

GÜNEŞ-YER-AY DİZGESİNİN YER KABUĞU HAREKETİNE ETKİSİ

Seda FISTIKÇI¹, Seda KAZAN¹, Ayşe Melike DENİZELLİ¹,
Hasan Ali DAL¹

Özet

Uzun yıllardır süren sismik ölçümler, Yer kabuğunun sürekli hareket eden plakalardan oluştuğunu ortaya koymuştur. Güneş ve Ay'ın konumlarına göre değişen çekim kuvvetinin gel-gitlere neden olduğu gibi, karasal plakaların hareketlerini de etkileyip etkilemeyeceği tartışma konusudur. Bu türden bir etkileşimin olup olmadığını belirlemek amacıyla; sismik ölçümler ve Güneş-Yer-Ay üçlüsüne ait çeşitli yörünge parametreleri karşılaştırıldı. Bu açıdan, MÖ 2150 ile MS 2006.25 yılları arasına dağılan toplam 419596 sismik veri USGS ve ANSS kataloglarından derlendi. Bu sismik veriyle, MS 1898-2006.25 yılları arasına ait Yer-Güneş uzaklıkları ve MS 1967-2006.25 zaman aralığı için Ay'ın konumu karşılaştırıldı. Karşılaştırma sonucunda, özellikle son 31.25 yıldaki büyük depremler ve deprem fırtınaları belirlendi. Bu deprem ve fırtınaların, Güneş-Yer-Ay sisteminin konuyla ilişkisi incelendi.

Anahtar Kelimeler: Tektonik levhalar, Depremler, Güneş-Yer-Ay sistemi.

Abstract

The seismic measurements taken for a long time show that Earth's crust is included tectonic plates which is always moving. Like gravitational forces cause tidal motions due to Sun and Moon's positions, it is discussing whether these gravitational forces cause plate motions. To examine this effect, seismic measurements and some parameters of Sun-Earth-Moon motions are matched. In this aim, 419596 seismic measurements for about 4000 years took from USGS and ANSS data archives. Sun and Earth distances for years from 1898 to 2006.25 are matched to seismic data. This matching is repeated for Lunar positions from 1967 to 2006.25. In the end of process, some earthquakes and earthquake storms are defined during these 31.25 years. The relation between these earthquakes, earthquake storms and Sun-Earth-Moon system positions is examined.

Key Words: Tectonic plate, Earthquake, Sun-Earth-Moon system.

1. Giriş

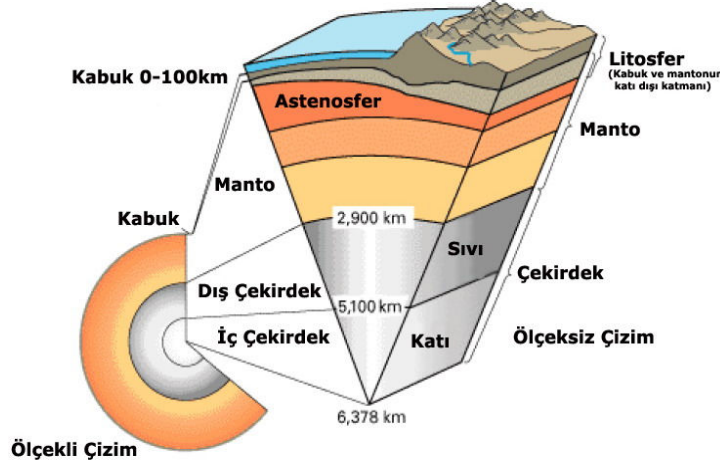
1.2 Yerin Yapısı ve Levhalar

Yerin iç kısmı, Şekil 1.1'den de görüldüğü gibi çeşitli bölümlere ayrılrsa da mekanik farklılıklar bakımından temel iki bölüme ayrılır. Bunlar, litosferik katman ve astenosferik katmandır. Bunlardan birincisi, mantonun daha üst katı kısmı ve kabuğu içeren litosfer; ikincisi ise daha sıcak ve akışkan olan astenosferdir. Bu ayrışma yerin kimyasal yapılarına göre üçe ayrılmış olan *çekirdek*, *manto* ve *kabuk* alt katmanlarıyla karıştırılmaması gerekir. Temel olarak, litosfer, astenosfer üzerinde hareket eder. Hareketli kısım olan litosfer, adına

¹ Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 35100 Bornova, İzmir
Tel. 0232 388 40 00 / 2232, ali.dal@ege.edu.tr

levha denilen parçalara ayrılmış durumdadır. Litosfer daha soğuk ve daha rijitken, astenosfer daha sıcaktır ve mekanik olarak daha zayıftır [1, 2].

Manto, çok yüksek sıcaklıkta ve viskozitesi yüksek bir sıvı gibi davranan Yerküre katmanıdır. Yerküre'nin üst katmanları, bir bütün halinde olmayıp, sürekli hareket halinde



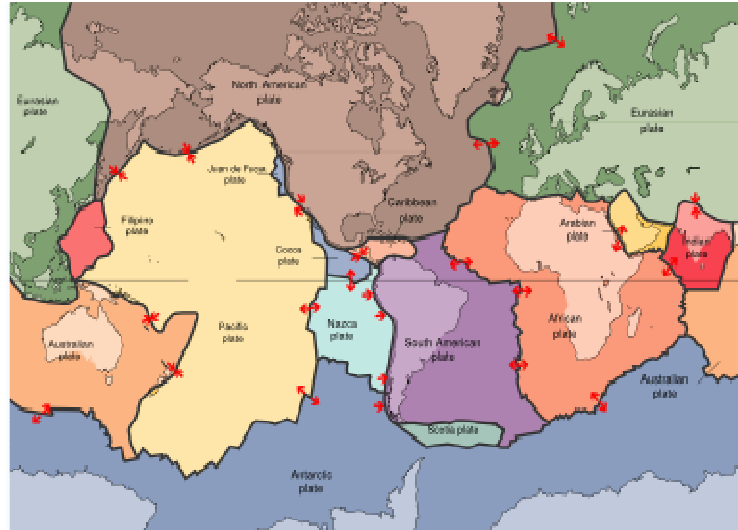
Şekil 1.1: Yerin iç katmanları [1].

olan levhalardan oluşur. Bu levhalar mantoyu çevreler ve manto'daki ısı akımlarının neden olduğu hareketler sırasında birbirinden uzaklaşır, birbirlerine çarpıp veya birbirlerine sürtünerek hareket ederler. Levha hareketlerinin temel koşulu, litosferin birbirinden belirgin olarak ayrılmış hareketli levhalardan oluşmasına ve bu levhaların elastik bir akışkan olan astenosfer üzerinde yüzmelerine dayanmaktadır. Astenosferin göreceli akışkanlığı levhaların farklı yönlerde

hareketine olanak sağlar. Birçok bilimci tarafından temel kabul gören bu kuram “Levha Tektonik Kuram”ı olarak adlandırılır [2].

