

**TMMOB JEOLJİ MÜHENSİLERİ ODASI**  
**FAY ÜZERİNDE YAŞAYAN İLLERİMİZ: BALIKESİR RAPORU-3**



### **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.

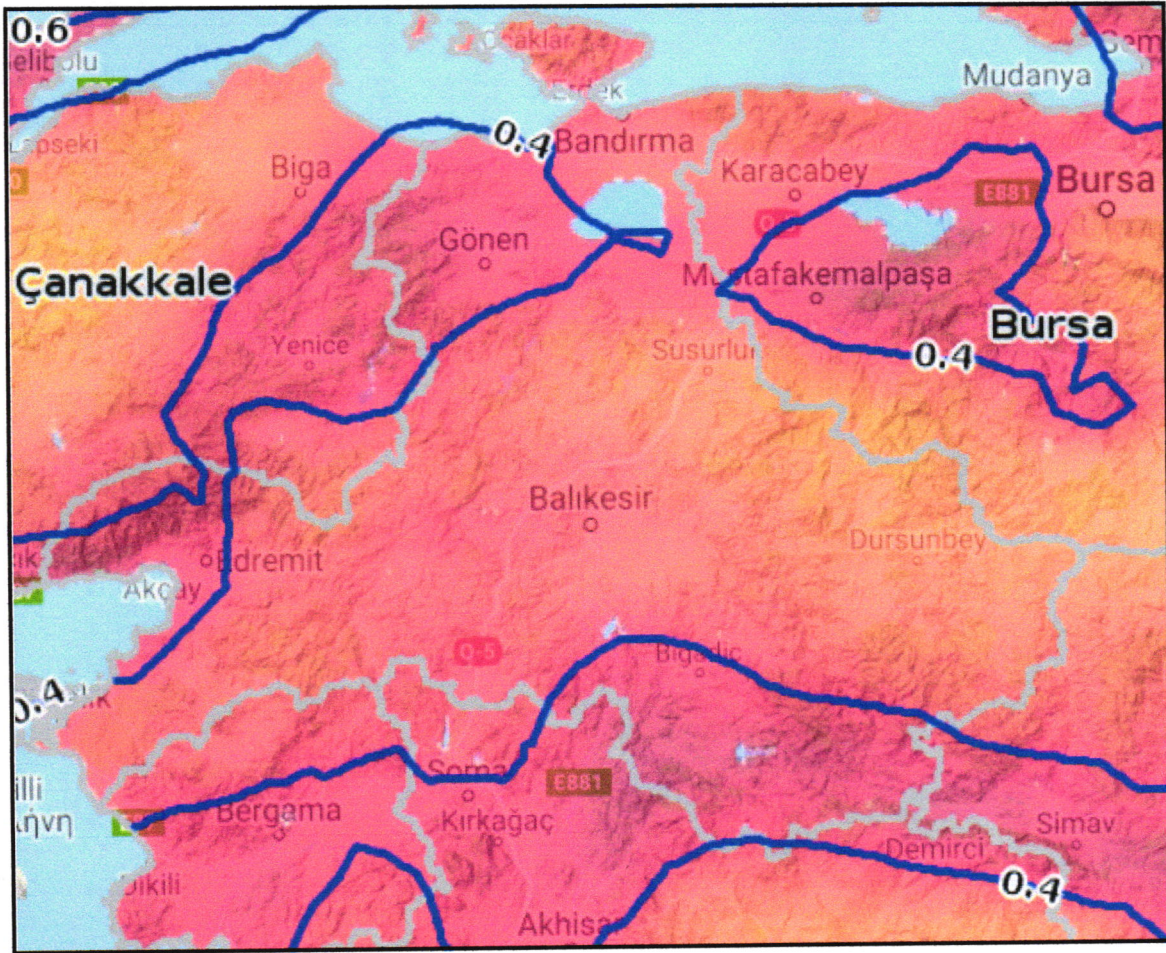
Deprem farklı şekillerde hasar verebilmektedir. Bunlardan en önemlisi ve en yaygın olanı yer sarsıntısıdır. Deprem büyüklüğü, yakınlığı ve şiddeti arttıkça yarattığı sarsıntı ve buna bağlı olarak hasar da artmaktadır. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından yayınlanan ve 2019 yılında yürürlüğe giren Türkiye Deprem Tehlike Haritası (TDTH) depremin bir bölgede yaratabileceği şiddeti farklı olasılıklar için göstermektedir. 2019 yılı başından itibaren yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği ise TDTH da 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 atlatması mümkündür.

