

KEMALİYE ÇEVRESİNDE Pg, Sg SOĞURULMASI VE YENİ MAGNİTÜD FORMÜLÜ

Ufuk AYDIN¹, Şakir ŞAHİN², Ekrem KALKAN¹, Necmi YARBAŞI¹, Gökşin AKSOY³

¹ Atatürk Üniversitesi, Oltu Yer Bilimleri Fakültesi, ERZURUM

²Süleyman Semirel Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, ISPARTA

³ Atatürk Üniversitesi, Deprem Araştırma Merkezi, 25240 ERZURUM

ÖZET

Sismoloji çalışmaları ve deprem mühendisliği çalışmalarında kullanılan en önemli parametrelerden biri olan soğurma özellikleri belirli bir bölgenin depremselliği ve bölgesel tektoniği ile yakından ilişkilidir. Bu çalışmada, Kemaliye ve çevresinde kabuk için soğurma katsayısının bulunması amaçlanmıştır. Hesaplamalar için Atatürk Üniversitesi Deprem Araştırma Merkezi (AÜDAM) Kemaliye istasyonuna ait 165 adet yakın alan deprem verisi kullanılmıştır. Deprem büyüklüğünün hesaplamak için P_g ve Sg dalgasına ait en büyük genlik değerleri kullanılmıştır. Soğurma hesaplamaları için Chobra-Alexeev tarafından kullanılan Uzaklık Genlik ilişkisi kullanılmıştır. Tüm depremler için oluşturulan lineer denklem sistemi en küçük kareler yöntemi ile çözülmüştür. Genlikler üzerindeki büyüklük etkisini gidermek için $M_L=3,2$ 'e göre büyüklük normalizasyonu işlemi yapılmıştır. Normalize edilmiş genlikler yardımıyla bölge için soğurma katsayıları ($P\gamma$) 0.02071/km and ($S\gamma$) 0,0358 1/km olarak bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Dalga Soğurulması, Bölgesel Magnitüd, Doğu Anadolu Bölgesi.

ABSORPTION OF THE Pg, Sg WAVE IN AROUND KEMALİYE AND NEW MAGNITUDE FORMULA

ABSTRACT

The attenuation properties of seismic waves are one of the basic physical parameters used in seismological studies and earthquake engineering, which is closely, related the seismicity and regional tectonic activity of a particular area. In this study, we aimed to obtain attenuation coefficient of crust of Kemaliye city and its surrounding. In total 165 near-fields earthquake data recorded by the Kemaliye Station of Ataturk University Earthquake Research Center (AUERC) were used for the calculations. Maximum amplitudes of P_n and S_g waves were used in order to compute the earthquake magnitude. The attenuation has been determined by using the Chobra-Alexeev model based on the epicentre distance-amplitude relations. The linear equations systems obtained for the all events were solved using the least-squares method. Amplitude normalization process was performed for a reference value $M_L= 3,2$, so as to correct effect of the magnitudes. The attenuation on calculation of attenuation coefficients ($P\gamma$) 0.0207 1/km and ($S\gamma$) 00358 1/km were obtained with the assistance of normalized amplitudes values for the region.

Key words: Wave Absorption, Eastern Anatolia Region, Local Magnitude.

Jackson, J. 1992), (Şekil 1). Bu kaçış sonucu Anadolu Bloğu'nun kuzey sınırını oluşturan Kuzey Anadolu Fay Zonu'nda (KAFZ) sağ-yanal, güney sınırını oluşturan Doğu Anadolu Fay Zonu'nda (DAFZ) ise sol-yanal hareketler oluşmaktadır. Bu iki fay Karlıova üçlü eklemünde birleşir (Ketin, İ.1969; Allen, C.R. 1969; Toksöz, vd., 1979; Jackson, J vd., 1984; Barka, .A.A ve Gülen, L., 1987). Kuzeydoğu Anadolu Bloğu'nun doğuya hareketi, bu bloğun kuzey sınırını oluşturan Kuzeydoğu Anadolu Fay Zonu'nda (KDAFZ) sol-yanal hareketlere ve blok için karmaşık deformasyonlara neden olur. Sol-yanal atımlı Ovacık fayı Erzincan baseninin güneydoğusunda KAFZ ile kesişirler. Erzincan baseni yaklaşık uzunluğu 50 km ve genişliği en çok 15 km yi bulan KB-GD doğrultulu çek-ayır tipi (pull-apart) bir basendir (Allen, C.R. 1969). KAFZ 'nun Erzincan civarındaki bölümü birçok parçadan oluşmaktadır (Şekil 1 ve Şekil 2). Bu parçalardan birincisi Karlıova'dan Yedisu'nun batısına kadar, ikincisi Yedisu'nun batısından Erzincan baseninin güneydoğu ucuna kadar uzanır. Üçüncüsü Erzincan baseninin kuzeydoğu sınırını oluşturur ve ikinci tali bir parça ile kuzeybatıya devam eder. Bu fay parçalarının jeolojik ve sismik özellikleri (Allen, C.R. 1969; Toksöz, M.N vd., 1979) ayrıntılı olarak tartışılmıştır. Erzincan havzası ve yakın çevresinde, birbiri ile geometrik eşlenik oluşturan Kuzey Anadolu Fay (KAF) kuşağı, Kuzeydoğu Anadolu Fay (KDAF) ve Ovacık Fayı (OF) bu yörenin en önemli tektonik yapılarını oluşturmaktadır (Şekil 1). Tarihsel depremlerin çokluğu bu üç ana fayın hareketleri ile yakından ilgilidir (Barka, A.A. and Kadinsky-Cade, K. 1988).

