

TMMOB JEOLJİ MÜHENSİLERİ ODASI
FAY ÜZERİNDE YAŞAYAN İLLERİMİZ: AYDIN RAPORU-4



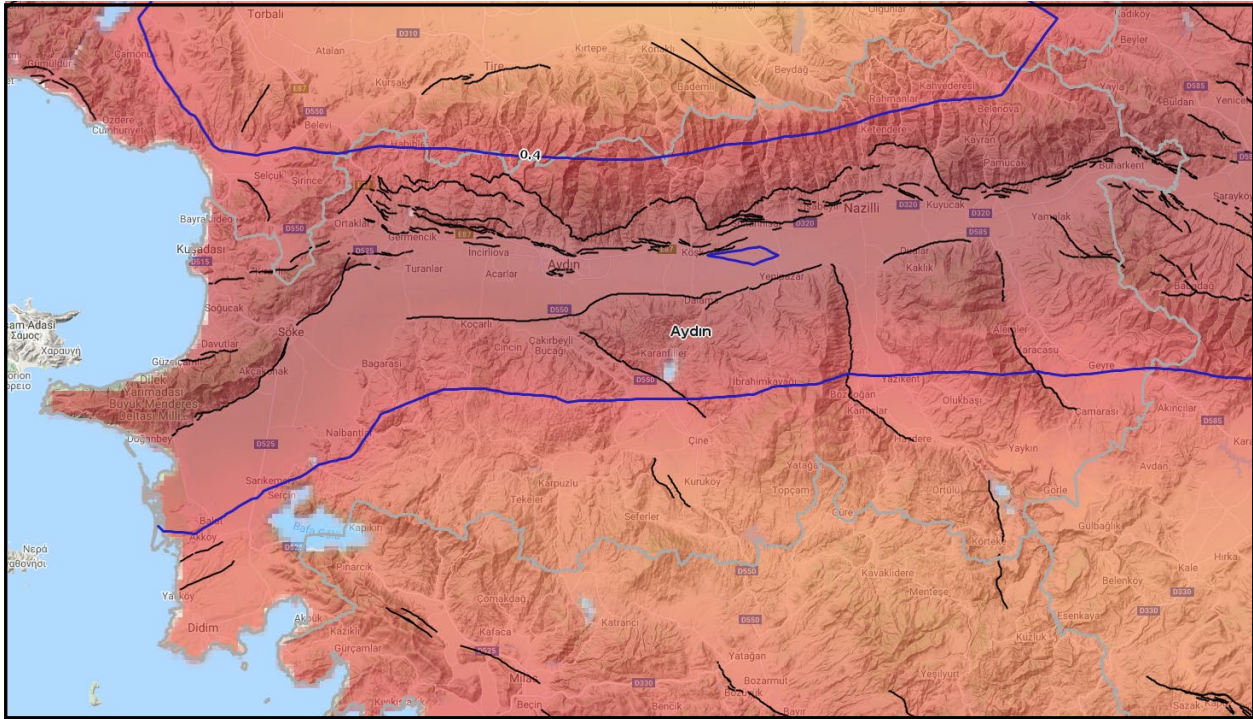
GİRİŞ

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 artıyor. 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’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. Aydın ilimizin deprem tehlike haritası Şekil 1’de verilmiştir. Haritadaki mavi çizgi önümüzdeki 50 yıl içerisinde gerçekleşme olasılığı %10’ dan fazla bir depremde Aydın topraklarında meydana gelmesi beklenen yer sarsıntısı miktarını göstermektedir. Mavi çizgi bu sarsıntının yer çekiminin %40’ ı kadar (0.4g), eşkenar prizma biçimli mavi çizgi yer çekiminin %60’ ı kadar (0.6g) mavi

çizgilerin kırmızıya doğru olan kesimi daha fazla, sarıya doğru olan kesimi ise daha az sarsılacak alanları göstermektedir. Özetle bu harita Aydın'ın çok önemli bir deprem bölgesi olduğunu ve il merkezinin de deprem olduğu takdirde en fazla sarsılacak alanlardan biri üzerinde yer aldığını açıkça göstermektedir.