Balıkesir ilimizin deprem tehlike haritası Şekil 1 de verilmiştir. Haritadaki mavi çizgi, önümüzdeki 50 yıl içerisinde Balıkesir topraklarında meydana gelme olasılığı%10 dan fazla olan bir depremde sarsıntının yer çekiminin %40’ına (0,4g) kadar çıkabileceği yerleri, çizginin daha açık renge doğru olan kesimi ise nispeten daha az (0,3-0,4g arası) sarsılacak alanları gösteriyor. Özetle bu harita Balıkesir’in önemli bir



deprem tehlikesi olduğunu ve il merkezinin de deprem olduğu takdirde en fazla sarsılacak alanlardan biri üzerinde yer aldığını açıkça göstermektedir.

Balıkesir zemini alüvyon olan illerimizden biridir. Deprem dalgaları bu tür zayıf zeminler tarafından büyütülerek binalara iletilir. Zemin büyütmesi olarak tanımlanan bu durum bir deprem olduğu takdirde Balıkesir'in önemli bir kısmının kaya üzerinde yer alan yerlerden daha şiddetli olarak sarsılacağı, bunun sonucunda da hasar oranının fazla olacağı anlamına gelmektedir. Örneğin 2020 yılında yaşanan İzmir ve Sivrice depremleri deprem merkezinden çok uzaklarda büyük hasarlar yaratmış, bunun ana nedeni olarak da düşük yapı kalitesinin yanı sıra zemin büyütmesi gösterilmiştir. Öte yandan yapılan araştırmalar büyük bir depremde Balıkesir'in önemli bir kısmında sivilaşma olaylarının da yaşanabileceğini göstermektedir. Belli büyüklüğe ulaşan depremlerde belli koşullara sahip zeminlerde meydana gelebilen sivilaşma, zeminin üstündeki yapıları taşıyamamasına neden olmakta, yapılar yer sarsıntısının bir sonucu olan bu olay nedeniyle de hasar almaktadır.



Şekil 1- Balıkesir'in Deprem Tehlike Haritası (<https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml>)

Depremin hasar nedeni ne yazık ki yer sarsıntısı ve sivilaşma gibi olaylarla sınırlı değildir. Deprem belli bir büyüklüğün üzerinde olursa (ülkemiz için bu değer fay türü ve odak derinliğine göre farklılıklar göstermekle birlikte yaklaşık olarak 6.5 ve daha büyüktür) depremi yaratan fay yüzeye kadar ulaşmış burda metrelerce varan oranda yırtılmalar, çökmeler ya da kabarmalara neden olmaktadır. "Yüzey



**Faylanması Tehlike Kuşağı**” olarak adlanan bu deformasyon kuşağı içindeki yapılar çoğu zaman yıkılır ya da ağır hasar alır. Bu raporun amacı içerisinde diri (geçmişte deprem üretmiş, gelecekte de deprem üretme potansiyeli olan) fayların geçtiği illerde yaşayanları ve bu bölgelerden sorumlu yönetimleri konudan haberdar etmek, uyararak 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 toplumlar krizi yönetmek zorunda kalırlar ki bunun bedeli riski önlemekten çok daha ağırdır. Bu raporda üzerinde durulan konu sadece diri faylar ile sınırlı olup depremin sarsıntı etkisini ve buna bağlı olarak gelişen heyelan, sıvılaşma, sel ve benzeri tehlikeleri kapsamamaktadır.

Diri faylar yeraltında bulunan ve hareket ettiklerinde depremlere neden olan kırık düzlemleridir. 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 ve bilinen deprem verileri üzerine inşa edilmiştir. TDFH 1:25.000 ölçeğinde hazırlanmış olduğundan gösterdiği faylar imar planları içerisinde kullanılabilir hassasiyette haritalanmış değildir, sadece yol göstericilerdir. Bu haritalar fayların nerelerden geçtiğini belli bir hassasiyette gösterirler, ancak bunların imar planlarına altlık oluşturabilmeleri için 1:1.000 ve 1:5.000 ölçekli yerbilim araştırmalarıyla kontrol edilmeleri ve fayların tam yerlerinin konuya özel çok disiplinli 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 net olarak bilinemez, sadece tarihsel kayıtlara bağlı olarak tahminlerde bulunulabilir. Oysa gelecek depremlerin anlaşılmasında geçmişin bilinmesi çok önemlidir. Bu nedenle bu raporda verilen bilgiler bilinenlerin yanı sıra tahmin ve olasılıkları da içermektedir.

