

## KENT YERLEŞİM ALANLARIMIZDA DEPREMLERDE OLUŞACAK HASARLARIN AZALTILMASINA YÖNELİK ÖNERİLER

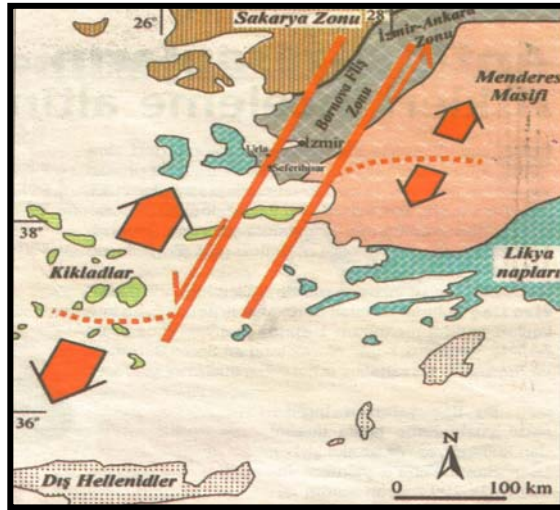
Hakkı Batur DEMİRAY  
Jeoloji Mühendisi  
jmoizmir@gmail.com

### I-GİRİŞ

Bu çalışmayla 1. Derece Deprem Bölgesinde yer alan İzmir’de, (Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmeliklerimizde eksik olan) ;deprem yaratma potansiyeline sahip diri fayların bulunduğu kesimlerin tespiti ve bu faylar etrafında emniyetli kuşaklar bırakarak yapılaşmanın planlanması ile yapı denetiminde özellikle zemin kontrolüyle ilgili konularda yaşanan sorunlara dikkat çekilmesi amaçlanmıştır.

### II-İZMİR DEPREMLERİNİN YARATTIĞI HASARLARIN FAYLARA BAĞLI NEDENLERİ

İzmir çevresinde yer kabuğu son yıllarda elde edilen GPS verilerine göre, kuzeydoğu doğrultulu bir eksen boyunca, güneybatı’ya doğru hareket etmektedir. İzmir ve yakın çevresinde son 15 yılda meydana gelen orta büyüklükteki üç deprem (1992-Doğanbey, 2003-Seferihisar ve 2005-Demircili) bölgenin doğrultu atımlı fayların kontrolünde şekil değiştirdiğini göstermektedir. Bu şekil değişikliği bölgesel ölçekte İzmir (Gümüldür) ve Balıkesir (Bigadiç) arasındaki kuşak boyunca uzanım sunan kuzeydoğu doğrultulu, kabuksal ölçekteki transfer zonunun varlığıyla açıklanmaktadır (Resim 1 “Sözbilir; 2003” den).



Resim 1. İzmir-Balıkesir transfer fay zonu (“Ring ve diğ. 1999'dan değiştirilerek alınmıştır”).

Bu zonun doğu kenarı Kuşadası Körfezi-Torbalı-Kemalpaşa -Akhisar-Bigadiç hattı üzerinde yer alır. Bu hattın batısında kalan ve Karaburun’a kadar gözlenen faylar, aynı fay sistemi içindedir. Ekim-2005 İzmir depremlerinin sonucunda yapılarda gözlenen hasarın en önemli

\*Bu Bildiri Jeoloji Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

nedeninin; yerleşimlerin diri fay zonları üzerinde yer alması olduğu DEÜ. Jeoloji Mühendisliği Bölümü akademisyenlerince ortaya konmuştur. Nitekim son yıllarda kurulan İzmir'deki iki yeni üniversite başta olmak üzere, pek çok yapı, ya bilinen diri fay izleri üzerinde veya çok yakınındadır.

