

**MAGNİTÜD MEFHUMU VE İSTANBUL-KANDİLLİ  
SİSMOLOJİ İSTASYONU İÇİN MAGNİTÜD  
DENKLEMİNİN ÇIKARILMASI**

Nevzat ÖCAL

ABSTRACT. — In this paper, the definition of the concept of Magnitude and a method of calculation of the Magnitude Equation of a station as well as the Magnitude Equations for different seismological stations are given. Then the Magnitude Equation for the Kandilli Observatory is calculated out using the maxima of the surface waves and the seismograms of 89 different earthquakes recorded by the Galitzin horizontal seismographs. These earthquakes with foci  $h \leq 60$  km and epicentral distance of  $20^\circ \leq \Delta \leq 130^\circ$  occurred between 1951-1958.

Lastly, the magnitudes of nine earthquakes, which occurred during the June, July and August of 1958 have been computed using the Magnitude Equation deduced and the results are compared with those given by Pasadena.

---

C. F. Richter ilk olarak 1935 de, Sismometriye, Makrosismik olarak tarif edilen İntensite yerine kaim olacak yeni bir mikrosismik büyüklük olarak «Magnitüd» mefhumunu ithal etmiştir (1). Richter'e göre bir zelzelenin Magnitütü, Wood - Anderson yapısı ve konstantları  $T_0 = 0,8$  sn,  $V_0 = 2800$ ,  $h = 0,8$  olan kısa periyodlu standard bir torsiyon sismometresi tarafından, episantrdan 100 km uzaklıkta kaydolunan ve  $\mu$  cinsinden ifade edilmiş maksimum amplitüdün logaritması şeklinde tarif edilir. Magnitüd skalasının sıfır noktası, 100 km uzaklıkta 0,001 mm lik bir amplitüdle kaydolunan standard bir zelzele ile tespit olunur. Richter, tecrübî değerleri esas alarak, muhtelif uzaklıklara ait standard zelzelelerin amplitüdlерinin logaritmalarını ihtiva eden bir tablo hazırlamıştır. Buna göre, kaydolunan  $A$  amplitüdünün, aynı uzaklıktaki standard bir zelzelenin  $B$  amplitüdüne oranının logaritması, kaydolunan zelzelenin magnitüdünü verir :

$$M = \log \frac{A}{B} \dots\dots\dots (1)$$

Ancak, Gutenberg ve Richter, Wood-Anderson tipi torsiyon sismometrisine sahip bulunmayan herhangi bir sismoloji istasyonunda magnitüd tayininin makrosismik müşahadeler ve zelzele kayıtlarından istifade ile yapılabilmesi için, sismik miktarlar arasında bazı ampirik münasebetler kurmuşlardır. (2,3) Bu müellifler muhtelif çalışmalarında yakın-uzak ve derin merkezli zelzeleleri ayrı ayrı ele alarak, 1949 da neşrettikleri «Seismicity of the Earth» isimli eserlerinde, 1904 den butarafa en mühim zelzelelere ait lüzumlu miktarları tablolar halinde toplamışlardır.

Gutenberg, normal merkez derinliğine sahip uzak zelzeleler için şu esas denklemi vermektedir :

$$M = \log A - \log B + C + D \dots\dots\dots (2)$$

Burada  $M$ , zelzelenin magnitüdü;  $A$ , 20 saniye peryodlu satıh dalgalarına ait ve  $\mu$  olarak değerlendirilmiş zemin hareketlerinin horizontal komponenti;  $C$ , muayyen bir istasyon için sabit bir katsayı olup  $D$ , zelzelenin mekanizmasına, enerjinin azimütal distribüsyonuna, dalgaların amortismanına ve dolayısıyla sismik şuaların yörüngelerine bağlı olarak değişebilen ve her bir zelzelenin individüel karakterini belirten bir sayıyı göstermekte,  $B$  ise  $\Delta$  episantr uzaklığının bir fonksiyonu olup bu bağlılığı Gutenberg şu şekilde tespit etmiş bulunmaktadır :

$$-\log B = 5,04 + \frac{1}{2}[48,25.k.(\Delta^\circ - 90^\circ) + \log \sin \Delta^\circ + \frac{1}{3}(\log \Delta^\circ - 1,954)] \quad (3)$$