Aydın kent merkezi zemini alüvyon olan illerimizden biridir. Deprem dalgaları bu tür zeminler tarafından büyütülerek binalara iletilir. Zemin büyütmesi olarak tanımlanan bu durum bir deprem olduğu takdirde Aydın kent merkezinin kaya üzerinde yer alan kent merkezlerinden daha şiddetli olarak sarsılacağı, bunun sonucunda da hasar oranının fazla olacağı anlamına gelmektedir. 30 Ekim 2020 de İzmir'e 70 km uzakta meydana gelen Sisam Adası-Kuşadası Körfezi Depremi İzmir kent merkezinde büyük hasar yaratmış, bunun ana nedeni olarak da düşük yapı kalitesi yanı sıra zemin büyütmesi gösterilmiştir. Öte yandan yapılan araştırmalar büyük bir depremde Aydın kent merkezinin bilhassa güneydeki ovaya yakın kesimlerinde 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- Aydın ili Deprem Tehlike Haritası (<https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml>).

Depremi hasar nedeni ne yazık ki yer sarsıntısı ile 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 burada metrelere varan oranda yırtılmalar, çökmeler ya da kabarmalara neden olmaktadır. "Yüzey Faylanması Tehlike Kuşağı" olarak adlandırılan bu deformasyon kuşağı içindeki yapılar çoğu zaman yıkılır ya da ağır hasar alır. Bu raporun amacı içerisinden 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 tehlike ve 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 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 yerbilim araştırmalarıyla kontrol edilmeleri ve fayların hassas yerlerinin çok disiplinli konuya 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 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

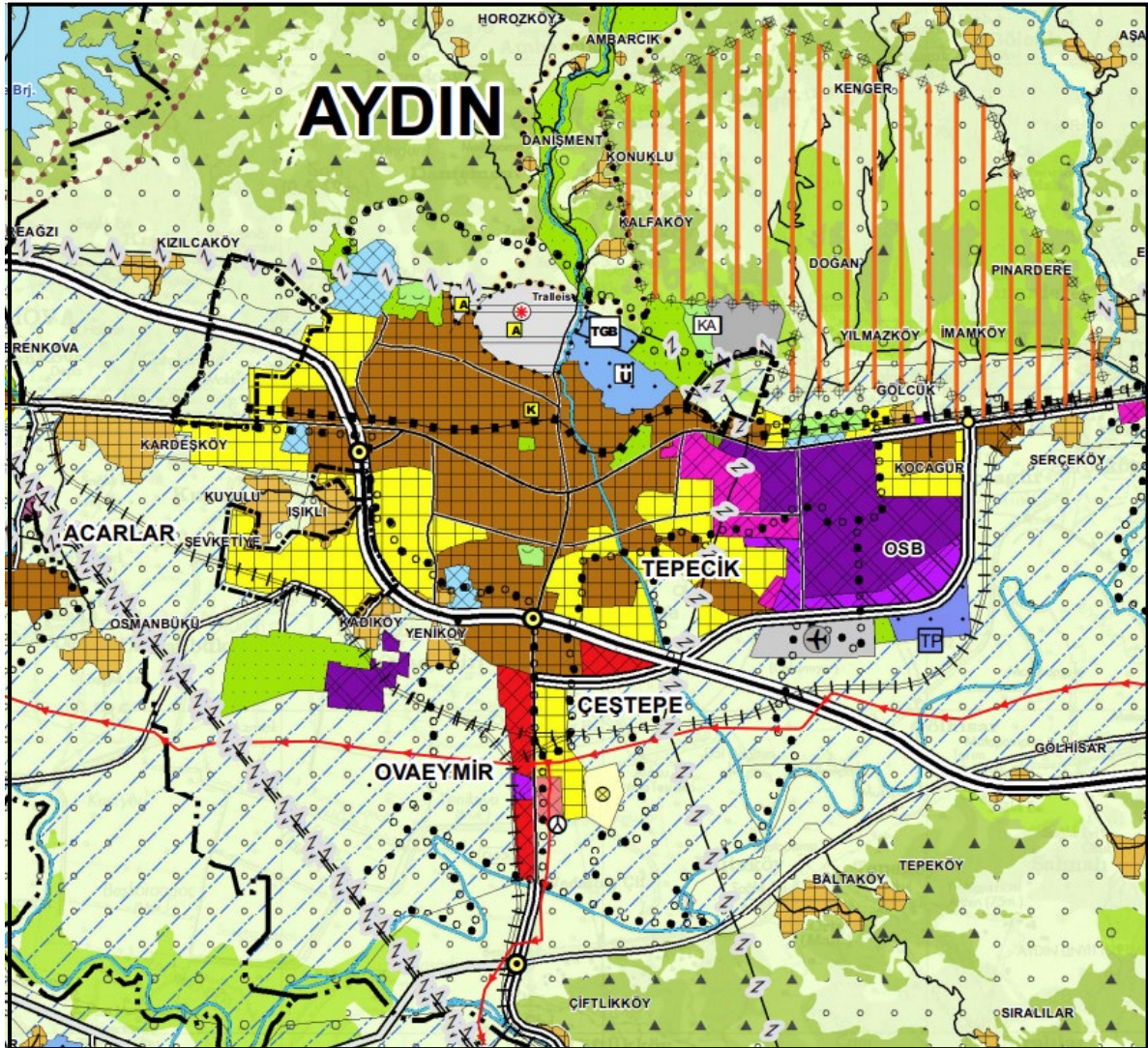
Batı Anadolu'da yer alan Aydın İli, jeolojik açıdan Ege Genişleme Sistemini oluşturan normal fayların yoğun olduğu bir coğrafyada yer alır. Aydın, her iki tarafı diri faylar ile sınırlanan ve Büyük Menderes Grabeni adı ile bilinen bir çöküntü ovasının kuzey kenarında yer almaktadır. Aydın'ın kuzeyinde yer alan çok yaşlı kayalar ile daha genç kayalar ve alüvyonlar arasında farklı eğim açalarına sahip diri faylar bulunmaktadır. Gerek Aydın 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.