3. VERİ TABANI

Kemaliye ve çevresinde elastik dalgaların soğurulmasının incelenmesi amacıyla ile Atatürk Üniversitesi Deprem Araştırma Merkez Müdürlüğü katalogundan 2005–2009 yılları arasında 38.503° - 40.447° enlemleri ve 37.021° - 39.474° boylamları arasında meydana gelmiş depremlerin derinliği, dış merkez koordinatları ve büyüklük değerleri incelenmiştir (Şekil 2). İncelenen depremler büyüklükleri (M_L) 3 ile 4 arası ve büyüklük ortalaması 3,2 dir. Merkez üstü uzaklıkları 1,3km ile 12,8 km (Şekil 2) arası ve merkez üstü ortalaması 9,7km dir (Tablo 1). Verilerin en büyük ve en küçük magnitüd ile ortalamaları belli bir düzeyde tutularak odak derinliği farklılıkları ile depremlerin dış merkez uzaklığı farklılığından kaynaklanan istenmeyen etkilerin giderilerek daha duyarlı sonuca ulaşılması amaçlanmıştır. Yapılacak normalizasyon için büyüklük ortalamaları değerleri normalize edilecek değere yakın seçilmiştir. Depremler seçilirken yansıma, kırılma, saçılma ve dağılma etkilerini bir miktar gidermek için dengeli bir deprem derinlik dağılımı seçilmeye çalışılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler için P_g ve S_g faz ayrımı yapılarak farklı odak ve epişantr uzaklıklarından dolayı oluşan saçılma

etkisi düzeltilmiştir. Çalışmada kullanılan veriler 39.2667° enlem ve 38.5139° boylamına yerleştirilmiş CMG-3T sismometresi ile kaydedilmiştir. Sismometrenin konumu değişmediği için yükseklik düzeltmesi yapılmamıştır. Tüm kayıtlar aynı sismometre ile alındığı halde diğer soğurulma çalışmasını desteklemek amacı ile alet düzeltmesi yapılmıştır. Kullanılan deprem kayıtlarının alındığı bölge (Şekil 2.)'de gösterilmiştir.

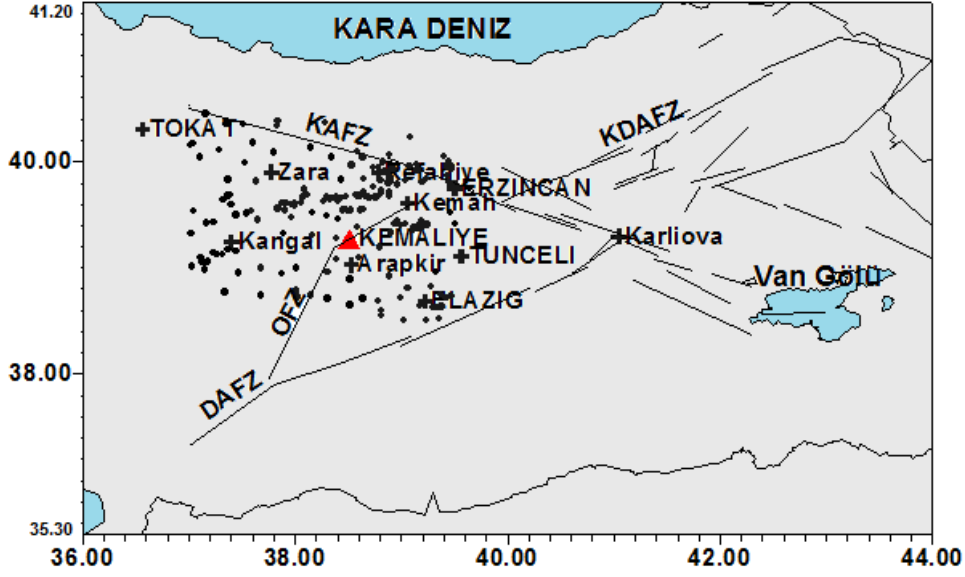
Tablo 1. Çalışmada kullanılan depremlerin P_g dalgası varış zamanı (T_p (sn)), dış merkez uzaklığı (Δ (km)), alet düzeltmesi yapılmış genlikler (A_p), $\log(A_s)$, normalize edilmiş genlik (A_p) ve ($\ln(A_s)$) değerleri.

