ANKARA ÜNİVERSİTESİ

SİYASAL BİLGİLER FAKÜLTESİ

21. YÜZYIL İÇİN PLÂNLAMA KONFERANSLARI

KONUŞMACI : İNŞ. Y. MÜH. ALKUT AYTUN

ÜLKEMİZDE DEPREM RİSKİNİ ALGILAMA VE KARŞI EYLEM ORTAYA KOYMA BAĞLAMINDA SON 30 YILDA YAŞANANLARIN MÜHENDİS GÖZÜYLE İRDELENMESİ

GİRİŞ

Ülkemizin, yeryüzünde aktivitesi ile tanınmış sayılı deprem kuşaklarından birkaçının birden üzerinde ve yakınında konumlanmış olduğu, çoğumuzun bildiği bir gerçektir. Aktivitenin düzeyi ülke içinde yöreden yöreye farklılık göstermektedir; ancak hiçbir yöremiz bu doğa olayından tamamiyle masun değildir.

Şiddetli depreme sahne olmaya aday yörelerin, bir yandan da insan yerleşmeleri için en çekici koşulları içermesi, insanlığın uzun süreler geçirmeden farkına varamadığı, şaşırtıcı bir doğa cilvesidir. Gerek bu gerçeğin anlaşılması, gerekse depremden zarar görmeden yaşamın nasıl sürdürüleceği sorununa işe yarar çözümler getirilmesi, acılı / meşakkatli deneyimlerin sabırla incelenip değerlendirilmesine dayalı *"mühendislik"* çalışmalarının konusu olmuştur. Getirilen teknik çözümlerin alışılagelmiş uygulamalara kıyasla inşaat maliyetini, hem malzeme hem de emek bileşenleri üzerinden, hatırı sayılır derecede arttırıcı özellikte olduğu söylenebilir. Yine, genellikle söylenebilir ki, uzun vadede can ve mal kaybının azaltılması şeklinde sağlanan fayda uğruna, buna katlanmak mantıklı olacaktır.

Günümüzde, depremden görülecek zararın en aza indirilmesinin, eldeki teknik bilgilerle hesaplanabilen riske karşı, bilinen uygun eylemlerin, tüm gerekleriyle önceden yerine getirilmesi sonunda mümkün olabileceği söylenebilir. Bu yolda önemli mesafeler katedilmiş olmakla birlikte, yeni araştırmaların / geliştirmelerin, ve aşağıdaki gibi yeni irdelemelerin, yapılmasına sürekli ihtiyaç duyulması doğaldır.

KAPSAM, AMAÇ, VE "İRDELEMELERLE VARILAN FARKINDALIKLAR"

Özellikle deprem afetini önleyici etkinlikler üzerinde durulmuş, afet sonrasında girişilmesi söz konusu olan *"acil sağlık desteği", "enkaz kaldırma", "geçici ve daimî iskân"* etkinlikleri çalışmanın kapsamı dışında bırakılmış, istisna olarak, teknik araştırma / geliştirme yönünde ağırlığı olan *"arama / kurtarma etkinlikleri"* kapsama dahil edilmiştir.

Amaç da başlangıçta, *"seçilmiş bazı afet öncesi hazırlık konularında, son 30 yılda yaşananları ve gelinen durumu teknik açıdan değerlendirip önerilerde bulunmak"* şeklinde belirlenmişti. Bunda, *"mühendislik"* camiasında yaygın şekilde paylaşılan *"teknik araştırma / geliştirme tutkusu"* ile, yerleşmiş olan *"kavranması zor teknik bilgilerin topluma bir türlü arzu edilen derecede iletilemediği, bireylerin de malî olanaklarının kısıtlı olması nedeniyle bunları uygulayamadığı, kanaati"*nin etken olduğu söylenebilir.

Ancak görülmüştür ki deprem zararının en aza indirilmesi için salt "*mühendislik"* önlemlerinin belirlenip ortaya konması yanında, bireylerin malî olanaklarının mevcudiyeti de yeterli olmamakta, gerek *"Yönetim Pratiği",* gerekse *"Beşerî ve Sosyal Bilimler"* alanlarında, bunlarla içiçe geçmiş bir dizi etkinliğin daha yerine getirilmesi gerekmektedir.

Şiddetli depremlerin beklendiği yörelerde, bu tür olaylar arasında insan ömrü ile kıyaslanabilir uzunlukta sakin sürelerin yer almasıyla kuvvet bulan *"geçmişte yaşananları unutma", "teknik öğütleri görmezden gelme", "kısa vadeli çıkarların çekiciliğine kapılma sonucunda, başkaları üzerinde baskı kurarak ya da baskılara direnemeyerek, yapılmaması gerekenleri yapma"* gibi, *"olumsuzluklara sesini çıkaramama"*dan *"göre - göstere suç işleme"*ye uzanan bir skala üzerinde yer alan birey ve toplum davranışlarının devreye girmesi, bilimsel yöntemlerle hesaplanmış objektif riske karşı uygun eylem ortaya koyma sürecini zafiyete uğratmak suretiyle, depremi afete dönüştürmektedir.

Bu nedenle, sözü edilen *"mühendislik"* irdelemelerinin herbirinin ardından, onunla ilişkili olan beşerî / toplumsal gerçeklerin de, yorum getirmeksizin, kısa ve net bir anlatımla ortaya konmasına özen gösterilmiştir. Çünki, teknik çaba ile varılan sonuçlarla yetinmeyip, onların altında yattığı açıkça görülen *"mühendislik dışı"* nedenlere bu şekilde işaret edilmesinin de bir *"mühendislik"* görevi olduğuna inanılmaktadır. Yukarıdaki başlıkta yer alan "**İRDELEMELERLE VARILAN FARKINDALIKLAR***"* ibaresi, bunların, önceden hedeflenmemiş bir ürün olarak ortaya çıktığı, ve "*etik"* anlayış uyarınca dile getirilmeye değer bulunduğu, gerçeğini yansıtmakta olup, sözü edilen alanlarda girişilecek araştırmalar ile yapılacak kısa / orta / uzun vadeli plânlar için hareket noktaları göstermesi ümit edilmektedir.

Değişik disiplinlere mensup olup, bu yolda işbirliği içinde uğraş vermeye aday kişilerin, konulara, en azından başlangıçta, uygun derecede aşina olmaları ve aynı dili konuşmaları amacıyla, irdelenen herbir konuda, özlü ön bilgiler ile temel teknik terimlerden bazılarının açıklamalarına da yer verilmiştir.

“**FAY**” ve “**FAY KANUNU**” **KONULARI**

Deprem bağlamında “*fay*” ve “ *Fay Kanunu*” konularının, son zamanlarda ülkemiz medya platformlarında giderek genişleyen bir yer bulduğu görülmektedir. “*Kanun*” gibi bağlayıcı hükümler içerecek bir hukukî metni oluştururken öncelikle ne beklendiğinin, günümüze kadar bu ihtiyacın nasıl ve ne ölçüde karşılanabildiğinin irdelenmesinin yanısıra, aşağıda değinilen bazı tanım, terim ve mühendislik tekniklerinin açıklığa kavuşturulması ve ancak bunlara aşina olduktan sonra çalışmaya geçilmesi, uygun olacaktır. Çünki yerbilimciler arasında ciddî yanlış anlamalara yol açmadan yürütülebilen bu gibi etkinlikler, diğer disiplinlerle, özellikle *“hukuk”* la, etkileşime girildiğinde beklenmeyen sorunlar çıkarmaya adaydır.

“*Fay*” teriminin *“yerkabuğunda oluşmuş bir çatlak yüzeyi*”ni ifade ettiği, basılmış haritada buna işaret eden (basım tekniğinin gerektirdiği kalınlığa sahip) “*çizgi*”nin de, aslında “*çatlak yüzeyi ile yeryüzünün arakesiti*” olan *“fay izi”* ni temsil ettiği düşünülürse, bunun arazide fiziksel olarak ne uzunluk ve genişlikte bir bölgenin karşılığı olduğu sorusunun hemen akla gelmesi doğaldır.

“Arakesit” terimi, haritada, dar yöresel ölçülerde yatay bir düzlem parçasına referans verilerek temsil edilen *“yeryüzü”*nü kestiğine göre, *“çatlak yüzeyi”*nin, genel özellikleriyle yataylıktan uzak oluşunu ima etmektedir; başka bir deyişle *“çatlak yüzeyi”* düşey ya da düşeyden az farklıdır. Bu ise *“çatlak yüzeyi”* nin üç boyutlu bir fiziksel ortam olan *“yerkabuğu”*nu, yanal olarak iki *“kompartman”*a ayırması demektir. *“Kompartman”* lar *yerkabuğu”* altında pek yavaş fakat sürekli bir şekilde devinen *“konveksiyon akımları”* nedeniyle zamanla birikerek artış gösteren *“makaslama”* kuvvetleri altındadırlar. Ancak harekete geçmelerine karşı koyan bir etken vardır; o da *“kompartman”* ların (mimarîde tonozlarda olduğu gibi) yerçekiminden ilerigelen büyük kuvvetlerle birbirlerine doğru itilmesiyle oluşan sürtünme kuvvetleridir. Bu sayede, geçen zamanın çok büyük yüzdesini birbirlerine *”kilitlenmiş”* durumda geçirecekler, temas yüzeyinde gittikçe büyüyen kesme kuvveti, sürtünme kuvvetini aştığında *“makaslama hareketi”* yapacaklar, başka bir deyişle *“atım”*a uğrayacaklardır. *“Atım”*, başlangıçta karşı karşıya olup bitişik gibi duran iki noktanın, *“fay çizgisi”* nin tanımladığı doğrultuda birbirlerinden bir miktar uzaklaştıktan sonra durması demektir ve depremin büyüklüğüne göre birkaç milimetre ile birkaç on metre arasında olabilmektedir. *“Fay çizgisi”*nin *“atım”*a uğrayan kesiminin uzunluğu sınırlıdır ve *“yırtılma boyu”* olarak anılmaktadır. *“Yırtılma boyu”* nun depremin büyüklüğüne bağlı olarak, birkaç on metreden birkaç yüz kilometreye, *“yırtılma süresi”*nin de birkaç saniyeden birkaç yüz saniyeye çıkabildiği söylenebilir. Bu oluşum *“fay aktivasyonu”* olarak da adlandırılmaktadır.

