

# DEPREM VE HEYELEN AFETLERİNİN ÖNCEDEN TAHMİN VE TESPİT EDİLMESİ

## 1.DEPREM ERKEN UYARI SİSTEMLERİ

Yerkabuğu içindeki kırılmalar nedeniyle ani olarak ortaya çıkan titreşimlerin dalgalar halinde yayılarak geçtikleri ortamları ve yeryüzeyini sarsma olayına "DEPREM" denir.

Deprem, insanın hareketsiz kabul ettiği ve güvenle ayağını bastığı toprağın da oynayacağını ve üzerinde bulunan tüm yapılarında hasar görüp, can kaybına uğrayacak şekilde yıkılabileceklerini gösteren bir doğa olayıdır.

Depremi nasıl oluştuğunu, deprem dalgalarının yeryuvarı içinde ne şekilde yayıldıklarını, ölçü aletleri ve yöntemlerini, kayıtların değerlendirilmesini ve deprem ile ilgili diğer konuları inceleyen bilim dalına "SİSMOLOJİ" denir.

Dünyanın iç yapısı konusunda, jeolojik ve jeofizik çalışmalar sonucu elde edilen verilerin desteklediği bir yeryüzü modeli bulunmaktadır. Bu modele göre, yerkürenin dış kısmında yaklaşık 70-100 km kalınlığında oluşmuş bir taşküre (Litosfer) vardır. Kıtalar ve okyanuslar bu taşkürede yer alır. Litosfer ile çekirdek arasında kalan ve kalınlığı 2.900 km olan kuşağa Manto adı verilir. Manto'nun altındaki çekirdeğin Nikel-Demir karışımından oluştuğu kabul edilmektedir. Yerin, yüzeyden derine gidildikçe ısının arttığı bilinmektedir. Enine deprem dalgalarının yerin çekirdeğinde yayılamadığı olgusundan giderek çekirdeğin sıvı bir ortam olması gerektiği sonucuna varılmaktadır.

Manto genelde katı olmakla beraber yüzeyden derine inildikçe içinde yerel sıvı ortamları bulundurmaktadır.

Taşküre'nin altında Astenosfer denilen yumuşak Üst Manto bulunmaktadır. Burada oluşan kuvvetler, özellikle konveksiyon akımları nedeni ile, taş kabuk parçalanmakta ve birçok Levha'lara bölünmektedir. Üst Manto'da oluşan konveksiyon akımları, radyoaktivite nedeni ile oluşan yüksek ısıya bağlanmaktadır. Konveksiyon akımları yukarılara yükseldikçe taşıyuvarda gerilmelere ve daha sonra da zayıf zonların kırılmasıyla levhaların oluşmasına neden olmaktadır. Halen 10 kadar büyük levha ve çok sayıda küçük levhalar vardır. Bu levhalar üzerinde duran kıtalarla birlikte, Astenosfer üzerinde sal gibi yüzmekte olup, birbirlerine göre insanların hissedemeyeceği bir hızla hareket etmektedirler.

Konveksiyon akımlarının yükseldiği yerlerde levhalar birbirlerinden uzaklaşmakta ve buradan çıkan sıcak magmada okyanus ortası sırtlarını oluşturmaktadır. Levhaların birbirlerine değdikleri bölgelerde sürtünmeler ve sıkışmalar olmakta, sürtünen levhalardan biri aşağıya Manto'ya batmakta ve eriyerek yitme zonlarını oluşturmaktadır. Konveksiyon akımlarının neden olduğu bu ardışıklı olay tatkürenin altında devam edip gitmektedir.

İşte yerkabuğunu oluşturan levhaların birbirine sürtündükleri, birbirlerini sıkıştırdıkları, birbirlerinin üstüne çıktıkları ya da altına girdikleri bu levhaların sınırları dünyada depremlerin oldukları yerler olarak karşımıza çıkmaktadır. Dünyada olan depremlemlerin hemen büyük çoğunluğu bu levhaların birbirlerini zorladıkları levha sınırlarında dar kuşaklar üzerinde oluşmaktadır.

Yukarıda, yerkabuğunu oluşturan Levha'ların, Astenosferdeki konveksiyon akımları nedeniyle hareket halinde olduklarını ve bu nedenle birbirlerini ittiklerini veya birbirlerinden açıldıklarını ve bu olayların meydana geldiği zonların da deprem bölgelerini oluşturduğunu söylemiştik.

Birbirlerini iten ya da diğerinin altına giren iki levha arasında, harekete engel olan bir sürtünme kuvveti vardır. Bir levhanın hareket edebilmesi için bu sürtünme kuvvetinin giderilmesi gerekir.

