

İZNİK DEPREM İSTASYONU İÇİN YEREL MAGNİTÜD DENKLEMİNİN
SAPTANMASI

Doğan KALAFAT (*)

ÖZET

Bu çalışmada Kandilli Rasathanesi tarafından Marmara bölgesinde kurulu radyo bağlantılı deprem şebekesi (MARNET) bünyesinde, 1990 yılı içerisinde faaliyete geçen İznik (IZI) deprem istasyonunun, süreye bağlı magnitüd denkleminin çıkartılması amaçlanmıştır. Batı Anadolu ve özellikle Marmara bölgesindeki deprem etkinliğinin izlenmesinde MARNET istasyonları önemli rol oynamaktadır.

Türkiye'de insanlar tarafından hissedilen depremlerin anında yerinin ve büyüklüğünün belirlenmesinde MARNET deprem şebekesinin ve bu şebekedeki istasyonların magnitüd denklemlerinin önemli rolü vardır.

$M = a + b \log T + c D$ bağıntısı kullanılarak E.K.K.Y. ile İznik istasyonuna ait süreye bağlı magnitüd denklemleri çıkartılmıştır.

Burada; M = Deprem in aletsel büyüklüğü (Magnitüd)

T = Deprem in sismogram üzerindeki kayıt süresi (sn)

D = Deprem in dış merkez uzaklığı (Episantr-km)

a, b, c = Regresyon katsayılarıdır.

a = 0.5138 + 0.2479

b = 1.3906 + 0.1617

c = 0.001268 + 0.00039

Korelasyon Katsayısı = 0.95 olarak bulunmuştur.

SUMMARY

The purpose of this study is to determine the duration dependent magnitude equation for station İznik (IZI) which was established in 1990 and which is one of the stations of MARNET (Radio linked seismic network in Marmara Region run by Kandilli Observatory, Boğaziçi University). Marnet is an important network that supply immediate information to Turkish Government Agencies regarding the location and size of any earthquakes. Following equation has been used to determine the duration dependent magnitude equation for IZI station using the Least Square Method

$M = a + b \log T + c D$

Here; M = Magnitude of Earthquake

T = Signal duration on the records of IZI station in second

D = Epicentral distance in km.

a, b, c = Coefficients of regresyon

a = 0.5138 + 0.2479

b = 1.3906 + 0.1617

c = 0.001268 + 0.00039

Calculated correlation coefficients = 0.95

(*) B.Ü. Kandilli Rasathanesi Gök ve Yer Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi

CİRİŞ

Bilindiği gibi deprem sonucu açığa çıkan sismik enerji doğrudan ölçme imkanı olmadığından, depremin büyüklüğü magnitüde tanımlanabilmektedir. Depremlerin magnitüdlерinin belirlenmesinde çeşitli metodlar vardır. Magnitüd ilk defa Richter (1935) tarafından tanımlanmıştır. Bisztricsany (1958), daha sonra Solov'ev (1965) tarafından geliştirilen ve yüzey dalgalarına uygulanan bu yöntem Lee (1972) tarafından geliştirilerek California depremlerine uygulanmış ve yerel deprem şebekelerinde kullanılmıştır. Türkiye'nin depremselliğinin belirlenmesinde de en önemli parametrelerden biri olan magnitüd değerlerinin belirlenmesinde aynı yöntem kullanılmıştır. Üçer ve diğerleri (1977), Alsan (1978), Üçer ve diğerleri (1980), Sevimay (1983), Sevimay ve Güngör (1987) konu ile ilgili çalışmalar yapmışlardır. Uygulanan yöntemle, deprem sonucu oluşan sismik dalgaların kayıt üzerindeki devam süresi (toplam kayıt süresi-total duration) kullanılarak yapılan magnitüd tayinleri, yüksek kazançlı ve düşey bileşenli elektromagnetik sismograflardan elde edilen sismogramlardan gerçekleştirilmekte ve birçok mikro deprem araştırmalarında kullanılmaktadır. Magnitüd tayini;

$$M = a + b \text{Log}T + c D$$

bağıntısından yararlanarak yapılmaktadır. Bu bağıntıda M magnitüdü, D episantrın istasyona olan uzaklığını ve T ise kayıt üzerindeki devam süresini ifade etmektedir. a, b, c ise her istasyon için hesaplanması gereken katsayılarıdır.

