

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GÜNEŞ VE AY TUTULMALARI İLE DEPREM
OLUŞUMLARININ İSTATİSTİKSEL İLİŞKİSİNE
BAĞLI BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÜÇ BOYUTLU
DEPREM OLUŞUMU MODELLEMESİ**

Mustafa HAKVERDİ

Mayıs, 2020

İZMİR

**GÜNEŞ VE AY TUTULMALARI İLE
DEPREM OLUŞUMLARININ
İSTATİSTİKSEL İLİŞKİSİNE BAĞLI
BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÜÇ BOYUTLU
DEPREM OLUŞUMU MODELLEMESİ**

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı**

Mustafa HAKVERDİ

Mayıs, 2020

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

MUSTAFA HAKVERDİ, tarafından **DOÇ. DR MEHMET HİLAL ÖZCANHAN** yönetiminde hazırlanan “**GÜNEŞ VE AY TUTULMALARI İLE DEPREM OLUŞUMLARININ İSTATİSTİKSEL İLİŞKİSİNE BAĞLI BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÜÇ BOYUTLU DEPREM OLUŞUMU MODELLEMESİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Mehmet Hilal ÖZCANHAN

Yönetici

Prof. Dr. Mehmet Süleyman ÜNLÜTÜRK

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Semih UTKU

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Kadriye ERTEKİN

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Danışmanım Doç.Dr. Mehmet Hilal ÖZCANHAN'a projenin geliştirilmesi boyunca rehberliği, desteği, sabrı ve cesaretlendirmesi için teşekkür ediyorum.

Ayrıca, Anderson-Darling ve Kruskal-Wallis testlerini tanıtan Prof.Dr. Burcu HÜDAVERDİ, Dr. Senem Şahan VAHAPLAR'a ve projenin önceki aşamalarında değerli yardımları için Merter SEZEN'e teşekkür ediyorum.

Baştan sona sonsuz desteği için eşim Çağrı HAKVERDİ'ye özel teşekkürlerimi sunuyorum.

Mustafa HAKVERDİ

GÜNEŞ VE AY TUTULMALARI İLE DEPREM OLUŞUMLARININ İSTATİSTİKSEL İLİŞKİSİNE BAĞLI BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÜÇ BOYUTLU DEPREM OLUŞUMU MODELLEMESİ

ÖZ

Ülkemiz maddi-manevi büyük zararlara yol açan depremlerin yaşandığı aktif bir deprem kuşağında bulunmaktadır. Uzmanlar ve akademik çevrelerce, yakın gelecekte de yüksek büyüklüklerde (magnitude) depremler beklendiğine dair tahminler yayınlanmaktadır. Depremlerin oluştuğu bölgelerde derin ekonomik, psikolojik ve sosyal yaralar açılmaktadır. Bazı depremlerin güneş ve ay tutulma tarihlerine yakın oluşundan ötürü, birçok araştırmacı tutulmaların depremleri tetikleyip tetiklemediğine dair çalışmalar yapmıştır. Uğranılan zararları azaltmak amacıyla günümüz teknolojileri kullanılarak, depremlerin önceden tahmin edilmesine çalışılmaktadır. Yapılan tahmin çalışmaları ile deprem oluşumundan önce uyarı üretilerek önlemler alınması, can ve mal kayıplarının asgariye indirilmesi hedeflenmektedir. Günümüzde, depremlerle ve tutulmalarla ilgili ayrı ayrı gerçek zamanlı kayıtlar tutulmaktadır. Detaylı deprem ve güneş-ay tutulma bilgilerinin varlığı ve kolay ulaşılabilir olması, her iki konuda da eskiye nazaran daha detaylı araştırmalar yapılmasını kolaylaştırmaktadır.

Bu çalışmanın amacı da deprem ve tutulma olayları ile ilgili bilgilerin incelenerek bir ilişkilerinin olup olmadığının ortaya çıkarılmasıdır. 1970 yılından beri tutulan detaylı deprem ve tutulma verileri ile çapraz tablolar oluşturulmuştur. Depremleri ilgilendiren çeşitli girdi tabloları incelenerek, tutulmalar ile depremler arasındaki istatistiksel ilişkiler hesaplanmıştır. Çalışmalarda odaklanılan Tam Güneş Tutulması tarihi ve iz düşümü, deprem tarihi ve yeri, levha yapıları özellikleri araştırmaya üç boyutlu girdi anlamını katmaktadır. Alınan sonuçlara göre, belli bir büyüklüğün üzerindeki deprem sayıları Tam Güneş Tutulmalarının izdüşümlerinin görüldüğü yer kabuğunun altındaki ve karşısında bulunan yer-küre levhaları ve jeolojik hareketlerine göre

anlamalı çıkmaktadır. Bazı Tam Güneş Tutulmalarında, izdüşümünün görüldüğü veya karşısındaki yarım kürede daha yüksek sayıda deprem olduğu sonucuna varılmıştır. Ay tutulmaları ile depremler arasında ise bir ilişki olduğuna dair sonuçlara erişilememiştir. Bulunan ilişkinin varlığının işaret edilmesinin ve oranlarının saptanmasının deprem tahmin çalışmaları ve ön uyarı çalışmalarına ışık tutabileceği değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Ay tutulması, Depremler, Deprem tahmini, Güneş tutulması, Üç boyutlu modelleme



COMPUTER AIDED 3D EARTHQUAKE MODELLING BASED ON THE STATISTICAL RELATIONSHIP BETWEEN SOLAR – LUNAR ECLIPSES AND EARTHQUAKES

ABSTRACT

Our country lies on an active fault line, where huge physical and meta-physical sufferings take place, due to earthquakes. Furthermore, experts and academicians are predicting high magnitude earthquakes, in the near future. Deep economic, psychological and social problems arise in areas, where such earthquakes take place. Due to the convergence of some earthquake and eclipse (sun and moon) dates, many researchers have questioned whether the earthquakes are triggered by eclipses. Today, efforts are underway for predicting earthquakes by using modern technologies; in order to diminish the damages suffered. The aim of prediction work is to minimize the life and property losses, by generating earthquake warnings, before they actually happen. Nowadays, real time data is collected both for earthquakes and eclipses. The presence and availability of such data make detailed work easier, on either phenomenon or a combined research, compared to the data-scarcity of old days.

The aim of our present work is to find out if there is a relationship between earthquakes and eclipses, by studying their combined data. Cross tables have been formed using the detailed earthquake and eclipse data, belonging to the period of years between 1970 and 2019. The combined tables with inputs related to earthquakes have been studied and various statistical correlation parameters have been calculated. The three parameters total solar eclipse date and projection, earthquake date and location, plate structure that have been focused on, provide the three dimensionality of our work. According to the obtained results, the number of earthquakes above a certain magnitude has a correlation on the geological movements and the tectonic plates, over (or opposite side) which the umbra (path of totality of a Total Solar Eclipse) passes. During some periods close to Total Solar Eclipses, a larger number of earthquakes have been

recorded on the hemisphere where the umbra has been observed; or at the opposite side. No correlation has been detected between the earthquakes and moon eclipses. It is believed that pointing at the existence and calculating the ratios will shed light on the earthquake prediction and warning generation research.

Keywords: Lunar eclipse, Earthquakes, Earthquakes Prediction, Solar eclipse, Three dimensional modelling



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
TABLolar LİSTESİ.....	xi
BÖLÜM BİR - GİRİŞ.....	1
BÖLÜM İKİ – LİTERATÜR TARAMASI.....	4
BÖLÜM ÜÇ – MATERYAL VE METOT	9
3.1 Verilerin Toplanması.....	9
3.1.1 Deprem Verilerin Toplanması.....	9
3.1.2 Güneş Tutulması ve Ay Tutulması Verilerinin Toplanması	11
3.2 Tektonik Plakalar ve Hareketleri	13
3.2.1 Tektonik Plakalar ve Oluşumları	13
3.2.2 Tektonik Plakaların Hareketleri	13
3.3 Tutulma Verilerinin İncelenmesi	17
3.3.1 Tutulma Listesinin Oluşturulması.....	17
3.4 İstatistiki İncelemeler	19
3.4.1 Anderson-Darling Normallik Testi	19
3.4.2 Kruskal-Wallis Testi	24
3.5 Tam Güneş Tutulmalarının İncelenmesi	32
3.5.1 Tutulma İz Düşümlerinin Boylamlarının Belirlenmesi.....	32
3.5.2 Tutulma İz Düşümlerine Göre Gruplandırılması	35
3.5.3 Grupların Boyamlarına Göre Dünya’yı İkiye Bölme	37
BÖLÜM DÖRT – SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER.....	40

4.1 Sonuçlar.....	40
4.1.1 Grup Boylam Sınırlarına Göre Tam Güneş Tutulmalarında Deprem Oranı	40
4.1.2 Gruplarda Deprem Oranı.....	42
4.1.3 Gruplardaki Deprem Oranlarının İncelenmesi	43
4.2 Değerlendirmeler.....	44
 BÖLÜM BEş – SONUÇ	45
 KAYNAKLAR	47



ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Güneş Tutulması	1
Şekil 1.2 Ay Tutulması	2
Şekil 1.3 Güneş Tutulması Sırasında Çekim Kuvveti.....	2
Şekil 1.4 Ay Tutulması Sırasında Çekim Kuvveti	2
Şekil 2.1 2005 yılına ait Güneş Tutulması ve Yeniay-Deprem dağılımları.....	7
Şekil 2.2 1999-2005 yılları arası aylara göre büyüklüğü 6 ve üzeri olan depremler ...	8
Şekil 3.1 USGS deprem kataloğu	9
Şekil 3.2 Tutulma verilerinin bir bölümü.....	12
Şekil 3.3 Dünya üzerindeki levhalar	13
Şekil 3.4 Levha hareketleri	15
Şekil 3.5 Konveksiyon akıntıları.....	15
Şekil 3.6 Dünya Tektonik ve volkanlar haritası.....	16
Şekil 3.7 Depremler için Anderson-Darling Normallik Testi.....	19
Şekil 3.8 Güneş'in Dünya'ya uzaklığı için Anderson-Darling Normallik Testi.....	20
Şekil 3.9 Güneş Azimut Açısı için Anderson-Darling Normallik Testi	21
Şekil 3.10 Güneş yükseklik açısı için Anderson-Darling Normallik Testi.....	21
Şekil 3.11 Ay yükseklik açısı için Anderson-Darling Normallik Testi	22
Şekil 3.12 Ay azimut açısı için Anderson-Darling Normallik Testi.....	23
Şekil 3.13 Güneş azimut açısı için Anderson-Darling Normallik Testi	23
Şekil 3.14 Güneş yükseklik açısı için Kuruskal-Wallis Testi	24
Şekil 3.15 Güneş yükseklik açısı için Kuruskal-Wallis ikili karşılaştırma.....	25
Şekil 3.16 Güneş yükseklik açısı için Kuruskal-Wallis Testi.....	26
Şekil 3.17 Güneş azimut açısı için Kuruskal-Wallis ikili karşılaştırma	27
Şekil 3.18 Güneş uzaklığı için Kuruskal-Wallis Testi	28
Şekil 3.19 Güneş'in Dünya'ya olan uzaklığı Kuruskal-Wallis ikili karşılaştırma.....	29
Şekil 3.20 Ay yükseklik açısı için Kuruskal-Wallis Testi	30
Şekil 3.21 Ay azimut açısı için Kuruskal-Wallis Testi	31
Şekil 3.22 Ay yükseklik açısı için Kuruskal-Wallis Testi	32
Şekil 3.23 İz düşüm boylamları (a- Başlangıç Boylamı, b- Bitiş Boylamı)	33
Şekil 3.24 İz düşümlere Göre 2'ye bölme (a-Başlangıç Boylamı, b- Bitiş Boylamı).....	37

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 2.1 Tutulma tarihlerinde ve rastgele meydana gelen deprem oranları.....	5
Tablo 2.2 Yılda ortalama deprem sayıları.....	5
Tablo 2.3 2000-2006 yılları arası deprem sayıları	6
Tablo 3.1 Deprem verilerinin tutulduğu tablonun bir bölümü.....	10
Tablo 3.2 Plakaların yıllık ortalama hareketleri.....	14
Tablo 3.3 Tam Güneş Tutulması tablo örneği	17
Tablo 3.4 Tam Güneş Tutulmalarının başlangıç ve bitiş boylamları.....	33
Tablo 3.5 Tam Güneş Tutulmalarının Gruplandırılması	35
Tablo 3.6 Grupların başlangıç ve bitiş boylamları.....	39
Tablo 4.1 Tam Güneş Tutulmalarında deprem sayısı ve oranı	40
Tablo 4.2 Gruplardaki deprem sayısı ve oranı	42
Tablo 4.3 Levhaların iki yarım kürede hareketleri.....	43
Tablo 4.4 Yarım kürelerdeki levha hareketine bağlı deprem oranları	43

