

28740

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇANAKKALE BÖLGESİ'NİN DEPREM RİSKİ

(DEPREMLERE GÖRE RİSK ANALİZİ, SİSMİK
DONELERİN İHTİMALLERE GÖRE HESAPLANMASI)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOFİZİK MÜH. E. ÖZLEM ÖZATA

İSTANBUL/1993

İÇİNDEKİLER

SAYFA

TEŞEKKÜR

ÖZET

ABSTRACT

1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Dayanağı ve Yaklaşımı	1
1.2. Çalışmanın Kapsamı	2
2. MÜHENDİSLİKTE DEPREM RISKİ ANALİZİ	2
2.1. Deprem Riski	2
2.2. Sismik Risk Kavramı	3
3. ÇANAKKALE BÖLGESİNİN DEPREM RISKİ, DEPREMLERE GÖRE RISK ANALİZİ	6
3.1. BÖLGENİN SISMOTEKTONİĞİ	6
3.1.1. Çanakkale ve Bölgesinin Jeolojisi	6
3.2. BÖLGENİN SİSMİSİTESİ	8
3.2.a. Marmara Denizi ve Yakın Çevresi Depremselliği	8
3.2.1. Bölgenin Tarihsel Depremleri	9
3.2.1.1. Bölgede Olmuş Büyük Depremler Hakkında Makro- sismik Bilgiler	9
3.2.1.2. Tarihsel Sıraya Göre Hasar Yapıcı Depremlerin Bölgedeki Etkileri	10
3.2.2. Bölgenin Tektonik Durumu	19
3.2.2.1. Bölgenin Sismotektonik Haritaları	
3.2.2.1.a. Fayların ve Fay Aktivitelerinin Saptanması	21
3.2.2.1.b. Tarihsel Döneme Ait Depremlerin Episantr Dağılım Haritası	22
3.2.2.1.c. Aletsel Döneme Ait Depremlerin Episantr Dağılım Haritası	24

4. SISMİK DONELERİN İHTİMALLERE GÖRE HESAPLANMASI	25
4.1. İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLER	25
4.1.1. En Küçük Kareler Yöntemi	25
4.2. Sismik Tehlike	27
4.3. Deprem Risk Modelleri	27
4.3.1. Depremlerin Oluşumu İçin Poisson Modeli	28
4.3.1.a. Gumbel Olasılık Dağılımı	31
4.3.1.b. Weibull Olasılık Dağılımı	32
4.3.2. Depremlerin Oluşumu İçin Markov Modeli	35
4.3.2.a. Semi-Markov Modeli	36
5. RISK MODELLERİ UYGULAMASI	36
5.1. Poisson Modelinin Uygulanması	36
5.1.a. Tarihsel Dönem Risk Hesabı	37
5.1.b. Aletsel Dönem Risk Hesabı	40
5.1.1. Gumbel Olasılık Dağılımı'nın Uygulanması	44
5.1.2. Weibull Olasılık Dağılımı'nın Uygulanması	49
6. SONUÇLAR	53
7. KAYNAKLAR	54
ÖZGEÇMİŞ	57
8. EKLER:	58
EK. 1. ÇANAKKALE BÖLGESİ İÇİN KULLANILAN DEPREM	
KATALOĞU	59
EK. 2. TÜRKİYE KIRIK SİSTEMLERİ HARİTASI	67

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Tezimi yöneten, değerli önerleri ve sürekli yardımları ile çalışmalarına ışık tutan Sayın Hocam Prof. Dr. Tuncer Kodamanoğlu'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarına sağladığı veri ve programlarla yardımcı olan Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Müdürü Sayın Prof. Dr. Ahmet Mete Işıkara olmak üzere bilgi ve önerileri ile çalışmaya katkıda bulunan Sayın Müh. Erhan Ayhan'a ve onun şahsında tüm sismoloji servisi arkadaşlarına içtenlikle teşekkür ederim.

Yaptığım çalışmaya makale ve yönlendirmeleriyle yardım eden Sayın Doç. Dr. Haluk Eyidoğan'a, bilgi ve yardımlarından büyük ölçüde faydalandığım Sayın Doç. Dr. Demir Kolçak'a ilgilerimden dolayı teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Çalışmamın yürütülmesi esnasında büyük katkı ve desteklerini gördüğüm İstanbul Jeofizik Mühendisleri Odasına şükran ve teşekkürlerimi sunarım.

Maddi ve manevi desteklerini gördüğüm aileme ve yazım aşamasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Hilal Türkaba'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Bu çalışmada ülkemizin en etkin deprem kuşağı olan Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun $39^{\circ}.50\text{ N} - 41^{\circ}.50\text{N}$ enlemleri $25^{\circ}.50\text{E} - 28^{\circ}.50\text{E}$ boylamları arasında kalan kısmı için deprem riski saptanmıştır.

İnceleme Bölgesinde, 1881-1991~1900-1991 yıllarında oluşmuş ve büyüklüğü $M \geq 4.5$ olan depremlere Gumbel ve Weibull olasılık dağılımı uygulanarak ortalama yinelenme periyodu elde edilmiştir. Bulunan yinelenme periyodundan yararlanarak değişik zaman süreçleri için saptanan risk değerlerinin oldukça yüksek olduğu görülmüştür.

Tamam ve eksik kataloklardan maksimum bölgesel magnitüd m_{max} aktiflik oranı ve Gutenberg-Richter bağıntısındaki b parametresi gibi deprem risk parametrelerinin hesaplanmasında, İstatistiksel yöntemler geniş bir biçimde kullanılmaktadır.

Bu yaklaşıma göre, kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ)'nin $25.50^{\circ}\text{E} - 28.50^{\circ}\text{E}$, $39.50^{\circ}\text{N} - 41.50^{\circ}\text{N}$ kesimleri için tarihsel dönem (1881 - 1900) ve atısel dönem (1900 - 1991) deprem kataloklarından yararlanarak deprem risk parametreleri hesaplanmıştır. Belirtilen bölgeler için " b " değeri, (- 0.59), (-1.344) ve meydana gelebilecek maksimum deprem, magnitüdü 5,42, olarak belirlenmiştir.

ABSTRACT

In this study the earthquake risk is determined in the area between 39.50°N - 41.50°N parallels 25.50°E - 28.50°E longitudes along the North Anatolian Fault Zone which is known as a most active fault in our country.

In order to obtain the recurrence periods, the Gumbel and Weibull distribution is applied to the earthquake data which covers the period of 1881 - 1991 ~1900 - 1991 and the magnitudes are equal to or greater than 4.5.

Using recurrence periods, relatively high risk values are found for some design periods.

The statistics method has been used widely to estimate the seismic risk parameters M_{\dots} , λ activity rate and the b value of Gutenberg - Richter magnitude - frequency relation. This method is used in this study to estimate the seismic risk parameters for the 25.50°E - 28.50°E , 39.50°N - 41.50°N sections of the NAFZ. from historical data between (1881 - 1900) and instrumental data between 1900 - 1991. Estimated b values are (- 0, 59), (- 1.344) and the expected maximum earthquake magnitude is 5.42 for the regions.

1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Dayanağı ve Yaklaşımı

Risk çalışmalarında en az 100 yıllık bir dataya ihtiyaç vardır. Çanakkale olarak seçilen odak noktasının en az 200 km doğusuna ve batısına açılımla, $M \geq 4,5$ dataların değerlendirilmesiyle seçilen koordinatlar arasındaki bölgede risk hesaplamaları yapılmak istenmiştir.

Çalışmanın dayanağı; kataloglardaki deprem bilgileri eski devirlere doğru gidildikçe yetersiz ve eksik kalmaktadır. Bu sebeple 1900-1991 yılları arası oluşan deprem magnitüd (büyüklük)- risk ilişkilerinin saptanması ve bunlarla ilgili problemlerin incelenmesidir.

Bu çalışmada kullanılan metod, seçilen birim magnitüd aralığına tekabül eden birim yıldaki kümülatif deprem oluş sayılarını, çok iyi bilinen en küçük kareler metodu ile bir doğruya uygulamaktır. Bu uygulama sonucu elde edilen doğrunun eğimi b değerini (eğim değeri), buna karşılık $\log(N(M)/YIL)$ eksenini doğrunun kestiği nokta ise a değerini (kesme değeri) vermektedir.

a değerleri genellikle göz önünde tutulan bölgenin büyüklüğü ve incelenen zaman süresiyle doğrudan doğruya ilgili olmasına rağmen, böyle bir özellik b değerleri için söylenemez b değerleri daha ziyade bölgenin tektonik yapısıyla ilişkili olmaktadır.

Çalışmanın ilk aşamalarında derlenerek, yeniden gözden geçirilen deprem verileri, her türlü yararlanmaya açık bir biçimde "Bölgenin deprem kataloğu" haline getirilmiş ve ekler kısmında sunulmuştur. Ayrıca Türkiye'nin kırık sistemlerini gösteren ve ekler kısmında verilen harita, 3.2.2.1'deki bölgenin sismotektonik haritalarının çiziminde temel kaynak olarak kullanılmıştır.

Çalışmada elde edilen sonuçların Marmara Denizi ve yakın çevresinde deprem oluşumunun anlaşılmasına yardımcı olacağı ve bölge için verilmiş deprem donelerinin mühendislik sismolojisi çalışmalarında ve İnşaat sektöründe kullanılabileceği umulmaktadır.

1.2. Çalışmanın Kapsamı

Bu çalışmada deprem kataloglarından temin edilen verilere Poisson Modeli uygulaması yapılmıştır. Uygulama bölgesi 39.50N - 41.50N (kuzey) enlemleri ve 25.50E - 28.50E (doğu) boylamları arasında kalan Çanakkale ve yöresidir.

Bölgenin tektonik özellikleri dikkate alınarak belirlenen bu kesimlerin incelenmesinde 1900-1991 yılları arası oluşan aletsel dönemle, MÖ 282 ile MS 1900'e kadar geçen 2182 yıllık bir süreçte tarihsel dönemde olmuş depremler değerlendirmeye alınmıştır. Mevcut kataloglardaki sınırlamalar nedeniyle $M \geq 4.5$ olan depremler değerlendirilmiştir.

2. MÜHENDİSLİKTE DEPREM RİSKİ ANALİZİ

2.1. Deprem Riski

Risk, bir deprem tehlikesi sonucu oluşacak kayıpların sonucudur. Bölgede deprem yoksa risk sıfırdır. Fakat tehlike ayıdır. İstanbul ile Van'ın deprem tehlikesi ayıdır fakat risk İstanbul'da daha fazladır. Bu yüzden her tehlikeli bölge riskli bölge değildir.

Risk- Tehlike x kayıp değeri x kayıt derecesi biçimiyle belirtilebilir.

Ülkemiz yeryüzünün çok hareketli bir deprem kuşağı üzerindedir. depremler diğer doğal afetlerden ayıran en önemli özellik depremle ilgili hiçbir bilginin önceden bilinmemesidir. Deprem bu rastgeleliği ve çeşitli belirsizliklerden dolayı, depreme dayanıklı yapıların projelendirilmesinde kullanılacak deprem parametreleri olasılık ve istatistik yöntemlere dayanan yaklaşımlarla belirlenmelidir.

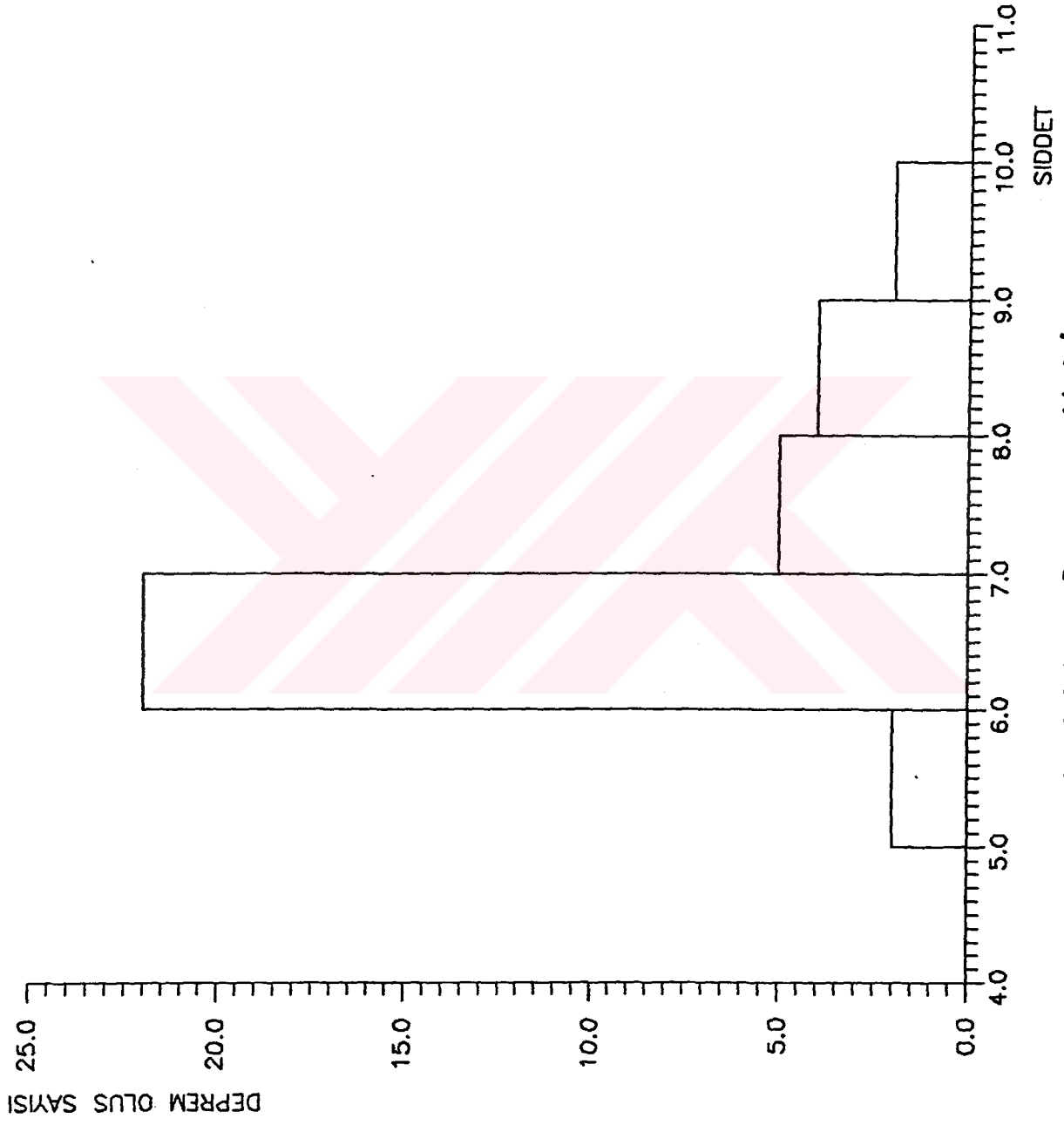
Sismik risk analizinin amacı, tarihi deprem verilerinin analizi ile inşaat sahasında ileride beklenebilecek sismik etkinlik için belirli olasılık değerleri elde etmektir. Böyle bir analiz sonucu, genellikle belirli bir zemin hareketi parametresinin ya da deprem şiddetinin bir yıldaki aşılma olasılığıdır.

Konut gibi basit yapıların tasarımında yönetmelik prensipleri yeterli olabilir. Fakat nükleer santraller, barajlar, hastaneler, köprüler ve çok katlı yapılar gibi önemli mühendislik yapıları için çok daha detaylı analizler yapılması gerekmektedir.

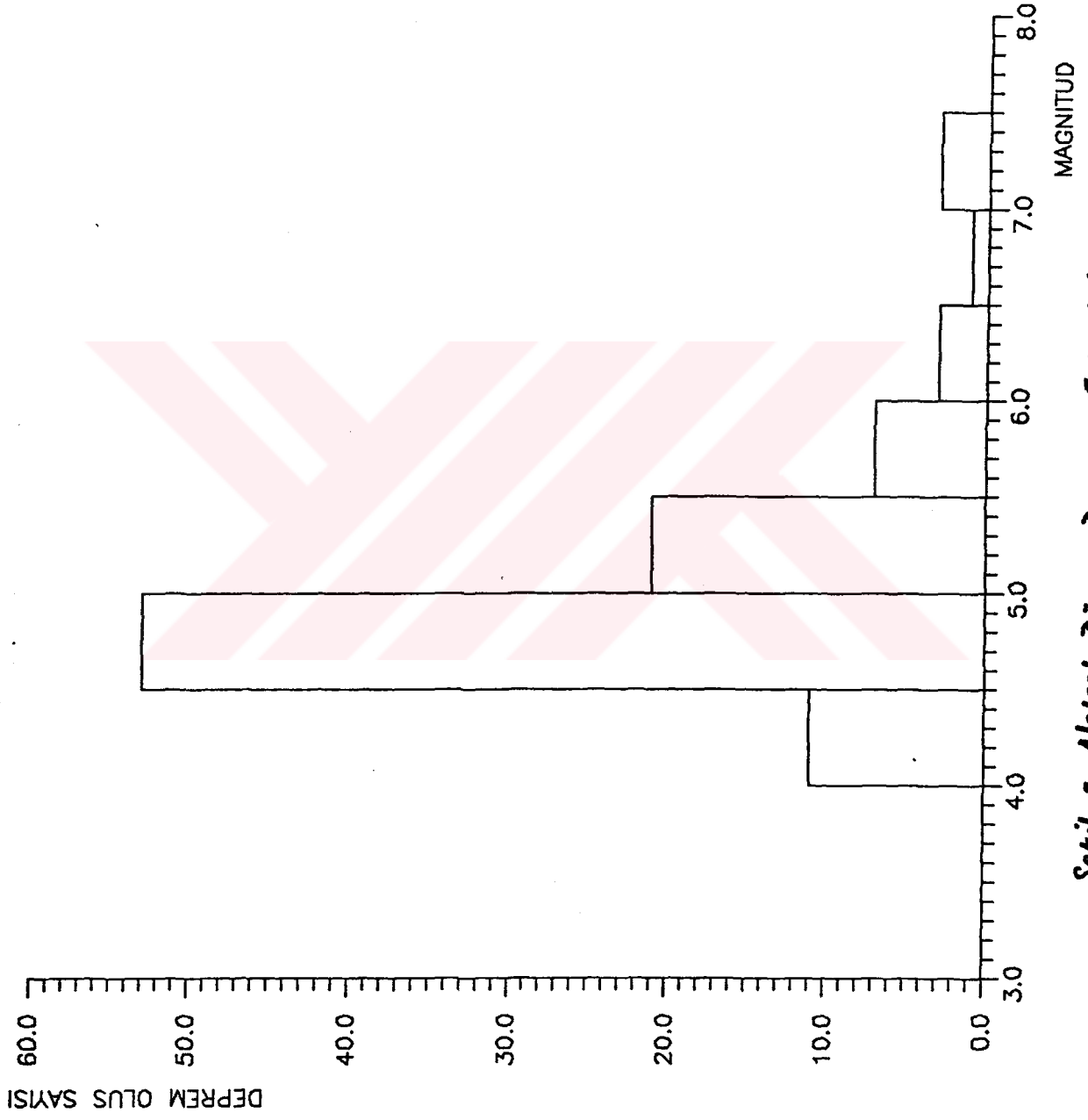
2.2. Sismik Risk Kavramı

"Sismik risk", mühendislik sismolojisi ve deprem mühendisliğinde karşılaşılan problemlerin hemen hepsinde bilinmesi ve çözülmesi gereken bir sorundur.

