



T.C.
BAYINDIRLIK ve İSKÂN BAKANLIĞI
AFET İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
DEPREM ARAŞTIRMA DAİRESİ

DEPREM ARAŞTIRMA BÜLTENİ

68



Deprem Araştırma Bülteni (DAB)

*Bulletin of Earthquake Research
(Bull. Earthq. Res.)*



Nisan [April] / 1990
Cilt [Volume]: 17

Sayı [Issue]: 68

İÇİNDEKİLER [INDEX]

Sayfa [Page]

ARAŞTIRMA [RESEARCH]

Yatay Yük Etkisindeki Betonarme Çerçeveselerde Kat Deplasmanı ve Kesme Kuvveti Arasındaki İlişkinin İncelenmesi [The Investigation of the Relationship Between Floor Displacement and Shear Force in Reinforced Concrete Frames Subjected to Horizontal Loading]
Yaşar KALTAKÇI 5-14

ARAŞTIRMA [RESEARCH]

Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımının Ana İlkeleri [Main Principles of Earthquake Resistant Building Design]
Hikmet Hüseyin ÇATAL, Yıldırım ERTUTAR 15-21

ARAŞTIRMA [RESEARCH]

Depremden Hasar Gören Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi [Repair and Strengthening of Structures Damaged by Earthquake]
Hikmet Hüseyin ÇATAL 22-31

ARAŞTIRMA [RESEARCH]

28 Ocak 1994 Manisa Depremi ve Bölgenin Deprem Etkinliği [28 January 1994 Manisa Earthquake and Earthquake Activity of the Region]
Niyazi TÜRKELLİ, Doğan KALAFAT, Kadriye KILIÇ, Gülay ÖZ 32-57

ARAŞTIRMA [RESEARCH]

6 Kasım 1992 İzmir Depremi ve Artçı Şokları [6 November 1992 İzmir Earthquake and Aftershocks]
Niyazi TÜRKELLİ, Doğan KALAFAT, Şerafettin İNCE 58-67

ARAŞTIRMA [RESEARCH]

Batı Anadolu Deprem Riskinin İncelenmesi [Investigation of Western Anatolian Earthquake Risk]
Günruh BAĞCI 68-83



T.C.
BAYINDIRLIK ve İSKAN BAKANLIĞI
AFET İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
DEPREM ARAŞTIRMA DAİRESİ

DEPREM ARAŞTIRMA BÜLTENİ

68



T.C.
BAYINDIRLIK ve İSKAN BAKANLIĞI
AFET İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
DEPREM ARAŞTIRMA DAİRESİ

DEPREM ARAŞTIRMA BÜLTENİ

68

DEPREM ARAŞTIRMA BÜLTENİ



Üç Ayda Bir Yayınlanır
Bilim ve Meslek Dergisi



Sahibi
Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Adına
Oktay Ergünay
Afet İşleri Genel Müdürü



Yazı İşleri Müdürü
Erol Aytac
(Jeomorfolog)
Afet İşleri Genel Müdürlüğü
Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı



Posta Kutusu 763
Kızılay - ANKARA



Telefon : 287 36 45 - 287 36 46

ÖZYURT MATBAACILIK
Tel: 230 76 31
ANKARA

DEPREM ARAŞTIRMA BÜLTENİ

YIL 17

SAYI 68

1990

BU SAYIDA

Yatay Yük Etkisindeki Betonarme
Çerçevelerde Kat Deplasmanı ve Kesme
Kuvveti Arasındaki İlişkinin İncelenmesi M.Y. KALTAĞCI

Depreme Dayanıklı Yapı
Tasarımının Ana İlkeleri H. ÇATAL
Y. ERTUTAR

Depremlerde Hasar Gören Yapıların
Onarım ve Güçlendirilmesi H.H. ÇATAL

28 Ocak 1994 Manisa Depremi ve
Bölgenin Deprem Etkinliği N. TÜRKELİ ve
Diğerleri

6 Kasım 1992 İzmir Depremi ve
Artçı Şokları N. TÜRKELLİ
D. KALAFAT
Ş. İNCE

Batı Anadolu Deprem
Riskinin İncelenmesi G. BAĞCI

AÇIKLAMA

3 aylık sürelerle 1973 yılından beri yayımlanmakta olan Deprem Araştırma Bülteni, geçmiş dönemlerde elde olmayan bazı nedenlerle gecikmeli olarak hizmetinize sunulabilmiştir.

Günümüzle aradaki süre farkını giderebilmek amacıyla Bültenimize her yıl için bir sayı numarası verilecek ve fark kapatıldıktan sonra yeniden 3 aylık sürelerle yayıma devam edilecektir.

Bilgilerinize sunarız.

NOTICE

Earthquake Research Bulletin have in publication quarterly since 1973. In the past its publication have been delayed due to unavoidable reasons. Now in order to make up for this delay a single issue would be published for the past years with no issues, untill the current year is reached then it will again be published quarterly.

YATAY YÜK ETKİSİNDEKİ BETONARME ÇERÇEVELERDE KAT DEPLASMANI VE KESME KUVVETİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Y. Doç. Dr. M. Yaşar KALTAKCI

Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü, Konya / TÜRKİYE

ÖZET : Bu çalışmada; düğüm noktalarından yatay yük etki eden betonarme çerçevelerdeki kolon kesme kuvvetlerinin yaklaşık olarak belirlenebilmesi amacıyla, çerçevenin yatay kat deplasmanı, kat kesme kuvveti ve kolon kesme kuvveti arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Bu amaçla rijitlik matrisi yöntemi ile çok sayıda değişik özellikteki çerçevelerde yatay kat deplasmanları ve kolon kesme kuvvetleri hesaplanmıştır. Bu çerçevelerde elde edilen yatay kat deplasmanları ile kat kesme kuvvetleri ve kolon kesme kuvvetleri arasındaki ilişki istatistiksel olarak incelenmiş ve doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Kolon kesme kuvvetleri için bulunan istatistiksel sonuçlar, kolon düğüm noktaları rijitlikleri ile ilişkilendirilerek kat kesme kuvvetlerini kolonlara dağıtmak için kullanılacak katsayılar tablolar halinde verilmiştir. Buna göre yapılan çözüm sonuçları diğer yaklaşık yöntemlerle karşılaştırılmış ve sonuçların uyumlu olduğu görülmüştür.

THE INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN FLOOR DISPLACEMENT AND SHEAR FORCE IN REINFORCED CONCRETE FRAMES SUBJECTED TO HORIZONTAL LOADING

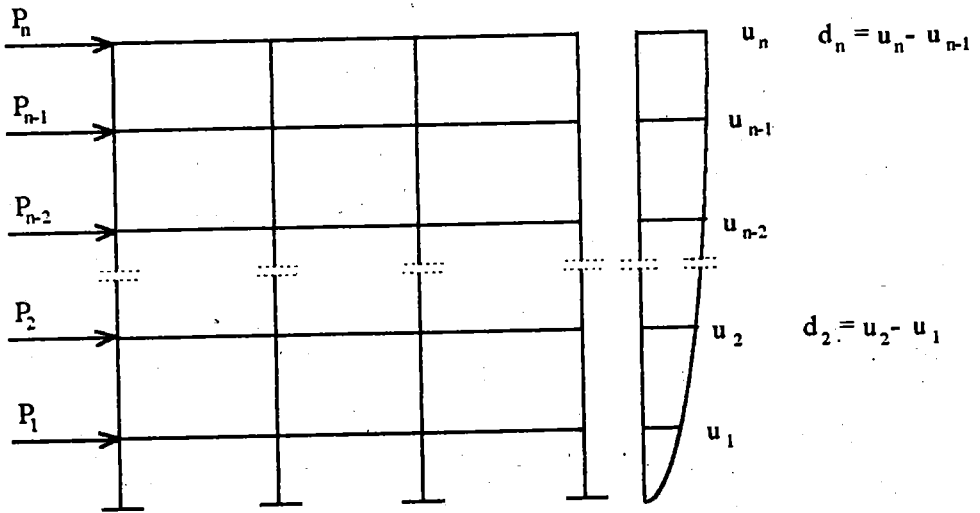
ABSTRACT: In this study, the relationship between the horizontal floor displacement, floor shear force and column shear force were investigated with a view of obtaining the approximate column shear forces in reinforced concrete frames subjected to horizontal loads in their joints. The horizontal floor displacements and column shear forces were calculated in so many frames having different properties. The relationships between the floor shear forces and the horizontal floor displacements and column shear forces, respectively, were analysed statistically and found to be linear. The statistical results concerning the column shear forces were related to the rigidity of the column joints and coefficients for the distribution of floor shear forces to the columns have been given in table. The results were compared with another approximate methods and found to be suitable.

1. GİRİŞ

Deprem veya rüzgar gibi yatay yük etkisindeki çerçevelerin statik çözümü için, kesin yöntemler zaman alıcı olduğundan çeşitli yaklaşık yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden en çok kullanılanı Muto yöntemidir [1]. Çakıroğlu-Özmen yönteminde ise, ardışık yaklaşım hesap yöntemi ile uygulamada çok rastlanılan çerçeve ve yükleme türleri üzerinde yapılan hesaplar sonucu, kolon kesme kuvvetleri için gerekli katsayılar diyagramlar halinde verilmiştir [2,3]. Aydın Yöntemi'nde ise, üst kat, ara kat ve alt kat kolonları için yazılan eğim açısı denklemlerinden hareketle katsayılar elde edilmiş ve kolon kesme kuvvetlerinin hesabında kullanılmak üzere diyagramlar halinde verilmiştir [4]. Bütün bu çalışmalar kat kesme kuvvetlerinin kolonlara dağıtılması esasına dayanmaktadır.

2. DEĞİŞİK ÇERÇEVELERDE TOPLAM KAT KESME KUVVETLERİ İLE RÖLATİF YATAY KAT DEPLASMANLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Çalışmanın bu bölümünde; açıklık sayısı, kat sayısı ve eleman rijitlikleri açısından değişik özelliklere sahip çerçevelerin değişik yatay yükler altındaki yatay kat deplasmanları, geliştirilen bir bilgisayar programı kullanılarak rijitlik matrisi yöntemi ile elde edilmiştir.