İtilmekte olan bir levha ile bir diğer levha arasında sürtünme kuvveti aşıldığı zaman bir hareket oluşur. Bu hareket çok kısa bir zaman biriminde gerçekleşir ve şok niteliğindedir. Sonunda çok uzaklara kadar yayılabilen deprem (sarsıntı) dalgaları ortaya çıkar. Bu dalgalar geçtiği ortamları sarsarak ve depremin oluş yönünden uzaklaştıkça enerjisi azalarak yayılır. Bu sırada yeryüzünde, bazen gözle görülebilen, kilometrelerce uzanabilen ve FAY adı verilen arazi kırıkları oluşabilir. Bu kırıklar bazen yeryüzünde gözlenemez, yüzey tabakaları ile gizlenmiş olabilir. Bazen de eski bir depremden oluşmuş ve yeryüzüne kadar çıkmış, ancak zamanla örtülmüş bir fay yeniden oynayabilir.

Depremlerinin oluşumunun bu şekilde ve "Elastik Geri Sekme Kuramı" adı altında anlatımı 1911 yılında Amerikalı Reid tarafından yapılmıştır ve laboratuvarlarda da denenerek ispatlanmıştır.

Bu kurama göre, herhangi bir noktada, zamana bağımlı olarak, yavaş yavaş oluşan birim deformasyon birikiminin elastik olarak depoladığı enerji, kritik bir değere eriştiğinde, fay düzlemi boyunca var olan sürtünme kuvvetini yenerek, fay çizgisinin her iki tarafındaki kayaç bloklarının birbirine göreli hareketlerini oluşturmaktadır. Bu olay ani yer değiştirme hareketidir. Bu ani yer değiştirmeler ise bir noktada biriken birim deformasyon enerjisinin açığa çıkması, boşalması, diğer bir deyişle mekanik enerjiye dönüşmesi ile ve sonuç olarak yer katmanlarının kırılma ve yırtılma hareketi ile olmaktadır.

Aslında kayaların, önceden bir birim yer değiştirme birikimine uğramadan kırılmaları olanaksızdır. Bu birim yer değiştirme hareketlerini, hareketsiz görülen yer kabuğunda, üst mantoda oluşan konveksiyon akımları oluşturmakta, kayalar belirli bir deformasyona kadar dayanıklılık gösterebilmekte ve sonrada kırılmaktadır. İşte bu kırılmalar sonucu depremler oluşmaktadır. Bu olaydan sonra da kayalardan uzak zamandan beri birikmiş olan gerilmelerin ve enerjinin bir kısmı ya da tamamı giderilmiş olmaktadır.

## **1.1.DEPREM TÜRLERİ**

Depremler oluş nedenlerine göre değişik türlerde olabilir. Dünyada olan depremlerin büyük bir bölümü yukarıda anlatılan biçimde oluşmakla birlikte az miktarda da olsa başka doğal nedenlerle de olan deprem türleri bulunmaktadır. Yukarıda anlatılan levhaların hareketi sonucu olan depremler genellikle "TEKTONİK" depremler olarak nitelenir ve bu depremler çoğunlukla levhalar sınırlarında oluşurlar. Yeryüzünde olan depremlerin %90'ı bu gruba girer. Türkiye'de olan depremler de büyük çoğunlukla tektonik depremlerdir.

İkinci tip depremler "VOLKANİK" depremlerdir. Bunlar volkanların püskürmesi sonucu oluşurlar. Yerin derinliklerinde ergimiş maddenin yeryüzüne çıkışı sırasındaki fiziksel ve kimyasal olaylar sonucunda oluşan gazların yapmış oldukları patlamalarla bu tür depremlerin meydana geldiği bilinmektedir. Bunlar da yanardağlarla ilgili olduklarından yereldirler ve önemli zarara neden olmazlar. Japonya ve İtalya'da oluşan depremlerin bir kısmı bu gruba girmektedir. Türkiye'de aktif yanardağ olmadığı için bu tip depremler olmamaktadır.

Bir başka tip depremler de "ÇÖKÜNTÜ" depremlerdir. Bunlar yer altındaki boşlukların (mağara), kömür ocaklarında galerilerin, tuz ve jipsli arazilerde erime sonucu oluşan boşlukları tavan blokunun çökmesi ile oluşurlar. Hissedilme alanları yerel olup enerjileri azdır fazla zarar getirmezler. Büyük heyelanlar ve gökten düşen meteorların da küçük sarsıntılara neden olduğu bilinmektedir.

Odağı deniz dibinde olan Derin Deniz Depremlerinden sonra, denizlerde kıyılara kadar oluşan ve bazen kıyılarda büyük hasarlara neden olan dalgalar oluşur ki bunlara (Tsunami) denir.

