

2. BÖLÜM DEPREM PARAMETRELERİ VE TANIMLARI

2.1. ODAK NOKTASI (HİPOSANTR)

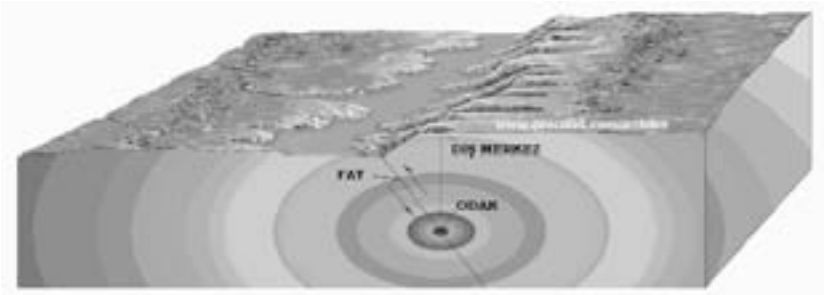
Odak noktası (Hiposantr) kırılmanın başladığı yer olup, depremde enerjinin açığa çıktığı yer kabuğu içindeki noktadır. Buna iç merkezde denir. Gerçekte enerjinin ortaya çıktığı bir nokta olmayıp, bir alandır. Pratik uygulamada nokta olarak kabul edilmektedir. (Şekil - 4)

2.2. DIŞ MERKEZ (EPİSANTR)

Episantr, yer içindeki odak noktasının yeryüzündeki izdüşümü olarak tanımlanır. Diğer bir ifade ile odak noktasına, en yakın olan yeryüzündeki noktadır. Burası depremin en kuvvetli hissedildiği ve en çok hasar yaptığı noktadır. Burası bir noktadan çok bir alandır. Depremin Dış Merkez alanı depremin şiddetine bağlı olarak çeşitli büyüklüklerde olabilir.

2.3. ODAK DERİNLİĞİ

Deprem enerjisinin açığa çıktığı noktanın yeryüzünden olan en kısa uzaklığına depremin odak derinliği denir. Diğer bir ifadeyle hiposantr ve episantr arasındaki düşey uzaklıktır. Depremler odak derinliklerine göre sınıflandırılırlar. Bu konu Deprem Türlerinde geniş olarak belirtilmiştir. Bu sınıflandırma tektonik depremler için geçerlidir. Orta ve derin depremler daha çok bir levhanın bir diğer levhanın altına girdiği bölgelerde olur. Derin depremler çok geniş alanlarda hissedilir. Buna karşılık yaptıkları hasar azdır. Sığ depremler ise dar bir alanda hissedilirken bu alan içinde çok büyük hasar yapabilir.



Şekil 4: Odak Noktası ve Dış Merkez

2.4. EŞ ŞİDDET (İZOSEİST) EĞRİLERİ

Aynı şiddet değerlerine sahip noktaları birbirleriyle birleştirilerek elde edilen eğrilere Eş şiddet (İzoseist) eğrileri denir. İzoseistlerin şiddet değerleri, episantrdan başlayarak azalan bir durum ortaya koymaktadırlar. Bu izoseistleri kapsayan haritaya depremin **İzoseist Haritası** denir.

2.5. ŞİDDET

Şiddet, herhangi bir derinlikte olan bir depremin, yeryüzünde bir noktadaki gücünün ölçüsü olarak tanımlanır. Depremin şiddet değerinin belirlenmesinde: Episantra olan uzaklığın ve yakınlığın, yerel zemin koşullarının ve farklı tipteki yapı özelliklerinin etkisi olmaktadır. Diğer bir ifadeyle Depremin Şiddeti; onun yapılar, doğa ve insanlar üzerindeki etkilerinin ölçüsüdür.

Depremin şiddetini belirlemek için bugüne kadar kullanılan deprem şiddet çizelgeleri, insanların algılarına ve izlenen fiziksel hasarlara dayandığından subjektif bir değer taşımaktadır. Halen kullanılmakta olan deprem şiddet çizelgelerine, belirli bir periyot aralığında olmak üzere, zemin ivme değerleri ve titreşim hız değerleri de eklenerek niceliksel bir anlam da taşımaları imkanı sağlanmıştır. Çünkü mühendislik açısından, deprem sırasında yapılara gelen **yatay kuvvetlerin** bilinmesi önemli bir konu olarak ortaya konulmaktadır. Tablo-1 de bu değerle birlikte, deprem şiddeti ve çeşitli yapı tiplerindeki hasar durumları arasındaki ilişkiler verilmiştir.