Şekil 1. Çerçeve yükleri ve yatay kat deplasmanları

Burada; P, u ve d şu şekilde gösterilmiştir.

$$\{P\} = \begin{Bmatrix} P_n \\ P_{n-1} \\ \vdots \\ P_2 \\ P_1 \end{Bmatrix}$$

Yatay kat yükleri(t)

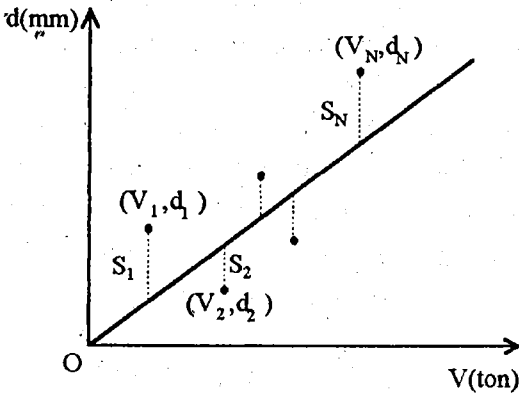
$$\{u\} = \begin{Bmatrix} u_n \\ u_{n-1} \\ \vdots \\ u_2 \\ u_1 \end{Bmatrix}$$

Toplam yatay kat
deplasmanları (mm)

$$\{d\} = \begin{Bmatrix} d_n \\ d_{n-1} \\ \vdots \\ d_2 \\ d_1 \end{Bmatrix}$$

Rölatif yatay kat
deplasmanları (mm)

Çerçevelerdeki kat kesme kuvveti V ile rölatif yatay kat deplasmanı d arasındaki ilişki, çerçevelerin her katı için ayrı ayrı incelenmiştir. İnceleme sonucunda, bu ilişkinin doğrusal olduğu görülmüş ve hata karelerini minimum yapan regrasyon doğruları geçirilmiş ve hesaplanan korelasyon katsayılarının 1'e yakın olması ile doğrusal ilişkinin çok iyi mertebede olduğu belirlenmiştir.



Şekil 2. Regrasyon doğrusu

Hata kareleri toplamı S yazılarak $dS/da=0$ 'dan a elde edilir ve \hat{d}_i belirlenir.

$$S = \sum_{i=1}^N S_i^2 = \sum_{i=1}^N (a \cdot V_i - d_i)^2 \quad (1)$$

$$a = \frac{\sum_{i=1}^N V_i \cdot d_i}{\sum_{i=1}^N V_i^2} \quad (2)$$

$$\hat{d}_i = a \cdot V_i \quad (3)$$

Korelasyon katsayısı ise, (4) bağıntısı ile bulunur.

$$r = \sqrt{1 - \frac{\sum (d_i - \hat{d}_i)^2}{\sum (d_i - \bar{d}_i)^2}} \quad (4)$$

Bu bağıntılarda,

N : Bir çerçeve için uygulanan değişik yük tipi sayısını,

\hat{d}_i : Regrasyon denklemi ile bulunan yatay kat deplasmanlarını,

\bar{d}_i : İlk deplasmanların aritmetik ortalamasını,

V_i : Toplam kat kesme kuvvetini, göstermektedir.

Bu bölümde değişik özelliklerde seçilen her çerçeve için önce toplam kat kesme kuvvetleri $\sum V$ değiştirilerek, çerçevenin ilk katı için bulunan yatay kat deplasmanları ile ilgili katın toplam kesme kuvveti arasındaki doğrusal ilişki bağıntısı yukarıda anlatılan şekilde belirlenmiştir. Daha sonra aynı çerçeve için $\sum V$ değeri sabit tutularak, rüzgar yükü benzeri, deprem yükü benzeri, yükün üst katlarda yoğun, orta katlarda yoğun ve alt katlarda yoğun olması halleri dikkate alınarak bu değişik yüklemeler için bilgisayar programı ile hesaplanan her kattaki rölatif yatay kat deplasmanı ile ilgili katın toplam kat kesme kuvveti arasındaki doğrusal ilişki bağıntıları belirlenmiştir. Bütün durumlar için regrasyon analizinden elde edilen, yatay kat deplasmanlarının $\bar{d}_i \pm$ (standart sapma) arasında kaldığı görülmüş, rüzgar ve deprem yükü benzeri yüklerde ise bu ilişkinin daha da mükemmel olduğu belirlenmiştir.

3. AYNI ÇERÇEVELERDEKİ KOLON KESME KUVVETLERİ İLE RÖLATİF YATAY KAT DEPLASMANLARI ARASINDAKİ İLŞKİNİN İNCELENMESİ

Çalışmanın bu bölümünde; önceki bölümde incelenen çerçevelerde değişik yatay yükleme durumları için, kolon kesme kuvvetleri, yine hazırlanan bilgisayar programı ile elde edilmiştir.

V_{nj} : n katının j kolonunun kesme kuvveti (ton), (j soldan itibaren sayar) olmak üzere; V_{nj} ile rölatif yatay kat deplasmanı d_n arasındaki ilişki, çerçevelerin değişik özellikteki herbir kolonu için ayrı ayrı incelenmiştir. Daha önce olduğu gibi burada da bu ilişki doğrusal olarak belirlenmiş ve hata kareleri toplamını minimum yapan regrasyon doğruları geçirilmiştir.

$$V_{nj} = a_{nj} \cdot d_n \quad (5)$$

Tablo 1. İncelenen bazı çerçevelerde kat kesme kuvveti V ile yatay kat deplasmanı d arasında kurulan ilişki.

İncelenen Çerçeve	İncelenen Kat	d ile V arasında kurulan ilişki	Kurulan ilişkinin korelasyon katsayısı
1 Açıklıklı 5 katlı çerçeve kolon ve giriş rijitlikleri aynı	5	$d_5=1.022.V_5$	0.968
	4	$d_4=0,910.V_4$	0.986
	3	$d_3=0,931.V_3$	0.991
	2	$d_2=0,881.V_2$	0.987
	1	$d_1=0,564.V_1$	0.999
1 Açıklıklı 5 katlı çerçeve kolon ve giriş rijitlikleri farklı	5	$d_5=3,126.V_5$	0.999
	4	$d_4=1,804.V_4$	0.998
	3	$d_3=0,976.V_3$	0.993
	2	$d_2=0,677.V_2$	0.987
	1	$d_1=0,317.V_1$	0.999
3 Açıklıklı 5 katlı çerçeve kolon ve giriş rijitlikleri aynı	5	$d_5=0,405.V_5$	0.980
	4	$d_4=0,369.V_4$	0.991
	3	$d_3=0,378.V_3$	0.994
	2	$d_2=0,365.V_2$	0.991
	1	$d_1=0,251.V_1$	0.996
3 Açıklıklı 5 katlı çerçeve kolon ve giriş rijitlikleri farklı	5	$d_5=1,177.V_5$	0.999
	4	$d_4=0,553.V_4$	0.997
	3	$d_3=0,358.V_3$	0.995
	2	$d_2=0,235.V_2$	0.998
	1	$d_1=0,108.V_1$	0.999
3 Açıklıklı 4 katlı çerçeve kolon ve giriş rijitlikleri farklı	4	$d_4=0,482.V_4$	0.999
	3	$d_3=0,238.V_3$	0.998
	2	$d_2=0,169.V_2$	0.992
	1	$d_1=0,177.V_1$	0.997
5 Açıklıklı 5 katlı çerçeve kolon ve giriş rijitlikleri farklı	5	$d_5=0,206.V_5$	0.996
	4	$d_4=0,122.V_4$	0.994
	3	$d_3=0,094.V_3$	0.994
	2	$d_2=0,077.V_2$	0.986
3 Açıklıklı 8 katlı çerçeve kolon ve giriş rijitlikleri farklı	8	$d_8=0,858.V_8$	0.998
	7	$d_7=0,488.V_7$	0.999
	6	$d_6=0,356.V_6$	0.999
	5	$d_5=0,288.V_5$	0.995
	4	$d_4=0,250.V_4$	0.997
	3	$d_3=0,198.V_3$	0.999
	2	$d_2=0,181.V_2$	0.998
1	$d_1=0,116.V_1$	0.990	

$$a_{nj} = \frac{\sum V_{nj} \cdot d_n}{\sum d_n^2}$$

(6)

bağıntıları kullanılarak belirlenen regresyon doğruları için korelasyon katsayısı,

$$r_{nj} = \sqrt{1 - \frac{\sum (V_{nj} - \hat{V}_{nj})^2}{\sum (V_{nj} - \bar{V}_{nj})^2}} \quad (7)$$

bağıntısı ile hesaplanmış ve bu katsayılar 1'e yakın olarak bulunmuştur. Burada;

\hat{V}_{nj} : Regresyon denklemi ile bulunan kolon kesme kuvvetini,

\bar{V}_{nj} : İlk kolon kesme kuvvetinin aritmetik ortalamasını,

göstermektedir. İncelenen kolonlar; üst kat kolonları, ara kat kolonları ve alt kat kolonları olarak sınıflandırılmışlardır.

4. KOLON KESME KUVVETLERİ İLE RİJİTLİKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Üçüncü bölümde kolon kesme kuvveti V_{nj} ile rölatif yatay deplasmanı d_n arasında, $V_{nj} = a_{nj} \cdot d_n$ doğrusal ilişkisi bulunmuştu. Bu bağıntıdaki a_{nj} sabiti gerçekte kolon rijitliği ile ilişkilidir ve,

$$a_{nj} = \frac{12EI_c}{h_c^3} \cdot c_{nj} \quad (8)$$

$$c_{nj} = \frac{a_{ni} \cdot h_c^3}{12EI_c} \quad (9)$$

bağıntıları ile hesaplanabilir.

Burada;

h_c : İlgili kolon yüksekliğini (m),

I_c : İlgili kolon atalet momentini (dm^4),

E: Elastisite modülünü (t/m^2),

göstermek üzere $E = 2,1 \cdot 10^6 t/m^2$ alınarak c_{nj} şu şekilde bulunur.

$$c_{nj} = \frac{a_{ni} \cdot h_c^3 \cdot 10^3}{12 \cdot 210 \cdot I_c} \quad , \quad c_{nj} = \frac{a_{ni} \cdot h_c^3}{2,52 \cdot I_c} \quad (10)$$

Bu bölümde, incelenen çerçeve kolonlarının herbiri için, a_{nj} sabitinden hareketle c_{nj} sabiti hesaplanmış ve bu sabitin ilgili kolonun alt ve üst düğüm

noktalarında birleşen elemanların rijitlikleri ile ilişkisi araştırılmıştır. Kolonlar; üst kat kolonları, ara kat kolonları ve alt kat kolonları olarak sınıflandırılmış ve bu ilişkide düğümdeki rijitliklerin oranlarını gösteren $r_{\bar{u}}$ ve r_a parametreleri kullanılmıştır.

