

Prof. Dr. MUSTAFA ERDİK
(Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü)-



Teşekkür ederim Sayın Başkanım; hızlı bir başlangıç yaptık, eminim aynı hızla gideceğiz.

Sayın Meslektaşlarım, Sayın Mühendisler, Çok Değerli Misafirler; bana bu toplantıda İstanbul'da şimdiye kadar yapılmış olan deprem senaryolarıyla ilgili bir sentez yapma imkânını sağladılar. Bu konuda bildiklerim, neler yapıldığını çok özet bir şekilde sizinle paylaşacağım. Zamanım azaldığı için bazı slaytları hızlı geçme durumunda kalacağım, onun için şimdiden özür dilerim.

Kentsel deprem riski deyince, tabii çok büyük boyutlara ulaşan mali masrafları olabiliyor. Sadece bir hatırlatma yapmak için, 1923 büyük Kanto Depremi'nde 143 bin ölü var, 76 Tangshan Depremi'nde 250-400 bine yakın ölü çıkıyor, 95 Kobe Depremi'nde 6 bin 500'e yakın ölü var, ama 200 milyar dolar kayıp var, 99 Kocaeli Depremi'nde 19 bine yakın can kaybı ve 16 milyar dolar hasar var. Yani bunlar, her ne kadar Kocaeli depremi için yüzyılın büyük depremi deniliyorsa da, pek öyle bir görünüm çıkmıyor buradan.

İstanbul'da deprem riskinin belirlenmesiyle şimdiye kadar yapılmış 4 tane belli başlı referansımız var. Bunlardan birincisi ve belki de en yaygın olarak kullanılanı, Japon mühendisler tarafından, Japon hükümeti tarafından verilen bir para kapsamında İstanbul Belediye'siyle beraber yapılan ve bizim de katkıda bulunmaya çalıştığımız proje oldu. Ondan daha önce yapılmış olan, Amerikan Kızılhaç Teşkilatı'nın finanse ettiği, Boğaziçi Üniversitesi tarafından yapılmış bir çalışma var. Münih Reasürans Grubu desteği ile Boğaziçi Üniversitesi tarafından yapılmış İstanbul'daki daha çok endüstri yapılarıyla ilgili bir çalışma var. Bir de Başbakanlık Proje Uygulama Birimi'nin TEFER Projesi kapsamında desteklediği ve daha çok zorunlu deprem sigortasıyla ilgili kayıpların ve sigorta prim fiyatının tespitine yönelik proje var ki, burada da İstanbul'la ilgili yoğun çalışmalar yapılmıştır. Benim size sunacağım, bunların hemen hemen bir özeti kapsamında olacak.

İstanbul'da senaryo deprem dediğimiz zaman, daha çok üzerinde durduğumuz, İstanbul'da hiçbirimizin olmasını istemediği, ama olması mukadder deprem meydana geldiği zaman ne olacağının araştırılması oluyor. Bu konuda neticede önce yer hareketinden başlamamız gerekiyor. Yer hareketini en basit bir şekilde probabilistik olarak ya da deterministik olarak gösterebiliriz. Burada rakamlara çok fazla girmenin bir anlamı yok; fakat mesela burada önümüzdeki 50 yıl içinde yüzde 20 aşılma olasılığı olan en büyük yer ivmesi dağılımını görüyoruz. Aynı hareketi 50 yılda yüzde 50 içinde yapabiliriz. Tabii bu, şuna geliyor: Sizin hangi deprem hareketinde binaların davranışını istediğinizi de bu açıdan belirlemeniz gerekiyor, mal sahibi tarafından ki, bu İstanbul Belediyesi ve İstanbul Valiliği olabilir bu. Bunu deterministik olarak da yapmak mümkün, yani "İstanbul'da 7,5'lik deprem olursa yer hareketi ne olur?" şeklinde, Ama binalarda hasar değerlendirmesini yaparken hangisini kullanacağınızı neticede seçmeniz lazım.

Burada bir karşılaştırma yaparsak, aslında enteresan bir karşılaştırma bu, bu da 50 yılda yüzde 50 ihtimalle olacak depremde 7,5'lik ve deterministik bir depremin yer hareketi dağılımları hemen hemen birbirini tutuyor. Bu da demektir ki, önümüzdeki 70 yıl içinde büyük bir ihtimalle olacak bir deprem olduğunu ortaya çıkartıyor. Bu, tabii iki yaklaşımın birbirini tutması, desteklemesiyle ilgili bir sonuç.