“Fay izi” nin uzunlamasına özellikleri dikkate alındığında, *“çizgi”* boyunca yer alan değişik jeolojik yapı ve geometriler, gerek görünüm gerekse davranış olarak farklı bölgeleri ortaya

çıkaracaktır. Bunu zincirin değişik özellikte baklalardan oluşmasına benzeterek, *"fay izi"*-nin farklı *"segment"* lerden oluştuğu ileri sürülebilir.

"*Kuzey Anadolu Fayı*" gibi yüksek aktivitesini kanıtlamış *"ana fay*"lar, arazide (ve haritada) hakim nitelikli "*çizgi*"leri boyunca yer yer sismik aktivite göstermeyen *"segment"*ler içeriyormuş gibi görünseler de, bunların yerkabuğu bünyesi içinde sürekli olduğunu kabul etmek yanlış olmaz. Bazı durumlarda çok aktif olan bir "*fay segmenti"*nin üzeri alüvyonla örtüldüğü için yeryüzündeki izi göze görünmeyebilir; bu elbette "*fay*"ın süreksiz olması demek değildir. Hakim "*çizgi*"nin dışında / uzağında olup düşük aktivite gösteren ikincil veya üçüncül "*fay*"ların ise sınırlı uzunluğa sahip olduğu düşünülebilir.

Genişliğe gelince "*fay*"lar arazide, genel uzanım doğrultusuna paralel *"çatlak demetleri (strands)"*, bu doğrultuyla belli bir açı yaparak konumlanan *"basamaklı (en echelon) kırıklar"* ya da yeri birkaç desimetre duyarlıkla tanımlanabilen *"tek bir çizgi"* görünümünde olabilirler. "Ç*izgi*", "*doğru*" ya da "*eğri*" türünde olabildiği gibi, sayılan bu farklı görünümler uzunluk boyunca birbirini izleyebilir. "*Fay*" aktivasyonunun üzerinden bir süre geçtikten sonra bu "*çizgi*" erozyonla aşınma ya da çökellerle örtülme sonucunda gözle farkedilemez hale gelebilse bile, gerek topoğrafyada zaman içinde bıraktığı çizgisellik ve deformasyonların izlenmesiyle, gerekse jeolojik ve jeofizik incelemelerle, ortaya çıkarılabilir.

Günümüz itibariyle, ülkemizde önemli deprem oluşturabilecek fayların çoğunlukla bilindiğini, bilinmeyenlerin de gerektiğinde biraz çaba ile bunlara eklenebileceğini söylemek mümkündür. Nitekim, deprem oluşturabilecek başlıca "*fay*"lar M.T.A. (Maden Tetkik ve Arama) Genel Müdürlüğü tarafından haritalanıp 1/1,250,000, 1/250,000, 1/25,000 ölçeğinde yayımlanmış ve bunlar ülkemizin deprem bölgeleri haritalarının hazırlanmasında birincil kaynak olarak kullanılmışlardır. Ayrıca, doğrudan ya da dolaylı olarak, yapıların diri (aktif) "*fay*" üzerinde inşa edilmemesi gerektiği sözel olarak hep vurgulanmış, ancak "*kuşak genişliği*"nden söz edilmemiş, bunun ekseninden veya kenarından ne kadar uzağında kalınması gerektiğine de değinilmemiştir. "*Fay*"ın üzerinin belli kalınlıkta bir alüvyon katmanı ile örtülmüş olması durumunda , "*atım*"ın bu katmanı ne şekilde aşarak yeryüzüne intikal edebileceği konusunda her durum için geçerli bir reçete vermek olanaksızdır.

Deprem tehlikesinden dolayı iskâna ve yapıma açılmayacak yerlerin belirlenmesi için, "*fay*"ları, yukarıda sözü edilen uygun ölçekli haritalara belli genişlikte "*kuşaklar*" halinde işlemenin gerekli olduğu anlaşılıyor. "*Fay çizgisi*"nin genellikle "*kuşak*"ın ekseninde yer alacağı, "*kuşak*"ın her iki yanında da yeterli genişlikte "*güvenlik şeritleri*"nin bulunacağı düşünülmelidir. Bir fikir vermek üzere "*kuşak*" genişliğinin, arazinin jeolojisine, topoğrafyasına ve zemin örtü durumuna göre, birkaç desimetreden birkaç kilometreye kadar olabileceği söylenebilir.

Aktif bir "*fay*"ın duyarlı bir şekilde belirlenmiş ve anakaya üzerindeki zemin katmanının da yok denecek kadar ince olması halinde, bunun tam üzerine, hiçbir önlem alınmadan

inşa edilecek bir yapıyı bile bile oturtmanın riskli olacağı açıktır; çünki fay aktive olduğunda yapı, dayanamayacağı büyüklükte *"makaslama"* zorlanmalarına maruz kalacaktır. Böyle bir durumda yapının "*fay*" çizgisinden yeterince uzakta konumlandırılması, başka bir deyişle kaydırılması, makûl çözüm olacaktır. Ancak "*demiryolu*" ya da "*pipeline*" güzergâhı gibi, ne yapılırsa yapılsın "*fay*"ı kesmekten kaçınılamayacak durumlarda, kesişme bölgesinde önceden bilinçli mühendislik önlemleri alınarak güzergâh geçirilebilir.

Bir başka uygulama örneği, müzecilik kapsamında, "*fay*"ın örnek bir segmentinin, erozyondan korunmasına ilâveten, eğitim ve gösterim (demonstrasyon) amaçlarına uygun, koruyucu bir yapı içine alınmasıdır. Bu durumda da, yapının büyük *"makaslama"* zorlanmalarından zarar görmemesi için bilinçli mühendislik önlemlerinin alınması gerekecektir.

Benzer şekilde, "*köprü*", "*enerji nakil hattı*", "*su nakil hattı*" gibi yapılar, zorunlu durumlarda, özel mühendislik önlemleri alınarak, "*fay*"ı kesecek şekilde inşa edilebilirler. Bu durumda gelecek maliyet artışını sineye çekmek bir zorunluluk olarak ortaya çıkacaktır. Olağan yapılarda aynı yola gidilmesi maliyeti katlanılamayacak ölçüde arttıracağı için, "*kuşak*"lar yapılaşmaya kapatılmalı, park, piknik alanı gibi kullanımlara ayrılmalıdır. Bu gibi kararlar yerel koşullara sıkı sıkıya bağlı olduğundan, hayata geçirilmeleri de yerel imar plânları aracılığı ile olacaktır.

İmar plânlarının genelden özele doğru "Mekânsal Strateji Plânları (1/100,000 – 1/50,000 ölçekli)", "Çevre Düzeni Plânları (1/25,000 ölçekli)", "Nazım İmar Plânları (1/5,000 – 1/2,000 ölçekli)", "Uygulama İmar Plânları (1/1,000 ölçekli)" şeklinde bir diziliş gösterdiği ve bunların eninde - sonunda büyük ölçekli haritalar formunda hayata geçirileceği düşünülürse, tümünün birden tek bir kanun metninde zikredilme ve onun ekindeki haritalarda gösterilme olanağının bulunmadığı anlaşılır. Anılan plânların herbirinin hazırlanmasında en azından birer jeolog, jeofizikçi ve deprem mühendisi bulunmalı, duruma göre buna jeomorfolog, zemin dinamiği uzmanı vb ilâve edilmelidir. Gelişen teknoloji, bilgi düzeyi, ekonomi anlayışı vb hususların zamana bağlı yorum değişikliklerini getirebileceği de unutulmamalıdır.

Sayılanların mutlaka bir ucundan "*kanun"*a bağlanması gerektiğine ve bu " *kanun"*la birşeylerin yoluna gireceğine inanılıyor ise, bunda öz olarak tanımlar verilmeli, plânların hangi standardlara göre yapılacağı, yukarıda sayılan ve yapımda yer alması zorunlu meslek mensuplarının hangi kalifikasyonda olacağı, ne tür bilgi ve açıklamaları içereceği, ne şekilde kullanılacağı, plânlara riayet edilmemesi halinde uygulanacak müeyyidelerin ne olacağı belirtilmelidir. Her işte olduğu gibi, burada da, bilimin rehberliğinin, sağduyunun, uygulanabilirliğin, ve uygulama ciddiyetinin, gözetilmesinin son derece önemli olduğu unutulmamalıdır.