## GENEL KONUM

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

İl merkezinin önemli bir kısmı alüvyon üzerinde yer alan bir bölgede yerleştiği için Balıkesir oluşabilecek depremlerde zeminden kaynaklanan olumsuzluklar yaşaması beklenen bir ilimizdir. Alüvyon zeminler; zayıf mühendislik özellikleri nedeniyle depremden kaynaklanan sarsıntıyı binalara büyütürük iletmekte, zemin büyütmesi olarak adlandırılan bu durum da yapıların deprem dalgalarını söndüren zeminler üzerindeki yapılara oranla çok daha fazla hasar almasına neden olmaktadır. Bunun yanı sıra bu tür zeminler depremden 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.

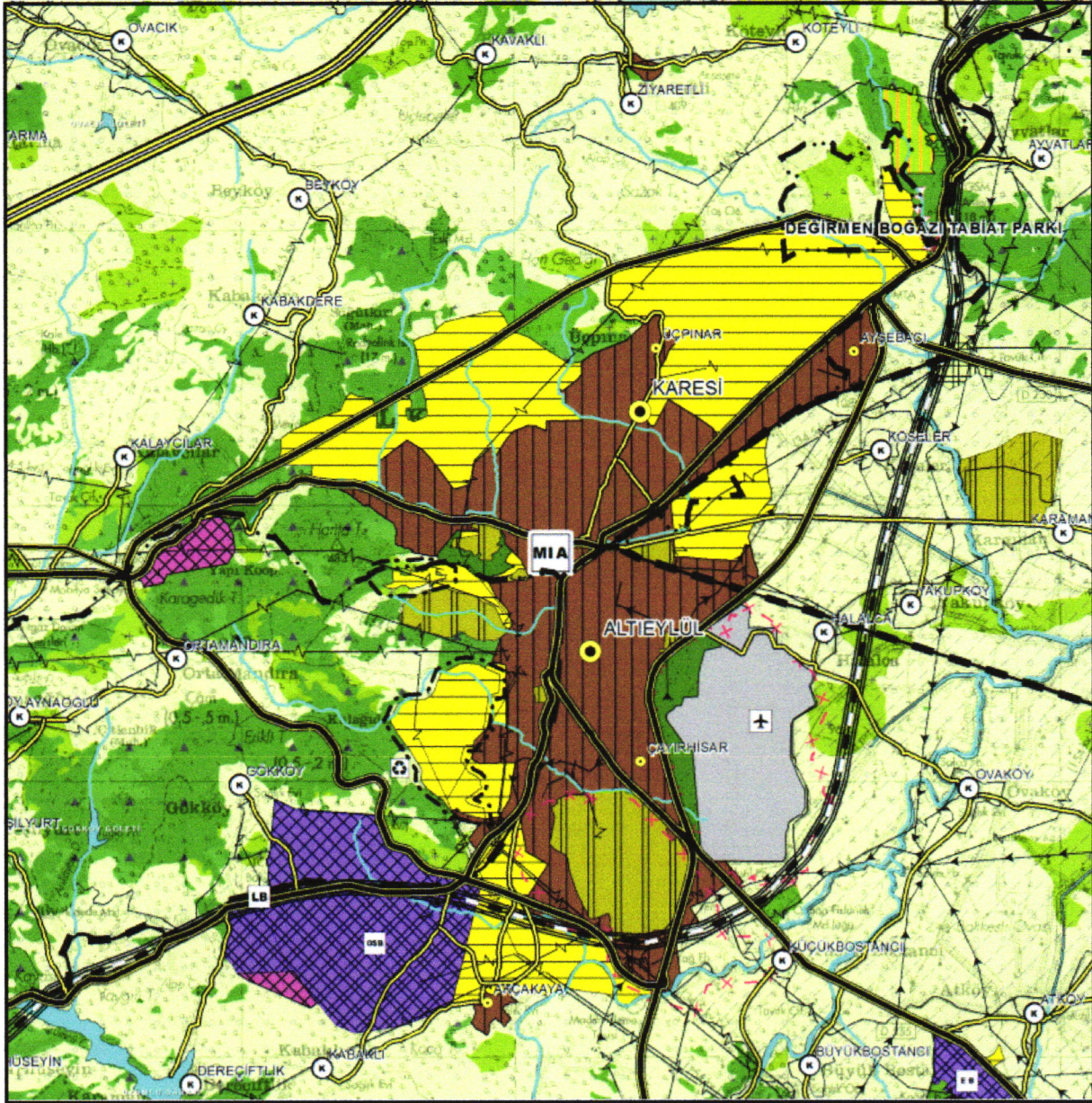
Balıkesir zayıf bir zemine sahip olmanın, bu nedenle de olası bir depremden şiddetle sarsılacak olmanın yanı sıra, il merkezindeki binaların altından diri fay geçen illerimizden biridir. Bu nedenle Balıkesir’in olası büyük bir depremden hem depremin yaratacağı şiddetli sarsıntı hem de yüzey faylanması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