Günümüzde teknolojinin hızlı bir şekilde gelişmesi, çok duyarlı sismograf sistemleri ile mikro ve ultramikro depremlerin kaydedilme olanaklarını doğurmuştur. Bu bakımdan deprem istasyonuna belirli bir uzaklığın ötesinde oluşan çok küçük magnitüdü depremleri standart sismografla (max.büyütmesi 2800) katdétme olanağı mevcut olamamaktadır. Özellikle mikro depremlerin kaydedilmesi amacıyla düzenlenen aletler ile çoğu kez yerin partikül hızına dayanan ve magnitüd hesabında gerekli olan maximum genlik ve çok yüksek frekanstaki sismik dalganın periyodunu okumak mümkün olamamaktadır. Bunun yanında, deprem istasyonuna yakın depremlerin ve büyük magnitüdü depremlerin kaydedilmesinde genliği tıraşlama devresinin (cleeper) var olması nedeniyle, maximum genliği görmek çoğu kez olanak dışıdır. Tüm bu sakıncalar göz önünde tutularak depremin kayıt üzerindeki devam süresinin kullanılmasıyla depremlere magnitüd verilmesi çalışması Kandilli Rasathanesinde Üçer ve arkadaşları tarafından 1977 yılında başlanılmış olup bu tür çalışmalar halen devam etmektedir. Bu sayede Kandilli Rasathanesine bağlı her deprem istasyonu için magnitüd değerlerinin verilmesi sağlanmıştır. Böylece birçok deprem istasyonu tarafından elde edilen magnitüdülerin ortalaması ile gerçek magnitüde yaklaşım daha doğru olmaktadır.

Kandilli Rasathanesi 1978 yılından beri çalıştırdığı Marmara bölgesinde kurulu 9 istasyondan oluşan radyo bağlantılı (radio-link) deprem şebekesine (MARNET) 1990 yılı içerisinde İznik istasyonunu da dahil ederek bölgenin deprem etkinliğinin ayrıntılı bir şekilde incelenmesine katkıda bulunmaktadır.

KULLANILAN SİSTEM ve VERİ SEÇİMİ

Yerel deprem şebekelerinde, depremin büyüklüğünü ifade eden deprem magnitüdlerinin tayini önemli uğraşlardan biri olmaktadır. Süreye bağlı magnitüd tayini yapabilmek için, sismogram üzerindeki derpem kayıt süresinin iyi okunabilmesi gerekmektedir. Deprem kayıt süresi, ilk P varışından itibaren deprem dalgalarının genliğinin 2mm.'ye kadar azalmasına dek geçen zaman olup, saniye cinsinden verilir. Süre okumaları sismogramlarda deprem dalgalarının genliklerinin net ve gürültüsüz olarak görülmesi halinde tercih edilmelidir.

1990 yılı başlarında faaliyete geçen İznik deprem istasyonu MARNET'e bağlı olarak çalıştırılmaktadır. İznik istasyonunda Willmore Mark III A tipi düşey bileşen sismometre çalıştırılmaktadır. Sismometrenin özperiyodu 1.0 sn. ve elektrodinamik sabitleri yaklaşık 500 volt/sn/m 'dir. Sismometre 50-100 cm derinliğinde açılmış bir çukur içinde ana kaya üzerine oturtularak üzeri kapatılmıştır. Deprem sonucu sismometreden elde edilen analog sinyal amplifikatör vasıtasıyla istenilen düzeyde yükseltilip daha sonra amplifikatörün sinyali modulatörde (Amp/Mod) frekans modülasyonuna (FM) çevrilmektedir. Sismometre çıkışındaki analog sinyal % 40 frekans modülasyonuna çevrilerek Ultra High Frekans (UHF) radyo vericileri (Transmeeter) ile İstanbul-Kandilli'deki Merkez Deprem Laboratuvarına gönderilmektedir. 100 mW gücündeki bu vericilerin yayın gücünü arttırmak için 12 dB kazanç sağlayan Yağı antenler kullanılmaktadır (Üçer,1990). Kandilli'de algılanan radyo sinyalleri , alıcılar (Receiver) vasıtasıyla algılanmakta, FM modilasyonundaki sinyal, demodülatörlerle (DEMOD) analog sinyal haline dönüştürülmektedir. İstasyondan gelen bu sismik sinyaller