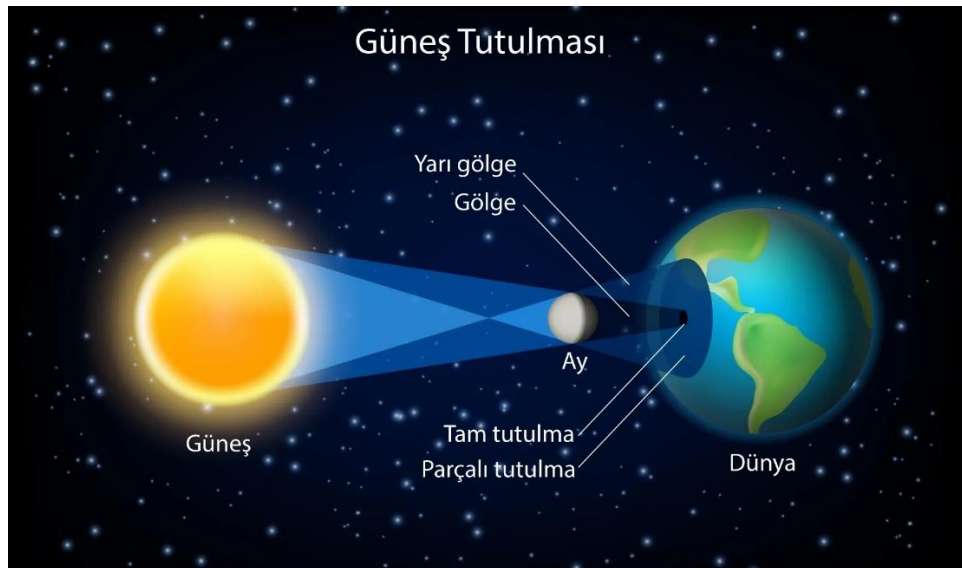
BÖLÜM BİR

GİRİŞ

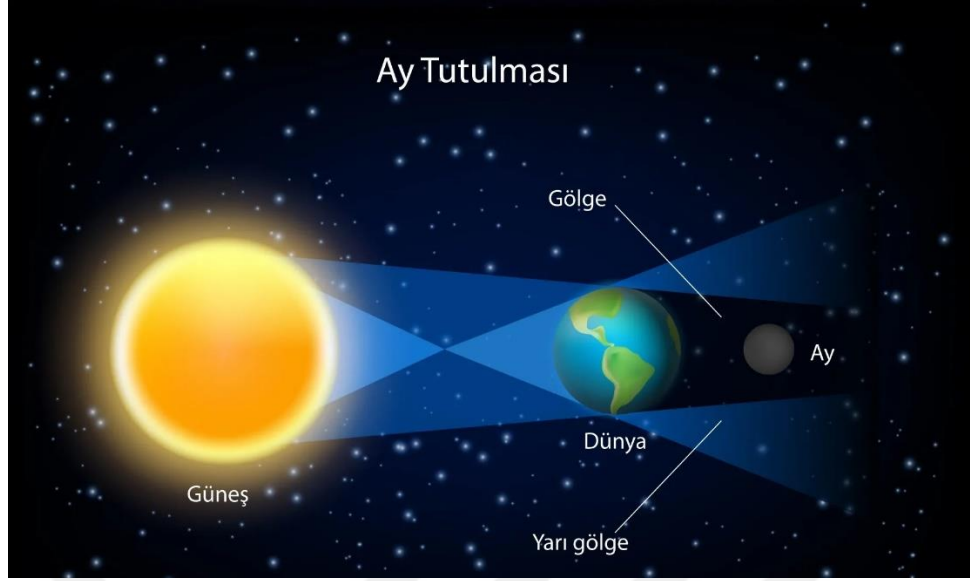
Depremlere önceden alınabilecek önlemler uzmanlar tarafından çokça ifade edilmektedir. Birçok kurum ve kuruluş tarafından, depremlerin zararlarına karşı alınabilecek önlemler hakkında farkındalığın artması sağlanmaktadır. Ancak, her ne kadar bu önlemler arttırılsa da, tam anlamıyla can ve mal kaybının önüne geçilememektedir. Bu da bilim insanlarının, depremlere sebep olan etkenleri ve depremlerin önceden tahmin edilebilmesini araştırmalarına konu edinmesini sağlamaktadır.

1900'lü yıllardan itibaren deprem verilerini kayıt altına almaya başlayan Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu (USGS), gelişen teknoloji ile birlikte 1970 yılından itibaren verilere tam anlamıyla ulaşılmasını sağlamıştır. Mevcut literatürde, 1900 yılından itibaren çalışmalar yapılmıştır. Bu durumda, verilere tam anlamıyla ulaşılammış, istatistik çalışma sonuçlarında da ciddi değişimler meydana gelmiştir.

Tam Güneş Tutulmaları ile birlikte Dünya'nın üzerinde yer alan çekim kuvveti değişmektedir.

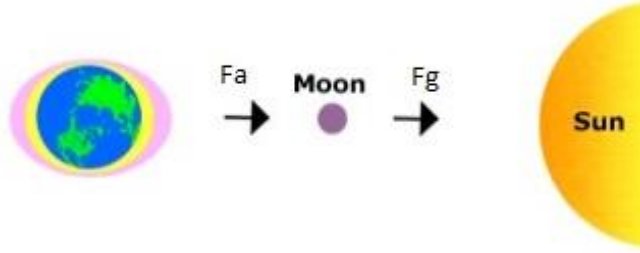


Şekil 1.1 Güneş tutulması (Gazete Milliyet, 2019)



Şekil 1.2 Ay Tutulması (Gazete Milliyet, 2019)

Güneş Tutulması esnasında Ay'ın Güneş ve Dünya arasında girerek, Ay Tutulmasında ise Dünya'nın Güneş ile Ay arasında girerek çekim kuvvetlerinde değişiklikler meydana gelmektedir. Dünya üzerindeki çekim kuvveti Şekil 1.1 ve Şekil 1.2'de görüleceği üzere değişmektedir.



Şekil 1.3 Güneş Tutulması Sırasında Çekim Kuvveti



Şekil 1.4 Ay Tutulması Sırasında Çekim Kuvveti

Şekil 1.3 ve Şekil 1.4'te Ay ve Güneş Tutulmaları esnasında çekim kuvvetleri görülmektedir. F_a , Ay'ın Dünya üzerindeki çekim kuvvetini, F_g ise Güneş'in Dünya üzerindeki çekim kuvvetini göstermektedir. Şekil 1.3'te Dünya üzerindeki çekim kuvveti toplamı $F_g + F_a$ olurken, Şekil 1.4'te $F_g - F_a$ olmaktadır. Çekim kuvvetlerinin değişmesinden dolayı yer yüzeyindeki sulara metcezir hareketi görülmektedir. Aynı çekim gücü değişikliklerinden dolayı Dünya'nın çekirdeğinde bulunan magmanın da şekil değiştireceği kabul edilmektedir. Bunun sonucunda da Dünya üzerinde yer alan plakalar hareket etmekte ve depremlere sebebiyet verebileceği düşünülmektedir (Bakırcı, 2012). Depremler ve tutulmaların arasındaki ilişkiyi istatistiksel olarak inceleyerek 3 etmenin (Tam Güneş Tutulması tarihi ve iz düşümü, deprem tarihi ve yeri, levha yapıları) şiddetli depremler üzerinde etkili oldukları ortaya konmuştur.

Yapılan çalışma ile birlikte, öncelikle literatür taraması yapılmış ve önceki çalışmalar incelenmiş, güneş ve ay tutulmaları ve plaka hareketleri incelenmiştir. Ardından tez kapsamında gerçekleştirilen çalışma yöntemi anlatılmıştır. Sonraki bölümde, toplanılan tutulma ve deprem verileri analiz edilerek, bu analiz sonucunda tutulmalardaki hangi değişkenlerin depremler üzerinde istatistiksel olarak deprem şiddetini değiştirdiğini ortaya konmuştur. Sonuç bölümünde de, tüm çalışmaların sonuçları değerlendirilerek özetlenmiştir.

BÖLÜM İKİ

LİTERATÜR TARAMASI

Konuyla ilgili literatür taraması sonucunda, yurtiçi ve yurtdışında yapılan birçok çalışma incelenmiştir. Bu çalışmalardan (Ak, 2005) “DEPREMLERİN SEBEBİ GÜNEŞ TUTULMALARI MIDIR?” istatistik çalışmasında, 01.01.1900 ile 15.10.2005 tarihleri arasında meydana gelmiş, büyüklüğü 6,0 ve üzeri olan tüm depremlerin meydana geldiği tarih ve koordinatları temel alınmaktadır. Yine aynı tarihler arasında meydana gelen tüm Güneş tutulmalarının zamanlarından bir tutulma takvimi oluşturulmaktadır. Sonrasında bir bilgisayar programı yardımıyla rastgele tarihler belirlenmekte ve bu tarih tahmini yapılırken her yıl için yapılan tahmin sayısı, o yıl meydana gelen Güneş tutulma sayısı ile eşit olmaktadır. Bu sayede 1900 ile 2005 tarihleri arasında gerçek tutulmalara karşılık gelmeyen yapay bir tutulma takvimi oluşturulmaktadır(Ak, 2005). Bu yaklaşımın hatalı olabileceği düşünülerek tarafımızdan ilave incelemeler yapılmıştır.

1900 ile 2005 yılları arasındaki Güneş tutulmalarının meydana geldikleri tarihlerden 10 gün öncesi ve 10 gün sonrasına kadar Dünya’nın herhangi bir yerinde meydana gelen 6 veya üzeri büyüklükteki depremlere bakılmış bu dönemlerde %85 oranında en az bir deprem olduğu saptanmıştır. Daha önce bilgisayar yardımı ile rastgele belirlenen tarihler için de 10 gün öncesi ve 10 gün sonrasının depremlerine bakılmış ve bu dönemlerde de %85 oranında en az bir depremin meydana geldiği gözlemlenmiştir (Bakınız. Tablo 2.1). Sonuç olarak bu istatistik çalışmasında, yarımküre ve levhalar göz ardı edilerek Dünya bir bütün olarak ele alınmış ve buna bağlı bir çalışma yürütülmüştür. Sonucunda da Güneş Tutulmalar tarihleri ile rastgele belirlenen tarihlerdeki 10 gün öncesi ve 10 gün sonrasındaki deprem sayıları benzerlik gösterdiğinden dolayı Güneş tutulmalarının depremler üzerinde etkili olmadığı savunulmuştur. Ancak, levha hareketleri ve yarım küreler göz ardı edildiğinden bu yaklaşımı eksik kalmaktadır.

Tablo 2.1 Tutulma tarihlerinde ve rastgele meydana gelen deprem oranları(Ak, 2005)

	10 gün önceki dönemde en az 1 deprem olanlar (%)	10 gün sonrasına kadar en az 1 deprem olanlar (%)	Hiç deprem olmayanlar (%)
Tutulma Tarihleri için	40,17	44,35	15,48
Rastgele Tarihler için	43,51	41,84	14,64

Bir başka istatistik araştırması olan, “Güneş Tutulmaları ve Depremler” çalışmasında (Tunca, 2006), Güneş tutulması deprem oluşumunu sebebiyet veriyorsa, bu sebebin Güneş ve Ay’ın kütle çekim kuvvetleri ile ilgili olabileceği ifade edilmektedir. Kütle çekim kuvvetinin en fazla gerçekleşen zamanlar olan Dolunay ve Yeniay evreleridir. Bu da her 2 haftada bu kuvvetin maksimum olduğu sonucunu çıkarmaktadır. Güneş tutulması olmasa da Dünya’nın şiddetli çekim kuvvetlerine maruz kaldığı ve her 2 haftalık periyotlarda şiddetli depremlerin olabileceği savunulmaktadır. 6 ve üzeri depremleri şiddetli depremler olarak varsaydığımızda ve bu doğrultuda geçmişe yönelik depremleri incelediğimizde 2 haftalık periyotlardan daha sık aralıklarla şiddetli depremlerin olduğu görülmektedir.

Çalışmanın devamında yapılan istatistiklerde, USGS’den elde edilen 1973 ile 2006 yılları arasındaki verileri kullanılmaktadır ve deprem sayıları, büyüklüklerine göre kayıt edilmekte ve Tablo 2.2’deki veriler elde edilmektedir.

Tablo 2.2 Yılda ortalama deprem sayıları (Tunca, 2006)

Deprem Şiddeti	Depremin Sayısı	Yıllık Ortalaması
5 - 5,9	43.527	1.319
6 - 6,9	3.916	119
7 - 7,9	468	14
8 - 9,9	31	1

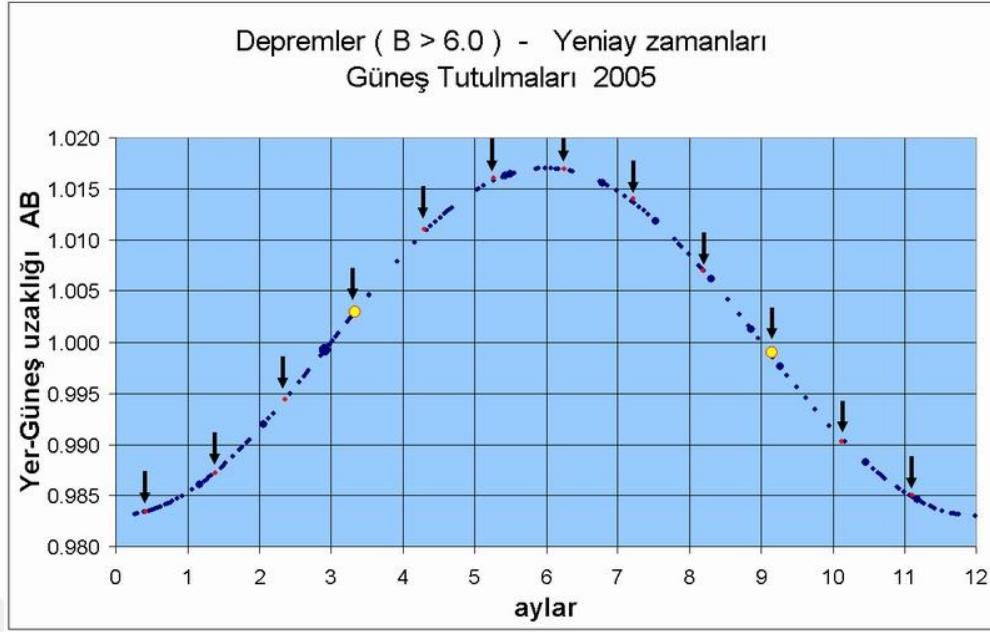
Tablo 2.2’ e göre, yılda bir kez 8 ve üzeri büyüklüklerinde deprem olduğu görülmektedir. Ayrıca, 7-8 arası büyüklükte deprem sıklığının ayda 1 tane, 6-7 arası büyüklükte deprem sıklığının ayda 10 tane ve 5-6 arası büyüklükte deprem sıklığının ise günde 3 deprem olduğu görülmektedir.

1900 yılından 2006 yılına kadar olan verilere göz atıldığında 6 ve üzeri şiddetteki depremlerin yıllık bazda çok sayıda meydana geldiği belirtilmektedir.

Tablo 2.3 2000-2006 yılları arası deprem sayıları (Tunca, 2006)

2000 – 2006 arası Dünya’da olan depremler (US Geological Survey National Earthquake Information Center)							
Büyüklik	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
8,0 – 9,9	1	1	0	1	2	1	14
7,0 – 7,9	14	15	13	14	14	10	3
6,0 – 6,9	158	126	130	140	141	146	12
5,0 – 5,9	1.345	1.243	1.218	1.203	1.515	1.707	111
4,0 – 4,9	8.045	8.084	8.584	8.462	10.888	13.662	621
3,0 – 3,9	4.784	6.151	7.005	7.624	7.932	8.911	313
2,0 – 2,9	3.758	4.162	6.419	7.727	6.316	4.523	142
1,0 – 1,9	1.026	944	1.137	2.506	1.344	25	2
0,1 – 0,9	5	1	10	134	103	0	0
Tanımlanamayan	3.120	2.938	2.937	3.608	2.939	859	55
Toplam	22.256	23.534	27.454	31.419	31.194	29.844	1.259

1973 ile 2006 yılları arasında 72 adet Güneş Tutulmasının meydana geldiği belirtilmekte ve Güneş Tutulması olurken aynı sıralamada 12 Yeniay evresi ve yıkıcı büyüklükte 135 depremden bahsedilmektedir.

