

TMMOB JEOLJİ MÜHENDİSLERİ ODASI
FAY ÜZERİNDE YAŞAYAN İLLERİMİZ: ESKİŞEHİR RAPORU-16



GİRİŞ

Deprem ülkemizin bir gerçeği. Anadolu toprakları milyonlarca yıldır depremlerle sarsılmış olup gelecekte de sarsılacaktır. Günümüzün gelişen teknolojisi ve uydu verileri ile atmosfer kaynaklı afetleri büyük doğrulukla önceden bilmek artık mümkün hale gelmiştir. Ancak depremleri önceden bilecek bir teknoloji henüz mevcut değildir. Bu nedenle tüm Dünya’da kabul edilen yaklaşım deprem olacağı tahmin edilen yerlerde depremin vereceği hasarı en aza indirmek için gerekli çalışmaların yapılmasıdır. Sorun depremler değil depremlerin verdiği zararların nasıl azaltılabileceğidir.

Deprem farklı şekillerde hasar verebilmektedir. Bunlardan en önemlisi ve en yaygın olanı yer sarsıntısıdır. Deprem büyüklüğü, yakınlığı ve şiddeti arttıkça yarattığı sarsıntı ve buna bağlı olarak hasar da artmaktadır. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından yayınlanan ve 2019 yılında yürürlüğe giren Türkiye Deprem Tehlike Haritası (TDTH) depremin bir bölgede yaratabileceği büyüklüğü farklı olasılıklar için göstermektedir. 2019 yılı başından itibaren yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği ise TDTH’de gösterilen deprem sarsıntısı ile baş edebilecek yapılaşmanın kurallarını açıkça tanımlamaktadır. Bu iki unsur dikkate alınarak ve bu kurallara uyularak inşa edilen binaların olası bir depremi can kaybına neden olmadan atlması mümkündür. Eskişehir ilimizin deprem tehlike haritası Şekil 1 de verilmiştir. Haritadaki iki mavi çizgi arasındaki alan önümüzdeki 50 yıl içerisinde Eskişehir topraklarında meydana gelme olasılığı %10 dan fazla olan bir depremde sarsıntısının yer çekiminin %30 u ile 40’ına (0,3-0,4g) kadar çıkabileceği yerleri; sağdaki mavi çizginin daha sağındaki açık renge doğru olan alan ise nispeten daha az (0,2-0,3g arası) sarsılacak alanları gösteriyor. Özetle bu harita, Eskişehir ve yakın çevresinde önemli bir

geçtiği illerde yaşayanları ve bu bölgelerden sorumlu yönetimleri konudan haberdar etmek, uyarmak ve tedbir almalarını sağlamaktır. Çünkü başta deprem olmak üzere doğa kaynaklı tüm olaylarla baş edebilmenin tek yolu riski bilmek ve yönetmekten geçmektedir. Risk yönetimi çalışmalarında geri kalan tüm toplumlar krizi yönetmek zorunda kalırlar ki bu çok pahalı ve çok fazla can kaybına yol açan bir yöntemdir. Burada üzerinde durulan konu sadece diri faylar ile sınırlı olup depremin sarsıntı etkisini ve buna bağlı olarak gelişen heyelan, sıvılaşma ve sel gibi tehlikeleri kapsamamaktadır.

Diri faylar, yer kabuğu içinde bulunan ve hareket ettiklerinde depremlere neden olan kırık düzlemlerdir. Ülkemizde yıllardır yapılan çalışmalarla diri fayların nerelerde olduğu ve geçmişte hangi sıklıkta ve hangi büyüklükte deprem ürettikleri araştırılmaktadır. Yenilenmiş Türkiye Diri Fay Haritası (TDFH) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafından 2013 yılında yayınlanmış olup Şekil 1 de verilen tehlike haritası da bu diri fay haritası üzerine inşa edilmiştir. TDFH 1:25.000 ölçeğinde hazırlanmış olduğundan gösterdiği faylar imar planları içerisinde kullanılabilir hassasiyette haritalanmış değildir. Bu haritalar fayların nerelerden geçtiğini belli bir hassasiyette gösterirler, ancak bunların 1:1.000 ve 1:5.000 ölçekli yer bilim araştırmalarıyla kontrol edilmeleri ve fayların hassas yerlerinin konuya çok disiplinli özel çalışmalar ile hassas olarak belirlenmeleri gerekir. Öte yandan deprem biliminde hala çok sayıda bilinmezlik vardır. Örneğin günümüzden yüzlerce hatta binlerce yıl önce oluşmuş bir depremin nerede olduğu tarihsel kayıtlar ile net olarak bilinemez iken, jeolojik çalışmalar ile belirlenmesi mümkündür. Gelecekte olması kaçınılmaz olan depremlerin anlaşılmasında geçmişin bilinmesi çok önemlidir. Bu nedenle bu raporda verilen bilgiler bilinenlerin yanı sıra tahmin ve olasılıkları da içermektedir.