### **III-İZMİR'DE DEPREM HASARLARINI AZALTACAK; DİRİ FAYLARA YÖNELİK ÖNLEMLER VE YAPIM SIRASINDA ZEMİN KONTROLÜ**

#### **1-Diri Faylar Etrafında Emniyetli Kuşak Oluşturmak**

İzmir'de; özellikle deprem senaryosu uyarınca kırılması tasarlanan ve körfezi güneyden sınırlayan fay başta olmak üzere; pek çok yapı, ya bilinen diri fay izleri üzerinde veya çok yakınındadır. Şehrimizde halen yapılar Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar' la ilgili yönetmelik şartlarına göre tasarlandığı halde, bu yönetmelikler de deprem yaratan diri fay zonlarına yapıların yaklaşım mesafeleriyle ilgili bağlacı hükümlerin bulunmayışı önemli bir eksikliklerdir.

Bu nedenle; şehrimizde de; yapıların yer sarsıntısına karşı dayanıklı olmasını sağlayacak şekilde deprem yaratan diri fay etkilerini en aza indireyecek ölçütlere ilişkin güvenlik amaçlı bazı yasal düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Çünkü bilindiği gibi yüzey faylanma izinin her iki tarafından birkaç on metre ile birkaç yüz metre uzaklık içerisinde yer alan bölgede zeminde deformasyonlar olmakta ve bu zon içerisindeki yapılar da zemindeki deformasyonlardan olumsuz etkilenecek tahrip olmaktadır. Yamulma zonu olarak da isimlendirilebilecek bu deformasyon zonu; ana fay izi ve ona verev olarak, ya da yarı-koşut olarak, gelişen ikincil kırıklardan oluşur, Yamulma zonu; yaygın olarak birkaç metre ile yüzlerce metre genişlikte olabilir. Diri fayları kesecek şekilde tasarlanan tünel, otoyol, baraj, hidrolik santraller, sulama kanalları, metro, doğal gazboru hatları ve nükleer santraller gibi büyük mühendislik yapıları çok yüksek risk taşırlar. Bu şekildeki büyük mühendislik projelerinin diri bir fay zonunun üzerinde ya da yakınında ve koşut olarak veya fay hattından ne kadar uzaklıkta, bulunması gerektiğinin çok ayrıntılı olarak araştırılması gerekmektedir. Örneğin düşük eğimli bir sahada, fayı enine geçmesi zorunlu olan otoyol gibi çizgisel mühendislik yapılarının kısa bir bölümü faylanmadan etkilenecektir. Ancak dağlık bir bölgede bu yapılar sadece faylanmadan değil, aynı zamanda heyelan gibi yer kaymalarından da ağır derecede hasar görecektir. Şehre su taşıyan sistemlerde faylanmadan dolayı hasar çok ciddi olabilir. Çünkü zemindeki yer değiştirmelerden dolayı fay bloğunun bir tarafı diğerine göre yükselerek ya da yatay olarak ötelenerek suyun boşalmasına yol açabilecektir. Metro gibi yapılar da ise faylanmadan dolayı hasar gelişmesi kuvvetli bir olasılıktır. Diri fayın neden olduğu yamulma zonunun genişliği, diri fayları dikine geçen, hayati yapıların ( insanların, barınması için gerekli yapılar çizgisel mühendislik yapıları, vb. hayati sistemler) yer seçimi ve tasarım için gerekli koruma bölgelerinin oluşturulması da büyük önem taşır. Tampon bölgeler olarak da isimlendirilebilecek bu koruma zonlarının oluşturabilmesi için ilk önce gelecekte olabilecek olası yüzey faylanmasının izlerini tespit etmek gerekmektedir. Yakın gelecekte olabilecek, olası bir depremin yüzey faylanması, o diri fayın yakın jeolojik zaman ve tarihsel dönem içerisinde kullandığı iz boyunca, ya da, çok yakınında gelişir (Demirtaş;2002).