Burada;

$r_{\bar{u}}$: Kolon I/h_c 'sinin, kolonun üst ucunda birleşen kolon ve kirişlerin I/I 'lerinin toplamına oranını,

r_a : Kolon I/h_c 'sinin, kolonun alt ucunda birleşen kolon ve kirişlerin I/I 'lerinin toplamına oranını,

göstermektedir. I/I rijitlikleri dm^4/m biriminde alınmıştır.

Çalışmada, değişik rijitlikte elemanların olduğu çerçeveler incelendiğinden değişik $r_{\bar{u}}$ ve r_a değerleri için sonuçlar bulunmuş, böylece üst kat kolonları, ara kat kolonları ve alt kat kolonları için $r_{\bar{u}}$ ve r_a değerlerine bağlı olarak elde edilen c_{nj} değerleri Tablo 2,3,4 'de verilmiştir.

5. KAT KESME KUVVETLERİNİN KOLONLARA DAĞITILMASI

Önceki bölümlerde verilen (5) ve (8) denklemlerinde kolon için $k_c = I_c/h_c$ olarak tanımlanırsa, çerçevede E değeri sabit olduğundan,

$$V_{nj} = \frac{12 \cdot k_c}{h_c^2} \cdot c_{nj} \cdot d_n \quad (11)$$

yazılabilir.

Buradaki D_{nj} kolon rijitliği olarak tanımlanır.

$$D_{nj} = \frac{12 \cdot k_c}{h_c^2} \cdot c_{nj} \quad (12)$$

Kat döşemeleri kendi düzlemleri içinde rijit kabul edildiği için, bir katta bulunan bütün kolonlara ait deplasmanlar eşit olacağından,

$$d_n = \frac{V_{n1}}{D_{n1}} = \frac{V_{n2}}{D_{n2}} = \dots = \frac{V_{nj}}{D_{nj}} = \frac{V_n}{\sum D_{nj}} \quad (13)$$

bağıntısı yazılabilir.

Tablo 2. Üst kat kolonları için c_{nj} değerleri

$r_{\bar{u}}$	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10
0,00	1,00	0,96	0,91	0,87	0,84	0,80	0,77	0,75	0,72	0,70	0,69	0,67
0,10	0,88	0,82	0,77	0,72	0,68	0,65	0,62	0,60	0,58	0,56	0,55	0,53
0,15	0,82	0,75	0,69	0,65	0,62	0,58	0,55	0,52	0,50	0,48	0,46	0,45
0,20	0,73	0,67	0,62	0,58	0,55	0,52	0,48	0,46	0,44	0,42	0,41	0,40
0,30	0,65	0,60	0,55	0,52	0,48	0,45	0,42	0,40	0,38	0,36	0,35	0,34
0,40	0,60	0,54	0,50	0,46	0,43	0,40	0,37	0,35	0,33	0,32	0,30	0,29
0,50	0,56	0,50	0,46	0,43	0,40	0,37	0,34	0,32	0,30	0,28	0,27	0,26

Tablo 3. Ara kat kolonları için c_{nj} değerleri

$r_{\bar{u}}$	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10
0,00	1,00	0,95	0,89	0,85	0,82							
0,10		0,91	0,78	0,70	0,64	0,62						
0,20		0,88	0,73	0,57	0,50	0,48	0,47					
0,30				0,52	0,46	0,43	0,40	0,38	0,37			
0,40					0,41	0,37	0,34	0,32	0,31	0,30	0,30	
0,50						0,30	0,28	0,25	0,23	0,21	0,21	0,21
0,60								0,25	0,21	0,17	0,15	0,13
0,70								0,24	0,19	0,15	0,12	0,09
0,80								0,22	0,17	0,13	0,08	0,07

Tablo 4. Alt kat kolonları için c_{nj} değerleri

$r_{\bar{u}}$	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10
Kat Sayısı											
2			0,95	0,82	0,73	0,66	0,61	0,57	0,53	0,49	0,47
3			0,91	0,78	0,70	0,62	0,57	0,52	0,48	0,45	0,42
4			0,88	0,75	0,67	0,59	0,54	0,48	0,44	0,41	0,37
5		0,95	0,80	0,70	0,62	0,56	0,51	0,47	0,43	0,39	0,36
6		0,86	0,74	0,66	0,59	0,54	0,48	0,45	0,41	0,38	0,35
7		0,83	0,71	0,62	0,55	0,49	0,43	0,39	0,35	0,31	0,28
8	0,97	0,80	0,68	0,58	0,50	0,44	0,38	0,34	0,28	0,25	0,20
9	0,94	0,76	0,65	0,56	0,48	0,42	0,37	0,32	0,27	0,23	0,18
10	0,90	0,74	0,63	0,54	0,46	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,16

Not: Ara değerler için doğrusal oranlama yapılabilir.

Herhangi bir kolondaki V_{nj} kesme kuvveti ise,

$$V_{nj} = D_{nj} \cdot \frac{V_n}{\sum D_{nj}} \quad (14)$$

bağıntısı ile elde edilir. Burada,

V_n : n katının kesme kuvvetini,

V_{nj} : n katındaki j kolonunun kesme kuvvetini,

D_{nj} : n katındaki j kolonunun rijitliğini,

$\sum D_{nj}$: n katındaki kolon rijitlikleri toplamını, göstermektedir.

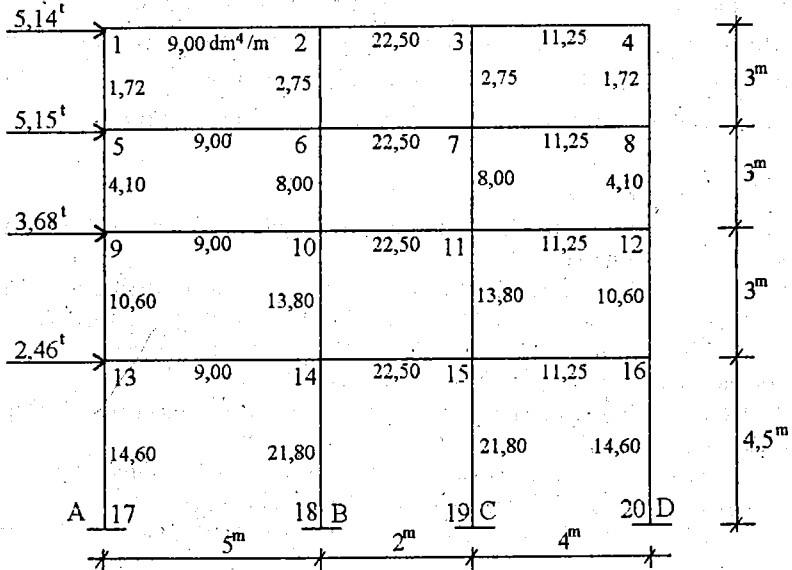
Kattaki kolon boyları eşit alındığından D_{nj} kolon rijitliği yerine,

$$\bar{D}_{nj} = k_c \cdot C_{nj} \quad (15)$$

değeri kullanılabilir.

6. SAYISAL UYGULAMA

Bu bölümde; Şekil 3'de özellikleri verilen ve kaynak [4] ve [5] de çözümleri yapılan çerçevede; Kani, Çakıroğlu-Özmen ve Aydın yöntemlerinden elde edilen kolon kesme kuvvetleri ile bu çalışmada bulunan C_{nj} katsayıları kullanılarak elde edilen kolon kesme kuvvetleri karşılaştırılmış ve bir tablo halinde verilmiştir. Sonuçların incelenmesinden bu çalışmadaki C_{nj} katsayıları ile hesaplanan kolon kesme kuvveti değerlerinin, diğer kesin ve yaklaşık çözüm yöntemlerinden elde edilen kolon kesme kuvvetleriyle uyum içerisinde olduğu görülmüştür.



Şekil 3. Örnek Çerçeve

Tablo 5. Örnek Çerçeve Kolon Kesme Kuvvetlerinin Karşılaştırılması

Kat	Aks	Kani	Muto	Çakıroğlu-Özmen	Aydın	Çalışma Sonucu
4	A	0,87	0,879	0,86	0,88	0,88
	B	1,67	1,655	1,68	1,66	1,66
	C	1,68	1,670	1,68	1,68	1,68
	D	0,92	0,936	0,92	0,93	0,92
3	A	1,23	1,451	1,52	1,48	1,36
	B	3,72	3,581	3,53	3,56	3,64
	C	3,90	3,663	3,59	3,64	3,74
	D	1,43	1,595	1,65	1,61	1,55
2	A	2,00	2,026	1,70	2,07	1,96
	B	4,79	4,722	4,98	4,68	4,83
	C	4,91	4,876	5,17	4,86	4,92
	D	2,24	2,346	2,12	2,36	2,26
1	A	2,58	2,711	2,91	2,75	2,69
	B	5,47	5,340	5,21	5,34	5,34
	C	5,54	5,471	5,29	5,42	5,50
	D	2,82	2,908	3,02	2,92	2,90

7. SONUÇ

Bu çalışmada; yatay yük etkisindeki betonarme çerçevelerde, yatay kat deplasmanı, kat kesme kuvveti ve kolon kesme kuvveti arasında bulunan doğrusal ilişkiyi yararlanılarak kat kesme kuvvetini kolonlara dağıtmak üzere kullanılacak katsayılar belirlenmiştir. Bu katsayılar kullanılarak yapılan örnek, çözüm sonuçlarının; kat kesme kuvvetini kolonlara dağıtma esasına dayanan diğer yaklaşık çözüm yöntemlerinden elde edilen sonuçlarla uyumlu olduğu görülmüştür. Ayrıca bu sonuçlar kesin çözüm sonuçları ile karşılaştırıldığında, kabul edilebilir yaklaşıklıkta olduğu belirlenmiştir. Uygulama kolaylığı, burada belirtilen diğer yaklaşık çözüm yöntemlerindeki yakındır.

KAYNAKLAR

- [1] MUTO, K., Çev: TÜREL, Y., Betonarme Yapıların Sismik Analizi ve Depreme Karşı Hesap Metodları, Ankara, 1965.
- [2] ÇAKIROĞLU, A., ÖZMEN, G., Çerçeveler ve Boşluklu Perdelerden Oluşan Yapıların Yatay Yüklere Göre Hesabı, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, Teknik Rapor 16, 1973
- [3] ÇAKIROĞLU, A., ÖZMEN G., Calcul des portiques a etages soumis a des charges horizontales, La Technique des Travaux, Sept.-Oct. 1961.
- [4] AYDIN, R., Çerçeve Sistemlerin Yatay Yükler Altında İncelenmesi, Deprem Araştırma Enstitüsü Bülteni 26, 1979.
- [5] KALTAKCI, M., Y., Çerçeve Sistemlerin Yatay Yükler Altında İncelenmesi, Y. lisans tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 1983.
- [6] HEIDE, H., Çev: POLAT, Z. ve KANTAR, F., Pratik Statik, Uluğ Kitabevi, İstanbul, 1974.
- [7] KÖKSAL, A., B., İstatistik, Çağlayan Kitabevi, İstanbul, 1980.