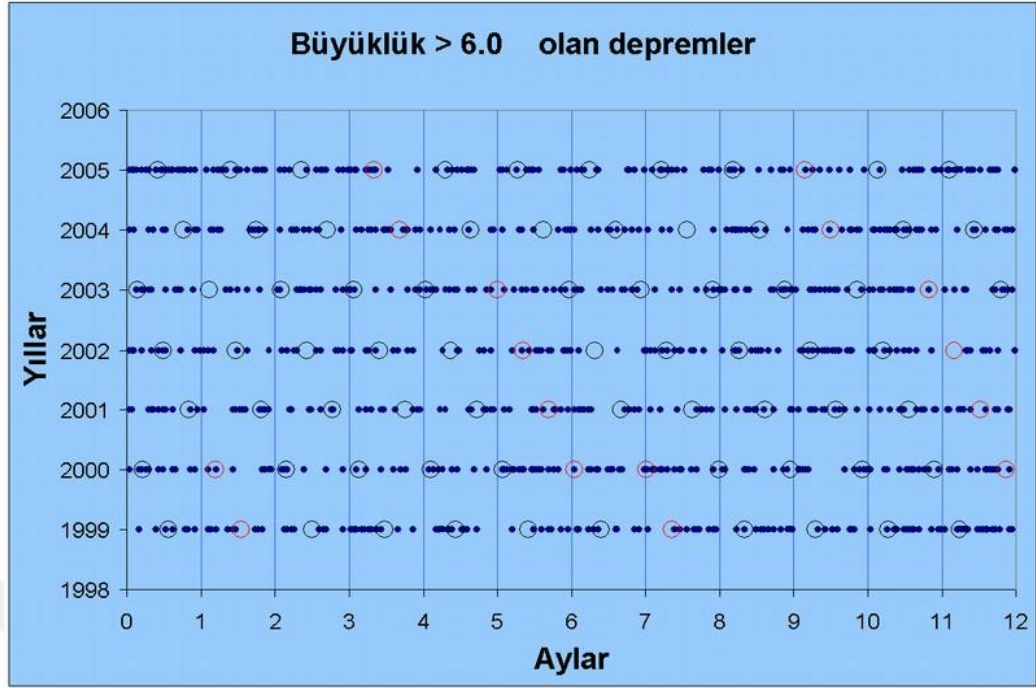


Şekil 2.1 2005 yılına ait Güneş Tutulması ve Yeniay – Deprem dağılımları (Tunca, 2005)

Şekil 2.1’de depremlerin Yeniay evresi çevresindeki oluşumlarında tesadüf olduğu ve Güneş Tutulmasının ve diğer Yeniay evrelerinin çevresindeki depremlerin dağılımları arasında da bir fark görülmediği belirtilmektedir.

Güneş tutulmalarından altı (6) gün önce ve altı (6) gün sonrası incelendiğinde bir anlam olmadığı üzerinde durulmaktadır. Araştırıldığında, diğer Yeniay evrelerinden bir farkı olmadığı, günde yaklaşık 3-4 deprem meydana geliyorsa Güneş Tutulmasının öncesinde ve sonrasında deprem meydana gelmesi muhtemel bir dağılım sonucunun olduğu belirtilmektedir (Tunca, 2005).

Şekil 2.1’de 2005 yılında gerçekleşen depremlerin yıl bazında günlere göre dağılımını Şekil 2.2’de 1999 - 2005 arasındaki yıllar için noktalandığında da aynı sonuç ortaya çıkmıştır.



Şekil 2.2 1999-2005 yılları arası aylara göre büyüklüğü 6 ve üzeri olan depremler (Tunca, 2005)

“Güneş Tutulmaları ve Depremler” çalışmasının sonunda, Güneş Tutulması ile diğer Yeniay ve Dolunay evreleri arasında kütle çekimsel kuvvet farkı olmadığı, bu sebeple bu tarz depremlerin yalnızca Güneş Tutulmasına bağlanamayacağı sonucuna varılmaktadır.

Literatür taraması sonucunda, yapılan önceki çalışmalarda verilerin 1900 yılından itibaren toplandığı ve levha hareketlerinin çalışmalara dahil edilmediği görülmektedir. USGS tarafından yayınlanan deprem kataloğunda 1900-1970 yılları arasında fazla verinin bulunmadığı yaptığımızda çalışma sonucunda ortaya konmuştur. Ayrıca, levhaların hareketlerinin çalışmalara dahil edilmemesi yapılan çalışmaların eksik kaldığı fark edilmiştir. Bu hataları gidermek için aşağıda yer alan materyal ve yöntemi kullanan yaklaşımla tutulma ve depremler arasındaki ilişkiyi inceledik.

BÖLÜM ÜÇ

MATERYAL VE METOT

3.1 Verilerin Toplanması

3.1.1 Deprem Verilerinin Toplanması

Çalışmada kullanılan deprem verileri Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu (USGS) tarafından verilmekte olan katalogdan elde edilmiştir.

The screenshot displays the USGS Earthquake Catalog search interface. It is divided into several sections:

- Basic Options:** Contains three main categories: Magnitude, Date & Time, and Geographic Region. Under Magnitude, there are radio buttons for 2.5+, 4.5+, and Custom (selected). Below Custom are input fields for Minimum (6) and Maximum. Under Date & Time, there are radio buttons for Past 7 Days, Past 30 Days, and Custom (selected). Below Custom are input fields for Start (UTC) (1970-01-01 00:00:00) and End (UTC) (2018-12-31 23:59:59). Under Geographic Region, there are radio buttons for World (selected), Conterminous U.S.¹, and Custom. Below Custom is a Worldwide button and a Draw Rectangle on Map button.
- Advanced Options:** A section with a plus icon and a minus icon.
- Output Options:** A section with a minus icon.
- Format:** Contains radio buttons for Map & List, CSV (selected), KML, QuakeML, and GeoJSON.

Şekil 3.1 USGS deprem kataloğu

Şekil 3.1’de görüldüğü gibi katalogda yer alan magnitude(deprem büyüklüğü), date&time (zaman aralığı), Geographic Region(depremin bulunduğu bölge) ve Output Options (çıktı ayarları) kısmında bulunan format belirlenerek deprem verileri elde edilmiştir.

Çalışmada, 1970 yılından 2018 yılı dahil toplam 49 yıl olmak üzere, 6.0 ve üzeri ve Dünya’daki bütün depremler CSV formatında indirildi. Elde edilen CSV formatı, Microsoft Excel yardımı ile düzenlenerek depremin tarihi, büyüklüğü, derinliği, enlem ve boylamı tablo halinde tutulmuştur. Oluşturulan 785.270 satırlık tablonun bir bölümü Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1 Deprem verilerinin tutulduğu tablonun bir bölümü

No	Deprem Tarihi	Enlem	Boylam	Büyüklik	Bölge
1	1970-01-01	46,33283	-118,39117	2,60000	Washington
2	1970-01-01	32,70717	-115,41700	2,75000	Mexicali
3	1970-01-01	-29,40000	-177,16900	5,60000	New Zealand
4	1970-01-01	37,43333	-118,74350	3,69000	West Bishop
5	1970-01-02	34,20600	-119,69567	3,14000	Santa Barbara
6	1970-01-02	35,73517	-117,73367	2,61000	12km NE of Inyokern
7	1970-01-03	33,96050	-116,83050	3,16000	6km NE of Banning
8	1970-01-04	34,33350	-116,84333	2,74000	Big Bear City
9	1970-01-04	24,18500	102,54300	7,10000	Yunnan, China
10	1970-01-05	23,98400	102,73200	5,90000	Yunnan, China
11	1970-01-05	33,24283	-115,98600	3,04000	Salton City
12	1970-01-06	36,52833	-121,09183	3,92000	24km ENE of Soledad
13	1970-01-06	36,24500	-121,42717	3,05000	Greenfield, CA
14	1970-01-06	-9,58300	151,49300	6,30000	D'Entrecasteaux
15	1970-01-06	34,81817	-121,34250	3,66000	Avila Beach
16	1970-01-07	31,59183	-115,81767	3,31000	Maneadero
17	1970-01-07	15,78500	-59,80800	6,00000	east of Guadeloupe
18	1970-01-07	34,60700	-120,98067	3,07000	Vandenberg
19	1970-01-08	34,30783	-117,13983	2,75000	Lake Arrowhead
20	1970-01-08	34,57433	-121,56583	3,70000	Vandenberg
21	1970-01-08	-34,85000	178,78200	6,80000	Kermadec Islands
22	1970-01-09	-9,16600	117,23500	5,80000	Indonesia
23	1970-01-10	46,92367	-118,21500	2,50000	Washington
24	1970-01-10	34,43583	-119,11200	3,03000	Santa Paula
25	1970-01-10	34,67917	-116,34133	2,97000	17km WSW of Ludlow
26	1970-01-10	6,78500	126,68200	7,20000	Mindanao, Philippines
27	1970-01-10	6,71000	126,86300	5,70000	Mindanao, Philippines
28	1970-01-10	6,71000	126,76500	5,70000	Mindanao, Philippines

Tablo 3.1 devamı

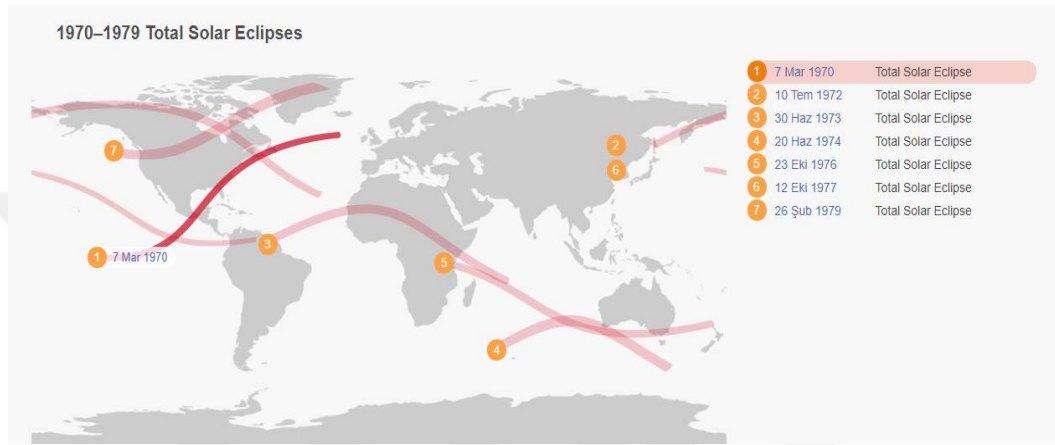
29	1970-01-11	7,32600	126,85700	6,00000	Philippines
30	1970-01-11	34,62317	-121,79283	3,37000	Avila Beach, CA
31	1970-01-11	34,76383	-121,91867	3,19000	Los Osos, CA
32	1970-01-12	33,85333	-116,55267	2,65000	Palm Springs
33	1970-01-12	35,78900	-117,67500	3,21000	19km N of Ridgecrest
34	1970-01-13	35,35583	-118,56833	2,80000	Bodfish
35	1970-01-13	34,00967	-117,11900	2,96000	Calimesa
36	1970-01-13	34,10700	-117,73217	2,58000	Claremont
37	1970-01-13	35,17717	-118,46083	2,95000	Tehachapi
38	1970-01-14	33,25883	-115,96017	3,09000	Salton City
39	1970-01-14	-10,16900	123,23300	6,00000	Timor region, Indonesia
40	1970-01-14	37,54517	-118,40783	3,00000	Dixon Lane- Meadow Creek

3.1.2 Güneş Tutulması ve Ay Tutulması Verilerinin Toplanması

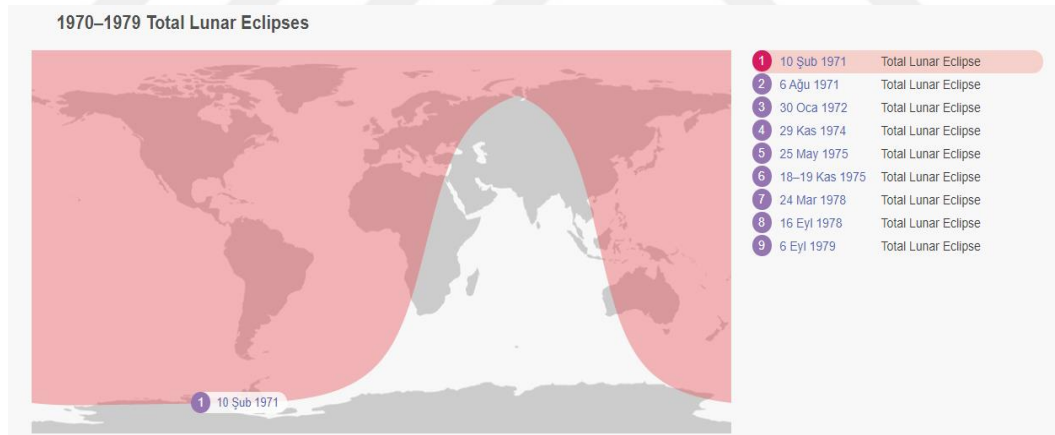
Çalışmada kullanılan Güneş ve Ay Tutulması verileri timeanddate.com adlı internet sitesinden elde edilmiştir. Sitede yer alan Sun & Moon bölümü altında Eclipses sekmesinden Tam Güneş Tutulmalarına ve Tam Ay Tutulmalarına 2B (iki boyutlu) veya 3B (üç boyutlu) olarak erişilebilmektedir. Ayrıca, tutulmaların gerçekleştiği andaki izdüşümleri de görülebilmekte ve izdüşümün enlem ve boylam bilgilerine ulaşılabilir.

Şekil 3.2 (a)'da 1970 ile 1979 yılları arasında oluşan Tam Güneş Tutulmalarının iz düşümleri görülmektedir. Bu iz düşümlerin üzerine tıklandığında, örneğin 7 Mart 1970 tıklandığında iz düşüme tıkladığında hangi iz düşüm olduğu harita üzerinde gösterilmektedir. Bu da iz düşümünün yer küre üzerinde hangi enlem-boylamdan başlayıp, hangi enlem-boylamda bitişi verisine kolayca erişimi sağlamaktadır.

Şekil 3.2 (b)'de 1970 ile 1979 yılları arasında oluşan Tam Ay Tutulmalarının iz düşümleri görülmektedir. Bu iz düşümlerin üzerine tıkladığında, örneğin 10 Şubat 1971 tıkladığında iz düşüme tıkladığında hangi iz düşüm olduğu harita üzerinde gösterilmektedir. Bu da Tam Güneş Tutulmasında olduğu gibi, iz düşümünün yer küre üzerinde hangi enlem-boylamdan başlayıp, hangi enlem-boylamda bittiği verisine kolayca erişimi sağlamaktadır.