Sismik tehlike, belirli bir bölgede ileride vuku bulması muhtemel sismik faaliyetin olasılık yöntemleriyle belirlenmesi ile saptanır. Sismik risk ise, belirli bir bölgede, ileride vuku bulması muhtemel sismik faaliyetin sebep olacağı hasarın olasılık yöntemleriyle belirlenmesi ile bulunur. Yani sismik risk kavramı yalnızca deprem vukuuna değil fakat aynı zamanda depremden dolayı oluşan sonuçları da içermektedir. Örneğin, aynı yerde yapılacak iki yapı için sismik tehlike aynı olmasına karşın sismik risk çok farklı olabilir. Bu fark, yapıların üzerinde bulunacağı zemin koşullarına, yapıların dinamik özelliklerine ve yapıların hasara uğrama durumunda doğabilecek can ve mal kaybı farklarına bağlıdır. Demek oluyor ki sismik risk, sismik tehlikeyi de kapsayan daha geniş bir güvenilirlik kavramıdır.



Şekil-1 Tarihsel dönem Deprem Etkinliği.



Şekil-2 Aletsel Dönem Deprem Etkinliği.

3. ÇANAKKALE BÖLGESİNİN DEPREM RİSKİ, DEPREMLERE GÖRE RİSK ANALİZİ

3.1. BÖLGENİN SISMOTEKTONİĞİ

3.1.1. Çanakkale ve Bölgesinin Jeolojisi

İlin zemini genellikle dağ ve tepelerle kaplı alanların vadilerle parçalanarak engebelenmesiyle şekillenmiştir. En yüksek noktasına Kazdağı'nda ulaşan dağlar, ilin %44'lük bir bölümünü kaplamıştır.

İlin jeolojik yapısı, I. zamanda (Paleozolik) oluşmuş kilitli şist, ve mermerler, II. zamanda (Mesozolik) oluşmuş mermerleşmiş kalker, kil, taş ve şistler, III. zamanda (Eosen ve Oligosen) oluşmuş taş, kum, IV. zamanda (Alüvyum) oluşmuş alüvyonlar ve volkanik kütleleri içermektedir.

Çanakkale dolaylarında Miyosende başlayarak Pliyosen, Pleistosen ve Holosende devam eden etkin ve yaygın bir volkanik faaliyet hüküm sürmüştür. Volkanizma Miyosen süresince etkin olmuş, riyolitik ve alkali-riyolitik asit kayaçlar da onlara eşlik etmişlerdir. Buna karşın, Çanakkale ve yöresinde bugüne kadar toleyitik nitelikte bir volkanizmaya rastanılmamıştır. (T. ERCAN, 1979)

39.50N-41.50N enlemleri 25.50E-28.50E boylamları arasında seçilen kordinatları gösteren bölgenin 1:500.00'lik haritası şekil (3)'dedir.

3.2. BÖLGENİN SISMİSİTESİ

3.2.a. Marmara Denizi ve Yakın Çevresi Depremselliği

Kıyılarında nüfus yoğunluğu yüksek yerleşim birimlerinin ve sanayi kuruluşlarının yer aldığı Marmara denizi ve yakın çevresinin deprem etkinliğinde 1952 yılına kadar depremlerin kısa zaman aralıklarında oluşmadıkları, bu yıldan itibaren 1960 yılına kadar hemen her yıl $M \geq 4.5$ olan depremlerin olduğu görülmüştür. 1960-1962 yılları arası bu ilde deprem oluşumunun olmadığı, 63'den 71 yılı sonuna kadar deprem oluşumu sıklığı artar. 72-74 yılları arası boş dönemin ardından 80'e kadar 2 ve 1'er yıl ara ile depremler olmuş, 82 yılı dışında 84 yılı sonuna kadar yine her yıl $M \geq 4.5$ olan depremler olmuştur. 85-86 yıllarında bu magnitüd seviyesinde depremler oluşmamıştır.

81-84 yıllarında inceleme bölgesinin batı ucunda oluşan 2 adet depremden sonra 87-94 yıllarında orta kısımlarda birer adet deprem oluşmuştur. 1907 yılında doğu ucunda oluşan 2 adet depremin ardından 1912 yılında sayılan 12 olan inceleme alanının batı ucunda bir aktivite yer almaktadır. Bu yıl içinde $M=7.3$ olan Şarköy-Mürefte depremi oluşmuştur. 35 yılına kadar bariz bir aktivite görülmemiş 1935 yılında $M=6.4$ olan Erdek-Balıkesir depremi oluşmuştur. 57-59 yıllarındaki birer adet depremler yılların ardından 1963'de 6.3 magnitüdü Çınarcık (İstanbul) depremi oluşmuştur. 83'de 5.8 magnitüdü Biga depremi oluşmuştur. 5 Temmuz 1983'de 5.8 magnitüdü Biga (Çanakkale) depremi 82-83 arasındaki artışa neden olmuştur. 5 Temmuz 1983 tarihinde Biga'da oluşan deprem ile oldukça yoğun aktivite kazanan bu kısımlardaki etkinliğin 86'da doğuya hareketle bölgenin ortasına doğru kaydığı görülür.

Yenice Gönen Fay Zonu

Bu fay zonunda 242 adet deprem oluşmuştur. 11 yıllık inceleme süresinde 5 Temmuz 1988 tarihinde Biga'da oluşan 5.8 magnitüdü deprem fay zonu bölgesinde görülen yüksek etkinliğin ana sebebidir.

76 yılında fay zonu batı ucunda görülen etkinlik zamanla orta kısımlarda da görülmeye başlandıktan sonra 82 yılından itibaren batı ucunda

hissedilmiş 83 yılından itibaren orta kısımlara kayan etkinlik 86 sonuna kadar aynı yerde devam etmiştir.

Bu fay zonunda depremlerden açığa çıkan enerjilerden anlaşılacağı üzere 82 den 85'e kadar görülen artış 1.2×10^{18} Erg mertebesinde devam ettikten sonra 86 yılında 1.8×10^{17} Erg'e düşmüştür 11 yıllık birikimli enerji değeri 6.2×10^{18} Erg olup birim yılda 5.7×10^{17} Erg'lik enerji açığa çıkmıştır.

Saroz Körfezi Gaziköy Fay Zonu

Bu fay zonunda 11 yıllık inceleme süresince 451 adet deprem oluşmuştur 76'dan 82 yılına kadar bölgede aynı seviyede süren etkinlik 82 yılında artmaya başlayarak 83 ve 84'lü yıllarda en yoğun safhalarına ulaşmıştır. 85 ve 86'da yeniden aktivite normal seviyesine düşmüştür. Bu fay zonunda 83, 84'lü yılların dışında her yıl ortalama 37 adet deprem oluşmuştur.

76 yılından 79 yılı sonuna kadar açığa çıkan enerji değeri ortalama olarak 2.5×10^{18} Erg mertebesinde devam ederken 80-82 yıllarında 7×10^{17} Erg'e inmiştir. 83'den itibaren normal düzeyine ulaşan enerji değeri 86 sonuna kadar değişim göstermemiştir. Bu fay zonunda 11 yıllık birikimli enerji değeri 2.6×10^{19} Erg olup birim yılda 2.4×10^{18} Erg'lik enerji açığa çıkmıştır.

Fay zonu boyunca alınan 11 yıllık etkinliği gösterimi sonucu Şarköy Mürefte'nin bulunduğu doğu kısmı diğer bölgelere nazaran inceleme süresinin tümünde daha fazla aktivite göstermiştir.

3.2.1. Bölgenin Tarihsel Depremleri

3.2.1.1. Bölgede olmuş büyük depremler hakkında Makrosismik Bilgiler:

$39^{\circ}.5N-41^{\circ}.5N$ kuzey enlemleri ile $25^{\circ}.5E-28^{\circ}.5E$ doğu boylamları arasında kalan alanın 1900-1991 yılları arasında olmuş hasar yapıcı depremleri incelenmiştir.

3.2.1.2. Tarihsel sıraya göre hasar yapıcı depremlerin bölgedeki etkileri:

Şiddet eğrilerinin atanması sırasında, araştırmacılar genellikle yeryüzünde gözledikleri deprem fayına yakın bölgelere en büyük şiddetli atarlar. Bu nedenle Türkiye'de oluşan büyük depremlerde ortaya çıkan fayları içine alacak biçimde dar bir bölgeye en büyük şiddet atanmaktadır. (Ambraseys, 1988) Ancak son yıllarda yapılan bazı araştırmalar, faylanmanın kinematik ve dinamik özelliklerine göre tüm fay izi ve düzlemleri üzerinde en büyük şiddetli atamanın tartışmalı olduğunu göstermektedir.

Tarih	Oluş Zamanı	Etkilenen yer veya alan	M	Can kaybı	Yıkık ve ağır hasar bina
09.08.1912	01.29.00	Mürefte (Tekirdağ)	7.3	216	5540
04.01.1935	14.41.30,4	Erdek (Balıkesir)	6.4	5	600
15.11.1942	17.01.15,0	Bigadiç (Balıkesir)	6.1	16	2187
18.03.1953	19.06.16,1	Yenice (Çanakkale)	7.2	265	6750
06.10.1964	14.29.57,9	Manyas (Balıkesir)	7.0	23	5398
27.03.1975	05.15.07,9	Gelibolu-Saroz	6.7		
05.07.1983	12.01.27,0	Karabıga Çanakkale	6.1	5	85

9 AGUSTOS 1912 MÜREFTE-ŞARKÖY DEPREMİ

0-01.29.00 (SEAP) Y= 40.50K, 27.00D h=0-60 km $M_s=7.4$ $I_0=X-XI$

Deprem bölgesi Trakya havzasının kuzeydoğusunda Istranca masifinin kristalin kayaları, batısında Rodop masifi ve güneyinde Anadolu yakasında Premezoluk yapılı Turuva masifi ile çevrilidir. Qanos ve Koru dağlarında Tersiyer'e ait gre-marm ve marmogrelerin ardışık bulunduğu filiz formasyonu yer alır. Bu dağın kuzeyinde Oligosen'e ait marmli grelleri seri görülür. Güneyde ise Miyosen-Pliosen yaşlı marmli-kıllı, üst düzeylerde ise kumlu, çakıllı birimler bulunur. (Ormanlı Köyü) Gazıköy'ün Kuzeyindeki dere vadisini

İzleyerek güneybatıda Ortaköy'e doğru Eosen filsi ile Miyosen mamlarının dokanağında uzanan bir fay yeralmaktadır ve bu fayın varlığı topoğrafya ya da yansımasıdır. (Ateş ve Tabban, 1976)

Mihallovic (1927, 1933)'e göre, bölgede MÖ 279 ile MS 1912 yılına kadar geçmiş 2191 yıl boyunca 94 tane yıkıcı deprem olmuştur. Yazara göre, 1912 depreminde Trakya kesiminde binaların %73.6'sı Anadolu kesiminde ise %42.7'si yıkılmıştır. Trakya'da nüfusun %42.1'i Anadolu'da ise % 12.8'i evsiz kalmıştır. Çanakkale'de hasar gören yerler arasındadır. Pınar ve Lahn (1952) Rothe'nin yayınlanmamış raporlarına dayanarak Mürefte ve Şarköy'de binaların %80'inin yıkıldığını %20'sinin ise oturulamayacak duruma geldiğini belirtmişlerdir.

Ateş ve Tabban (1976)'nın, Mihalloviç (1927)'e dayanarak verdikleri bilgilere göre hasar durumu şöyledir:

	<u>Trakya</u>	<u>Anadolu</u>	<u>Toplam</u>
Hasar gören yerleşim yeri	189	121	310
Açıkta kalan yerleşim yeri	175	97	272
Can kaybı olan yerleşim yeri	93	36	129
Yıkılmış yada ağır hasar görmüş yapı	%73.6	%42.7	
Açıkta kalmış nüfus	%41.1	%12.8	
Can kaybı	%1.5	%0.4	

Ambraseys ve Finkel (1987a)'e göre, depremde 50 km boyunda normal faylanma karakterinde bir fay oluşmuştur. Fayın önemli oranda doğrultu atımlı bileşeni vardır ve yer yer bu atım 3m'ye varmaktadır. Deniz, göl ve nehir kıyılarındaki tortul sahalarda sıvılaşma olayları gözlenmiştir. Bu tür olayların 200 km uzaklıklarda bile etkili olduğu anlaşılmaktadır.

Ateş ve Tabban (1976), Macovel (1912)'nin raporuna dayanarak yerde oluşmuş kırıklarla ilgili şu bilgileri verirler: Episantr zonu Gaziköy'ün kuzeydoğusundan Gelibolu'nun kuzeyine kadar kuzeydoğu-güneybatı

doğrultusunda uzanmaktadır. Fay zonu 60 km uzunluğunda 10 km genişliğindedir. Mürselli depresyonunda 2 km uzunluğunda ve 50 cm genişliğinde güneydoğu-kuzeybatı doğrultulu diğer bir kırık gözlenmiştir.

Öztin (1987) Mürefte ve Şarköyün köylerinde, dağlar arasındaki vadilerde kırıklar olduğunu belirtmektedir. Bunlar 30-50cm genişliğinde, 20-30m uzunluktadır. Bunlardan bir tanesi çok dikkat çekicidir ve Mürefte'ye bağlı Ormanlı ile Yenice köyleri arasındadır. Bu kırığın boyu 400 m, genişliği 5m, derinliği 10m'dir. Yöredeki tüm kaynaklar kurumuştur.

Qazıköy kasabası çevresinde bir tepede bir seri fay yer olmaktadır. Çanakkale kıyılarında fay oluşmuştur. Apollon gölü çevresinde de büyük kırıklar gözlenmiştir. Miljo kasabası yakınında doldurulmuş bir çukur çatlaklarla kesilmiştir.

4 OCAK 1935

ERDEK VE MARMARA ADALARI DEPREMI

0-14.41.29 Y-40.OK, 27.5D h=0 - 60 km $M_s=6.4$ $I_0=IX$

Pınar ve Lahn (1952)'a göre Marmara adaları ve Erdek'te yıkıcı nitelikte olan bu depremle birlikte üç tane de şiddetli art sarsıntı olmuştur. İstanbul, Edirne ve İzmir'de kuvvetlice algılanmıştır. Marmara adasında Gündoğdu, Çınarlı ve Asmalı köyleri tümüyle, Marmara bucağı merkezi yer yer yıkılmıştır. Avşa adasında Türkell köyünde 128 ev ile Yığıtlar köyünde tüm evler yıkılmıştır. Paşallımanı adasındaki Poyraz, Harmanlı köyleri tümüyle, Paşallımanı ve Balıklı köyünün bir bölümü ağır hasara uğramıştır. Marmara adasındaki Çınarlı köyü karşısındaki Hayırsız adanın ortasından yanıldığı şeklinde bir söylenti olması depremin büyüklüğünün göstermesi bakımından ilginçtir. Hayırsız adadaki fener yıkılmıştır. Marmara denizini geçen telefon kablosu zarar görmemiştir. Kapıdağ yarımadasındaki Narlı, Ocaklar ve Avşa dolaylarında çeşmeler kurumuş, gürültü duyulmuştur. Deprem gündüz olduğundan can kaybı az olmuştur. Depremde 5 kişi ölmüş 30 kişi yaralanmıştır. Art sarsıntılar 7 Mart 1935'e kadar sürmüştür.

15 KASIM 1942
BIGADIÇ (BALIKESİR) DEPREMI

0-17 01.15, Y-39 8K, 28.6D, $M_s=6.2$, h=10km $I_0= VIII$

Brand (1944)'ın verdiği bilgilere göre, depremden önce hafif öncü sarsıntılar başlamış, ana şoktan sonra art sarsıntılarla sürmüştür. Deprem sırasında, ilçe merkezinde 6 kişi yaşamını kaybetmiştir. Eşmedere'de bir kişi ölmüştür. İnsan kaybının az olmasının nedeni, ana şoktan önce Gelenbe'de şiddetli bir sarsıntının olmasıdır. İlçe halkı binaları terk etmiş, evde kalanlar da uyuyamamışlardır. Depremden en çok zarar gören yerler, Bigadiç merkezli ile komşu köylerdir. Bucak Müdürünün verdiği sayılara göre kısmen yada tümüyle oturulamayacak bir duruma gelen binaların sayısı Bigadiç merkezinde 479, Çekirdekli köyünde 17, Baltalı'da 15 ışıklar'da 16, Nizan'da 17'dir. Ayhan (1988)'e göre bu depremde 16 kişinin öldüğü ve 1144 yapının yıkıldığı rapor edilmiştir. Bigadiç'in kuzeyindeki tepede bulunan eski kale duvarları yıkılmış ve bunlardan bir kısmı aşağıya yuvarlanmıştır. Bölgede zemini tortullar, yamaç molozları, Neojen kireçtaşları, volkanik tüf ve lavlar oluşturmaktadır. Kireçtaşları, lavlar ve bir dereceye kadar da tüfler sağlam zemin davranışı göstermişlerdir.

Pınar ve Lahn (1952)'da verilen bilgilere göre deprem Bigadiç'te fazla, Balıkesir ve Sındırgı'da hafif hasar yapmıştır. Episantın Bigadiç ovasının doğu kenar fayı ile ilgilidir. Deprem, İstanbul, Bursa, Çanakkale ve Eskişehir'de algılanmıştır.

18 MART 1953
YINECE - GÖNEN DEPREMI

D. 19.06. 13, Y- 40.0K, 27.3D, h= 40-50 km, $M_s= 7.2$ $I_0= IX - X$
 $M_0= 10.0 \times 10^{26}$ dyne.cm.

Pınar (1953), bu deprem sonucunda 30000 kilometre karelik bir hasar ve tahribat alanı oluştuğunu belirtmiştir. 8000 den çok yapı yıkılmış yada ağır

hasarla karşı karşıya kalmıştır. Bir o kadar yapı da hafif hasar geçirmiştir. 211 okul, 176 resmi bina, 27 cami yıkılmış, toplam 250 kişi yaşamını yitirmiştir. Çanakkale yarımadası, Anadolu'nun kuzeybatı kesimi Marmara ile kuzey Ege arasında yer alan civar bölgeler depremden az ya da çok etkilenmiştir. Pınar (1953), oluşan deprem fayının uzunluğunun 80 km'den çok olduğunu Çan'ın güneyindeki dağlardan başlayıp Manyas gölünün güneyindeki tepelerde kaybolduğunu belirtmektedir. Yenice, fay yakınında ve bir çakıl konisi üzerinde kurulmuş bulunmaktadır. Bu nedenle hasar çok şiddetli olmuştur.

Deprem fayından 60 km uzaktaki eskidere ve göl yataklarındaki tortullarda ve özellikle Manyas gölünün batı kıyılarında sivilaşma olaylarına rastlanmıştır.

Yenice-Gönen ve Çan'da 46-50 km uzunlukta teşekkül etmiş fayın yatay atımı E-W yönündedir. Gözlenen atım sağ yönlü doğrultu atımıdır. Atım birçok yerde gözlenmiştir. Muratlar yakınında bir yol güneybatıya doğru 1.5 m yer değiştirmiştir. Yenice vadisinde yerdeğiştirme daha büyüktür. Balıkesir'den Çanakkale'ye giden ana yol kesilmiştir.