No	Tarih	Zaman(GMT)	Enl °	Boy °	H(km)	M	Δ (km)	A_p	A_s	$\ln(A_p)$	$\ln(A_s)$
1	06.11.2005	22:27:53.45	39,62	38,27	11,4	3	45,19	8	21	33,25	43,12
2	06.11.2005	22:27:53.09	39,65	38,35	9,3	3	45,36	8	21	33,25	43,12
3	15.11.2005	07:22:50.65	39,98	37,53	1,7	4	118,97	3,1	6,7	33,24	43,11
4	16.11.2005	05:43:32.91	39,82	38,80	4,9	3	67,12	3	10,8	33,25	43,13
5	18.11.2005	02:29:10.89	39,91	38,84	3,2	3	76,84	2	8	33,25	43,13
6	20.11.2005	01:16:42.12	39,85	38,90	12	3	72,98	1,5	8	33,25	43,12
7	22.11.2005	17:19:42.67	38,55	38,82	11,9	3	84,02	1,4	8,2	33,25	43,13
8	26.11.2005	22:19:39.45	39,33	38,90	2,2	3	35,71	5,2	10	33,25	43,13
9	30.11.2005	03:02:24.00	38,72	38,99	10	4	74,24	13	34	33,24	43,11
10	08.12.2005	13:22:33.12	39,16	37,45	10,3	3	111,41	1,04	2,46	33,25	43,13
11	13.12.2005	18:02:59.16	39,94	39,43	10,3	3	115,27	1,3	2,44	33,25	43,12
12	13.12.2005	18:56:43.93	39,95	39,47	8	3	85,57	0,8	4,2	33,25	43,12
13	15.12.2005	22:34:08.73	39,99	38,83	1,9	3	115,02	2,9	5,4	33,25	43,13
14	25.12.2005	03:50:13.06	39,64	37,32	5,9	3	96,13	1,1	4,5	33,25	43,12
15	31.12.2005	13:40:16.23	38,75	39,37	9,5	3	80,46	5,5	19,3	33,25	43,12
16	01.01.2006	16:07:21.17	39,93	38,93	8,2	3	179,04	0,33	0,5	33,25	43,13
17	06.01.2006	20:56:17.15	39,06	37,12	9,4	3	49,94	1,3	7,5	33,25	43,12
18	09.01.2006	07:05:03.00	39,05	37,17	4,1	4	46,08	1	4,6	33,24	43,11
19	10.01.2006	07:11:10.19	40,05	39,40	12	3	44,67	1,9	12	33,25	43,13
20	10.01.2006	09:38:20.04	39,17	37,37	10,5	3	41,69	2,4	7,2	33,25	43,12
21	10.01.2006	12:08:08.55	39,67	38,77	4	4	111,28	29,1	175	33,24	43,10
22	13.01.2006	22:48:18.73	39,13	37,27	7,5	3	86,04	0,72	3,4	33,25	43,13
23	15.01.2006	16:45:59.08	39,73	38,82	12,4	4	70,56	3,1	9	33,24	43,10
24	22.01.2006	05:21:08.02	39,66	38,07	11,5	3	79,50	1,7	5,7	33,25	43,13
25	24.01.2006	17:13:56.26	39,05	37,14	10,9	3	99,34	28,2	44	33,25	43,12
26	26.01.2006	17:51:02.12	39,93	39,14	7,6	3	118,60	504	864	33,25	43,13
27	26.01.2006	22:13:52.16	39,97	39,43	3,8	3	45,98	8,8	60	33,25	43,12
28	02.02.2006	08:19:07.77	39,61	37,89	4,1	3	49,08	3,5	23,6	33,25	43,12
29	04.02.2006	12:23:29.88	39,13	37,32	10,9	3	64,65	1	6,7	33,25	43,12
30	09.02.2006	06:00:01.43	38,51	39,24	8	4	106,96	2,8	5	33,24	43,11
31	09.02.2006	10:03:25.87	38,98	37,15	6,4	4	112,45	1,6	2,2	33,23	43,10
32	10.02.2006	05:49:21.03	39,84	38,65	6,1	3	56,18	5,2	16	33,25	43,13
33	13.02.2006	06:34:38.26	39,53	37,05	3,6	3	116,06	688	704	33,25	43,13
34	13.02.2006	18:51:48.82	39,14	37,23	8,4	3	87,48	1,2	2,2	33,25	43,12
35	22.02.2006	19:41:26.17	39,68	38,78	8,8	3	74,84	7,4	39	33,25	43,12
36	22.02.2006	20:06:18.25	39,68	38,89	7	3	67,08	2	8,3	33,25	43,12
37	22.02.2006	21:48:57.04	39,77	38,74	5	3	46,22	3,7	16,5	33,25	43,13
38	11.03.2006	18:58:05.06	39,28	38,39	8,1	3	46,58	6,6	26	33,25	43,13
39	15.03.2006	10:01:58.14	38,83	39,28	5,1	3	46,21	7,5	39	33,25	43,13