Levha hareketleri, yerkürenin oluşumundan beri sürmektedir. Süperkıta *Pangea*'nın, bundan 225 milyon yıl önce parçalanmaya başladığı ve bu hareketliliğin sonucunda kıtaların günümüzdeki şeklini aldığı düşünülmektedir [1].

Günümüzde, litosferde birbirlerine göre 1-15 cm/yıl arasındaki hızlarla hareket halinde bulunan 7 ana ve birçok küçük levha vardır. Bunların hareketleri çok karmaşıktır ve bu hareketlerin niteliğinin tam olarak saptanması, depremlerin zamanının önceden kestirilmesi için gereklidir. Genel dağılımı Şekil 1.2’de görülen bu 7 büyük levha şu şekildedir:



Şekil 1.2: Belli başlı büyük levhalar [1].

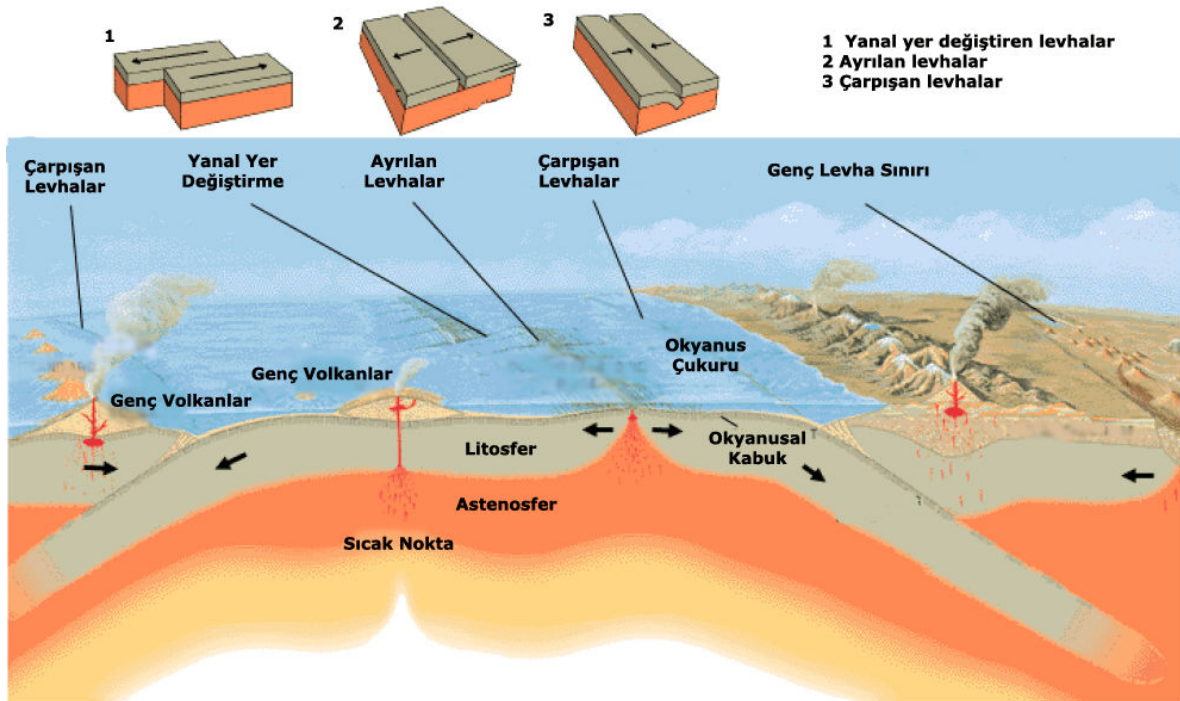
- Afrika Levhası, Afrika’yı içeren kıtasal levha
- Antarktik Levhası, Antartika’yı içeren kıtasal levha
- Avustralya Levhası, Avustralya’yı içeren kıtasal levha
- Avrasya Levhası, Avrupa ve Asya’yı içeren kıtasal levha
- Kuzey Amerika Levhası, Kuzey Amerika ve Doğu Sibirya’yı içeren kıtasal levha
- Güney Amerika Levhası, Güney Amerika’yı içeren kıtasal levha
- Pasifik Levhası, Büyük Okyanus’u içeren okyanussal levha

Levhalar yaklaşık yüz kilometre kalınlığında iki ayrı yapı sergilerler. Bunlar “silikon” ve “magnezyumdan” dolayı “sima” adı da verilen “okyanus kabuğu” ve yine

“silikon” ve “alüminyum”dan dolayı “sial” adı verilen “kıtasal kabuklar”dır. Bu iki kabuk türü kalınlık bakımından da farklılık gösterir. Kıtasal kabuk, okyanus kabuğuna göre daha kalındır [1].

Tektonik levhalar hem kıtasal kabuk hem de okyanus kabuğu içerebilirler. Örneğin Afrika Levhası hem kıtasal kabuk hem de Atlas ve Hint Okyanusları’nın tabanlarını oluşturan okyanus kabuğunu içermektedir. Kıtasal ve okyanus kabukları arasındaki fark içerdikleri maddenin yoğunluğundan gelmektedir. Okyanus kabuğu, değişik elementlerin birleşiminden ve özellikle de silikondan dolayı kıtasal kabuğa göre daha yoğundur. Okyanus kabuğu, kıtasal kabuğa göre daha az silikon içerirken, daha fazla ağır elementler içermektedir. Sonuç olarak okyanus kabuğu deniz seviyesinin altında bulunurken (örneğin Pasifik Levhası), kıtasal kabuk deniz seviyesinin üstünde bulunur [1, 2].

Bir levhayı diğer bir levhaya birleştiren levha sınırları ve bu sınırlardaki hareketlilik genellikle depremler gibi tektonik olaylar; volkanlar, deniz yatakları gibi topografik oluşumlarla ilişkilidir.



Şekil 1.3: Levha hareketleri ve yüzeydeki etkileri [1].

1.2.1 Yanal Yer Değıştirme Sergileyen Sınırlar

Şekil 1.3’de 1 nolu durumda görüldüğü üzere, bir levhanın sınırları boyunca, diğer levhaya göre sola veya sağa hareketi yüzeyde görünür etkilere neden olur. Sürtünmeden dolayı, levhalar birbirine yumuşakça sürtünüp gitmezler. Daha çok her iki levhada da gerilimin artmasına neden olurlar. Gerilim belirli bir düzeyi geçince depolanmış potansiyel enerji levhalarda bir kırılma veya sınır boyunca bir hareket sağlayacak şekilde serbest kalır. Büyük ölçekli enerjinin bu tür sınırlarda serbest kalması genellikle depremlerin nedenidir. Depremler bu tür sınırlarda görülen en genel olaylardır.