### **1.1.1.DEPREM PARAMETRELERİ**

Herhangi bir deprem oluştuğunda, bu depremin tariflenmesi ve anlaşılabilmesi için "DEPREM PARAMETRELERİ" olarak tanımlanan bazı kavramlardan söz edilmektedir. Aşağıda kısaca bu parametrelerin açıklaması yapılacaktır.

### **1.1.2.ODAK NOKTASI (HİPOSANTR)**

Odak noktası yerin içinde depremin enerjisinin ortaya çıktığı noktadır. Bu noktaya odak noktası veya iç merkez de denir. Gerçekte, enerjinin ortaya çıktığı bir nokta olmayıp bir alandır, fakat pratik uygulamalarda nokta olarak kabul edilmektedir.

### **1.1.3.DIŞ MERKEZ (EPİSANTR)**

Odak noktasına en yakın olan yer üzerindeki noktadır. Burası aynı zamanda depremin en çok hasar yaptığı veya en kuvvetli olarak hissedildiği noktadır. Aslında bu, bir noktadan çok bir alandır. Depremin dış merkez alanı depremin şiddetine bağlı olarak çeşitli büyüklüklerde olabilir. Bazen büyük bir depremin odak noktasının boyutları yüzlerce kilometreyle de belirlenebilir. Bu nedenle "Episantr Bölgesi" ya da "Episantr Alanı" olarak tanımlama yapılması gerçeğe daha yakın bir tanımlama olacaktır.

### **1.1.4.ODAK DERİNLİĞİ**

Depremde enerjinin açığa çıktığı noktanın yeryüzünden en kısa uzaklığı, depremin odak derinliği olarak adlandırılır. Depremler odak derinliklerine göre sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırma tektonik depremler için geçerlidir. Yerin 0-60 km. derinliğinde olan depremler sığ deprem olarak nitelenir. Yerin 70-300 km. derinliklerinde olan depremler orta derinlikte olan depremlerdir. Derin depremler ise yerin 300 km. den fazla derinliğinde olan depremlerdir. Türkiye'de olan depremler genellikle sığ depremlerdir ve derinlikleri 0-60 km. arasındadır. 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 yaratabilirler.

### **1.1.5.EŞŞİDDET (İZOSEİT) EĞRİLERİ**

Aynı şiddetle sarsılan noktaları birbirine bağlayan noktalara denir. Bunun tamamlanmasıyla eşşiddet haritası ortaya çıkar. Genelde kabul edilmiş duruma göre, eğrilerin oluşturduğu yani iki eğri arasında kalan alan, depremlerden etkilenme yönüyle, şiddet bakımından sınırlandırılmış olur. Bu nedenle depremin şiddeti eşşiddet eğrileri üzerine değil, alan içerisine yazılır.

### **1.1.6.ŞİDDET**

Herhangi bir derinlikte olan depremin, yeryüzünde hissedildiği bir noktadaki etkisinin ölçüsü olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir deyişle depremin şiddeti, onun yapılar, doğa ve insanlar üzerindeki etkilerinin bir ölçüsüdür. Bu etki, depremin büyüklüğü, odak derinliği, uzaklığı yapıların depreme karşı gösterdiği dayanıklılık dahi değişik olabilmektedir. Şiddet depremin kaynağındaki büyüklüğü hakkında doğru bilgi vermemekle beraber, deprem dolayısıyla oluşan hasarı yukarıda belirtilen etkenlere bağlı olarak yansıtır.

### 1.1.7.MAGNİTÜD

Deprem sırasında açığa çıkan enerjinin bir ölçüsü olarak tanımlanmaktadır. Enerjinin doğrudan doğruya ölçülmesi olanağı olmadığından, Amerika Birleşik Devletleri'nden Prof.C.Richter tarafından 1930 yıllarında bulunan bir yöntemle depremlerin aletsel bir ölçüsü olan "Magnitüd" tanımlanmıştır. Prof. Richter, episantrdan 100 km. uzaklıkta ve sert zemine yerleştirilmiş özel bir sismografla (2800 büyütme, özel periyodu 0.8 saniye ve %80 sönümü olan bir Wood-Anderson torsiyon Sismografi ile) kaydedilmiş zemin hareketinin mikron cinsinden (1 mikron 1/1000 mm) ölçülen maksimum genliğinin 10 tabanına göre logaritmasını bir depremin "magnitüdü" olarak tanımlamıştır. [1]