Deprem olduğunda, bu depremin herhangi bir noktadaki şiddetini belirlemek için, o bölgede meydana gelen etkiler gözlenir. Bu gözlemler Şiddet Cetvelinde hangi şiddet derecesi tanımına uygunsa, depremin şiddeti, o şiddet derecesi olarak değerlendirilir. Depremin neden olduğu etkiler; Şiddet Cetvelinde VIII şiddet olarak tanımlanan bulguları kapsıyorsa, o deprem VIII şiddetinde bir depremdir. Depremin şiddeti, Şiddet Cetvelinde romen rakamıyla gösterilmektedir.

Bugün kullanılan şiddet cetvelleri “ Mercalli Cetveli (MM) ve “Medvedev-Sponheur-Karnik (MSK) “şiddet cetvelleridir. İki cetvelde XII şiddet derecesini kapsamaktadır.

Bu cetvellere göre şiddeti V ve daha küçük olan depremler genellikle yapılarda hasar meydana getirmezler. VI-XII arasındaki şiddetler ise depremin yapılarda meydana getirdiği hasar ve arazide oluşturduğu kırılma, yırtılma, heyelan gibi bulgulara göre değerlendirilmektedir.

2.6. MAGNİTÜD (BÜYÜKLÜK)

Magnitüd, deprem sırasında açığa çıkan enerjinin bir ölçüsü olarak tanımlanmaktadır. Enerjinin doğrudan doğruya ölçülmesi olanağı olmadığından, Amerika Birleşik Devletlerinden Prof. C. Richter tarafından 1930 yıllarında ileri sürülen bir yöntemle depremlerin aletsel bir ölçüsü olan Magnitüd, tanımlanmıştır. Prof. Richter. Episantrdan 100 km. uzaklıkta ve sert zemine yerleştirilmiş özel bir sismografla (2800 büyütmeli, özel periyodu 0.8 saniye ve %80 sönümü olan bir Wood-Anderson Torsiyon Sismograf) kaydedilen zemin hareketinin mikron cinsinden (1 mikron 1/1000 mm) ölçülen maksimum genliğinin 10 tabanına göre logaritmasını depremin magnitüdü olarak tanımlamıştır.

Bugüne kadar depremler istatistik olarak incelendiğinde kaydedilen en büyük magnitüd değerinin 8.9 olduğu, 31 Ocak 1906 Colombiya-Ekvator ve 2 Mart 1933 Sanriko-Japonya depremleri ile büyüklüğü 9.5 olan 22 Mayıs 1960 Şili depremidir. Türkiye'de ise magnitüd değeri 7.9 olan, 26 Aralık 1939 Erzincan ile 17 Ağustos 1999 Kocaeli (M 7.4) ve 12 Kasım 1999 Düzce (M 7.2) depremleridir.

Magnitüd Değerleri, aletsel ve gözlemsel olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

Aletsel Magnitüd, yukarıda belirtildiği üzere standart bir sismografla kaydedilen deprem hareketinin maksimum genlik ve periyod değeri ve alet kalibrasyon fonksiyonlarının kullanılması ile yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilmektedir. Aletsel magnitüd değerleri, gerek hacim dalgalarından ve gerekse yüzey dalgalarından hesaplanılmaktadır. Genel olarak, hacim dalgalarından hesaplanan magnitüdüler (m), yüzey dalgalarından hesaplanan magnitüdüler (M) ile gösterilmektedir.

Gözlemsel Magnitüd Değeri: Gözlemsel inceleme sonucu elde edilen episantr şiddetinden hesaplanmaktadır. Ancak, bu tür hesaplamalarda, magnitüd- şiddet bağlantısının incelenilen bölgeden bölgeye değiştiği göz önünde tutulmalıdır.

Depremlerin şiddet ve magnitüdüleri arasında birtakım ampirik bağıntılar çıkarılmıştır. Bu bağıntılardan şiddet ve magnitüd değerleri arasındaki bağıntı aşağıda belirtilmiştir.