40	25.03.2006	05:39:14.09	39,69	38,12	3,2	3	134,28	29	51	33,25	43,13
41	26.03.2006	07:24:22.08	40,35	37,38	3,8	3	119,14	0,65	1,2	33,25	43,12
42	28.03.2006	02:07:53.63	39,10	37,11	5,7	3	96,40	5,6	15,4	33,25	43,12
43	28.03.2006	14:32:31.19	39,83	39,03	6,2	3	137,57	1,1	1,3	33,25	43,12
44	01.04.2006	07:57:53.29	40,36	37,36	2,9	3	32,23	0,2	0,25	33,25	43,13
45	04.04.2006	20:21:10.05	38,63	39,30	9,5	3	91,67	1,2	2,7	33,25	43,13
46	04.04.2006	21:21:52.93	39,61	37,92	11	3	133,77	11,1	10,5	33,25	43,12
47	05.04.2006	04:57:51.67	39,54	37,91	9,9	3	86,83	2,5	6,7	33,25	43,13
48	05.04.2006	05:14:03.17	39,56	37,84	8,7	3	55,73	7,4	8,1	33,25	43,13
49	05.04.2006	21:55:47.97	40,09	38,59	5,6	3	70,11	1,6	6,4	33,25	43,12
50	06.04.2006	06:35:26.35	39,61	38,00	5,1	3	104,86	1,7	4,8	33,25	43,13
51	09.04.2006	05:50:16.05	39,06	37,19	10	3	46,30	27	109	33,25	43,12
52	12.04.2006	05:54:44.02	39,63	38,41	8,2	3	57,92	17	108	33,25	43,12
53	12.04.2006	06:35:46.55	39,60	37,97	11	3	46,92	23	115	33,25	43,12
54	15.04.2006	10:58:19.89	39,01	37,03	3,2	4	43,58	21	74,5	33,24	43,11
55	24.04.2006	09:52:10.58	40,11	37,29	10,8	3	44,79	11,5	43,5	33,25	43,13
56	24.04.2006	14:11:00.64	39,96	39,08	10,8	3	81,38	8,3	28	33,25	43,13
57	24.04.2006	17:29:07.07	39,45	37,65	8,3	3	51,67	24	8	33,25	43,12
58	27.04.2006	01:40:00.76	40,17	37,04	11,8	3	88,83	20	36	33,25	43,13
59	30.04.2006	04:37:42.08	40,15	37,02	11,9	3	76,99	22,5	127	33,25	43,13
60	01.05.2006	07:13:51.35	39,94	38,74	10,5	3	102,81	4,6	8,3	33,25	43,13
61	07.05.2006	18:08:30.17	39,08	38,39	3,6	3	105,87	1,5	2	33,25	43,12
62	12.05.2006	07:04:03.12	39,74	38,08	10,5	3	100,19	2	4,6	33,25	43,13
63	12.05.2006	21:15:20.46	39,72	38,89	3,3	3	92,59	9	30	33,25	43,12
64	22.05.2006	21:31:33.12	39,94	39,47	9,9	3	101,93	1,3	4,5	33,25	43,12
65	30.05.2006	05:46:46.88	39,67	38,30	8,4	3	44,74	4,1	9,8	33,25	43,13
66	04.06.2006	19:22:29.42	39,68	38,61	10,7	3	20,79	0,92	11,5	33,25	43,13
67	09.06.2006	20:53:07.39	39,81	38,91	10,2	3	123,84	2	3,8	33,25	43,12
68	17.06.2006	06:40:03.35	39,83	39,24	10,6	3	152,93	3,2	9	33,25	43,13
69	26.06.2006	11:21:49.96	40,35	37,51	5	3	38,56	4,1	11	33,25	43,13
70	26.06.2006	17:37:37.31	39,97	39,15	4,6	3	67,43	1,1	6,7	33,25	43,13
71	01.07.2006	15:44:27.09	39,42	37,23	2	3	103,77	2,7	9,1	33,25	43,13
72	07.07.2006	19:36:12.05	39,80	38,88	5	3	77,67	2,2	4	33,25	43,12
73	13.07.2006	09:21:59.71	39,83	37,37	8,7	3	46,56	10	42	33,25	43,13
74	16.07.2006	09:01:02.18	38,81	39,07	10,5	3	30,12	270	1122	33,25	43,13
75	30.07.2006	00:08:10.47	38,73	39,47	3,2	3	31,22	17	102	33,25	43,13
76	01.08.2006	03:48:38.03	39,48	37,97	7,2	3	31,49	19	53	33,25	43,13
77	25.08.2006	06:33:46.14	39,00	37,68	8,9	3	51,33	26	43	33,25	43,12
78	31.08.2006	23:21:33.43	40,45	37,16	8,5	3	68,64	0,67	2,9	33,25	43,13
79	01.09.2006	01:46:02.29	39,41	39,04	3,1	3	91,52	35	38	33,25	43,12
80	01.09.2006	02:05:25.12	39,40	39,00	3,5	3	31,39	20	72	33,25	43,12
81	02.09.2006	00:46:10.88	39,44	38,96	10,8	3	30,01	92	479	33,25	43,12
82	05.09.2006	05:46:45.69	39,41	38,94	9,8	3	14,95	4	4,8	33,25	43,13

83	05.09.2006	09:44:38.57	39,69	37,39	8,8	4	32,42	2,6	3,4	33,23	43,10
84	06.09.2006	23:52:01.56	39,81	39,20	3,2	3	33,63	7,1	15,3	33,25	43,13
85	09.09.2006	01:41:26.17	39,79	38,97	8,2	3	45,36	30	63	33,25	43,13
86	11.09.2006	14:26:57.43	38,59	38,81	10,3	3	99,34	33	42	33,25	43,12
87	14.09.2006	13:27:04.15	39,50	37,45	3,4	3	118,60	2,1	3,1	33,25	43,12
88	17.09.2006	15:23:05.45	40,23	39,09	6	3	45,98	18	46	33,25	43,13
89	24.09.2006	09:23:30.56	39,65	38,70	3,2	3	49,08	32	51	33,25	43,12
90	24.09.2006	12:18:00.53	39,66	38,76	7	3	64,65	2,6	3,9	33,25	43,13
91	30.09.2006	03:17:42.09	39,41	39,21	9,8	3	106,96	2	3,4	33,25	43,13
92	13.10.2006	04:12:35.31	39,60	37,40	12,8	3	112,45	1,9	4,2	33,25	43,13
93	13.10.2006	09:58:13.63	39,68	37,37	11,1	3	56,18	4	7	33,25	43,12
94	13.10.2006	18:45:16.67	39,71	38,81	3,5	3	116,06	2,3	3,5	33,25	43,12
95	02.11.2006	16:07:26.89	39,99	39,44	10,6	3	87,48	38	49	33,25	43,13
96	10.11.2006	20:55:41.77	40,05	38,63	11,3	3	74,84	1,6	7	33,25	43,13
97	20.11.2006	14:52:37.93	38,73	38,02	11,3	3	67,08	2	5	33,25	43,12
98	23.11.2006	21:47:12.76	38,74	38,15	2,6	3	46,22	18	70	33,25	43,12
99	25.11.2006	02:04:36.45	39,68	38,59	2,9	3	46,58	19	68	33,25	43,13
100	25.11.2006	08:21:33.96	39,66	38,69	1,9	4	46,21	13	58	33,24	43,11
101	27.11.2006	11:21:26.82	39,68	38,62	2,1	3	134,28	11	17	33,25	43,12
102	04.12.2006	10:58:30.00	39,32	37,02	4,1	4	119,14	22	58	33,24	43,11
103	09.12.2006	00:08:45.74	38,77	37,34	7,4	3	96,40	4,2	11,5	33,25	43,12
104	09.02.2007	05:26:02.15	38,50	39,02	7,7	3	137,57	15	42	33,25	43,12
105	16.02.2007	01:03:22.89	40,38	37,84	6,2	4	112,25	16	30	33,24	43,11
106	25.02.2007	00:32:42.53	38,52	39,36	2,7	3	32,23	1,2	3,4	33,25	43,12
107	28.02.2007	22:40:51.17	39,32	38,16	8,6	4	91,67	5,9	11	33,24	43,11
108	02.03.2007	09:17:47.27	38,64	39,18	5	3	133,77	14	24	33,25	43,13
109	03.03.2007	08:21:09.70	40,34	37,83	6,1	3	86,83	2,7	6	33,25	43,12
110	04.03.2007	00:42:36.52	40,04	38,64	7,1	3	55,73	9	14	33,25	43,13
111	04.03.2007	13:28:12.28	39,61	38,06	7,6	3	70,11	20	38	33,25	43,13
112	07.03.2007	05:24:40.53	38,81	39,05	10,1	3	104,86	2,4	5	33,25	43,12
113	08.03.2007	05:01:20.05	38,64	39,38	6,9	3	46,30	4,2	9,5	33,25	43,12
114	24.03.2007	17:53:11.00	39,68	38,58	11,2	3	57,92	8	19	33,25	43,12
115	24.03.2007	21:08:02.08	39,58	38,00	11,9	3	46,92	11	43	33,25	43,12
116	25.03.2007	04:59:01.82	39,68	38,62	12,5	3	43,58	28	61	33,25	43,12
117	25.03.2007	06:06:26.50	39,65	38,43	5	3	44,79	29	57	33,25	43,12
118	25.03.2007	19:38:29.68	39,67	38,48	9,9	3	81,38	2,1	3,9	33,25	43,13
119	07.04.2007	14:56:38.77	39,93	38,91	2,4	3	51,67	9	16	33,25	43,13
120	16.04.2007	09:12:00.09	39,72	38,65	5	3	88,83	8,3	15,7	33,25	43,12
121	08.05.2007	07:07:15.25	39,53	37,58	6,8	3	76,99	19	36	33,25	43,12
122	08.05.2007	09:37:11.63	39,90	38,87	12,3	4	102,81	2,3	8,7	33,24	43,11
123	08.05.2007	14:35:34.90	39,80	39,45	7	3	105,87	7	15	33,25	43,13
124	10.05.2007	13:25:22.27	39,87	39,43	12,6	3	100,19	6,1	11	33,25	43,13
125	14.05.2007	08:49:51.11	39,81	37,63	7,6	3	92,59	7,2	15	33,25	43,13