Km başına hesap edilen  $k$  absorpsiyon katsayısı, 20 sn. peryondlu satıh dalgaları için, yörüngenin kontinental olup olmadığına göre  $1,6 \cdot 10^{-4}$  ile  $5 \cdot 10^{-4}$  arasında değişir.

-  $\log B$  değerlerini indirekt olarak tâyinde (3) eşitliği yerine

$$-\log B = m \cdot \log \Delta + n \dots\dots\dots (4)$$

alınır. Gutenberg,  $M$  leri bilinen çok sayıda uzak zelzeleden faydalanarak  $m$  ve  $n$  yi, (2) esas denklemleri yardımile ve en küçük kareler metoduna göre tâyin etmiş,  $\Sigma D = 0$  kabul ederek

$$-\log B = 1,656 \cdot \log \Delta + 1,818 \dots\dots\dots (5)$$

bulmuştur. Böylece,  $15^\circ \leq \Delta \leq 130^\circ$  aralığı ve normal merkez

derinliğine sahip ( $h \leq 60$  km.) zelzeleler için, Pasadena istasyonunun magnitüd formülü

$$(Pasadena) M = \log A + 1,656 \log \Delta + 1,818 + C + D \quad (6)$$

olarak hesaplanmıştır.  $C = + 0,08$  dir.

Herhangi bir istasyon indirekt metoda göre hususi bir magnitüd formülü çıkarabilir. Meselâ bir istasyonun kendi kayıtlarından ve Gutenberg ve Richter'in «Seismicity of the Earth» isimli eserile U. S. C. G. S. in, zelzele episantrlarını bildiren kartlarından faydalanarak elde edilecek  $M$ ,  $A$  ve  $\Delta$  değerlerle

$$M - \log A = m. \log \Delta + n' \dots\dots\dots (7)$$

tipinde çok sayıda denklem ihtiva eden bir sistem kurulabilir. Çözüm denkleminde  $n'$  terimi, (6) eşitliği ile mukayese yolu ile tayin edilebilen bir  $C$  konstantı daha ihtiva eder. Çözümlerin münferit denklemlere götürülmesiyle elde olunan  $dM$  farkları, ele alınan zelzelelerin  $D$  değerlerini verir.

Avrupada bugüne kadar bu şekil hesaplar Di Filippo ve Marcelli 4] Roma; E. Peterschmitt 5] Strasburg; Zatopek ve Vanek 6,7] Prag; Hurbanovo, Skalnat Pleso; R. Bonelli ve Carrasco 8] Toledo; ve E. Trapp 9] tarafından Viyana ve Graz için yapılmış ve  $C$  konstantları, uzaklık teriminin sabit kısmile birleştirilmiş bulunan şu istasyon denklemleri elde olunmuştur.

$$[Roma] [1949] \quad M = \log A + 1,526 \log \Delta + 2,439 + D \dots (8)$$

$$[Strasburg] [1950] \quad M = \log A + 1,62 \log \Delta + 1,97 + D \dots (9)$$

$$[Prag] [1950] \quad M = \log A + 1,66 \log \Delta + 2,15 + D \dots (10)$$

$$[Hurbanovo] [1953] \quad M = \log A + 1,66 \log \Delta + 2,04 + D \dots (11)$$

$$[Skalnat Pleso] [1953] \quad M = \log A + 1,66 \log \Delta + 1,99 + D \dots (12)$$