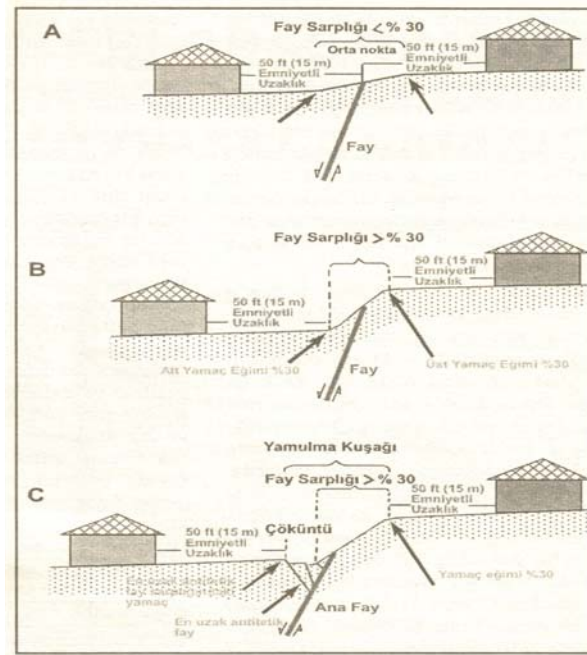
---

\*Bu Bildiri Jeoloji Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

Ülkemizdeki deprem yönetmeliğinde olmamasına karşın, Amerika Birleşik Devletleri gibi bazı ülkelerde deprem bölgelerinde yapılacak yapı yönetmelikleri ve düzenlemeler, diri (aktif) faylar civarında "**tampon bölgeler**" oluşturulmasını zorunlu kılmaktadır, **Özel Çalışma Zonları Yasası** olarak da anılan bu yasanın amacı, Kaliforniya Eyaleti'ndeki, deprem üreten diri fayları tanımlamak, özel jeolojik araştırmaların yapılması gereken alanları belirlemektir.

Yasa gereği, Kaliforniya Eyaleti'nde bilinen diri faylar boyunca Özel Çalışma Zonlarının (Tampon Bölgeleri.) belirlenmesi, fay zonları ile ilgili haritaların derlenerek yayınlanması, fay zonu verilerinin denetlenmesi ve bunların yerel yönetimler gibi devlet kurumlarının hizmetine sunulması, vb. işleri Devlet(Eyalet) Maden ve Jeoloji Dairesi Başkanı (Eyalet Jeoloğu) tarafından yapılmaktadır. Danışma Kurulu olarak hizmet veren ve eyalet başkanı tarafından atanan dokuz üyeden oluşan Eyalet Madencilik ve Jeoloji Kurulu, yerel yönetimlerinin yasayı uygulayabilmesi için gerekli ölçütleri belirler.

Yerel yönetimler, yasa gereği, yasa, yönetmelik ve tüzükleri, yürürlüğe koyar, Özel Çalışma Zonları Haritalarını ilan eder. Proje ruhsatı vermeden önce gerekli jeolojik raporları ister ve onaylar.



Resim 2. Fay sarplığına göre, yapıların en düşük emniyetli uzaklık sınırının gösterimi ("McCalpin 1987" den Demirtaş,2002).

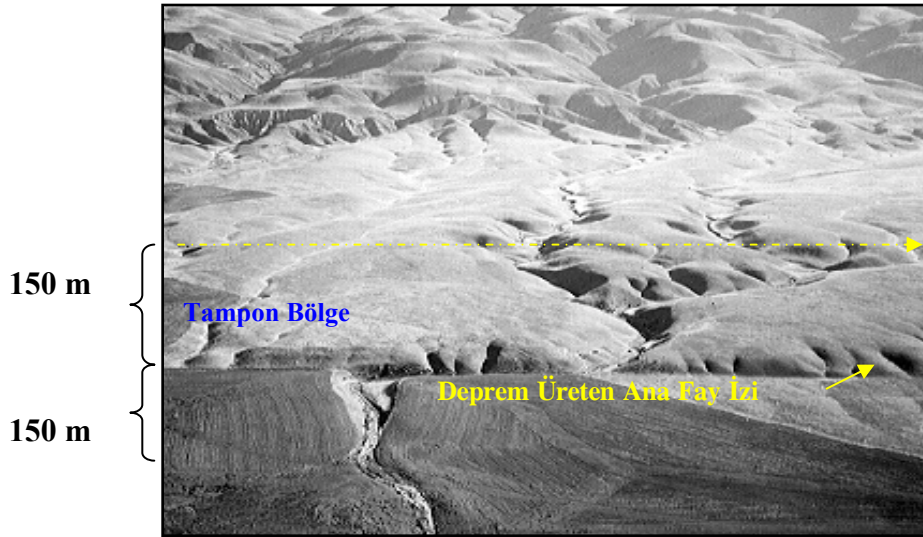
"Yasaya göre, Devlet Madencilik ve Jeoloji Kurulu tarafından *son 11 binyıl (Holosen)* içerisinde hareket ettiği ya da yüzey faylanması meydana getirdiği jeoloji eğitimi almış biri tarafından zemin yüzeyinde ya da hemen altında yer alan herhangi, bir fiziksel özelliğe bağlı olarak kolayca, tanımlanan herhangi bir fay kesin diri fay olarak tanımlanmaktadır.