Aydın kent merkezi neredeyse tamamı alüvyon zemin birimleri üzerinde yer alan bir bölgede yerleştiği için depremlerde zeminden kaynaklanan olumsuzluklar yaşamış ve gelecekte de yaşayacak olan bir ilimizdir. Alüvyon zeminler yukarıda da değinildiği gibi zayıf mühendislik özellikleri nedeniyle depremden kaynaklanan sarsıntıyı binalara iletirken olduğundan daha fazla büyütmede, bu da deprem dalgalarını sönümlendiren zeminlere oranla hasarın çok daha fazla olmasına neden olmaktadır. Bunun yanı sıra bu tür zeminler depremde heyelan, 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.

Aydın kent merkezi zayıf bir zemine sahip olmanın, bu nedenle de olası bir depremde şiddetle sarsılacak olmanın yanı sıra il merkezindeki binalarının altından diri fay geçen illerimizden biridir. Bu nedenle Aydın'ın 6.5 dan büyük bir olası 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 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, günübirlik 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. Aydın doğrudan fay hatları/zonları üzerine oturmasına rağmen bu iki temel çalışmadan da yoksundur.

09.03.2011 tarihinde onaylanan "Aydın-Muğla-Denizli Planlama Bölgesi 1/100 000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı" nın 11.11.2008 tarih ve 27051 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Çevre Düzeni Planlarına Dair Yönetmelik", 4856 sayılı Kanun'un 2 (h) ve 10 (c) maddeleri ile 2872/5491 sayılı Kanun'un 9 (b) maddesi uyarınca 05.07.2011 tarihinde değişiklik yapılmıştır. Planda daha sonra da 13 defa değişiklik yapılmıştır. Plan içerisinde deprem ve diri fay konusuna yer verilmemişse de plan hükümlerinde "Bu plan kapsamında kalan alanlarda, deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik gereği alt ölçekli planların yapımı aşamasında jeolojik ve gerekli görülmesi halinde jeoteknik-jeofizik ve/veya mikrobölgeleme etütlerinin hazırlanması zorunludur" denilmektedir.