Depremde oluşan kırığın doğrultusu doğu-kuzeydoğu olup belirgin bir sağ yönlü doğrultu atım hareketi gösterir. Fay boyunca düşey seviye farkları gözlenmiş olmasına karşın, bazan güney, bazan kuzey bloğun düşmüş olarak gözükmesi bunun gerçek bir düşey atım olmadığını, sahanın engebelli oluşundan ileri geldiğini gösterir. Fayın doğrultusu orojenez eksenlerine uyum göstermemektedir. Ancak her iki uçta da doğu-batı doğrultusunu alır. Ayrıca, yöredeki jeolojik birim dokanakları ile de ilişkisizdir. Yer yer Neojenli tortul kütleleri ve granitleri keser. Bu nedenle faylanmanın eski jeolojik olaylardan bağımsız olduğu söylenebilir. Bu depremden sonraki 2 ay içinde Kandilli Rasathanesi 600 art sarsıntı kaydetmiştir. Depremde en çok hasara uğrayan yerler Yenice ve Gönen ilçe merkezleridir. Fay zonu Yenice'nin güneyinden geçmektedir. Buradaki şiddetin X Ms derecesini aştığı söylenebilir. Gönen'de hasar biraz daha azdır, ancak büyük köprü tümüyle yıkılmıştır. Alüvyon zemin de kurulmuş olan Gönen'de şiddet X derecesindedir. Gönen'in yakın yöresi ve Yenice'nin batısına kadar fayın iki yanında dar bir zonda IX-X

şiddetli gözlenmiştir. VIII-IX şiddet zonu Manyas bölgesini, Manyas gölü yöresindeki tortul alanı ve Pazarköyü içine alır. VII-VIII zonu, genellikle batıda Ezine, doğuda Karacabey ve güneyde Balya'yı içine alan yaklaşık üçgen biçiminde bir bölgedir. Diğer bir VIII şiddet zonu da Edremit körfezinde ortaya çıkmıştır. Edremit körfezi çevresindeki köylerde önemli derecede hasar saptanmış, Burhaniye'de birkaç km uzunlukta çatlak zonu oluşmuştur.

Ayvalık'ta da hasar olmuştur. Yerel bir VIII şiddet merkezli de Midilli adasında ortaya çıkmıştır. Deprem Edirne, İstanbul, Adapazarı, Bursa, Balıkesir, Dikili, Foça ve Karaburun'da VI, İzmir'de ise V ile VI şiddetinde algılanmıştır.

6 EKİM 1964 MANYAS DEPREMİ

O- 14.31.23,0, Y- 40.30 K, 28.23D h- 34 km M_s - 6.9 I_0 - VIII-IX

Manyas Karacabey ve M. Kemalpaşa ovalarını içine alan episantral bölgede bulunan köylerde maksimum hasar güney ve doğusunda oldukça fazladır. Deprem 8'l sular köyünde olmak üzere 19 can kaybına sebep olmuştur. Deprem'in gündüz olması bir dakika ara ile olan iki sarsıntıdan ilkinin küçük olması can kaybını azaltmıştır. 4000'den çok ev yıkılmıştır. Yaklaşık 380.000 km²'lik bir alanda hissedilen depremden sonra yukarıda sözü edilen üç ovada ova eksenine paralel doğrultuda bulunan kum yol volkanları da göstermiştir ki bölge yeraltı suyu bakımından çok zengindir ve tamamen kumsal yapıya sahip ovalık arazi deprem tehlikesi bakımından iskan elverişli değildir.

Bölgedeki yapı tipli genellikle kerpiçten olmak üzere taş ve tuğla yığma yapılarıdır. Bir kaç yapı dışında hemen hemen hiç karkas yapı türü yoktur.

Bandırma ilçe merkezi, Haydar köyü fazla hasar gören yerlerdendir. Kulak köyünde zemin sağlam olduğundan hasar azdır. Kerpiç yapılarda fazla hasar olmamıştır. Manyas ile Kayaca arasındaki tek katlı ve yığma mandrada hiç hasar olmamıştır.

Manyas gölünün güneyinde ve göle birkaç km uzaklıkta kumsal zemin üzerine kurulu Salur köyünde hasar maksimumdur. Tümü kerpiçten yapılmış yapıların %99 u yıkılmış ya da ağır hasara uğramıştır. Araştırmalar ana şoktan sonraki art sarsıntı etkinliğinin 6-22 Ekim 1964 arasında sürdüğünü göstermiştir.

27 MART 1975 GELIBOLU - SAROZ DEPREMI

0-05.15.07,9 Y- 40.45K, 26.12D h=15 km M_x - 6.6 I_0 - V-VI

Güçlü ve dığ (1986)'e göre, bu deprem sonrası sahada tansiyon çatlakları, fay ve heyelan gibi olgular gözlenmemiştir.

Tuğla ve çimento harçla yapılmış bacalardan yıkılanlar olmuş, kiremitler düşmüştür. Tekirdağ'da, Keşan'ın Büyükdoganca köyünde, Dışbudak, Çeltikköy, Mecdiyeköy, Beyköy, Erkil ve Karalncırlı (Enez) köylerinde duvar çatlama ve çok hafif hasar olmuştur. Enez İlçe merkezinde deprem panik uyandırmış, kooperatif yapısında tehlikeli çatlaklar belirmiş, bacalar yıkılmış, kale duvarları ve kale içindeki camının duvarlarında çatlaklar olmuştur. Çanakkale'nin Umurbey bucağı en çok hasar gören yerlerden biridir.

5 TEMMUZ 1983 BIQA DEPREMI

0- 12.01.27.00, Y- 40.33K, 27.21D, h-7km $M_s=6.1$ $I_0=VIII$

Bayülke ve diğ. (1983) depremin etkilediği alanın genellikle Neojene alt formasyonlarla kaplı olduğunu bildirmektedirler. Biqa ve Gönen arasında konglomera, kumtaşı ve killerden oluşan kalın bir seri uzanır. Bunun altında ise andezit bulunmaktadır.

Depremde hasar gören yerleşim birimleri, Biqa ilçesi başta olmak üzere Eğirdere, Gümüşçay, Çınarköprü, Kaldırımbaşı, Iskender, Gemicikın, Sansavat, Akyaprak köyleri ile Kocaçay köprüsüdür.

Biqa'da hasar, baca kapaklarının düşmesi, betonarme duvarlarda dolgu ile çerçeve arasında hafif çatlaklar şeklinde olmuştur. Halk Bankası yapısında özellikle zemin katta hasar çoktur. Köylerdeki hasar genellikle farklı malzeme kullanılarak yapılmış evlerde (örneğin kerpiç ve tuğla gibi) duvar köşelerinde ayrılmalar, minarelerde eğilmeler, duvarlarda çapraz çatlamlar şeklindedir.

Kocaçay köprüsünün tabliyesi dolguya çarparak hasar yapmış, bir miktar malzeme dereye çökmüştür. Köprünün batı ucunda az eğimli bir kıvrımla ırmak kenarına paralel uzanan kırıklar olmuştur.

Biqa'da şiddet V-VI, Eğirdere VI-VII, Gümüşçay'da VI-VII, Çınarköprü VI-VII, Kaldırımbaşı, Iskender, Gemicikın, Sansavat, Akyaprak köylerinde V MM'dir.

3.2.2. Bölgenin Tektonik Durumu

Bölgenin en büyük mağnitudlü depremi 9 Ağustos 1912 tarihli Mürefte-Şarköy depremidir. KAFZ üç ana faya ayrılır. Adapazarı'ndan itibaren tipik sağ yönlü doğrultu atımlı faylanma tipik karakterini değiştirir.

1- İzmit Körfezinden doğu batı istikametinde Prenses Adalarının güneyinden Şarköy-Mürefte ve Mürefte'den Saros'a geçen (Gelibolu Yanımadası kuzey sahilllerinden geçen)

2- Qeyve üzerinden İznik, Gemlik, Bandırma'nın güneyi Bandırma, Biga'nın güneyi Çan ve Bayramiçten Ege denizi istikametinde geçen

3- Qeyve, Yenişehir, Bursa, Manyas Önen Pazarköy ve Edirne istikametinde geçen kollar bölgedeki faylanmanın tipik karakterini belirler.

Kimli yerlerde Doğu Anadolu fay zonu kimi yerlerde Kuzey Anadolu fay zonu hakimdir. Hepsini kısmende olsa aktif durumdadır. Bunun yanında diğer tall faylarda Marmara bölgesi depremselliğini kontrol ediyor.

Doğu-Batı istikametli yanal hareketlerin yanısıra Doğu Batı doğrultulu, normal faylanmalar da güncel durumda buda bugünkü depremselliği kontrol eden mekanizmayı oluşturuyor.

Yerkabuğunun yılda 2 cm civarında sağ yanal hareketler gösterdiğini ve (2.7 mm/yıl) yılda 2.7 mm bir hızla kuzey güney yönünde açıldığını gösterir. Marmara bölgesi Kuzey Anadolu fayının ve Batı Anadolu'daki graben ve normal faylanma sistemlerinin etkisiz kalan bir durumdadır. Marmara Bölgesi Batı Anadolu'nun kuzeyini oluşturan bir geçiş bölgesidir.

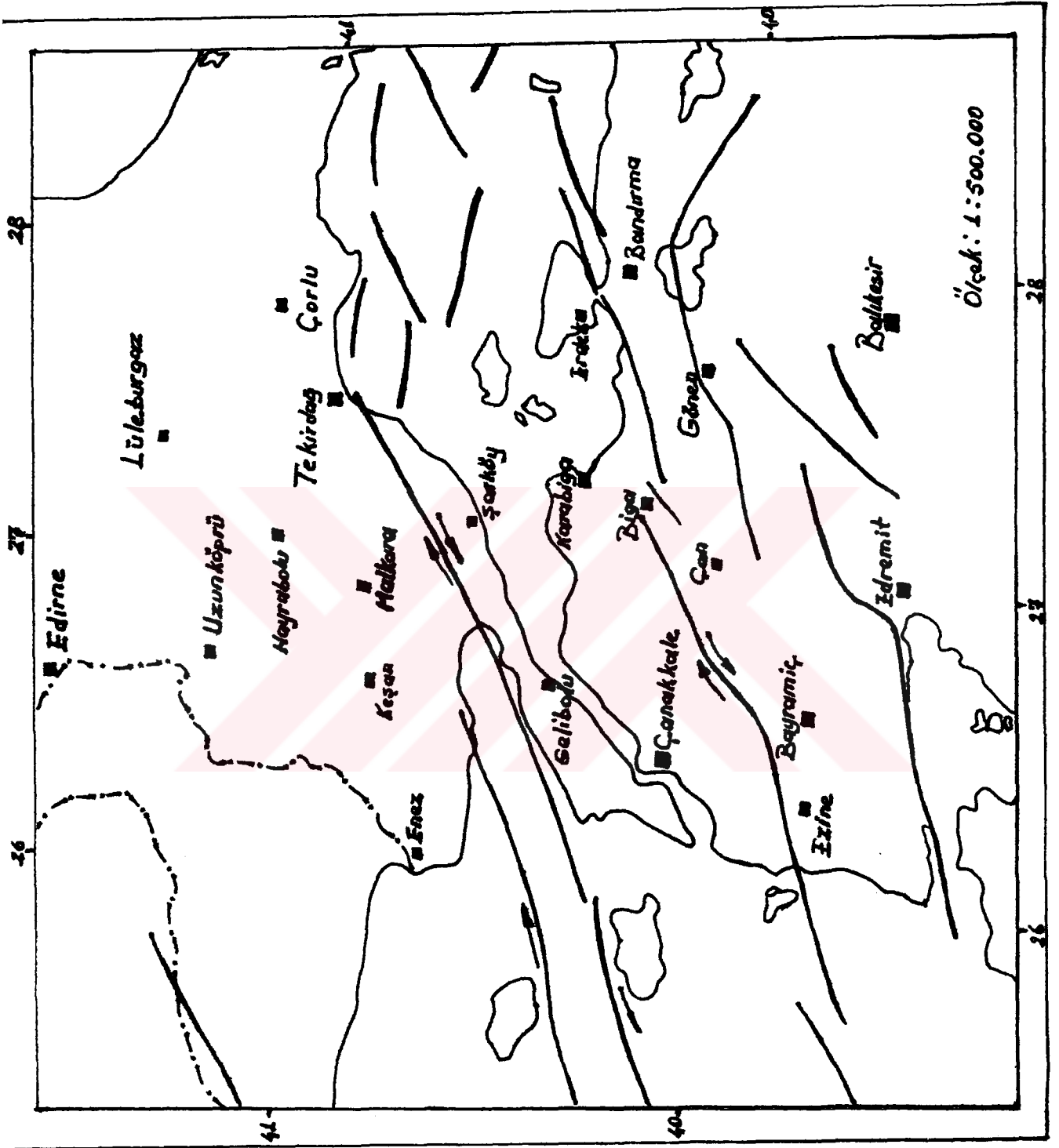
Doğu-Batı yönünde normal faylanmalar Kuzey-güney yönüne açılmayı oluşturur Ege ve Marmara bölgelerinde kümelenme türü ufak ufak depremler olur. Deprem istasyonu sayısını artırdıkça kümelenme şeklinde ufak ufak depremler oluşmaktadır.

Ortam heterojen bir yapıya sahip jeolojik gelişimlere bağlı jeolojik dinamizm ve tektonik hareket fazla olduğundan kabuğun üzerindeki yapıda heterojenlik fazla oluyor.

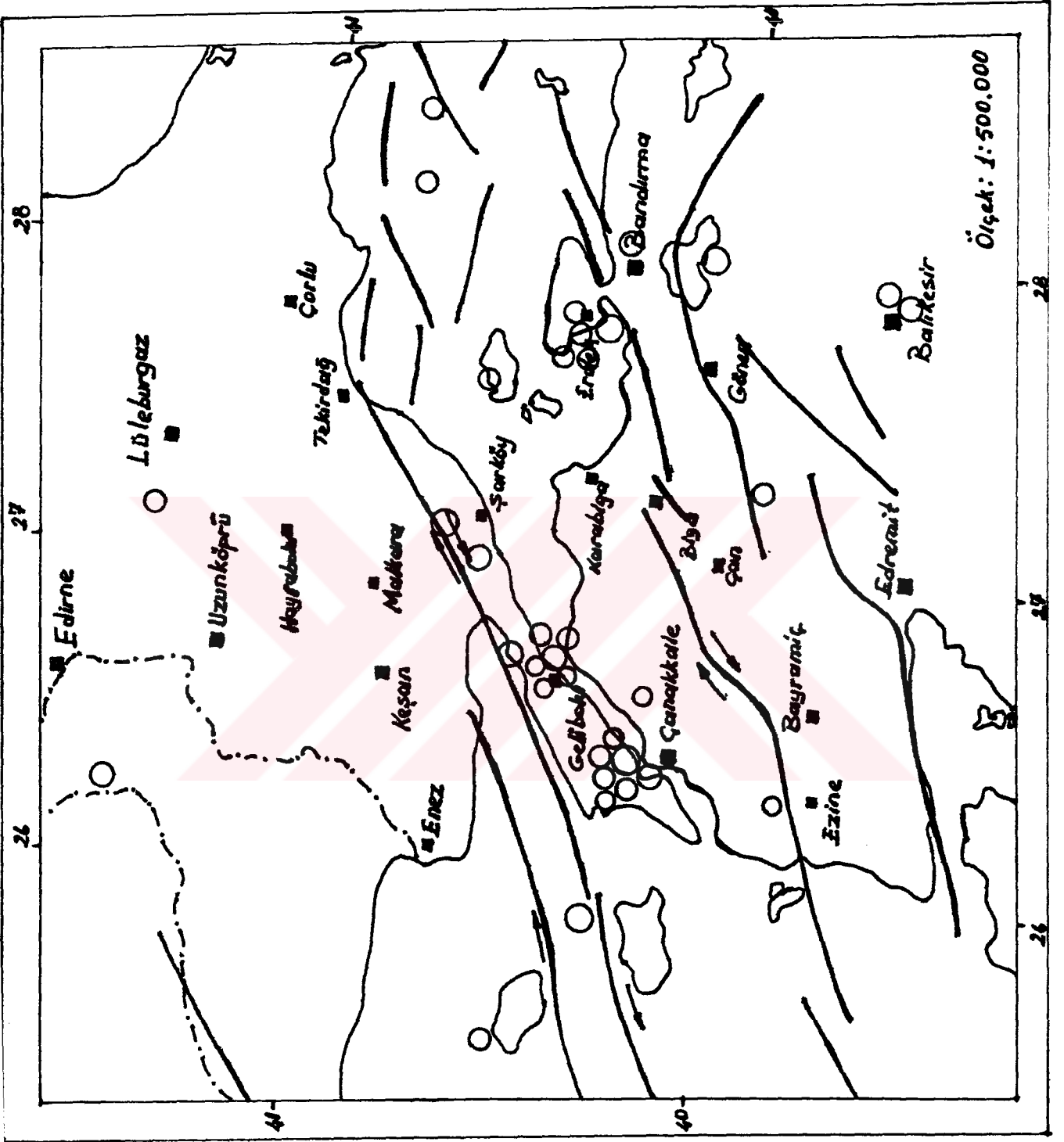
Deprem kaynağı hiçbir zaman nokta değildir. Yeryüzünde bellirgin görülen bir hattı var. Deprem her zaman fay hattı üzerindedir. (Şekil 5)



Şekil-5 Marmara Çevresi - Kuzeybatı Anadolu bölgesinde yer alan başlıca asit ve bazik plütonlar (1/500.000 ölçekli jeoloji haritalarından derlenmiştir.)

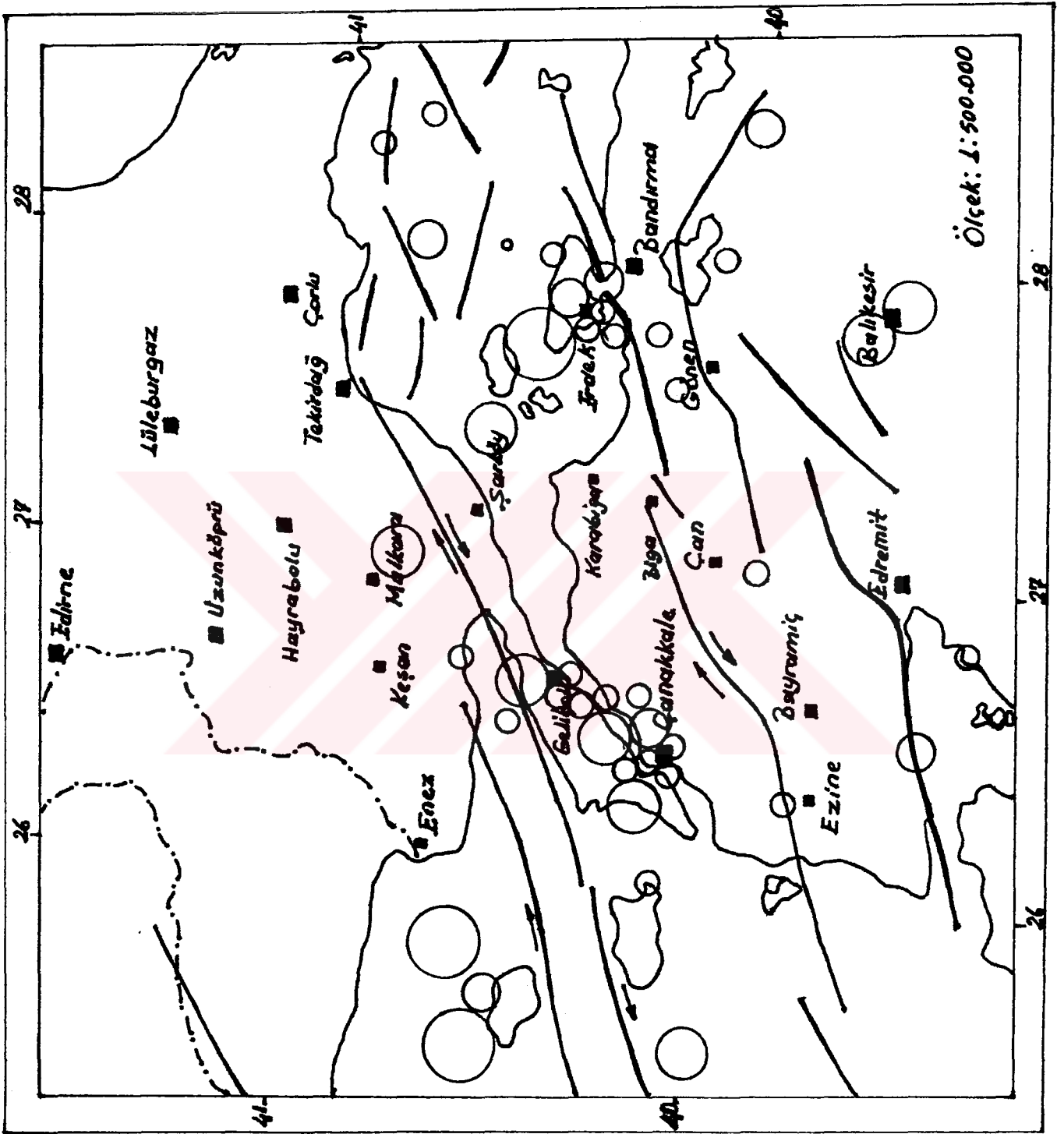


Şekil-6 Fayların
ve Fay Aktivite-
lerinin Saptan-
ması.