Amerika Birleşik Devletleri'nde diri ya da potansiyel diri faylar yakınında yer alan yapılar için tampon bölgelerinin oluşturulmasında geliştirilen ölçütlere ilişkin örnekler aşağıdaki gibidir;

\*Bu Bildiri Jeoloji Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

- a) Özel Çalışma Zonlan Yasası (Deprem Fay Zonlan Yasası), diri fay üzerinde yerleşim amaçlı hiç bir yapıya kesinlikle izin verilmeyeceğine dair esaslar getirmektedir
- b) Sıvılaşmış Doğal Gaz tankının, diri bir faydan en az 35 metre uzaklıkta yer alması gerekmektedir;
- c) Sıvılaşmış Doğal Gaz depolama tankının (temel 1.5 m'den daha derin olduğu zaman), Kuvaternerden beri yüzey faylanması oluşturmuş bir faydan en az 1,6 km uzaklıkta bulunması gerekmektedir;
- d) Tahrip olamsı durumunda yaşamsal tehdit oluşturacak santral vb. yeri için. ayrıntılı jeolojik- jeoteknik araştırmaların yapılması gerekmektedir. Faylanma sırasındaki yer değiştirmelere karşı santralin içerisindeki bazı yapıların, sistemlerin ve elemanların işlevini engellemeyecek şekilde güvenliğini sağlayacak, yüzey faylanmasına ilişkin esaslar gerekmektedir. Tasarım hazırlıkları, nükleer santralin herhangi bir bölümünde herhangi bir yönde yüzey faylanmasına maruz kalacağı, varsayımına dayanılarak yapılmalıdır;

Özel Çalışma Zonlan, 1/24.000 ölçekli topografik haritalar üzerine çizilir. Yasa, gökdelenler, hastaneler ya da okullar gibi kritik yapılar için çok daha sıkı ölçütler içermektedir. Kuşaklama. Sınırları *ana faylardan itibaren 150'şer metre; kesin olarak belirlenmiş küçük faylardan itibaren 90'ar metre uzaklıklardan geçirilmiştir*"(Demirtaş;2002).



Resim 3. San Andreas Fayı'nın Carrizo Plain, Wallace Creek bölgesinde tampon bölge oluşturmaya birörnek"(Demirtaş;2002).

2003 ve 2005 depremleri göstermiştir ki; İzmir İli ve ilçeleri nde yer alan genç havzalarda (Urla havzası, Bornova havzası, Menderes, Kemalpaşa-Torbalı havzası, Manisa havzası ve Akhisar havzası gibi) acilen bölgelerin depremselliğine hizmet edebilecek en küçüğü 1/25.000 ölçekli diri fay ve zemin etkileşimlerini bütünleştiren yerleşime uygunluk amaçlı jeoloji haritaları paleo sismoloji çalışmaları eşliğinde hazırlatılmalı ve bu haritalar, şehir ve ilçe yönetimleri ile kriz merkezlerinde sürekli açık tutulmalıdır.