Bu levha sınırlarına en güzel örnek Kuzey Amerika’nın batı sınırlarında bulunan ve bölgenin en karmaşık ağı olan San Andreas Fay Hattı’dır [1]. Bu bölgede Pasifik Levhası, Kuzey Amerika’ya göre kuzeybatı yönünde hareket eder. Bir diğer örneğe Yeni Zelanda’daki Alpine Fayları ve Türkiye’deki Kuzey Anadolu Fay Hattı’dır [1].

1.2.2 Uzaklaşan – Ayrılan Sınırlar

Birbirlerinden uzaklaşan sınırlarda, iki levha birbirlerinden ayrı yönlere hareket ederler. Şekil 1.3’de 2 nolu durumda görülen bu ayrışmada, ortaya çıkan boş alan alt katmanlardan gelen magma ile dolar. Yeni oluşmakta olan sınırların, “sıcak noktalar”lar olarak adlandırılan olgularla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Sıcak noktalar, mantoda sıcaklığı çok yüksek olan küçük bölgelerdir ve yerkabuğu dışına kadar yükselen magma etkisiyle oluşur. Bu bölgelerde oldukça büyük ölçekli konvektif hücreler büyük miktarda sıcak astenosfer maddesini yüzeye yakın bölgelere kadar getirirler. Ortaya çıkan kinetik enerjinin de litosferi parçaladığı düşünülmektedir. İzlanda altında bulunan “*The Mid-Atlantic Ridge*” sistemini ortaya çıkaran sıcak noktaların hemen hemen her yüzyılda birkaç santimetrelilik genişlemeye neden olduğu bilinmektedir [1].



Şekil 1.4: Okyanuslarda levha sınırlarını işaret eden sırtlar [4].

Okyanusal litosferde, sınırlar genellikle okyanus sırtı (okyanus altındaki sıradağlar) sistemleriyle (Şekil 1.4’de görülen Mid-Atlantic Ridge ve East Pasific Ridge, buna örnektir); kıtasal litosferde ise East African Great Rift Valley gibi yeni oluşmakta olan vadilerle ilişkilidir [1].

Levha sınırları, okyanus sırtı sistemlerinde büyük ölçekli fayların oluşumuna neden olabilirler.

Genişlemeler genellikle tek biçimli olmadığı için yakın okyanus sırtı bloklarının ayrışması büyük ölçekli ve farklı geçiş faylarının oluşumuna neden olur. Bu faylar genellikle kırık faylardır ve deniz altındaki depremlerin büyük kısmının kökenini oluştururlar.

1.2.3 Yakınlaşan – Çarpışan Sınırlar

Şekil 1.3’de 3 nolu durumda görülen yakınlaşan sınırların doğası, çarpışan levhalardaki litosfer tipine bağlıdır. Yoğun bir okyanus levhası daha az yoğun kıtasal bir levhayla çarpışırsa; okyanussal levha kıtasal levhanın altına girer. Yüzeyde, okyanussal levha tarafında deniz çukuru, kıtasal levha tarafında da dağ sıralarının olduğu görülür. Buna örnek olarak Güney Amerika’daki Okyanussal Nazca Levhası’nın Güney Amerika Levhası’yla çarpışması verilebilir [1].

Okyanussal – kıtasal levha çarpışmalarında alta gömülen levhanın ısınması, uçucu gazları ve suyu harekete geçirir. Isınan suyun, üste çıkan levha içerisinde yükselmesi, onun erime sıcaklığını aşağıya çekerek magma oluşumuna ve diğer bazı gazların serbest kalmasına neden olur. Bu magma ve gazlar yüzeyden çıkarak volkan dizilerini oluştururlar. Bu tür volkanlara örnek olarak, Güney Amerika’da değişen dönemlerde aktivite gösteren volkanlar gösterilebilir. Bu aktivite; gaz ve kül püskürtmekle başlayıp, sıcak magmanın çıktığı yeniden oluşum evresiyle devam eder [1].

İki kıtasal levha çarpıştığında, iki oluşum ortaya çıkar. Birincisi, iki kıta da ezilir ve parçalanır. İkincisi, biri diğerinin üzerine çıkar. Bu tür çarpışmalar sonucu, büyük ölçekli oluşumlar ortaya çıkar. Hindistan ve Avrasya Levhaları’nın çarpışması sonucu, Himalayalar ve Tibet Platosu oluşmuştur [1].

1.2 Levha Hareketlerinin Nedenleri

Levhalara hangi kuvvetlerin hareket kazandırdığı, literatürde büyük tartışma konusudur. Astenosferin daha zayıf yapıda ve bir bakıma da akışkan olmasından dolayı litosferdeki levhalar hareketlidirler. Mantodan yayılan ısı levhaları güdücü enerjiyi sağlar. Yer'in iç yapısına ilişkin üç boyutlu görüntüleme teknikleriyle elde edilen veriler konveksiyonun tüm manto boyunca sürdüğünü göstermektedir. Bu konvektif hareketin levha hareketleriyle nasıl bir ilişki içinde olduğu tartışılan bir çalışma konusudur. Bu enerji bir şekilde litosfere aktarılmakta ve levhalara hareket kazandırmaktadır. Bunu başarabilen iki kuvvet vardır. Bunlar, “sürtünme kuvveti” ve “çekim kuvveti”dir [1].

Levha hareketlerinin birinci nedeni sayılan sürtünme kuvveti, iki şekilde ortaya çıkar. Birincisi; mantodaki konveksiyon akışları, astenosfer katmanının tamamını geçer. Bu hareketler, astenosfer ile litosfer arasında sürtünmeye neden olur ve litosfere hareket sağlar. İkincisi; okyanus tabanlarındaki yerel konveksiyon akışları, levhaları sürtünme ile aşağı yöne iter ve litosferde çökmelere neden olur [1].

Levhalara hareket kazandıran ikinci kuvvet olan kütle çekim ise çeşitli şekillerde etkisini ortaya koyar. Okyanus ortasındaki sırtlarda maddenin yukarı itilmesi, konveksiyonun bir sonucudur. Okyanus sırtları, levhaların daha yukarı yükseltilmesiyle ortaya çıkar ve yükselen levha diğerlerini iter. Hareketi sağlayan gerçek kuvvet bu yükselmelerden doğar ve enerji kaynakları buna işlevsellik kazandırır. Tüm sırt boyunca, ortaya çıkan gerilme kuvvetleri baskın kuvvetlerdir. Ancak bu noktada, kıtasal kırılmaları açıklamak zorlaşmaktadır [1].