Bunların dışında, daha detaylı çalışmalar da yapılabilir, bu da tabii yırtılmanın nereden başlayıp ne tarafa doğru gelişeceğiyle ilgili çalışmalar. Birinci şekilde gördüğünüz durumda, yırtılma şuradan başlayıp İstanbul'a doğru geliyor. Aynı şekilde öbüründe de yırtılma buradan başlayıp yine bu şekilde değişiyor. Her ikisinde de dikkat ederseniz, burada bir şişme meydana geliyor. Bu, bizim direktivite dediğimiz bir olay, yani bunu daha hassas yapmanız mümkün, bu tür çalışmalar mevcut. Bu da artık yırtılmanın her türlü parametresi içine giriyor ve yırtılma doğrudan buradan başlayıp geliyor. İstanbul'da bu yırtılma ile olacak hareketleri de bulmak mümkün. Tabii bu yırtılmaların tipini, sayısını, şeklini arttırmak mümkün. Bunları göstermemin sebebi, İstanbul Depremi deyince ortaya çıkacak bir tane bir hareket yok, bunların hepsi İstanbul Depremi, hepsinde değişik hareketler var. Bunlar, tabii hangisine göre belirleme yapacağınız açısından çok değişik yorumlara yol açıyor.

Bina hasarlarına geçerse; burada göstereceğim bina hasarları, daha çok deterministik depremden kaynaklanan hasarlar. Bu, Japon çalışmasında A tipi denilen, demin size göstermiş olduğumuz 7,5'lik depremdir ve burada mahalle bazında değişik renklerle her birine ne kadar yıkılacağı gösterilmiş durumda. Mahalle bazı değerlendirmeler ki, burada zaten Zeytinburnu'nun öncelik olarak gösterildiğini seçebiliyorsunuz. Benzer çalışmalar, Boğaziçi Üniversitesi tarafından yapıldığı zaman, mahalle bazda değil, hücre bazında yapıldı. Sonuç olarak toplarsanız aynıdır, ama hücrelerin daha homojen bir dağılımı var; mahalleler, çok küçük mahalleler var, çok büyük mahalleler de var. Burada görmüş olduğunuz hücreler, yaklaşık 400-600 metre boyutlarında hücreler, her hücre içindeki renkler de size neticede buradaki yıkılacak değişik tipteki bina sayılarını verecek şekilde düzenlenebiliyor. Bunların fazla detaylarına girmek istemiyorum, bunlar yayınlanmış konular, ama buradaki çözümleme bu mertebede. Aynı şekilde mali kayıpları çıkartmak mümkün; her bir hücre içerisinde oluşacak mali kayıpları bulabiliyoruz. Mali kayıplar, sadece bina hasarından oluşan kayıplar, yani bunun içindeki, bina içindeki eşyalar olsun, iş kaybı olsun, bu tip hasarlar söz konusu değil.

Deprem sonrası barınma ihtiyacı çok önemliydi, çünkü neticede bu tip çalışmalar, daha çok acil yardım, kurtarma, Kızılay teşkilatları için yapılan ki, bunların istenilen neticede kent deprem sonrası acil barınma ihtiyacını buna göre planlamak, burada da acil barınmanın en yoğun olacağı, ihtiyacın en yoğun olacağı yerler, koyu kırmızı renkle gösterilmiş olan yerlerdir. Bu çalışma, küçük bir ölçekte daha da önce de bahsedildi, 4 üniversitemiz tarafından Zeytinburnu Projesi kapsamında yapıldı ve burada artık hücre bazı veya mahalle bazından ziyade, bina bazında değerlendirmeler yapıldı. Bunun için, tabii ilk önce çok daha yoğun, bu rezolüsyona uygun zemin araştırmaları yapılması gerektiği, bina araştırması yapılması gerektiği yer hareketleri de çok daha hassas olarak elde edildi ve neticede ortaya çıkan haritalarda ki şu görmüş olduğunuz hücrenin büyütülmüşü buradadır, burada artık bina bazında bunların yıkılma durumlarının en azından belli bir öncelik kapsamında belirlenmesi mümkün. Dediğim gibi, bunlar için kesinlikle yıkılmaz demek zor; çünkü burada seçilen

deprem hareketinde yıkılacak bir tane yapı, başka bir deprem hareketinde yıkılmayabilir. O bakımdan bunda da belli belirsizliğin olduğunu göz önünde tutmak lazım.