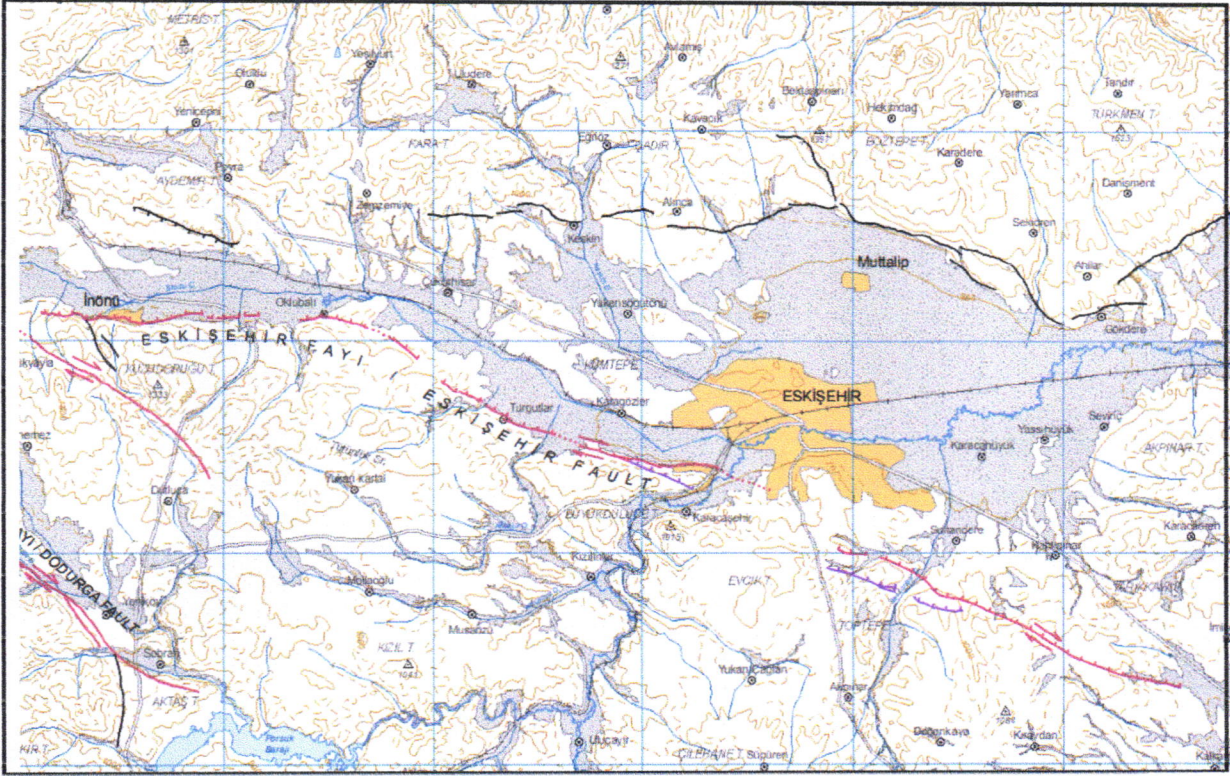
GENEL KONUM

Eskişehir ili, jeolojik açıdan normal fayların etkin olduğu Batı Anadolu ile doğrudan atımlı fayların etkin olduğu Kuzey Anadolu Fay Zonu arasında bir coğrafyada yer alır. Gerek Eskişehir gerekse komşusu olan iller tarihsel (1900 öncesi) ve aletsel (1900 sonrası) dönemlerde yıkıcı depremler ile sarsılmış ve önemli hasara uğramışlardır. Jeolojide temel bir kural vardır: Bir yer geçmişte depremlerden etkilenmiş ise gelecekte de etkilenecektir.