126	16.05.2007	18:49:39.26	39,92	39,15	7	3	101,93	2,3	5,4	33,25	43,12
127	18.05.2007	13:09:34.83	38,63	39,33	7	3	44,74	27	51	33,25	43,13
128	04.06.2007	22:16:43.15	39,64	38,34	7,1	3	20,79	3,1	6,8	33,25	43,13
129	15.06.2007	16:28:05.47	39,09	38,60	7	3	123,84	8	19	33,25	43,12
130	16.06.2007	14:11:15.14	40,37	38,28	6,2	3	152,93	1,8	4	33,25	43,13
131	16.06.2007	17:36:27.39	40,04	37,11	6,9	3	38,56	4	7	33,25	43,12
132	21.06.2007	19:23:37.55	38,96	38,30	7	3	67,43	18,3	35	33,25	43,13
133	24.06.2007	03:43:03.50	39,41	39,24	7	3	103,77	2,6	5	33,25	43,13
134	04.07.2007	00:03:50.28	39,80	39,47	5,7	4	77,67	20,1	30	33,24	43,11
135	01.08.2007	01:49:55.24	39,97	38,53	6,5	3	46,56	2,6	4,4	33,25	43,12
136	03.08.2007	12:51:26.20	39,67	38,67	4,8	3	30,12	3,2	5,4	33,25	43,13
137	06.08.2007	19:35:22.74	39,54	38,52	7	4	31,22	11	14	33,24	43,11
138	06.08.2007	19:56:02.36	39,54	38,45	12,2	3	31,49	2,5	5,1	33,25	43,13
139	16.08.2007	13:05:28.16	39,55	38,52	7	3	51,33	6	10	33,25	43,12
140	25.08.2007	03:40:32.64	38,92	38,89	5,8	3	68,64	7	10	33,25	43,13
141	26.08.2007	02:08:55.38	38,69	38,78	10,6	3	91,52	2,8	3,1	33,25	43,13
142	27.08.2007	07:01:05.85	39,51	37,54	6,7	3	31,39	2,6	3,1	33,25	43,12
143	28.08.2007	04:44:44.93	39,55	38,47	2,1	4	30,01	21	32	33,24	43,11
144	03.09.2007	05:11:02.53	39,54	38,50	5	4	95,36	14	23	33,24	43,11
145	11.09.2007	04:57:31.03	40,07	38,89	2,7	3	14,95	2,1	3,4	33,25	43,12
146	19.01.2008	06:28:58.96	39,39	38,58	7,7	3	32,42	12	15	33,25	43,13
147	22.01.2008	16:31:55.87	39,55	38,62	11,1	4	33,63	11	18	33,23	43,10
148	22.01.2008	16:55:46.26	39,55	38,65	5,1	3	45,36	10	35	33,25	43,13
149	23.01.2008	10:37:43.69	39,66	38,39	5	3	122,05	14,2	18	33,25	43,12
150	09.06.2009	09:26:11.67	39,42	37,17	6,7	3	57,78	6,3	11,4	33,25	43,13
151	12.06.2009	04:51:38.10	39,38	39,14	8	3	61,22	2,9	7	33,25	43,13
152	12.06.2009	09:25:37.15	39,39	39,18	7	3	55,16	2,7	4,5	33,25	43,13
153	13.06.2009	19:11:03.16	39,35	39,12	7	3	60,64	2,6	4,2	33,25	43,13
154	13.06.2009	19:27:07.53	39,39	39,17	7,2	3	55,22	7,4	8	33,25	43,12
155	13.06.2009	20:33:54.82	39,39	39,11	1,3	3	63,93	2,6	3,1	33,25	43,12
156	13.06.2009	20:42:06.49	39,44	39,19	7	3	60,56	2,4	3,8	33,25	43,12
157	13.06.2009	21:08:18.08	39,39	39,17	7	3	59,84	11	13	33,25	43,12
158	13.06.2009	21:20:13.09	39,39	39,16	3,3	3	60,12	2,6	4,2	33,25	43,12
159	14.06.2009	00:30:21.87	39,38	39,17	7	3	60,93	12	16	33,25	43,13
160	14.06.2009	03:32:50.76	39,37	39,18	12,6	3	61,40	6,3	8	33,25	43,13
161	15.06.2009	03:57:28.80	39,38	39,18	7	3	61,97	7,5	9	33,25	43,12
162	16.06.2009	12:26:29.45	39,38	39,19	10,7	3	26,44	2,6	2,9	33,25	43,13
163	17.06.2009	23:13:17.52	39,20	38,79	5	3	69,80	8,5	9,1	33,25	43,12
164	18.06.2009	21:13:52.84	38,79	38,01	7	3	102,52	1,2	2	33,25	43,13
165	21.06.2009	16:28:28.76	38,71	39,43	7	3	98,00	1,8	5	33,25	43,13