Levha hareketlerinin bir başka nedeni, deniz tabanında mantonun içerisine batmakta olan soğuk ve yoğun levhanın ağırlığıdır. Okyanus ortalarındaki sırtlarda yükselen madde, büyük olasılıkla konveksiyonun bir parçasıdır. Levha tektoniğine ilişkin bazı modeller, levhaların taşıyıcı kemerler şeklinde konvektif hücrelerin üzerine bindiklerini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte bu konuda çalışan birçok bilimci, astenosferin sürtünme yoluyla harekete neden olabilecek kadar güçlü olmadığı kanısındalar. Bununla birlikte; sürtünme, levhaları hareket ettiren en güçlü kuvvet olarak geniş bir kesim tarafından kabul görmektedir. Son zamanlarda ortaya çıkan modeller okyanus tabanlarındaki levha gömülmesinin de önemli rol oynadığını ortaya koyuyor. Buna karşın, örneğin Kuzey Amerika Levhası'nın hiçbir yere çekilmeyip, henüz hareketsiz olduğu da bilinmektedir. Aynı şekilde Afrika, Avrasya ve Antartika Levhaları da hareketsizdirler. Tüm bunlarla ek olarak, levhaları hareket ettiren kuvvet ve enerji kaynakları üzerinde tartışma ve araştırmalar devam etmektedir [2, 4].

2006'da yayımlanan bir çalışmada İtalyan bilimciler, Yer'in kendi ekseninde dönmesiyle, Ay'ın neden olduğu gelgitleri ve levhaların batı yönlü bileşenlerini tartışıyorlar. Ay'ın çekim kuvveti altında Yer'in doğuya doğru döndüğünü söylüyorlar ve Yer'in yüzey katmanının yavaşça batıya doğru çekildiği kanısındalar. Bu Venüs ve Marsta neden levha tektoniği görülmediğini de açıklıyor: Venüsün hiçbir uydusu yoktur, Marsın iki uydusu vardır fakat, ikisi de küçüktür. Bu yeni olmayan düşüncenin ilk ortaya çıkışı, levha tektonik kuramının kurucusu olan Alfred Wegener'e dayanır. Ancak, çeşitli hesaplamalara göre levhalara batı yönünde sürükleyebilecek gelgit sürtünme kuvvetlerinin büyüklüğünün, uzun zaman öncesinde Yer'in durdurulmasına yetecek oranda olduğu ortadadır. Ayrıca not edilmesi gerekir ki levhaların bir çoğu kuzeye ve doğuya doğru hareket etmektedir. Bununla birlikte tartışılan bir başka nokta da mantonun daha alt katmanlarına göre tüm levhaların batıya yönelen bir bileşeninin olmasıdır [3].

2002 yılında Tanaka ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, 1982 yılında Güney Tonga'da meydana gelen ve aletsel büyüklüğü 7.5 olan depremin gel-git hareketlerinden doğduğuna ilişkin açık kanıtlar sunmuşlardır [5]. Gel-gitler bu tür depremlere neden

olabiliyorlarsa, Ay'ın Yer ve Yer'in Güneş etrafındaki yörüngelerindeki hareketleriyle depremlerin ortaya çıkışı arasında bir ilişki beklenebilir. Böyle bir ilişki, levha hareketlerinin etkilendiği kuvvetlerin ortaya çıkarılması açısından büyük öneme sahiptir. Bu ise, gelecekte yeryüzünün nasıl şekilleneceğine ilişkin ip uçları sunacaktır.

Bu çalışmanın amacı, Yer-Ay-Güneş üçlüsünün yörünge hareketleri süresince birbirlerine yaklaşıp uzaklaşmaları sonucu, Yer'in litosfer katmanındaki levhaların hareketlerine etkileyip etkilemediğidir. Bu amaç doğrultusunda, uzun yılları kapsayan sismik ölçümlerden yararlanılmıştır. Levha hareketlerinin bir sonucu olan depremler, levhaların hareketini ele vermektedir.

2. Veri ve Yöntem

Bu çalışmanın amacı doğrultusunda, USGS (U.S. Geological Survey) kataloglarından MÖ 2500 ile MS 1900 yılları arasında kayıtlara giren depremler [6] ve ANSS Katoloğu'ndan MS 1900 ve 2006 yılları arasında meydana gelmiş ve aletsel büyüklüğü 4 ve üzerinde olan tüm depremler [7] alınmıştır. NASA'nın veri tabanlarından MS 1900 ile MS 2006 yılları arasında Yer-Güneş uzaklığı [8] ve U.S. Naval Gözlemevi Veri Tabanı'ndan Yeniay evresi tarih ve saatleri ile Ay'ın enberi noktasında bulunduğu tarih ve saatler [9] alınmıştır. Yine, elektronik almanaklardan MÖ 2150 ve MS 2006 yılları arasında gerçekleşen tüm tutulma türleri [10] alınmıştır.



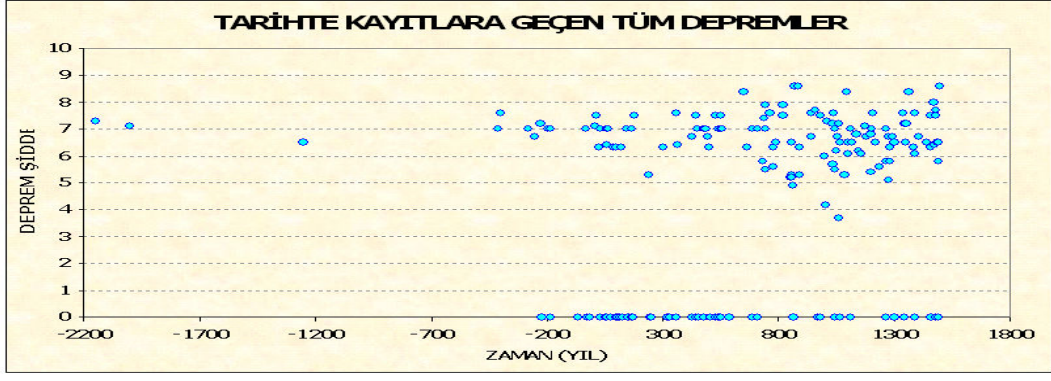
Şekil 2.1: Çinli filozof Chang Heng'in yaptığı ilk sismograf [6].

300000'i son yüz yıla ait olmakla birlikte toplam 419596 deprem verisi; 1900-2006 yılları arasında Yer-Güneş Uzaklığı, 1967 ve 2006 yılları arası için Ay'ın enberi noktasında olup olmaması ve yeniay ve dolunay evreleri ile karşılaştırılmıştır.