## 1.2.DEPREMLE İLGİLİ RADON ANOMALİLERİNİN TANIMLANMASI

### 1.2.1.RADON ANOMALİSİ

Toprak gazında ve yer altı sularında anormal radon değişimlerinin birçok deprem için uyarı işareti olduğu ve radon anomalilerinin sismik olaylar için faydalı bir jeokimyasal izleyici olduğu yapılan birçok çalışma ile ortaya koyulmuştur. Ancak, deprem tahmini için toprak gazında ve yer altı sularında ölçülen radon konsantrasyonları, meteorolojik ve mevsimsel değişimlerden etkilenmektedir. Bu nedenle gerçek tektonik sinyallerle gürültü sinyallerinin ayırt edilmesi, her iki ortamda ölçülen radon konsantrasyonlarındaki geçici değişimlerin tanımlanmasını gerektirmektedir. [2]

Radon anomalileri ve sismik hareketlerle ilişkili bugüne kadar toplanan veriler, radon zenginleşmesi ve deprem oluşumu arasında pozitif bir ilişki göstermesine rağmen tam ve doğru deprem tahmininde radon anomalilerinin rolü sık sık tartışılmaktadır. Kabuksal gazların yayımında doğal bir amplifikatör gibi davranan fay hatlarında deprem tahmini için toprak atmosferinde veya kaynak sularında yapılan radon dâhil diğer gaz ölçümlerinin jeolojik yapı dışında, atmosferik basınç, sıcaklık yağış vb. meteorolojik değişkenlerden etkilendiği öne sürülmektedir [3, 4], [5, 6], Bu doğrultuda sunulan çalışmada, aktif Gediz grabeninde yer alan güncel depremselliğe sahip Alaşehir/Manisa yöresinde toprak gazı radon konsantrasyonlarındaki zamansal değişimlerin meteorolojik parametrelerle ilişkisi (hava sıcaklığı, barometrik basınç, nemlilik ve yağış) tek yönlü ve çok değişkenli varyans, lineer regresyon vb. istatistiksel analizler uygulanarak incelenmiş ve depremle ilişkili radon anomalileri tanımlanmıştır.

### 1.2.2.TOPRAK GAZI RADON ÖLÇÜMLERİ

Genel olarak, radon aktivite konsantrasyonları alfa radyasyonuna duyarlı herhangi bir detektör ile ölçülebilir olmasına rağmen, günümüzde bu amaç için yaygın şekilde uzun süreli entegre (hafta/ay) radon ölçümlere izin veren katı-hal nükleer iz detektörleri (SSNTDs) kullanılmaktadır. Bu pasif detektörlerin basit ve ucuz olmaları, elektronik ekipmana gereksinim duymamaları, uzun süreli entegre radon ölçümlerine izin vererek meteorolojik olarak indüklenen hızlı dalgalanmaları ortadan kaldırmaları ve nispeten çevresel faktörlerden etkilenmemeleri gibi avantajları, jeofiziksel amaçlı kantitatif radon tayininde bu tekniği tercih edilir yapmıştır. [2]

Radon anomalilerini saptamak için kullanılan dedektörler.



TÜBİTAK-MAM ile ortak olarak Seferihisar bölgesinde online radon ölçüm sistemi kurulmuş ve ölçüm alınmaktadır.

Sistem alfa dedektörü, kontrol ünitesi ve alınan verileri ileten bir modem biriminden oluşmaktadır.

Mevcut sistem elektrik şebekesi ve olası kesilmelere karşı kullanılmak üzere güç kaynağından oluşmaktadır. Sistem, radon verileri belirli periyotlarla GSM modem üzerinden ana makineye aktarılmaktadır.



### 1.3.ÖNCÜL DEPREM DALGALARINI ALGILAMA YÖNTEMİYLE ERKEN HABER ALMA

#### 1.3.1.Secty Life Patron

Depremi oluşturan sismik dalgalar, Primer (P, birincil) ve Sekonder (S, İkincil) olarak iki şekilde yayılır. P dalgaları en hızlı ilerleyen sismik dalgalardır. Bu yüzden deprem ölçüm noktalarına ilk ulaşan dalgalardır. S dalgalarına nazaran çok daha kısa sürerler ve genellikle İnsanlar tarafından hissedilmezler. Asıl yıkıcı gücü olan dalgalar, S (ikincil) dalgalardır.

Depremi Önceden Haber Veren Uyarı Sistemi geliştirilmiştir “Secty Life Patron”

Deprem, meydana gelmeden önce gönderdiği birincil P dalgası ile “*geliyorum*” mesajı verir deprem öncesi uyarı sistemi de bu prensibe göre çalışmaktadır. Deprem meydana gelmeden önce gönderdiği birincil P dalgasını algılar ve alarm verir.