“DEPREME DAYANIKLI TASARIM” DAN NE ANLAŞILMALI

“Depreme dayanıklı tasarım”, özelliklerinin tam olarak bilinmesine olanak olmayan bir yapının ana taşıyıcı ögelerinin (örneğin yaygın olarak kullanılan çok-katlı betonarme binalarda kolon, perde, kiriş, döşeme vb’nin), yine özelliklerinin ve şiddetinin ne olacağı tam olarak bilinemeyen bir depreme, üzerindeki tahmînî yüklerle birlikte, makûl bir emek ve para sarfıyla, makûl bir dayanım gösterecek şekilde düzenlenip biraraya getirilmesi, boyutlandırılması ve donatılandırılmasıdır. Bu, ilk bakışta birçok belirsizliği içerir nitelikte görünmesine rağmen, uygulanabilirliği ve uluslararası geçerliği olan bir mühendislik tanımıdır.

Yapıların yük taşıma ve (deprem dahil) sarsıntıdan etkilenme mekanizmaları, inşaat mühendisliğinde *“yapı statiği”* ve *“yapı dinamiği”* yöntemleri ile incelenmektedir. Mekanizmalar yeterince karmaşık olduğundan, inceleme “*yapının idealize edilerek basitleştirilmiş modeli*” üzerinde yapılmakta, her zaman doğru olmamakla birlikte, *“dinamik”* etkilenmelerin anlık değerlerinin *“statik”* etkilenmelerle kıyaslanabilir ve onlarla aritmetik toplama işlemine sokulabilir karakterde olduğu kabul edilmektedir. Bu yaklaşımla deprem etkisinin, üstyapıya uygulanacak bir “*eşdeğer statik kuvvetler takımı*” ile temsil edilmesi adet olmuş, *“sismik katsayı”* vb yöntemlerle niceliği ayarlanan bu kuvvetlere dayanacak şekilde tasarımlanmış yapının, gerçek yaşamda kendi ömrü içinde belli bir olasılıkla karşısına çıkacak büyücek depreme de dayanacağı varsayılmıştır.

Daha ileri bir teknik olarak, bilgisayarda gerçek ya da yapay sayısal deprem ivme kayıtları “*yapı modeli*”ne yapı temeli düzeyinde etki ettirilebilmekte, böylece, yapının seçili kritik bölgelerinde, depremin oluş süresi boyunca meydana gelen zorlanmalar (gerilmeler ya da deformasyonlar) zamanın fonksiyonu olarak değişen değerleriyle elde edilebilmektedir. Bu işlemde, yön değiştirerek tekrarlanan zorlanmalar geçmişinin (başka bir deyişle *“yorulma”*nın) malzeme ve eleman davranışına etkisinin de dikkate alınması, elbette bizi gerçeğe bir adım daha yaklaştıracaktır. Görülüyor ki birbirinden farklı bir dizi duyarlık seçeneğinden sözetmek mümkündür. Bu dizilişte, daha yüksek duyarlık sunan bir üst seçeneğe her geçişte emek ve maliyet birkaç kat artacağı için en yüksek duyarlık seçeneğine, günümüzde sadece bilimsel araştırmalarda ya da görece az sayıdaki önemli yapının tasarımında gidilmekte, günlük rutin uygulamalar, duruma göre benimsenen daha az duyarlı seçeneklerden birini izleyerek yapılmaktadır. Duyarlıktan ödün verildikçe, emeğin ve maliyetin azalmasının yanısıra, yeni seçeneklerin ortaya çıkması doğaldır. Sonra da, mühendisliğin “*en olumsuz duruma göre tasarım*” ilkesi uyarınca, benimsenen seçeneğin bize sunduğu en büyük değerler dikkate alınmakta ve tasarımda kullanılmaktadır.

*“Depreme dayanıklı tasarım”*ın bazı veçhelerini zihnimizde somut bir şekilde canlandırabilmek amacıyla, düşüncelerimizi, alışık olduğumuz türden çok-katlı betonarme bir binanın örnek bir *”kolon”*u üzerinde yoğunlaştıralım. Tasarımda, bu *“kolon”* için belli büyüklükte bir enkesit (cm cinsinden *“en* x *boy”*) eşliğinde belli bir donatı miktarı (cm^2) ve ona ait yerleştirme düzeni seçilecektir. Tersinden giderek, yaptığımız seçimin

o kesitteki belli bir zorlanmayı (*"eksenel basınç + eğilme momenti"* ni) karşılamaya bire bir denk geldiğini düşünebiliriz. Buradan *"kuvvet esasına göre tasarım"*ın mantığı kolayca kavranabilir ve bu gözle bakıldığında, yapının birçok yerinde bu denkliğe uygun düşen durumları görmek mümkün olur. Ancak bazı hallerde *"kuvvet esasına göre tasarım"* kesitteki zorlanmayı karşılamak suretiyle herşeyi halledebilecekmiş gibi göründüğü halde, yapının bütünü gözönüne alındığında, meydana gelen aşırı yerdeğiştirmelerin bu çözümü güvensiz kıldığı, başka bir deyişle stabilite bozukluğuna yol açtığı, bir durum ortaya çıkabilir. Narin kolonların hakim rol oynadığı yapılarda böyle bir durumla karşılaşılması olasıdır. *"Deplasman (yerdeğiştirme) esasına göre tasarım"*da bu gözden kaçırılmayacaktır. Onun için tasarımda bu iki yol birlikte ve birbirini denetleyerek izlenmelidir.

Gerçek depremin yapıya tek yönde bir defa etkidikten sonra orada duran bir zorlama getirmediğini unutmamak gerekir. Belli bir kesitin *"bir yönde ve bir defa etkiyen"* bir zorlama ile dayanımını kaybettiği düşünülebiliyorsa, aynı sonuçta buluşmak üzere *"beş defa yön değiştiren biraz daha küçük", "on defa yön değiştiren ondan da küçük", ...* zorlanmalar dizisinin de mümkün olduğu düşünülebilir. *"Metal yorulması"*na benzetebileceğimiz bu dayanım yitirme şablonu, tasarımda bilinçli şekilde kullanıldığında, deprem bittiğinde elde hâlâ yeterli düzeyde dayanım kalmasını sağlamanın yanısıra, toplam donatı miktarını arttırmadan yapılabilen ayarlamalarla, kesite yeterli *"süneklik"* (düktilite) kazandırılabilir, böylelikle o kesit, sakıncalı olan "kırılgan" (gevrek) durumdan uzaklaştırılabilir. Bunun titreşim üzerindeki etkisi, yapıya sürekli girmekte olan enerjinin bir bölümünün eşzamanlı olarak *"yapı strüktürünün kendi iç söndürme mekanizması"* tarafından tüketilmesi, razı olunan *"kontrollu hasar"* niteliğindeki bu oluşum karşılığında, genliklerin hemen tümünde, hasarsız duruma kıyasla bir azalmanın sağlanmasıdır.

Depremin yapının taşıyıcı ögelerinde meydana getirdiği *"kuvvet"* ve *"yerdeğiştirme"* formundaki zorlanmaların, yapıya temelinden girip de içeride dolaşan enerjinin eseri olduğu düşünülürse, bilinçli olarak *"yapı strüktürüne dıştan eklenen uygun nitelik, nicelik ve düzendeki pasif mekanik söndürücüler"* in *"yalıtım"* (izolasyon) ya da *"söndürme"* (tüketim) yoluyla, birinci durumda enerjinin yapıya girişini, ikinci durumda da yapı içindeki birikimini, düşük düzeyde tutabileceği anlaşılır. Böylece zorlanmanın da düzeyi düşecek, daha küçük kesit ve donatılandırmanın yeterli olması sonucunda toplam maliyet azaltılabilecektir.

Tasarım ilkeleri ve yöntemleri sürekli evrilmektedir. *"Kuvvet esasına göre tasarım*" ve "*deplasman esasına göre tasarım*" a ilâveten, "*hedeflenen performans düzeyine göre tasarım*, ve yukarıda sayılan "*deprem etkilerinin enerji yutucu ekipman ile azaltılmasına yönelik tasarım*" vb yöntemler buna örnek olarak gösterilebilir. Diğer yandan bunları "*deterministik tasarım" ve* "*olasılıksal esaslara göre tasarım*" olmak üzere, kendi içlerinde ikiye bölebilir, yerine göre bazılarını birlikte de uygulayabiliriz.

Ülkemizde tasarımların depreme dayanıklılığının yetkili makamlarca onaylanması için, Resmî Gazete'de yayımlanarak kanun niteliği kazanmış güncel "*harita ve yönetmelik*" koşullarını yerine getirme zorunluğu vardır. "*Harita"* ve *" yönetmelik*"lerin gelişimi ve uygulanması, daha sonraki bir bölümde ele alınacaktır. Ancak, bunlarda öngörülen koşulların, olması gerekenin "*asgarî* "si olduğu, mühendis'in, "*görüş*"ü ve "*sorumluluk anlayışı*" doğrultusunda bu kadarıyla yetinmeyip tasarımını, kendi vaz'edeceği ilâve koşulları da karşılayacak şekilde yapmaya gerek duyabileceği hiçbir zaman unutulmamalıdır.