hızı 60 mm/dak. olan kayıtçılar yardımı ile kağıt üzerine kaydedilmektedir. Şekil 1'de İznik istasyonu için kullanılan sistemin blok diyagramı verilmiştir. Maximum deplasman büyümesi yaklaşık 400.000'dir. İznik deprem istasyonu için süreye bağlı magnitüd denklemi hesaplanmasında 1990 yılı içerisinde 10 aylık bir veri birikimi sağlanmış ve toplam 229 veriden yararlanılmıştır. Odak derinliği kabuk içerisinde olan depremler kullanılmıştır. Kullanılan veriler, ISK-Kandilli episantr çözümlerinden ve National Earthquake Information Service (NEIS)' den alınmıştır.

UYGULANAN YÖNTEM

10 aylık bir gözlem süresinde elde edilen verilerle İznik istasyonuna ait süreye bağlı magnitüd tayini;

$$M = a + b \text{ Log } T + c D$$

bağıntısından yararlanmak suretiyle yapılmıştır. Bu bağıntı sonucu a, b, c katsayıları En Küçük Kareler Yöntemi (E.K.K.Y) ile hesaplanmış ve sonuçlar Tablo - 1'de verilmiştir.

TABLO - 1

a = 0.5138	SDA = 0.2479	Standart Hata = 0.1539
b = 1.3906	SDB = 0.1617	Standart Sapma = 0.4875
c = 0.001268	SDC = 0.00039	Korelasyon Katsayısı = 0.95

a, b, c değerleri her istasyonun bulunduğu bölgenin jeolojik yapısı, episantr mesafesi, ocak derinliği ve aletsel özelliğine bağlı olarak farklılık göstermektedir. a katsayısı istasyonla ilişkili bir katsayı, b katsayısı azalım (attenuation) ile ilgili bir katsayı, c ise mesafeye bağımlı bir sabit olmaktadır. Episantr mesafesine bağlı olan c katsayısının çok küçük değere

sahip olması, magnitüd değerlerinin hesaplanmasında bu katsayının büyük bir etken olmadığını göstermektedir. P dalgasının ilk varış anından itibaren genliğin 2 mm'ye düştüğü ana kadar geçen zaman, sinyalin toplam süresi olarak değerlendirilmelerde kriter olarak alınmıştır. İznik deprem istasyonu magnitüd denkleminin çıkarılmasında kullanılan depremlerin magnitüdülerinin sinyal süresinin logaritmasına göre değişimleri Şekil-2'de verilmiştir. Kullanılan verilerin magnitüd değerleri M=2.3 ile M=4.7 arasında değişmektedir (Şekil-3). Kullanılan verilerdeki episantr mesafeleri 2 km. ile 573 km. arasında değişmektedir (Şekil-4).

SONUÇ

İznik deprem istasyonunun süreye bağlı magnitüd denklemi E.K.K.Y.'ile bulunmuş olup, magnitüd tayininde kullanılan a, b ve c katsayılarının değerleri;

$$M = 0.5138 + 1.3906 \text{ Log } T + 0.001268 D$$

olarak verilmiştir. Bu bağıntıya ait nomogram Şekil-5'te verilmiştir. Bu sayede MARNET şebekesine ait İznik deprem istasyonundan da anında magnitüd değeri verilebilme olanağı sağlanmıştır. İstasyonun bulunduğu yerdeki jeolojik formasyon ve koda dalgalarının böyle bir formasyondaki saçılma özelliği, ayrıca istasyon ve deprem kaynağı arasındaki uzaklık ve frekansa bağımlı azalmalar sonucu, herbir istasyon için magnitüd denkleminin çıkartılmasına büyük gereksinim vardır. Çok yakında oluşan ve çok küçük magnitüdü depremlere ait verilerin az sayıda olması öte yandan veri toplama sürecinde magnitüdü $M > 5.0$ depremlerin olmayışı, daha duyarlı bir bağıntının elde edilememesine neden olabilmektedir.