Cihaz deprem öncesi uyarı sisteminin alarm vereceği depremin sınır değerini belirleyebilmektedir. Bilindiği gibi bulunduğumuz ortamlarda birçok zararsız artçı depremler meydana gelmektedir. Bu küçük depremler P dalgası göndermektedir. Ancak cihaz deprem öncesi uyarı sistemi önceden ayarlanmış bir deprem sınır değerini aşan durumlarda alarm verebilir. Zaten ikinci gelen S dalgası yıkıcı hasarı verir. Sınır değer ise bu ikincil dalganın insan ve çevre üzerinde yıkıcı etkide olması beklenen depremlerde alarm verecek şekilde belirlenebilmektedir.

Deprem öncesi uyarı sistemi depremi ne kadar süre öncesinden haber vermektedir?

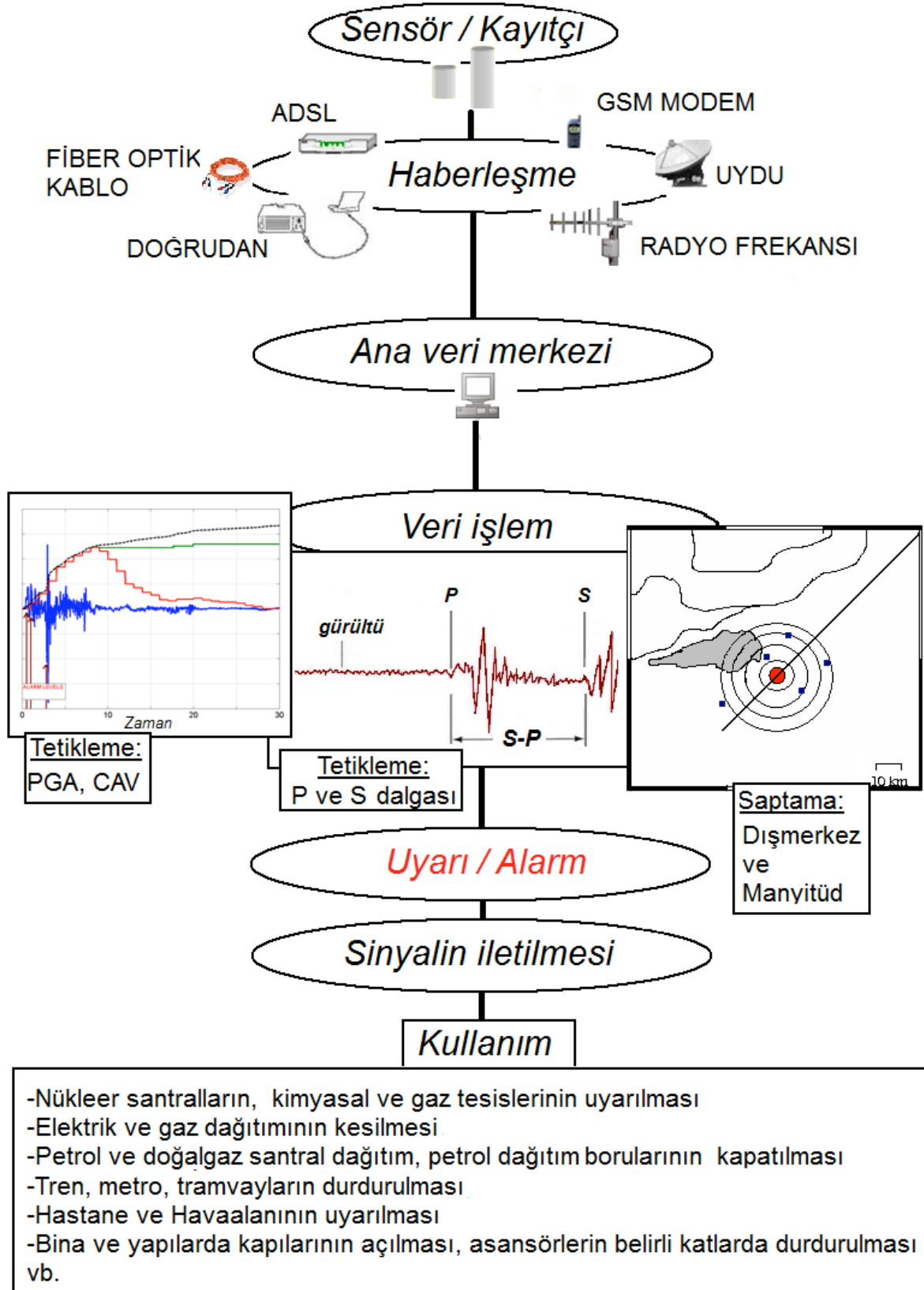
Bu süre depremin şiddetine, uyarı sisteminin kurulduğu bölgenin depremin meydana geldiği merkeze uzaklığına ve bölgenin jeolojik koşullarına göre değişmektedir. Ancak uyarı sistemi birincil P dalgasını algıladığından bize haber verdiği süre depremin gönderdiği birincil dalga ile ikincil dalga arasındaki süredir. Ancak sistem, depremin olduğu merkezden sistemin kurulu olduğu bölge arasında;

- 40 km için; 8-12 saniye
  - 80 km için; 16-24 saniye
  - 120 km için; 24-36 saniye
  - 160 km için; 32-48 saniye
- öncesinden haber verebilmektedir.