$$[Toledo] [1954] \quad M = \log A + 1,916 \log \Delta + 1,357 + D \dots (13)$$

$$[Viyana] [1954] \quad M = \log A + 1,64 \log \Delta + 1,99 + D \dots (14)$$

$$[Graz] [1954] \quad M = \log A + 1,60 \log \Delta + 2,07 + D \dots (15)$$

Di Filippo ve Marcelli, 1949 senesi zarfında vukubulan 65 zelzeyi esas almışlar, elde ettikleri Magnitüd formüllerini, daha sonra vukubulan 17 zelzeleye tatbik ederek, buldukları  $M$  değerlerini Pasadena ve Strasburg tarafından verilen değerlerle bir tablo halinde mukayese etmişlerdir. Üç istasyona ait  $M$  değerleri arasındaki

uygunluk, yeni değerlendirmeler için tamamen tatminkâr görülmüştür.

Peterschmitt incelemelerinde, 1919-1939 ve 1947-1948 senelerinde vukubulan 267 zelzeleden faydalanarak  $n' = 1,97$  ve Gutenberg'in ( $-\log B$ ) için verdiği tablo değerleri yardımı ile  $C = + 0,13$ , Zatopek ve Vanek 1940-1948 senelerine ait normal merkez derinliğine sahip 149 zelzeleden (10) magnitüd denklemini ve  $C = + 0,33$  değerini elde etmişlerdir.

E. Trapp, 1922-1936 intervali dahilinde vukubulan 158 zelzeleden faydalanarak Viyana ve Graz için (14) ve (15) magnitüd denklemlerini çıkarmıştır.

İstanbul-Kandilli Sismoloji istasyonu için, 1951-1958 seneleri zarfında vukubulan ve bu istasyondaki 24 sn periyodlu Galitzin horizontal sismografları tarafından kaydolunan 89 normal foküslü zelzeleden faydalanarak, (7) denklemine göre ( $M - \log A$ ) ve ( $\log \Delta$ ) değer serilerinin tesisini müteakip, en küçük kareler metodunu tatbik ederek aşağıdaki Magnitüd denklemini elde ettik :

$$(\text{İst.—Kandilli}) M = \log A + 1,314 \log \Delta + 3,214 + D \dots (16)$$

Faydalandığımız 107 zelzeleye ait (Tab. 1) gün ve merkez gölgelerini U.S.C.G.S. in kartlarından,  $M$  (Magnitüd) değerlerini Pasadena tarafından yayımlanan sismik bültenden aldık. Her zelzeleye ait  $\Delta$  Episantr uzaklığını P. L. Willmore - J. H. Hodgson 10)'un stereografik şebekesi yardımı ile yeniden hesapladık. Galitzin horizontal sismograflarında faz gecikmeleri farkı maksimum 2 sn civarında bulunduğundan, zemin hareketinin maksimum horizontal amplitüdünün hesabında, komponentlerde aynı zaman noktasına ait maksimumları hesaba katarak, ölçülen periyodlar çok zaman 20 sn den farklı, 10 - 30 sn aralığında bulunduğundan, T periyodlu  $A_T$  amplitüdlarını 20 sn periyodlu  $A_{20}$  değerine irca etmek için

$$\frac{A_{20}}{20} = \frac{A_T}{T} \dots \dots \dots (17)$$

münasebetinden faydalandık. Ayrıca Gutenberg'in tavsiyesine uyarak ikinci komponent mevcut olmadığı zamanlar maksimum horizontal amplitüdü, mevcut komponentteki amplitüde eşit kabul ettik ve merkez derinliklerini  $h \leq 60$  km, episantr uzaklıklarını  $20^\circ \leq \Delta \leq 130^\circ$  olarak seçtik.