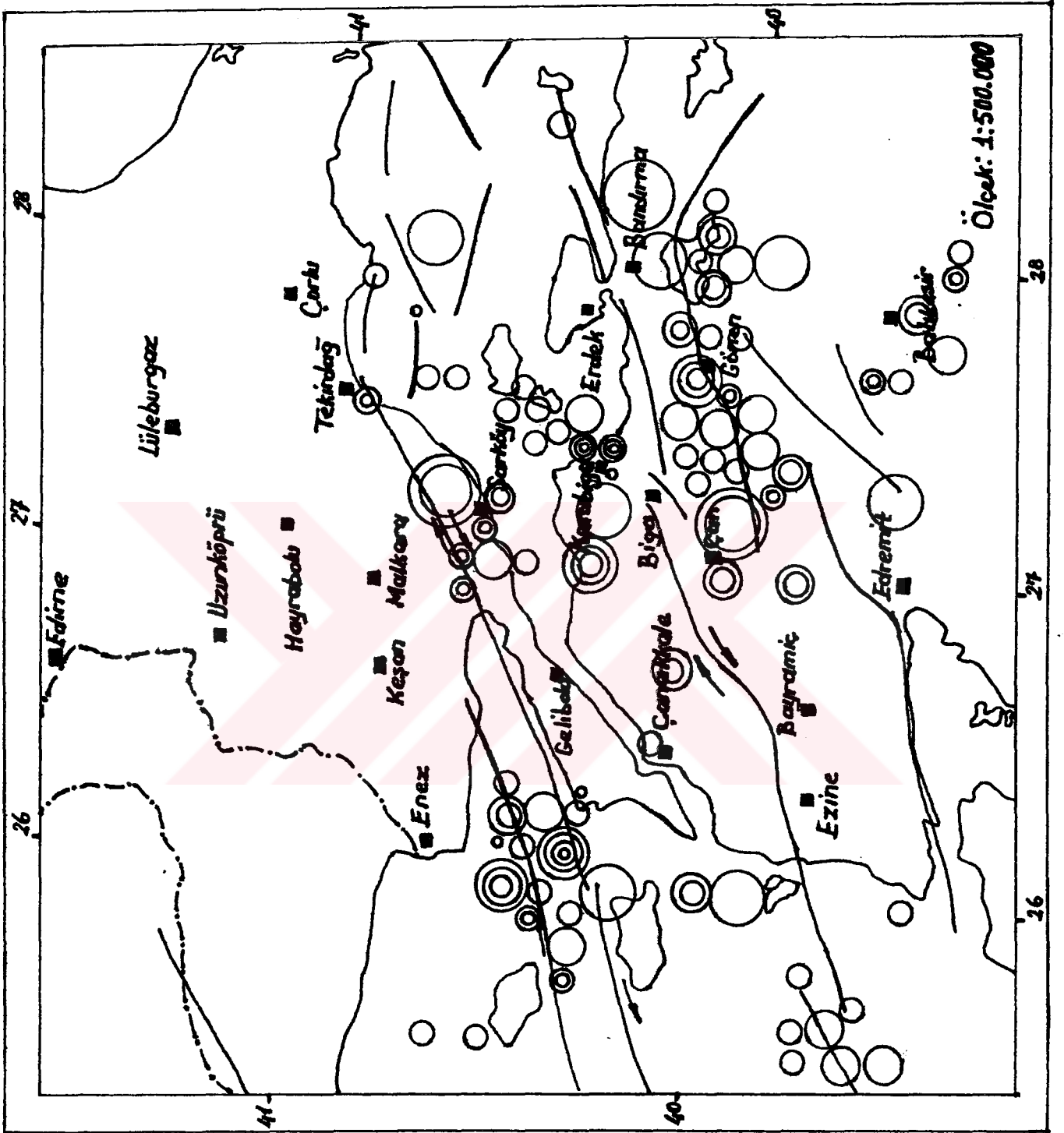
Şekil-7 Tarihsel
Döneme ait dep-
remlerin episan-
tır dağılım ha-
ritası (I).

- IX
- VIII
- VII
- VI



Şekil-8 Tarihsel
döneme ait dep.
remlerin episan-
tır dağılım harı.
tası.

- V
- VI
- VII
- VIII
- IX



Şekil-9 Aletsal
döneme ait dep-
remlerin episan-
tır dağılım har-
tası.

$$4.5 \leq M < 4.7$$

$$4.7 \leq M < 4.9$$

$$4.9 \leq M < 5.1$$

$$5.1 \leq M < 5.3$$

$$5.3 \leq M < 5.5$$

$$5.5 \leq M < 5.7$$

$$5.7 \leq M < 5.9$$

$$6.3 \leq M < 6.5$$

$$6.7 \leq M < 6.9$$

$$6.9 \leq M < 7.1$$

$$7.1 < M < 7.3$$

4. SİSMİK DONELERİN İHTİMALLERE GÖRE HESAPLANMASI

4.1. İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLER

4.1.1. En Küçük Kareler Yöntemi

En küçük kareler yöntemi, regresyon analizinde kullanılan ve gözlemsel değerlerden analitik ifadeler ve dolayısıyla amplitüd ilişkiler elde etmeğe yarayan bir yöntemdir.

En küçük kareler yönteminin Jeofizikte çok uygulaması vardır. Yöntemin esası gözlemsel değerler ile model arasındaki farkı yani hatayı minimum yapmaya dayanır. Deprem istatistiklerinde gözlenen deprem oluş sayıları ile $\log N = a - bM$ veya $N = 10^{a-bM}$ modeli (Gutenberg-Richter modeli) arasındaki hata minimum yapılmaya çalışılır.

Belli bir gözlem sonucu, Şekil 10'dan da görüleceği gibi, gözlemsel değerler bulunmuş olsun. Bu noktaların arasından geçecek "en iyi" eğri de

$$y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 \quad \text{ile verilsin,}$$

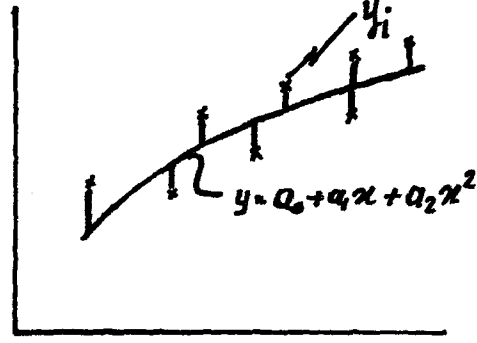
a_0 , a_1 ve a_2 en küçük kareler yöntemi ile bulunacak regresyon katsayılarıdır.

Q , "en iyi" eğri ile gözlemsel değerler arasındaki düşey farkların karelerinin toplamına eşit olarak tanımlansın, yani,

$$Q = \sum_{i=1}^n (a_0 + a_1 x_i + a_2 x_i^2 - y_i)^2 \quad (1)$$

Q 'u minimize eden a_0 , a_1 ve a_2 değerleri aranılan regresyon katsayıları olacaktır. Böylece,

$$\frac{\partial Q}{\partial a_0} = \sum 2 (a_0 + a_1 x_i + a_2 x_i^2 - y_i) \quad (1) = 0 \quad (2a)$$



Şekil-10- En Küçük Kareler Yöntemi

$$\frac{\partial Q}{\partial a_1} = \sum 2 (a_0 + a_1 x_i + a_2 x_i^2 - y_i) (x_i) = 0 \quad (2b)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial a_2} = \sum 2 (a_0 + a_1 x_i + a_2 x_i^2 - y_i) (x_i^2) = 0 \quad (2c)$$

ve,

$$a_0 \sum 1 + a_1 \sum x + a_2 \sum x^2 = \sum y \quad (3a)$$

$$a_0 \sum x + a_1 \sum x^2 + a_2 \sum x^3 = \sum xy \quad (3b)$$

$$a_0 \sum x^2 + a_1 \sum x^3 + a_2 \sum x^4 = \sum x^2 y \quad (3c)$$

İlişkileri elde edilmiş olur. Denklem (3) matris notasyonu ile ifade edildiğinde,

$$\begin{bmatrix} 1 & x & x^2 \\ x & x^2 & x^3 \\ x^2 & x^3 & x^4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ xy \\ x^2y \end{bmatrix} \quad (4)$$

Gerek Denklem (3) gerekse Denklem (4)'de $\Sigma 1= n$ 'dir

Bu formülasyonda y için öngörülen polinom ikinci derecedendir. Bu derece keyfi olarak artırılabilir, fakat a_1 'nin çözümü, polinom derecesi n ise, ancak $(n+1).(n+1)$ matrisin tersinin bulunmasıyla mümkündür.

y için öngörülen fonksiyon bir polinom da olmayabilir. Bu tip fonksiyonlar da logaritmalan alındığı takdirde bir polinom (hatta bir doğru) haline getirilebilirler.

4.2. Sismik Tehlike

İncelenecek alanın seçimi, bu alan içinde deprem kataloğunun hazırlanması, magnitüd-sıklık ve azalım ilişkilerinin saptanmasıyla sismik tehlikenin araştırılması için gerekli bilgi toplanmış olmaktadır. Sismik tehlike olasılık yöntemleriyle saptanır. Bunun içinde deprem magnitüdüleri zaman uzayında yer alan bir gelişigüzel oluşum olarak düşünülürler. Bu gelişigüzel oluşum için başlıca iki model uygun olabilir:

1. Poisson modeli
2. Markov modeli

4.3. Deprem Risk Modelleri

Markov modelinde gelecekte olacak deprem olayları geçmiş depremlere bağımlıdır. Poisson modelinde ise deprem olaylarının birbirlerinden bağımsız oldukları varsayılarak depremlerin oluşumu zaman uzayında bir Poisson süreci olarak alınır.

Poisson modeli, küçük magnitüdü depremler için elde edilen gözlemsel verilerle her zaman uyumlu olmaktadır. Bunun başlıca nedeni, küçük magnitüdü depremlerin çoğunlukla ana şoka bağlı olarak ortaya çıkan artçı depremler niteliğinde olmalarıdır. Poisson modeli bağımsızlık varsayımı nedeni ile depremlerin zaman uzayındaki bir kümeleşme özelliğini içermemektedir. Bununla birlikte, Poisson modelinin, mühendisleri esas ilgilendiren büyük magnitüdü ana şokların oluşumu için geçerli bir model olduğu ve mühendislik amaçları için yeterli kabul edilebileceği belirtilmiştir.

On yıldan daha büyük aralıklarla oluşan depremler için Poisson modelinin Markov modelinden elde edilen sonuçlara yakın değerler verdiği gözlenmiştir. Bu araştırmada basit uygulamada çok yaygın bir kullanımı olan ve Markov modeli gibi daha karmaşık modellerden elde edilen sonuçlarla genellikle uyumlu sonuçlar veren Poisson modeli benimsenmiştir.

4.3.1. Depremlerin Oluşumu İçin Poisson Modeli

Poisson modeli büyük magnitüdü depremlerin oluşumuna ilişkin çalışmalarda geniş bir biçimde kullanılmıştır. Deprem olaylarının zaman uzayında bir Poisson süreci oluşturabilmeleri için şu koşulları sağlamaları gerekir:

- (I) Deprem olayları zaman uzayında istatistiksel bakımdan birbirlerinden bağımsızdır. (Bağımsızlık özelliği)
- (II) Küçük bir zaman aralığında bir deprem olma olasılığı, zaman aralığının uzunluğu ile orantılıdır. İki veya daha fazla olayın aynı zamanda gerçekleşme olasılığı sıfırdır (Homojenlik özelliği)
- (III) Belirli küçük bir zaman aralığında birden çok deprem olma olasılığı, tek bir depremin olma olasılığına oranla ihmal edilebilir küçüklüktedir. Olayların birim zamandaki ortalama sayıları zamandan bağımsız olup, λ ile gösterilir (Kararlılık özelliği)

Birinci varsayım göre incelenen bir bölgede, t zaman süresinde, mühendislik yapılarını etkileyebilecek magnitüdü ($m \geq m_0$), n sayıda deprem olma olasılığı şöyledir:

$$\text{Pr} (N = n / \lambda, t) = \frac{e^{-\lambda t} (\lambda t)^n}{n!} \quad n = 0.1.2..... \quad (1)$$

Burada

λ = Incelenen bölgede, birim zaman süresinde (genellikle bir yıl) olan ortalama deprem sayısı.

N = Incelenen bölgede, t zaman süresinde olan depremlerin sayısını gösteren rassal değişken

Bu tanımlarda, gözönünde tutulan depremler magnitüdüleri m_0 'a eşit veya m_0 'dan büyük olan depremlerdir.

Olayların sayısı zamanın raslantısal bir fonksiyonudur ve olaylar arasındaki T zamanının dağılımını elde etmek için aşağıda tanımlanan zaman aralıklarından biri alınabilir.

* t_0 başlangıç zamanı ile t_1 zamanı arasındaki aralık ve benzer biçimde t_0-t_2, t_0-t_3, \dots zaman aralıkları,

* t_1 zamanı ile $t_2, t_1-t_3, t_1-t_4, \dots$ zaman aralıkları,

* t_1 zamanı ile $t_2, t_2-t_3, t_3-t_4, \dots$ gibi ardışık olaylar arasındaki zaman aralıkları,

Saptanan t^1 zamanı ile onu izleyen t_1 zamanı, t^1-t_2, t^1-t_3 vb. zaman aralıkları.

$T > t$ olmak üzere ve $(0, t)$ arasında olay olmayacak şekilde

$$\text{Prob} (T > t) = \text{Prob} (N_t = 0) e^{-\lambda t} \quad (2)$$

olduğundan T 'nin dağılım fonksiyonu

$$F_T(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad t \geq 0 \quad (3)$$

şeklinde olup yoğunluk fonksiyonu

$$F_T^{\lambda}(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t} \quad t \geq 0 \quad (4)$$

olarak belirtilir. Bu fonksiyon λ 'nin dağılım fonksiyonu olarak adlandırılır.

Poisson Modelini kullanarak risk saptanmasında büyüklüğü M 'ye eşit ya da büyük olan depremlerin sayısı (N) ile büyüklükleri arasında bulunan

$$\log N = a + b M \quad (5)$$

bağıntısından yararlanılabilir. (Gutenberg - Richter, 1949) (5) bağıntısı yardımı ile, belli bir T_G gözlem süresinde oluşmuş depremler gözönüne alınıp, T_G süresine göre normalleştirilmiş dağılım fonksiyonu;

$$\text{Prob}(N_t = n) = \frac{\exp(-N(M) \cdot t) \cdot (N(M) \cdot t)^n}{n!} \quad (6)$$

bağıntısıyla gösterilebilir ve bu bağıntı bize bir t süresince $M \geq M_0$ olan n sayıda depremin olma olasılığını gösterir.

Yukarıdaki (6) bağıntısıyla verilen dağılım fonksiyonuna bağlı olarak, belli bir M büyüklüğüne eşit yada büyük en az bir depremin olma olasılığı risk değerini verir. Olaydaki parametre, büyüklük (M) olduğundan (5) ve (6) bağıntılarından yararlanarak

$$\text{Prob}(M \geq M_0) = 1 - \exp(-N(M) \cdot t) \quad (7)$$

bağıntısıyla saptanır (Altınok, 1984).

Poisson Modeli ülkemizde de çok sayıda araştırmacı tarafından uygulanmıştır.

Poisson modelinin uygunluğu incelenmiş, gözlenen geçmiş deprem kayıtlarından artçı depremler ayıklandığında, geriye kalan ana şoklar için, özellikle bunlar büyük magnitudü olduğu durumlarda, Poisson süreci geçerli

bir varsayım olmaktadır. Örneğin Kallberg tarafından, California'da olmuş magnitudü 4.5'den büyük tüm depremleri içeren bir iyi uyum (geodness of fit) testi yapılmış ve Poisson varsayımı ancak %1 anlamlılık düzeyinde kabul edilebilmiştir. Buna karşılık artçı depremler analizden çıkarıldığında, Poisson varsayımı %10 gibi yüksek bir anlamlılık düzeyinde bile reddedilememiştir.

Görüldüğü gibi, Poisson varsayımının başlıca eksikliği depremlerin büyük bir ana şok etrafında kümeleşme eğilimlerini içermemesidir. Poisson modelini geliştirme yönünde yapılan çalışmaların çoğunluğunda, bir deprem olayının sadece kendisinden hemen önce olan bir deprem olayı ile bağıntısının bulunduğu varsayılmıştır.

4.3.1 a. Gumbel Olasılık Dağılımı

Büyük depremler için geliştirilmiş olan Gumbel modelinde, uç değerler yönteminden yararlanılır. Uç değerler yöntemi, kısaca herhangi bir raslantısal olayın, incelenen zaman aralığında değişkenin yalnızca en büyük veya en küçük değerlerinin kullanılmasıdır. Gumbel'in uç değer dağılımları ile ilgili üç tip yaklaşım vardır. Bu çalışmada birinci tip dağılım üzerinde durulacaktır.

Belli bir t süresinde, maksimum deprem magnitudlerinin (M) dağılım

$$Q(M) = \exp(-\alpha \exp(-\beta M)) \quad (8)$$

bağıntısı ile veriler

α ve β belirlenmesi gereken parametreler olup, $Q(M)$ incelenen zaman aralığında M'den büyük depremlerin aşılması olasılığıdır. Yıllık risk ise,

$$R = 1 - Q(M) = 1 - e^{-\alpha e^{-\beta M}} \quad (9)$$

bağıntısından saptanabilir.

Magnitudü M veya daha büyük olan depremlerin yıllık sayısı N için

$$N = \alpha e^{-\beta M} = -\ln Q(M) \quad (10)$$

bağıntısından yararlanılmıştır.