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMININ ANA İLKELERİ

Hikmet Hüseyin Çatal¹, Yıldırım Ertutar²

SUMMARY

The aim of design of earthquake-resistant buildings is that buildings are overcome earthquakes. There aren't any damages in the earthquake-resistant buildings at the low intensity earthquakes. There are some damages in these buildings because of high intensity earthquakes, but the buildings mustn't collapse.

Suitable calculate model and method must be chosen when buildings are calculated for lateral loads.

In this study basic principles of chose of calculate model, architectural design was submitted for earthquake-resistant buildings.

ÖZET

Depreme dayanıklı yapı tasarlamanın amacı, yapının taşıyıcı sisteminin küçük şiddetteki depremleri hasarsız, büyük şiddetteki depremleri ise çok az hasarla atlatabilmesini sağlamak, deprem enerjisini sönmülemektir.

Yatay kuvvetler etkisi altında yapıların davranışının bilinmesi, tasarımda taşıyıcı sistemin belirlenmesinde önem taşımaktadır. Taşıyıcı sistem yatay yüklerle göre hesaplanırken, uygun bir hesap modeli ve yöntemi seçilmelidir.

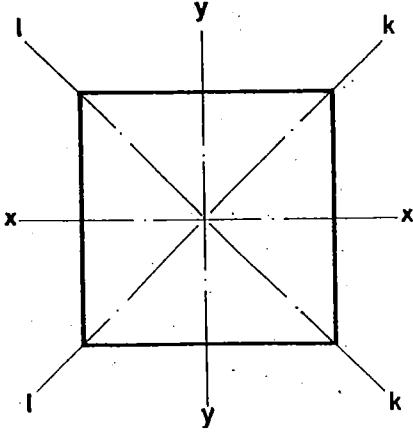
Bu çalışmada depreme dayanıklı yapı tasarlamak ve üretmek için gerekli olan hesap modeli seçiminin, mimari tasarımın, malzeme ve zemin kontrollerinin temel ilkeleri sunulmuştur.

MİMARİ TASARIMIN ANA İLKELERİ

Yapının deprem etkisi altındaki davranışında, yapı ağırlığı, taşıyıcı elemanların konumu, boyutları, zemin durumu gibi etkilerin yanısıra mimari tasarımın da etkileri olmaktadır. Yapılarda burulma tesirlerinin oluşmaması için planda yapı mümkün olduğunca simetrik yapılmalıdır. Yapıların boy kesitte de simetrik yapılmasında fayda vardır (Şekil-1).

¹Dr.Müh.Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmir.

²Doç.Dr.Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmir.



Şekil-1: Planda ve boy kesitte simetrik yapılar.

Ana kitleye girintili, çıkıntılı olarak bağlı olan yapılarda yatay kuvvetler nedeni ile olumsuz etkiler meydana gelmektedir. Şayet bu tür mimariden vazgeçilemiyor ise girintiler ana kitleden derzler ile ayrılmalıdır [4].

Yapı yüksekliği boyunca düşey taşıyıcı elemanlarda süreklilik sağlanmalı, ani rijitlik değişimlerinden kaçınılmalıdır. Yapı yüksekliği boyunca yapı alanının küçülmesine izin verilebilir ancak bu alan değişimi ani olduğu takdirde gerilme yığılmaları olması nedeni ile sakınca teşkil etmektedir. Amerikan şartnamesinde yapı yüksekliği boyunca alanlar %75 oranında değişiyor ise değişimin ani olduğu varsayılmalıdır.

Yapı rijitliğini artıran perdeler planda her iki yönde simetrik olarak yerleştirilmelidir. Aksi halde kütle merkezi ile rijitlik merkezi çakışmayacağı için burulma tesirleri oluşacaktır.

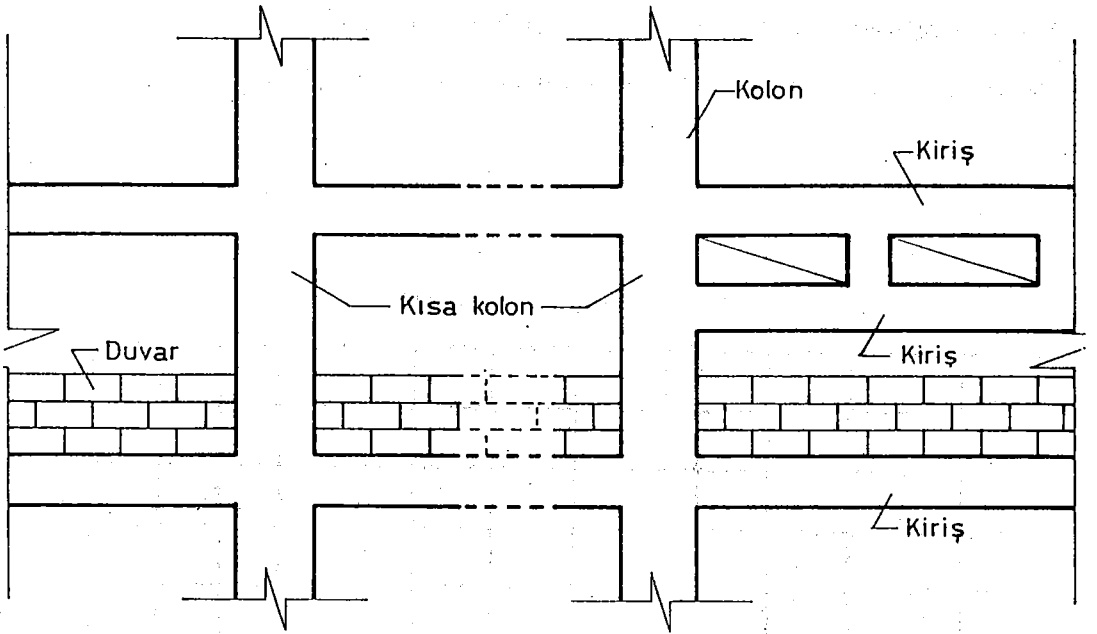
Yapı yüksekliği boyunca kısa kolon ve yumuşak kat oluşumuna izin verilmemelidir (Şekil-2).

Tasarlanacak yapıya komşu olan parseldeki binaların yükseklikleri, konumu, deprem yükleri altındaki davranışı belirlenmeli, çekiçleme etkilerinin oluşmamasına özen gösterilmelidir.

YAPISAL ANALİZİN ANA İLKELERİ

Yapının deprem yüklerine göre yapısal analizinde önce uygun bir hesap modelinin seçilmesi gerekmektedir.

Hesap modelinde yapısal davranışa uygun kabuller yapılabilir.



Şekil-2: Kısa Kolon oluşumu

Yatay yüklere göre yapısal analiz yapan paket programlar bulunmaktadır. Ancak bu programlara veri hazırlaması aşamasında yapılan kabullerin uygun olmasına dikkat edilmelidir. Bu yapılmadığı takdirde sonuçların gerçek davranıştan uzaklaşacağı gözden uzak tutulmamalıdır.

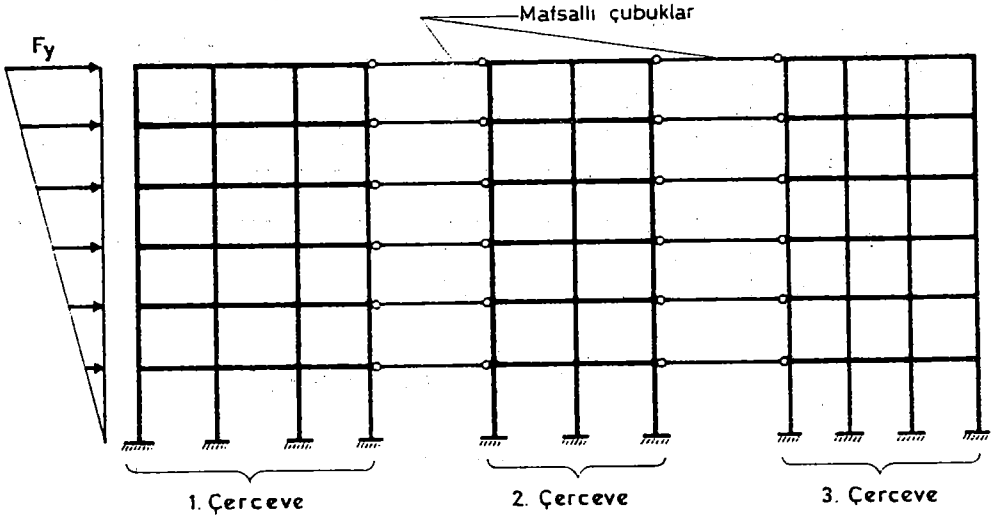
Ülkemizde yürürlükte olan deprem şartnamesinde, temel üst kotundan itibaren toplam yüksekliği 75 m. yi geçmeyen, taşıyıcı sistemi düzenli yapıların deprem hesabı eşdeğer statik yüklere göre yapılacağı, taşıyıcı sistemi düzenli olmayan yapılarda güvenilir dinamik bir hesap yönteminin kullanılabilmesi, ancak bu halde bulunan deprem tesirlerinin eşdeğer statik yüklere göre bulunan tesirlerin %70'inden az olamayacağı, belirtilmektedir.

Taşıyıcı sistem için seçilen hesap modeli karmaşık olmamalıdır.

Sistem üç boyutlu olarak modellendirilebileceği gibi, farklı düzlemlerdeki taşıyıcılar iki ucu rafsallı rijit

çubuklarla bağlanmak suretiyle bir tek düzleme indirgenerek de modellendirilebilir.

İki ucu mafsallı rijit çubuklar, kendi düzlemlerinde rijit varsayılan döşemeleri temsil etmektedir (Şekil-3).