Görüldüğü gibi, "*harita"* ve *"yönetmelik"* ne kadar iyi hazırlanmış olursa olsun, tasarıma ilişkin sorunların bu ikilinin uygulanmasıyla tamamen ortadan kaldırılması mümkün değildir. Tasarımda mutlaka *"mühendislik sağduyusu"* devreye girmelidir. "*Mühendislik sağduyusu",* tasarımın bitmiş halinin mühendisin zihninde canlandırılması ve değişik tasarım girdilerinin yapı üzerinde ne sonuç vereceğinin gerçeğe yakın olarak hissedilebilmesi demektir. *"Mühendislik sağduyusu"* sağlam bir kuramsal eğitimi izleyen hatırı sayılır bir süre boyunca edinilmiş uygulama deneyiminin birikmesi ile oluşur. "*Harita"* ve *"yönetmelik"* teknik olduğu kadar hukukî niteliğe de sahip belgeler olup, bunlara uymayan eylemler adlî yargılama konusudur. *"Mühendislik sağduyusu"* bağlamındaki eylemler ise bunun ötesinde, *"etik", "meslekî duyarlılık, sorumluluk ve saygınlık"* konusudur. Önemli tasarımlar bu niteliğe sahip olduğu belgelenmiş *"yetkin mühendis"*ler tarafından yapılmalı ve denetlenmelidir.

Ülkemizde bu doğrultuda bazı girişimler yapılmış olmakla birlikte, böyle bir düzen henüz kurulabilmiş değildir.

DEPREM TEHLİKE (ESKİ ADIYLA DEPREM BÖLGELERİ) HARİTASI VE DEPREME DAYANIKLI BİNA YÖNETMELİĞİ

"*Deprem Bölgeleri Haritaları"* ve **"***Depreme Dayanıklı Yapı Yönetmelikleri"* nden söz açıldığında, aşağıdaki gibi, bunların taşıması gerekli, mümkün, ve gerekli olmayan, niteliklerini saymakla işe başlamak uygun olacaktır:

1. Asgarî koşulların belirtildiği, bunların altına inilmesi halinde yargılamaya esas teşkil edecek, bir hukukî belge niteliğinde olmalıdır.

2. Sade, net ve kolay anlaşılır olmalı, tereddütlere meydan vermemelidir.

3. Tasarım ve kontrolda tehlikelerden sakındırıcı, yöneltici, yol gösterici ve birleştirici rol oynamalıdır.

4. Tam bir çakışma beklenmemekle birlikte, kuramsal esaslardan hareketle elde edilenlerle yeterince uyumlu, en azından onlarla büyük ölçüde çelişkilere düşmeyen, sonuçlar vermelidir.

5. Kesin bir hesabın, yöntemin, formül, ya da gösterimin, ortaya konmasının çok zor ya da imkânsız olması hallerde, doğruluğu garanti edilmese de, herkesin aynı şekilde hareket etmesinin önemli derecede yarar sağlayacağı yol ya da yolları gösterebilir.

6. Deprem dayanımı konusundaki nicel araştırmalarda güvenlik ve maliyet kıyaslamaları için esas alınabilecek, dayanakları belli, kararlı bir "*referans dayanım düzeyi"* ortaya koyabilir.

7. Depreme dayanıklılığın her çağ için geçerli olan, değişmez bir reçetesi değildir.

8. Yapıların deprem dayanımına ilişkin olarak verilen eğitimlerde izlenecek bir ders kitabı değildir.

9. Karmaşık teknik sorunları aydınlatma ve onlara fiziksel çözüm getirmede kulanılacak, nihaî bir eğitim ve yorum dokümanı değildir.

Uygulamaya dönüklük bağlamında, oluşturuldukları zaman kesiminin genel kabul bulan yaklaşımlarını yansıttıkları için hem teknik hem de hukukî *"belge"* değeri taşıyarak, ülkenin *"Harita"* ve *"Yönetmelik"* ler arşivindeki *"son basım"* yerini doldururlar. Ancak, sürekli geliştirmenin yapıldığı her çalışmada olduğu gibi, yürürlükleri yenileri çıkıncaya kadardır. Gelişim süreci boyunca, yeni versiyonların farklılık içermesini doğal ve memnuniyet verici olarak karşılarken, öncekileri de yabana atmamak gerekir.

Ülkemizde *"Deprem Bölgeleri Harita ve Yönetmeliği"* oluşturma çalışmaları 1939 Erzincan depreminden sonra başlamıştır.

Sırasıyla 1945, 1963, 1972, 1996, ve 2019 yıllarında yürürlüğe giren haritalardan herbirinin bir öncekinden daha gelişmiş olduğu, günümüze kadar vuku bulmuş büyük depremlerin yerlerine ve büyüklüklerine isabetle işaret edebildiği söylenebilir. Bunlardan son ikisi, son 30 yıllık devre içinde işlev görmüştür. Günümüz itibariyle en yeni olan 2019 haritası, öncekilerden farklı olarak, modern olasılık yaklaşımlarını yansıtmaktadır. Yeni bilgilerin gecikme ile aktarıldığı ve teknik yönden daima geliştirmeye muhtaç oldukları gerçeği elbette yadsınamaz; ancak bu haritaların ekip çalışmaları sonucunda elde edildiği, genelde kayıpları azaltma yönünde etki göstermiş ve gösterecek olduğu kabul edilebilir.

Deprem yönetmelikleri ise, sıra ile 1940, 1944, 1949, 1953, 1962, 1968, 1975, 1998, 2007, ve 2019, tarihlerinde yürürlüğe girmişlerdir; bunlar sadece binalar için hazırlanmışlardır ve herbirinin teknik yönden bir öncekine kıyasla daha yüksek bir düzeyde olduğu söylenebilir. Bunlardan son üçü, son 30 yıllık devre içinde işlev görmüştür.

Günümüz itibariyle en yeni olan 2019 yönetmeliği, dizidekilerin en ayrıntılı ve hacımlı olanıdır. Bunu da, çok geçmeden, daha önce hiç ele alınmamış olan bina dışı yapı yönetmelikleri izlemiştir. 2019 bina yönetmeliği, yakın zamanda yürürlüğe gireceğinin duyurusu eşliğinde mühendislik camiasının bilgisine açıldığında, tasarımda izlenecek yol için açık-seçik bir

rehberlik sunmadığı, ülkemiz koşulları düşünülmeden A.B.D.'ndeki yönetmeliklerden aceleyle adapte edilerek derlendiği, tutarsızlık, karmaşıklık ve zor anlaşılma nedenleriyle uygulama sorunları çıkaracağı, bunun da "*tasarımcılara yarar sağlama*" hedefini gözetmekten ziyade "*yüksek bir teknik bilgi düzeyi sergileme*" tutkusuna kapılma eğiliminden kaynaklandığı vb şeklinde görüşler yükselmiştir.

Gerek hazırlık çalışmalarının, gerekse eleştiri ve görüşlerin kapsam ve teknik düzeyi, ülkemizde bu uğurda katkı verecek nitelik ve nicelikte teknik kadronun mevcudiyetinin yanısıra, azımsanmayacak bir çaba gösterildiğini kanıtlamaktadır. İşin önemi karşısında, bu, genel hatlarıyla olumlu olarak görülebilir. Ancak, Yönetmelik'in anlaşılırlığını, bölümleri arasındaki uyumluluğunu ve uygulanabilirliğini geliştirmeye yönelik bir "*elden geçirme*" işleminin yararlı olacağı şüphesizdir.

Bu "*irdeleme*"de her ne kadar son 30 yıldaki "*etkinlik*" değerlendirmeye alındıysa da, ülkemizin mevcut bina stokunun, yukarıda sıralanan 10 ayrı Yönetmelik'e göre inşa edilmiş 10 gruptan oluştuğu unutulmamalıdır. Deprem Mühendisliği disiplini, günümüze son derece hızlı bir gelişme süreci izleyerek gelmiştir. Yönetmeliklerin herbiri, yürürlüğe girme tarihlerindeki teknik bilgi ve uygulama düzeyini yansıtmaktadır; dolayısıyla, bu eklemlenmiş gelişmeler dizgesinin günümüzde birbirinden değişik derecelerde farkeden yapı dayanımlarını ortaya çıkarması doğaldır. Örneğin 30 Ekim 2020 Seferihisar Açıkları Depremi'nde, Bayraklı yöresinde yıkılan ya da ağır hasar gören binaların genellikle 1998'den önce inşa edilmiş olması ileri sürülmüştür.

Toplu olarak bakıldığında, 1940'tan itibaren ardı ardına yenilenen *"yönetmelik"*lerin (son 30 yıl içindekiler dahil), *"haritalar"*da olduğu gibi, etraflı ekip çalışmaları sonucunda oluşturulduğu, kayıpları azaltma yönünde olumlu etki gösterdikleri, daima ihtiyaç duyulacak ve zamanı geldiğinde karşılanacak gelişmelerle bunu ileride de göstermeye devam edecekleri ileri sürülebilir.

BETONARME BİNADA "KOROZYON" KONUSU

"*Korozyon*" yakın zamana kadar, gerek mühendislik eğitiminde gerekse yapım uygulamasında, yeteri kadar üzerinde durulmamış önemli bir konudur. İleri derecelere gelmedikçe gözle farkına varılması zordur. Ülkemizde denize sahili olan illerde ve yeraltı suyunun yüzeye yakın olduğu yörelerde, özellikle bodrum ve zemin kat kolonlarının diplerinde "*korozyon*"a sık rastlanmakta, *"rutubetlenme"* ve *"kuruma"* evrelerinin ardarda gelmesi bu olayı hızlandırmaktadır.