(a)



(b)

Şekil 3.2 Tutulma verilerinin bir bölümü (a-Güneş Tutulması, b- Ay Tutulması)

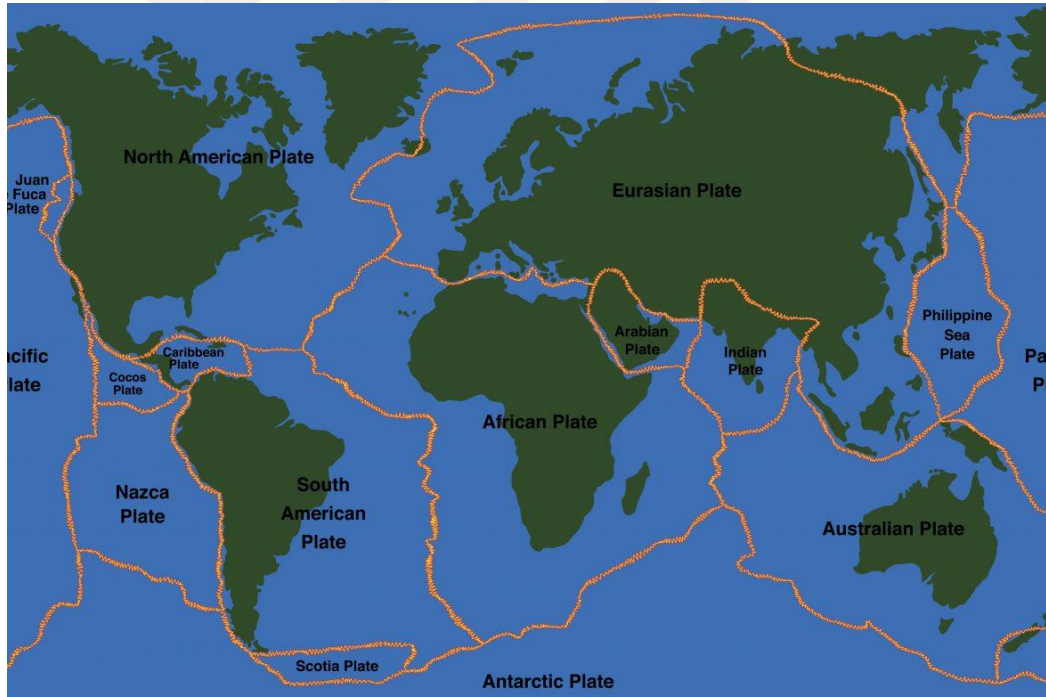
Tutulma verileri, deprem verilerinin bulunduğu Tablo 3.1'in sağ kısmına yeni sütunlar eklenerek bu sütunlara kayıt edilmiştir. Böylelikle, 6 ve üzeri deprem verilerinin ve tam tutulma verilerinin yer aldığı 6909 satırlık tablo oluşturulmuştur.

3.2 Tektonik Plakalar ve Hareketleri

3.2.1 Tektonik Plakalar ve Oluşumları

Yerkürenin iç kısmında bulunan magmanın konveksiyon hareketiyle üzerinde yer alan yer kabuğunu sürükler. Hareket eden yer kabuğu kırılarak parçalara ayrılır. Her bir parçaya plaka (levha) denmektedir. Plakalar, litosfer oluşturan devasa kaya parçalarıdır ve okyanus ve kıtasal kabuklardan meydana gelmektedir. Okyanus kabuğu, deniz ve okyanuslardan oluşurken, kıtasal kabuklar, kara kütlelerinden oluşmaktadır.

Dünya’da 12 büyük ana tektonik plaka olduğu bilinmektedir. Bunlar; Kuzey Amerika, Güney Amerika, Avrasya, Afrika, Avustralya, Antarktika, Pasifik, Hindistan, Karayip, Cocos, Filipin ve Arabistan plakalarıdır. Örneğin, Şekil 3.3’de görüldüğü gibi Afrika Plakası, Afrika kıtasını içine almaktadır.



Şekil 3.3 Dünya üzerindeki levhalar (Dünya Atlası, 2017)

3.2.2 Tektonik Plakaların Hareketleri

Yer kabuğunun altındaki magmanın hareketiyle plakalar da sürekli olarak hareket etmektedir. Bu hareket sırasında da kıta ve okyanuslarda plakalarla birlikte hareket

etmektedir. Bu hareket yılda 1cm olabildiği gibi 10cm'ye kadar çıkabilmektedir (Bakırcı, 2012). (Bakınız Tablo 3.2).

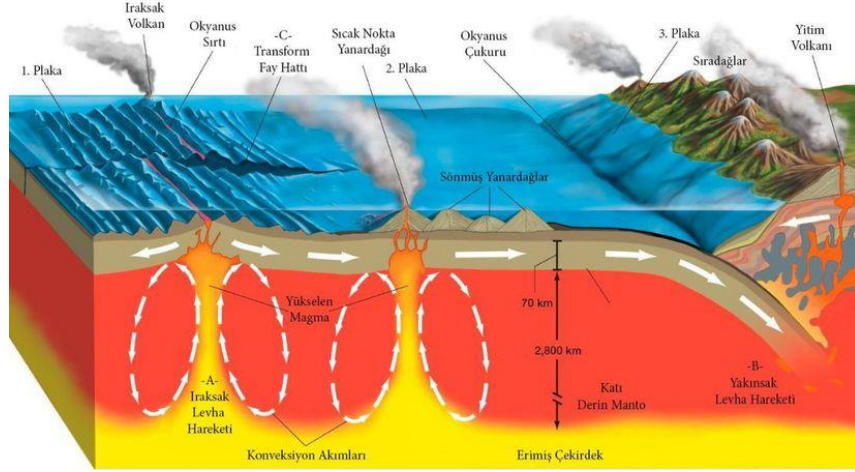
Tablo 3.2 Plakaların yıllık ortalama hareketleri (Bakırcı, 2012)

Plakalar	Yıllık Ortalama Hareketi
Antarktika	2,05 cm
Afrika	2,15 cm
Arap	4,65 cm
Karayip	2,45 cm
Cocos	8,55 cm
Avrasya	0,95 cm
Hindistan	6,00 cm
Nazca	7,55 cm
K. Amerika	1,15 cm
G. Amerika	1,45 cm
Pasifik	8,10 cm
Filipin	6,35 cm

Plakalar hareket etmeleri sonucu olarak komşu plakalar ile birbirinden uzaklaşabilmekte, yaklaşabilmekte veya birbirleri ile sürtünme hareketi yapabilmektedir. Konveksiyon akımları etkisinde kalan plakalar bu şekilde 3 temel hareket yapmaktadır.

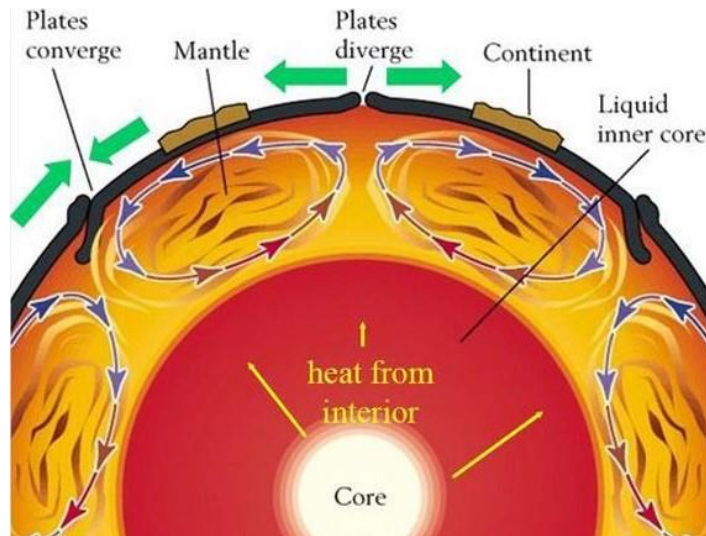
- 1.İraksak Levha Hareketi
- 2.Yakınsak Levha Hareketi
- 3.Transform Levha Hareketi

Levha hareketleri, konveksiyon akıntılardan etkilendiğinden dolayı, öncelikle konveksiyon akıntı açıklanamakta, sonrasında ise levha hareketleri açıklanmaktadır.



Şekil 3.4 Levha hareketleri (Bakırcı, 2012)

Konveksiyon Akıntı: Dünya'nın merkezinde çoğunlukla erimiş bir halde nikel ve demirden oluşan sıvı bir çekirdek bulunmaktadır. Çekirdek, son derece yoğun ve 4000 santigrat derece civarında erişmiş halde bulunmaktadır. Çekirdekten yayılan yüksek sıcaklık, kabuk ile çekirdek arasındaki bölgenin magma adı verilen erimiş mineral ve kaya yapılarından oluşmasını sağlamaktadır. Sıcaklık, çekirdekten yüzeye doğru gittikçe düşmekte ve magmanın sıcaklığı azalmaktadır. Bu sıcaklık farkından dolayı, alt kısımlarda bulunan magmanın çekirdek aldığı ısıyla daha da sıcaklığını artırarak yukarı doğru hareket etmesi ve üst kısımlarda bulunan daha soğuk magmanın düşük ısıyla beraber aşağı doğru hareket etmek istemesi ile konveksiyon akıntıları adı verilen akıntılar oluşmaktadır.



Şekil 3.5 Konveksiyon akıntıları (Bakırcı, 2012)

Yakınsak Levha Hareketi: Magmanın hareketi, plakaların birbirine doğru hareket etmesine de sebep olmaktadır. Bunun sonucunda, plakalar birbirleri ile çarpışmakta ve levhalardan biri diğerinin üzerine çıkarak dağları oluşturmakta, diğeri ise magmanın içerisine gömülmektedir. Levhaların çarpışması çok yavaş meydana gelmekte ancak küresel boyutta çok şiddetli olmaktadır.

DÜNYA TEKTONİK VE AKTİF VOLKANLAR HARİTASI

Van der Grinten Projeksiyon
Kaynak: PAUL D. LOWMAN JR.
NASA/Uzay Uçuş Merkezi 1997

İŞARETLER

	Geçen bir milyon yıl içinde aktif olan volkanlar		Diğer yukarıda ters tay (daima-batma ve bindirme zemininde)		Ana tay hatları ve olası taylar		Okyanusal kabuklar
	Normal faylar, çentikler kökeni bloğu gösteriyor		Okyanus sırtları ve transform faylar		Yılda ortalama yayılma hızı (cm)		Kıtasal kabuklar

0 3000 Km
R.SAYGILI 2012

16

Şekil 3.6’da yerküre üzerinde yer alan levhaların birbirleri arasındaki hareketleri görülmektedir. Örneğin, Güney Amerika Levhası ile Afrika Levhası arasında ıraksak(uzaklaşan) levha hareketi olduğu görülmektedir.

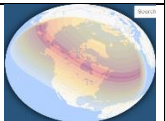
3.3 Tutulma Verilerinin İncelenmesi

3.3.1 Tutulmaların Listesinin Oluşturulması

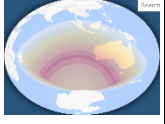
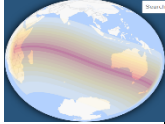
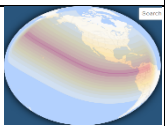
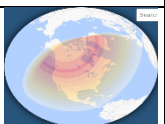
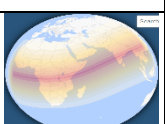
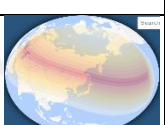
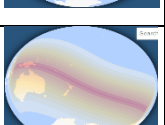
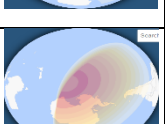
Çalışmada kullanılan tutulmalara ait bütün veriler timeanddate.com [verilerin sayfası] adlı internet sitesinden elde edilmiştir. Bu site aracılığıyla, tutulmaların detaylı bilgilerine ulaşılabilir. İstatistik çalışmasında kullandığımız tutulmaların izdüşümleri resmedilirken ise üç boyutlu haritalardan yararlanılmıştır. Şekil 3.6’da olduğu gibi yerkürenin düz olmamasından dolayı, oval bir Dünya haritasından yararlanıldı. Bu sayede timeanddate.com internet sitesindeki veriler oval Dünya haritası üzerinde işaretlendi.

Öncelikle, tutulmalara ait tabloyu oluştururken internet sitesinde yer alan 1970 yılından 2018 yılı sonuna kadar olan tutulmaların tarihleri, tutulmanın gerçekleştiği maksimum andaki Dünya’nın Güneş’e olan uzaklıkları ve tutulma izdüşümleri baz alınmıştır. Bu tablo ile birlikte her tutulma tarihine bir adet (id) kimlik numarası atanmıştır. 1970 ile 2018 tarihleri arasında meydana gelen 36 adet Tam Güneş Tutulması tespit edilmiş ve bir tablo toplanmıştır. Tablo 3.3’deoluşan tablonun bir bölümü görülmektedir.

Tablo 3.3 Tam Güneş Tutulması tablo örneği

Tam Güneş Tutulması				
Numara	Tarih	Saat	Güneş’in Uzaklığı	İz düşüm
3	7.03.1970	17:37	148.494.847	
4	10.07.1972	19:46	152.082.635	

Tablo 3.3 devamı

5	30.06.1973	11:37	152.094.188	
6	20.06.1974	04:47	152.026.218	
7	23.10.1976	05:12	148.797.062	
8	12.10.1977	20:26	149.242.801	
9	26.02.1979	16:54	148.146.458	
10	16.02.1980	08:53	147.797.980	
11	31.07.1981	03:45	151.841.265	
12	11.06.1983	04:42	151.900.916	
13	22.11.1984	22:53	147.705.767	
14	12.11.1985	14:10	148.038.529	
15	3.10.1986	19:05	149.646.086	

Tablo 3.3'ün ilk satırında Tam Güneş Tutulmalarına ait numaralar(id) yer almaktadır. Bu numaralar, 3 başlamaktadır. Bunun sebebi, çalışmalar yapılırken ilk iki satırın açıklama ve başlık kısmı olmasıdır. Bu sebeple, toplamda 36 adet Tam Güneş

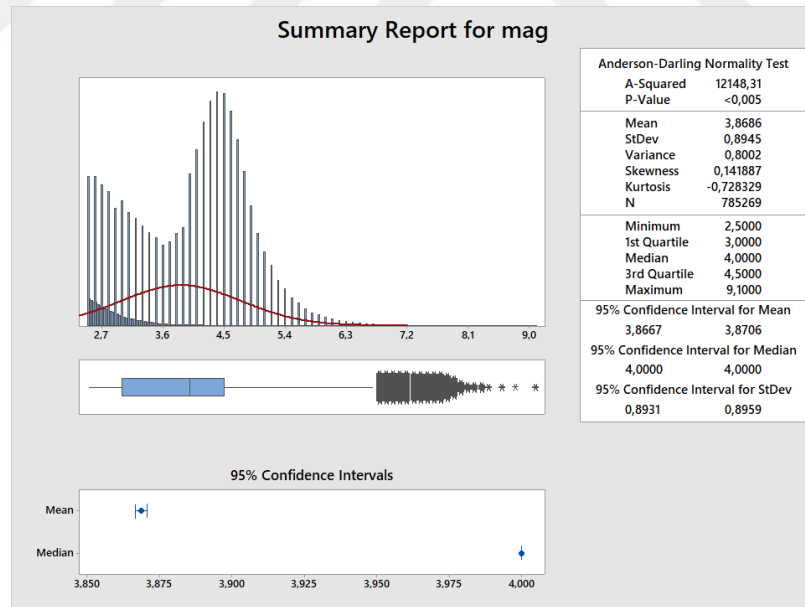
Tutulması 3 numara ile başlamakta 38 numara ile son bulmaktadır. Ayrıca, tabloda Tam Güneş Tutulmalarına ait tarih, saat, Güneş'in Dünya'ya olan uzaklığı ve Tam Güneş Tutulması esnasında Dünya'daki iz düşümü yer almaktadır.