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



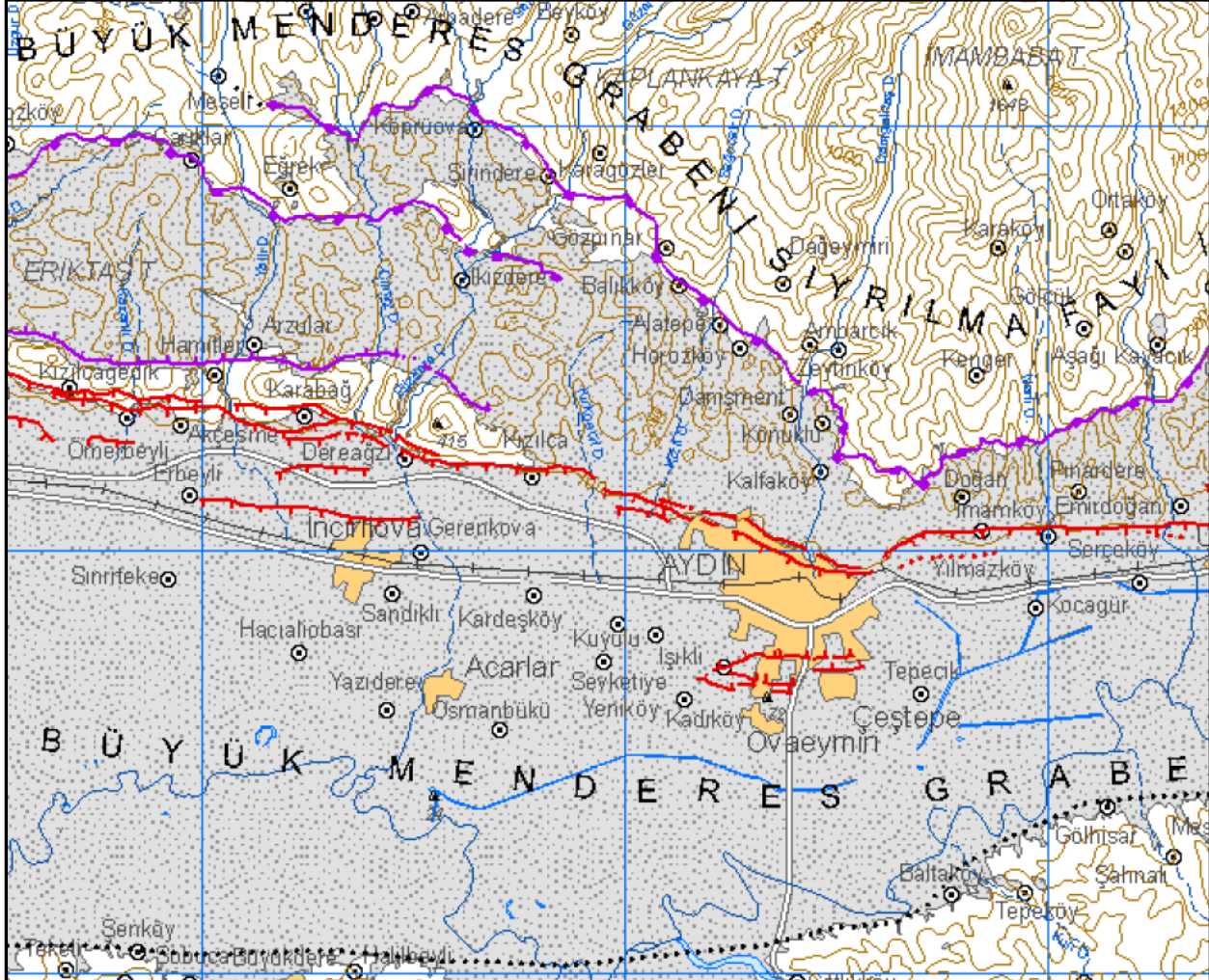
NÜFUS ve YERLEŞİM

7.943 km² lik bir alan kaplayan Aydın ilinin toplam nüfusu 2019 sayımına göre 1.120.972 il merkezi olan Efeler ilçesinde 293.000 kişi yaşamaktadır. İl merkezinde 33 mahalle vardır.

JEOLOJİ ve TOPOĞRAFYA

Aydın il merkezi, eski ve yeni alüvyon çökelleri olarak tanımlanabilecek bir zemin üzerine yerleşmiştir. Bu çökeller kuzeydeki dağlık alandan aşındırılıp akarsular tarafından ovaya taşınan ve bir kısmı faylar tarafından yükseltilmiş olan zayıf, pekleşmemiş çökellerden oluşmaktadır. Güneydeki geniş ovaya doğru

ise Büyük Menderes Nehri'nin alüvyonları egemen olmaktadır (Şekil 3). Kuzeydeki dağlık alandan itibaren ovaya doğru basamaklı bir yapı görülür. Bu yapıyı oluşturan her basamak faylar ile sınırlanmaktadır. Tralleis antik kenti ve Adnan Menderes Üniversitesi merkez kampüs alanının bulunduğu düzlükler fay ile yükseltilmiş eski akarsu çökeltilerinden oluşmaktadır.



Şekil 3- TDFH'na göre Aydın ve çevresindeki diri faylar (Duman vd., 2011). Kırmızı ve mor renkli kalın çizgiler diri faylar, siyah noktalı çizgiler ise olasılı diri faylardır. Gri renkli alanlar alüvyon çökeltilerini gösterir.

