe.org/, last accessed June 2024.

Okal, E. A., 2005, “A re-evaluation of the great Aleutian and Chilean earthquakes of 1906 August 17,” Geophysical Journal International, Vol. 16, No. 1, pp. 268-282. https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2005.02582.x

Seattle Department of Construction and Inspections, 2023, URM Retrofit Technical Standard (DRAFT). Available at URMDraftRetrofitTechnicalStandard.pdf (seattle.gov), last accessed June 2024.

SPUR, 2012, Safe Enough to Stay, SPUR Report 01/2012. Available at https://www.spur.org/sites/default/files/2013-09/SPUR_Safe_Enough_to_Stay.pdf, last accessed June 2024.

University of California, 2020, Seismic Performance Ratings Update: Frequently Asked Questions. Available at https://www.ucop.edu/capital-resources-management/seismic-safety-program/seismic-performance-ratings-update-frequently-asked-questions.pdf, last accessed June 2024.

USRC, 2019, Implementation Manual: USRC Building Rating System for Earthquake Hazards, U.S. Resiliency Council, September 2015, updated January 2019.

Wallace, J. W., Massone, L. M., Bonelli, P., Dragovich, J., Lagos, R., Lüders, C., and Moehle, J., 2012, “Damage and implications for seismic design of RC structural wall buildings,” Earthquake Spectra, Vol. 28, Supplement 1. https://doi.org/10.1193/1.4000047

EK A-KATILIMCI LİSTESİ

ATC-165 Bilim Kurulu

Sergio Alcocer	Meksika Ulusal Özerk Üniversitesi, UNAM, Mexico City, Meksika
Ruben Boroschek	Şili Üniversitesi, Santiago, Şili
Michele Calvi	Üniversite Yüksek Araştırmalar Enstitüsü, IUSS, Pavia, İtalya
Mustafa Erdik	Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul
Tülin Hadi	Tece Mimarlik, İstanbul
Ayşe Hortaçsu	Uygulamalı Teknoloji Konseyi (Applied Technology Council)
Alper İlki	İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye Deprem Vakfı
Afshar Jalalian	Rutherford + Chekene, San Francisco, California, ABD
Susumu Kono	Tokyo Teknoloji Enstitüsü Yenilikçi Araştırma Enstitüsü, Japonya
Berrak Kutsoy	ESAS Holding, İstanbul
Rebecca Laberenne	Yapılı Çevre Dayanıklılığı Danışmanı, New York, New York, ABD
Chris Poland	Danışman Mühendis, Canyon Lake, California, ABD
Çağatay Özdoğru	ESAS Holding, İstanbul
Ömer Ülker	Ülker Mühendislik, İstanbul
Ufuk Yazgan	İstanbul Teknik Üniversitesi

Çalıştay Katılımcıları

Sinan Akkar	Doğal Afetler Sigortası Kurumu (DASK), İstanbul
Nurdan Apaydın	İstanbul Üniversitesi
Musa Alphan Bahar	Doğal Afetler Sigortası Kurumu (DASK), İstanbul
İsmail Çakal	Kentsel Yenileme Merkezi (KEYM)
Mehmet Çelebi	ABD Jeoloji Araştırmaları Kurumu (USGS), Menlo Park, California, ABD
Altuğ Erberik	Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara
Emre Ilıcalı	Altensis, İstanbul
Erdem Karabostan	T-rupt Teknoloji, Istanbul
Saygın Kavaz	İstanbul Proje Koordinasyon Birimi (İPKB), İstanbul
Güney Özcebe	TED Universitesi, Ankara
Evan Reis	ABD Başedebilirlik Konseyi (U.S. Resiliency Council)
Haluk Sucuoğlu	Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara
Bahadır Şadan	Deprem Güçlendirme Derneği (DEGÜDER), İstanbul
Tuğkan Tanır	Dünya Bankası, Ankara
Erdal Turgut	Doğal Afetler Sigortası Kurumu (DASK), İstanbul
Cüneyt Tüzün	Deprem İzolasyon Derneği (DİD), İstanbul
Yunus Uçar	İstanbul Proje Koordinasyon Birimi (İPKB), İstanbul
Cem Yılmaz	Kentsel Yenileme Merkezi (KEYM)

EK B-ÇALIŞTAY GÜNDEMİ

İstanbul'daki Konut Binalarının Deprem Riskinin Azaltılması | **Swissotel İstanbul**
Applied Technology Council tarafından düzenlenen çalıştay | 12-13 Mart, 2024

Çalıştayın Amacı:

Birlikte, diğer ülkelerde başarıyla uygulanmış deprem riskini azaltma için olası uygulanabilir çözümleri belirleyeceğiz ve bu çözümleri İstanbul'daki konut binalarının depremden güvenliğini ve dayanıklılığını iyileştirmek için daha fazla araştırma için önerilen yollara uyarlamaya ve bağlamaya başlayacağız.

Nihai hedefimiz, İstanbul'da Deprem Güçlendirme Programı oluturulmasına yönelik yenilikçi çözümlerin geliştirilmesine katkıda bulunmaktır.

ÇALIŞTAY TAKVİMİ –1. GÜN 12 Mart Salı 2024	
9:00 – 9:30	Açılış Konuşmaları • Giriş (Özdoğru) • Çalıştay Özeti (Hortaçsu)
9:30 – 10:30	Bağlamı Anlamak – Boşluklar, Engeller, Fırsatlar • Giriş (Erdik) • Mevcut Girişimler: İPKB • Mevcut Girişimler: KEYM • Mevcut Girişimler: DASK • Sorular
10:30 – 10:45	Kahve Molası
10:45 – 12:00	Learning from International Experience Part 1 • Uluslararası vaka çalışması: Meksika (Alcocer) • Uluslararası vaka çalışması: Şili (Boroschek) • Sorular
12:00 – 13:00	Öğle Yemeği
13:00 – 14:15	Küçük grup tartışmaları 1. Bölüm
14:15 – 14:30	Kahve Molası
14:30 – 15:45	Uluslararası Deneyimler 2. Bölüm • Uluslararası vaka çalışması: İtalya (Calvi) • Uluslararası vaka çalışması: Japonya (Kono) • Sorular
15:45 – 16:45	Küçük grup tartışmaları 1. Bölüm
16:45 – 17:00	Günün Özeti (Hortaçsu)
17:00	Gün Sonu

ÇALIŞTAY TAKVİMİ –2. GÜN 13 Mart Çarşamba 2024	
9:00 – 9:30	Açılış Konuşmaları • Giriş (Erdik) • 1. Gün Özeti (Hortaçsu)
9:30 – 10:45	Uluslararası Deneyimler 3. Bölüm • Uluslararası vaka çalışması: A.B.D. (Poland, Jalalian, Reis, Hortaçsu) • Sorular
10:45 – 11:00	Kahve Molası
11:00 – 12:00	Küçük grup tartışmaları 3. Bölüm
12:00 – 13:00	Öğle Yemeği
13:00 – 14:00	Sismik riskin azaltılmasını desteklemek için Bina Yönetmeliklerinin iyileştirilmesi • Bina düzenleme reformunun küresel örnekleri (Laberenne) • Panel tartışması (Alcocer, Boroschek, Calvi) • Sorular
14:00 – 14:20	Yüksek Öncelikli Önerileri Belirleme • Grup etkinliği ve oylama
14:20 – 14:35	Kahve Molası
14:35 – 15:30	Yüksek Öncelikli Önerileri Belirleme
15:30 – 15:45	Çalıştay Özeti
15:45	Gün sonu



esas.com.tr | ATCouncil.org