Eskişehir il merkezinin önemli bir kısmı alüvyon üzerinde yer alan bir bölgede yerleştiği için gelecekteki depremlerde zeminden kaynaklanan olumsuzluklar yaşamaya beklenen bir ilimizdir. Alüvyon zeminler zayıf mühendislik özellikleri nedeniyle depremden kaynaklanan sarsıntıyı binalara iletirken olduğundan daha fazla büyümekte, bu da deprem dalgalarını söndüren zeminlere oranla hasarın çok daha fazla olmasına neden olmaktadır. Bunun yanı sıra bu tür zeminler depremde sıvılaşma, oturma, yanal yayılma gibi problemlere de yol açmaktadır. Zeminlerin deprem davranışı ancak detaylı zemin araştırmalarını kapsayan mikrobölgeleme çalışmaları ile ortaya konulmaktadır. Bu çalışmalardan sonra eğer ekonomik sınırlar içerisinde kalıyor ise zemindeki olumsuzlukları önleyecek uygun önlemler deprem olmadan önce alınabilmektedir.

Eskişehir merkez ilçeleri zayıf bir zemine sahip olmanın, bu nedenle de olası bir depremde şiddetle sarsılacak olmanın yanı sıra il merkezindeki binaların altından diri fay geçen illerimizden biridir. Bu nedenle Eskişehir'in olası büyük bir depremde hem depremin yaratacağı şiddetli sarsıntı hem de yüzey faylanması tehlikesi nedeniyle hasar alması beklenmektedir. Bu durumda en akıllıca yaklaşım yapıların deprem sarsıntısını karşılayacak biçimde kurallara uygun hale getirilmesidir. Ayrıca diri fayların yerinin net olarak

çökelleri yanında çevrede bulunan dağlardan ovaya doğru akan derelerin çökelleri de bulunmaktadır. Ovanın kuzeyini ve güneyini sınırlayan dağlar, farklı yaşlarda ve türde kayalardan oluşmaktadır. Eskişehir Ovası'nın çevredeki yüksekliklerle olan sınırları faylıdır. Ancak depremlere kaynaklık eden aktif faylar ovanın güney kenarında bulunmaktadır (Şekil 3).



Şekil 3- TDFH na göre Eskişehir kent merkezi ve yakın çevresindeki diri faylar (kırmızı renkli kalın çizgiler, Emre vd., 2011'den alınmıştır). Oklar fayların hareket yönünü, gri noktalı alanlar alüvyon birimlerini göstermektedir.

ESKİŞEHİR İLİNİ ETKİLEMİŞ OLAN ÖNEMLİ DEPREMLER

Eskişehir ve çevresinde aletsel dönem içinde (1900 yılından sonra) büyüklüğü 5.4 e varan çok sayıda deprem meydana gelmiştir. Bu dönem içinde meydana gelen en büyük deprem ise Eskişehir, Bilecik ve Bozüyük merkezlerinde ve çevresinde değişik hasarlara neden olan 20 Şubat 1956 depremidir ($M=6.4$). Bu depremin merkez üstü Eskişehir'in yaklaşık 10 km batısında Çukurhisar yakınlarındadır. 17 Ağustos 1999 İzmit depremi ($M_w 7.4$) de Kuzey Anadolu Fay Zonu üzerinde meydana gelmiş olmasına rağmen Eskişehir'de can ve mal kayıplarına neden olmuştur.