Belli bir t süresinde kendilerini T_r yılda tekrarlayan depremler için yapılırsa yukandaki bağıntı

$$N = T_r \cdot \alpha \cdot e^{-\beta M} \quad (11)$$

$N = - \ln Q = - \ln (e^{-\alpha} e^{-\beta M})$ olacaktır. (12)
depremlerin yinelenme aralıkları ise

$$T_r = \frac{1}{1 - e^{-\alpha} e^{-\beta M}} \quad (13)$$

bağıntısı ile verilir.

Yıllık risk biliniyorsa bu riske karşılık gelen deprem büyüklüğü

$$M = \frac{1}{\beta} \ln \left(\frac{\alpha}{- \ln (1 - R_i)} \right) \quad (14)$$

bağıntısından bulunabilir. (Işıkara, 1984).

4.3.1. b Weibull Olasılık Dağılımı

Weibull, uç değerler analiz yöntemleri içinde yer alan bir diğer olasılık dağılımıdır. Dağılımın temel özelliği olaylar arasında geçen zamandır. (t) Dağılım, kalite kontrolü, binaların ekonomik ömrünün belirlenmesinde ve fabrika üretimi ile ilgili olarak kullanılmış, pratik sonuçlar elde edilmiştir.

Küçük zaman aralıkları t ile gösterildiğinde t ile $t + \Delta t$ zaman aralığında deprem olma olasılığı, depremin t zamanından önce olması koşulu ile $\lambda (t) \Delta t$ ile belirlenir. Tehlike oranı $\lambda (t)$ 'nin dağılımı Weibull dağılımı olarak,

$$\lambda (t) = K \cdot t^m \quad (15)$$

verilir. Buradan geçerlilik fonksiyonu

$$R(t) = \exp \left[- \int_0^t \lambda(t) \cdot dt \right] = \exp \left(- \frac{K \cdot t^{m+1}}{m+1} \right) \quad (16)$$

olasılık yoğunluk fonksiyonu

$$f(t) = - dR(t) / dt \quad \text{olup} \quad (17)$$

buna göre

$$f(t) = K \cdot t^m \cdot \exp \left[-K \cdot t^{m+1} / (m+1) \right] \quad (18)$$

bağıntısı ile verilir. K ve m dağılımı belirleyen katsayılarıdır. Birikimli olasılık yoğunluk fonksiyonu

$$F(t) = 1 - R(t) \quad (19)$$

ile gösterilir. Bu bağıntılardan yararlanarak ortalama tekrarlama periyodu

$$E(t) = \int_0^{\infty} t \cdot f(t) \cdot dt = \left(\frac{K}{m+1} \right)^{-1/(m+1)} \cdot \Gamma \left(\frac{m+2}{m+1} \right) \quad (20)$$

ve bunun standart sapması

$$E(t^2) - E^2(t)^{1/2} = E(t) \cdot \Gamma \left(\frac{m+3}{m+1} \right) - \Gamma^2 \left(\frac{m+2}{m+1} \right)^{1/2} / \Gamma \left(\frac{m+2}{m+1} \right) \quad (21)$$

bağıntıları ile bulunur. Bu bağıntılardan Γ Gamma fonksiyonudur. Weibull Modelini belirleyebilmek için K ve m katsayılarının saptanması gerekir. $1/R(t)$ 'nin iki defa logaritması alınarak elde edilen

$$\ln \ln (1/R(t)) = \ln \left(\frac{K}{m+1} \right) + (m+1) \ln t \quad (22)$$

eşitliğinden yararlanıp, EKKY'ni uygulayarak K ve m katsayıları bulunmaktadır.

İkinci yol olan dönüşüm (grafik) yöntemine göre dönüşüm için gerekli olan değişkenimizi

$$Q = \ln(\mu \cdot T^\gamma) \quad (23)$$

olarak tanımlarsak, dağılım fonksiyonu

$$F_G(Q) = 1 - e^{-e^Q} \quad (24)$$

şekline dönüşür t_i 'nci zaman aralığı olmak üzere

$$Q_i = \ln \mu + \gamma \ln t_i \quad (25)$$

olarak bağıntı doğrusal hale getirilir ve μ , γ EKKY ile saptanır. (24) no'lu bağıntıdan yararlanarak R, olasılırlık fonksiyonu

$$R = 1 - F_G(Q) \quad (26)$$

olarak yazılabilir (23), (24) ve (26) bağıntıları incelendiğinde

$$Q_i = \ln \ln(1/R) \quad (27)$$

olduğu görülür. Risk saptanmasında μ ve γ parametrelerinden yararlanılır

$$P = 1 - e^{-\mu t^\gamma} \quad (28)$$

almak üzere

$$P = 1 - e^{-(1/\beta)^\gamma} \quad (29)$$

bağıntısı ile risk değerleri saptanır. (29) bağıntısında β boyutsuz bir sayıdır. r yinelenme periyodu, D yaşam periyodu (design period) olarak alındığında

$$\beta = r / D \quad (30)$$

şeklindedir. Aynı zamanda yinelenme periyodu,

$$r = (1/\mu)^{1/\gamma} \quad (31)$$

İlişkisi ile de gösterilebilir (Koiçak ve diğ 1987)

4.3.2. Depremlerin Oluşumu İçin Markov Modeli

Markov modeli Reid tarafından önerilen elastik geri tepme kuramına uymaktadır. Reid'in ancak sığ depremlerin oluşumunu bir oranda açıklayabilen bu kuramı şöyle özetlenebilir: Yer kabuğunda meydana gelen hareketler kayalarda gerilmelere neden olur. Kayalar ancak belirli bir gerilmeye kadar dayanır ve sonra kırılırlar. Depremler bu kırılmalar nedeniyle oluşurlar ve kayalarda birikmiş olan gerilmelerinin tümünün veya bir bölümünün giderilmesini sağlarlar. Geçmiş depremlerde bu gerilmelerin ne oranda giderildiği daha sonraki depremlerin oluş zamanlarını ve şiddetlerini etkileyecektir. Buna göre de gelecekteki deprem olayları geçmiş depremlere bağımlı olacaktır. (Yücemen 1982)

Markov modelinde olaylar zaman ve uzay boyutunda bağımlıdır. Ancak bununla birlikte Poisson modelinde olduğu gibi iki veya daha çok sayıda olayın aynı zamanda gerçekleşme olasılığı yoktur.

Olayların sıralanışlarındaki bağımlılık özelliğinden dolayı, Markov modelinin belirli alanlarda ve aynı yapısal süreksizlikteki bölgelerde uygulanması yararlıdır.

Ancak, Markov modeli zaman boyutunda da bağımlıdır. Bu bağımlılık, zaman boyutunda seçilen her birim zaman içinde bir olayın olmasının gerekliliğidir. Oysa, deprem olayında seçilen her birim zamanda bir depremin olması zorunlu değildir ve birim zamandan bağımsız bir model uygulamak bu da semi-Markov Modelidir. (Altınok 1984)

4.3.2. a Semi- Markov Modeli

Markov Modeli ile ortak özellikleri olmasına karşın, Semi - Markov Modelinde bağımlılık özelliği sadece uzay boyutu için vardır. Yine Markov Modelinde olayların kendilerinden öncekilere bağlı olmalarından dolayı tek adım (one step memory) özelliği, Semi- Markov Modelinde ise ardışık olaylar arasında geçen zamanın bir önceki ve gelecek olan olaya bağılılığı nedeniyle, çok-adım bellek (multi-step memory) özelliği görülmektedir.

Yine bu modellerle durum (state) ve geçiş (state transition) olmak üzere iki temel kavram vardır. Bütün fiziksel sistemlerde, sisteme ait değişkenlerin sayısal değerleri sistemi tanımlar ve bu değişkenlerin herbiri bir 'durum' oluşturur. Depremın uzay durumlarını ise deprem sayısı enlem, boylam, derinlik, enerji gibi değişkenler belirler.

5. RISK MODELLERİ UYGULAMASI

5.1. Poisson Modelinin Uygulanması

Bölgede tarihsel dönem için 282-1900 yılları, aletsel dönem için 1900-1991 yılları arasında oluşmuş $M \geq 4,5$ olan depremler gözönünde bulundurularak Tablo-1 ve Tablo-4 hazırlanmıştır.

Belirtilen Tablolarda verilen M ve $\log(\sum N/T)$ değerlerine En Küçük Kararlar Yöntemi uygulanarak doğrusal ilişki ile ilgili katsayılar

$$\begin{array}{ll} a_1 = 0.6311 & a_2 = 2.7217 \\ b_1 = -0.4399 & b_2 = -0.5979 \end{array}$$

ve korelasyon katsayıları

$$\begin{array}{ll} c_1 = -0.9566 & c_2 = -0.9847 \end{array}$$

bulunmuştur (Şekil-11, Şekil-12).

Bulunan katsayılar kullanılarak çeşitli magnitüd ve değişik süreler için

$$R = 1 - \exp(-N(M) \cdot D) \quad (32)$$

bağıntısı yardımıyla saptanan risk değerleri Tablo: 3, Tablo: 6 ve Tablo: 7'de verilmiştir.

5.1. a. Tarihsel Dönem Risk Hesabı

Tarihsel depremlerin magnitüdüleri kataloglarda tanımlanan şiddetlerinden Türkiye genel için geçerli olan (33) bağıntısıyla hesaplanmıştır.

$$M = 1.63 + 0.592 I_0 \quad (33)$$

(Uz, Güçlü, İpek - 1967)

Tarihsel dönem risk hesabı 282-1900 yıllarını kapsayan 1618 yıllık (T) bir süreç gözönüne alınarak yapılmıştır.

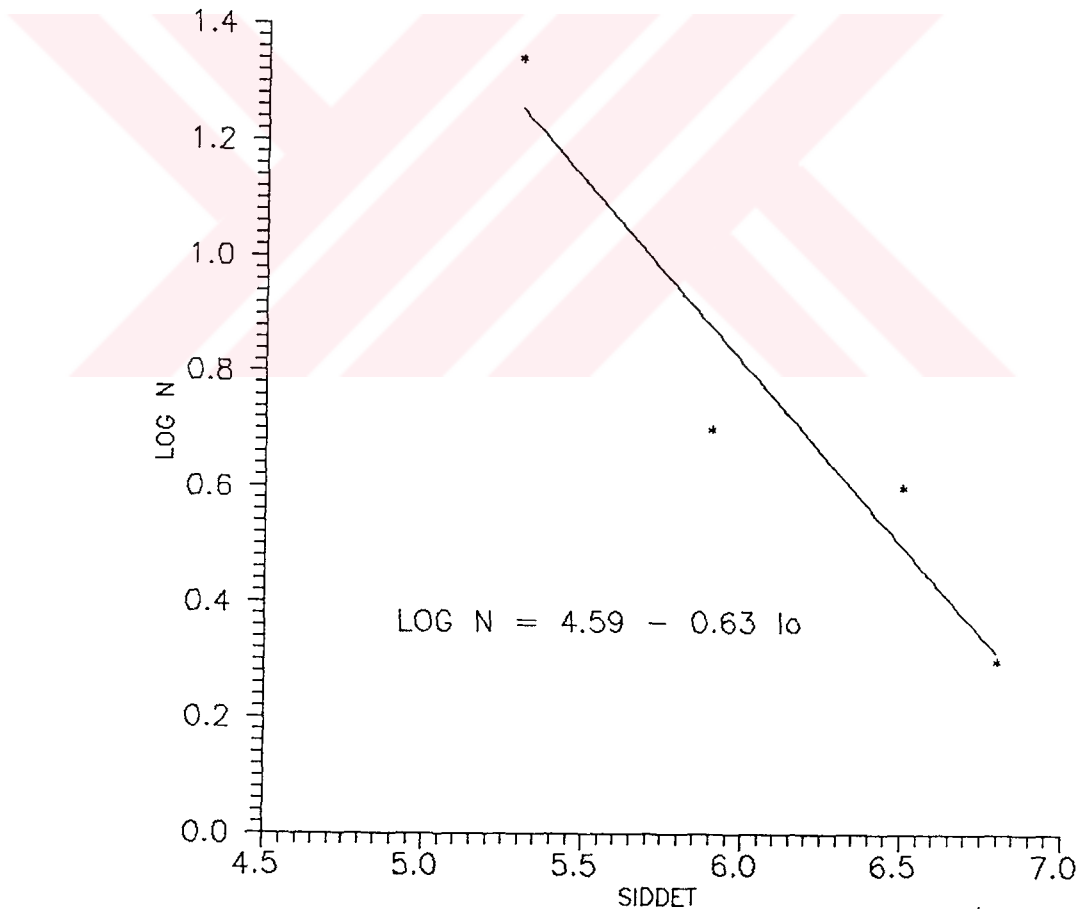
Tablo: 1 En Küçük Kareler Yönteminin Uygulanacağı Değerler:

M	N	ΣN	$\Sigma N/T$	Log ($\Sigma N/T$)
4.75	-	42	0.02595797281	- 1.585729227
5.25	16	42	0.02595797281	- 1.585729227
5.75	13	26	0.01606922126	- 1.794005169
6.25	7	13	0.00803461063	- 2.095035165
6.75	6	6	0.00370828182	- 2.430827267

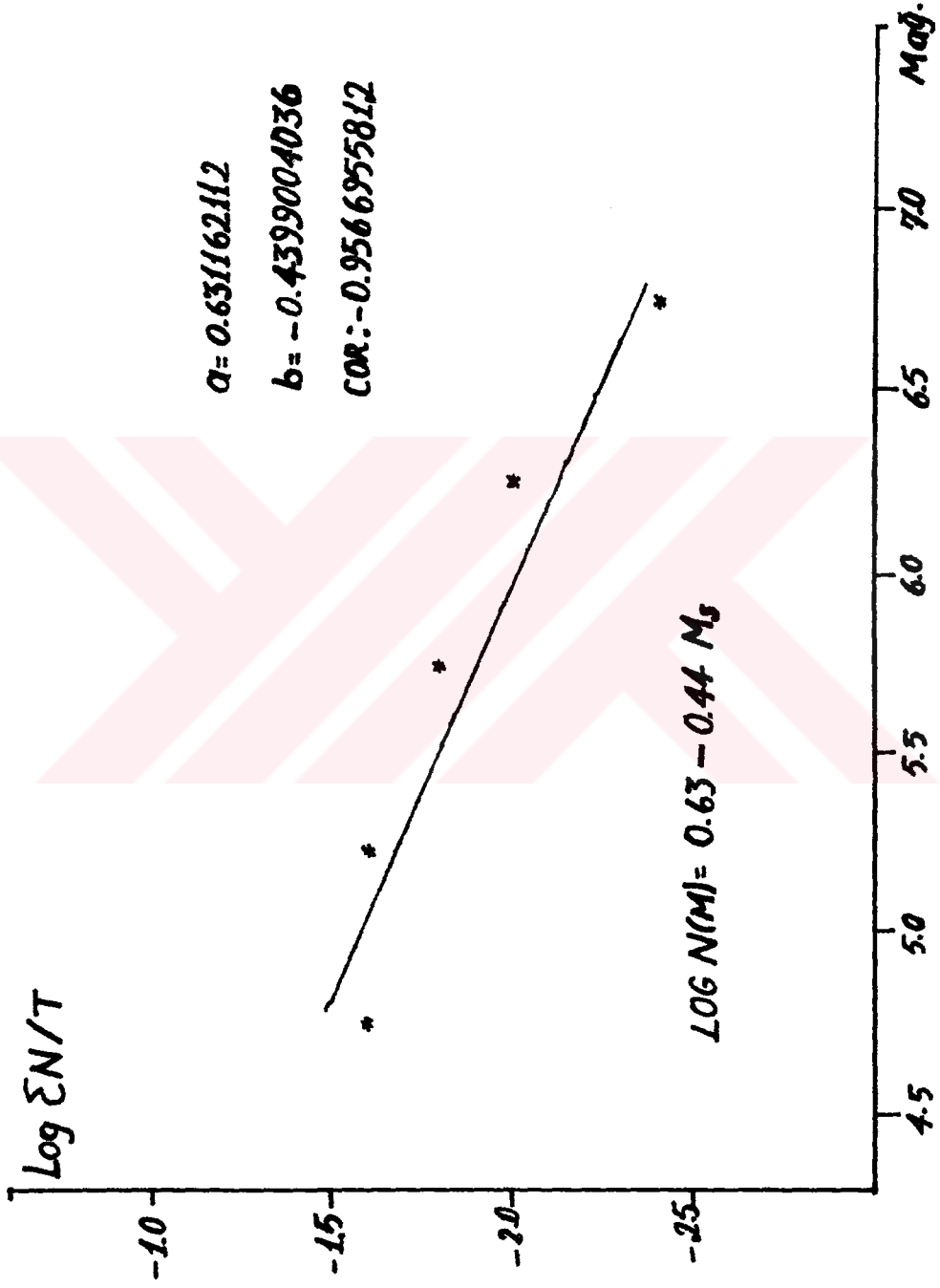
En Küçük Kareler Yöntemi ile elde edilen değerler Şekil-11 ile verilmiştir.

Tablo: 2 Tasarımların Periyotları:

M	N	T
4.75	0.03480767377	28.72929707
5.25	0.02097611233	47.67327636
5.75	0.0126408128	79.10883705
6.25	0.00761771990	131.272876
6.75	0.00459065864	217.8336658



*Şekil-11.a Tarihsel Dönem Doneleri için
Normalize Edilmeden Elde
Edilen Değerler.*



Şekil-11 Tarihsel Dönem Deprem Verileri İçin
 E.K.K.Y' i ile Elde Edilen Değerler.

Tablo: 3. 1, 5, 10, 20, 50, 100 yıllık tasarım periyotları için risk (%):

M	1	5	10	20	50	100
4.75	3	16	29	50	82	97
5.25	2	9	19	34	65	88
5.75	1	6	12	22	47	72
6.25	0	3	7	14	32	53
6.75	0	2	4	9	20	36

5.1.b. Aletsel Dönem Risk Hesabı

Aletsel dönem risk hesabı 91 yıllık (T) bir süreç gözönüne alınarak yapılmıştır.

Tablo: 4 En Küçük Kareler Yönteminin Uygulanacağı değerler verilmektedir:

M	N	ΣN	$\Sigma N/T$	Log ($\Sigma N/T$)
4.75	53	88	0.96703296700	- 0.01455872017
5.25	21	35	0.38461538460	- 0.41497334800
5.75	7	14	0.15384615380	- 0.81291335660
6.25	3	7	0.07692307692	- 1.11394335200
6.75	1	4	0.04395604396	- 1.35698140100
7.25	3	3	0.03296703297	- 1.48192013800

En Küçük Kareler Yöntemiyle elde edilen değerler Şekil-12 ile verilmiştir.