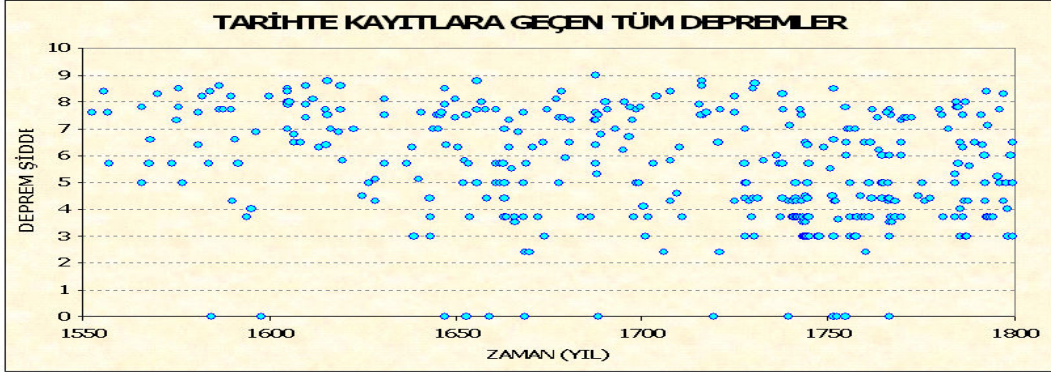
Karşılaştırmalar yapılırken izlenen yol, öncelikle tüm veriye ilişkin zamanların hesaplanmasıdır. Bu hesaplamalarda, herbir veri için saat, gün ve ay değerleri yıl kesrine dönüştürülüp verinin yıl değerine eklenmiştir. İkinci adınca, verilerin elde edilen zamanlara göre grafiğinin çizilmesidir. Üçüncü adımda ise karşılaştırmalar yapılmıştır. Karşılaştırmalarda, MS 1900 yılından önceki depremlerin yalnızca genel dağılımı incelenmiştir. Yalnızca genel dağılımın incelenmesinin nedeni, bu tarihten önceki deprem verilerinin oldukça düzensiz ve eksik olmasıdır. Şekil 2.1'de görülen, sismik ölçüm yapan ilk araç, MS 132 yılında Çinli bir filozof olan Chang Heng tarafından yapılsa da [6] taih boyunca sismik ölçümler çok yavaş düzene girmiştir. MS 132 yılından önce birkaç kayıt vardır. Sonrasında kayıtlar artmıştır.

Sırasıyla MS 800, 1650, 1830, 1870, 1930, 1945 ve 1965 sonrasında teknik ilerlemeler doğrultusunda ivmelenmiş ve daha da düzene oturtulmuştur. Bu, kayıtlara geçen depremlerin dağılımına bakıldığında ortaya çıkmaktadır. Deprem dağılımındaki bu düzensizlikler nedeniyle deprem dağılımı ve Ay'ın enberi noktasında bulunma zamanları, yeniay evresinin zamanları 1967 ve sonrası için karşılaştırılmıştır.

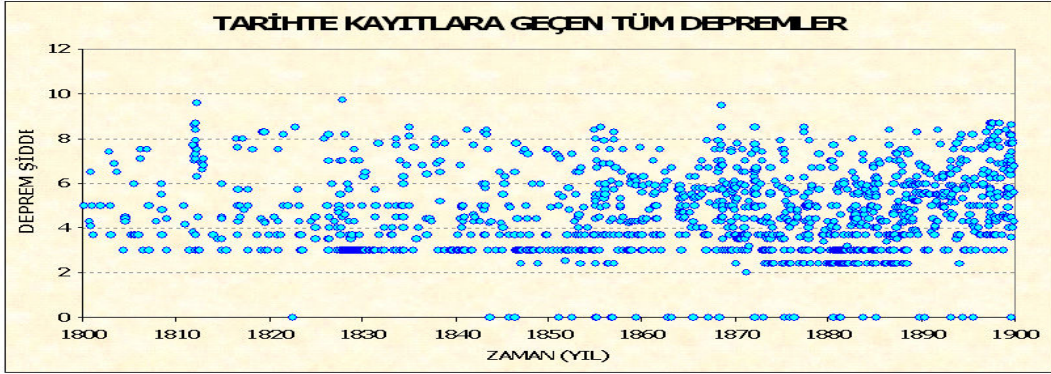
En son olarak, Ay ve Yer'in yörüngelerindeki hareketleri sırasında ortaya çıkan özel durumlar olan Güneş ve Ay tutulmaları ile deprem dağılımı incelenmiştir.



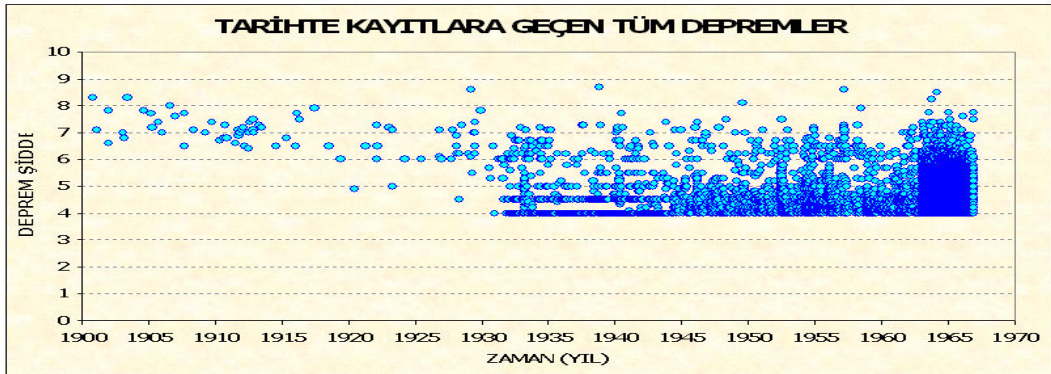
(a)



(b)



(c)

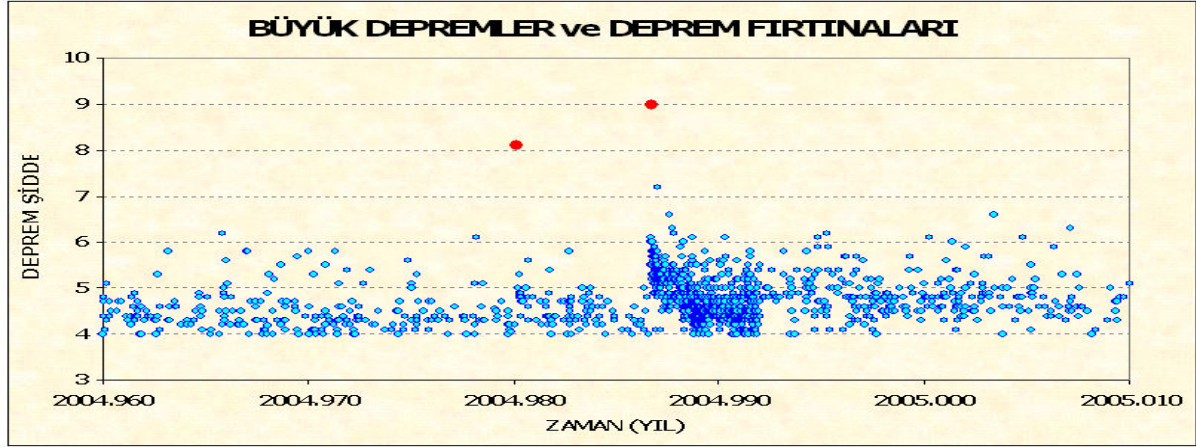


(d)

Şekil 2.2 (a, b, c, d): MÖ 2150 ile MS 1900 yılları arasında kayıtlara geçen tüm depremler ve MS 1900 ile MS 1967 yılları arasında kayıtlara geçen ve aletsel şiddeti 4 ve üzerindeki depremler [6, 7]. Yatay eksen depremlerin gerçekleştiği zamanı, düşey eksen kayıtlara geçen veya tahmini aletsel şiddetini vermekte.