Şiddet	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Magnitüd (Richter)	4	4.5	5.1	5.6	6.2	6.6	7.3	7.8	8.4

2.7. DEPREM DALGALARININ YAYILMASI

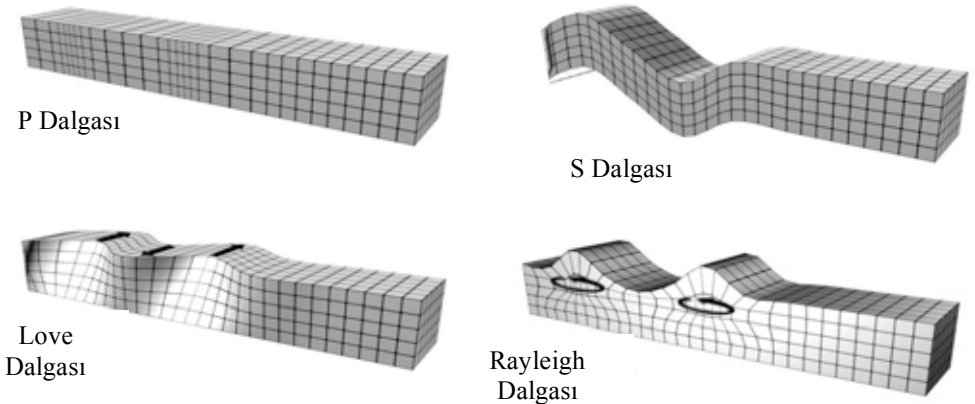
Deprem dalgalarının yayılması bakımından yer kabaca, hızın derinlikle değiştiği küresel bir ortam olarak varsayılabilir. Yer içinde bir noktada oluşan deprem nedeniyle meydana gelen dalgalar, yer tabakalarını geçerek yer yüzeyine varırlar ve yüzeyde yansır. Yer içindeki dalga hızı derinlikte arttığından, deprem ışınının yörüngesi yukarıya doğru içbükey şeklindedir. Elastik özellikleri aniden değişen ortamların sınır yüzeylerinde yansıma ve kırılmalara uğrarlar. Genel olarak gelen bir tür dalgaya karşı iki tip dalga yansır ve kırılır.

Elastisite teorisi, homojen, izotropik elastik bir ortamda ,elastik katsayılarla bağlı olarak farklı yayılma hızına sahip iki tip dalganın yayılabileceğini göstermektedir. Bunlar, Boyuna (P) ve Enine (S) dalgalarıdır.

Boyuna Dalgalar, Partikül hareketi yayılma doğrultusuna paraleldir. (havadaki ses dalgaları gibi). Enine Dalgalar, Partikülün hareketi yayılma doğrultusuna diktir. (titreşen bir teldeki dalgalar gibi).

Boyuna ve Enine dalgalar, malzemelerin bünyesi içinde yayıldıklarından Hacim Dalgaları (Body Waves) olarak da tanımlanırlar.

Yer yüzeyi gibi bir sınırın varlığı halinde, yüzey boyunca bazı dalgalar da oluşmaktadır. Oluşan bu dalgalara Yüzey Dalgaları denilmektedir. Yüzey Dalgaları, Rayleigh ve Love dalgaları olarak tanımlanmaktadır. (Şekil-5)



Şekil: 5 Deprem Dalgaları

2.8. ŞİDDET - ZEMİN İVMESİ - HIZ VE YAPI TİPLERİNDEKİ HASAR ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Şiddet, zemin ivmesi, hız ve çeşitli yapı tiplerindeki hasar arasında ilişkiler vardır. Bu ilişkiler MSK skalasına göre Tablo-1 de belirtilmiştir.

Tablo-1 Şiddet, Zemin İvmesi, Hız ve Yapı Tiplerindeki Hasar Arasındaki İlişkiler

Şiddet	Zemin İvmesi (gal) (0.1-0.5 sn. periyod aralığı için)	Yer titreşiminin (0,5 – 2 sn. periyod hızı cm/sn. aralığı için)	Yapı Tipleri		
			A	B	C
V	12 – 25	1.0 – 2.0	%5 Az Hasar		
VI	25 – 50	2.1 – 4.0	%5 Orta Hasar %50 Az Hasar	%5 Az Hasar	
VII	50 – 100	4.1 – 8.0	%5 Yıkıntı %50 Ağır Hasar	%5 Orta Hasar	%5 Az Hasar
VIII	100 – 200	8.1 – 16.0	%5 Fazla Yıkıntı %50 Yıkıntı	%5 Yıkıntı %50 Ağır Hasar	%5 Ağır Hasar %50 Orta Hasar
IX	200 – 400	16.1 – 32.0	%50 Fazla Yıkıntı	%5 Fazla Yıkıntı %50 Yıkıntı	%5 Yıkıntı %50 Ağır Hasar
X	400 – 800	32.1 – 64.0	%75 Fazla Yıkıntı	%50 Fazla Yıkıntı	%5 Fazla Yıkıntı %50 Yıkıntı

Tablo-1 de kullanılan terimler ile şiddet değerlerinin tanımlanması:

Yapılar üç tipe ayrılmaktadır.

A Tipi Yapılar : Kırsal konutlar (hımış,bağdadi vb.), kerpiç yapılar, kireç yada çamur harçlı moloz taş yapılar.