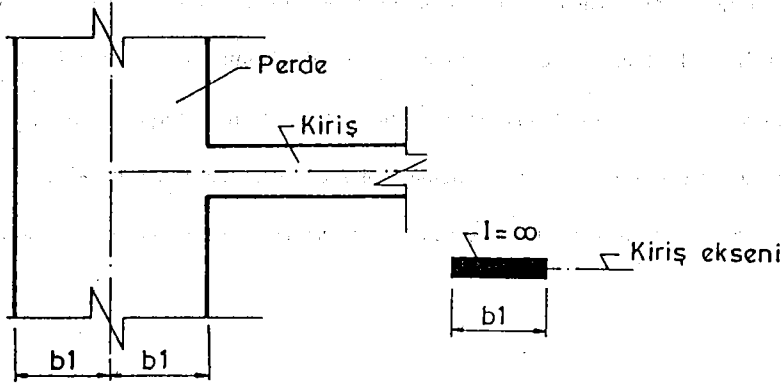


Şekil-3: Taşıyıcı Sistemi düzleme indirgeme

Perdeli sistemlerde perdelerle bağlı olan kirişlerin perde eksenine kadar olan kısımları sonsuz rijit olarak kabul edilebilir (Şekil-4) [2]. Perde temellerinin zemine ankastre olarak mesnetlendirildiğini düşünmek, yapısal davranışa uygun düşmeyecektir. Perde temellerini yarı ankastre olarak bağlandığını kabul etmek, dönme rijitliğini zemin türüne göre belirleyip modellemek daha uygundur.

Yapıların yatay yük altındaki rijitliğini artırmak için deprem perdeleri yapılması uygundur. Ancak yatay yükler altında yapının çok rijit davranmaması, sünek davranış ile deprem etkilerinin sönümlenmesi istenir.

A.B.D. deki imalat düzeyi göz önüne alındığında taşıyıcı elemanların yapısal davranışı (Tablo-1) de özetlenmiştir [4].



Şekil-4: Perde-kiriş bağlantılarının modellenmesi.

Kirişler kendi rijitliklerine oranla daha rijit kolonlarla bağlandıkları takdirde, yapı, yatay kuvvetler altında sünek davranış göstermekte, aksi halde plastik mafsallar kolonda oluşacaktır [5]. Bu nedenle zayıf kolon-kuvvetli kiriş bağlantılarına müsaade edilmemelidir.

Tablo-1: Kat adedine göre yapısal sistem davranışları

Yapısal Sistem	K A T A D E D İ		Sismik Davranış
	Büro Yapıları	Konut,Otel,vs.	
Çerçeve yapıları	15 ' e kadar	20 ' ye kadar	Çok iyi
Perde-çerçeveli yapı	40 ' a kadar	70 ' e kadar	İyi
Tek tüplü yapılar	40 ' a kadar	60 ' a kadar	Çok iyi
İççe tüp yapılar	80 ' e kadar	100 ' e kadar	İyi

Yapının sünek davranış göstermesi için kiriş ve kolonların denge altında olacak tarzda boyutlandırılması gerekmektedir. Kirişlerdeki kırılma türü donatı oranına bağlı kalmaktadır. Donatı çeliğinin akma birim uzamasına eriştiği anda, en dış beton lifinin ezilmesi ile dengeli kırılma oluşmaktadır. Bu kırılmaya karşılık gelen donatıdan daha az donatı içeren kesitlerde, sünek davranış meydana gelmektedir [1],[3]. T.S. 500' de kolonlarda gevrek kırılmanın önüne geçmek için eksenel yükün şiddeti aşağıdaki şekilde sınırlanmıştır [7].

$$N \leq 0.6 \cdot f_{ck} \cdot A_c \quad (1)$$

Burada f_{ck} , betonun karakteristik basınç dayanımını; A_c , beton alanının göstermektedir.

ZEMİN ETÜTLERİ

Deprem sırasında zeminde oluşacak tesirlerin yapı zemin etkileşimi ile yapıya iletilmesi yapısal davranışı değiştirmektedir. Deprem esnasında zeminin sıvılaşması, şev kaymaları gibi nedenler yapılarda hasarlara yol açmaktadır. Yapıların inşaa edileceği alanların zemin mekaniği yönünden incelenmesi, olası hasarların önüne geçilmesi için gereklidir.

Deprem etkisindeki yapıların, yapı doğal periyodu ile zemin hakim periyodunun rezonans oluşturmayacak şekilde planlanması, oluşacak hasarları azaltacak bir önlem olarak düşünülmelidir.

İMALAT ve KONTROLÜN ÖNEMİ

Depreme dayanıklı yapıların üretimi için hazırlanan projeler ne denli iyi olur ise olsun yapı imalatında gerekli dikkat gösterilmezse, donatı yerleşimi, beton dökümü kontrol edilmezse depreme dayanıklı yapı üretmek mümkün olmayacaktır.

Yapı üretimi sırasında dökülen betonlardan örnekler alarak beton dayanımını kontrol etmek, imalatı tamamlanmış elemanlarda tabanca deneyi yapmak, karot örnekleri almak kaliteli yapı üretimi için gerekli olmaktadır.

SONUÇ

Depreme dayanıklı yapı tasarlamak ve üretmek için, basit fakat, yapısal davranışa uygun hesap modeli seçilmelidir.

Tasarlanacak yapı küçük şiddetteki depremleri hasarsız, orta şiddetteki depremleri az hasarla, büyük şiddetteki depremleri ise taşıyıcı sistemi ayakta kalacak şekilde hasarla atlattırılmalıdır.

Depreme dayanıklı olarak tasarlanan yapıların üretiminde malzeme ve işçilik kontrolüne, tasarımdaki detayların imalata uygulanıp uygulanmadığına özen gösterilmelidir.

KAYNAKLAR

- 1.Celep, Z., Kumbasar, N.(1991), Örneklerle Betonarme, Sema matbaacılık, İstanbul.
- 2.Bayülke, N.(1984), Depremde Hasar Gören Yapıların Onarımı ve Güçlendirilmesi, T.M.M.O.B. İnşaat Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara.
- 3.Ersoy, U.(1985), Betonarme Temel İlkeler ve Taşıma Gücü Hesabı, T.M.M.O.B. İnşaat Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara
- 4.Ersoy, U.,Çıtırtıoğlu, E.(1988), Yüksek Yapıların Tasarım ve Yapımında İzlenecek Temel İlkeler,Ankara.
- 5.Ersoy, U.(1993),"Depreme Dayanıklı Yapı,Denetim", Proje ve Yapı Denetim Sempozyumu, ss:65-77, İzmir.
- 6.İmar ve İskan Bakanlığı (1975), Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Ankara.
- 7.Türk Standartları Enstitüsü (1984),Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları - T.S. 500, Ankara.

DEPREMDEN HASAR GÖREN YAPILARIN ONARIM VE GÜÇLENDİRİLMESİ

Hikmet Hüseyin Çatal¹

SUMMARY

Earthquakes, damages of earthquake are important topics of civil engineering. Since large part of our country is in earthquake zone, earthquake -resistant buildings must be designed and constructed. But some buildings are damaged because of earthquakes. There are very methods for rehabilitations of these buildings. Aims of these methods are to increase rigidities of buildings , moment, shear and axial force capacity of beams,columns,etc. In this study rehabilitations methods were compared for damaged reinforced concrete buildings and submitted numerical an example.

ÖZET

Ülkemizin büyük bir kısmının 1. derece deprem kuşağında olması deprem afetinin önemini arttırmakta, depreme dayanıklı yapılar tasarlamak ve üretmeyi gerekli kılmaktadır. Depreme dayanıklı yapı üretmek kadar depremden hasar görmüş yapıların onarım ve güçlendirilmesi de önemli bir konudur. Tekniğine uygun olarak tasarlanmış ve imal edilmiş yapılar, küçük depremleri hasarsız büyük depremleri ise taşıyıcı sisteminde çok küçük hasarlar ile atlatabilmelidir. Buna rağmen bazı yapılar depremden önemli oranda hasar görmektedir. Depremden hasar gören yapıların onarımında yapıya önceki dayanımını kazandırmak, güçlendirmede ise taşıyıcı sisteme gelebilecek deprem etkilerinin daha iyi karşılanması, yüklerin elemanlara daha uygun dağıtılması gibi amaçlar hedeflenmektedir.

Bu çalışmada betonarme çerçevelerden oluşan taşıyıcı sistemlerin deprem tesirlerine karşı güçlendirilmesi ve depremden hasar gören binaların onarım yöntemleri incelenmiştir. Çalışmanın sonunda olası bir depremden hasar görebilecek altı katlı betonarme bir biada yapılan güçlendirmeler sonunda yatay yüklere karşı taşıyıcı sistemin davranışındaki değişiklikler sayısal olarak incelenmiş, güçlendirme yöntemlerinin mukayesesi sunulmuştur.

¹Dr.Müh.Dokuz Eylül Üniversitesi Müh.Fak.İnşaat Mühendisliği Bölümü , İzmir.

YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLMESİ

Yapılar kullanım süreleri boyunca öz ağırlık, hareketli yükler, dinamik yükler gibi değişik dış yüklerin etkisi altında kalmaktadırlar. Bu tesirlerden ötürü yapıda projelendirme, imalat hataları gibi nedenlerle hasarlar meydana gelebilmektedir.

Deprem yüklerinden ötürü yapılarda belli ölçülerdeki hasara izin verilebilir.

Yapıların deprem etkilerine karşı güçlendirilmesinde, mevcut yapının deprem etkilerine karşı yapısal davranışının iyileştirilmesi (stabiliteyi, rijitliği artırma gibi); onarımında ise bu tesirlerden hasar gören yapı elemanlarının depremden önceki konumuna getirilmesi hedeflenmektedir. Onarım ve güçlendirmenin belli bir program dahilinde yapılması gerekmektedir. Bunun için depremden hasar gören yapı elemanları, nedenleri saptanmalı yada olası bir deprem etkisinde yapının zayıf kalan taş içi elemanları saptanmalı güçlendirme yöntemleri buna göre belirlenmelidir.

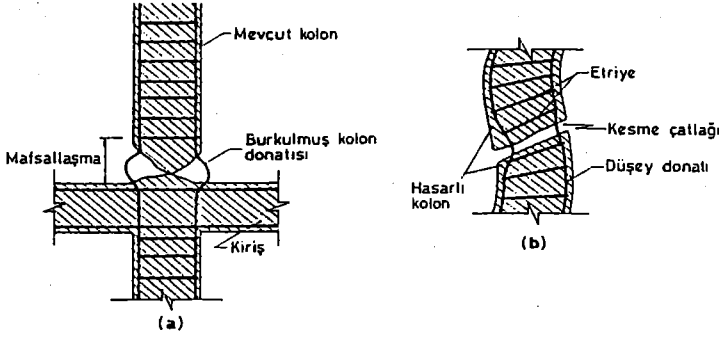
DEPREM HASARLARININ SAPTANMASI

Deprem etkilerinden hasar görmüş betonarme bir yapıda taşıyıcı elemanlar üzerindeki çatlaklar, hasarlar belirlenir, krokiler üzerinde bu bölgeler belirtilir, gerekli ölçümler yapılır, hasarlı bölgelerin fotoğrafları çekilir, hasarlı bölgede beton tabancası deneyi veya taşıyıcı elemanlardan karot örneği çıkartılarak beton dayanımı hakkında bilgi edinilebilir. Yapının bulunduğu yerdeki zemin özellikleri saptanır.