Tablo: 5 Tasarım Periyodları:

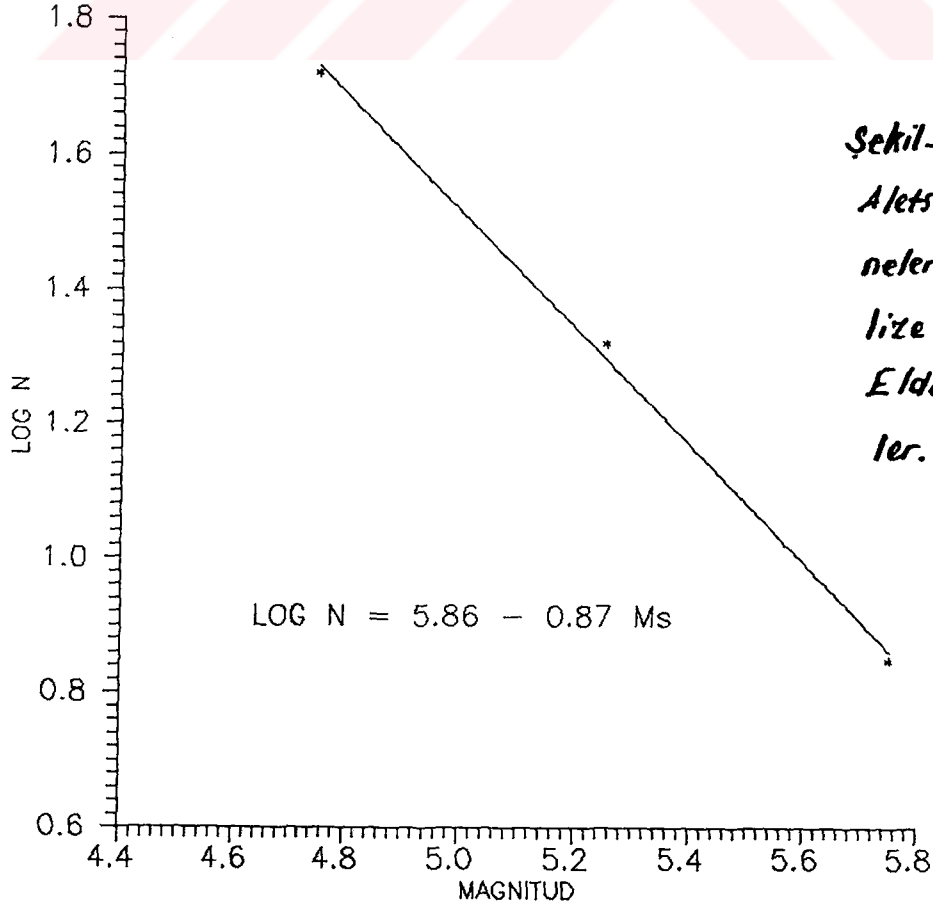
M	N	T
4.75	0.8269895086	1.209205183
5.25	0.4192759967	2.385063795
5.75	0.2125690345	4.704354058
6.25	0.1077705254	9.278974899
6.75	0.0546386549	18.30206106
7.25	0.0277012903	36.09940136

Tablo: 6 1, 5, 10, 20, 50, 100 yıllık tasarım periyodları için risk (%)

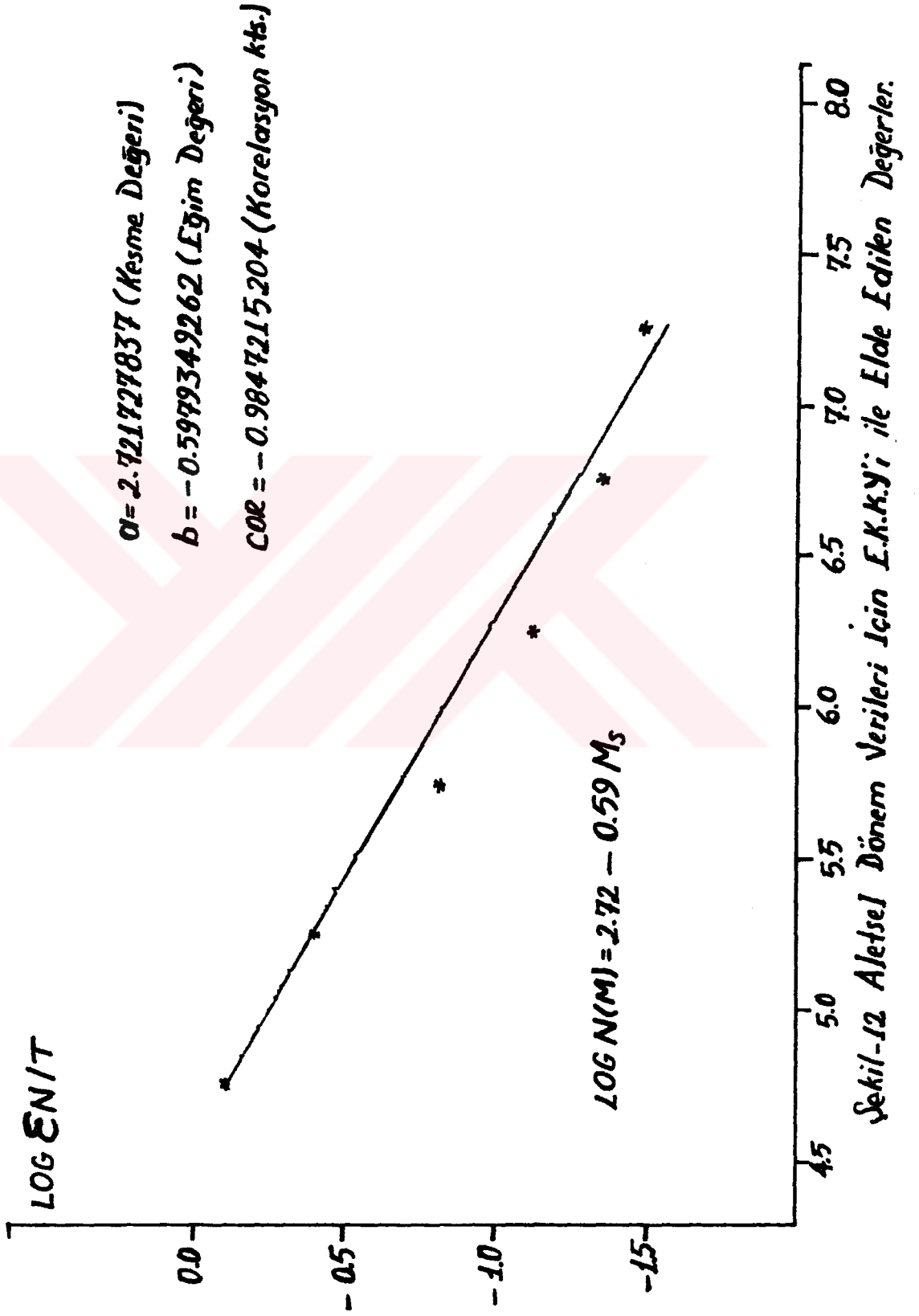
M	1	5	10	20	50	100
4.75	56	98	99	99	100	100
5.25	34	87	98	99	99	100
5.75	19	65	88	98	99	99
6.25	10	41	65	88	99	99
6.75	5	23	42	66	93	99
7.25	2	12	24	42	74	93

Tablo: 7 1, 5, 10, 20, 50, 100 yıllık tasarım periyotları için risk (%):

M	1	5	10	20	50	100
4.5	14	55	80	96	99	99
4.7	58	98	99	99	100	100
4.9	49	96	99	99	100	100
5.1	40	92	99	99	100	100
5.3	32	85	98	99	99	100
5.7	20	67	89	98	99	99
5.9	15	57	82	96	99	99
6.1	12	48	73	92	99	99
6.3	9	39	63	86	99	99
6.7	5	25	44	68	94	99
6.9	4	19	35	58	89	98
7.1	3	15	28	49	81	96
7.3	2	12	22	40	72	92



*Şekil-12.a (1900-1991)
Aleysel Dönem Do-
neleri için Norma-
lize Edilmeden
Elde Edilen Değer-
ler.*



5.1.1. Gumbel Olasılık Dağılımının Uygulanması

Dağılımın uygulanmasında yıllık en büyük mağnütüd değerleri kullanıldığından veri bulunmayan yıllar için $M= 4.5$ alınmıştır. Mağnütüdü 4.5 veya daha büyük depremlerden her yıl için en büyük mağnütüdü deprem seçilerek, tarih sırasına göre Tablo-8'de verilmiştir.

α ve β saptamak için Tablo: 9 düzenlenmiştir. Tablo: 9'da verilen M ve $\ln \ln Q(M)$ değerlerine En Küçük Kareler Yöntemi uygulanarak doğrusal ilişkinin katsayıları

$$\alpha = 5.2388$$

$$\beta = - 1.3441$$

Korelasyon katsayısı $C = - 0.9942$ bulunmuştur. (Şekil-13 şekil-14) Elde edilen katsayılardan yararlanarak $M \geq 4.5$ olan depremler için çeşitli tasarım yıllarına göre risk değerleri saptanmış ve Tablo:10'da sunulmuştur.

TABLO: 8 YILLIK EN BÜYÜK MAGNİTÜD DEĞERLERİ

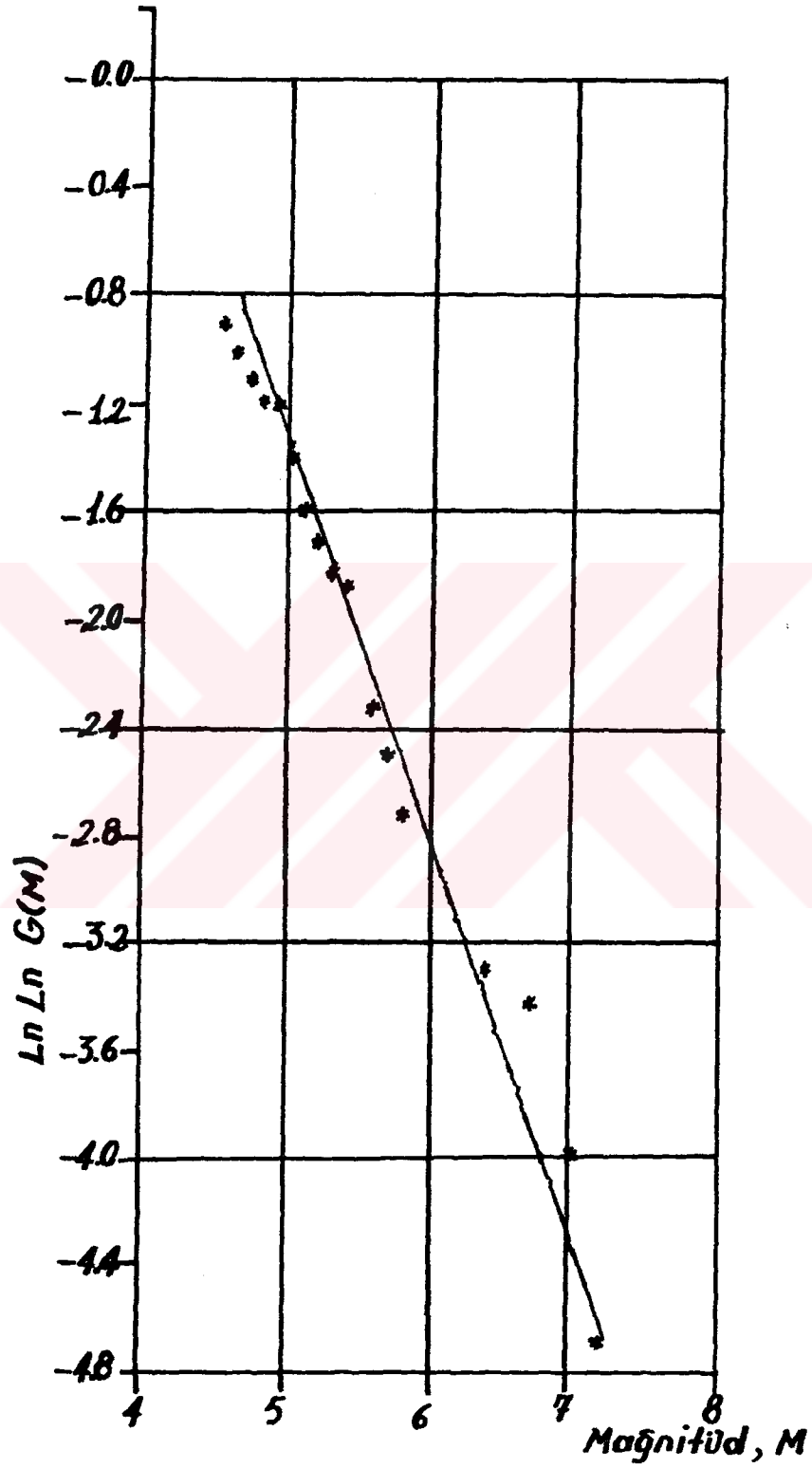
YIL	M_{max}	YIL	M_{max}	YIL	M_{max}	YIL	M_{max}	YIL	M_{max}
1881	5.2	1908	4.5	1935	6.4	1962	4.5	1989	4.5
1882	4.5	1909	4.5	1936	4.5	1963	5.1	1990	4.5
1883	4.5	1914	4.5	1937	4.5	1964	7.0	1991	4.5
1884	5.8	1911	4.5	1938	5.0	1965	5.6		
1885	4.5	1912	7.3	1939	4.5	1966	5.5		
1886	4.5	1913	4.5	1940	4.5	1967	4.5		
1887	4.5	1914	4.5	1941	4.6	1968	4.7		
1888	5.2	1915	4.5	1942	5.6	1969	5.7		
1889	4.5	1916	4.5	1943	4.5	1970	4.5		
1890	4.5	1917	5.3	1944	4.5	1971	5.1		
1891	4.5	1918	4.5	1945	4.5	1972	4.5		
1892	4.5	1919	4.5	1946	4.5	1973	4.5		
1893	4.5	1920	4.5	1947	4.5	1974	4.5		
1894	4.5	1921	4.5	1948	4.5	1975	6.7		
1895	4.5	1922	4.5	1949	4.5	1976	4.5		
1896	4.5	1923	4.5	1950	5.1	1977	4.5		
1897	6.4	1924	5.4	1951	5.0	1978	4.6		
1898	6.4	1925	4.6	1952	4.9	1979	4.5		
1899	4.5	1926	4.5	1953	7.2	1980	4.5		
1900	4.5	1927	4.5	1954	5.0	1981	4.8		
1901	4.5	1928	4.5	1955	5.3	1982	4.6		
1902	4.5	1929	4.5	1956	5.5	1983	5.8		
1903	4.5	1930	4.5	1957	4.5	1984	4.5		
1904	4.5	1931	4.5	1958	4.5	1985	4.5		
1905	5.0	1932	4.5	1959	5.4	1986	4.6		
1906	4.5	1933	4.5	1960	4.5	1987	4.5		
1907	4.5	1934	4.5	1961	5.2	1988	5.1		

**TABLO:9 ÇANAKKALE İÇİN GUMBEL YILLIK MAKSİMUM DAĞILIMI HESAPLARI
(1881-1991)**

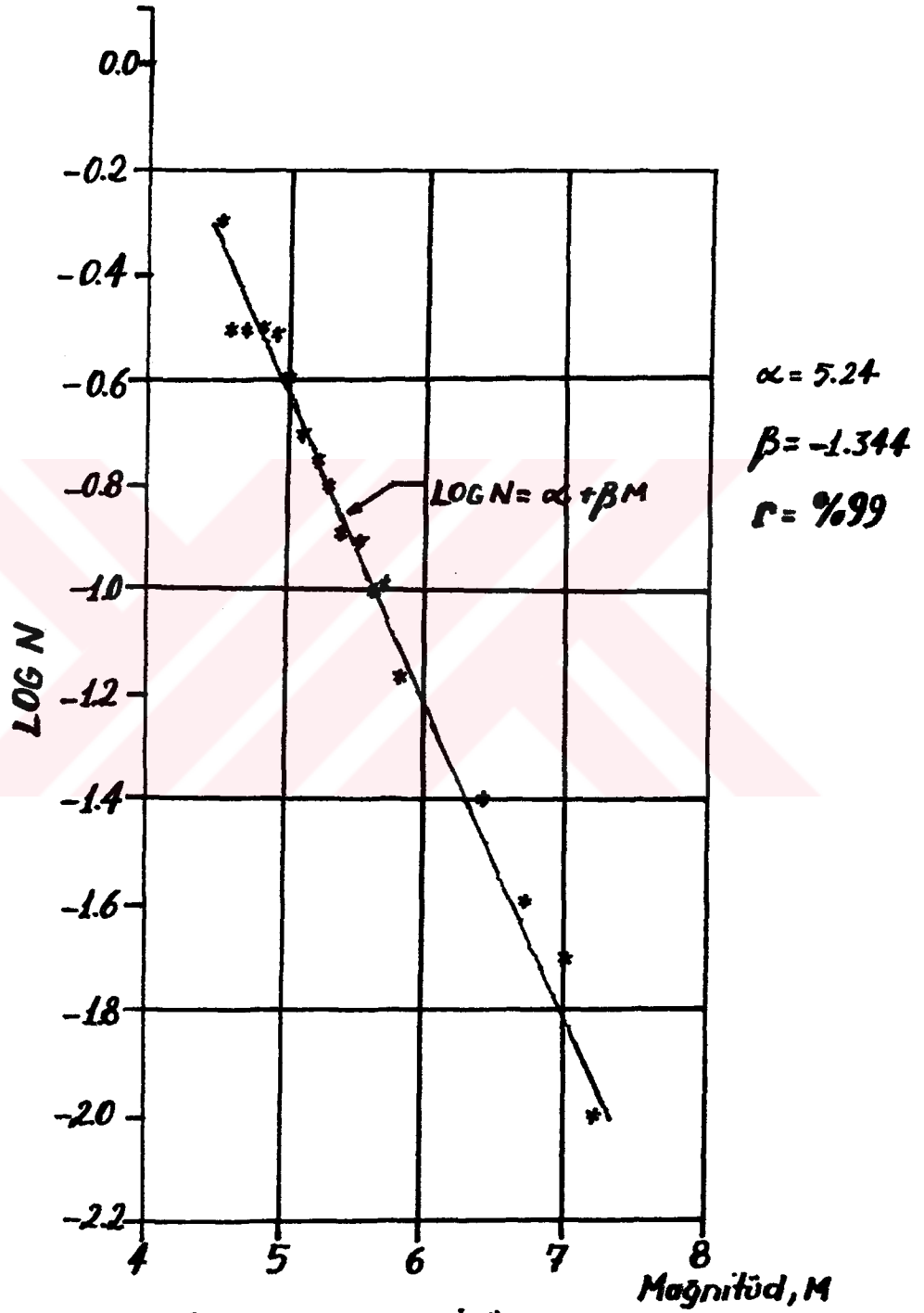
M	J	f	Q(M)	-Ln Q(M)	LnLn Q(M)	Log N
4.5	74	0.6666	0.6666	-0.4054	-0.9027	-0.3921
4.6	5	0.0450	0.7117	-0.3400	-1.0785	-0.4685
4.7	1	0.0090	0.7207	-0.3275	-1.1162	-0.4847
4.8	1	0.0090	0.7297	-0.3150	-1.1549	-0.5016
4.9	1	0.0090	0.7387	-0.3028	-1.1946	-0.5188
5.0	4	0.0360	0.7747	-0.2551	-1.3657	-0.5932
5.1	4	0.0360	0.8108	-0.2097	-1.5619	-0.6784
5.2	3	0.0270	0.8378	-0.1769	-1.7319	-0.7522
5.3	2	0.0180	0.8558	-0.1556	-1.8601	-0.8079
5.4	2	0.0180	0.8738	-0.1348	-2.0038	-0.8703
5.5	2	0.0180	0.8918	-0.1144	-2.1679	-0.9415
5.6	2	0.0180	0.9099	-0.0944	-2.3601	-1.0250
5.7	1	0.0090	0.9189	-0.0845	-2.4703	-1.0731
5.8	2	0.0180	0.9369	-0.0651	-2.7312	-1.1864
6.4	3	0.0270	0.9639	-0.0367	-3.3049	-1.4353
6.7	1	0.0090	0.9729	-0.0273	-3.5972	-1.5624
7.0	1	0.0090	0.9819	-0.0181	-4.0073	-1.7423
7.2	1	0.0090	0.9909	-0.0090	-4.7050	-2.0457
7.3	1	0.0090	1.0000	-	-	-

$a = 5.24, b = -1.344, r = \%99$

$\text{Log N} = 5.24 - 1.344.M$



Şekil.13 Gumbel Olasılık Dağılımına göre
 Ln Ln G(M)- Mağnitüd Arasındaki
 ilişki.