Önemli yüzey yer değiştirmelerine yol açabilecek diri fayların yakınında planlanması düşünülen hayati sistemlerin deformasyonlardan en az etkilenmesi için alınabilecek önlemler; 1- faydan uzaklaşmak, 2- beklenen yer değiştirme miktarına göre tasarım yapmak,

\*Bu Bildiri Jeoloji Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

3- hızlı bir onarıma olanak verecek olasılık planları hazırlamak şeklinde sıralanabilir. Türkiye'de ( yapılamıyorsa şehrimizde) diri faylar etrafında tampon, bölgelerin oluşturulması ve bununla ilgili yasal düzenlemelerin yapılabilmesi için bu konuda deneyimli mühendislerin yer alacağı bir yapılanma en azından belediyeler de yaratılmalıdır.

## 2. Zemin Şartlarının Kontrol Edilmesi

Diri faylar etrafında tampon bölgeler veya emniyetli sınırlar oluşturma çalışmalarının yanı sıra şehrimizde zemin şartlarından kaynaklanan deprem hasarlarını en aza indirmek yolunda alınacak ikinci önlem ise zemin şartlarının, tasarıma esas olan zemin etüt raporlarıyla olan uygunluğunu denetlemek yada kontrol etmekten geçmektedir.

Nitekim 5.02.2008 de yürürlüğe giren “YAPI DENETİMİ UYGULAMA YÖNETMELİĞİ” nin “Amaç, Kapsam, Dayanak ve Tanımlar” ın yer aldığı birinci bölümünde yer alan “Yapı denetim kuruluşunun görev ve sorumlulukları” 5.maddesinin “c” bendinde

**“c) Zemin ve temel etüdü raporunun hazırlanmasına ilişkin esaslara uygun olarak bir zemin etüdü raporunun olup olmadığını tespit ederek onaylar. Raporun uygunluğunu onaylamak için, bünyesinde konu ile ilgili yeterli teknik eleman bulunmadığı hâllerde hizmet satın alabilir.”**

denilerek zemin şartlarının hazırlanan zemin etüt raporuna uygunluğunun da kontrol edilmesine vurgu yapılmaktadır. Bu konuda önemli bir başvuru standardı olan ve Eurocode 7 ‘nin tercümesi olan “TS ENV 1997-1 Jeoteknik Tasarım- Bölüm 2 Genel Kurallar” standardı’ nın “Yapım Kontrolü, İzleme Ve Bakım” bölümünün “4.3 - ZEMİN ŞARTLARININ KONTROL EDİLMESİ” alt bölümünde de;

“İçine ve üzerine yapının oturtulacağı veya temellendirileceği **kaya ve toprak** Jeoteknik özellikleri ve **tanımları** inşaat esnasında kontrol edilmelidir” denilmektedir.

Danıştayca 2001 yılında alınan ve Bayındırlık ve İskân Bakanlığınca 19 Ağustos 2008 günlü Resmî Gazete de yayınlanarak yürürlüğe giren “3030 Sayılı Kanun Kapsamı Dışında Kalan Belediyeler Tip İmar Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik” in, 57. maddesinin "Yapı ruhsatı işleri" kısmında da;

“.....Statik projeye esas teşkil edecek zemin etüdü (jeoteknik etüt) raporunun;.....

2) **Sondaçlar, arazi çalışmaları, zemin ve kaya mekaniği**, lâboratuar deneylerini ihtiva eden zemin-yapı etkileşiminin analizinde kullanılacak temel-zemin, **zemin profili ve zemini oluşturan birimlerin fizikî ve mekanik özelliklerini** konu alan çalışmalar yönünden jeoloji mühendislerince hazırlanması” vurgulanan kararına rağmen, uygulamada Yapı Denetim Şirketleri bünyelerinde zemin profilini ve özelliklerini tanımlamaktan sorumlu bu mühendisleri halen bulundurmamakta ve bu konuda kanunen yetkili kurumlar ve şehrimizde belediyeler bu duruma halen etkin bir şekilde müdahale etmemektedirler.