AYDIN İLİNİ ETKİLEMİŞ OLAN ÖNEMLİ DEPREMLER

Aydın ili, Batı Anadolu'nun önemli diri jeolojik yapılarından biri olan ve Denizli ile Ege Denizi arasında yaklaşık 150 km uzunluğa sahip Büyük Menderes Grabeni¹ içerisinde yer alır. Büyük Menderes grabeninde tarihsel dönemlerde çok sayıda yıkıcı deprem meydana gelmiştir. Örneğin 17. Yüzyılda 1645, 1653 ve 1702 depremleri grabenin Denizli'den Aydın'a kadar uzanan kısmında etkin olmuştur. 1899 yılında meydana gelen deprem ise bu bölgedeki en büyük ve en yakın depremdir. Bu depremin birkaç metrelik düşey atıma

¹ Graben, kenarları faylar ile sınırlı çöküntü alanlarına verilen isimdir

neden olduğu bilinmektedir. Bunun gibi yüzey kırığı oluşturabilecek büyüklükte tarihsel depremler graben boyunca yerleşmiş çok sayıda tarihsel yerleşim yeri ve diğer doğal yapılarda izler bırakmıştır.

Aydın 1900 yılı öncesi çok sayıda depremden etkilenmiştir. Ancak yörede çok sayıda diri fay bulunması ve bunların sıklıkla deprem üretmiş olması yüzünden Aydın içerisinde geçen fay(lar)ın tarihsel dönemde hangi tarihlerde ve hangi büyüklükte deprem ürettikleri çok net olarak bilinmemektedir. Bunların en önemlileri arasında MÖ 31, 27, 26, MS 17 ve daha yakın zamandaki 1847, 1848, 1851, 1859, 1861, 1896, 1896 ve 1899 depremleri sayılabilir.

Aletsel dönemde (1900 sonrası) Aydın ve yakın çevresinden çok sayıda irili ufaklı depremler gelişmiştir. 08.03.1908 de 5.0 büyüklüğündeki, 07.05.1966 da 5.0 büyüklüğündeki depremler öne çıkmaktadır. 16.07.1955 de meydana gelen 6.8 büyüklüğündeki Söke-Balat depremi de Aydın kent merkezinde şiddetle hissedilmiştir.

Aydın'da net olarak bilinen ve kent merkezinde yüzey faylanmasına neden olan bir aletsel dönem deprem bilinmemektedir. Ancak, Aydın kent merkezi içerisinde geçen fayların büyük depremler üretme ve yüzey faylanması oluşturma kapasitesi vardır. Bu nedenle Aydın ilimiz yüzey faylanması tehlikesi altındaki illerimizden biri olarak değerlendirilmekte, bilinmezlikleri ortadan kaldıracak diri fay üzerindeki çalışmaların hayati öneme sahip olduğu vurgulanmaktadır.

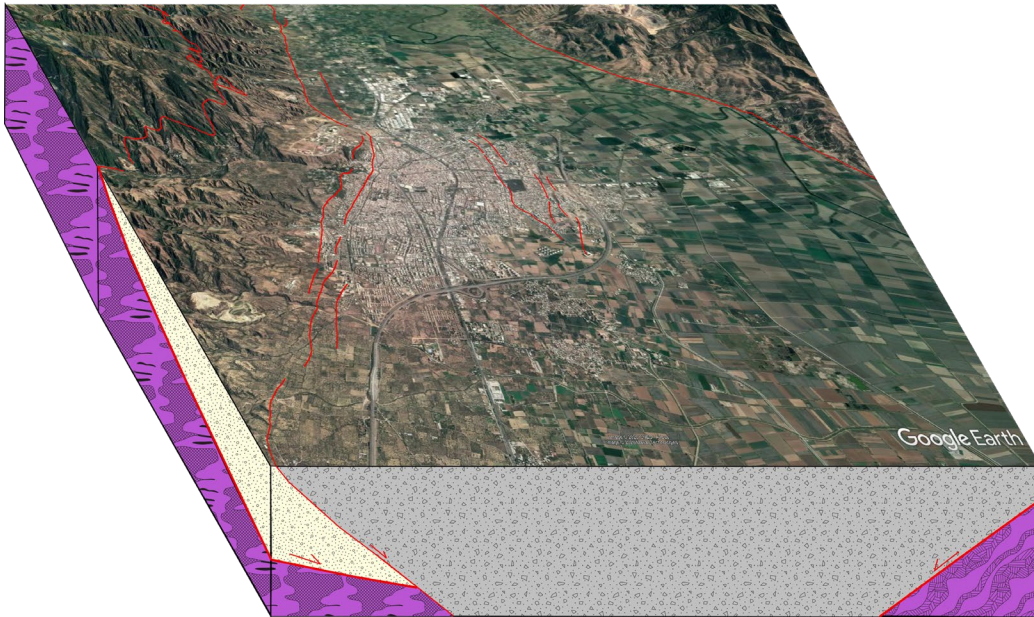
AYDIN'DAKİ DİRİ FAYLAR NEREDE?