Tab. 2

	$dM (=D)$			$C + D$			$G$
	<i>Sapma Aralığı</i>	<i>Toplam</i>	<i>Ortalama</i>	<i>Sapma Aralığı</i>	<i>Toplam</i>	<i>Ortalama</i>	
İstanbul-Kandilli	-0,9/+ 0,7	-0,06	-0,0007	-0,110/1,515	+80,212	+ 0,750	+0,75

Her bir zelzele için elde olunan magnitüd değerlerle, Pasadena tarafından verilen değerlerin

$$M_{Pas.} - M_{İst.} = dM = D \dots\dots\dots (18)$$

farkları ile bunların toplam ve ortalamalarını teşkil ederek  $\Sigma D = -0,06$  ve  $D = -0,0007$  bulduk (Tab. 2).

(Tab. 3). 1958 - Haziran, Temmuz, Ağustos ayları içinde vukubulan 9 zelzeleye ait miktarlar ile Pasadena ve İst. Kandilli tarafından verilen magnitüd değerlerini mukayeseli şekilde göstermektedir.

Bu tablodan da görüleceği üzere,  $M_{Pas.} - M_{İs.}$  farklarının küçüklüğü memnuniyet vericidir.

Tab. 3.

<i>Gün</i>	<i>Episantr</i>		$\Delta^\circ$ (İst.-Kand.)	<i>Magnitüd</i>		$dM$ $= M_{İst.} - M_{Pas.}$
	$\varphi$	$\lambda$		<i>Pasadena</i>	<i>İstanbul-Kandilli</i>	
6. Haziran 1958	8° N	85° W	105	$6 \frac{1}{2} - 6 \frac{3}{4}$	$6 \frac{1}{2}$	O : -0,2
12. » »	53 N	167 W	85,2	$6 \frac{1}{2}$	$6 \frac{1}{2}$	O
25. » »	3 S	144,5 E	111	$6 \frac{1}{4} - 6 \frac{1}{2}$	6,9	+0,6: +0,4
30. » »	31 N	141,5 E	83,8	$6 \frac{3}{4}$	6,2	-0,5
10. Temmuz »	58,5 N	136 W	79	$7 \frac{3}{4} - 8$	7,8	O : -0,2
23. » »	31 N	142 E	84,5	$6 \frac{1}{4}$	6,2	O
12. Ağustos »	O	126,5 E	95	$6 \frac{1}{2} \mp$	6,0	-0,5 $\mp$
14. » »	52 N	175 W	84,2	$6 \frac{1}{2}$	6,2	-0,3
15. » »	53 N	160,5 E	76,4	$6 \frac{3}{4}$	7,0	+0,2

Tab. 1.