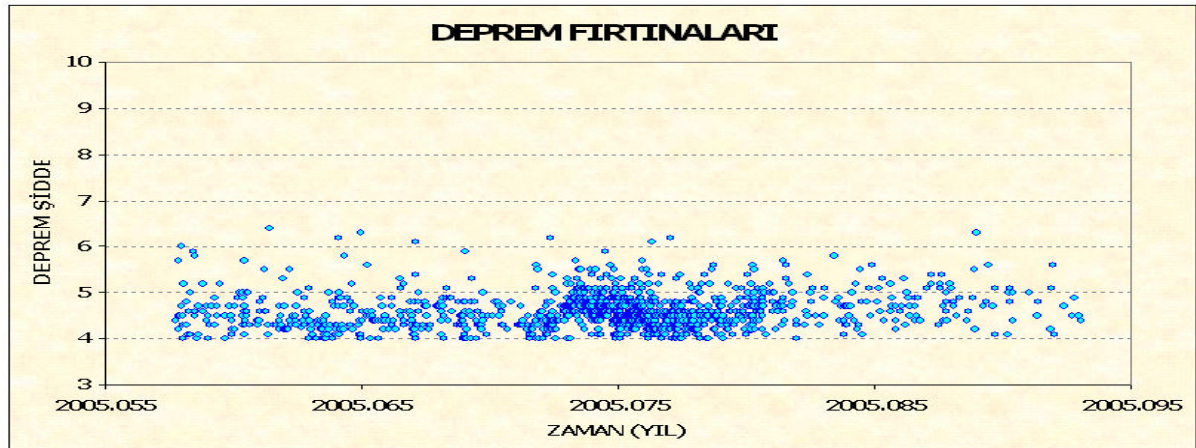
3. Karşılaştırma ve Tartışma

MS 1960'lı yıllara kadar kayıtlara geçen depremlerin dağılımına bakıldığında, depremlerin düzensiz dağılım sergiledikleri görülmektedir. 1960'lardan sonra meydana gelen



Şekil 3.1: MS 2004.960 ile 2005.010 yılları arasındaki, aletsel büyüklüğü 4 ve üzerinde olan depremlerin dağılımı [7].

depremlerin dağılımı incelendiğinde, aletsel büyüklüğü 6 ve üzerinde olan depremlerin belirli bir kural sergilemeden her zaman oluşabildikleri görülmektedir. Bu tarihten sonraki, aletsel büyüklüğü 4 ve üzerindeki depremlerin tamamına bakıldığında da benzer davranış görülmektedir. Ancak, belirli zamanlarda birim zamanda gerçekleşen deprem sayılarında kayda değer artışların olduğu görülmektedir. Bu tür deprem davranışlarına bir örnek, Şekil 3.1'de verilmektedir. Şekilde 2004.990 tarihinde oluşan depremlerin (küçük, mavi daireler) sayısında belirgin bir artış görülmektedir. Bu sayı artışı, 2004.98668 yılında meydana gelen ve aletsel büyüklüğü 9.0 olan bir depremin (büyük, kırmızı daire) ardından ortaya çıkmıştır. Bu, deprem sayısındaki artışı açıklamaktadır. Sayı artışı, hemen hemen her büyük deprem sonrasında meydana gelen artçı depremlerden kaynaklanıyor olabilir. Ancak, şekle dikkatli bakılırsa, bu büyük depremin öncesinde 2004.98017 tarihinde aletsel büyüklüğü 8.1 olan bir



Şekil 3.2: MS 2005.055 ile 2005.095 yılları arasındaki, aletsel büyüklüğü 4 ve üzerinde olan depremlerin dağılımı [7].

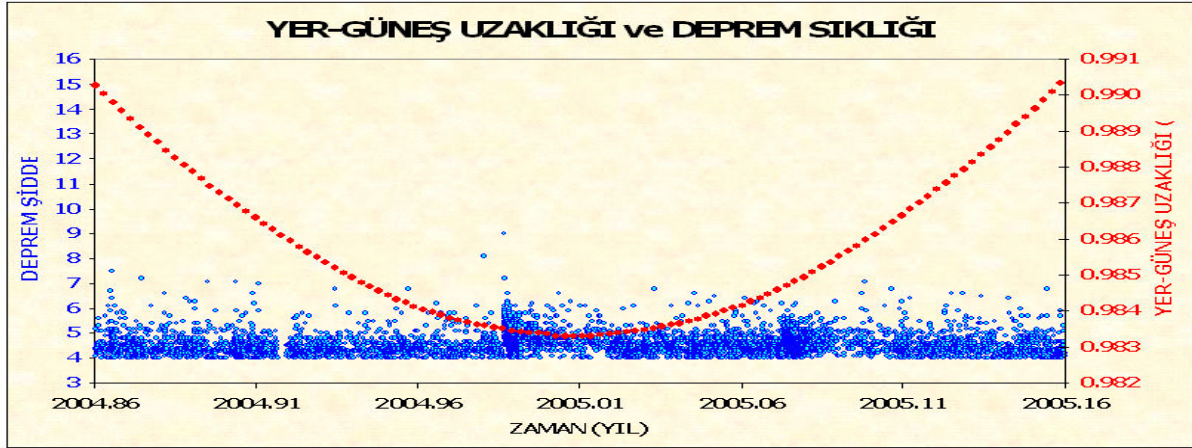
başka deprem meydana gelmiştir. Bu depremin ardından, birim zamanda meydana gelen deprem sayısının artmadığı görülmektedir.

Şekil 3.2'de 2005.075 tarihinde bir başka sayı artışı görülmektedir. Bu tarihteki deprem sayı artışının öncesi veya sonrasında "büyük" sayılabilecek bir deprem yoktur. Bu çalışma kapsamında, birim zamanda meydana gelen depremlerin sayısının artışına "Deprem

Fırtınası” adı verildi. 1967 ve sonrası için deprem fırtınaları ile büyük şiddetli depremlerin her zaman bir birlerini takip etmedikleri görülmektedir. Deprem fırtınalarının bazıları, gerçekten de büyük depremler sonrasında ortaya çıkan artçı deprem davranışiyken, bazıları kendiliğinden ortaya çıkan bağımsız depremlerdir.