ESKİŞEHİR KENT MERKEZİ İÇERİSİNDEN GEÇEN DIRİ FAYLAR ve ÜRETİMİŞ OLDUKLARI BÜYÜK DEPREMLER

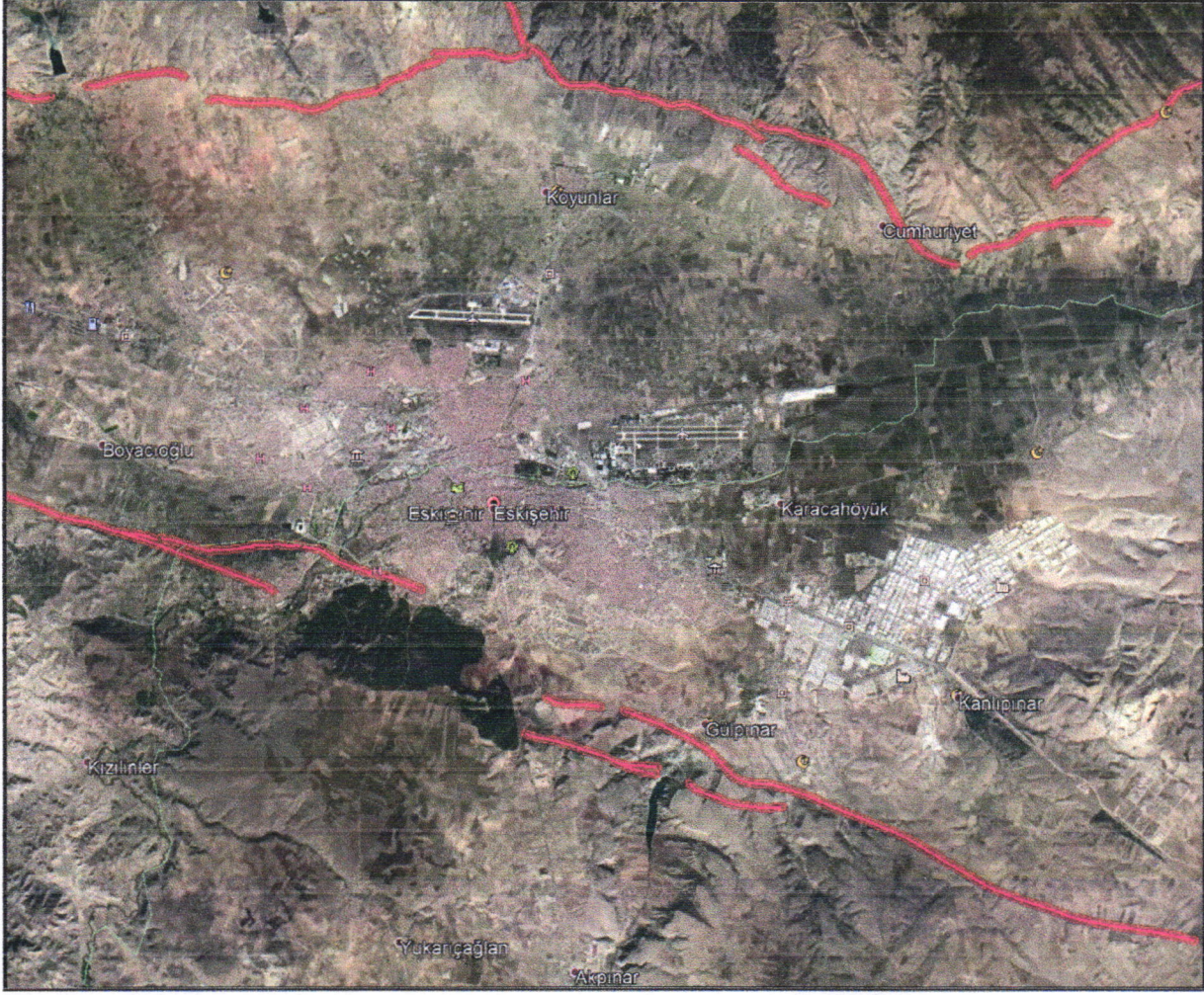
Ulusal Deprem Araştırma Programı (UDAP) kapsamında desteklenen UDAP G-13-7 proje ile Eskişehir çevresinde Eskişehir ve Dodurga faylarının Holosen aktiviteleri araştırılmıştır. Bu proje kapsamında yapılan çalışmalar, fayın en azından İnönü ile Eskişehir arasındaki kesiminin diri olduğunu ve 50 cm ile 90 cm arasında normal atıma neden olduklarını göstermektedir. Bu çalışmalar Eskişehir Fayı üzerinde son 12 000