belirlenmesinin ardından fay sakinim bantı üzerindeki bina ve bina türü yapıların zaman içerisinde kaldırılarak bu alanlardaki nüfus yoğunluğunun azaltılması, yüzey faylanması tehlike kuşağı içerisindeki yerlerin farklı biçimde (park, gününbirlik tesisler vb) kullanılması, henüz yerleşim olmayan bu tür alanlar varsa da bunların bina ve bina türü yapılar için kullanılmak üzere imara açılmaması gerekir.

Mikrobölgeleme çalışmaları ve Deprem Master Planı bir ilin deprem ile mücadelesinin temel adımları ve alınabilecek önlemlerin yol haritasıdır. Mikrobölgeleme çalışmaları sayesinde zemin yapısı detaylı bir biçimde öğrenilir, deprem üretme potansiyeli olan diri faylar belirlenir ve böylece Deprem Master Planı doğru bir temel üzerine oturtulur. Balıkesir ilinde 2017 yılında Balıkesir Büyükşehir Belediyesi tarafından mikrobölgeleme çalışması yapılmış ve Deprem Master Planı gündeme alınmıştır. Balıkesir 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı 644 sayılı Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname'nin 7.maddesi uyarınca 16.02.2015 tarihinde onaylanmış olan "Balıkesir-Çanakkale Planlama Bölgesi 1/100.000 ölçekli Çevre Düzeni Planı"na ilişkin askı sürecinde iletilen itirazlar değerlendirilerek, 05.06.2015 tarihinde Bakanlık Makamınca onaylanmış, daha sonra 14 defa değiştirilmiştir (Şekil-2).

Bu raporun "Deprem" başlığı altında "*Planlama Bölgesi sınırları üzerinden geçen aktif faylar ve Planlama Bölgesinin 1.derece deprem kuşağında yer alması bu yöndeki hedeflerinde belirlenmesinde önemli bir etken olmaktadır. Bu konuda geliştirilen güncel akademik çalışmalar ve fen meslek gruplarının özellikle fay hatlarının geçtiği zemin yapısı açısından daha riskli alanların değerlendirilmesinde uygulama öncesi konuya ilişkin görüş ve eksikliklere yönelik yaklaşımlarının dikkate alınması gerekmektedir*" denilerek "Alt Hedef ve Stratejiler" kısmında da "*Alt Ölçekli Plan Uygulamalarında zemin yapısı, yapıya ilişkin fiziksel ve mekanik yapının tüm yönleri ile değerlendirilmesi olası bir deprem sonrası afetin çevreye olacak etkisine ilişkin simülasyon çalışmalarının hazırlanması ve deprem etkilerinin afet yönünden etkilerinin somut olarak bilgilendirmede kullanılması; Deprem konusunda Planlama Bölgesi dâhilinde yaşayan nüfusun bu konu hakkında bilgilendirilmesi yönündeki eğitimlerin ilgili mekanizmalar tarafından hayata geçirilmesi ve aktif fay hatları üzerinde ve fay etki alanı sınırları içerisindeki kullanımların kısıtlanması*" önerilmiştir. Balıkesir-Çanakkale Planlama Bölgesi 1/100.000 ölçekli Çevre Düzeni Planı bu bakımdan örnek bir plandır.