Su ve (varsa) içerdiği kimyasallar beton yüzeyinden içeriye nüfuz ederek donatı çeliğinin üzerinde bozuşmuş bir katman oluşturmakta, bu da ilâve hacma ihtiyaç duyduğundan, (uygulamada "*pas payı*" diye anılan) donatı üzerindeki beton kabuğu iterek çatlatmakta, sonuçta onu ana beton gövdesinden ayırmaktadır. Gerek bu şekilde gerekse depremin eseri olarak oluşan

çatlaklar, suyun nüfuzunu daha da kolaylaştırdığı için, "*korozyon*" olduğu yerde kalmayıp zamanla ilerleme eğilimindedir.

"*Korozyon*" un zararı, hem donatı çeliğinin enkesit alanını hem de betona tutunma özelliği olan "*aderans*"ı azaltmasıdır. Bu da binanın tasarımda öngörülen deprem dayanımının azalması demektir. Buna yol açmamak için beton niteliğine (agrega granülometrisi, çimento dozajı, çimento / su oranı, vb) ve su/rutubet yalıtımına özen gösterilmesi gerekmektedir. Fabrika betonu ve santrifüj tekniği ile imal edilmekte olan yuvarlak kesitli elektrik direklerinin bile diplerinde "*korozyon*"un görülmesi, rutubet yalıtımının gerekliliğine işaret etmektedir.

TSUNAMİ

(*Ülkemizde son 100 yıl içinde, 30 Ekim 2020 depremindeki kadar belirgin bir tsunami olayıyla ilk defa karşılaşılmış olduğu için, bu başlık altında, yaşann tasunami olayının kısa bir teknik sunumuna yer verilmiştir.*)

Depremi oluşturan ve düşey atım karakteri ağır basan fayın çizgisi deniz dibinde E - W doğrultusunda yer almakta olup, Sisam Adası'nın hemen kuzeyinde, boyu da 45 km civarındadır. Düşey atımın 1.50 m kadar olduğu ifade edilmiştir. Bu yörede en büyük derinlik dar ve kısa bir bölgede 600 m'yi aşmaktadır; ancak buradan tsunami olayının görüldüğü Sığacık Körfezi'ne kadar uzanan bölge için etkin ortalamanın 400 m civarında olduğu söylenebilir.

Depremden yaklaşık bir dakika sonra İzmir yarımadasının güney kıyıları üzerinde bulunan ve deprem merkezine yatay mesafeleri 35 – 50 km arasında değişen Alaçatı, Sığacık, Gümüldür ve Akarca körfezlerinde, görsel olarak 80 cm mertebesinde bir "*deniz çekilmesi*" olarak algılanan olay meydana gelmiştir. Bunun sonucunda, Sığacık Körfezi'ndeki Teos Marina'da birçok tekne dibe oturmuş ya da halatlarını kopararak sahilden uzaklaşmıştır. Yaklaşık 8 dakika sonra denizin geri dönmesiyle sahili basan ve 2 m yüksekliğe erişen dalgaların karada içeriye doğru ilerlemesi yer yer birkaç yüz metreyi bulmuştur. İlerleme, kıyının içbükeyliğinin fazla ve eğiminin az olduğu yörelerde, özellikle denize dökülen akarsuların yataklarında, daha fazla olmuştur. Yöre insanları yaşamlarında hiç önemli bir tsunami olayı yaşamamış ya da büyüklerinden işitmemiş oldukları halde, büyük olasılıkla televizyon haberlerinden edinmiş oldukları bilgiyle, "*denizin çekilmesi*" üzerine, vakit kaybetmeden, geride yükseltinin fazla olduğu yörelere gitmişlerdir. Bu olaydaki tek can kaybı, tekerlekli sandalye üzerindeki kişinin kaçamamasından ilerigelmiştir.

Sahilden içeri uzanmış olan deniz suyu çekilirken oluşan akış katmanının derinliği daha az olmakla birlikte, yolu üzerinde duvar, ağaç gövdesi gibi engellerle karşılaştığında, onların arkasında 2 m'ye kadar kabarabildiği ifade edilmiştir. Geriye akışın tamamen durmasından sonra yapılan gözlemlerde dalgaların geçici olarak işgal ettiği karasal bölgede denizden taşınan

süründü maddelerinin bırakılmış, denizin dibinde de ince bir çamur katmanının birikmiş, olduğu görülmüştür.

(*Yerkabuğunun Ege Denizi dibinde bulunan kesimi değişik yönlerde konumlanan ve birbirini çaprazlayan sık faylarla kesilerek kompartmanlara ayrıldığı, bunlar da tektonik hareketlerin etkisi altında tsunami oluşturacak potansiyele sahip oldukları halde, yakın zamanda kıyılarımızda önemli bir tsunami olayına rastlanmamıştı.. Ancak yöre halkı dış ülkelerde yaşanmış tsunami olaylarını ve ne yapılması gerektiğini televizyon haberlerinden belirli derecede öğrenmiş, bu bilgisini de dalgalar gelmeden önce arazinin yüksek yerlerine giderek kurtulmak suretiyle kullanmış bulunmaktadır. Haber alamayacak, kaçamayacak durumda olanlar ya da kaçmayı aklına getiremeyenler için eğitime ve bir uyarı sistemine ihtiyaç olduğu açıktır. Bu depremde yaşananlar, Ege sahillerinde ileride tsunamiye maruz kalabilecek benzer özellikte birçok yörenin bulunabileceğini düşündürmektedir. ODTÜ'nde ve Boğaziçi Üniversitesi'nde bir süredenberi bu konu üzerinde çalışmalar yapan, yurtdışında da tanınırlığı olan çalışma gruplarımız bulunmaktadır. 30 Ekim 2020 depremi bu çalışmaların geliştirilmesine ve teşvik edilmesine yönelik bir uyarı olarak değerlendirilmelidir.*)

DEPREMDE YAPI HASARI ÜZERİNDE YEREL ZEMİNİN ETKİSİ VE ARAZİ KULLANIMI KONULARI

İnsan toplulukları eski devirlerdenberi yerleşme yeri olarak, ovalar, akarsu vadileri, yamaç diplerindeki düzlükler gibi, su kaynaklarının bol olduğu tarıma elverişli arazileri seçmişlerdir. Bu nedenle eski uygarlıklar, aktif fayların bulunduğu yerlerle neredeyse örtüşen sulak tarımsal topraklarda yeşermiştir. Zamanın ilerlemesiyle yerleşme merkezleri çevreye yayılarak genişlemiş, hem nüfus yoğunluğu hem de çok-katlı binaların sayısı artmıştır. Bu gidiş kalkınmanın olağan bir belirtisi sayıldığından, tarıma elverişli toprakların yok yere tüketilmekte olduğunun farkına varılamamış, ne olursa olsun elde daima yeterli büyüklükte tarım arazisinin kalacağına inanılmıştır.

Binaların, ideal olarak , anakaya üzerindeki sıkı ve sert bir zemine oturması arzu edilir. Tarımsal topraklar ise bunun aksine, fazlasıyla yumuşak, kalın ve bolca yeraltı suyu içeren bir zemin katmanı niteliğindedir. "*Deprem mühendisliği*" alanındaki çalışmalar, bu tür zeminlerin, kendilerine gelen deprem dalgalarını, binalar için daha tehlikeli olacak bir şekle dönüştürüp onlara temellerinden ilettiğini ortaya çıkarmıştır. Dalgalar, bu toprakların oluşmasında rol oynayan çok yakın faylardan değil de daha uzaktakilerden geliyor olsa da bu etki oluşmaktadır. 30 Ekim 2020 depreminde bu gerçek, İzmir'in Bayraklı, Mavişehir ve Bornova bölgelerinde bütün açıklığı ile görülmüştür. Depremin merkezine çok yakın bölgelerde sıkı zeminler üzerinde buralardaki kadar yüksek hasara rastlanmamıştır. Ayrıca belirtmek gerekir ki bu tür kalın ve yumuşak bir zemin katmanı üzerindeki binaların yüksekliği arttıkça tehlike düzeyi de artmaktadır. Tasarım ve inşaat tekniklerini zorlayarak

mühendislerin bu tür zeminlerde de bina yapabileceği ileri sürülebilir. Ancak böyle bir seçim gerek inşaat maliyetinde gerekse kullanım konforunda katlanılması zor sıkıntılara yol açacağı için mühendisçe bir çözüm olmayacaktır. Bunun yanısıra tarımsal üretim artan nüfus karşısında giderek önem kazanmaktadır ve elverişli tarım arazilerimizin değerinin bilinerek korunması gerekmektedir.

Sayılan nedenlerle, gerek yeni yerleşmelerde gerekse mevcut yerleşmelerin geliştirilmesinde tarıma elverişli arazinin iskânından kaçınılmalıdır. Bu ilkeyi hayata geçirmenin yolu, imar plânlarını yaparken duyarlı olmak ve gerekli özeni göstermektir. Mevcut yerleşme yerinin içinde ya da yakın çevresinde yer almaktan dolayı tarım yapılması zor olan araziler yeşil alan, park vb olarak değerlendirilebilir.

Bu vesile ile, İstanbul'da 1999'dan sonra gerçekleştirilmiş olan kapsamlı zemin incelemeleri ile İzmir Büyükşehir Belediyesi ile Boğaziçi Üniversitesi tarafından 2018 tarihinde sonuçlandırılmış olan "*İzmir Deprem Senaryosu ve İzmir Deprem Master Plânı*"nda, değerli bilgilerin bulunduğunun belirtilmesi yerinde olacaktır.