Şekil 2. Çalışma alanının yalınlaştırılmış aktif fay haritası ve depremlerinin episantr dağılımları.

4. KURAM ve YÖNTEM

$$A(x) = A_0 e^{-\lambda \Delta} \quad (3)$$

Homojen bir ortamda yayılan düzlem dalgaları için genlik (Aki ve Richard, 1980).

Denklem (3)' den dalganın yalnızca soğurma özelliklerini yansıtan üssel bir fonksiyon elde edilir. Burada $A(x)$ herhangi bir Δ mesafedeki genlik, A_0 odak genliği, λ soğurulma katsayısıdır. Soğurulma katsayısı,

$$A(x, t) = A_0 e^{i(kx - \omega t)} \quad (1)$$

$$\gamma = A_1 / A_2 \quad (4)$$

Şeklinde verilmektedir. Burada:

A_0 : $x=0$ ve $t=0$ anındaki genlik, orijin genliği.

ω : Açısıl frekans

k : dalga sayısıdır.

Soğurma karmaşık dalga sayısı veya frekans cinsinden ifade edilebilir. Karmaşık dalga sayısı (k) şu şekilde yazılabilir. (Johston ve Toksöz, 1981)

ile verilir. Genel formülü ile verilir, burada A_1 ve A_2 farklı uzaklıktaki iki genliktir. Eşitlik (3) seriye açıldığında,

$$\gamma = \left(\frac{A_1 - A_2}{A_1} \right) + \frac{1}{2} \left(\frac{A_1 - A_2}{A_1} \right)^2 + \dots (5)$$

$$k = k_r + i\lambda \quad (2)$$

$$\gamma = \left(\frac{A_2 - A_3}{A_2} \right) + \frac{1}{2} \left(\frac{A_2 - A_3}{A_2} \right)^2 + \dots (6)$$

Burada;

λ : Soğurma Katsayısı

k : (ω/v)

Son bağıntıda yalnızca yola (x) bağlı terimler yazılacak olursa (Aki ve Richard, 1980);

Fourier analizi sismik sinyaller üzerinde soğurulmanın en doğru etkisini verecektir. Kalite faktörü her bir dönüşümdeki, enerji kaybı olarak tanımlanır (Aki, K. and Richards.P.G., 1980). Burada Q , dalganın enerjisinde meydana gelen azalış olarak ifade edilir. Yani dalganın

her bir dönüşümde kaybettiği enerjinin toplam enerjiye oranıdır.

$$Q = -2\pi \frac{E}{\Delta E} \quad (\text{Knopoff ve McDonald, 1958}) \quad (7)$$

Yerel magnitüd ve yerel katsayıları hesaplamak için Genlik ve Episantr uzaklığına dayalı aşağıdaki Magnitüd formülü kullanılmıştır.

$$M_L = a \log(A) + b\Delta + c \quad (8)$$

Eşitlik 8' de a, b, c, bölgesel katsayılar, Δ dış merkez uzaklığı, A en büyük genlik ve M_L ise yerel büyüktür.

5. BULGULAR

Kemaliye istasyonu için çalışmada kullanılan depremlerin dış merkez uzaklıkları (Δ) Kemaliye istasyonu için aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

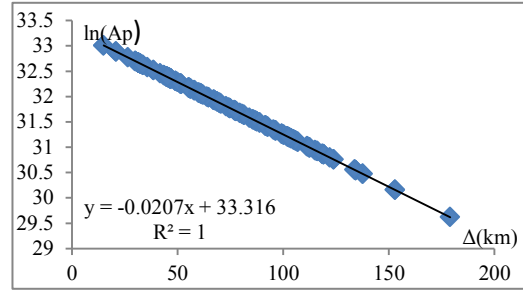
$$\Delta = \sqrt{\{(x_1 - x_2) * 90\} + \{(y_1 - y_2) * 110\}} \quad (9)$$