REFERANSLAR

Alsan, E.(1978). İstanbul-Kandilli deprem istasyonu için süreyle bağlı magnitüd denklemi, DAB 21, 34-43.

Bisztricsany, E.(1958). A new method for the determination of the magnitude of earthquakes, Geofiz.Közl.(Budapest), 7, 69-96.

Lee, W.H.K., R.E.Benner and K.L.Meagher (1972). A method of estimating magnitude of local earthquakes from signal duration, U.S.Geological Survey, Open File Report.

Richter, C.F.(1935). An instrumental earthquake magnitude scale, Bull.Seism.Soc.Am., 25, 1-32.

Sevimay, K.(1983). Kandilli Rasathanesi deprem ağı için yerel magnitüd denklemlerinin saptanması, DAB 40, 65-82.

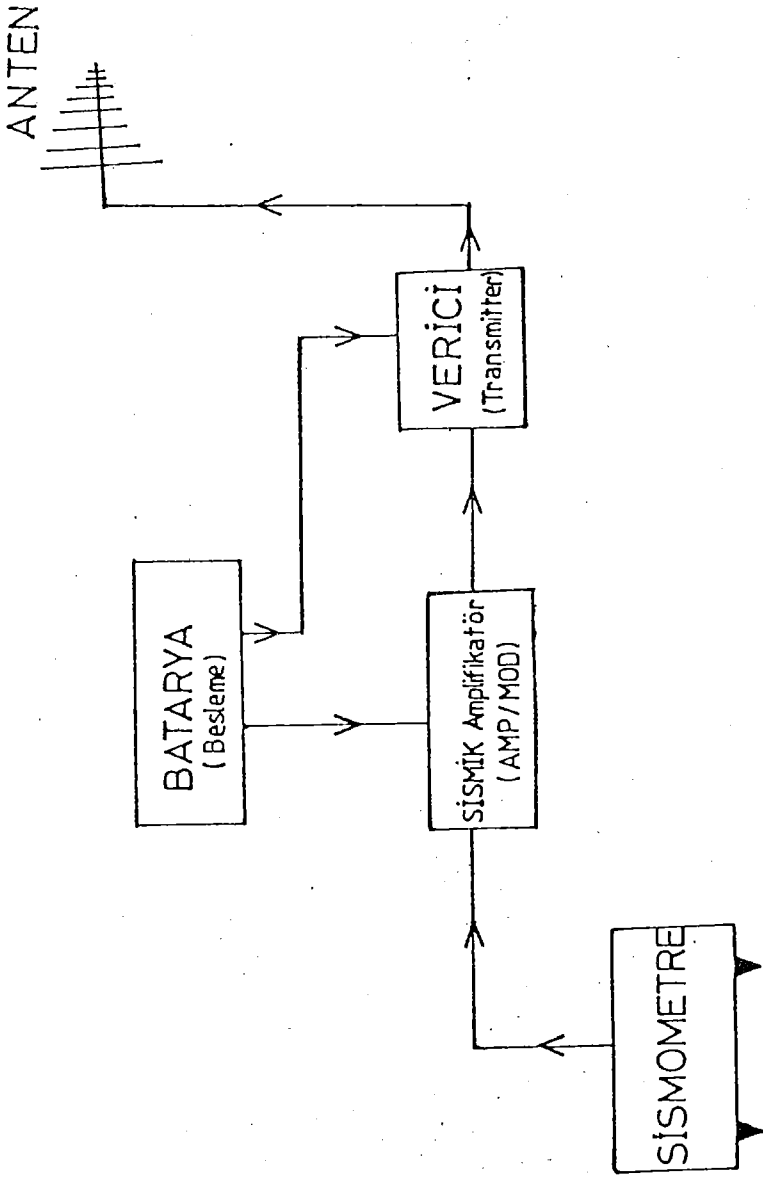
Sevimay, K., A.Güngör (1987). Kandilli Rasathanesi deprem ağı için yerel magnitüd denklemlerinin saptanması, DAB 57, 56-67.