Gün	Merkez Bölgesi	M	$\Delta^\circ$	$A_\mu$	dM
29.V. 1951	Yeni Gine	6,6	106,2	1,89	+0,5
6.VI »	Jan Mayen Ad.	7,0	35,5	12,44	+0,7
19.VII »	Aleuten Ad.	5,9	84,3	2,53	-0,2
28.VII »	Japonya	5,9	81,0	3,19	-0,3
27.IX »	Vancouver Ad.	5,7	87,6	2,19	-0,4
12.XI »	Kuril Ad.	6,6	79,0	17,66	-0,4
15.XI »	Kamçatka	6,4	77,3	7,47	-0,2
1.IV. 1954	Kuril Ad.	6,2	79,1	7,63	-0,4
17.IV »	Aleuten Ad.	6,9	83,8	10,92	+0,1
26.IV »	Kamçatka	6,6	77,7	5,90	+0,1
29.IV »	Kaliforniya	7,4	100,5	11,03	+0,5
29.IV »	Kaliforniya	7,6	100,5	30,09	+0,3
3.V »	Kamçatka	6,9	77,7	10,00	+0,2
5.V »	Kaliforniya	6,7	102,3	5,75	+0,1
31.V »	Flora denizi	6,4	94,0	2,74	+0,2
6.IV »	Yeni Gine	7,0	105,0	6,33	+0,3
17.VI »	Kodiak	6,5	82,3	3,16	+0,3
9.VIII »	Kamçatka	6,6	77,0	6,75	+0,1
6.IX »	Kamçatka	6,5	77,5	5,03	+0,1
23.IX »	Kuril Ad.	6,2	78,3	4,10	-0,1
2.XI »	Sumbawa Ad.	6,5	94,2	11,76	-0,4
12.XI »	Kaliforniya	6,1	100,1	3,83	-0,3
25.XI »	Kaliforniya	6,5	94,9	31,74	-0,8
11.XII »	N. Atlantik	6,5	41,6	12,60	+0,1
21.XII »	Kaliforniya	6,6	93,7	10,30	-0,2
13.I 1955	Aleuten Ad.	6,9	84,5	22,35	-0,2
31.I »	Kuril Ad.	6,4	79,0	7,03	-0,2
18.III »	Kamçatka	7,4	75,7	53,32	0
31.III »	Mindanao	7,5	88,1	55,63	0
13.X »	Salomon Ad.	7,0	126,7	2,71	+0,6
19.X »	Kuril Ad.	6,5	77,5	6,07	0
21.X »	N. Celebes	6,4	93,5	2,42	+0,2
23.XI »	Kamçatka	7,1	77,4	23,78	0
16.I 1956	Ekvator	7,4	104,4	28,49	+0,1
9.II »	Kaliforniya	6,9	99,8	39,68	-0,5
23.IV »	Japonya	6,6	77,9	5,04	+0,2
7.V »	Hint Okyanusu	6,2	101,6	3,66	-0,3
23.VI »	Kamçatka	6,5	74,8	7,79	-0,1
16.VII »	Birmanya	7,0	57,7	17,99	+0,2
18.VII »	Banda Denizi	7,4	101,3	6,37	+0,7
21.VII »	W. Hindistan	6,5	38,4	8,17	+0,3
12.VIII »	Japonya	6,6	95,4	5,69	0
15.VIII »	Kuril Ad.	6,2	78,4	6,37	-0,3
24.VIII »	Aleuten Ad.	6,5	80,6	9,10	-0,2
20.IX »	Kamçatka	6,2	77,7	3,54	0

Tab. 1. (Devem.)

Gün	Merkez Bölgesi	M	$\Delta^\circ$	$A_\mu$	dM
11. X 1956	Kaliforniya	6,0	95,0	7,21	-0,7
24. X »	Nikaragua	7,2	100,4	23,28	-0,1
31. X »	S. İran	6,7	25,5	35,04	+0,2
29. XI »	Bonin Ad.	7,0	86,7	5,78	+0,5
8. XII »	Aleuten Ad.	6,5	84,0	10,17	-0,3
18. XII »	Chile—Arjantin	7,1	111,4	9,95	+0,2
21. XII »	Quen Charlotte Ad.	6,7	86,0	7,65	+0,1
25. XII »	N. Atlantik	6,5	39,8	10,34	+0,2
23. II . 1957	Formosa	7,1	76,1	15,57	+0,2
9. III »	Aleuten Ad.	6,9	84,5	33,51	-0,4
11. III »	Aleuten Ad.	6,9	84,6	23,12	-0,2
11. III »	Aleuten ad.	6,7	83,9	28,94	-0,5
11. III »	Aleuten Ad.	6,9	85,0	37,61	-0,4
12. III »	Aleuten Ad.	7,1	84,8	28,16	-0,1
14. III »	Aleuten Ad.	7,5	84,5	61,09	0
16. III »	Aleuten Ad.	6,7	83,5	72,46	-0,9
17. III »	Aleuten Ad.	6,5	83,7	10,16	-0,2
19. III »	Aleuten Ad.	6,7	84,9	17,45	-0,3
22. III »	Aleuten Ad.	7,0	83,7	60,78	-0,5
10. IV »	Kodak Ad.	7,0	84,8	25,31	-0,1
14. IV »	S. Tibet	6,2	45,3	11,67	-0,3
19. IV »	Aleuten Ad.	7,1	85,6	8,72	+0,4
21. IV »	Kolombiya—Venezuela	6,6	93,6	7,70	-0,1
13. VI »	Aleuten Ad.	7,0	84,7	15,98	0
22. VI »	Yeni Gine	7,2	104,1	10,07	+0,3
23. VII »	Aleuten Ad.	6,4	83,9	4,76	0
29. VII »	Chile	7,1	112,5	5,43	+0,5
18. VIII »	Kuril Ad.	6,5	77,9	10,84	-0,2
26. VIII »	S. Bolivya	6,4	103,5	3,00	+0,1
24. IX »	Filippin Ad.	7,7	92,2	63,28	+0,1
4. X »	Venezuela	6,7	83,9	3,87	+0,4
25. X »	Kamçatka	6,7	77,4	12,53	0
7. XII »	Kamçatka	6,7	85,4	6,95	+0,1
17. XII »	Santa—Cruz Ad.	7,7	132,6	16,73	+0,5
19. I 1958	Ekvator	7,5	104,4	61,69	-0,2
24. I »	Kamçatka	6,5	74,6	5,15	+0,1
1. II »	Ekvator	6,9	101,8	7,24	+0,2
7. IV »	Central Alaska	7,0	72,2	43,85	-0,3
12. IV »	Kaliforniya	6,5	102,5	3,19	+0,1
13. IV »	Kamçatka	6,5	77,0	15,53	-0,4
14. IV »	Ekvator	6,9	102,7	7,42	+0,2
15. IV »	Kosta Rika	6,7	100,3	2,63	+0,4
28. IV »	Peru	6,5	106,4	2,38	+0,3
30. V »	Aleuten Ad.	6,1	80,0	2,13	+0,1