Burada; x_1 İstasyon boylamı, y_1 İstasyon enlemi, y_1 Episantr boylamı, y_2 Episantr enlemi Her deprem için P_n dalgası en büyük düşey genlik değerleri (A) okunarak alet düzeltmesi yapılmış (A_a) ve $\log(A_a)$ değerleri bulunmuştur (Tablo 1). 165 deprem, için M, $\log(A_p)$, $\log(A_s)$ ve Δ değerleri eşitlik (9)'de yerlerine koyularak elde edilen denklem sistemi en küçük kareler yöntemi ile çözülmüştür. S_g dalgasına ait bölgesel katsayılar $a=0.553$, $b=0.0049$, $c=4.104$ hesaplanmıştır. Kemaliye istasyonu için S_g dalgalarına ait yerel büyüklük eşitliği

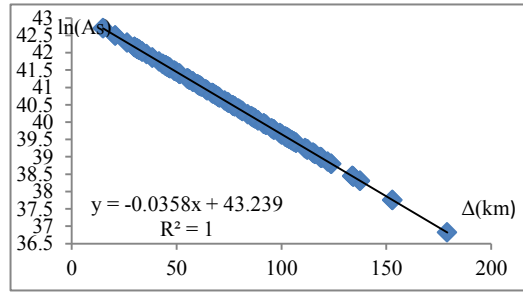
$$M_L = 0.5536 \log(A) + 0.0045\Delta + 4.104 \quad (10)$$

olarak yeniden düzenlenmiştir.

165 deprem, eşitlik (10)'de M_L , 3,2 alınarak hesaplanmış dış merkez uzaklıkları (Δ) yerlerine koyularak normalize edilmiş P ve S dalgası için (A_g) değerleri bulunmuştur. Her iki dalgaya ait soğurulma katsayılarını (γ) bulmak için bulmak için normalize edilmiş genlik değerleri ile dış merkez uzaklıkları arasında $\ln(A_n) - \Delta(\text{Km})$ grafiği oluşturulmuştur (Şekil 3).



a



b

Şekil 3.(a) Direk gelen P dalgası (b) Direk gelen S dalgaları için soğurma eğrileri.

(1) eşitliği logaritmik özellikten faydalanarak,

$\ln A_\Delta = \ln A_o - \gamma \Delta$ şeklinde doğru denklemine dönüştürülerek grafiği çizilir (Şekil 3) ve elde edilen doğrunun denkleminde P dalgası için soğurulma katsayısı (γ), 0,0207 ve S dalgası için ise 0,0358 olarak bulunmuştur.

Kemaliye ve çevresi için S_g dalgasının en büyük genliklerine bağlı yeni bir magnitüd eşitliği elde edilmiştir. Bilgesel magnitüd bağıntısına ait katsayılar; $a=0.553$, $b=0.0045$, $c=4.104$ olarak elde edilmiştir. Çalışmadan elde edilen katsayıların hepsi bu çalışmada kullanılan Kemaliye ve çevresinde oluşmuş depremlerden elde edilmiştir.

6. SONUÇLAR

Soğurma çalışmaları özellikle sismik aktivitesi yüksek bölgelerin aktif tektonik durumunu gösterir ve deprem risk çalışmaları için kullanılan önemli bir parametredir. Bilindiği gibi litosfer ve yer içinde basınç arttıkça soğurma azalmaktadır. Özellikle sismik riski yüksek alanlar için soğurma çalışması yapılarak sıkışma veya gerilme oranlarındaki değişim oranları mukayese edilerek deprem kestirim çalışması yapılabilir. Bu çalışmada, Kemaliye ve civarındaki litosferde oluşmuş 165 adet yakın alan deprem verisi düşey P_g dalgasına ait soğurulma katsayısı, 0,0207, S_g

dalgasına ait soğurma katsayısı 0,0358 olarak bulunmuştur. S dalgası soğurma oranının P dalgası soğurmasına oranı yaklaşık 1,73 dir.

Doğu Anadolu'da Soğurma ile ilgili yapılmış birçok çalışma mevcuttur; (Sertçelik ve Kenar, 2001)güneydoğu Anadolu bölgesinde bulunan Diyarbakır istasyonu verilerini kullanarak soğurma katsayısını 0,0114 olarak elde etmiştir. Muş ve çevresi için P dalgası soğurma katsayısı ve kalite faktörünü (Aydın vd., 2009) 0,0120 ve 39,59 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca (Ayanoğlu, 2010) güneydoğu Anadolu bölgesi için frekans bağımlı bir soğurulma çalışması yapılmıştır.

(Aydın veŞahin, 2011) doğu Anadolu'da Erzurum ve Oltu istasyon verilerinden P_g dalgasının soğurmasını mukayeseli olarak irdemişlerdir. Çalışmada iki bölge için ortalama soğurma katsayısı $\lambda = 0,0143$ 1/km olarak elde edilmiştir. Bu değer bizim çalışmamızda bulduğumuz P_g dalgası soğurma değerinden 0,0043 azdır.

(Aydın ve Kadırov, 2008) Aynı kırık sistemi ve yakın çalışma alanından dolayı bizim çalışmamız ile mukayese edebileceğimiz en uygun çalışma Erzincan ve yakın çevresi için 89 adet yakın alan deprem verileri kullanılarak P dalgası soğurulması çalışmasıdır. Erzincan ve yakın çevresi için P dalgası soğurma katsayısı 0,0176 1/km olarak bulunmuştur. Bu değer bizim çalışmamızda bulduğumuz P_g dalgası soğurma değerinden 0,0031 azdır.Erzincan bölgesinde yapılmış olan çalışmada P_g dalgası soğurma katsayısı bizim çalışmamızdan çok farklı değildir. P_g dalgası soğurma katsayısı Erzincan ve yakın çevresi için 0,0176 iken, Kemaliye ve yakın çevresi için 0, 0207 olarak bulunmuştur. Her iki çalışmanın yapıldığı alanlar aynı kırık sistemlerinin etkisindedir ve çalışma alanları birbirlerine çok uzak değildir. Bu farklılık jeolojik, litolojik, kırık ve basınç sistemi farklılıklarından kaynaklanmaktadır. AyrıcaErzincan ve çevresi litosferinin sıkışması Kemaliye bölgesi altındaki litosferden daha fazla olduğu da söylenebilir.