## 3-Zemin Şartlarına Uygun Olarak Ekonomik İmar Planlaması

İzmir gibi 1. derece deprem bölgesinde yer alan pek çok şehrimizde de görüldüğü gibi imar planlamalarımız ekonomik değildir. Burada ekonomiden kasıt, deprem tehdidine çok yüksek

\*Bu Bildiri Jeoloji Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

oranda maruz kalacak bir ilde, deprem sırasında yüksek oranda sivilaşma vb. deformasyona uğrayacak zemin koşullarına uygun bir imar planlamamız olmamasıdır. Bilindiği gibi İzmir şehri batısından denizle sınırlı, diğer yönlerde ise tepelerle çevrili bir körfezin kıyısında kurumuştur. Denizle kıyı kesimini çevreleyen yükseltiler arasında yer alan düzlükler, doğal ya da bir kısmıyla yapay olarak oluşturulmuş gevşek zeminlerden, yanı sıra; Yamanlar,

Bornova – Pınarbaşı sırtları, Buca, Hatay Balçova-Narlidere sırtları gibi yüksek kesimler ise günümüzden 10 ila 60 milyon yıl önce oluşmuş sert kayalık zeminlerden oluşmaktadır. Bilindiği gibi denize komşu gevşek zeminlerin depremler sırasında sivilaşma başta olmak üzere yüksek deformasyonlara maruz kalması dolayısıyla, bu tip zeminler üzerine yapılacak özellikle çok katlı yapılar, çok ağır maliyetler getiren zemin islah çalışmaları gerektirmektedir. Ayrıca istenildiği kadar bina altında kalan zemin şartları islah edilsin, onu çevreleyen geniş alüvyal düzlük bütün olarak çalışacağından ve özellikle 1999 Marmara Depreminde de görüldüğü gibi denize doğru heyelan etmesi (kayması) söz konusu olacağından, yapılacak yatırımında tam bir güvenlik sağlayacağı düşünülmemelidir. Nitekim 1999 Marmara Depreminde de bu durum görülmüş ve önemli bir toprak parçasının, üzerindeki binalarla birlikte denize gömülmesiyle, Kocaeli Körfezinin coğrafyası değişmiştir. Bu nedenle bu tip zeminler üzerine bir –iki katlı, düşük yüklere sahip basit yapıların planlanması uygun olacaktır. Buna karşılık Körfezimizi çevreleyen kayalık yükseltilere , (heyelan etütlerinin yapılması sonucu güvenli olduğu kanıtlandıktan sonra) çok katlı yapıların planlanması, hem can kaybının azaltılması, hem de yatırım maliyetlerinin güvenli yapılar sağlayacak şekilde karşılığının alınmasını sonuçlayacaktır. Ayrıca titreşim periyotları arasındaki farklılıklar nedeniyle de; bir –iki katlı yapıların gevşek zeminler üzerine, çok katlı yapıların ise kayalık zeminleri üzerine yapılması deprem sırasında rezonansa girerek yıkılmalarını da önleyeceği bir gerçektir.

Yine benzeri şekilde “bitişik nizam yapılaşma”, titreşim periyotları birbirinden farklı binaların yan yana sıralanması nedeniyle, deprem sırasında birbirlerine çarparak hasar yaratacakları için deprem bölgelerinde uygun bir yapılaşma olmamasına ve bu konuda yönetmeliklerde sınırlamalar olmasına karşın, şehrimizde bu tip yapılaşmanın devam ettiği malumdur.

Şehrimizin imar planları hiç olmazsa bugünden başlayarak bu gerçeklere göre mutlaka revize edilmelidir.

#### **IV-SONUÇ ve ÖNERİLER**

1-İzmir’de; özellikle deprem senaryosu uyarınca kırılması tasarlanan ve körfezi güneyden sınırlayan fay başta olmak üzere; pek çok yapı, ya bilinen diri fay izleri üzerinde veya çok yakınındadır. Şehrimizde halen yapılar Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalarla ilgili yönetmelik şartlarına göre tasarlandığı halde, bu yönetmelikler de deprem yaratan diri fay zonlarına yapıların yaklaşım mesafeleriyle ilgili bağlayıcı hükümlerin bulunmayışı önemli bir eksikliktir.