3.4 İstatistiki İncelemeler

3.4.1 Anderson-Darling Normallik Testi

İstatistiki çalışmalarda genellikle ilk adım eldeki verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini kontrol etmek oluşturmaktadır. Anderson-Darling Normallik Testi, parametrik olmayan istatistik testi olup, eldeki verilerin belirli bir olasılık dağılımı gösterip göstermediğini sınamak için kullanılmaktadır. Bu sayede, eldeki verilere hangi testi uygulayabileceğimiz konusunda bir sonuca varılmaktadır.

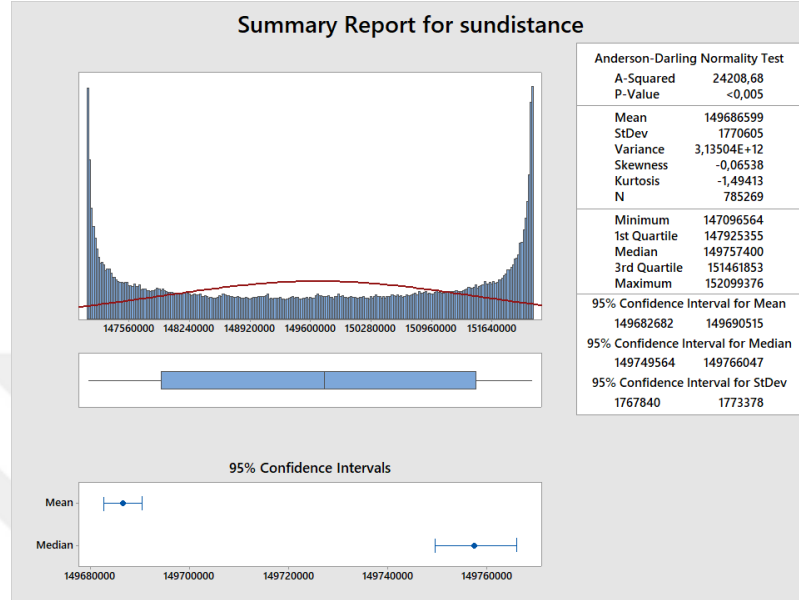
İstatistiki çalışmalar IBM SPSS Statistics 24 yazılımı ile yapılmıştır. Bu yazılım Dokuz Eylül Üniversitesi Bilgi İşlem Daire Başkanlığından lisanslı olarak temin edilmiştir.



Şekil 3.7 Depremler için Anderson-Darling Normallik Testi

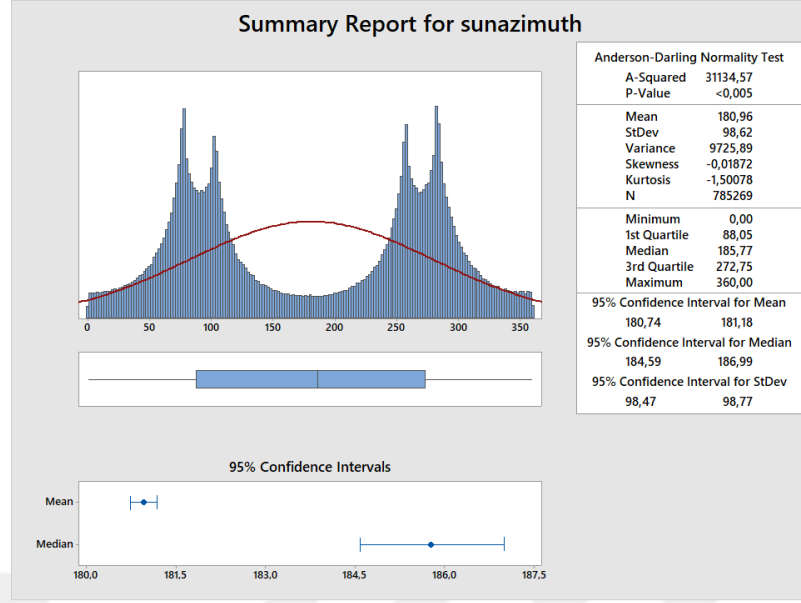
Tablo 3.1'deki deprem tablosu oluşturulduktan sonra, bu tablo üzerinde Anderson-Darling Normallik testi uygulanmıştır. Test sonucunda, depremlerin büyük bir kısmının 4,0 ila 5,0 büyüklükte meydana geldiği ve sonrasında deprem büyüklüğünün

artması ile birlikte deprem sayılarında azalmaların olduğu gözlenmiştir. Deprem büyüklüklerinin Şekil 3.7’de görüldüğü üzere normal dağılıma sahip olmadığı, yani normal dağılıma benzerliği hipotezinin reddedildiği sonucuna varılmaktadır.



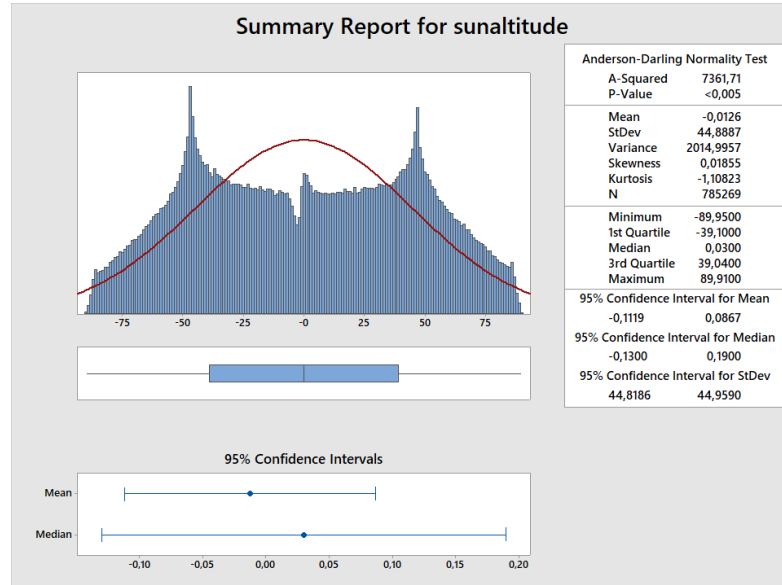
Şekil 3.8 Güneş’in Dünya’ya uzaklığı için Anderson-Darling Normallik Testi

Tam Güneş Tutulmaları esnasındaki Güneş’in Dünya’ya olan uzaklıklarının normallik testinde de Şekil 3.8’de görüldüğü üzere normal dağılıma sahip olmadığı anlaşılmaktadır. İdeal normal dağılım çizgisi Şekil 3.8’de görülmektedir. Ancak, verilerin normal dağılım çizgisi ile aynı düzeyde olmadığı, ayrıca p-değeri 0,005 küçük olması normal dağılım göstermediği yorumuna neden olmuştur.



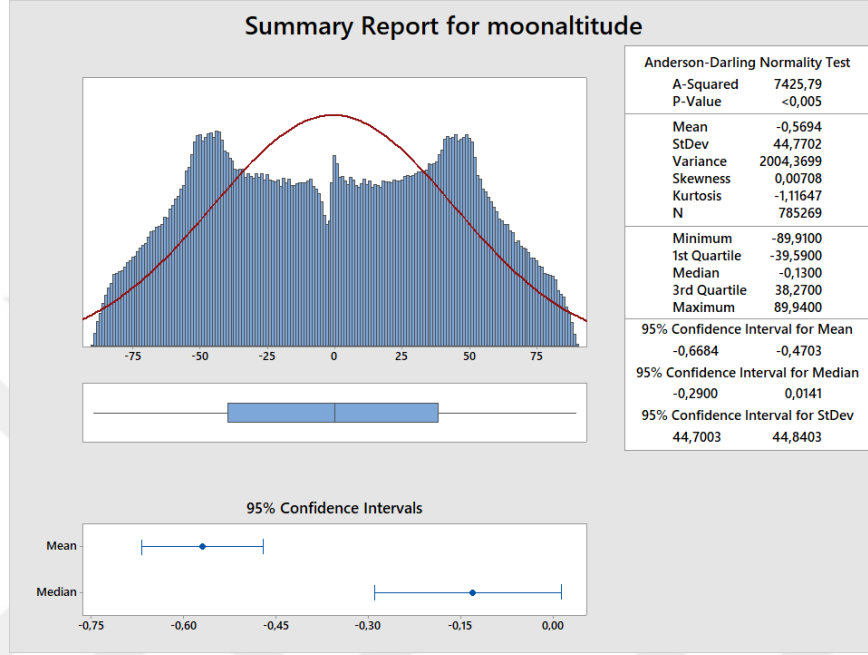
Şekil 3.9 Güneş azimut açısı için Anderson-Darling Normallik Testi

Güneş'in Kuzey-Güney boylamında yaptığı açının (azimut) Anderson-Darling Normallik testinde normal dağılıma sahip olmadığı Şekil 3.9'da görülmektedir. Şekil 3.9'da verilerin iki tepe yaptığı ve normallik çizgisi ile uyuşmadığı ortaya çıkarılmaktadır.



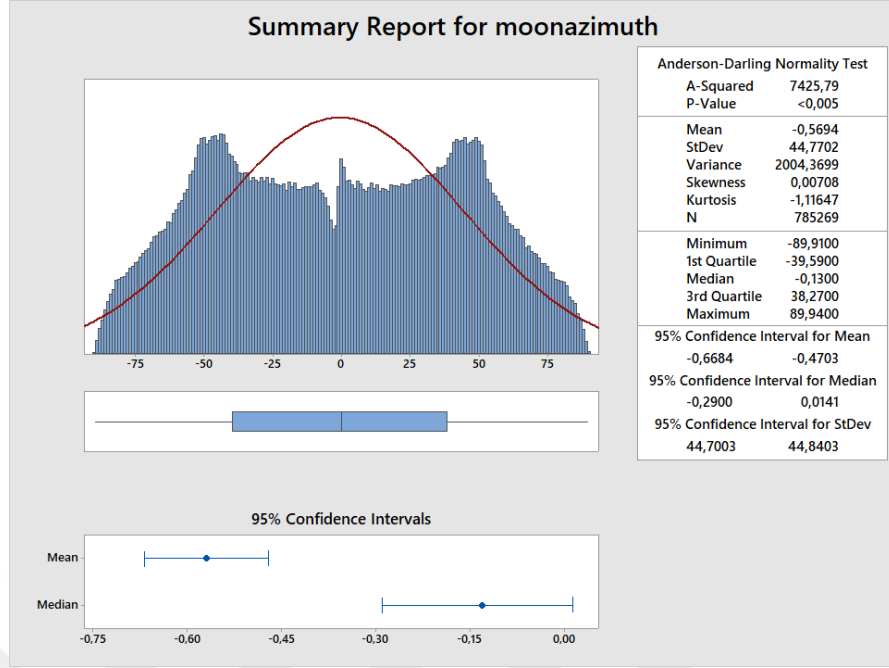
Şekil 3.10 Güneş yükseklik açısı için Anderson-Darling Normallik Testi

Güneş'in yükseklik açısının (altitude) Anderson-Darling Normallik testinde normal dağılıma sahip olmadığı Şekil 3.10'da görülmektedir. Şekil 3.10'de p-değerinin 0,005'den küçük olduğu ve verilerin normal dağılım çizgisiyle uyuşmadığı görülmektedir.



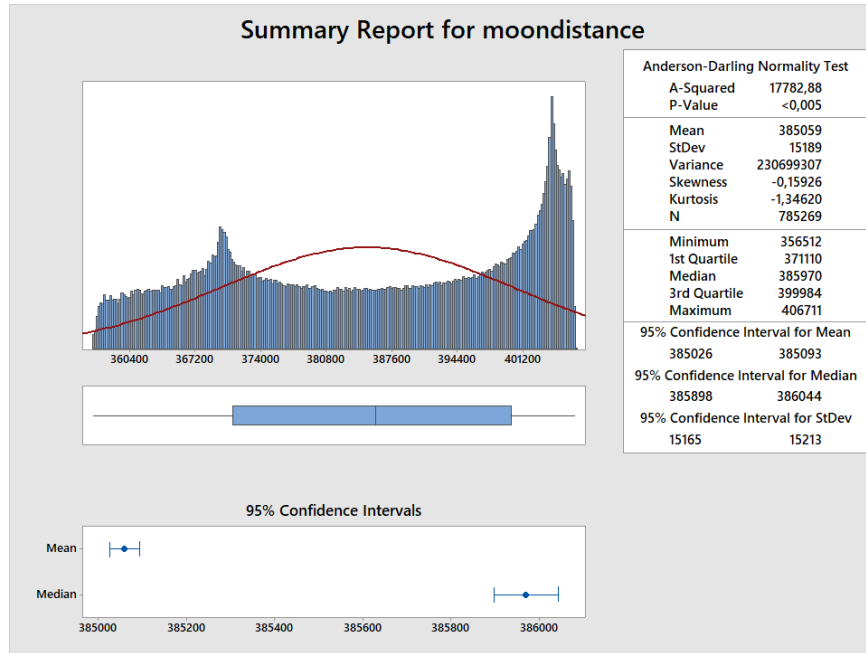
Şekil 3.11 Ay yükseklik açısı için Anderson-Darling Normallik Testi

Ay'ın yükseklik açısının (altitude) Anderson-Darling Normallik testinde normal dağılıma sahip olmadığı Şekil 3.11'de görülmektedir. Yükseklik açısı dağılımı, grafikte iki tepe nokta yaparak normal dağılım çizgisi ile uyuşmadığı ve p-değeri 0,005'ten küçük olduğu görülmektedir.



Şekil 3.12 Ay azimut açısı için Anderson-Darling Normallik Testi

Ay'ın azimut açısının Anderson-Darling Normallik testinde normal dağılıma sahip olmadığı Şekil 3.12'de görülmektedir. Azimut açısı da, Ay'ın yükseklik açısında olduğu gibi grafikte aynı görüntüyü oluşturduğu ve değerlerde normal dağılıma sahip olamadığı görülmektedir.