Bu çalışma ile Kemaliye ve çevresinde oluşan depremlerin S_g dalgalarına ait en büyük genlikleri kullanılarak Lokal Magnitüd formülü $M_L = 0.5536 \log(A) + 0.0045 \Delta + 4.104$ olarak elde edilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Aki, K., 1969. Analysis of the seismic coda of local earthquakes as scattered waves. J Geophys Res 74:615-631.
- [2] Aki, K. and Richards, P.G., 1980. Quantitative Seismology, Theory and Methods. A series of books in geology. W.H. Freeman and Company. San Francisco. pp198-169
- [3] Aki, K. And Richards.P.G., 1980. Quantitative Seismology: Theory and Methods, c. 98, 168-169.
- [4] Akıncı, A. 1994, Attenuative behaviors of Western anatolia and Southern Spain using single and Multiple scattering models, Ph.D.Thesis, Dokuz Eylül University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, p. 37-39.
- [5] Akıncı, A. ve Eyidoğan, H. 1996. Frequency-dependent attenuation of S and koda waves in Erzincan region (Turkey), Phys. Earth Planet. Inter., 97, 109-119.
- [6] Allen, C.R. 1969, Active faulting in northern Turkey, California Inst.Technology, Geol. Sci., Contribution No.1577, 32p.
- [7] Alptekin, Ö. 1978, batı Anadolu depremlerinin odak mekanizmaları ve bunların aktif tektonik ile ilişkileri, 2. Odak mekanizmaları ve plaka tektoniği modeli, Jeofizik VII, 3, 30-56.
- [8] Ayanoğlu, A. 2010.Güneydoğu Anadolu bölgesinde Frekans bağımlı Soğurulma Çalışması. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- [9] Aydın, U. ve Kadırov, A. 2008. Erzincan ve Çevresinde P Dalgası Soğurulması. SAÜ. Fen Bilimleri Dergisi, 12. Cilt, 1. Sayı, n S 1-8.
- [10] Aydın, U., Kadırov, A. ve Acar, A. 2009. Mus Genis-bant Deprem istasyonu Verilerine Göre Doğu Anadolu'da Sismik Dalga Soğurulması Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 13-2 (2009),178-185.
- [11] Aydın, U., Şahin, Ş. (2011). Comparison of the attenuation properties for two different areas in eastern Anatolia, Turkey, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 31, 1192-1195.
- [12] Barka, .A.A. and Gülen, L. 1987, Complex evolution of the Erzincan basin (eastern Turkey), Jour. Structural Geol. 11, 275-283.
- [13] Barka, A.A. and Kadinsky-Cade, K. 1988, Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on Earthquake activity, Tectonics 7, 663-684.
- [14] Bozkurt, E. 2001, Neotectonics of Turkey-asyntesis, Geodynamic Act 14 (2001) 3-30.

- [15] Chobra, S. and Alexeev V. 2004. A new approach to enhancement of frequency bandwidth of surface seismic data. Technical Article, First Break, August v.22 p.30-42.
- [16] Gök, R. and Türkelli N, Sandov E., Seber D., Barazangi M., 2000, Regional wave propagation in Turkey and surrounding regions, Geoph. Res. Lett. Vol. 27(3), 429-432.
- [17] Horasan, G., and A. Boztepe –Güney (2004). S-wave attenuation in the Sea of Marmara, Turkey, Physics of Earth and planetary Interior. 142, 215-224.
- [18] Jackson, J. And McKenzie, D.P. 1984, Active tectonics of the Alpine-Himalaya Belt between western Turkey and Pakistan, Geophys. Jour. Roy. Astr. Soc. 77, 185-265.
- [19] Jackson, J. 1992, Partitioning of strike-slip and convergent motion between Eurasia and Arabia in eastern Turkey and the Caucasus, J. Geophys. Res. 97, 12, 471-12,479.
- [20] Johnston, D.H., and Toksöz, M.N., 1981. Definition and terminology: Seismic wave attenuation. S.E.G. Geophys. Rep. Series. Vol.2, pp.1-5.691-711.
- [21] Ketin, İ. 1969, Kuzey Anadolu Fayı hakkında, M.T.A. Enstitüsü Dergisi 72, 1-27.
- [22] McClusky et al. (2000). GPS Constrains on Africa (Nubia) and Arabia Plate Motions. Journal of Geophysical Res. Lett. 105 (B3), 5697-5719.
- [23] McKenzie, D.P. 1972, Active tectonics of the Mediterranean region, Geophys. J.R. Astr. Soc. 30, 109-185.
- [24] Püskülcü, S. 1996, attenuation of Lg phase in Eastern Turkey, M.Sc. Thesis, in Geophy. Eng. Bogaziçi University.
- [25] Sertçelik, F. ve Kenar, Ö., Doğu Anadolu' da soğurma, Jeofizik 15, 1s: 63-75.
- [26] Toksöz, M.N., Şakal, A.F. and Michael, A.J. 1979, Space-time migration of earthquakes along the North Anatolia Fault Zone and seismic gaps, Padeoph. vol. 117, 1258-1269, BirkhauserVerlag, Basel.
- [27] Toksöz, M.N. and Johnston, D.H. 1981, Seismic wave Attenuation, Geophysics Reprint Series No.2,339-351.