Bu bilgilerin mevcudiyetine karşın bu anlayışın toplumun değişik kesimlerine malolması kolay olmamaktadır. Çünki sorun, kısa vadedeki kolaylık, fırsat ve çıkarların göz kamaştırıcılığı karşısında, altına girilen ürkütücü can ve mal riskinin ve ülkenin heba edilen eşsiz tarımsal olanaklarının küçümsenmesidir. Toplumun bu gerçeğin bilincine varması için israrlı çalışmaların birkaç koldan sürdürülmesi gereklidir. Prof. Dr. İlyas YILMAZER'in bu yoldaki gönüllü ve çok-yönlü çabaları takdire şayandır.

Zemin koşullarının binalardaki deprem zorlanmaları üzerinde bu derecede etkili olduğu hem hesap hem de laboratuvar deneyleriyle daha önce ortaya konduğu halde, bunun doğada gerçekleşebilirliği inşaat mühendisliği alanında uzun süre şüphe ve tartışma konusu olagelmiştir. Bu şüphelerin yok denecek dereceye inmesi için, neredeyse 30 yıl gibi bir sürenin geçmesi gerekmiştir. Günümüzün *"Deprem Mühendisliği"* bilgileriyle ve bunların yansıması niteliğindeki *"Deprem Yönetmeliği"* hükümleriyle, zemin koşullarının bina üzerinde ne gibi sonuçlara yol açacağını, artık gerçeğe yakın şekilde tahmin etmek mümkündür. Günümüzde inşaat mühendisliği camiası bu bilince erişmiş olsa da toplumun bütün kesimlerinin bu duruma geldiği henüz söylenemez. Birçok durumda *"kısa vadeli parasal getiri"* faktörü, uzun vadede sağlanacak *"güvenlik"* ve *"toplumsal yarar"*ın, toplumun değişik kesimleri arasında oluşuveren etkileşimli işbirliği içinde, bile bile gözardı edilmesine yol açacak ağırlığı kazanabilmektedir.

BİNA YAPIM UYGULAMASI, DENETİMİ, KULLANIMI VE İZLENMESİ

Binaların, soyut ve somut ögeleri içeren yaşam sürecinin şu segmentlerden oluştuğunu düşünmek mümkündür:

"*ihtiyacın ortaya konması*" – "*tasarım*" – "*yapım uygulaması ve denetimi*" – "*bina kullanımı ve izlenmesi*" - "*yıkım*".

"*Tasarım*" segmentinin bir bölümü, yukarıda "**DEPREME DAYANIKLI TASARIM** ..." başlığı altında ele alınmıştı. Burada bir sonraki segment olan "**UYGULAMA, DENETİM, KULLANIM VE İZLEME**" konuları ele alınacaktır.

1999 Kocaeli Depremi'nden sonra bu segment bağlamında getirilen en önemli yenilikler, "*belli kat adedini aşan betonarme bina taşıyıcı sistemlerinde fabrikada imal edilmiş beton ile nervürlü donatı çeliği kullanımı*"nın, getirilen yeni sistem içinde "*yapı denetimi"*nin ve "*doğal afet sigortası*"nın zorunlu kılınmasıdır. İrdelemeye esas alınan son 30 yıl boyunca imar uygulamalarında sık sık kural değişikliklerine gidilmiş, bu meyanda " *af* " ve "*kentsel dönüşüm*" adı verilen süreçler yaşanmıştır.

(Şantiyede elle karılan betonda gerek "uygun granülometri"nin (agregada dane boyu dağılımı) gerekse "su / çimento oranı"nın tutturulamaması önemli dayanım kayıplarına yol açmaktaydı. Bu bakımdan, fabrikada imal edilmiş beton kullanımının zorunlu kılınması son derecede faydalı olmuştur. Bunda, sınırlı sayıdaki beton türüne ait imal ve kontrol kurallarının açıkça belirlenmiş ve dokümante edilmiş olmasının kolaylığının yanısıra, zorunlu olmamakla birlikte bir süredir kısmî uygulamayla deneyim kazanmış olmanın rolü büyüktür.

Yapım denetiminde ise, inşaat sektöründe yeterli nicelik ve nitelikte teknik ara eleman bulunmaması, her binanın kendine özgü özellikler içermesi ve bazı yönetmelik maddelerinin yeterli netlikle anlaşılamamasından dolayı, hedeflenen verimin elde edilemediği söylenebilir. 30 yıldan daha eski uygulamalarda gözlemlenen yapım kusurlarına, yeni uygulamalarda da hâlâ rastlanabilmektedir. Denetimin alınan derslere dayanarak geliştirilmesi yararlı olacaktır.

*"İmar değişiklikleri" ve "af" süreçleri, titizlikle düzenlenmediğinde, kazanılmış önemli özelliklerle tezat oluşturan ve gelişmeyi tersine çeviren durumları ortaya çıkarabilmektedir. "Kentsel dönüşüm" ise, öncelikle "elverişsiz zemin" ve " dayanımı yeterli olmayan yapı" koşullarının örtüştüğü yörelerde girişilecek, yöre bazında fizibilitesi çalışılmış ve plânlaması yapılmış pilot projeler şeklinde ele alınmak yerine, işe yarayan binaların da gereksiz yere yıkılarak daha yoğun ve düzensiz yerleşmelerin ortaya çıkarıldığı eylemlere yol açabilmiştir. Bunlar "**GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ**" başlığı altındaki ikinci maddede özetlenmiştir.*

"Doğal afet sigortası"nın geniş çapta uygulamaya geçirilmesiyle, kapsama hedefinin önemli ölçüde tutturulduğu söylenebilir. Bundan sonraki hedef, sigorta primlerinin depreme dayanıklı tasarım ve yapımı teşvik edecek şekilde düzenlenmesi olmalıdır.

Yapı kullanımının izlenmesi ve bunu belgelemeye yönelik "yapı bilgi sistemi" uygulamasına geçilmesi yolunda düzenlemeler yapılmıştır. Bunun, deprem bölgelerindeki önemli yapılarda gerçekleştirilen önemli değişikliklerin kaydının tutulması ve "yapı sağlığının izlenmesi" çalışmalarına zemin oluşturması beklenebilir.

Sayılan uygulamaların etkileşimli oldukları, birinde yapılacak değişikliğin diğerlerini de ilgilendirdiği gözönünde tutulmalı, bu nedenle, getirilecek herbir yenilikte uyum gözetilmelidir.)

TÜRKİYE DEPREM KAYIT İSTASYONLARI AĞI

Çok yakın zamanlara kadar, deprem kayıt istasyonları "*rasathane tipi kayıt cihazları*" (observatory-type recorders) ve "*şiddetli hareket ivmeölçerleri*" (strong-motion accelerographs) olmak üzere iki ana grup halinde kurulmuş ve işletilegelmiştir. Birinci grup sürekli çalışan ve zayıfça depremleri bile uzaktan kaydedebilecek duyarlıktaki cihazlardan oluşmakta olup, depremin, "*odak koordinatları*" ve "*oluş zamanı*" başta olmak üzere, değişik parametrelerini tayin etmeye yaramaktadır. İkinci grup ise sükûnet halinde kayıt almayan, deprem başlayınca aktive olan ve çok şiddetli hareketlerde bile çalışma sınırı aşılamayacak kadar yüksek cihazlardan oluşmakta, bunların aldığı ivme kayıtları mühendislik analizlerine birincil kaynak oluşturmaktadır. Bu gruplardaki cihazların adedi, uzun yıllar ülkemizin deprem aktivitesiyle orantısız derecede az olmuş, kapsama yoğunluğu da bölgeler arasında farklılık göstermiştir. Sayısal elektronikteki sürekli gelişmelerle aradaki fark azalmaya yüz tutmuş, ülkemizdeki cihaz adedi önemli derecede artış gösterdiği gibi kapsama yoğunluğu da yükselmiş, bölgeler arasındaki farklılıklar azalmıştır. Bunların büyük çoğunluğu AFAD tarafından işletilmektedir. İşletim, bu cihazları kurma ve işlevsel durumda bulundurmaya ilâveten yoğun ve hızlı şekilde sayısal veri işlem ve iletimini gerektirmektedir. "Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü", "Dokuz Eylül Üniversitesi" ve diğer bazı üniversitelerimizin de önemli sayıda cihazı bulunmakta olup, bunlar koordinasyon içinde etkin bir işleyiş sergilemektedirler.

(*Günümüzde AFAD'ın "rasathane tipi" cihazlarının sayısı 300'ün, "şiddetli hareket ivmeölçerleri"nin sayısı da 800'ün üzerine çıkmış durumda olup, gelişme sürmektedir.* "*Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü*" *de Marmara ve Ege Bölgelerinde önemli sayıda istasyon işletmekte ve "Deprem Erken Uyarı Projesi"ni yürütmektedir. Böylelikle ülkemizde ve çevremizde vuku bulan depremlerin parametreleri dakikalar içinde hesaplanıp medya kanalları üzerinden ilân edilebilmekte, şiddetli depremlerin merkezine yakın noktalarda mühendislik analizine elverişli kayıtlar elde edilip internet üzerinden erişilir hale getirilebilmektedir. Bu, Avrupa ve Ortadoğu ülkeleri*

arasında önemli ve güvenilir bir konumda bulunmamızı sağlamaktadır. Sayılan etkinliklerin, depremlerde can ve mal kayıplarının azaltılmasına büyük katkıları olduğuna ve ileride de olmaya devam edeceğine şüphe yoktur.)