Solov'ev, S.L.(1965). Seismicity of Sakhalin, Bull.Earthq.Res. Inst., Tokyo Univ., 43, 95-102.

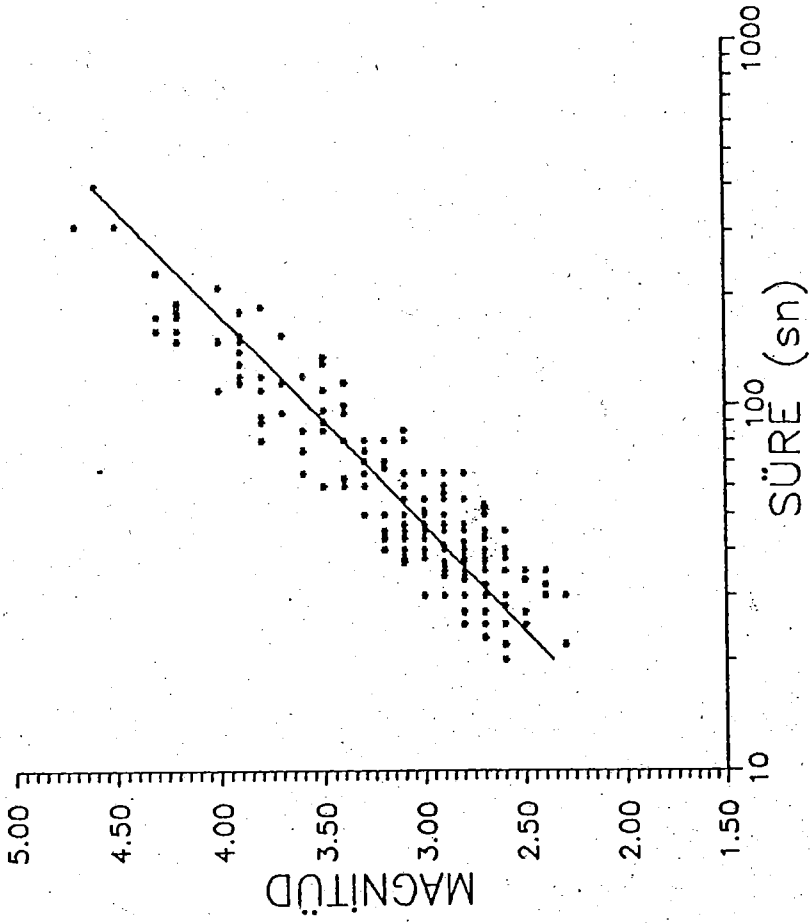
Üçer, S.B., E.Alsan, N.Ulusan, E.Başarır, E.Ayhan, L.Tezuçan, C.Kaptan (1977). Batı Türkiye deprem etkinliği (Eylül-Aralık 1976), DAB 19, 45-114.

Üçer, S.B., E.Ayhan, E.Başarır, N.Sancaklı, E.Alsan, L.Tezuçan (1980). 1979 yılı Batı Türkiye deprem etkinliği, DAB 31, 1-72.