Şekil-14 MAĞNİTÜD-LOG N BAĞINTISI.

Tablo: 10 Gumbel Olasılık Dağılımı İçin Risk (%):

RISK YILLARA GÖRE						
MAG.	1	5	10	20	50	100
4.5	0.36	0.89	0.99	0.99	1.00	1.00
5.0	0.20	0.67	0.89	0.98	0.99	1.00
5.5	0.11	0.44	0.68	0.90	0.99	1.00
6.0	0.06	0.26	0.45	0.69	0.95	0.99
6.5	0.03	0.14	0.26	0.45	0.78	0.95
7.0	0.02	0.07	0.14	0.26	0.54	0.78

5.1.2 Weibull Olasılık Dağılımının Uygulanması

Weibull olasılık dağılımının uygulanmasında grafik yöntem kullanılmıştır. Yöntemin temel özelliği olan zaman dikkate alınarak olaylar arasında geçen süre saptanmıştır. t_i zaman aralığı bir yıl olarak seçilmiş ve bu aralıklarda oluşan depremlerin sayısal değerleri (N) bulunarak R olasılık fonksiyonları elde edilmiştir. Tablo-11 de verilen $\ln t_i$ ve $\ln \ln 1/R$ değerlerine En Küçük Kareler yöntemi uygulanarak doğrusal ilişki bulunmuştur. (Şekil-15)

Doğrusal ilişkidен bulunan $\gamma = 0.5839$ $\mu = 1.4066$ katsayılarından yararlanarak yineleme periyodu $r = 0.557$ yıl olarak saptanmıştır. Bu değeri kullanarak, çeşitli yıllar için saptadığımız risk değerleri (Tablo-12) Şekil-16'da grafiklenmiştir.

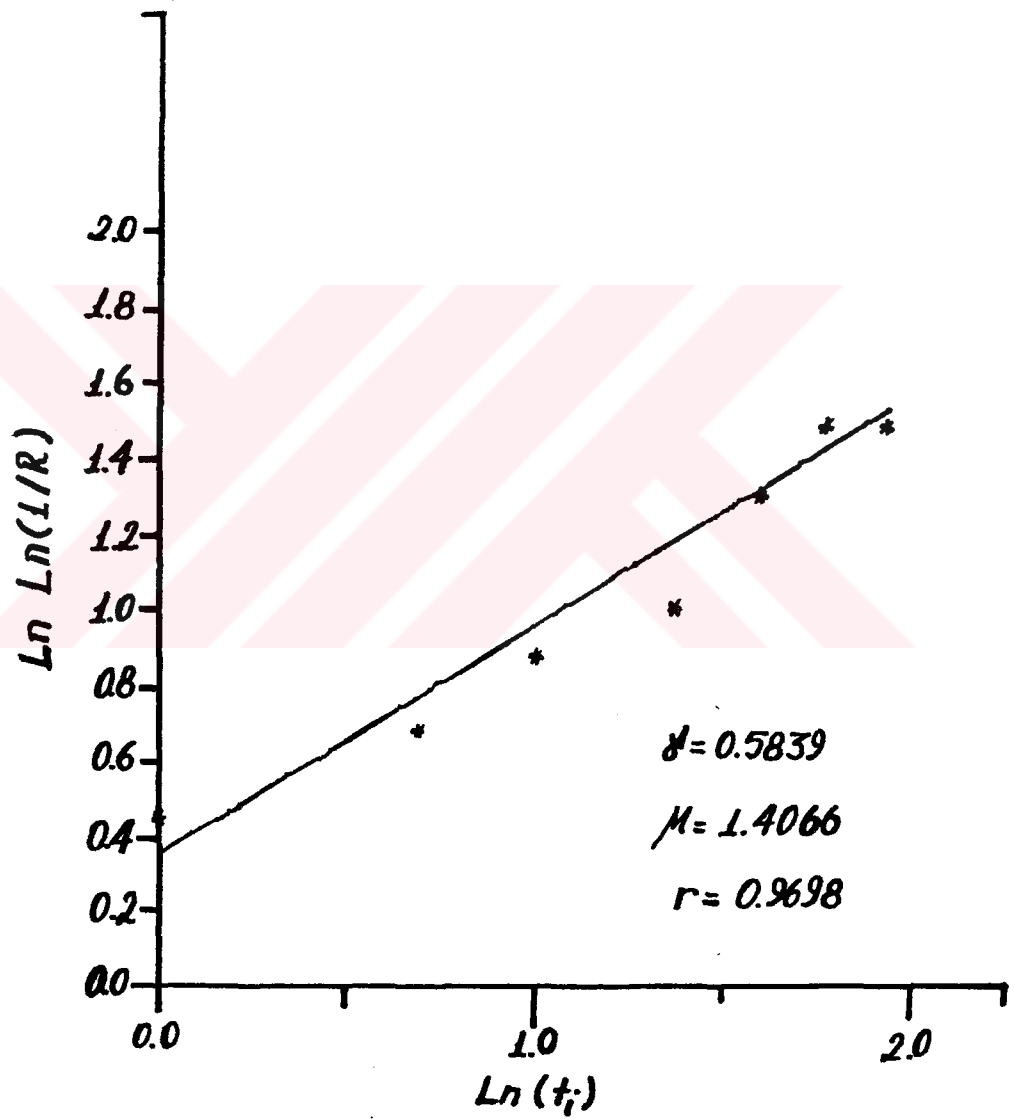
Tablo:11 En Küçük Kareler Yöntemi'nin Uygulanacağı Değerler:

t_i	N	ΣN	$\ln t_i$	$f(x) = \Sigma N/T$	$R = 1 - f(x)$	$\ln \ln 1/R$
0-1	70	70	0.0000	0.7954	0.2045	0.4618
1-2	5	75	0.6931	0.8522	0.1477	0.6483
2-3	5	80	1.0986	0.9090	0.0909	0.8745
3-4	3	83	1.3862	0.9431	0.0568	1.0535
4-5	3	86	1.6094	0.9772	0.0227	1.3308
5-6	1	87	1.7917	0.9886	0.0113	1.4990
6-7	-	87	1.9459	0.9886	0.0113	1.4990
7-8	1	88	2.0794	1.0000	-	-

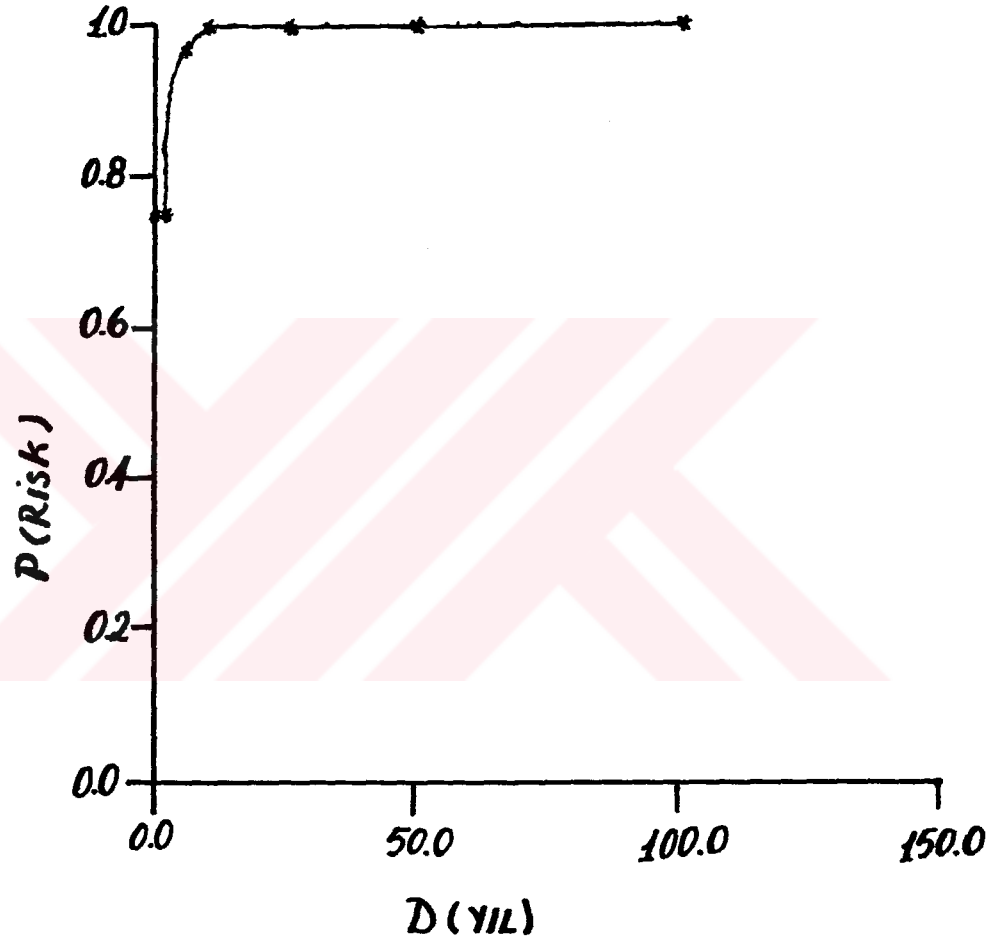
Tablo:12 Weibull Olasılık Dağılımı İçin Risk (%) :

RISK YILLARA GÖRE

D(YIL)	1	5	10	20	50	100
P	0.7550	0.9726	0.9954	0.9996	0.9999	1.0000



Sekil-15 Weibull Olasılık Dağılımı Parametrelerinin Saptanmasında Kullanılan Grafik.



Sekil-16 Risk Değerlerinin Zamana Bağlı Değişimi.

6. SONUÇLAR

Çalışmada, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun 25.50°E - 28.50°E boylamları arasındaki kısmında $M \geq 4.5$ olan depremler gözönüne alınarak Gutenberg - Richter yöntemiinden Gumbel Uç Değer ve Weibull Olasılık dağılımları yardımıyla deprem riski saptanmıştır. Yöntemlerin hepsinde Poisson dağılımını kullanmamıza rağmen Gutenberg - Richter bağıntısında ortalama oluşum periyodu Gumbel Uç Değer dağılımında maksimum magnitüdler, Weibull olasılık dağılımında ise benzer çalışmalarda kullanılan Poisson olasılık dağılımının aksine olayların belli zaman aralıklarındaki dağılımı temel alınmıştır.

Tablo: 12 incelendiğinde görülmektedirki Weibull dağılımı ile deprem riski saptandığında 5 yıl ve 5 yılın üzerindeki zaman süreçleri için inceleme bölgesinde $M \geq 4.5$ olan depremler % 97'in üzerindeki olasılık ile yüksek deprem riski gösterirler. Bu demektirki $M \geq 4.5$ olan bir depremin 5 yıl ve 5 yılın üzerindeki zaman sürecinde gerçekleşme olasılığı çok yüksektir.

Poisson Olasılık Dağılımı'nın ve Gumbel Uç Değer Dağılımı'nın uygulanmasıyla saptanan risk değerleri; $M \geq 4.5$ büyüklüğündeki bir depremin 20 yıl ve daha uzun bir süreçte olma olasılıkları ile, $M \geq 5.5$ büyüklüğündeki depremlerin 50 yıl ve üzerindeki yıllar içinde en büyük olasılık değerlerini aldıkları görülmektedir. Her iki yöntemle bulunan sonuçlar genel olarak benzerlik göstermektedir.

Poisson Modelinden yararlanarak saptanan Weibull Olasılık Dağılımında $M \geq 4.5$ olan depremler 10 yıl ve üzerindeki süreçlerde en yüksek olasılık değerine ulaşmaktadır. Buda yukarıda belirtilen her iki yöntemin sonuçları ile uygunluk göstermektedir.

7. KAYNAKLAR

AYHAN E., ALSAN, E., SANCAKLI, N., ÜÇER, S.B. (1900 - 1980 Depremler:) Türkiye ve Dolayları Deprem Kataloğu (1881 - 1980) Boğaziçi Üniversitesi Yayını - (1987).

Bulletins of International Seismological Center (ISC).

(NEIS) Preliminary determination of epicenters, U.S. National Earthquake Information Service.

SOYSAL, H., SIPAHOĞLU, S., KOLÇAK, D., ALTINOK, Y. (1981-Istanbul) Türkiye ve Çevresinin Tarihsel Deprem Kataloğu (MÖ 2100-MS 1900) İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi Jeofizik Müh. Blm.

EYİDOĞAN, H., UTKU, Z., GÜÇLÜ, U., DEĞİRMENCI, E., (1900-1988) Türkiye Büyük Depremleri Makro-Sismik Rehberi İ.T.Ü. Maden Fakültesi Jeofizik Müh. Blm.

YÜCEMEN, M.S. (1982) Sismik Risk Analizi.
Ortak Doğu Teknik Üniversitesi.

İŞIKARA, A.M. (1984) Jeofizikte Seçimli Konular.

KOLÇAK, D., ALTINOK, Y., GÜNDOĞDU, O. (1987) Kuzey Anadolu Fay Zonunda Welbull Olasılığı Dağılımı ile Deprem Riskinin saptanması, Deprem Araştırma Bülteni, 57.

BOLT, B.A. (1978) Earthquakes, University of California, Berkeley.

KETİN, İ. Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış İstanbul Teknik Üniversitesi Vakfı Kitap Yayını No:32.

TEZCAN, S., ACAR, Y., ÇIVI, A. İstanbul İçin Deprem Riski Analizi Deprem Araştırma Bülteni Sayı:26, Temmuz-1979.

CORNELL, A., ERGÜNAY, O., ÇAPAN, E. U., Mühendislikte Deprem Riski Analizi Sayı: 9.

ROSENBLUETH, E., ÇARPAN, Z. U. Risk Analizi Deprem Araştırma Enstitüsü Bülteni Sayı: 15.

TEZCAN, S., Marmara Bölgesi Maksimum Yer İvmesi Tahminleri Deprem Araştırma Enstitüsü Bülteni Sayı: 62.

YURDUSEV, M. A Deprem Verilerinin Risk Analizleri İçin Değerlendirilmesi Deprem Araştırma Enstitüsü Bülteni Sayı: 62.

ÜÇER, S.B., AYHAN, E., ALSAN, E. Türkiye'nin Deprem Bölgelerinin Belirlenmesinde Bazı İstatistiksel Yaklaşımlar Deprem Araştırma Enstitüsü Bülteni Sayı:18.

İMAR VE İSKAN BAKANLIĞI Deprem Araştırma Enstitüsü Başkanlığı Deprem ve Parametreleri (1975).

AYHAN, E. Türkiye'de 1881-1988 yılları arasında oluşmuş şiddetli Depremler ($M_s \geq 5.5$) ve Sonuçları Deprem Araştırma Enstitüsü Bülteni Sayı: 61.

KETİN, İ., CANİTEZ, N. (1979) Yapısal Jeoloji, Yıldız Teknik Üniversitesi.

İŞİKARA- A. M. (1984) İstanbul İçin deprem olma olasılığının Weibull Dağılımından yararlanarak elde edilmesi Deprem Araştırma Bülteni, Sayı: 46, Temmuz-1984.

KETİN, İ. (1977) Genel Jeoloji, Cilt 1., Yerbilimleri Giris I.T.Ü. Yayınları.

ÖNCEL, A. O. (1992) Kuzey Anadolu Fay Zonu'nda Depremlerin İstatistiksel Analizi İstanbul Üniversitesi Fen Bilim. Ens., İstanbul.

ÖZEL, N. (1990) Deprem Risk Modelleri İstanbul Üniversitesi Fen Bilim. Ens. İstanbul.

IPEK, M., ÜÇER, S.B., ULUSAN, N. (1975) The Map of the Density of Energy Flux Between 1901 - 1970 In Western Part of Anatolia Kandilli Rasathanesi.

DİZER, M. (1991) Deprem- Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi.



ÖZGEÇMİŞ

1970 yılında Diyarbakır'da doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Akşehir'de tamamladım. 1990 - 1991 eğitim döneminde Yıldız Üniversitesi Kocaeli Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldum. 1991 yılında Yıldız Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeofizik Mühendisliği Bölümü'nde Yüksek Lisans öğrenimime başladım. Halen öğrenimime devam etmekteyim.



8. EKLER:



EK. 1. ÇANAKKALE BÖLGESİ İÇİN KULLANILAN DEPREM KATALOĞU

Çanakkale Bölgesi için değerlendirilen verilerde tarihsel dönemde (MÖ. 282 - 1900) ve aletsel dönemde (1900 - 1991) arası depremler verilmektedir. Tarihsel dönem depremleri için Soysal ve diğerleri (1981) ve Ergin ve diğerleri (1967) kataloglarından yararlanılmıştır. Bu kataloglardaki şiddet değerleri çalışmamız kapsamında hesaplanan şiddet-magnitüd ilişkisini veren bağıntı ile magnitüd değerlerine çevrilmiş ve böylece tarihsel ve aletsel dönem verilerinin magnitüdülerinin tekdüze olması sağlanmıştır.

Aletsel dönem depremleri için ise:

1900-1980 Depremleri

AYHAN, E., ALSAN, E., SANCAKLI, N., ÜÇER, S.B., Türkiye ve Dolayları Deprem Kataloğu (1881-1980) Boğaziçi Üniversitesi Yayını (1987).

1980-1990 ara depremleri Bulletin of International Seismological Center (ISC), (NEIS) Preliminary determination of epicenters, U.S. National Earthquake Information Service veri tabanından ve Kandilli kataloglarından sağlanmıştır.