Can kaybı, yaralanmalar açısından değişik çalışmalar yapıldı. Bu göstermiş olduğum, yine Japon çalışmasından alınmış can kaybıdır. Buradaki renkle verilen dağılımlar ölü sayısını belirtmektedir. En koyu renkte çıkan yerler, en fazla ölü sayısidir. Bu, gündüz yapılmış çalışmadır; gece yaptığınız zaman, bu kırmızı renk tek çıkmaz. Yani gündüz yapılmasının sebebi, gündüz nüfusunun fazla olduğundan orada, yoksa gece nüfus düşüktür oralarda. Benzer çalışmalar Boğaziçi Üniversitesi tarafından gündüz ve gece olarak yapıldı ve hücre bazında olası can kayıpları verildi, bu gündüz bazında olan bir çalışma. Gece bazında olan çalışmada oldukça daha değişik bir dağılım görüyorsunuz, ama toplamalarda çok fazla değişiklik yaratmıyor.

Bu her iki çalışmanın bir birleşimi diyelim, Yıldız Üniversitesi'ndeki arkadaşlarla beraber gerçekleştirdik bunu. Burada can kaybı açısından en riskli hücreleri gösteriyoruz ve burada 1, 2, seviye 3 olarak gösterdiğimiz yerler. Birinci seviye, can kaybı açısından en riskli yerler; belki can kaybına yönelik bir iyileştirme yaparsanız, en önce gitmeniz gereken yerler orası. Aynı şekilde burası da can kaybı açısından en riskli hücreler, ki buraya ulaşım da aynı zamanda büyük problem var ve İstanbul'da çıkan manzara bu, en riskli bölgelerin maalesef eski İstanbul'da olduğunu gösteriyor.

İstanbul senaryo deprem kayıpları; ortalama olarak 50 bin binanın tamir edilemeyecek ölçüde hasar göreceğinden bahsediyoruz, 200 bin civarında acil barınma ihtiyacı olan aile, 400 bin civarında can kaybı, 160 bin hastaneye ihtiyacı olan yaralı ve sadece binalardan dolayı mali kayıp 10 milyar dolar ki, bunu 4'le çarpmak mümkün, toplam kaybı tahmin etmek için. Bunlar, tabii şu andaki en iyi tahminlerimiz; bunların çok rahat olarak yüzde 50 üstüne, yüzde 50 altına inmemiz mümkün. Bu kayıpları diğer ülke senaryolarıyla kıyaslırsak, büyük farklar görüyoruz. Mesela İstanbul'daki kayıp 40 milyar dolar'dır, Türkiye'nin Gayri Safi Milli Hâsılanın yüzde 20'si kadardır, 40-50 bin can kaybı vardır. Aynı senaryoyu bugün Tokyo deprem senaryosu için yaparsanız, 1-1,5 trilyon Amerikan Doları kayıp bulursunuz, can kaybı da 30-60 bin... Aynı şeyi San Francisco depremi için yaparsanız, 150 milyar dolar mali kayıp, 8 bin can kaybı vardır; fakat burada önemli olan, Gayri Safi Mili Hâsıladan aldığı oranlar hemen hemen değişmiyor, yüzde 20-30 arasında, ama Japonya Gayri Safi Milli Hâsılasıyla Türkiye'ninki arasında tabii absöüt miktar olarak büyük fark var. Yani aynı deprem tehlikesine maruz ve aynı beklenti içinde olan kentlerin çıkarttığı kayıplar böyle, yani İstanbul'un burada düşük yerde olması bizi sevindirecek bir şey değil aslında, ama ben sırf bir karşılaştırma vermek için gösterdim.