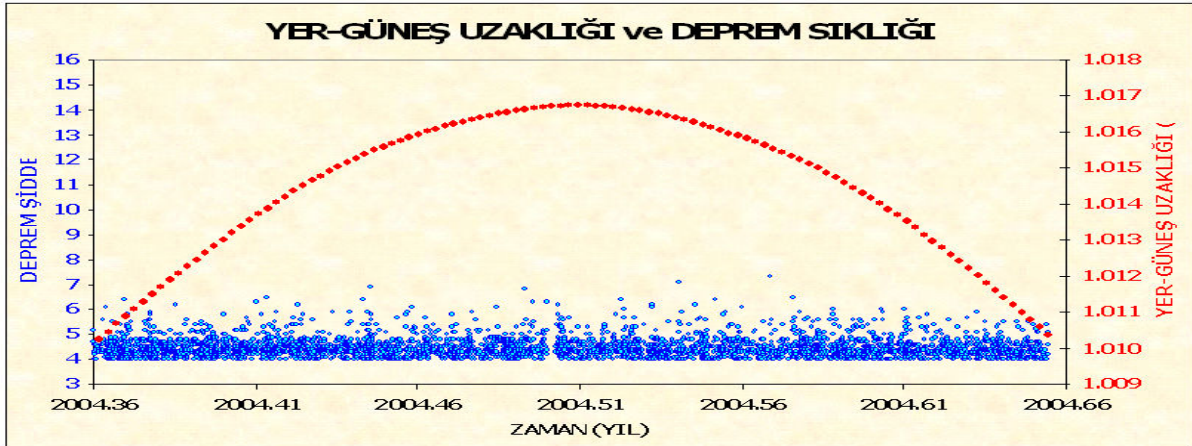
1967 yılı ve sonrasındaki tüm deprem fırtınaları ve aletsel büyüklüğü 7’nin üzerindeki depremler belirlenmiştir. Bu belirleme işleminde, eğer aynı tarihlerde hem büyük deprem hem de deprem fırtınası gerçekleşmiş ise bu, tek bir olay olarak değerlendirilmiştir. Sonuçta, 1967.00 ve 2006.25 yılları arasında 204 olay belirlenmiştir.

Belirlenen bu deprem fırtınaları ve büyük şiddetli depremler, Güneş ve Ay’ın Yer’e olan uzaklıkları ile ve her iki gökcisminin uzaydaki konumları ile karşılaştırılmıştır.



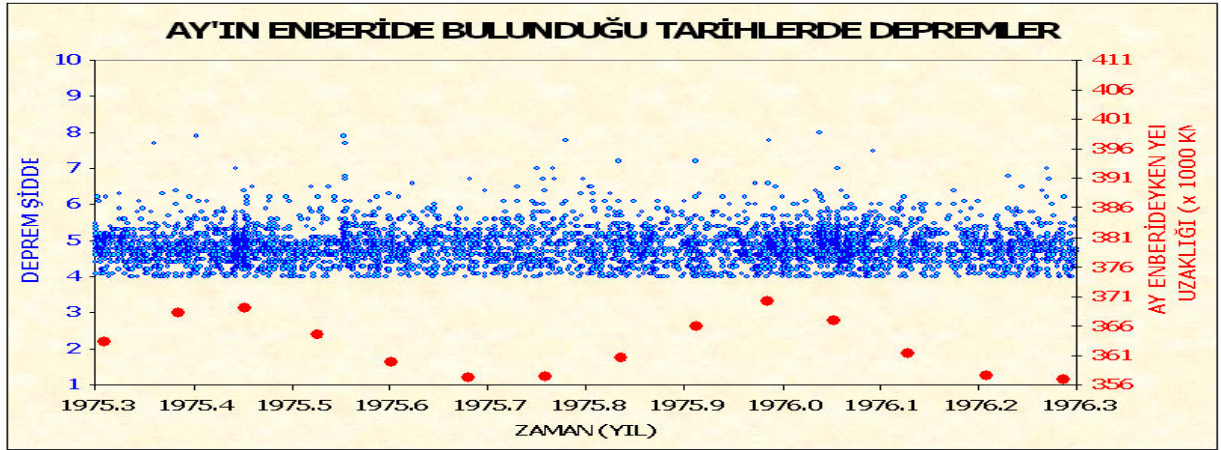
Şekil 3.3: Yer’in Güneş’e en yakın olduğu zamanlarda deprem sıklığı [7, 8].

Şekil 3.3’de Yer-Güneş uzaklığı 0.99033 AB’den daha küçük olduğu zamanlara, 2005.01 tarihi örnek olarak verilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere çeşitli tarihlerde, Yer-



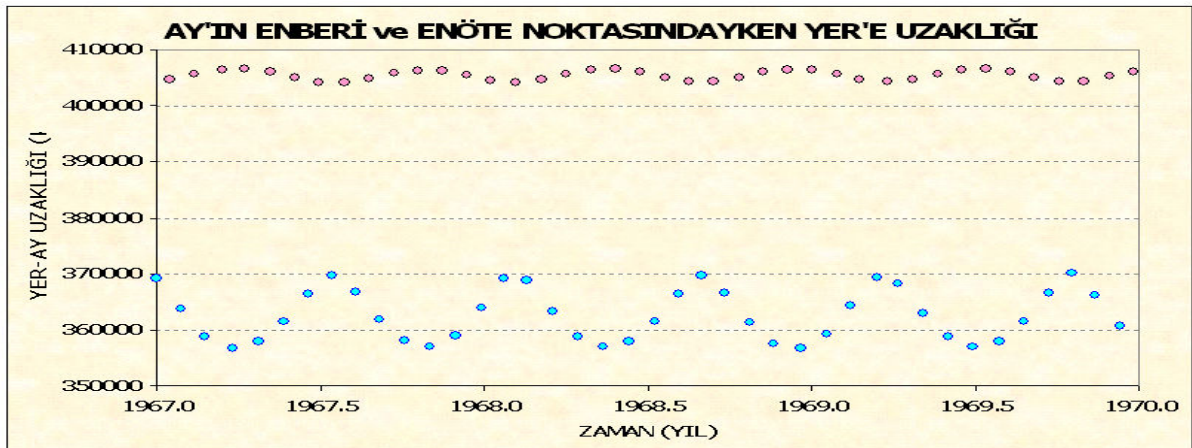
Şekil 3.4: Yer’in Güneş’e en uzak olduğu zamanlarda deprem sıklığı [7, 8].

Güneş uzaklık azaldığında, büyük depremler ve fırtınalar ortaya çıkmaktadır. Şekil 3.4’de ise Yer-Güneş uzaklığı büyük olduğunda deprem davranışı görülmektedir. Uzaklık büyük olduğunda da deprem fırtınası ve özellikle de büyük depremlerin oluştuğu görülmektedir.