yıl içinde en az 3 adet yüzey kırığı oluşturan deprem meydana geldiğini göstermektedir. Bu depremlerden biri günümüzden önce 12 330 ile 5160 yılları arasında, biri 6130 ile 4380 yılları arasında ve en son deprem de günümüzden yaklaşık 3200 yıl önce meydana gelmiştir. Bu durum Eskişehir'in gelecekte de yüzey faylanması tehlikesi altında olduğunu göstermektedir. Ancak mevcut çalışma sonuçları ili etkileyebilecek büyük depremlerin tekrarlanma aralıkları hakkında sağlıklı yorum yapabilmek için yeterli değildir. Mevcut veriler dikkate alındığında fay zonu üzerindeki kayma hızının yaklaşık 0.30 mm/yıl civarında olduğu ve son depremin günümüzden yaklaşık 3200 yıl önce meydana geldiği göz önüne alındığında, fay zonu üzerinde önemli bir stres birikimi (en az 90 cm) olduğu görülmektedir. Bu tür normal faylar üzerinde 90 cm civarında stres birikiminin bir deprem ile açığa çıkması yaklaşık Mw 6.8 büyüklüğünde bir deprem gerektirir. Bu veriler, Eskişehir Fayı'nın Holosen aktivitesinin ve yüzey kırığı oluşturan deprem üretme potansiyelinin olduğunu açıkça göstermektedir.

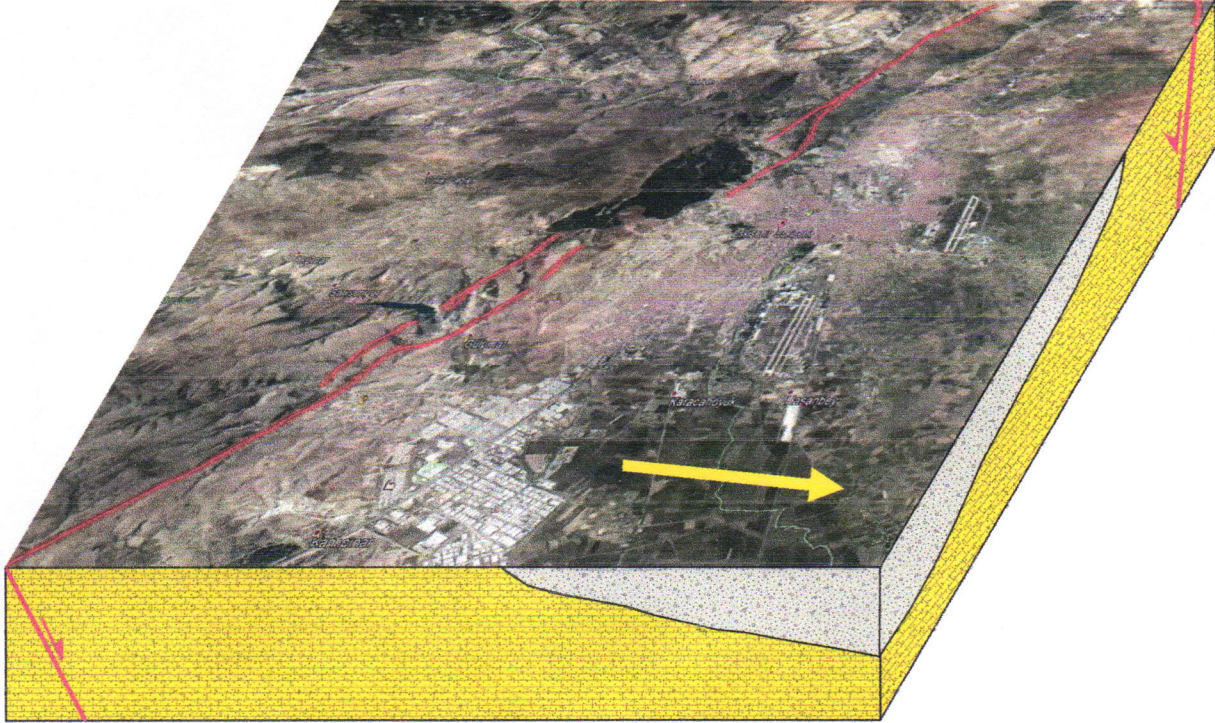
ESKİŞEHİR'DEKİ DİRİ FAYLAR NEREDE?