Deprem anında ve sonrasında arızalı gaz ve su hatlarıyla, açıkta duran elektrik beslenme kaynakları, insan ve çevre için çok ciddi tehlike oluşturmaktadır. Depremde sadece bina öldürmediği gibi deprem sonrasında meydana gelebilecek patlama, yangın vs. durumları da can ve mal kaybına neden olabilmektedir. Deprem öncesi uyarı sistemi bu sorunlara da çözüm getiriyor. Bu çözüme göre binalarda enerji beslenme tertibatlarını izleme görevi gören modern bir sistemin deprem sırasında enerji sistemlerini ve elektrikli bina tertibatlarını hemen devre dışı bırakmaktadır.

Sistem ayrıca gaz, elektrik ve hatta su beslenimini acil durumlarda hemen kapatıyor, asansörleri yönlendiriyor ve kontrol ederek kullanım dışı yapıyor.[7]



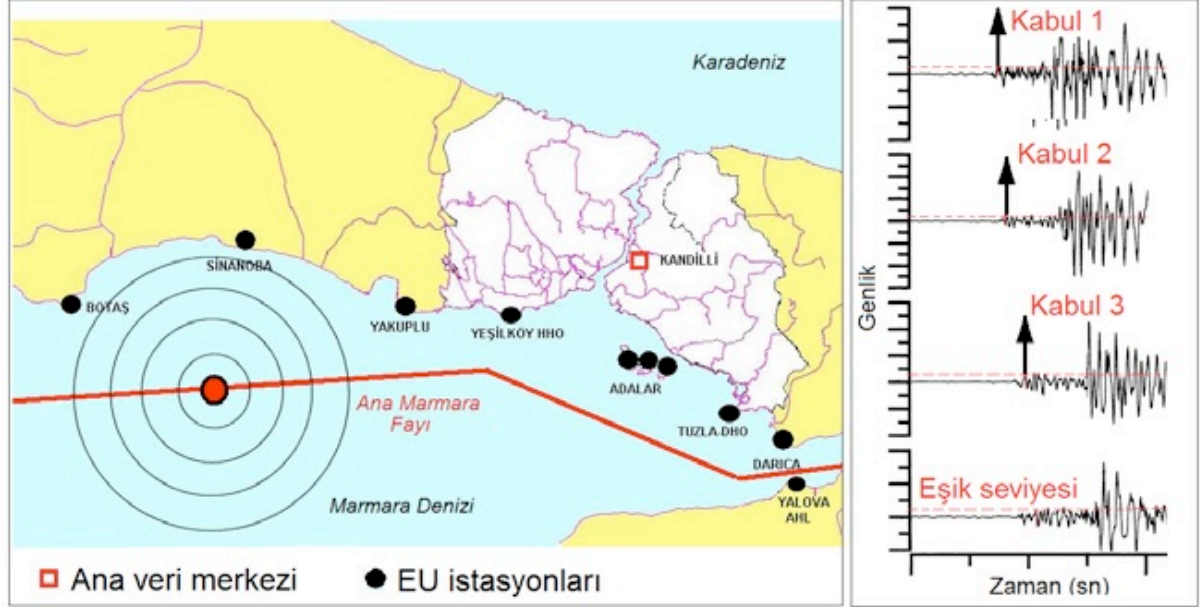


Öncül P dalgalarıyla erken teşhis durumunda izlenebilecek yollar.



### 1.3.2.İSTANBUL DEPREM ERKEN UYARI AĞI

Proje'nin "Erken Uyarı" kısmı çerçevesinde İstanbul'da hasara neden olabilecek büyük bir deprem yaratma potansiyeline sahip fay hatlarına (Ana Marmara fayı) en yakın bölgelerde seçilmiş konumlara 10 adet kuvvetli yer hareketi istasyonu kurulmuştur.