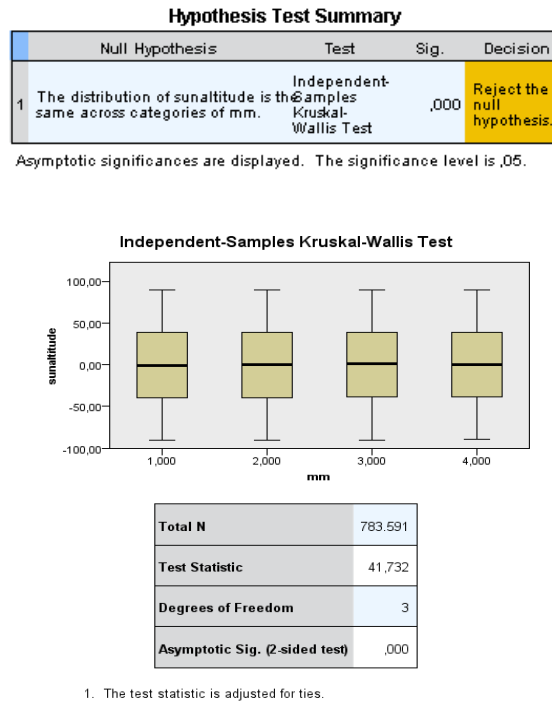
Şekil 3.13 Ay yükseklik açısı için Anderson-Darling Normallik Testi

Ay'ın Dünya'ya olan mesafesini Anderson-Darling Normallik testinde normal dağılıma sahip olmadığı Şekil 3.13'de görülmektedir. Verilerin, Şekil 3.13'de görüldüğü üzere, çan eğrisine benzeyen normal dağılım çizgiyle uyuşmamaktadır.

Deprem büyüklüğü, Güneş mesafesi, Güneş azimut açısı, Güneş yükseklik açısı, Ay mesafesi, Ay azimut açısı ve Ay yükseklik açısına ayrı ayrı uygulanan Anderson-Darling Normallik testi, normal dağılıma sahip olmadıkları anlaşılmaktadır. Normal dağılıma sahip olmaması, aralarında ilişkinin olmayacağı anlamı taşımamaktadır. Bunun sonucunda, istatistiki çalışmalarda takip edilen yöntem parametrik olmayan istatistik testi Kruskal Wallis Test uygulanarak, sıfır ve karşıt hipotezler belirlenip kabul veya reddedilmiştir.

3.4.2 Kruskal-Wallis Testi

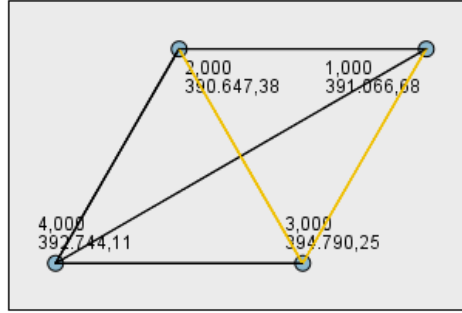
Anderson-Darling testinde olduğu gibi Kruskal-Wallis testinde de IBM SPSS Statistics 24 yazılımından faydanılmıştır. Kruskal Wallis testi uygulamaya başlamadan önce deprem büyüklükleri 4 farklı gruba ayrılmıştır. Deprem büyüklüğü 2.5 ile 3.5 için 1, 3.6 ile 4.5 için 2, 4.6 ile 5.5 için 3 ve 5.6 ile 10 için 4 olarak gruplara bölünmüştür.



Şekil 3.14 Güneş yükseklik açısı için Kruskal-Wallis Test

Güneş'in yükseklik açısı için sıfır hipotez olarak "Güneş yükseklik açısının dağılımı deprem büyüklüğü gruplarında aynıdır" olarak belirlenmektedir. Şekil 3.14'de görüldüğü üzere sıfır hipotez reddedilmektedir.

Pairwise Comparisons of mm



Each node shows the sample average rank of mm.

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj.Sig.
2,000-1,000	419,307	590,341	,710	,478	1,000
2,000-4,000	-2.096,736	1.742,956	-1,203	,229	1,000
2,000-3,000	-4.142,874	687,232	-6,028	,000	,000
1,000-4,000	-1.677,430	1.737,918	-,965	,334	1,000
1,000-3,000	-3.723,567	674,353	-5,522	,000	,000
4,000-3,000	2.046,138	1.773,174	1,154	,249	1,000

Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is ,05.

Şekil 3.15 Güneş yükseklik açısı için Kruskal Wallis ikili karşılaştırma

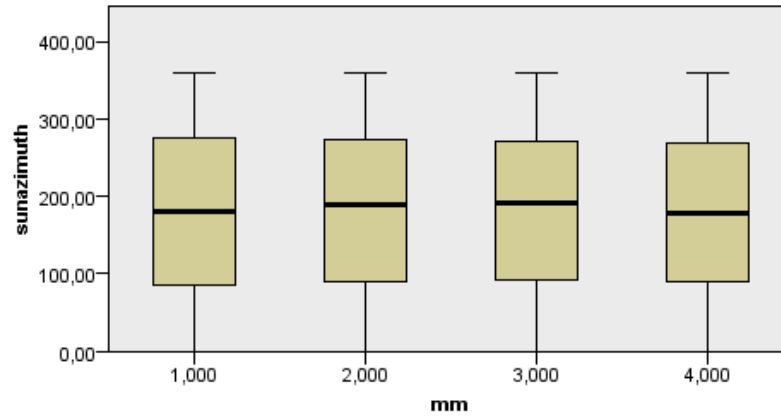
Yapılan ikili karşılaştırmada 2-3 ve 1-3 karşılaştırmaları anlamlılık kazanırken diğer karşılaştırmalarda herhangi bir anlamlılık kazanmamaktadır.(bakınız 3.15)

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of sunazimuth is the same across categories of mm.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	,000	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Independent-Samples Kruskal-Wallis Test



Total N	783.591
Test Statistic	20,320
Degrees of Freedom	3
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

1. The test statistic is adjusted for ties.

Şekil 3.16 Güneş yükseklik açısı için Kruskal Wallis Testi

Güneş'in azimut açısı için sıfır hipotez olarak "Güneş azimut açısının dağılımı deprem büyüklüğü gruplarında aynıdır" olarak belirlenmektedir. Şekil 3.16'de görüldüğü üzere sıfır hipotez reddedilmektedir.

Pairwise Comparisons of mm



Each node shows the sample average rank of mm.

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj.Sig.
4,000-1,000	2.774,345	1.737,918	1,596	,110	,662
4,000-2,000	4.134,614	1.742,956	2,372	,018	,106
4,000-3,000	5.349,575	1.773,174	3,017	,003	,015
1,000-2,000	-1.360,269	590,341	-2,304	,021	,127
1,000-3,000	-2.575,231	674,353	-3,819	,000	,001
2,000-3,000	-1.214,962	687,232	-1,768	,077	,462

Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is ,05.

Şekil 3.17 Güneş Azimut açısı için Kruskal Wallis İkili Karşılaştırma

Yapılan ikili karşılaştırmada 3-4 ve 1-3 karşılaştırmaları anlamlılık kazanırken diğer karşılaştırmalarda herhangi bir anlamlılık kazanmamaktadır.(bakınız 3.17)

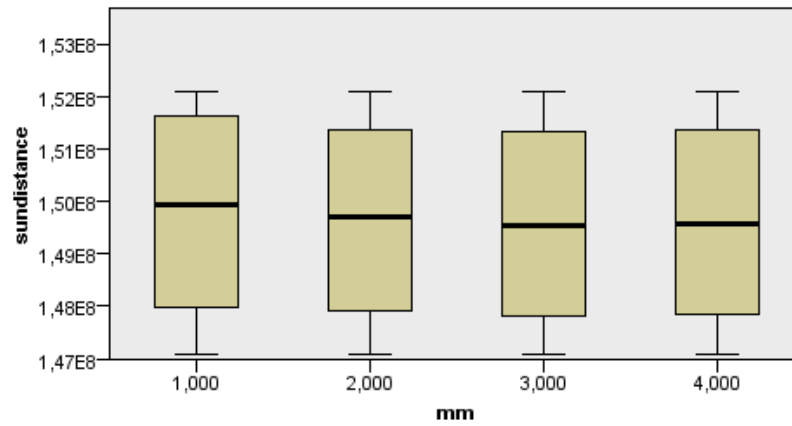
Son olarak, Güneş'in Dünya'ya olan uzaklığı Kruskal-Wallis testine sokulmaktadır. Bu test sonucunda da her ne kadar sıfır hipotezi reddedilse de, ikili karşılaştırmalarda anlamlılık kazanmaktadır.

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of sundistance is the same across categories of mm.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	,000	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Independent-Samples Kruskal-Wallis Test



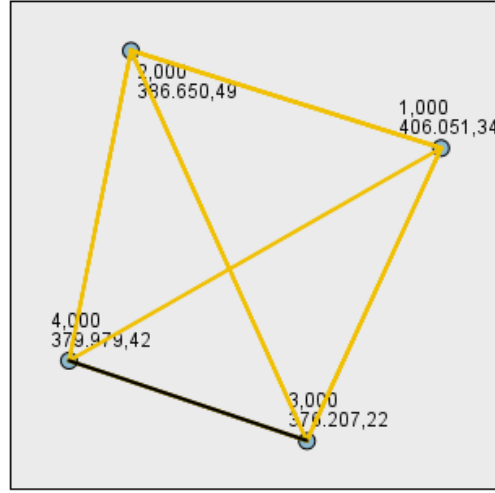
Total N	783.591
Test Statistic	2.261,666
Degrees of Freedom	3
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

1. The test statistic is adjusted for ties.

Şekil 3.18 Güneş uzaklığı için Kruskal Wallis Testi

Güneş'in Dünya'ya olan uzaklığı için sıfır hipotez olarak “Güneş uzaklığının dağılımı deprem büyüklüğü gruplarında aynıdır” olarak belirlenmektedir. Şekil 3.18’de görüldüğü üzere sıfır hipotez reddedilmektedir.

Pairwise Comparisons of mm



Each node shows the sample average rank of mm.

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj.Sig.
3,000-4,000	-3.772,196	1.773,174	-2,127	,033	,200
3,000-2,000	10.443,267	687,232	15,196	,000	,000
3,000-1,000	29.844,113	674,353	44,256	,000	,000
4,000-2,000	6.671,071	1.742,956	3,827	,000	,001
4,000-1,000	26.071,917	1.737,918	15,002	,000	,000
2,000-1,000	19.400,846	590,341	32,864	,000	,000

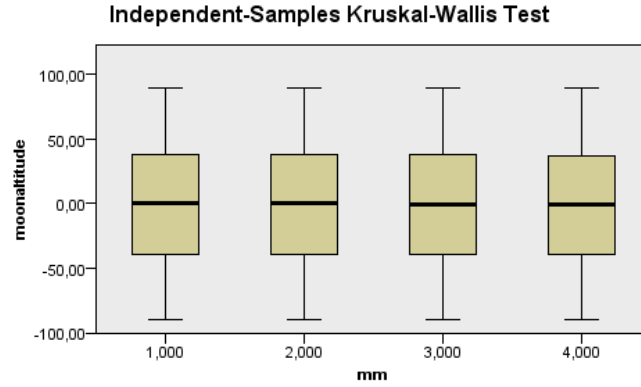
Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is ,05.

Şekil 3.19 Güneş'in Dünya'ya olan uzaklığı için Kruskal Wallis ikili karşılaştırma

Yapılan ikili karşılaştırmada, ikili karşılaştırmaların büyük çoğunluğu anlamlılık kazanmaktadır ve Güneş'in mesafesi azaldıkça deprem büyüklüğünün arttığı istatistiği ortaya çıkmaktadır.(bakınız 3.19)

Hypothesis Test Summary				
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of moonaltitude is the same across categories of mm.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	,239	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.



Total N	783.591
Test Statistic	4,217
Degrees of Freedom	3
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,239

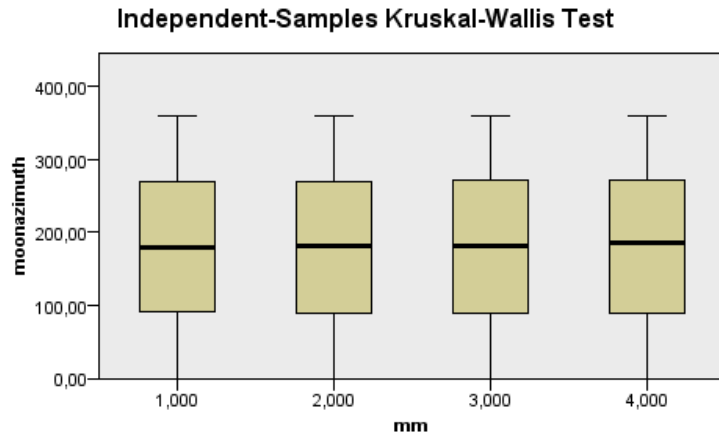
1. The test statistic is adjusted for ties.
2. Multiple comparisons are not performed because the overall test does not show significant differences across samples.

Şekil 3.20 Ay yükseklik açısı için Kruskal Wallis Testi

Ay'ın yükseklik açısı için sıfır hipotez olarak “Ay yükseklik açısının dağılımı deprem büyüklüğü gruplarında aynıdır” olarak belirlenmektedir. Şekil 3.20’de görüldüğü üzere sıfır hipotez korunmaktadır ve değişkenler arasında bir ilişki olmadığı sonucuna varılmaktadır.

Hypothesis Test Summary				
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of moonazimuth is the same across categories of mm.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	,088	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.



Total N	783.591
Test Statistic	6,548
Degrees of Freedom	3
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,088

1. The test statistic is adjusted for ties.
2. Multiple comparisons are not performed because the overall test does not show significant differences across samples.

Şekil 3.21 Ay azimut açısı için Kruskal Wallis Testi

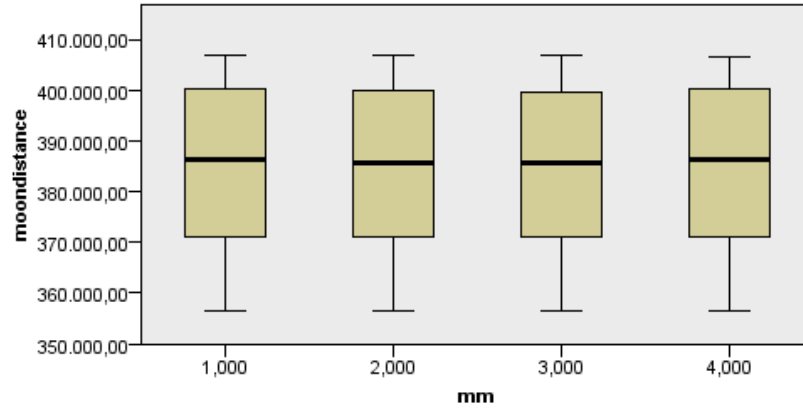
Ay'ın azimut açısı için sıfır hipotez olarak “Ay azimut açısının dağılımı deprem büyüklüğü gruplarında aynıdır” olarak belirlenmektedir. Şekil 3.21’de görüldüğü üzere sıfır hipotez korunmaktadır ve değişkenler arasında bir ilişki olmadığı sonucuna varılmaktadır.