TDFH diri fayların Eskişehir kent merkezinin güneyinden geçtiğini gösterir (Şekil 3 ve 4). Diri fayların haritalanması farklı disiplinlerden veri girişi ile jeoloji mühendisliği temelinde yapılacak paleosismolojik araştırmalar sonucu gerçekleştirilir.

Diri fayların yerlerinin imar planlarına altlık oluşturacak hassasiyette haritalanması ile geçmişte hangi büyüklükte ve hangi sıklıkta deprem ürettiği, dolayısı ile gelecekte ne zaman ve ne büyüklükte deprem olabileceğine yönelik olasılıkların belirlenmesi jeolojik, jeofizik, jeodezik, jeomorfolojik ve bunlar üzerine oturacak paleosismolojik araştırmalarla mümkündür. Bu çalışmaların nasıl yapılacağına dair kılavuz TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası tarafından yayınlanmıştır. Eskişehir Fay zonunu oluşturan fayların oluşturduğu son birkaç deprem paleosismolojik çalışmalar ile ortaya konmuş ise de bu fayların daha detaylı olarak araştırılması ilin deprem tehlikesinin belirlenmesi açısından bilinmezliklerin ortaya konmasını sağlayacaktır. Bilinen diri faylar nazım veya uygulama imar planlarına işlenmesi gerekmektedir.



Şekil 4-Türkiye Diri Fay Haritasına göre Eskişehir kent merkezinden geçen diri faylar. Yapılacak araştırmalar ile fay yerlerinin hassas olarak belirlenmesi gerekmektedir.



Şekil 5- Eskişehir'in çok sadeleştirilmiş yeraltı yapısı: Gri noktalı alanlar alüvyon diğerleri kaya nitelikli birimleri göstermektedir.

Eskişehir'in depremselliği bununla da sınırlı değildir. Kuzeyde bulunan Kuzey Anadolu Fay Zonu aletsel dönemde büyük depremler üretmiştir ve 17 Ağustos 1999 depreminde de görüldüğü gibi Eskişehir'de can ve mal kayıplarına neden olmuştur. Bu kapsamda odamızca yapılan çalışmada; Eskişehir merkez ilçelerinin yanı sıra İnönü ilçe merkezi ile eksi köy veya belde statüsünde 17 mahallesi doğrudan fay hatları üstüne oturduğu belirlenmiştir. Yine baraj aksı fay zonu üstü veya yakınında bulunan Porsuk, Keskin ve Gökçekaya barajlarının ve yakın civarının paleosismolojik açıdan araştırılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir. Bu açıdan bakıldığında yapılacak çalışmaların sadece il merkezinde değil kent bütününde yapılmasının önemi ve aciliyeti kendisini açıkça göstermektedir.

SONUÇLAR

Ülkemizin çoğu yerleşimleri gibi Eskişehir de diri fay üzerinde yer alan ve deprem tehdidi altında yaşayan bir ilimizdir. Depremler yer sarsıntısı yarattıklarında çok uzak alanlarda bile yıkıma neden olabilmektedir. Yer sarsıntısının şiddeti depremin uzaklığı ve büyüklüğünün yanı sıra zemin koşullarından da önemli oranda etkilenmekte ve zayıf mühendislik özelliklerine sahip zeminler deprem dalgalarının genliğini artırarak üstündeki binalara aktarmaktadırlar. Mikrobölgeleme çalışmaları ve deprem senaryoları ile bir bölgede zemin yapısı ve depremin yaratması olası yer sarsıntısı belirlenebilir. Bir yapı beklenen yer sarsıntısına göre ve geçerli en son Bina Deprem Yönetmeliği koşullarına uygun olarak inşa edilirse can kayıplarına yol açmaz. Ancak yaşanan depremlerde; yapıların etüt ve projelendirme süreçlerindeki hata veya eksiklikler, yapı üretimi sırasındaki malzeme ve işçilik hataları ile denetimden kaynaklanan zafiyetlerden dolayı çok sayıda yapının ağır hasar gördüğü veya yıkıldığı görülmektedir. Deprem zararların

azaltmanın ve depreme hazır olmanın en önemli unsurlarından biri yapıların olası bir depreme hazır olmasıdır.