Şekil 2- Balıkesir ili çevre düzeni planı (Haritadaki renklerin açıklaması aşağıda verilmiştir)





## NÜFUS ve YERLEŞİM

14.583 km<sup>2</sup> lik bir alana sahip olan Balıkesir ilinin toplam nüfusu 2019 sayımına göre 1.228.620 olup kent merkezinin nüfusu 340.000 civarındadır. Balıkesir ilinin merkezinde Altıeylül ve Karesi olmak üzere 2 büyük ilçe bulunmaktadır. Bunlardan Altıeylül ilçesi 13 mahallesi merkez, 81 köy ve belediyeden oluşurken; Karesi ilçesi ise 27 mahallesi merkez olmak üzere, 42 köy ve belediyeden oluşmaktadır.

## JEOLJİ ve TOPOĞRAFYA

Balıkesir yayvan yükseltilerle çevrilmiş geniş bir ovanın kuzey kesiminde kurulmuştur. Ovanın kuzeydeki yükseltiler genellikle farklı yaşlardaki kayalardan oluşur. Yükseltiler ile ovayı dolduran eski ve yeni alüvyonların arasındaki genellikler faylıdır (Şekil 3).





Balıkesir aletsel dönemde de depremlerden etkilenmiştir. Erdek'te 04 Ocak 1935 tarihinde meydana gelen 6,4, 15 Kasım 1942 tarihinde Bigadiç'te meydana gelen 6,1 büyüklüğündeki, 06 Ekim 1944 tarihinde Ayvalık'ta meydana gelen 6,8 büyüklüğündeki, 18 Mart 1953 tarihinde Yenice-Gönen'de meydana gelen 7,2 büyüklüğündeki ve 06 Ekim 1964 tarihinde Manyas'ta meydana gelen 6.8 büyüklüğündeki depremler ilde önemli hasar ve can kaybına yol açmış başlıca depremlerdir.

### **BALIKESİR KENT MERKEZİ İÇERİSİNDEN GEÇEN DİRİ FAYLAR ve ÜRETİMİŞ OLDUKLARI BÜYÜK DEPREMLER**

Balıkesir fayı sağ yanal atımlı bir fay olup kent merkezinin hemen kuzeyinden geçmektedir. Fay batıda Gökçeyazı ve İvrindi'ye kadar uzanır. Doğuda ise Kepsut güneyine kadar birkaç kola ayrılarak devam eder. Gökçeyazı ve Kepsut segmentleri toplam 65 km boyunda olup 7'den büyük deprem üretme potansiyeline sahiptir.

Paleosismoloji çalışmaları Balıkesir Fayı'nın ait Gökçeyazı segmentinin 1000 yılda bir deprem ürettiğini ancak son 2.000 yıldır fay üzerinde yüzey faylanması oluşturacak bir deprem gelişmediğini göstermektedir. Kepsut segmenti ise olasılıkla 1897 ve 1897 depremlerinden sorumludur. Balıkesir'deki faylar üzerinde çalışan farklı araştırmacılar fayların diriliği ve deprem tekrarlanma aralıkları hakkında farklı görüşler ileri sürmüşlerdir. Bu nedenle bu farklı görüşlerin de yapılacak daha detay araştırmalarla test edilmesi yerinde olacaktır.

Yayınlanmış paleosismoloji çalışmaları Balıkesir'de tarihsel dönemde yüzey faylanması olduğunu, ancak bu fayların 1000-2000 yıl gibi geniş aralıklarla deprem ürettiğini, Gökçeyazı segmentinde 2000 yıldır büyük deprem olmamasının ise bu fayın tehlikesini artırdığına işaret etmektedir. Her ne kadar daha detay çalışmalarla aydınlatılmaya muhtaç ise de bu verilerin gösterdiği sonuç Balıkesir için deprem ve yüzey faylanması tehlikesi olasılığının yüksek olduğudur.

### **BALIKESİR'DEKİ DİRİ FAYLAR NEREDE?**

TDFH diri fayların Balıkesir kuzeyinden geçtiğini gösterir (Şekil 4 ve 5). 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 ([https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/b39a04c6cfc6c3b\\_ek.pdf?tipi=&туру=&sube=](https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/b39a04c6cfc6c3b_ek.pdf?tipi=&туру=&sube=)) tarafından yayınlanmıştır. Balıkesir 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.