ÜLKEMİZDE DEPREM MÜHENDİSLİĞİ EĞİTİMİ

"*Deprem Mühendisliği*" yapıların depreme dayanıklılığı ile ilgilenen bir inşaat mühendisliği dalıdır. Bu yolda ülkemizin sadece belirli teknik üniversitelerinde verilmekte olan eğitim, geçtiğimiz 30 yıl içinde diğer üniversitelerde de aşama aşama başlatılarak yaygınlaştırılmıştır. Sonuçta, bu konuda atılımlar yapabilecek kadrolar oluşmuş, akademik etkinlikler ve yayınlar da, buna paralel olarak, yıldan yıla artış göstermiştir.

"*Deprem Mühendisliği*" eğitimi, sağlam bir altlık oluşturmak üzere, hatırı sayılır bir matematik ve fen bilgi ve kavrayışını gerektirmektedir. Ancak, üniversitelere giriş yapan lise mezunlarının matematik ve fen derslerindeki bilgi düzeyinin son 30 yıl içinde sürekli düşüşte olduğu görmezden gelinemeyecek bir gerçektir. Bu durum, günümüzdeki üniversite öğretim üyeleri bir taraftan ulusal ve uluslararası camia ile alış-verişlerini devam ettirerek kendilerini geliştirme ve akranlarıyla yarışma çabası içindeyken, bu ilerlemeyi derste öğrenci çoğunluğuna aktaramamalarına yol açmaktadır. Geriye doğru bakıldığında, liseye mezun veren ortaokul ve ilkokulların da zincirleme olarak, benzer düşüşü sergilediğine tanık olunmaktadır. Bu gerçek, bizim de içinde yer aldığımız değişik ülkelerin öğrencilerinin matematik ve fen derslerindeki başarı sıralamalarında defalarca çarpıcı şekilde ortaya çıkmakta olduğu halde, durumu düzeltecek bir girişimin halen sözü bile edilmiş değildir. Öğretim üyesinin, bir taraftan ders verirken bir taraftan da temeldeki bu eksikliği telâfi etmesine, müfredatta ders için tanınan süre yeterli olmayacak, bu da etkileşim yoluyla, hem öğretenin hem de öğrenenin performansının düşmesine yol açacaktır. "*Deprem Mühendisliği*" eğitiminde açık bir şekilde ortaya çıkan bu durumun, teknik olan ve olmayan diğer dallarda da kendini göstereceğine şüphe yoktur.

Hemen ortaya çıkmaktadır ki, "*Deprem Mühendisliği*" eğitimini, ülkemizin genel eğitiminden ayrı düşünmemek gereklidir; bu meyanda dikkati çeken başka bir husus da, öğrencilerin yazılı ve sözlü anlatım konusunda sergilediği eksikliklerdir. Bu, bilgi kaynaklarında geçen ve genelde İngilizce olan terimlerin Türkçe karşılıklarının tam oturmamış olması gerçeği ile etkileşerek daha da belirgin hale gelmektedir.

"*Deprem Mühendisliği*" eğitiminin ayırdedici bir özelliği, işlenen zemin, yapı, ekipman vb ögelerin durağan değil, devingen (hareketli) olmasıdır. Bilinçli bir tasarım, "*dinamik mukabele*", malzeme davranışındaki "*süneklik*", "*tekrarlı yüklemeden dolayı yorulma*" gibi kavramların aslına uygun olarak zihinde canlandırılmasıyla yapılabilir. Bu da ancak, anlatılan kuramsal esasların eğitici deneylerle öğrenciye gösterilmesi ile sağlanabilir. Günümüzde birçok üniversitemiz bu deneylerin yapılabileceği laboratuvarlardan ve ekipmandan mahrumdur.

Eğitimin salt "*Deprem Yönetmeliği*"nin öngördüğü temsîli hesapların tanıtım ve uygulamasına indirgenmesi, sakıncalı bir şekilde, tasarımcı mühendis için son derece önemli olan "*matematik model*", "*mühendislik görüşü*" ve "*mühendislik sağduyusu*" gibi kavramların ne ifade ettiğine bile aşina olamadan, sadece bilgisayar kullanımıyla doğru sonuçların elde edilebileceği yolundaki yanlış inancı kuvvetlendirmektedir.

(Uzun vadede ülkemizde "Deprem Mühendisliği" kültürünün yerleşmesinin, ilkokuldan başlamak üzere, matematik ve fen derslerine önem verilerek eğitim düzeyinin arttırılmasına bağlı olduğu görülmelidir. Üniversite öncesi matematik ve fen dersleri eğitiminin zayıflığının, ülkemiz için endişe verici boyutlarda olduğunun bilincine varılmalı, bunun düzeltilmesi için daha fazla gecikmeden çaba gösterilmelidir. Bu yolda girişilecek etkinliklerin, mühendislik dışındaki tüm alanlarda da tahmin edilemeyecek kadar geniş ve yararlı sonuçlar vereceğine şüphe yoktur. Diğer yandan, eğitici ders ve deney aletlerinin kullanımının yaygınlaştırılması gerekmektedir.

İnşaat mühendisinin, ancak ciddî bir "üniversite eğitimi" ile edinmesi mümkün olan bu bilgileri uygulamada sorumluluk alarak hayata geçirebilmesi için yukarıda "**BİNA YAPIM UYGULAMASI, DENETİMİ, KULLANIMI VE İZLENMESİ**" *başlığı altında değinilen, ve ancak "yeterli meslekî deneyim" ve "sınav başarısı" ile hakedilebilen "Yetkin Mühendis" ünvanını alma koşulu getirilmelidir. Hızlı gelişmeler karşısında, edinilmiş bilgilerin güncellenme gereksinimini karşılamak üzere, üniversiteler ve meslekî kuruluşlar "Hayat Boyunca Eğitim" ilkesinin mühendislik camiasınca benimsenmesi yolunda çaba göstermelidir. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası'nın bu amaçla düzenlediği seminerler ve teknik kurslar takdire değer.*)

ARAMA VE KURTARMA ETKİNLİKLERİ

1939'danberi yaşanan büyük depremlerin hemen hepsinde yaygın hasarla karşılaşıldığı için, ülkemizde arama-kurtarma çalışmalarına hep ihtiyaç duyulmuştur. Önce geçici olarak Kızılay, Yerel İtfaiye Birlikleri ve Askerî Birlikler tarafından ihtiyaç ortaya çıktıkça üstlenilen bu etkinlikler, zamanla, İçişleri Bakanlığı'nın Sivil Savunma Genel Müdürlüğü bünyesinde süreklilik esasına göre oluşturulmuş ve eğitilerek uzmanlaştırılmış ekiplerce yerine getirilmeye başlanmıştır. Son 30 yıl içinde, bu ekipler önce İçişleri Bakanlığı Sivil Savunma Genel Müdürlüğü, daha sonra da AFAD Başkanlığı yönetimi altında, hemen bütün illerimizi kapsayacak şekilde, nicelik ve nitelik bakımından geliştirilmiş, modern araçlar ve ekipmanla donatılmıştır. AFAD Başkanlığı bu gelişmesine paralel olarak ülkemiz dışındaki birçok afette de görevler alarak başarı ile sonuçlandırmış, ülkemize kıvanç duyacağımız bir tanınırlık kazandırmıştır. Kamuoyunda oluşan ilginin de sonucunda İtfaiye, Askerî Birlikler, Jandarma (JAK), Belediyeler, Kamu ve Özel Kuruluşların Güvenlik Elemanları'na ilâveten AKUT, Doğa Sporu Kulüpleri gibi yaşam kurtarmaya tutkuyla adanmış gönüllü kuruluşlar

da, gerekli eğitimleri geçirmiş olarak, bu etkinliklerde önemli yer almaktadırlar. Verimlilik ve disiplin gereği, bu gibi geniş çaplı arama-kurtarma etkinliklerinin koordinasyonunun AFAD tarafından yerine getirilmesi gereklidir. 30 Ekim 2020 depreminde bunun bir ilke olarak tereddütsüz benimsendiğini ve uygulandığını görmek memnuniyet vericidir.

(*Ülkemizin yüzakı olan "arama-kurtarma etkinlikleri" son derece başarılı olup, uluslararası alanda gurur verici bir tanınırlığa erişmiştir. Bu tanınırlık teşvik edilerek sürdürülmelidir.*)

HALK EĞİTİMİ

Halk eğitimi, esas itibariyle, teknik camianın ortaya koyduğu bilgileri anlaşılır şekilde kitlelere iletmeyi ve benimsetmeyi hedef alsa da, üzerinde durulacak konuların seçimi, sıralanması ve içeriği teknik eğitimde tutulan yoldan belli farklılıklar gösterecektir. Eğitim verilecek kitle anaokulu öğrencilerinden, tıp fakültesi öğrencilerinden, kamu kuruluşlarının güvenlik görevlilerinden, milletvekillerinden oluşabildiği gibi, televizyon seyircisi gibi genişçe ve heterojen bir toplum kesimi de olabilir. Hangi kitle hedef alınırsa alınsın, eğitime, uygun bir bilinç düzeyinden başlanması doğaldır; çünki yeni bilgiler mevcutların üzerine eklenerek ilerlenecektir.