## B İ B L İ Y O G R A F Y A

- C.F. RICHTER : An Instrumental earthquake magnitude scale, *Bull. Seism. Soc. Amer.*, Vol. 25, No. 1, pp. 1-32, 1935.
- B. GUTENBERG and C. F. RICHTER : Earthquake magnitude, intensity, energy and acceleration, *Bull. Seism. Soc. Amer.*, Vol. 32, No. 3, pp. 163-191, 1942.
- B. GUTENBERG : Amplitudes of surface waves and magnitudes of shallow earthquakes. *Bull. Seism. Soc. Amer.*, Voll. 35, No. 1. pp. 3-12 1945.
- D. Di FILIPPO e L. MARGELLI : La magnitudo dei Terremoti e la sua determinazione nella stazione sismica di Roma. *Ann. di Geofisica*. Vol. 2, No. 4, pp. 486-492, 1949.
- E. PETERSCHMITT : Etude de la magnitude des séismes, *Ann. Inst. Phys. du Globe de Strasbourg*, N. S., T. AI, 3 me partie, pp. 51-58 1950.
- A. ZATOPEK et J. VANEK : Les magnitudes de Praha et leur relation avec les «revised values» de Pasadena, *Bur. Centr. Séism. Int.*, Ser. A, Trav. Scie., Fasc. 18, pp. 137-152, 1950.
- J. VANEK : Determination of earthquake magnitude from surface waves for the stations Hurbanovo and Skalnaté Pleso, *Trav. Inst. Geophys. Acad. Tchécoslovaque, Scie.*, No. 6, pp. 83-89, 1953.
- J. R. BONELLI et L. E. CARRASCO : La Magnitud de los sismos en Toledo, *Inst. Geogr. y Catastral*, 14, pp., Madrid 1954.
- E. TRAP : Ableitung der Magnitudengleichung für die Erdbebenstationen Wien und Granz und allgemeine Bemerkungen zur Magnituden-berechnung *Archiv f. Met., Geophys., und Bioklim.*, Ser. A, Bd.6, Heft 3-4. pp. 440 450, 1954.
- P. L. WILLMORE and J. H. HODGSON : Charts for measuring azimuth and distance, *Dom. Obs.*, Vol. XVI, No. 14.
-