2- Bu eksikliğin giderilmesinde 1. derece deprem kuşağında yer alan benzeri ülkelerde uygulanan ve diri fay zonlarına yapıların yaklaşım mesafelerini ortaya koyan yapılanmalar

---

\*Bu Bildiri Jeoloji Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

ile yasa ve yönetmelikler esas alınarak şehrimizde de bu tip uygulamalara geçilmesi Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Yönetmeliğimizin önemli bir eksiğini kapatacaktır.

3- Yapı Denetim şirketleri ;“**Zemin ve temel etüdü raporunun hazırlanmasına ilişkin esaslara uygun olarak bir zemin etüdü raporunun olup olmadığını tespit ederek onaylar. Raporun uygunluğunu onaylamak için, bünyesinde konu ile ilgili veterli teknik eleman bulunmadığı hâllerde hizmet satın alabilir**” “(Yapı Denetimi Uygulama Yönetmeliği 2008)” hükmü ile “**İçine ve üzerine yapının oturtulacağı veya temellendirileceği kaya ve toprak jeoteknik özellikleri ve tanımları inşaat esnasında kontrol edilmelidir**”(TS ENV 1997-1 Jeoteknik Tasarım- Bölüm 2 Genel Kurallar - Eurocode 7).” hükümlerinin yerine getirildiği sağlıklı bir yapı denetim sisteminin işletilmesi için; Danıştayca 2001 yılında alınan “Sondajlar, arazi çalışmaları, zemin ve kaya mekaniği, lâboratuar deneylerini ihtiva eden zemin-yapı etkileşiminin analizinde kullanılacak temel-zemin, **zemin profili ve zemini oluşturan birimlerin fizikî ve mekanik özelliklerini** konu alan çalışmalar jeoloji mühendislerince hazırlanır” kararı gereğinin yapı denetimlerinde yerine getirilmesinde yerel yönetimlerin zorlayıcı olmaları gerekmektedir.

4- İzmir gibi 1. derece deprem bölgesinde yeralan pek çok şehrimizde de görüldüğü gibi imar planlamalarımız ekonomik değildir. İzmir Körfezini çevreleyen gevşek zeminlerden oluşan düzlükler üzerinde düşük katlı, kayalık zeminlerden oluşan tepelerde ise (heyelan riski olmadığı bilinen kesimlerine) çok katlı yapıları oluşturacak bir imar planı revizyonuyla hem inşaat ekonomisi sağlanmalı ve hem de depreme bağlı can ve mal kayıpları riski azaltılmalıdır.

## KAYNAKLAR

Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik,2007.

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı,3030 Sayılı Kanun Kapsamı Dışında Kalan Belediyeler Tip İmar Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik,2008,1-2. sayfa.

Danıştay kararı, Altıncı Daire, Esas No:2000/4743,Karar No:2001/6466,2001, 7. sayfa.

Demirtaş, R., Diri Faylar Etrafında Tampon Bölge (Emniyetli Kuşak) Oluşturma Esasları-Fay Yasası,JMO Haber Bülteni,2002,55-60. sayfa.

Sözbilir,H.,İnci, U., Sümer,Ö.,Erkül,F.,Urla-Balıkesir Arası Depremlerin Nedeni Fosil Bir Fay,Cumhuriyet Bilim Teknik,2003,6-7 sayfa.

Sözbilir,H., Sümer,Ö.,Erkül,F.,Uzel,B.,Ersoy,Y., İnci, U.,Helvacı,C.,İzmir deprem dizilerinin nedeni, faylardaki 'Çiçek yapısı Cumhuriyet Bilim Teknik '2005,18-19. sayfa

Türk standardı; TS ENV 1997-1 Jeoteknik Tasarım- Bölüm1: Genel Kurallar –(Eurocode 7),2000,24.sayfa.