İnsanlık tarihine bakıldığında, ilk devirlerden yakın zamanlara kadar, depremdeki can ve mal kayıplarının "*tanrının gazâbı*" ya da *"takdîr-i ilâhi"* olarak nitelenmiş olduğu görülür; coğrafyamızdaki durum da bunun dışında olmamıştır. Son 30 yıl boyunca, gerek gelişen eğitim müfredatında gerekse hızla yaygınlaşan "*medya mecraları*" trafiğinde ağırlıkla yer bulması sonucunda, "*depremin, meteorolojideki gibi, bilimin tanımlayabildiği yolları izleyerek ortaya çıkan bir doğa olayı olduğu*", "*can ve mal kayıplarının da insan kusurlarından kaynaklandığı*" gerçeğinin (pek az istisna ile) toplumumuzda artık genel kabul gördüğü söylenebilir.

Buradan başlamak üzere, bu çalışmadaki başlıklar altında ele alınan hususlar uygun içeriklerle eğitim konusu olabilir. Okullar, yazılı ve sözlü medya platformları, sosyal paylaşım grupları, bilim merkezleri ve deprem simülatörleri halk eğitimi için akla ilk gelen yerler olup, son 30 yıl içinde buralarda olumlu etkinlikler gösterilmiştir. 1999 depremini izleyen aylarda televizyon kanallarında sık rastlanan "*deprembilimci kapıştırma seansları*"nın, yerini giderek halkı eğitme ve aydınlatma amaçlarına daha uygun olan uzman açıklamalarına bırakması olumlu bir gelişmedir; bu, halkın teknik bilgi düzeyinin yükselmesinin sonucu olarak yorumlanabilir. Bu ilerlemenin en azından aynı hızda devam edeceği beklenebilir.

Elbette ki toplum ölçeğindeki bilgi gelişimi, teknik camiadaki kadar hızlı olmamakta ve çabuk farkedilememektedir. "*Beşerî ve sosyal bilimler*" alanındaki gelişmeler ise daha da yavaş olmaktadır. Nitekim, bu çalışmanın sonunda **GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ** başlığı altında dört madde halinde toplanan eksikliklerin hiçbiri teknik olmayıp, "*beşerî ve sosyal bilimler*"in ilgi alanına girmektedir. Bir toplum kesiminin ortalama

"*teknik bilgi*" düzeyi zamanla yükselse de , "*beşerî ve sosyal bilimler*" kapsamındaki gelişmişlikler ile elele gitmedikçe, can ve mal kaybının azaltılması bağlamında görülecek faydanın sınırlı kalacağı söylenebilir. Kıvanç vermeyen bu durumdan, yine uygun eğitimle uzaklaşılabileceği açıktır.

(Halk eğitiminde teknik bilgilerin ilgi uyandırıcı, hattâ eğlendirici şekilde sunulmasına önem verilmelidir. Toplumumuzun örnek bir hasleti olarak, afetlerden sonra bireyler arasında kendiliğinden oluşan ve hızla yaygınlaşan dayanışma ve yardımlaşma etkinlikleri yüceltilebilir. Bundan sonra, sık karşılaşılan olumsuz sonuçlar, kısa vadeli bireysel çıkarlar ve uzun vadeli toplumsal yararlar açısından analiz edilerek, toplum yararını gözeten dersler çıkarılabilir. Bunda "talkın verme" tutarsızlığına düşülmemeli, "talimat üzerine yapılıyor" ya da "birilerinin çıkarı gözetiliyor" izlenimini bırakmaktan kaçınılmalıdır.

Toplumun, teknik bilgisinden, erdem ve iç temizliğinden şüphe etmeyeceği rol modellerinin eğitimde gönüllü görevler üstlenmesi, etik kurallarını da sırası geldikçe vurgulaması, yerinde olacaktır.)

GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Yukarıdaki başlıklar altında ele alınan "*etkinlik*"lerin can ve mal kaybını azaltma bağlamında olumlu sonuç verenleri "*teknik düzenleme*"ler ve "*eğitim*"lerin yanısıra "*arama - kurtarma çalışmaları*" olup, bu alanlardaki başarılarımız bizim için gurur verici olduğu kadar uluslarası camia için de dikkate değerdir; ülkemizin yüzakı ve insanlığa örnek katkısı olarak nitelendirilebilir; teşvik ve takdir edilmeleri geleceğimiz için yararlı olacaktır.

"*Etkinlikler*"lerin olumsuz sonuç verenleri ise, *"rasyonel bir düşüncenin ürünü olarak çıkarılmış ve ortaya konmuş kriter, süreç ve çözüm yollarının uygulamada yerini bulamaması"* niteliğini paylaşmaktadır. Bu oluşumun derindeki "*kök*"lerinin teknik bilgi yetersizliğinden değil de, isabetli olmayan "*bireysel*", "*toplumsal*" ve "*yönetsel*" tercih ve yaklaşımlardan beslendiğini görmek zor değildir. Toplumumuzun değişik katmanlarının değişik derecelerde paylaştığı bu tercih ve yaklaşımlar, aşağıda sıralanan sağlıksız davranış şekilleriyle dikkati çekecek derecede örtüşmektedir:

- Bir aksaklıkla karşılaşıldığında onun nedenlerini aramak, bunda hangi ögelerin payı olduğunu sorgulamak, bulduktan sonra da düzeltici eyleme geçmek yerine, yüzeyde kolay görülür bir ögeyi "*suçlu*" seçip okları oraya yöneltme ve neden üzerinde durmama alışkanlığı.

  (*Bunun tipik bir örneği, can ve mal kayıplarına yol açan nedenler teknik camia tarafından (özellikle son 30 yıl boyunca) defalarca işlenip kamuoyuna sunulmakta*

olduğu halde, tepkinin, o anda yakıştırılan sıfatlar eşliğinde, müteahhitleri suçlama ekseninde ortaya konması ve toplumda karşılık bulmasıdır.)

- Doğru hedefleri gerçekleştirmeyi hedefleyen belli bir düzen yürürlükte iken, bununla çelişme ve gereksiz risklerin yolunu açma potansiyeline sahip *kitlesel* uygulamalara olanak tanınması.

  (*Dere yataklarının imara açılması ve imar affı, bunun tipik örnekleridir. Bu tür eylemlerin bireylerde ve toplumda çıkar bağlamında karşılık bulması, bunların toplumun yararına oldukları anlamına gelmemektedir.*)

- Genel hatlarıyla kurallara uyularak inşa edilmiş bir yapıda, sakıncalı olduğunu bildiği ya da kendisine bildirildiği halde, çıkar uğruna, yapının taşıyıcı niteliklerini bozacak *bireysel* müdahalelerde bulunmak; derece derece, bunu bilmezden gelerek başkalarından saklamak, farkına varıp uyaranları ikna, çıkar ya da korku yoluyla sindirme yoluna gitmek.

  (*Bunun çok rastlanan örneklerinden biri, çok-katlı binaların cadde üzerindeki zemin katlarında (otomobil galerisi vb gibi) serbest alan elde etme uğruna, kolon kesme suçunun işlenmesidir. Betonarme çerçeveli binanın üzerine kaçak olarak tuğla duvarlı kat inşa edildiğine de sıkça rastlanmaktadır. Yine çok rastlanan bir örnek, betonarme kolon ve kirişlerde, atıksu borusu vb geçirmek amacıyla büyük çaplı delikler açmak suretiyle beton ve donatının taşıyıcılığına zarar verilmesidir.*)

- Yapım işlerinde, kabul edilebilir bir "*güvenlik - maliyet dengesi*"nin sağlanması, uluslararası geçerliği olan ana mühendislik ilkesidir. Bu, optimum çözümde buluşturulan "*güvenlik*" ve "*maliyet*" ögelerinin herbirinin, kendi başlarına ele alındıklarında daha yüksek olması arzu edilebilecek değerlerin altında olması, başka bir deyişle ödünler verilmesi demektir. Nitekim, günlük yaşam koşullarında da ayrı ayrı herbir ögenin ideal değerinin peşinden koşmak yerine, gerçekleştirmesi kolay ve denge içindeki bir kombinasyonda karar kılmanın makûl olduğu durumlar çoktur; bu sağlandığında belirli eksikliklere katlanılabilir. Ancak bu tür kararlar kapsamlı bir analize dayandırılmadığı, hele buluşma noktası zorlamayla bir tarafa esnetildiği zaman sorunların çıkması kaçınılmazdır.

  (*Sözü edilen denge "uzun vadeli toplumsal fayda" ögesinin de eklenmesiyle, kent ya da ülke ekonomisi ölçeğinde ele alınabilir. Bu açıdan bakıldığında, verimli tarım arazilerinin iskâna açılması, ülkenin değerli ve yerine konamaz varlıklarının isabetsiz tüketimine örnek olarak ortaya çıkmaktadır.*)

Yukarıdaki tercih ve yaklaşımların nedenleriyle birlikte ele alınarak düzeltici yolların araştırılması yaşamsal derecede önemli olmakla birlikte, "*mühendislik irdelemesi*" karakterinde olan bu çalışmada, bunlara sadece işaret etmek, örneklerini göstermek ve kısa yorumlarda

bulunmakla yetinilmiştir. Konular bir yanlarıyla "*beşerî ve sosyal bilimler*"in ilgi alanına uzanmaktadır ve "*irdeleme*" lerin bu alanlardaki çalışmaları motive edecek "*mühendislik girdileri*" işlevi görmesi umulmaktadır.

Yapılması gerekenler bağlamında "*irdelemeler*"in yukarıya doğru uzanımı düşünüldüğünde "*ekonomi*", "*plânlama*" ve "*kamu yönetimi*" alanlarına gelinmektedir ki işaret edilenlerin tümünün bu alanlarda da benzer şekilde "*mühendislik girdisi*" işlevi görmeleri umulmaktadır.