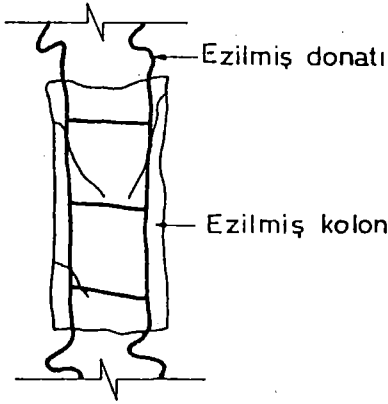
Taşıyıcı elemanlarda oluşan çatlakların sıva çatlağı olup olmadığı sıva tabakası kaldırılarak araştırılmalı, çatlakların taşıyıcı elemanlara geçip geçmediği kontrol edilmelidir.

Hasarlı taşıyıcı elemanlarda eğilme ve kesme kırılmaları ayrı ayrı saptanmalıdır. Eğilme kırılmasında deprem etkilerin ile kolona gelen eğilme momenti artmış kolonun uçlarında mafsallaşmalar meydana gelmiştir. Kesme çatlakları ise kolonun yetersiz kesme kuvveti olduğu zaman görülmektedir (Şekil-1 a,b) [2].

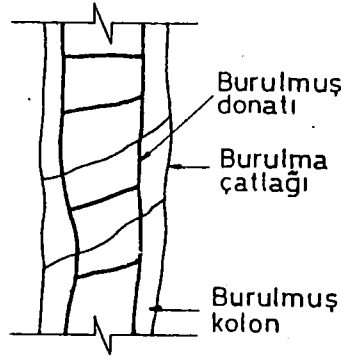
Kolon kesitinin en dış lifindeki beton ezilmeye başladığında, henüz donatı akma birim uzamasına ulaşmamış ise kolonda basınç kırılmaları ortaya çıkmaktadır [5]. Büyük eksenel yükleri taşıyan, donatı oranı yüksek kolonlarda meydana gelen bu kırılma türü de saptanmalıdır (Şekil-2).



Şekil-1: a. Eğilme kırılması, b. Kesme kırılması.



Şekil-2: Basınç kırılması



Şekil-3: Burulma çatlakları

Yapının planda kütle ve rijitlik merkezleri çakışık değil ise düşey taşıyıcı elemanlarda oluşan burulma kırılmaları da belirlenmelidir (Şekil-3).

Tüm taşıyıcı elemanlardaki hasarlar daha önceden hazırlanan formlara yazılmalıdır. Örneğin Balkan ülkelerinde kullanılan bir formda doldurulması gereken 28 madde bulunmaktadır [4]. Bu formda 1-2 nolu maddeler hasar belirleme ekibi, 3-9 nolu maddeler bina hakkındaki bilgileri, 7-11 nolu maddeler taşıyıcı sistem hakkındaki bilgileri, 18-21 nolu maddeler hasar derecesi hakkında bilgileri, 22-24 nolu maddeler kullanılabilirlik hakkındaki bilgileri, 25-27 nolu maddeler yapıdaki değer kaybı hakkındaki bilgileri, 28 nolu madde tesbit tarihi ve ekip imzalarını içermektedir.

Japon yöntemine göre ise yapılarıdaki deprem hasarları saptanması için taşıyıcı elemanlardaki hasar durumuna göre 5 derece bulunmaktadır.

ONARIM YÖNTEMLERİ

Depremden hasar gören yapılarda hasar düzeyine göre onarım yöntemleri bulunmaktadır. Bu yöntemler ile taşıyıcı elemanların taşıma güçleri artırılmakta, kütle ve rijitlik merkezleri birbirine yaklaştırılarak burulma tesirleri azaltılmakta, yapının doğal periyodu ile zemin hakim periyodu birbirinden uzaklaştırılmak suretiyle rezonans hali önlenmektedir.

Betonarme kirişlerin Onarım ve Güçlendirilmesi

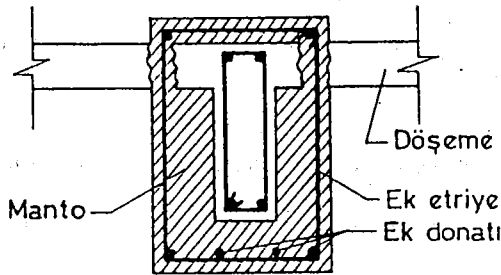
Hasar görmüş betonarme kirişlerin onarımı, çatlakların epoksi reçinesi yada çimento şerbeti ile doldurulmasından, mantolama, çelik levhalar ile güçlendirmeye kadar geniş bir aralıkta incelenebilir.

Kirişlerde oluşan çatlakların genişliğine göre epoksi reçineleri yada çimento şerbeti basınçlı olarak enjekte edilir. 0.1 - 5 mm. genişliğindeki çatlaklara epoksi reçineleri, 2 - 5 mm. genişliğindeki çatlaklara çimento şerbeti enjekte edilmektedir [4]. Epoksi reçineleri zaman içerisinde özelliğini kaybetmeyen, su, asit ve alkalilerden etkilenmeyen, çekme gerilmeleri 100 kg/cm^2 e kadar çıkabilen sentetik reçinelerdir.

Hasarlı betonarme kirişlerde mantolama bir, üç yada dört yandan betonlanmak suretiyle yapılır. Mantolama işleminde ilave edilen donatılar mevcut donatılara kaynaklanarak ankrajı sağlanır. Mevcut beton yüzeyi pürüzlendirilerek yeni beton ile ankraj sağlanmış olur.

Kirişlerde dört taraftan yapılan ve güçlendirmeye yönelik mantolamada kirişin sünekliğini arttırmak için konulan ilave etriyeler döşemede açılan deliklerden geçirilerek bağlanmalıdır (Şekil-4). Kirişlerin mantolanmasında beton kalınlığı 8 cm. den az olmamalıdır.

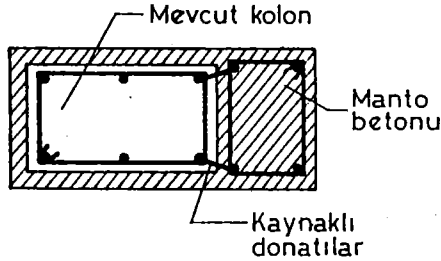
Hasarlı kirişler çelik levhalar ile de onarılmaktadır. Bu durumda 2 - 10 mm. kalınlığındaki çelik levhalar kullanılmak suretiyle güçlendirme ve onarım yapılabilmektedir. Kullanılacak mantonun rijitliğinin yeterli olması, kullanılacak etriyelerin döşemenin delinerek geçirilmesi önem kazanmaktadır.



Şekil-4: Dört taraftan mantolanmış kiriş kesiti.

Betonarme Kolonların Onarım ve Güçlendirilmesi

Çatlamış hasarlı betonarme kolonlarda da tıpkı kirişlerde olduğu gibi reçineler veya çimento şerbeti kullanılabilir. Az hasarlı, donatıları burkulmamış, betonu gevşemiş kolonlarda yerel olarak gevşek beton kısmı kaldırılarak yeni beton dökülmesi suretiyle onarım yapılabilir. Kolonlarda oluşan hasar derecesine göre bir, iki, üç yada dört taraftan mantolama yapılabilir (Şekil-5). Mantolamada kirişlerde olduğu gibi yeni kullanılan malzemelerin mevcut malzemeler ile ankraji sağlanmalıdır. Kat döşemeleri delinmek suretiyle yapılan mantolamada kolonun hem aksenal yüke hemde eğilme momentine göre mukavemeti, döşemeler arasında kalan mantolamada ise kolonun aksenal yük ve kesme kuvveti taşıma kapasitesi artmış olmaktadır. Kolonlardaki hasar derecesi çok fazla ise onarılmadan önce çelik konstrüksiyonlarla askıya alınması gerekebilir. Mevcut betonarme kolonlar çelik profillerle oluşturulan çok parçalı basınç çubuklarının içine alınabilir. Böylece mevcut kolonun aksenal yük taşıma kapasitesi ve sünekliği artırılabilir.



Şekil-5: Kolonda tek taraflı mantolama

Betonarme Döşemelerin Onarım ve Güçlendirilmesi

Betonarme döşemelerdeki yerel çatlaklar için epoksi reçinesi ve çimento harcı enjeksiyonları kullanılabilir. Gevşemiş beton yerine yeni beton dökülebilir. Mevcut döşemenin kalınlığı dolayısı ile rijitliği artırılmış olur.

Mevcut Betonarme Yapıya Taşıyıcı Elemanlar Eklenmesi ile Yapılan Onarım ve Güçlendirme

Depremden hasar görmüş betonarme yapıların onarım veya güçlendirilmesi için yapıya betonarme perdeler, çerçeveler, çelik taşıyıcı elemanlar eklenebilir. Bu eklemeler yapılırken yapının yatay yüklere göre