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of moon distance is the same across categories of mm.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	,000	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Independent-Samples Kruskal-Wallis Test



Total N	783.591
Test Statistic	91,297
Degrees of Freedom	3
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

1. The test statistic is adjusted for ties.

Şekil 3.22 Ay yükseklik açısı için Kruskal Wallis Testi

Ay'ın Dünya'ya mesafesi için sıfır hipotez olarak “Ay mesafesinin dağılımı deprem büyüklüğü gruplarında aynıdır” olarak belirlenmektedir. Şekil 3.22’de görüldüğü üzere sıfır hipotez reddedilmektedir. Yapılan testler sonucunda, sıfır hipotezler reddedildiğinden dolayı istatistik testleri kullanan araçlar terk edilmiştir.

3.5 Tam Güneş Tutulmalarının İncelenmesi

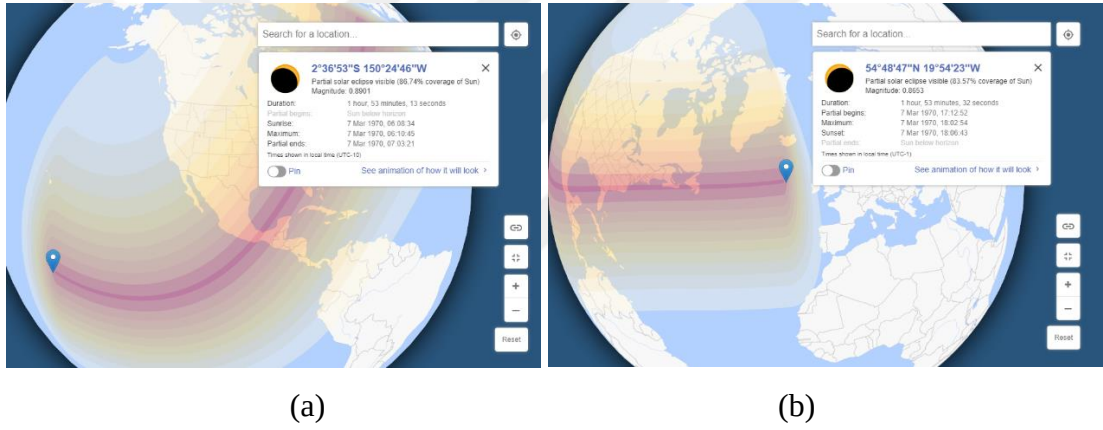
3.5.1 Tutulma İz Düşümlerinin Boyamlarının Belirlenmesi

Tutulmaların izdüşümlerinin başlangıç ve bitiş boylamlarını belirlenirken, üç boyutlu haritadan faydalanılmıştır. Greenwich’ten geçen başlangıç (0) boylamının

batısında kalan boylamlar eksi (-), doğusunda kalan boylamlar ise artı (+) olarak kabul edilmiştir.

Tutulmaların listesini hazırlanırken aynı zamanda üç boyutlu haritaya bakılarak tutulma izdüşümlerinin başlangıç ve bitiş boylamlarının değerleri de ayrı bir listede tutulmaya başlandı. Bu boylamlar ve izdüşümleri sayesinde Tam Güneş Tutulmaları gruplandırılması için ilk çalışmaya başlanmıştır.

Şekil 3.23 (a) ve (b) 'de görüldüğü üzere izdüşümlerin boylamlarını tabloya eklerken öncelikle başlangıç boylamı 150 derece ve batı (W) olan boylam -150 olarak eklenmiştir. Bitiş boylamı ise 19 derece ve batı olan boylam -19 olarak eklenmiştir.



Şekil 3.23 İz düşüm Boylamları (a-Başlangıç Boylamı, b- Bitiş Boylamı)

Şekil 3.23 (a)'da, timeanddate.com adlı internet sitesinden Tam Güneş Tutulmalarının iz düşümlerinin başlangıç boylamları belirlenmiştir. Şekil 3.23 (b)'de ise Tam Güneş Tutulmalarının iz düşümlerinin bitiş boylamları belirlenmiştir.

Tablo 3.4 Tam Güneş Tutulmalarının başlangıç ve bitiş boylamları

Tam Güneş Tutulması No	Tam Güneş Tutulması Tarihi	Başlangıç Boylamı	Bitiş Boylamı
3	7.03.1970	-152	-16
4	10.07.1972	142	-31
5	30.06.1973	-60	68

Tablo 3.4 devamı

6	20.06.1974	54	156
7	23.10.1976	30	173
8	12.10.1977	170	-64
9	26.02.1979	-140	-21
10	16.02.1980	-15	114
11	31.07.1981	44	-157
12	11.06.1983	57	172
13	22.11.1984	127	-86
14	12.11.1985	130	162
15	3.10.1986	-60	-29
16	29.03.1987	-72	55
17	18.03.1988	85	-139
18	22.07.1990	37	-134
19	11.07.1991	-175	-44
20	30.06.1992	-58	46
21	3.11.1994	-99	49
22	24.10.1995	47	173
23	9.03.1997	87	-140
24	26.02.1998	-146	-15
25	11.08.1999	-63	87
26	21.06.2001	-56	58
27	4.12.2002	-2	145
28	23.11.2003	2	98
29	8.04.2005	172	-58
30	29.03.2006	-37	103
31	1.08.2008	-83	120
32	22.07.2009	72	-154
33	11.07.2010	-172	-65
34	13.11.2012	130	-76
35	3.11.2013	-72	47
36	20.03.2015	43	111

Tablo 3.4 devamı

37	9.03.2016	86	-142
38	21.08.2017	-167	-23

Şekil 3.4’de, örneğin Tam Güneş Tutulma No’su 38 olan Tam Güneş Tutulmasının tarihi 21.08.2017’dir. Bu tutulma -167. Boylamdan başlayarak -23. Boylama kadar iz düşümü devam etmektedir.

3.5.2 Tutulma İz Düşümlerine Göre Gruplandırılması

Tam Güneş Tutulmalarının yer küre üzerindeki izdüşümlerinin taradıkları levhalara göre benzerlik gösterdiği görülmüştür. Böylece benzer olanlar aynı grupta toplanmıştır. Bu sayede, benzer Tam Güneş Tutulmaları esnasında meydana gelen depremler belirlenebilmiştir. Benzerliklerden hareketle incelenecek bu depremlerin de benzer özellikleri aranmıştır ve ortaya çıkarılmıştır.

Benzer Tam Güneş Tutulmalarını belirlerken, üç boyutlu haritadan faydalanarak iz düşümlerinin üzerinden geçtiği levhalara ve boylamlarına bakarak gruplandırma yapılmıştır. Gruplandırma, bir tabloda tutulmaktadır. Bu tablo, “Grup Numarası”, “Tam Güneş Tutulması Numarası”, “Tam Güneş Tutulması Tarihi” ve “Grupta yer alan Tam Güneş Tutulmalarının Bölgesi” sütunlarından oluşmaktadır.

Tam Güneş Tutulmalarını listelediğimiz 36 adet tutulmanın, 31 adedi birbirleri ile eşleştirilerek toplamda 9 adet grup oluşturulmuştur. Eşleşmeyen 5 adet Tam Güneş Tutulması ise tek başına bir grup gibi kabul edilerek listeye eklenmiştir.

Tablo 3.5 Tam Güneş Tutulmalarının gruplandırılması

GRUP NO	TGT NO	TGT Tarihleri	Gerçekleştiği Bölge
1.Grup	3,24,38	07.03.1970 - 26.02.1998 - 21.08.2017	Kuzey ile Güney Amerika Kıtalarının Orta Kısımı
2.Grup	4,9,15	10.07.1972 - 26.02.1979 - 03.10.1986	Kuzey Amerika Kıtası

Tablo 3.5 devamı

3.Grup	5,10,16,26,30,35	30.06.1973 - 16.02.1980 - 20.03.1987 - 21.06.2001 - 29.03.2006 - 3.11.2013	Afrika Kıtası
4.Grup	6,7,12	20.06.1974 - 23.10.1976 - 11.06.1983	Avustralya Kıtası
5.Grup	8,19	12.10.1977 - 26.06.1991	Kuzey Amerika Kıtasının Doğusu
6.Grup	11,18,23	31.07.1981 - 22.07.1990 - 09.03.1997	Asya Kıtasının Kuzeyi
7.Grup	14,27,28,34	12.11.1985 - 04.12.2002 - 23.11.2003 - 13.11.2012	Antarktika Kıtası
8.Grup	17,22,32,37	18.03.1988 - 24.10.1995 - 22.07.2009 - 09.03.2016	Doğu ve Güneydoğu Asya
9.Grup	21	3.11.1994	Güney Amerika Kıtası
10.Grup	13,29,33	22.11.1984 - 08.04.2005 - 11.07.2010	Avustralya ile Güney Amerika Kıtalarının Arası (Güney Amerika Kıtasının Batısı)
11.Grup	25	11.08.1999	Avrupa Kıtası
12.Grup	31	1.08.2008	Kuzey Amerika Kıtasının Kuzeyi ve Asya Kıtası
13.Grup	36	20.03.2015	Avrupa'nın Kuzeyi ve Asya'nın Kuzeyi
14.Grup	20	30.06.1992	Güney Amerika Kıtası ile Afrika Kıtasının Arası

3.5.3 Grupların Boylamlarına Göre Dünya'yı İkiye Bölme

Tam Güneş Tutulmalarını gruplandırdıktan sonra, yerküre Dünya'yı her bir grup için ayrı ayrı ikiye bölünmüştür. Ardından izdüşümlerin deprem olduğu yarım kürede mi yoksa diğer yarım kürede mi olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar incelenerek hangi yarımkürede daha fazla depremin olduğu istatistiği çıkarılmıştır.



(a)



(b)

Şekil 3.24 İz düşümlere Göre 2'ye bölme (a-Başlangıç Boylamı, b- Bitiş Boylamı)

Öncelikle, Dünya'yı iki parçaya bölerken hem izdüşümün olduğu yarım kürede hem de izdüşümün tam tersi tarafında kalan yarım kürede eşit sayıda boylamın olması hedeflenmiştir. Bu sayede, istatistik oluştururken yarım kürelerin eşit koşullarda değerlendirilmesi sağlanmıştır.

Dünya'yı iki eşit parçaya bölerken, gruplarda yer alan Tam Güneş Tutulması izdüşümlerinin boylamlarından faydalanıldı(Şekil 3.24 (a) ve (b)). Grupta yer alan Tam Güneş Tutulması izdüşümlerinin bulunduğu yarım kürenin başlangıç boylamını belirlerken, başlangıç boylamı en batıda olan Tam Güneş Tutulmasının boylamı başlangıç boylamı, bitiş boylamı en doğuda olan Tam Güneş Tutulmasının boylamı da bitiş boylamı olarak kabul edildi. Bu sayede, grupta yer alan bütün grup üyelerinin izdüşümleri belirlenen iz düşüm yarım küresi içerisine alınması sağlanmıştır.

Grupların başlangıç ve bitiş boylamlarını belirledikten sonra, şayet izdüşümün bulunduğu yarım küre 180 adet boylamı içerisine almıyorsa veya 180 adet boylamdan fazla boylama sahipse, başlangıç ve bitiş boylamlarını 180 adet boylama denk gelecek şekilde daraltıp veya genişleterek iki eşit parçaya bölünmesi sağlanmıştır. Örnek olarak, 1.Grupta üyesi olan 3, 24 ve 38 numaralı Tam Güneş Tutulmalarının başlangıç ve bitiş boylamlarına bakıldığında 38 numaralı tutulmanın başlangıç boylamının en batıda olduğu görülmüştür. Bu sebepten dolayı, grubun başlangıç boylamı -167 olarak belirlenmiştir. Bitiş boylamında ise, 3 numaralı tutulmanın bitiş boylamı en doğuda olduğu görülmüştür. Bu sebepten dolayı da 3 numaralı tutulmanın bitiş boylamı olan -16, grubun bitiş boylamı olarak belirlenmiştir. Grubun boylamları -167 ile -16 belirlendikten sonra 151 adet boylamı içerisine aldığından ve Dünya'yı iki eşit parçaya bölmediğinden dolayı boylam sınırları hem başlangıç noktasından hem de bitiş noktasından genişletilerek, izdüşümün bulunduğu yarım kürenin başlangıç ve bitiş boylamları -179 ve 0 olarak belirlenmiştir. Diğer yarım kürenin sınırları ise 1 ve 180 olarak tabloya kayıt edilmiştir (bakınız Tablo 3.6).

Tablo 3.6 Grupların başlangıç ve bitiş boylamları

Grup Adı	Başlangıç Boylamı	Bitiş Boylamı	Etkilediği Boylam Sayısı	Dünya'yı ikiye böldüğümüzde;	
				İzdüşümlerin Bulunduğu Yarım Küre	İzdüşümlerin Bulunmadığı Yarım Küre
				Başlangıç - Bitiş Boylamları	Başlangıç - Bitiş Boylamları
1.Grup	-167	-16	151	-179, 0	1, 180
2.Grup	142	-21	197	130, -50	-50, 130
3.Grup	-72	114	186	-70, 110	110, -70
4.Grup	30	173	143	10, -170	-170, 10
5.Grup	170	-44	146	150, -30	-30, 150
6.Grup	37	-157	156	30, -150	-150, 30
7.Grup	-2	160	162	-10, 170	170, -10
8.Grup	47	-139	174	50, -130	-130, 50
9.Grup	-99	49	148	-115, 65	65, -115
10.Grup	127	-58	175	120, -60	-60, 120
11.Grup	-63	87	150	-80, 100	100, -80
12.Grup	-83	120	203	-70, 110	110, -70
13.Grup	43	111	68	0, 180	180, 0
14.Grup	-58	46	104	-90, 90	90, -90

BÖLÜM DÖRT

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER

4.1 Sonuçlar

4.1.1 Grup Boylam Sınırlarına Göre Tam Güneş Tutulmalarında Deprem Oranı

Gruplarda yer alan Tam Güneş Tutulmalarının izdüşümlerinin bulunduğu Yarım Kürenin ve diğer yarım kürenin boylam sınırlarını belirlenmiştir. Her grup için ayrı ayrı belirlenen sınırlardan sonra, grup üyelerinin her birinin grup sınırlarına göre deprem istatistiği yapılmıştır.