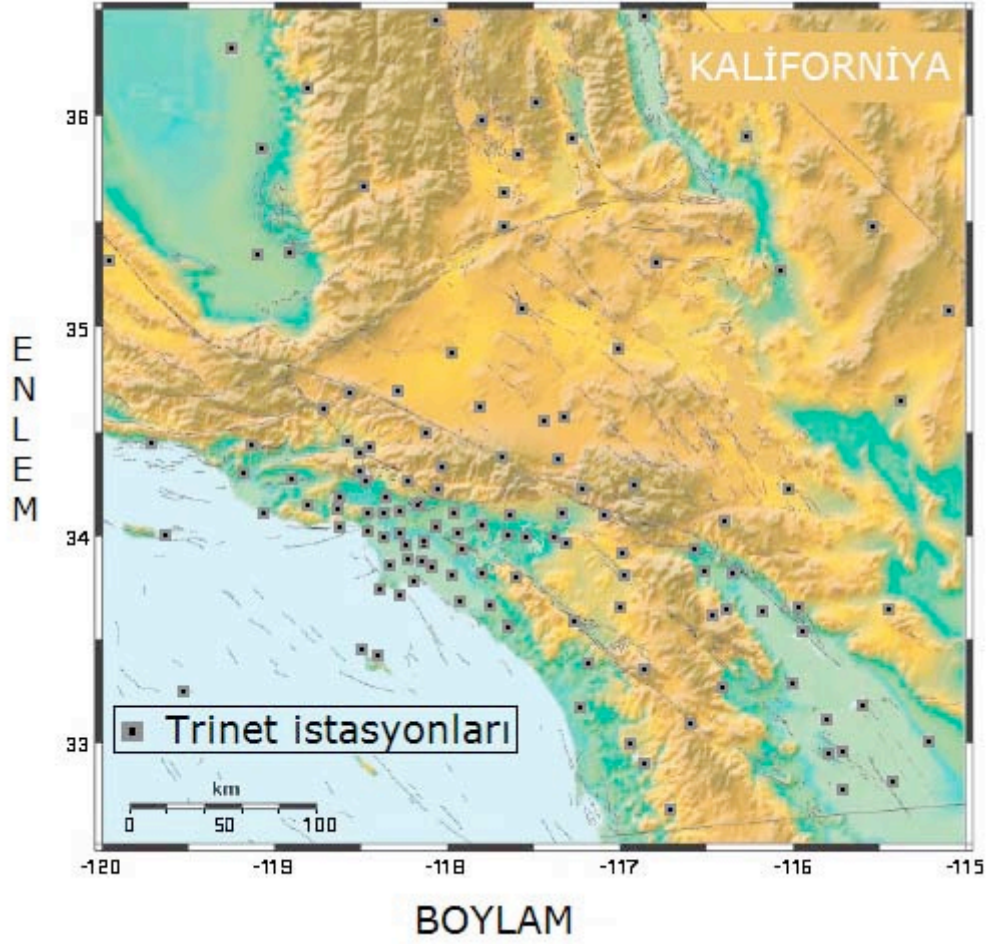


Bu istasyonların yerleri istasyon emniyeti, veri nakil emniyeti ve fay hattına yakınlık gibi lojistik kriterler göz önünde bulundurularak Adalar, Tuzla, Yalova, Gebze ve Marmara Ereğlisi gibi mahallerde belirlenmiştir. Bu istasyonlar ile bunlardan uzaklığı 20 km'den az olan ana veri merkezi arasındaki iletişim spread spektrum radyo modemleri vasıtasıyla sağlanmaktadır. Güvenilir ve etkileşimsiz bir iletişim için tekrarlayıcı (repeater) istasyon kullanılmıştır.

Erken Uyarı kapsamında kullanılan cihazlar on-line formatta çalışmaktadır. Bu cihazlarda sensör tarafından algılanan yer hareketi 24 bitlik çözünürlüğe sahip A/D çevirici yardımıyla sayısal hale getirildikten sonra Spread Spektrum Radyo modemi yoluyla gerçek zamanlı olarak ana veri merkezindeki Erken uyarı terminal server'ına (EWTS) gönderilmektedir. Bu Terminal server'da Windows tabanlı GeoDAS yazılımı gerçek zamanlı veri görüntüleme amaçlı koşturulmaktadır.

Olası deprem sırasında sistemin tetiklenmesi koşullarını otomatik olarak gerçekleştiren ve erken uyarı sinyalini yaratacak olan yazılım budur. Aynı zamanda bu yazılım on-line dataların kayıt ediliş EWTS terminalinde depolanmasını sağlar.