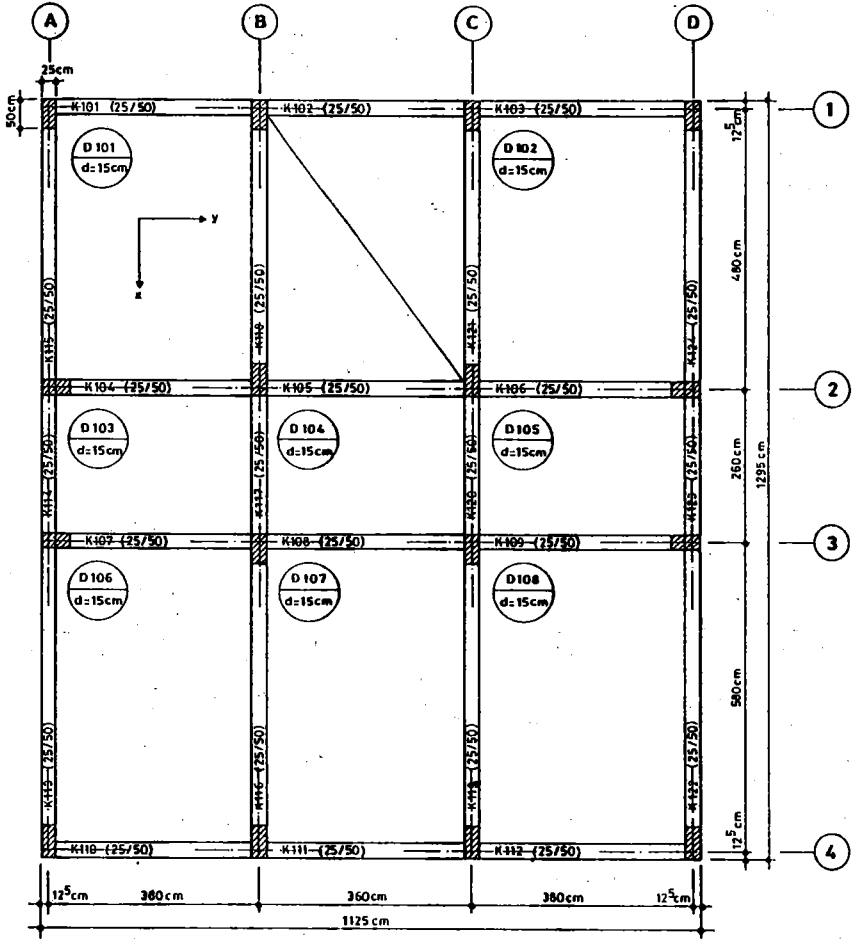
elverişsiz duruma düşmesine izin verilmemelidir. Bu şekilde güçlendirilen yada onarılan yapılarda yatay yüklere göre yapısal davranışta değişimler olmaktadır. Eklenen elemanlar eprem kuvvetlerinin yapıda dağılımını iyileştirmeli, tesirlerin belli elemanlarda yoğunlaşmasına izin verilmemelidir. Eklenen taşıyıcı elemanlar yapıda ek burulma tesirleri oluşturmamalıdır.

ÖRNEK

Kalıp planı (Şekil-6) da verilen altı katlı betonarme yapının tüm kolonları ve kirişleri (25/50 cm.) boyunda kat yükseklikleri 3 m. olarak imal edilmiştir. Yapıda BS16 betonu ve S220 çelik malzemesi kullanılmıştır. Yapıda yük analizi yapılmış kirişlere gelen yükler hesaplanmıştır. Deprem yönetmeliğine göre kat hizalarına etkiyen yatay yükler (tablo-1) de sunulmuştur [1]. Yapının olası bir depremde taşıyıcı elemanlarında oluşan statik tesirler incelenmiştir.

Mevcut binanın düşey yüklere göre en elverişsiz yüklemeleri yapılarak SAP90 programı ile düşey yüklere göre statik hesapları ve taşıma gücü yöntemine göre kesit tahkikleri yapılmış, sonuçlar (tablo-2) de sunulmuştur [3], [5]. Kolon ve kirişlerin düşey yüklere göre tahkikinde kesitlerin dengeli durumun altında kaldıkları tesbit edilmiştir.

Mantolanan kolonların yeni durumuna ve yatay yüklere göre yapının statik ve betonarme hesapları yeniden yapılmıştır. Bu hesaplara göre tek taraftan mantolanmak suretiyle kesitleri, donatıları büyütülen kolonların moment taşıma kapasiteleri (tablo-4) de sunulmuştur. Örnek bina planında y-y yönündeki rijitliği zayıf olarak yapılmıştır. A2, D2, A3, D3 kolonları diğer kolonlara oranla daha rijit olduğu için yatay kuvvetlerden ötürü oluşan statik tesirlerden daha çok etkilenmiştir. Yatay kuvvetlere karşı y-y yönünde daha rijit hale getirmek, güçlendirmek amacıyla B2, C2, B3, C3 kolonları tek taraftan mantolanarak kesiti 40/53 cm. yapılmış, 4φ16 donatı eklenmiştir (Şekil-7). Olası bir depremde çerçevelerin kat hizalarında mafsallı olarak rijit çubuklarla birbirlerine bağlı olduğu kabul edilerek x ve y yönlerinde yönetmelik yatay yüklerine göre hesap yapılmış sonuçlar (tablo-3) de sunulmuştur.



Tablo-1: Yatay deprem kuvvetleri Şekil-6: Kalıp planı

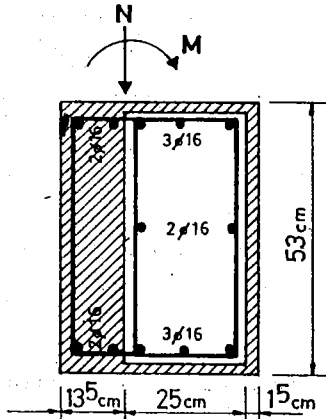
KAT	h_j (m.)	$W_j h_j$	$F_j(t)$
6	18	2224.8	16.9
5	15	1854.0	14.1
4	12	1483.2	11.3
3	9	1112.4	8.5
2	6	741.6	5.7
1	3	370.8	2.8

Tablo-2: Kirişlerin düşey yüklerle göre tahkiki

Kiriş No	Donatı	M_r (tm.)	M (tm.)
1,5,10,11,12,13,14,15,18,21,22,23	4 ϕ 16	7.14	3.60
2	4 ϕ 16	6.85	1.42
4,6,7,8,9,16,17,19,20	4 ϕ 16	7.22	3.35

Tablo-3: Düşey yüklerle göre mevcut kolonların tahkiki

Kolon No	Donatı	N_d (t.)	M_r (tm.)	M (tm.)
A2	8 ϕ 16	46.96	12.89	13.31
D2	8 ϕ 16	39.43	12.03	13.00
A3	8 ϕ 16	41.68	12.89	13.03
D3	8 ϕ 16	39.49	12.80	13.03



Şekil-7: Mantolanmış kolon kesiti

Tablo-4: Yeni duruma göre mantolanan kirişlerin momenti taşıma kapasiteleri

Kiriş No	Yeni Boyut (cm)	Donatı	M_r (tm.)	M (tm.)
K104	25/70	4 ϕ 16+4 ϕ 16	18.76	15.47
K106	25/70	4 ϕ 16+4 ϕ 16	18.76	13.67
K107	25/70	4 ϕ 16+4 ϕ 16	18.76	15.53
K109	25/70	4 ϕ 16+4 ϕ 16	18.76	15.25
K113	25/60	4 ϕ 16+4 ϕ 16	15.85	10.65
K115	25/60	4 ϕ 16+4 ϕ 16	15.85	11.52
K116	25/60	4 ϕ 16+4 ϕ 16	15.85	10.81
K118	25/60	4 ϕ 16+4 ϕ 16	15.85	12.01
K119	25/65	4 ϕ 16+4 ϕ 16	17.41	15.00
K120	25/65	4 ϕ 16+4 ϕ 16	17.41	14.45
K121	25/60	4 ϕ 16+4 ϕ 16	15.85	11.02
K122	25/60	4 ϕ 16+4 ϕ 16	15.85	12.12
K124	25/60	4 ϕ 16+4 ϕ 16	15.85	7.6

Burada; M_r , kesitin moment taşıma kapasitesini, M, kesitte oluşan momenti göstermektedir.

SONUÇ

Depremden hasar gören yapıların onarımı güçlendirilmesi zor, zaman alıcı ve masraflıdır. Yapılarda güçlendirme yapılırken yapının yatay yüklere göre zayıf elemanları, onarım yapılırken hasarlı elemanlar çok iyi tesbit edilmelidir. Bu tesbite göre onarım ve güçlendirme projeleri tecrübeli mühendislerce hazırlanmalı ve uygulanmalıdır. Hepsinden önemlisi yapıları onarım ve güçlendirmeye mecbur bırakacak

tasarım ve imalattan kaçınılmalı bunun için depreme dayanıklı, yönetmeliklere uygun binaların yapılması zorunluluğu doğmaktadır.

KAYNAKLAR

1. İmar ve İskan Bakanlığı (1975), Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Ankara.
2. Bayülke, N.(1984), Depremde Hasar Gören Yapıların Onarımı ve Güçlendirilmesi, T.M.M.O.B. İnşaat Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara.
3. Celep, Z., Kumbasar, N.(1991), Örneklerle Betonarme, Sema matbaacılık, İstanbul.
4. Demir, H.(1992), Depremden Hasar Görmüş Betonarme Yapıların Onarımı ve Güçlendirilmesi, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul.
5. Ersoy, U.(1985), Betonarme Temel İlkeler ve Taşıma Gücü Hesabı, T.M.M.O.B. İnşaat Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara

28 OCAK 1994 MANİSA DEPREMİ VE BÖLGENİN DEPREM ETKİNLİĞİ

Niyazi TÜRKELLİ B.Ü.Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araşt.Enst.,Çengelköy İSTANBUL
Doğan KALAFAT B.Ü.Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araşt.Enst.,Çengelköy İSTANBUL
Kadriye KILIÇ B.Ü.Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araşt.Enst.,Çengelköy İSTANBUL
Gülây ÖZ B.Ü.Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araşt.Enst.,Çengelköy İSTANBUL

ÖZET: Fay düzlemi çözümleri Batı Anadolu ve Kuzey Ege'nin kuzey-güney yönlü uzanımlarından etkilendiğini, bölgede doğu-batı sıkışması olduğunu ortaya koymaktadır. Bu tektonik yapılarına bölgede doğu-batı yönlü graben sistemlerinin yoğunluk kazanmasına ve temelde, yörede izlenen deprem aktivitesine neden olmaktadır.

Bu çalışmada 28 Ocak 1994'de Manisa ili başta olmak üzere İzmir, Aydın, Balıkesir ve yakın çevrelerindeki yerleşim birimlerinde de kuvvetlice hissedilen ve hafif hasara neden olan deprem ile bölgede meydana gelen deprem etkinliği ve bu etkinliğin çevre tektoniği ile ilişkisi incelenmiştir. Manisa depreminin ardından meydana gelen artçı şoklar Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü deprem alet şebekesi tarafından kaydedilmiş ve yapılan çalışma sonucunda özellikle Manisa ilinin kuzeybatısında ve güneybatısına doğru artçı şokların dağıldığı gözlenmiştir. Depremden hemen sonraki iki hafta içerisinde yaklaşık 800 adet deprem kaydedilmiştir. Bu depremlerin çoğunluğunun magnitudü 2.3-2.6 arasında değişmektedir. Diğerlerinin ise magnitudü 4.0 'dan küçük olup hafif şiddette depremlerdir.