İnsanların gündelik yaşantısında hiçbir şekilde hissedemediği yavaşlıkta meydana gelen levha hareketlerinin sonucunda depremler ve volkanik patlamalar meydana gelmektedir. Ancak uzun dönemler halinde levhaların hareketleri incelendiğinde, bu yavaş hareketin uzun vadeli etkileri ortaya çıkarılabilmektedir. Bu sebepten dolayı, istatistik çalışmasını yapmadan önce Tam Güneş Tutulmasından 15 gün öncesi ve 30 gün sonrası olmak üzere 46 günlük periyodu baz alınması gerektiği belirlenmiştir. Bu doğrultuda 1.Grup üzerinden örnek vermek gerekirse, 1. Grubun üyelerinden olan 3 numaralı Tam Güneş Tutulmasının istatistiğini oluştururken, tutulmanın tarihi olan 07.03.1970'ten 15 gün öncesi ve 30 gün sonrasını içine alan depremler belirlenmiştir. Bu depremlerden hangilerinin iz düşüm yarım küresindeki sınırlar içinde olduğu, hangilerinin de diğer yarım kürede olduğu bir tabloya kaydedilerek deprem oranları tutulma bazında belirlenmiştir. 3 numaralı Tam Güneş Tutulması için deprem oranları belirlenirken, üyesi olduğu 1.Grubun boylam sınırları kullanılmıştır.

Tablo 4.1 Tam Güneş Tutulmalarında deprem sayısı ve oranı

TGT NO	TGT TARİHİ	İZ DÜŞÜMLÜ YARIM KÜRE DEPREM SAYISI	DİĞER YARIM KÜRE DEPREM SAYISI	TOPLAM DEPREM SAYISI	İZ DÜŞÜMLÜ YARIM KÜRE DEPREM ORANI (%)	DİĞER YARIM KÜRE DEPREM ORANI (%)
3	7.03.1970	5	13	18	27,78	72,22

Tablo 4.1 devamı

4	10.07.1972	12	4	16	75,00	25,00
5	30.06.1973	1	9	10	10,00	90,00
6	20.06.1974	8	4	12	66,67	33,33
7	23.10.1976	13	0	13	100,00	0,00
8	12.10.1977	4	2	6	66,67	33,33
9	26.02.1979	9	6	15	60,00	40,00
10	16.02.1980	3	9	12	25,00	75,00
11	31.07.1981	3	0	3	100,00	0,00
12	11.06.1983	13	3	16	81,25	18,75
13	22.11.1984	19	4	23	82,61	17,39
14	12.11.1985	11	8	19	57,89	42,11
15	3.10.1986	15	2	17	88,24	11,76
16	20.03.1987	1	24	25	4,00	96,00
17	18.03.1988	9	9	18	50,00	50,00
18	22.07.1990	18	5	23	78,26	21,74
19	11.07.1991	5	6	11	45,45	54,55
20	30.06.1992	4	19	23	17,39	82,61
21	3.11.1994	2	10	12	16,67	83,33
22	24.10.1995	19	6	25	76,00	24,00
23	9.03.1997	12	6	18	66,67	33,33
24	26.02.1998	2	8	10	20,00	80,00
25	11.08.1999	6	9	15	40,00	60,00
26	21.06.2001	4	14	18	22,22	77,78
27	4.12.2002	5	6	11	45,45	54,55
28	23.11.2003	9	8	17	52,94	47,06
29	8.04.2005	8	14	22	36,36	63,64
30	29.03.2006	3	16	19	15,79	84,21
31	1.08.2008	9	15	24	37,50	62,50
32	22.07.2009	15	7	22	68,18	31,82
33	11.07.2010	28	0	28	100,00	0,00

Tablo 4.1 devamı

34	13.11.2012	9	10	19	47,37	52,63
35	3.11.2013	6	6	12	50,00	50,00
36	20.03.2015	6	8	14	42,86	57,14
37	9.03.2016	11	1	12	91,67	8,33
38	21.08.2017	5	10	15	33,33	66,67

4.1.2 Gruplarda Deprem Oranı

Gruplardaki deprem oranlarını belirlerken Tam Güneş Tutulmalarının deprem oranları toplanarak belirlenmiştir. Her grubun kendi üyelerinin iz düşümlü yarım kürede gerçekleşen deprem sayıları kendi içerisinde, diğer yarım kürede gerçekleşen deprem sayıları da yine kendi içerisinde toplanarak gruplardaki deprem sayıları ve oranları belirlenmiştir.

Tablo 4.2 Gruplardaki deprem sayısı ve oranı

Grup Adı	İz düşüm Yarım Küresinde Deprem Sayısı	İz düşüm Yarım Küresinde Deprem Oranı	İzdüşümlerin Bulunmadığı Yarım Küre Deprem Sayısı	İzdüşümlerin Bulunmadığı Yarım Küre Deprem Oranı (%)	Toplam Deprem Sayısı
1.Grup	12	27,91	31	72,09	43
2.Grup	36	75,00	12	25,00	48
3.Grup	18	18,75	78	81,25	96
4.Grup	34	82,93	7	17,07	41
5.Grup	9	52,94	8	47,06	17
6.Grup	33	75,00	11	25,00	44
7.Grup	25	53,19	22	46,81	47
8.Grup	54	70,13	23	29,87	77
9.Grup	2	16,67	10	83,33	12
10.Grup	64	69,57	28	30,43	92
11.Grup	6	40,00	9	60,00	15
12.Grup	9	37,50	15	62,50	24

Tablo 4.2 devamı

13.Grup	6	42,86	8	57,14	14
14.Grup	4	17,39	19	82,61	23

4.1.3 Gruplardaki Deprem Oranlarının İncelenmesi

Gruplardaki deprem sayılarına ve oranlarına bakıldığında bazı gruplarda iki yarım küre arasında büyük miktarda fark olduğunu görülmektedir. Bu durum levhaların hareketleri üzerinden incelendiğinde, karşımıza Tablo 3.6 ‘da yer alan bir durum ortaya çıkmaktadır.

Tablo 4.3 Levhaların iki yarım kürede hareketleri

İzdüşümün Bulunduğu Yarım Küre	İzdüşümün bulunmadığı Yarım Küre
İraksak	Yakınsak
Yakınsak	İraksak

Gruplardaki izdüşümleri incelediğimizde, izdüşümlerin yer aldığı levhalar ıraksak hareket ediyor ise izdüşümün bulunmadığı yarım küredeki tam ters levhalar yakınsak hareket etmektedir. Bu durum, deprem sayılarında ve oranlarında hangi yarım kürede yüksek olacağı konusunda bir fikir vermektedir. Örnek olarak, grupta bulunan Tam Güneş Tutulmalarının izdüşümlerinin bulunduğu levhalar yakınsak olarak hareket ediyorsa o bölgede çok sayıda deprem meydana gelmekte, tam ters noktada kalan levhalarda yakınsak hareketi varsa o yarım kürede çok sayıda deprem meydana gelmektedir.

Tablo 4.4 Yarım kürelerdeki levha hareketine bağlı deprem oranları

Grup	İzdüşümün Olduğu Yarım Küre	İzdüşümün Olduğu Yarım Küre Deprem Oranı	İzdüşümün Olmadığı Yarım Küre	İzdüşümün Olmadığı Yarım Küre Deprem Oranı
1.Grup	İraksak	27,91	Yakınsak	72,09
2.Grup	Yakınsak	75,00	İraksak	25,00

Tablo 4.4 devamı

3.Grup	Iraksak	18,75	Yakınsak	81,25
4.Grup	Yakınsak	82,93	Iraksak	17,07
6.Grup	Yakınsak	75,00	Iraksak	25,00
8.Grup	Yakınsak	70,13	Iraksak	29,87
10.Grup	Yakınsak	69,57	Iraksak	30,43

4.2 Değerlendirmeler

Oluşturulan benzer Tam Güneş Tutulması grup tablosu(bakınız Tablo 3.5) sayesinde ileride meydana gelecek Tam Güneş Tutulmalarının, tabloda yer alan gruplarla hangisi ile benzer özellik gösterdiği saptanabilecektir. Bu doğrultuda, meydana gelecek olan Tam Güneş Tutulması geçmişte meydana gelen Tam Güneş Tutulmaları ile aynı özelliklerde değerlendirilebilecektir. O grupta yer alan tutulmaların öncesinde ve sonrasında meydana gelen depremler incelenerek meydana gelecek Tam Güneş Tutulması öncesi veya sonrasında hangi levhalarda deprem olabileceği kanısına varılabilecektir.

BÖLÜM BEŞ

SONUÇ

Deprem, Dünya genelinde büyük can ve mal kayıplarına sebep verdiği için deprem istatistikleri bu çalışmalarda önemli yer tutmaktadır. Bu sebeple, Dünya genelinde meydana gelen 1970 ve 2018 yılları arası 6.0 ve üzeri depremlerin istatistikleri çıkarılmıştır. Meydana gelen depremlerin bir kısmının Güneş ve Ay'ın hareketleri ile ilgili bir bağlantısı olabileceği öngörüsünden yola çıkılarak, hipotezler hazırlanmış ve istatistik testlerine sokulmuştur. Bu testler sonucunda Güneş'in uzaklığının depremler üzerinde etkili olabileceği sonucuna varılmıştır.

İstatistiksel incelemeler sonucunda Tam Güneş Tutulmalarının enlem, boylam ve zamanları depremlerin oluşumunda ve deprem büyüklüğünde etkili olduğu görülmüştür. Bu çalışmada, 1970 yılından 2018 yılı sonuna kadar Dünya'da meydana gelmiş 2,5 şiddeti ve üzerindeki depremler ile Dünya ve Ay'ın hareketine ilişkin istatistiksel analizi yapılmıştır. Çalışmada kullanılan deprem bilgileri Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu tarafından verilmekte olan katalogdan elde edilmiştir. Deprem verileri ile Güneş'in ve Ay'ın deprem anındaki Dünya ile yaptıkları azimut ve yükseklik açıları, aynı zamanda da Dünya'ya olan mesafeleri bir tabloya işlenerek 785.270 satırlık veri elde edilmiştir. Ayrıca, ayrı bir tabloda ise Tam Güneş Tutulmalarının Dünya üzerindeki izdüşümleri işlenerek iz düşüm tablosu oluşturulmuştur. Oluşturulan veriler sonucunda, benzer iz düşüme sahip Tam Güneş Tutulmaları ayrı bir tabloya alınarak gruplandırılmıştır. Gruplandırılan Tam Güneş Tutulmalarının tarihlerinden 15 gün öncesinden 30 gün sonrasına kadar olan 6 ve üzeri büyüklüğe sahip depremler incelenmiştir. İncelenen bu depremlerin meydana geldiği yerlere bakıldığında, büyük çoğunluğunun Tam Güneş Tutulmasının iz düşümünün bulunduğu yerlerde veya tam ters noktası olan Dünya'nın diğer yüzünde meydana geldiği görülmüştür. Buradan Tam Güneş Tutulması iz düşümünün Dünya'yı bıçak gibi kestiği ve buralarda plakalara hareket kazandırdığı sonucuna varılmıştır.

Dünya ve Güneş arasında meydana gelen kuvvetin yer küre altında bulunan magmayı hareket ettirmesi, bu sebeple de yer kürede sürekli olarak sarsıntıların meydana gelebileceğinden yola çıkılmıştır. Öncelikle Güneş tutulmalarının meydana geldiği yarım kürenin boylamları üç boyutlu grafik üzerinde belirlenmiştir. Sonrasında, hem tutulmanın meydana geldiği yarım küredeki levha hareketleri hem de diğer yüzeydeki levha hareketleri incelenmiştir. Bunun sonucunda Güneş tutulmasının meydana geldiği yarım kürelerde yakınsak olarak hareket eden levhalar üzerinde 6,0 ve üzeri depremlerin meydana geldiği görülmüştür.

Çalışma sonucunda, her ne kadar Ay tutulmasının etkileri istatistikleri etkilememiş olsa da, depremlerin Güneş Tutulmalarıyla ilgili olup olmadığı üç boyutta incelenmiştir. Boyut değişkenleri olarak;

- 1- Güneş tutulmasının tarihi ve izdüşümü,
- 2- Deprem tarihi ve yeri,
- 3- Levha yapıları

Aralarında bir bağ olduğu istatistiksel olarak gözlemlenmiştir.

Örnek olarak;

20.04.2023 tarihinde meydana gelecek olan Tam Güneş Tutulmasını ele aldığımızda;

İzdüşümü Avustralya Kıtası'nda görülmektedir. Dördüncü gruptaki tutulma ile benzer izdüşüme sahiptir. Bu grupta depremlerin %82-83 oranında deprem, izdüşümünün bulunduğu yarım kürede gerçekleşmektedir.

Bunun sonucunda da Endonezya Filipinler bölgesinde 45 günlük periyotta 6 ve üzeri, büyük bir depremin meydana gelebileceği öngörüsünde bulunabilmekteyiz.

KAYNAKLAR

- Ak, T. (bt). *Depremlerin Sebebi Güneş Tutulmaları mıdır?*. 02 Ocak 2020, https://www.tug.tubitak.gov.tr/etkinlikler/tutulma/turkish/tutulma_deprem/ak/calisma_ak.html.
- Bakırcı, Ç.M. (2012). *Levha Hareketleri (Plaka Tektoniği): Dünya Yüzeyini Oluşturan Plakalar Nelerdir?*. 15 Aralık 2019, <https://evrimagaci.org/levha-hareketleri-plaka-tektonigi-dunya-yuzeyini-olusturan-plakalar-nelerdir-566>.
- Dünya Atlası. (2017). *Dünya'nın Büyük Tektonik Plakaları*. 15 Aralık 2019, <https://www.dunyaatlası.com/dunyanin-buyuk-tektonik-plakaları>.
- Dünya Jeoloji Haritaları*. (bt). 20 Aralık 2019, <http://cografyaharita.com/haritalarim/1fdunya-tektonik-haritasi1.png>.
- Gazete Milliyet. (2019). *16 Temmuz 2019 Ay Tutulması*. 02 Kasım 2019, <https://www.milliyet.com.tr/16-temmuz-2019-ay-tutulmasi--molatik-12475>.
- Tübitak Ulusal Gözlemevi. (bt). *Güneş Tutulması*. 10 Ocak 2020, <https://www.tug.tubitak.gov.tr/etkinlikler/tutulma/turkish/anasayfa.html>.
- Tunca, Z. (2006). *Güneş Tutulmaları ve Depremler*. 03 Ocak 2020, https://www.tug.tubitak.gov.tr/etkinlikler/tutulma/turkish/tutulma_deprem/tunca/calisma_tunca.html.