B Tipi Yapılar : Tuğla yapılar, yarım kagir yapılar, kesme taş yapılar, beton briket ve hafif prefabrike yapılar.

C Tipi Yapılar : Betonarme yapılar, iyi yapılmış ahşap yapılar.

Yapı hasarları ise dört gruba ayrılmıştır.

Az Hasarlar: Yapılarda İnce sıva çatlaklarının meydana gelmesi ve küçük sıva parçalarının dökülmesi.

Orta Hasar: Duvarlarda küçük çatlakların oluşması, büyük sıva parçalarının dökülmesi, kiremitlerin kayması, bacaların ve çatı duvarlarının düşmesi, betonarme yapıların taşıyıcı sistemlerinde ve elemanlarında küçük çatlakların oluşması ve taşıyıcı olmayan duvarlarda yıkılmaların olması.

Ağır Hasar: Duvarlarda büyük çatlakların meydana gelmesi ve taşıyıcı duvarların yıkılması. Betonarme yapıların yapı elemanlarında ve taşıyıcı sistemlerinde büyük ve derin çatlakların oluşması. Donatıların; mafsallaşması, burkulup beton örtüyü patlatarak en kesit dışına çıkması. Kolon-kiriş birleşim yerlerinde, kopma, kırılma ve çerçeve kolonlarında burkulmanın oluşması ve yapıda burulma düzensizliğinin ve benzer hasarların meydana gelmesi.

Yıkık : Yapıların kısmen ve tamamen yıkılması.

Tablo-1 de yer alan; az, orta, ağır ve yıkık tanımlar ortalama bir değer olarak %5, %50, %75, oranlarını belirlemektedir.

Medvedev- Sponheur- Karnik (MSK) Şiddet değerleri.

I, II, III Şiddetindeki Depremler: Sırasıyla; duyulmayan, çok hafif ve hafif depremlerdir.

IV Orta Şiddetli Deprem: Deprem yapı içinde çok, dışarıda ise az kişi tarafından hissedilir. Yapılarda sıvalar çatlar ve dökülür.

V Şiddetli Deprem: Deprem yapı içerisinde ve dışarısında hissedilir. Yapı sallanır, A tipi yapılarda hafif hasarlar olabilir.

VI Çok şiddetli Deprem: Yapı içinde ve dışarıda hissedilir. A tipi yapılarda orta ve çok , B tipi yapılarda az hasar görülür. Nemli zeminlerde 1 cm. genişliğinde çatlaklar olabilir. Yer kaymaları, kaynak ve yer altı sularında değişiklikler görülebilir.

VII Hasar Yapıcı Deprem: Yapı içinde fazla hissedilir. İnsanlar korkar ve dışarı kaçarlar, oturdukları yerden kalkmakla güçlük çekerler. Sarsıntı araç kullananlar tarafından da hissedilir. A tipi Yapılarda ağır hasar ve yıkık, B tipi yapılarda orta hasar, C tipi yapılarda az hasar görülür.

Kaynak suları bunalır ve debileri değişir, yer altı suların düzeyleri değişir. Yollarda kayma ve çatlama olabiliir.

VIII Yıkıcı Deprem: Korku ve panik meydana gelir. Ağaç dalları kırılıp, düşer. A tipi yapılarda yıkık, B tipi yapılarda ağır hasar ve C tipi yapılarda orta ve ağır hasarlar görülür. Dik şevli yol kenarlarında ve vadi içlerinde yer kaymaları olabilir. Zeminde çatlaklar oluşabilir, göl suları bulanır ve yer altı su düzeyleri değişir.

IX Çok Yıkıcı Deprem: İnsanlarda panik, hayvanlarda kaçış ve bağırışlar olur. A ve B tipi yapılarda yıkık, C tipi yapılarda ağır hasar ve yıkık görülür. Yollar bozulur, demiryolu rayları bükülür. Açık alanlarda su, kum ve çamur taşmaları, zeminlerde 10 cm. genişliğe kadar çatlaklar oluşur. Kaya düşmeleri, yer kaymaları görülür ve sularda büyük dalgalanmalar meydana gelir.

X Ağır Yıkıcı Deprem: C tipi yapılarda yıkıntı, yollarda kasisler oluşur. Baraj, bent ve köprülerde önemli hasarlar görülür, demiryolu rayları eğrilir. Zeminde 100 cm. genişliğe kadar çatlaklar görülür. Büyük heyelanlar olur, kaya düşmeleri, deniz, göl ve nehir sularında taşmalar görülür ve yeni göller oluşabilir.