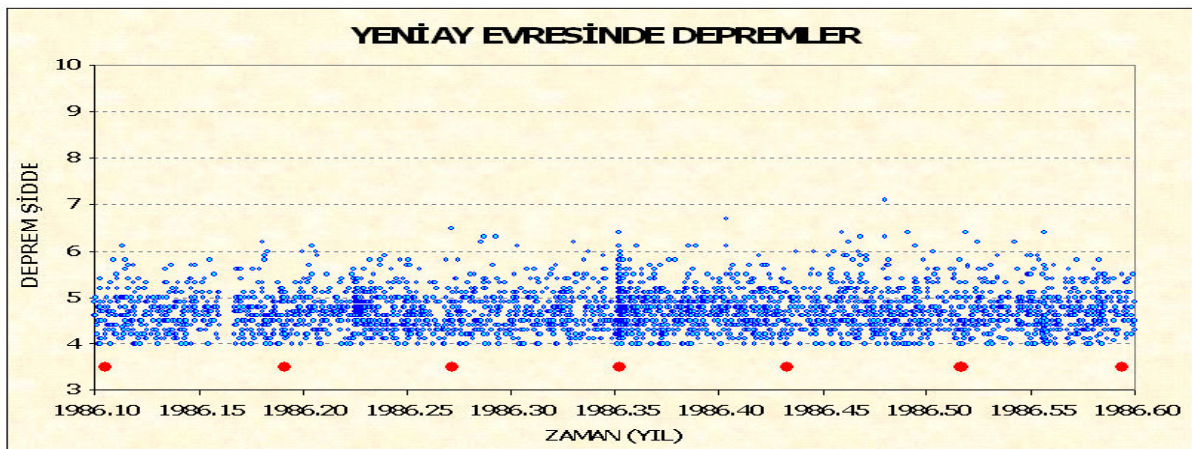


Şekil 3.5: Ay, yörüngesi üzerinde enberi noktasında olduğu tarihler ve bu tarihlerdeki Yer-Ay uzaklığı ile deprem sıklığı. Bilindiği gibi Ay, enberi noktasındayken de Yer-Ay uzaklığı değişkendir [7, 9].

Şekil 3.5’de Ay’ın enberi noktasında olduğu tarihlerdeki deprem davranışına 1975.3 ile 1976.3 yılları arası örnek verilmiştir. 1967 ve sonrasında Ay, enberi noktasında olduğunda veya enöte noktasında olduğunda ya da iki nokta arasında olduğunda büyük depremlerin ve deprem fırtınalarının gerçekleştiği görülmektedir.



Şekil 3.6: MS 1967 ve 1970 yılları arasında, Ay yörüngesi üzerinde enöte (kırmızı daireler) ve enberi (mavi daireler) noktasında olduğunda Yere olan uzaklığının değişimi.



Şekil 3.7: Yer’in Güneş’e en uzak olduğu zamanlarda deprem sıklığı [7, 8].

Şekil 3.6'daki 1967 ve 1970 yılları arasında olduğu gibi Ay'ın enberi ve enöte noktalarında olduğunda Yer'e olan uzaklığı değişmektedir. Ortaya çıkan deprem davranışı bu değişime göre incelendiğinde, enberi ve enötedeki küçük uzaklık farklarının deprem davranışında fark yaratmadığı görülmektedir.

Yer-Güneş ve Yer-Ay uzaklığı için yapılan inceleme gibi, her iki gökcisminin konumları da birlikte incelenmiştir. Bu inceleme için, Ay'ın evrelerinden yararlanılmıştır. Yeniay ve dolunay evreleri, Güneş ve Ay'ın Yer'e uyguladıkları çekim kuvvetinin maksimum olduğu evrelerdir. Yapılan incelemeye örnek olarak, Şekil 3.7'de 1986.100 ve 1986.600 yılları arasındaki yeniay evreleri ve deprem davranışı verilmiştir. Şekil 3.7'de küçük mavi daireler depremleri, büyük mavi daireler ise yeniay evrelerinin tarihlerini göstermektedir. Bu şekilden de görüldüğü üzere yeniay ve dolunay evrelerine rastlayan bazı tarihlerde büyük depremler ve deprem fırtınaları ortaya çıkmaktadır. Bazı evrelerde ise depremler homojene yakın bir dağılım sergilemektedir.

4. Sonuç

Karşılaştırmalar sonucunda, 1967.00 ile 2006.25 yılları arasında toplam 204 tarihte, aletsel büyüklüğü 7'nin üzerinde büyük deprem ve deprem fırtınası ortaya çıktığı görülmüştür. Bu deprem olaylarının 144 tanesi, Yer-Güneş uzaklığı 1 AB'den daha küçük olduğunda ortaya çıktığı, 60 tanesininse uzaklığın 1 AB'den büyük olduğunda ortaya çıktığı görülmüştür. Ay yörüngesinde enberide bulunduğu 87 adet, enötede bulunduğu ise 117 adet olayın gerçekleşmiş olduğu görülmektedir. 204 olaydan 190 tanesi yeniay ve dolunay evrelerine denk gelmektedir. Bunların 110 tanesi dolunaya, 80 tanesi ise yeniay evresine rastlamaktadır.

Sonuç olarak; depremler litosferik levhaların hareketiyle ortaya çıkmaktadır. 1967 ve sonrası için yapılan ayrıntılı incelemede toplam 204 büyük deprem ve deprem fırtınasının, 144'ü Yer, Güneş'e 1 AB'den daha yakın olduğunda; 190'ı yeniay ve dolunay evrelerinde meydana gelmiştir. Bu noktada, 31.25 yıla yayılan veri üzerinden değerlendirme yapıldığında, Güneş ve Ay'ın levha hareketlerini etkilediğini söylemek yanlış olmayacaktır.

Kaynaklar:

- [1] Kious, W. J., and Tilling, R. I., 1996, "This Dinamic Earth: The Story Of Plate Tectonics", U. S. Goverment Printing Office, Washington.
- [2] Mian, Z., 1993, QJRS, 34, 441M.
- [3] Scoppola, B., Boccaletti, D., Bevis, M., Carminati, E., Doglioni, C., 2006, *GSA Bulletin*, 118, 199.
- [4] Macdonald, K. C., 1982, AREPS, 10, 155M.
- [5] Tanaka, S., Ohtake, M., Sato, H., 2002, *Geophysical Reserch Letters*, 29, 10.1029.
- [6] <http://earthquake.usgs.gov/>
- [7] <http://earthquake.usgs.gov/research/monitoring/anss/>
- [8] www.nasa.gov/
- [9] <http://aa.usno.navy.mil/data/>
- [10] http://www.hermit.org/eclipse/when_search.shtml