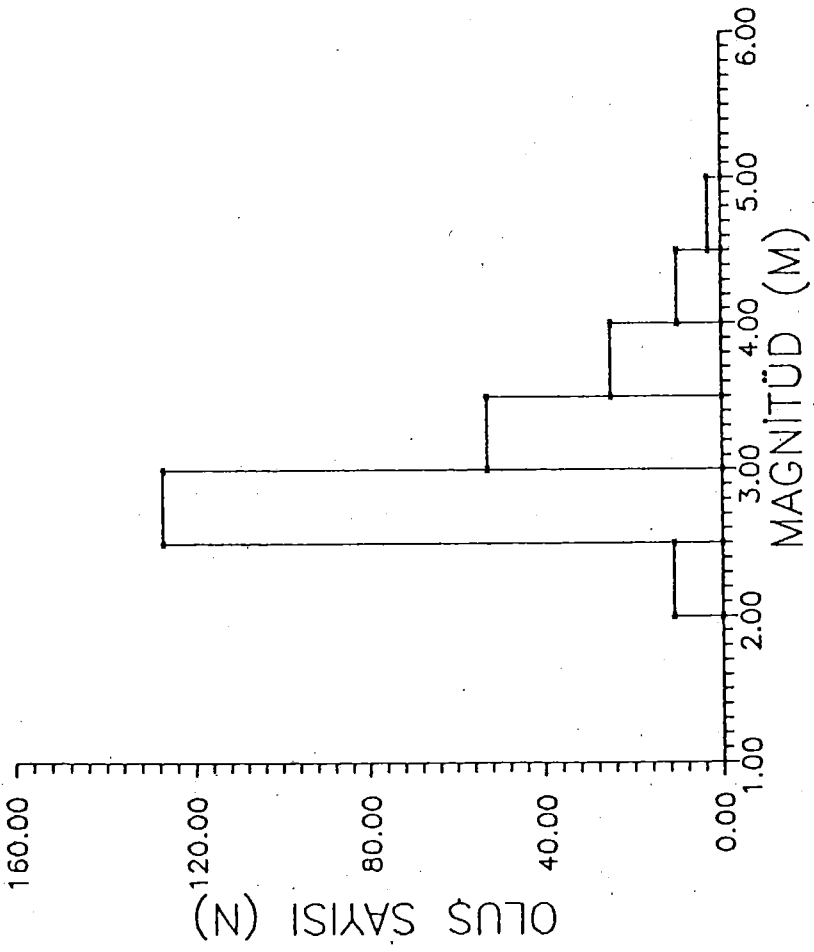
Üçer, S.B.(1990). Marmara Bölgesinin Deprem etkinliği ve Aktif tektonikle ilişkisi, I.Ü. Fen Bil.Enst.Doktora Tezi.



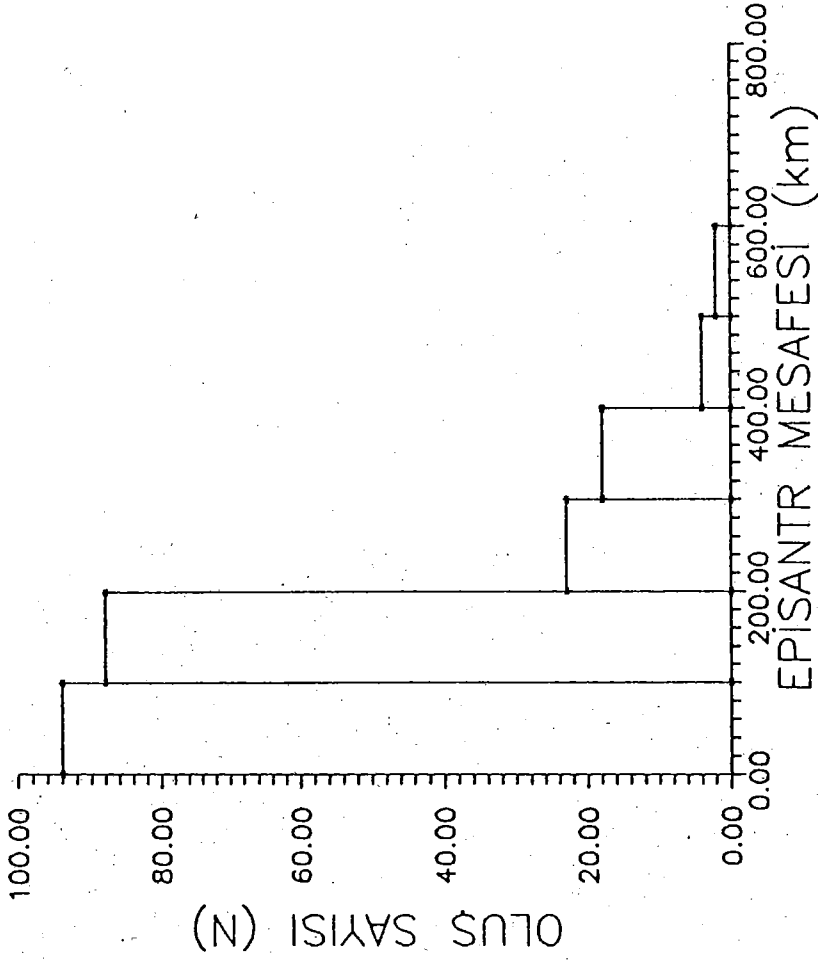
Şekil -1 İznik deprem istasyonu için kullanılan sistemin blok diyagramı