XI Çok Ağır Yıkıcı Deprem: İyi yapılmış yapılarda, köprülerde, su bentlerinde, barajlarda ve demiryolu raylarında tehlikeli hasarlar olur, yollar kullanılmaz hale gelir. Yatay ve düşey doğrultudaki hareketler nedeniyle yerde; geniş ve derin çatlaklar ve yarıklar oluşur ve yer önemli biçimde bozulur.

XII Yok Edici Deprem: Yer yüzeyi değişir. Yer altında ve üstündeki tüm yapılar yıkılır.

2.9. DEPREM – ZEMİN İLİŞKİSİ

Depremde, yerin davranışı çok iyi bilinmelidir. Depremin enerjisinin iletilmesi zeminin koşullarına göre farklı olur. İyi zeminlerde (granit, vb.) yutulur, kötü zeminlerde (alüvyon, vb.) ise büyür. Buna bir skala verilecek olunursa zemin koşulları, depremin şiddetini yaklaşık bir derece artırabilir.

Depremin şiddeti; sağlam bir zeminde yapılan yapı ile sağlam olmayan bir zeminde yapılan yapıda çok farklı olarak hissedilir.

2.10. DEPREM – YAPI İLİŞKİSİ

Deprem bölgelerinde inşa edilmiş yapılar, deprem kuvvetli yer hareketine maruz kalırlar. Kuvvetli yer hareketi ivme etkisi altındaki maruz kaldığı taban kesme kuvvetleri, yapıya deprem süresi içinde gelen gerçek deprem yükleridir. Yatay yük altında yapı ötelenir. Her yapının, taşıyabileceği elastik limit yatay yükü vardır. Bu sınırı aşmayan yüklerin etkisinde olan yapı sallansa da (gidip-gelse) yapıda hasar olmaz. Yatay yük kalktığı zaman yapı önceki durumuna döner. Elastik yük sınırını aşan yük yapıyı etkiler. Yapı, elastik limit yükünün üzerindeki yükü taşıyamaz ancak bu yük altında itilir ve ötelenmesi artar yapıda kalıcı hasar oluşmaya başlar. Elastoplastik davranan yapının taşıyıcı elemanlarının elasto plastik davranışla örneğin donatıda pekleşme ile yatay yük taşıma güçleri artabilir.

Depremde gelen yükler **tersinir** (yön değiştiren) yüküdür: Deprem yükü, yapının elastik limit yüküne ulaştıktan sonra, aynı yönde etkimeye devam ederse, bir miktar kalıcı ötelenme yapan yapı; depremin yükünün yön değiştirmesi üzerine ters yönde gelmeye başlayan yatay deprem yükünün etkisi ile yatay yükünü boşaltmaya başlar. Yatay yük sıfıra indikten, yapı yeniden düşey konumuna geldikten sonra bu kez ilk yöne göre ters yöndeki deprem yükü altında yapı, ters yönde yüklenmeye başlar. Ters yönde yüklenme altındaki bu davranış daha önceki yükleme yönündeki davranışla aynıdır. Eğer ters yönde yükleme sırasında yapıya gelen yatay deprem yükü, yapının elastik limit yük düzeyine ulaşır ve aşarsa yapı bu yönde de kalıcı olarak ötelenmeye başlar. Deprem kuvvetinin yönü yine değişince yapının yatay yükü boşalmaya ve tekrar ilk itilme yönünde artmaya başlar. (N. Bayülke,3)

Sonuç olarak depreme dayanıklı tasarımı ve yapımı için gerekli minimum koşulları sağlayamayan yapılar, hasar görür veya yıkılırlar. Deprem ve zemin koşullarına göre tasarlanmış, projelendirilmiş ve projeye uygun inşa edilmiş yapılar; deprem şiddetine karşı gelerek deprem enerjisini tüketirler ve hasar görmezler veya can ve mal kaybını önleyecek ölçülerde hasar görebilirler.

Türkiye’de Deprem – Zemin - Yapı İlişkilerini düzenleyen yasa, yönetmelik, standartlar ve teknik şartnameler hazırlanmıştır. ‘Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Yapı Denetimi Hakkında Kanun, Yapı Denetimi Uygulama Usul ve Esasları Yönetmeliği, ilgili Türk Standartları ve BİB. Genel Teknik Şartnamesi.’

Deprem bölgelerinde yeniden yapılacak, değiştirilecek, büyütülecek, onarılacak ya da güçlendirilecek resmi ve özel tüm binaların ve bina türü yapıların teknik koşulları ile malzeme ve iççilik özellikleri; bu yasa, yönetmelik, şartname ve standartlarının ilkelerine uyularak yerine getirilir.