TDFH'na göre Aydın ili, bölgesel ölçekte Büyük Menderes Fay Sistemi olarak adlandırılan bir diri fay sisteminin tam kalbinde bulunur. Doğrudan il merkezinin içinden ve yakınından geçen birçok diri fay vardır. Bu faylardan en kuzeyde bulunan ve Kalfaköy civarında doğu-batı doğrultusunda uzanan fay düşük eğimlidir. Bu fay ovadakiler kadar aktif olmayıp Büyük Menderes Sıyrılma Fayı adı ile bilinmektedir. Aydın kent merkezinin kuzey kesimindeki fay zonu ise, yatay topoğrafyanın kuzeye doğru sarplasmaya başladığı alanda yer alır ve birbirine paralel uzanan irili ufaklı birçok fay parçasından oluşur. Bu alanda Adnan Menderes Üniversitesi fayın taban blokunda bulunur. Bir diğer diri fay zonu ise kentin güneyinde yer alır ve nispeten daha kısa faylar oluşur. Jeolojik gözlemlere göre, Aydın ili ve çevresindeki faylar birbirleri ile yanal ve düşey yönde etkileşim içerisinde ve bir bütün olarak değerlendirilmelidir (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=) tarafından yayınlanmıştır. Aydın kent merkezi içerisinde geçtiği bilinen fayların tam olarak nereden geçtiği ve bu fay üzerinde son birkaç depremin hangi tarihlerde olduğu henüz yeterli detayda araştırılmamıştır.



Şekil 4-Türkiye Diri Fay Haritasına göre Aydın kent merkezi ve yakınından geçen diri faylar. Yerlerinin hassas olarak bilinmemesi nedeniyle faylar 100 m kalınlığında şeritler olarak gösterilmiştir. Yapılacak araştırmalar ile fay yerlerinin hassas olarak belirlenmesi gerekmektedir.



Şekil 5- Aydın'ın genel yeraltı yapısı. Kırmızı çizgiler diri fayları, mor alanlar kaya türü zeminleri noktali sarı ve gri alanlar eski ve yeni alüvyonları göstermektedir.

Aydın'ın depremselliği bununla da sınırlı değildir. Aydın kent merkezinin yanısıra Kuşadası, Söke, Germencik, Köşk, Sultanhisar, Nazilli ve Bozdoğan ilçe merkezleri ile eskiden köy veya belde statüsünde bulunan yaklaşık 44 mahallesi doğrudan diri fay hatları veya zonları üzerine oturmaktadır.

SONUÇLAR

Ülkemizin çoğu yerleşimleri gibi Aydın da 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. Aydın'ın 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.

Aydın'ın gelecekteki bir olası depremi en az zararla atlatabilmesi için:

- Aydın Valiliği veya Aydın Büyükşehir Belediyesi tarafından kent ölçeğinde uluslararası uygulama örnekleri de baz alınarak Mikrobölgeleme çalışmalarının yapılması, mikrobölgeleme çalışması yapılmış yerleşim birimleri var ise bunların yenilenmesi,
- Mikrobölgeleme çalışmaları kapsamında diri fayların yerinin ve özelliklerinin, farklı disiplinlerden veri girişi ile jeoloji mühendisliği araştırmaları temelinde yapılacak paleosismolojik araştırmalarla net olarak belirlenmesi,
- Mikrobölgeleme çalışmaları kapsamında, Ege Denizde meydana gelebilecek depremlerin meydana getirebileceği olası tsunami etkileri de dikkate alınarak Aydın ili kıyı yerleşim alanlarının planları, olası tsunami etkilerini de göz önüne alarak yeniden yapılması gerektiği,
- 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 hatlarının sakınım bantları ile kıyı yerleşimlerinde tsunami etki alanlarının imar planlarına işlenerek yenilenmesi,

gerektiği düşünülmektedir.

Jeoloji Mühendisleri Odası tarafından hazırlanan bu rapor Aydın 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.