ÇANAKKALE İÇİN SİSMİK TARİHÇE

GÖZLEMSEL OLASIL DIŞMERKEZ					
NO	TARİH	ENLEM (N)	BOYLAM (E)	YER VEYA ETKİLENEN ALAN	ŞİDDET (I₀)
1	93	(40.60)	(26.70)	Gelibolu Yarımadası	VI
2	138	(40.15)	(26.40)	Çanakkale	VI
3	170	(40.50)	(28.00)	Erdek Kapıdağ Yrd.	VI
4	460/464	(40.39)	(27.80)	Erdek	VII
5	06.09.543	(40.39)	(27.80)	Erdek Kapıdağ	IX
6	990	(40.90)	(28.30)	Trakya	VI
7	1354/56	(40.80)	(27.00)	Gelibolu, Bolayır, Malkara	VIII
8	26.05.1752	(41.30)	(27.70)	Istanbul ve Civan	VI
9	02.11.1762	(40.15)	(26.40)	Çanakkale	VI
10	23.04.1766	(40.80)	(28.20)	Çorlu ve Civan	VII
11	1831	(37.70)	(26.80)	Çanakkale Sisam Ad.	VI
12	25.11.1835	(40.15)	(26.60)	Çanakkale	VI
13	1851	(40.03)	(28.40)	M.Kemalpaşa	VII
14	21.08.1859	(40.20)	(25.80)	İmroz	IX
15	17/22.08.1860	(40.41)	(26.65)	Gelibolu Sakız ve Edime	VIII
16	11.01.1862	(40.20)	(27.80)	Bursa Çanakkale	VI
17	10/14.06.1864	(40.30)	(26.50)	Gelibolu Çanakkale	VI
18	23.02.1865	(40.15)	(26.40)	Midilli ve Çanakkale Civan	VIII
19	20.03.1867	(40.41)	(26.65)	Gelibolu	VI
20	7/5.08.1868	(40.15)	(26.40)	Çanakkale	VI
21	31.05.1869	(40.60)	(28.00)	İst., Bursa, Tekirdağ	V
22	03.01.1870	(40.50)	(26.50)	Saroz Körfezi Civan	VI
23	9/10.08.1870	(39.90)	(27.10)	Balıkesir Çanakkale	VI

GÖZLEMSEL OLASIL DIŞMERKEZ

NO	TARİH	ENLEM (N)	BOYLAM (E)	YER VEYA ETKİLENEN ALAN	ŞİDDET (I₀)
24	11.10.1871	(40.41)	(26.65)	Gelibolu	V
25	13.01.1872	(40.39)	(27.80)	Erdek	VI
26	13.12.1872	(40.30)	(26.50)	Gelibolu Çanakkale	VI
27	9.11.1873	(40.50)	(25.60)	Semadirek Adası	VII
28	03.01.1874	(40.80)	(28.40)	İstanbul Tekirdağ	VI
29	08.1874	(40.39)	(27.80)	Edremit İst. Balıkesir	VI
30	03.1875	(40.15)	(26.40)	Çanakkale	VII
31	10.1875	(40.15)	(26.40)	Çanakkale	VI
32	23.12.1875	(40.70)	(28.00)	İstanbul	VI
33	25.10.1876	(40.15)	(26.40)	Çanakkale	VI
34	01.11.1877	(40.60)	(27.40)	Marmara Adaları	VIII

(M.Ö. 282-1898)

GÖZLEMSEL OLASIL DIŞMERKEZ

NO	TARİH GAY	ZAMAN S.Dk.Sn.	ENLEM (N)	BOYLAM (E)	YER VEYA ETKİLENEBEN ALAN	ŞİD. (I)	MAĞ. (M)
32	M.Ö. 282	—	(40.50)	(26.70)	Bolayır, Gellibolu	VIII	6.366
77	93	—	(40.60)	(27.00)	Gellibolu Yrd. Kuzeyi Trakya	VIII	6.366
85	10.11.117	—	(40.40)	(27.80)	Erdek Kapıdağ Yrd.	VII	5.774
93	138	—	(40.15)	(26.40)	Çanakkale Bandırma	VIII	6.366
97	155	—	(40.30)	(28.00)	Bandırma ve Yör.	VIII	6.366
100	03.05.170	—	(40.10)	(28.00)	Bandırma Erdek Gemlik Çukurluğu	IX	6.958
177	464	—	(40.40)	(27.85)	Erdek, Bandırma	VII	5.774
217	06.09.543	—	(40.35)	(27.80)	Erdek, Bandırma	IX	6.958
308	926	—	?	?	Trakya	VI	5.182
454	14.10.1344	—	?	?	Gellibolu Yöresi	?	
458	?03.1354	—	(40.70)	(27.00)	Gellibolu, Bolayır Malkara	IX	6.958
681	02.11.1762	—	(40.15)	(26.40)	Çanakkale	VII	5.774
687	23.04.1766	—	(40.80)	(28.20)	Çorlu, Büyükçek- mece, Edirne	VII	5.774
690	05.08.1766	—	(41.50)	(26.30)	Edirne, İstanbul	VIII	6.366
780	23.05.1829	—	(41.00)	(29.00)	İstanbul, Gellibolu	VII	5.774
789	25.11.1835	—	(40.15)	(26.60)	Çanakkale Yöresi	VI	5.182
836	19.09.1846	—	(40.40)	(26.65)	Gellibolu	VI	5.182
840	04.07.1847	—	(40.40)	(26.65)	Gellibolu	VI	5.182
843	1848	—	?	?	İstanbul, Tekirdağ Gellibolu	?	

GÖZLEMSEL OLASIL DIŞMERKEZ

NO	TARİH GAY	ZAMAN S.Dk.Sn.	ENLEM (N)	BOYLAM (E)	YER VEYA ETKİLENEN ALAN	ŞİD. (I _p)	MAG. (M)
889	21.08.1859	02.00.00	(40.25)	(25.90)	Imroz ve Geniş Yöresi Ege Denizi	IX	6.958
894	17.08.1860	GECE	(40.50)	(25.50)	Samothraki Ad. Ege	DVII	5.774
895	22.08.1860	22.09.00	?	?	Gelibolu, Sakız Adl. Edirne	VI	5.182
901	11.01.1862	—	?	?	Bursa, Çanakkale	VI	5.182
911	06.11.1863	10.00.00	?	?	Gemlik Körf. Umurbey Bursa, İst.-Gelibolu	IX	6.958
920	16.01.1866	—	?	?	Gelibolu	VII	5.774
935	20.03.1867	—	?	?	Gelibolu	VII	5.774
948	30.07.1868	—	?	?	Çanakkale ve Midilli Adaları	?	
952	31.05.1869	—	?	?	İstanbul, Tekirdağ Gelibolu, Bursa	?	
965	10.08.1870	11.10.00	(39.90)	(27.30)	Balıkesir, Çanakkale	VII	5.774
972	11.10.1871	—	(40.40)	(26.70)	Gelibolu ve Yöresel	VII	5.774
975	13.01.1872	10.15.00	(40.40)	(27.80)	Erdek	VI	5.182
986	13.12.1872	—	(40.40)	(26.70)	Gelibolu, Çanakkale	VI	5.182
988	13.01.1873	10.30.00	(40.40)	(26.70)	Gelibolu, Çanakkale Tekirdağ	VII	5.774
998	03.01.1874	—	(40.80)	(28.40)	İstanbul, Tekirdağ	VI	5.182
1009	16.08.1874	AKŞAM	(40.20)	(26.40)	Çanakkale Yöresel Edremit, Balıkesir	VI	5.182
1012	05.03.1875	—	(40.20)	(26.40)	Çanakkale	VII	5.774
1022	7.10.1875	—	(40.20)	(26.40)	Çanakkale Yöresel	IX	6.958
1026	23.12.1875	04.00.00	(40.20)	(26.40)	Çanakkale, Ezine	VI	5.182
1037	13.10.1877	—	(40.60)	(27.60)	Marmara Adl. Marmara Denizi		

GÖZLEMSEL OLASIL DIŞMERKEZ

NO	TARİH GAY	ZAMAN S.Dk.Sn.	ENLEM (N)	BOYLAM (E)	YER VEYA ETKİLENEN ALAN	ŞİD. (I)	MAĞ. (M)
1038	01.11.1877	08.35.00	(40.60)	(27.60)	Marmara Adl. Marmara Denizi	VI	5.182
1058	04.10.1881	—	(40.40)	(26.70)	Gelibolu, Edirne	VI	5.182(5.2)
1070	23.01.1884	—	(39.80)	(26.30)	Ezine, Çanakkale	VI	5.182(5.2)
1075	13.05.1884	—	(40.40)	(27.80)	Bandırma ve Erdek Balıkesir	VII	5.774(5.8)
	04.09.1886	—	(39.50)	(26.50)			(4.5)
	14.05.1887	05.30.00	(40.00)	(25.50)			(4.5)
	00.07.1887	—	(40.39)	(27.80)			(4.5)
1100	00.04.1888	—	(41.40)	(27.10)	Edirne, Tekirdağ	VI	5.182(5.2)
	28.01.1893	18.00.00	(40.50)	(25.50)			(4.5)
	24.07.1893	—	(41.40)	(26.40)			(4.5)
1144	29.06.1894	—	(40.20)	(26.40)	İstanbul, Edirne	VI	5.182
	00.12.1897	00.00.00	(39.60)	(27.90)	Balıkesir ve Yör.	VIII	6.366(6.4)
1170	28.02.1898	00.00.00	(39.60)	(27.90)	Balıkesir	VIII	6.366(6.4)

			DLUŞ ZAMANI											
TARİH	H	DK	SN	HATA	S	ENLEM	HATA	BOYLAM	HATA	R	KM	R	M	R
4 10 1881	0	0	0.0	0.00		40.40	0.00	26.70	0.00	Q	0		0.0	
23 1 1884	0	0	0.0	0.00		39.80	0.00	26.30	0.00	Q	0		0.0	
13 5 1884	0	0	0.0	0.00		40.40	0.00	27.80	0.00	9	0		0.0	
4 9 1886	0	0	0.0	0.00		39.50	0.00	26.50	0.00	9	0		0.0	
14 5 1887	5	30	0.0	0.00		40.00	0.00	25.50	0.00	9	0		0.0	
0 7 1887	0	0	0.0	0.00		40.39	0.00	27.80	0.00	D	0		0.0	
0 4 1888	0	0	0.0	0.00		41.40	0.00	27.10	0.00	D	0		0.0	
28 1 1893	18	0	0.0	0.00		40.50	0.00	25.50	0.00	Q	0		0.0	
24 7 1893	0	0	0.0	0.00		41.40	0.00	26.40	0.00	Q	0		0.0	
0 12 1897	0	0	0.0	0.00		39.60	0.00	27.90	0.00	Q	0		0.0	
28 2 1898	0	0	0.0	0.00		39.60	0.00	27.90	0.00	Q	0		0.0	
11 1 1905	17	32	0.0	1.00	H	39.60	1.00	27.90	1.00	B	15	B	5.0	B
16 11 1908	20	31	36.0	15.00		41.50	1.00	26.50	1.00	B	20	B	4.5	B
9 8 1912	1	29	0.0	1.00	M	40.60	0.10	27.20	0.10	B	16	B	7.3	B
10 8 1912	9	23	0.0	4.00	M	40.60	0.10	27.10	0.10	B	15	B	6.3	B
10 8 1912	18	30	0.0	4.00	M	40.60	0.10	27.10	0.10	B	15	B	5.3	B
11 8 1912	8	19	44.0	0.00		40.60	0.00	27.20	0.00	M	0	M	5.0	M
16 9 1912	21	4	18.0	0.00		40.10	0.00	26.80	0.00	M	0	M	4.9	M
21 10 1912	9	31	0.0	4.00	M	40.50	1.00	27.00	1.00	B	15	B	4.5	B
21 10 1912	23	40	0.0	4.00	M	40.50	1.00	27.00	1.00	B	15	B	4.8	B
10 4 1917	19	40	18.0	15.00		40.60	0.30	27.10	0.30	B	15	B	5.3	B
20 12 1917	19	23	12.0	1.00	M	41.50	1.00	25.50	1.00	B	20	B	4.5	B
17 4 1918	14	20	25.0	15.00		40.50	3.00	25.50	3.00	B	15	B	4.5	B
13 10 1919	7	54	10.0	15.00		41.50	0.30	28.00	0.30	B	12	B	4.5	B
22 1 1924	11	5	44.1	3.99		39.51	0.25	28.40	0.41	1	80	1	5.3	1
22 12 1924	17	49	42.0	1.00	M	39.60	3.00	27.70	3.00	B	15	B	5.4	B
29 4 1925	20	3	40.0	15.00		39.60	1.00	27.70	1.00	B	15	B	4.6	B
10 10 1929	23	0	54.8	0.00		41.11	0.00	27.46	0.00	B	0	9	4.5	B
4 1 1935	14	41	30.4	0.62		40.40	9.00	27.49	0.06	1	30	1	6.4	B
4 1 1935	15	18	57.0	5.00		40.50	0.30	27.50	0.30	B	5	B	4.6	B
4 1 1935	15	19	24.0	5.00		40.50	0.30	27.50	0.30	B	5	B	4.5	B
4 1 1935	16	20	4.6	0.91		40.30	0.12	27.45	0.06	1	20	1	6.3	B
22 10 1935	7	29	42.8	1.21		40.31	0.15	27.21	0.10	1	10	1	5.2	B
2 7 1938	12	26	45.5	8.24		40.17	0.82	27.88	0.25	1	10	1	5.0	B
9 2 1941	9	28	19.3	0.00		40.13	0.00	28.27	0.00	B	0	9	4.6	B
16 6 1942	5	42	34.4	0.77		40.80	0.11	27.80	0.07	1	20	1	5.6	B
28 11 1950	17	53	23.7	1.07		39.73	0.13	28.05	0.13	1	40	1	5.1	1
15 9 1951	22	52	12.7	0.74		40.15	0.07	28.02	0.10	1	40	1	5.0	B
13 12 1951	20	46	3.4	4.44		40.06	0.15	26.20	0.65	1	50	1	4.9	B
3 2 1952	20	44	58.6	1.55		40.36	0.17	25.82	0.16	1	70	1	4.7	B
13 3 1952	6	30	1.8	0.00		41.02	0.00	28.14	0.00	C	11	C	4.9	B
18 3 1953	19	6	16.1	0.22		39.99	0.04	27.36	0.03	1	10	1	7.2	B
18 3 1953	20	34	55.5	4.06		40.02	0.38	27.83	0.82	1	10	1	4.6	1
18 3 1953	21	18	9.9	0.82		39.96	0.08	27.59	0.10	1	30	1	5.4	B
18 3 1953	22	28	0.0	15.00		40.00	0.10	27.40	0.10	B	30	B	4.8	B
18 3 1953	23	28	55.0	0.00		40.00	0.00	27.40	0.00	0	0	M	4.5	M
19 3 1953	12	53	0.0	0.00		40.00	0.00	27.40	0.00	Z	0		4.8	B
19 3 1953	21	13	58.1	0.48		39.88	0.04	27.35	0.07	1	10	1	5.0	1
22 3 1953	13	17	0.0	0.00		40.00	0.00	27.40	0.00	Z	0		4.6	1
24 3 1953	20	20	0.0	0.00		40.00	0.00	27.40	0.00	Z	0		4.9	1
26 3 1953	15	10	30.4	0.78		39.94	0.08	27.48	0.11	1	10	1	4.7	B
31 3 1953	18	24	0.0	0.00		40.00	0.00	27.40	0.00	Z	0		4.5	1

1	4	1953	1	47	38.6	0.68	39.97	0.07	27.45	0.10	1	20	1	4.9	B
23	3	1954	12	58	46.0	0.00	40.50	0.00	27.50	0.00	M	0	M	5.0	M
24	10	1954	23	37	19.1	1.31	40.46	0.19	27.53	0.23	1	10	1	4.8	B
26	10	1954	10	34	28.6	5.27	40.56	0.35	27.52	0.73	1	10	1	4.6	B
2	6	1955	23	34	37.5	0.54	40.35	0.05	25.71	0.08	1	10	1	5.3	B
6	1	1956	12	15	44.6	0.29	40.39	0.04	26.29	0.04	1	10	1	5.5	B
18	7	1956	9	46	52.5	1.59	39.96	0.30	27.30	0.44	1	60	1	4.5	1
26	7	1959	17	7	6.2	0.40	40.91	0.05	27.54	0.05	1	10	1	5.4	1
28	11	1961	8	58	46.6	0.58	39.99	0.08	26.10	0.08	1	80	1	5.2	1
14	9	1962	0	33	26.4	0.91	39.57	0.11	28.17	0.11	1	40	1	4.5	1
29	3	1963	3	9	17.8	0.57	40.29	0.07	26.15	0.08	1	50	1	5.1	1
6	10	1964	14	29	57.9	0.11	40.24	0.02	28.16	0.02	4	23	4	5.1	C
6	10	1964	14	31	23.0	0.10	40.30	0.02	28.23	0.03	4	34	4	7.0	1
23	8	1965	14	8	58.6	0.22	40.51	0.04	26.17	0.04	4	33	4	5.6	B
21	8	1966	1	30	43.5	0.21	40.33	0.03	27.40	0.03	4	12	4	5.5	1
4	4	1967	3	47	17.0	1.00	40.32	0.02	26.20	0.05	4	32	4	4.5	4
19	2	1968	23	12	32.0	0.90	39.62	0.10	25.50	0.16	4	33	4	4.7	4
22	2	1968	2	16	39.0	1.60	39.66	0.05	25.72	0.08	4	6	4	4.6	C
27	2	1968	13	20	15.7	0.24	39.59	0.02	25.51	0.03	4	36	4	4.5	4
27	2	1968	13	37	45.4	0.72	39.61	0.05	25.51	0.06	4	35	4	4.7	4
29	2	1968	11	46	42.0	1.40	39.50	0.14	26.00	0.26	4	33	4	4.5	4
11	3	1968	17	32	46.9	0.54	39.50	0.05	25.56	0.09	4	33	4	4.7	4
23	3	1968	17	16	35.8	0.55	39.78	0.06	25.64	0.09	4	33	4	4.6	4
5	4	1968	15	54	32.7	0.34	39.76	0.04	25.55	0.05	4	18	4	4.5	4
3	3	1969	0	59	10.5	0.13	40.08	0.02	27.55	0.02	4	6	4	5.7	1
5	3	1969	14	41	16.4	0.21	40.06	0.03	27.56	0.04	4	33	4	4.7	4
14	8	1969	21	51	5.3	0.53	39.52	0.05	27.87	0.08	4	21	4	4.7	4
24	12	1969	8	41	32.0	2.20	40.50	0.21	28.40	0.28	4	33	4	4.5	1
23	2	1971	19	41	23.0	0.16	39.62	0.02	27.32	0.02	4	10	4	5.1	4
1	5	1971	13	45	27.4	0.30	40.95	0.04	27.99	0.04	4	13	4	4.6	4
27	11	1971	3	54	28.0	1.70	39.75	0.04	25.86	0.06	4	24	4	4.6	4
17	3	1975	2	6	39.1	0.32	40.48	0.04	26.03	0.04	4	2	4	4.5	4
17	3	1975	5	11	16.5	0.24	40.48	0.03	25.95	0.04	4	22	4	5.3	N
17	3	1975	5	17	47.1	0.24	40.40	0.03	26.24	0.04	4	5	4	4.9	4
17	3	1975	5	35	17.6	0.15	40.48	0.02	26.08	0.02	4	18	4	5.8	C
27	3	1975	5	15	7.9	0.09	40.45	0.01	26.12	0.01	4	15	4	6.7	N
27	3	1975	6	15	46.0	1.10	40.41	0.03	26.23	0.04	4	22	4	4.7	4
27	3	1975	19	42	42.5	0.30	40.48	0.03	26.08	0.04	4	5	4	4.5	4
30	3	1975	13	3	17.6	0.37	40.57	0.04	26.36	0.05	4	33	4	4.5	4
15	6	1978	0	26	45.0	1.10	40.79	0.03	27.68	0.04	4	28	4	4.6	4
15	2	1980	19	21	56.3	0.30	40.38	0.03	25.95	0.04	4	10	4	4.5	4
12	3	1981	4	6	0.6	0.23	40.80	0.03	28.09	0.03	4	12	4	4.8	4
12	7	1982	14	46	14.0	1.30	41.00	0.34	27.83	0.45	4	25	4	4.6	4
5	7	1983	12	1	27.0	0.48	40.33	0.12	27.21	0.12	4	7	4	5.8	4
30	1	1984	5	58	25.8	0.46	40.50	0.05	27.49	0.05	4	10	4	4.5	4
15	5	1986	18	13	56.0	1.80	40.72	0.06	27.60	0.20	4	10	4	4.6	0
24	4	1988	20	49	33.3		40.88		28.24		4	11	4	5.1	4