Buradan tabii hastaneler için belli öncelik sırası yapılabilir ki, bu öncelik sırasını az çok Valilikle olan çalışmaları takip ettik ve detaylı, bunları geçelim, eğitim kurumları için de yapılabilir. İstanbul'da önemli bir konu, tarihi yapılar; fazla üzerinde durulmuyor, ama şu anda tarihi yapılarla ilgili yine Dünya Bankası tarafından İstanbul'da bir envanter çıkartılmasına yönelik çalışmalar başlamış durumda. Yine çok fazla dikkati çekmedi, ama 99 depreminde İstanbul'da etkilenen çok sayıda tarihi eser var. Mihrimah Sultan Camii, Fatih Camii, bunların başını çekiyor, ama altında da ta Dolmabahçe Sarayı'ndan Arkeoloji Müzesi ek binasına kadar sayıda fazla eser var. Şu anda Mihrimah Sultan Camiine birtakım dışarıdan çelik

istinat birimleri yapıldı, Fatih Camiiyle ilgili yine İstanbul Belediyesi'nin başlattığı önemli proje devam ediyor.

Altyapı hasarlarına gelirse, ulaşım sistemiyle ilgili belli hasarlar var, ama ulaşım sistemi, hakikaten şu anda İstanbul'da oldukça uğraşılan bir sistem. Gerek Belediyenin gerekse TCK 17'nci Bölge'nin çok kıymetli çalışmaları var o konuda. İstanbul'da çok değişik şartname-lere göre yapılmış çok sayıda köprü ve viyadük var, burada bunların sadece kolonlarından hangi yıldaki şartnameye göre yapıldığını tahmin mümkün. Mesela altta gördüğünüz, Mecidiyeköy Viyadük'üdür ki, oldukça eksi bir şartnameye göre yapılmış, şimdi çok değişti. Bunlar da tamir listesine alınan köprü ve viyadükler. Bu hususta gerek Boğaziçi Üniversite-si'nin, Japon mühendislerinin değişik çalışmaları oldu. Burada Japon Şartnamesi'ne dayalı olarak bulunan çok riskli yapıları görüyoruz, orta derecede riskli, az riskli yapıları görüyo-ruz. Ama neticede bunların her biri TCK 17 nci bölge tarafından şu anda oldukça iyi kont-rol altında ki, bu konuda **Dr. Nurdan Apaydın** size zaten toplantının devamında belli açık-lamalar yapacak.

Doğalgaz olarak İstanbul'da değişik hasarlar öngörülüyor, ama doğalgaz bızatihi yapım tek-nolojisi açısından oldukça iyi bir durumda. Ancak tabii doğalgazın kontrol istasyonlarının üzerine binaların yıkılması da muhtemel, o bakımdan elden geçmesi gerekiyor. Bu konu ge-rek Boğaziçi Üniversitesi'nin, gerekse Japon mühendislerin yapmış olduğu incelemelerde çok detaylı olarak ele alınmıştır. Çok fazla üzerinde durmak istemiyorum, nerede ne olaca-ğı hakkında mevcut basılı bilgiler vardır, size daha çok genel fikir vermeye çalışıyorum. Benzer çalışmalar içme ve atık su şebekesi için de var. Telekomünikasyon sistemi için de benzer çalışmalar yapıldı İstanbul'da, gerek Telekom'un şebekesi, gerekse GSM şebekele-rinin durumu her iki çalışmada da detaylı olarak incelendi.

Yine üzerinde çok fazla durulmayan önemli konulardan bir tanesi de, İstanbul'daki elektrik şebekesidir. İstanbul'da özellikle 380 kilovoltluk trafo merkezleri, hakikaten çok hasar gö-recek durumda. Bunlar, Türkiye'de geçmiş depremlerin hemen hepsinde hasar gördü ve bunlardan sadece bir tanesinin hasar görmesi, İstanbul'u çok uzun bir süre elektriksiz bırakır. Bunlar, İstanbul'un çok değişik yerlerinde mevcut. İçlerinde en tehlikeli olanları bunlar. Özellikle Anadolu tarafında hakikaten ta 1950'lerden kalan ve fazla bakımı olmayan şebe-keler de var, trafo merkezleri var, ama bunlar için eminim Elektrik İdaresi tarafından de-ğişik çalışmalar yapılıyor. Bu tesislerin nasıl bir şey olduğunu gösteren fotoğrafları gösterdim size, yani bunları trafikte geçerken sağda solda görebilirsiniz. Bunlar, tüm Türkiye'nin en-terkonnekte şebekesinin ana nodlarıdır. Bunların bir tanesinin gitmesi, tüm Türkiye'nin şe-bekesini etkiler ve İstanbul'da da uzun süreli elektrik kesintilerine yol açar. Özellikle bura-da tekrar hatırlatayım: Görmüş olduğunuz şu bağlantılar, ama tepeden birbirine bağlanmış olan rijit buslardır, bunlar artık dünyada kullanılan bağlantılar değil, çok çabuk kırılan, çok gevrek sistemlerdir.