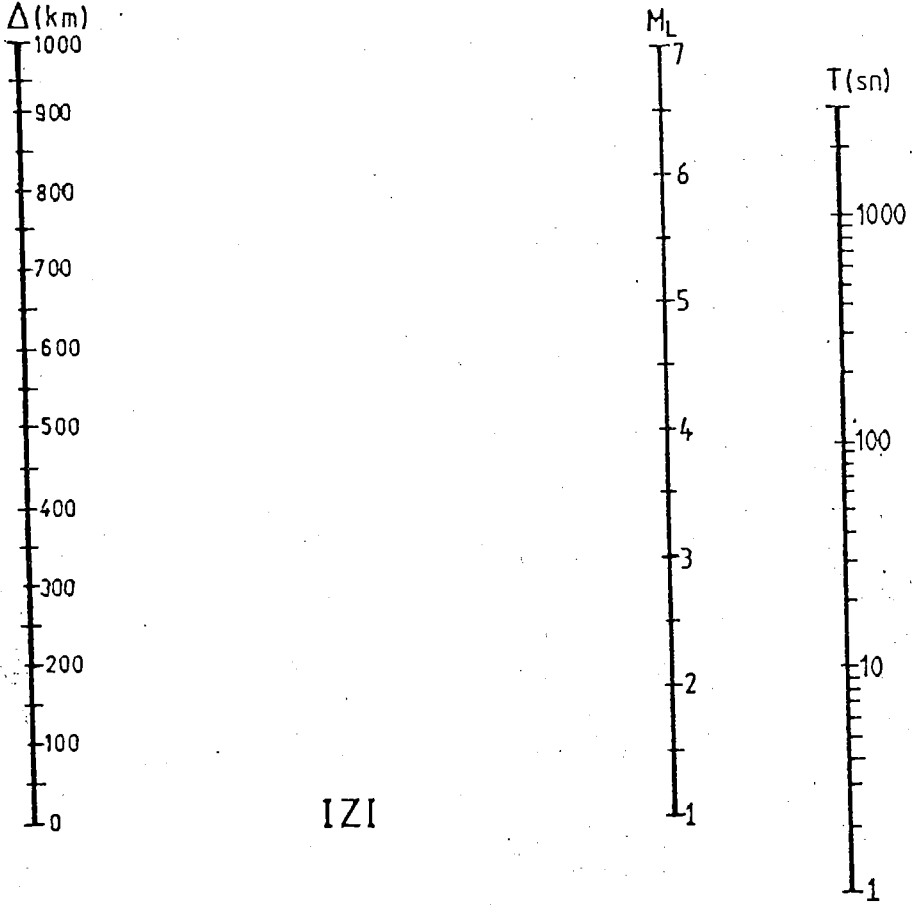
Şekil -2 Izmit deprem istasyonu için kullanılan verilerin Log T 'ye göre değişimi



Şekil -3 İzmit deprem istasyonu için kullanılan verilerin magnitüd sayısal dağılımı



Şekil -4 İznik deprem istasyonu için kullanılan verilerin episantr sayısal dağılımı



$$M_L = 0.5137853 + 1.390594 \text{ Log } T + 0.001267716 D$$

Şekil -5 İznik deprem istasyonuna ait sinyal süresi ve episantr uzaklığına bağlı magnitüd tayini için hazırlanmış nomogram