Proje kapsamında kurulmuş olan Veri İşlem ve Değerlendirme Merkezine bu istasyonlardan gerçek zamanda (real-time) sürekli olarak gelecek olan veriler değerlendirilerek hasar yaratabilecek bir depremle ilgili uyarı sinyali deprem kaynak parametrelerine, etkilenecek konumun koordinatlarına ve kullanılan algoritmaya bağlı olarak 5-12s öncesinde verilebilmektedir. Bu amaçla kullanılacak algoritma filtre edilmiş en büyük yer ivmesi seviyesine göre ve/veya mutlak hız seviyesine göre düzenlenmiştir. Tüm benzer sistemlerde olduğu gibi, güvenirliliğin artması için bir "öğrenme devresi" geçirilecektir. Kullanılan algoritmalarda uyarı süresi ile uyarı güvenirliliği arasında ters bir ilişki bulunmaktadır. İstanbul için en uygun ve güvenilir uyarı kademesi seçimine yönelik çalışmalar sürdürülmektedir.[8]



Güney Kaliforniya’da TriNet Tarafından Yürütülen Sismik İstasyonlarının Konumları  
(Allen and Kanamori 2003)

#### 1.4. GÜÇLÜ DEPREMLERDE TERMAL KIZILÖTESİ ANOMALİSİ

Sismologlar henüz güvenilir bir deprem öncüsü bulamadılar. Güvenilir bir deprem öncülünü aramak için, uzaktan algılama tabanlı bir termal teknik geliştirmek için, tektonik olarak aktif bölgelerdeki kayalarda biriken stresin, bir enerji dönüşümü süreci boyunca sıcaklık değişimi olarak ortaya çıkabileceği kavramı üzerinde durarak bir sistem geliştirdiler. NOAA-AVHRR, Terra / Aqua-MODIS ve SSM / I gibi termal sensörlerin deprem öncesi ve sonrasındaki datasetlerini kullanarak, Hindistanın farklı bölgelerinde ve dünyada 23 farklı deprem için tespit edilmeden önce kara yüzey sıcaklığında artış gözlemlemişlerdir. Analiz, farklı depremlerin epikentral alanları çerçevesinde 2-12 Celcius arasında değişen kara yüzey sıcaklıklarında geçici kısa vadeli termal yükseliş olduğunu ortaya koymuştur. [9]

S. N.	Deprem	Magnitüd (Mw)	derinlik (km)	Deprem anomaali			Termal yükseliş	Termal anomalinin kapsamı (km2)	
				Yükselme başlangıcı	Gözlenen max. yükselme	Termal			
1.	Persian Gulf, Iran	5.8	10	11 days	8 days		2-4 °C	770,457	
2.	Darb-e-Astaneh, Iran	6.1	07	7 days	4 days		5-10 °C	80,000	
3.	Fin, Iran	5.9	18	13 days	10 days& 2 days**		5-7 °C	963,072	
4.	Faryab, Iran	6.0	18	5 days	2 days		4-8 °C	729,344	
5.	Qeshm, Iran	6.0	10	7 days	3-4 days		2-3 °C	382,074	
6.	POK, India	7.6	10	8 days	6 days		6-8 °C	45,000	
7.	Zarand, Iran	6.4	14	5 days	1 day		10-12 °C	75,600	
8.	Banda-Aceh, Sumatra	9.3	30	>15 days	1day		6-12 °C	–	
9.	Firozabad-Kajoor, Iran	6.3	28	5 days	1 day		4-6 °C	71,22,452	
10.	<b>Bam, Iran*</b>	6.6	10	4 days	2 days		7-10 °C	328,200	
11.	Kerman, Iran	5.9	20	11 days	10 days& 6 days**		5-10 °C	949,780	
12.	Jahron, Iran	5.8	10	9 days	7 days		5-7 °C	13,82,543	
13.	Boumerdes, Algeria	6.8	10	7 days	Few hours		5-10 °C	91,100	
14.	S. Xinxiang, China	6.4	11	< one week			4-6 °C	–	
15.	Changureh-Avaj, Iran	6.5	10	7 days	2 days		5-10 °C	163,243	
16.	Hindukush, Afghanistan	6.1	33	2 weeks			6-10°C	–	
17.	Double Earthquakes of Hindukush, Afghanistan	6.2	195	Few days to a week	4-10 °C	–			
18.		7.4	256			–			
19.	<b>Bhuj, India*</b>	7.9	16	12 days			3 days	5-10 °C	179,150
20.	Izmit, Turkey	7.6	17	1 week			6-10°C	–	
21.	Zhangbei, China	6.2	30	3 weeks			4-8 °C	–	
22.	Jabalpur, India	6	35	11 days			8 days	5-10 °C	154,072
23.	Kalat, Pakistan	6.1	10	2 weeks			2-10 °C	–	

### 1.4.1.BAZI DEPREMLERDE GÖZLEMLENEN TERMAL ANOMALİLER[10].