İstanbul'da önemli kayıplardan bir tanesi endüstriyel kayıplar, bu da fazla değinilen bir ko-nu değil. Endüstriyel olarak İstanbul'da hem önemli endüstriyel parkları görebiliyoruz, hem de kent içinde endüstrinin dağılımı var. Her bir sektör için Münih Reasürans Firması'nın desteğiyle özel etüt yapıldı. Bunlar, maden, inşaat, seramik, cam, tekstil, deri, ağaç işleri, mobilya ve tarım, kimya ve petrol ürünleri, demir-çelik ve diğer metaller, makine, otomo-

tiv, ulaşım, haberleşme sektörleri, bunların her birinin tehlike durumları genelde belirlendi, ne tip hasar görecekları belirlendi ve oldukça iyi bir veri oluşturuldu bunlarla ilgili. Netice- de sektörel dağılım bazında bunların görebileceği hasarlar belirlendi. İstanbul'da gözünüz- den kaçıyor olabilir, çok sayıda endüstri tesisi var. Bunlar, E-5 üzerindeki değişik konular- daki endüstriler, Tuzla Deri Sanayi var, İkitelli'de büyük bir sanayi var. Aynı zamanda Tuz- la'da tersane bölgesi var ki, çok sıkışık bir tersane bölgesidir, bazen itfaiyenin girmesine bir zorluk çıkartan yerlerdir buralar. Hatırlarsınız, geçenlerde yangın oldu, söndürmede büyük zorluk çekildi, yani hiç deprem olmadan. Haydarpaşa Limanı, aynı şekilde, şu anda oranın kaldırılmasıyla ilgili çalışmalar olduğunu biliyorum. Ambarlı Sanayi Bölgesi, yine çok teh- likeli bölge, yılda 1 santimetre itibarıyla kayabilen bir kayan kütle üzerine oturmuştur, çok önemli gaz dolum tesisleri vardır. Ambarlı'nın aynı zamanda çok büyük bir limanı vardır ve yine Ambarlı'nın hemen kenarından ana gaz boru hattı Marmara'ya girer, yani hakikaten çok kritik bir yerdir, burada da özel tedbirler, özel etütler olması gerekir. Yine İstanbul'a ya- kın olan Marmara Ereğlisi enerji tesisleri var ki, buradakilerin bir kısmının elden geçmesi gerektiğini sanıyorum. Bunlar, maalesef gerek Belediyenin, gerekse vilayetin çok doğrudan doğruya sorumlu olduğu kurumlar değil, bunların kendi aralarında örgütlenmesi lazım. Her zaman kafamızda tutmamız lazım ki, bunlar da İstanbul'un çok önemli bir parçası; özelli- le İstanbul'da sanayiye gelecek hasar, hem ikinci afetlere yol açacaktır, hem de maalesef bü- yük iş kaybına yol açacaktır, işsizliğe yol açacaktır.

Endüstriyel kayıplara gelirsek, bunlar yaklaşık olarak şiddet bölgesine göre yıllık cironun yüzde 15-10'u mertebesine çıkabilen kayıplar olur, ama en önemlisi, bunların yaklaşık 250- 300 bin civarında işsiz yaratması mümkün ki, zaten Türkiye şu anda büyük bir işsizlik prob- lemiyle uğraşıyor, bir de böyle problemin gelmesi çok önemli. Tabii burada önemli konular- dan bir tanesi de, bizim küçük işletme dediğimiz işletmelerde gözlemlenen, 1999 depremin- den sonra herhangi bir şekilde mal kaybı, yer kaybı değil, pazar kaybıdır. Bunlar, daha çok Avrupa'ya fason iş yapan yerler; bunlar çantacıdır, dericidir, ayakkabıcıdır ve herhangi bir şekilde bunların işine ara verilmesi demek, bu fason işlerin başka ülkelere kayması demek- tir. Ondan sonra siz bu işyerlerine kredi de bulsanız, para da bulsanız, makine de bulsanız, pazar bulamazsınız. O bakımdan, bu hakikaten üzerinde önemli durulması gereken bir iş, en az binalarımızın tamiri, takviyesi kadar önemli görüyorum bunu. Teşekkür ederim.