Deprem belli büyüklüğü geçtiğinde ise faylar yüzeye ulaşmakta, üzerinde bulunan yapıların yırtılmasına, bir yana yatmasına ya da devrilmesine yol açmakta, böylece yapıların çökmesine ya da çok ağır hasar almasına neden olmaktadır. Eskişehir'in geçmişinde bu büyüklükte depremler olmuştur, gelecekte de olma olasılığı vardır.

Depremden yüzey faylanması sonucu zarar görecektir yapılar için alınabilecek en temel tedbir diri fayların yerlerinin hassas bir biçimde belirlenmesi, bu faylar üzerindeki alanların zaman içerisinde boşaltılarak yapı ve nüfus yoğunluğunun azaltılması, gelecekte bu alanlar için yapı sınırlaması getirilmesi ve imar planlarının zemin koşulları ve yüzey faylanması tehlikesine uygun olarak yapılmasıdır.

Eskişehir'in gelecekteki bir olası depremi en az zararla atlatabilmesi için:

- Eskişehir ili özelinde bazı faylar üzerinde farklı kurumlar tarafından kısmi olarak paleosismoloji çalışması yapıldığı bilinmekle birlikte, kent genelinde paleosismoloji yapılmayan ya da farklı araştırmacıların farklı sonuçlara ulaştığı fay hatları/zonları üzerinde gerekli araştırmaların yapılarak fayların geçtiği yerlerin ve deprem karakteristiklerinin tam olarak belirlenmesi
- Eskişehir kent merkezinde zemin araştırmaları yapılmış olmakla birlikte il, ilçe ve içinde diri fay geçen mahalle yerleşimleri başta olmak üzere kent bütünündeki yerleşim yerlerinin tamamında mikrobölgeleme çalışmalarının yapılması,
- Yukarıdaki çalışma sonuçlarından elde edilecek bilgiler ve diğer disiplinlerden (inşaat, mimarlık, şehir plancıları vd) edinilecek bilgiler ve diğer afet olasılıkları ışığında Deprem Master Planlarının hazırlanması,
- Deprem master planı dikkate alınarak kentin gelişim ve yerleşim stratejilerinin belirlenmesi gerekmekte olup bu çerçevede aktif fay hatlarının çevre düzeni haritalarına işlenmesi ve aktif fay zonlarının sakinim bantı içinde kalan alanların 1. Derece doğal eşik değerler arasına alınması ve bina ve bina türü yapılar için sınırlama getirilmesi,
- Nazım ve uygulama imar planlarının çevre düzeni planlarında yapılan bu değişikliklerden sonra gözden geçirilerek, aktif fay hatları ve varsa sakinim batlarının imar planlarına işlenerek yenilenmesi,
- Gerek İmara esas jeolojik jeoteknik etüt ve projelerinin, gerekse parsel bazlı zemin araştırma projelerinin konusunda yetkin jeoloji mühendisleri tarafından denetlenmesi, güvenilir veri üretilmesi açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle Eskişehir Büyükşehir Belediyesince kent bütününde yapılan jeolojik ve jeoteknik çalışmaların özel bir jeolojik jeoteknik veri tabanında toplanması ve yerleşim alanlarının zemin davranışlarının bütüncül olarak değerlendirilerek risk taşıyan alanların belirlenmesi,

gerektiği düşünülmektedir.

Ülkemizde 1/100.000 ölçekli çevre düzeni plan ve plan raporları birbirinden çok farklı hazırlanmakta olup çoğu Türkiye Mekânsal Strateji Planlama (TMSP) raporları ile uyumlu değildir. Bu planların da TMSP raporlarında belirtilen ilkeler ile uyumlu hale getirilmesi gereklidir. Jeoloji Mühendisleri Odası tarafından hazırlanan bu rapor Eskişehir İli yönetimi ve karar vericilerini ilin deprem ve diri fay tehlikesi hakkında uyarıcı ve yönlendirici olma amacındadır. Odamız bu konuda talep edildiği takdirde iş birliğine hazırdır.