Balıkesir'in deprenselliği bununla da sınırlı değildir. Kuzeyde Erdek-Manyas-Gönen, batıda Havran-Edremit, güneyde Simav fay zonları gerek tarihsel gerekse aletsel dönemde önemli depremler üretmişlerdir. Bu fayların büyük kısmı 7 veya daha üzerinde deprem üretme potansiyeline sahiptir. Bu kapsamda odamızca yapılan çalışmada; Balıkesir merkez ilçelerinin yanı sıra Gönen, Manyas ve Edremit ilçe merkezleri ile bunlara bağlı 28 mahalle doğrudan fay hatları üstüne oturmaktadır. Bu açıdan

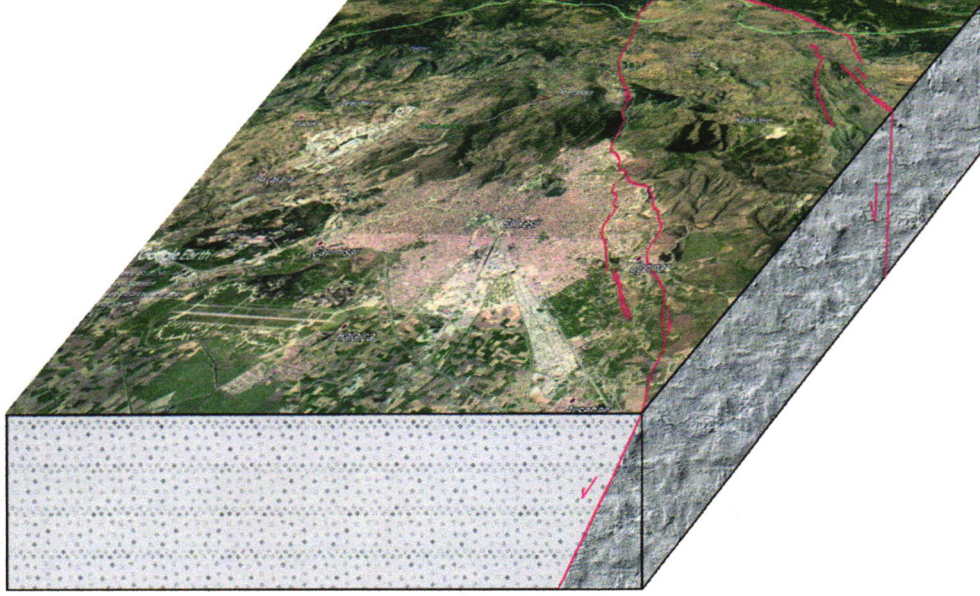


bakıldığında yapılacak çalışmaların sadece il merkezinde değil kent bütününde yapılmasının önemi ve aciliyeti kendisini açıkça göstermektedir.



Şekil 4-Türkiye Diri Fay Haritasına göre Balıkesir kent merkezinden geçen diri faylar. Yerlerinin hassas olarak bilinmemesi nedeniyle faylar 100 m kalınlığında şeritler olarak gösterilmişlerdir. Yapılacak araştırmalar ile fay yerlerinin hassas olarak belirlenmesi gerekmektedir.





Şekil 5- Balıkesir'in genel yeraltı yapısı: Kırmızı çizgiler diri fayları, noktalı gri alan alüvyonları göstermektedir.

## SONUÇLAR

Ülkemizin çoğu yerleşimleri gibi Balıkesir 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 azaltılmasının 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. Balıkesir'in geçmişinde bu büyüklükte depremler olmuştur, gelecekte de olma olasılığı vardır.

Depremden yüzey faylanması sonucu zarar görecekteki 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.



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

- Balıkesir il özelinde bazı faylar üzerinde paleosismoloji çalışması yapıldığı bilinmekte birlikte, kent genelinde paleosismoloji yapılmayan fay hatları/zonları üzerinde gerekli araştırma çalışmalarının yapılarak fayların geçtiği yerlerin tam olarak belirlenmesi,
- Balıkesir kent merkezinde mikrobölgeleme çalışmasının yapılmış olması bilinmekle birlikte, kıyı bölgelerinde yer alan ilçe yerleşimleri başta olmak üzere kent bütünündeki yerleşim yerlerinin tamamında mikrobölgeleme çalışmalarının yapılması,
- Yukarıdaki çalışma sonuçlarından elde edilecek bilgiler, diğer disiplinlerden (inşaat, mimarlık, şehir plancıları vd.) edinilecek bilgiler ile diğer afet olasılıkları ışığında Deprem Master Planı'nın 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 hatlarının sakinim batlarının imar planlarına işlenerek yenilenmesi,

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 Balıkesir 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.