Batı Anadolu Türkiye'nin nüfus ve endüstri yoğunluğunun en fazla olduğu bölgedir. Bu bölgede olması muhtemel büyük bir depremin çok önemli boyutlarda can ve mal kaybına neden olacağı açıktır. Bu nedenle, bölgenin tektonik özelliklerinin, olası aktif fayların yer bilimcileri tarafından iyi bir şekilde tanımlanması ve bölgenin depremselliğinin sürekli izlenmesi gereklidir.

SUMMARY

Fault plane solutions reveal that west part of Anatolia and North Aegean are affected from extension in north-south direction and from the presence of an east-west directed compression in the region. This kind of tectonical structure preceded to concentration of east-west directed graben systems and is the main cause of existing earthquake activity.

In this study the earthquake of January 28,1994, which was strongly felt dominantly in Manisa and however less in Izmir, Aydin , Balikesir and in the inhabited units in their vicinities ans caused some destruction, has been examined as well as the earthquake activity occured in the region and its connections with tectonics of the region. The aftershocks of Manisa Earthquake was recorded by the seismic network of Kandilli Observatory and Eathquake Research Institute and the examinations disclosed that aftershocks spreaded towards north-west and south-west of Manisa Earhtquake. After the main one 800 more earthquakes were recorded. Most of these earthquakes had magnitudes changing in the range 2.3 and 2.6 . And the other were low intensity earthquakes and had magnitudes less than 4.0 .

West of Anatolia is the most populated and most intensively industrilized region of Turkey. It is clear that a probable earthquake in the region will certainly cause a high degree of a life and economical losses. Therefore, the tectonical specifications and potentially active faults of the region have to be identified and examined by seismologist and geologist . and its earthquake activity should continously be kept under observations .

GİRİŞ

Batı Anadolu, ülkemizin deprem aktivitesi çok yüksek bölgelerinden biridir. Günümüzde depremlerin oluş mekanizmaları plaka tektoniği kavramı ile açıklanmaktadır. Türkiye ve civarındaki büyük tektonik birimlerde bu kavram ile açıklanmıştır (Şekil 1). Arap plakasının Avrasya plakasına kuzeye doğru yaklaşması sonucu, Kuzeydoğu Anadolu'da bir yatay kaçış zonu meydana gelmekte ve doğuya doğru hareket etmekte , Anadolu plakası ise batıya doğru hareket etmektedir. Doğu Anadolu Fay Zonu (DAF) ile Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAF) Anadolu plakasının sınırlarını teşkil etmektedirler (Ketin, 1948; McKenzie, 1972; Şengör, 1979). Bu sıkışma rejimi sonucu Batı Anadolu'da bir kuzey-güney gerilme rejimi oluşmuş ve bunun sonucu olarak Batı Anadolu'da büyük graben yapıları meydana gelmiştir. Aynı zamanda Afrika plakasının kuzeye doğru hareketi ve Ege'deki gerilme rejimi sonucu, Ege (Girit) ve Kıbrıs yayları meydana gelmiştir (McKenzie, 1972; Alptekin, 1973). Tüm bu plaka hareketleri nedeni ile tüm Anadolu özellikle de Batı Anadolu yaygın depremselliği ile dikkati çeker. Batı Anadolu'daki depremler sığ odaklı olup, genellikle doğu-batı doğrultulu graben sistemleri ile ilişkilidir. Bu graben sistemlerinin batıda Ege denizinde de devam ettiği bilinmektedir.

Bu çalışmada 28 Ocak Manisa depremi ile bölgede oluşan deprem etkinliği incelenmiş ve bu etkinliğin neden olduğu tektonik yapılar araştırılmıştır.

BÖLGENİN SİSMİSİTESİ

1.TARİHSEL DÖNEM

Tüm Batı Anadolu tarih boyunca birçok tahripkar depreme maruz kalmış, binlerce kişi yaralanmış ve hayatını kaybetmiş olup; binlerce ev yıkılmış, hasar görmüş, birçok şehirde ortadan kalkmıştır. Batı Anadolu'da M.S.1900 öncesinde olmuş tahripkar depremlere (Io>IX) baktığımızda özellikle deprem etkinliğinin Marmara bölgesinde ve Midilli,Sakız-İzmir-Aydın-Rodos'a doğru yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 2). Tablo 1'de verilen toplam 93 adet depremin tarihsel dönemde bölgeyi etkilediği bilinmektedir (Soysal ve diğ.,1981). Manisa ve civarını etkilemiş olan depremler ise Şekil-3'te verilmiştir. Buradan da görüleceği gibi bölgede 9 adet önemli derecede can ve mal kaybına neden olan deprem meydana gelmiştir. Bunlar sırası ile;

M.Ö.17 DEPREMİ

38.40K-27.50D, Io=IX. Akşam saatlerinde olmuştur. İzmir, Efes, Aydın, Manisa, Alaşehir ve Sart şehirlerinde, Gediz ve Büyük Menderes çukurlarında tahribata neden olmuş Batı Anadolu'da Efes'le birlikte 13 ilin tamamen yıkıldığı söylenmiştir (Pınar ve Lahn,1952; Soysal ve diğ.,1981).

23.2.1653 DEPREMİ

37.90K-28.30D, Io=IX. Batı Anadolu'daki büyük felaketlerden biri olduğu söylenir. Hasar bölgesi kuzeyde Ezine'den güneyde Mandalya körfezine kadar, batıda İzmir ve adalardan doğuda Alaşehir ve Denizli'ye kadar uzanmaktadır. 2000-3000 can kaybindan bahsedilir. Aydın'da Alaşehir'de çok ağır tahribat, Denizli, Tire, Söke'de de hasar meydana geldiği söylenmektedir (Pınar ve Lahn, 1952; Soysal ve diğ., 1981).

10. 7.1688 DEPREMİ

38.40K-27.20D, Io=X. İzmir'de büyük tahribat, deniz kenarında kaymalar olduğu ve tsunami oluştuğu söylenmektedir. 15-20 bin can kaybindan bahsedilir. Deprem yarıçapı 450 km'lik büyük bir alanda hissedildiği belirtilmiştir (Pınar ve Lahn, 1952; Soysal ve diğ., 1981).

7. 3 1867 DEPREMİ

39.10K-26.50D, Io=IX. Oluş saati 06:00 , Midilli'de büyük hasar 2500 ev yıkılmış, 500 den fazla can kaybı olduğu söylenmiştir. Foça, Edremit ve Ayvalık'ta hafif hasara neden olup yarıçapı 300 km'lik bir alanda hissedildiğini belirtmişlerdir (Pınar ve Lahn, 1952; Soysal ve diğ. 1981).

29. 7.1880 DEPREMİ

38.60K-27.10D, Io=IX. Oluş saati 04:40, İzmir ve Gediz çukurluklarında çeşitli yerlerde hasar, Turgutlu, Manisa ve Alaşehir'de hafif hasar 10 km'den büyük faylanma, pekçok can kaybı ve yarıçapı 320 km'lik bir alanda hissedildiği söylenmektedir (Pınar ve Lahn, 1952; Soysal ve diğ. 1981).

3. 4.1881 DEPREMİ

38.25K-26.10D, Io=X. Sakız adası, Ege denizi, Çeşme, İzmir ve Aydın'da 4000'den fazla can kaybı olduğu depremin artçılarının bir sene devam ettiği öne sürülmüştür. Yarıçapı 220 km'lik bir alanda hissedildiğini belirtmişlerdir (Pınar ve Lahn, 1952; Soysal ve diğ. 1981).

15.10.1883 DEPREMİ

38.30K-26.30D, Io=IX. Oluş saati 15:30, Çeşme yarımadasının batı kıyısında büyük hasarların meydana geldiği ve toprakta büyük yarıkların oluştuğu söylenir. 15000 can kaybindan bahsedilir. Üst merkezin Çeşme yarımadası ile Sakız yarımadası arasında bulunduğu söylenir. Depremin 250 km'lik yarıçaplı bir alanda hissedildiğini belirtmişlerdir (Pınar ve Lahn, 1952; Soysal ve diğ., 1981).

19. 8.1895 DEPREMİ

37.80K-27.80D, $I_0=IX$. Aydın ve yöresinde kuvvetlice hissedilmiş ve birçok köyün yıkıldığı söylenmiştir. Depremın üst merkezi Aydın'a yakın bir yer olarak verilmiştir (Pınar ve Lahn, 1952; Soysal ve diğ., 1981).

20. 9.1899 DEPREMİ

37.90K-28.10D, $I_0=IX$. Oluş saati 10:30, Büyük Menderes çukurunda geniş tahribatın olduğu çok büyük ve geniş yarıkların açıldığı söylenmektedir. Aydın, Nazilli ve ikisi arasındaki köylerde de geniş tahribat ve can kaybına neden olduğu, dağlarda kopmaların meydana geldiği, Buldan, Denizli, Tire, Uşak'ta hasar olduğunu ve bütün Ege'de şiddetlice hissedildiğini belirtmişlerdir (Pınar ve Lahn, 1952; Soysal ve diğ., 1981).

2.ALETSEL DÖNEM

1900 yılından itibaren depremlerin az da olsa sismograf sistemleri ile dünya üzerinde yayılmış deprem istasyonlarında kaydedilmeye başlanması, aletsel döneminde başlamasını sağlamıştır. Aletsel dönem başlangıcında Türkiye'ye yakın deprem istasyonlarının azlığı, azimutal dağılımlarının iyi olmaması , sismogramlardan okunan sismik fazların yeterli duyarlılıkta olmaması, deprem parametrelerinin çözümlerinin sihatli yapılmasına olanak sağlamamıştır. Ancak, 1975 yılından itibaren Batı Türkiye'de Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE) tarafından kurulan sabit deprem istasyonları ve 1978 yılından itibaren de Marmara denizi etrafında kurulan radyo bağlantılı istasyon şebekesi (MARNET) ile, özellikle Batı Anadolu'da ve Marmara bölgesinde olan irili- ufaklı binlerce depremin kaydı mümkün olmaya başlamıştır. Böylece ,özellikle mikro ve ultra-mikro depremlerin kaydedilmesi, yüksek seviyede deprem etkinliğinin hakim olduğu Batı Anadolu'da depremselliğin ve aktif bölgelerin izlenmesinde çok önemli katkı sağlamıştır. Bunun doğal sonucu olarak da aletsel dönemde (1900 sonrası), tüm Batı Anadolu'da çok önemli bir etkinliğin varlığı ortaya konulmuştur (Şekil 4, 5). Manisa ve yakın çevresinde ise özellikle Demirci ve Alaşchir depremlerinin can ve mal kaybına sebep olduğu, ayrıca İzmir, Aydın ve Kütahya civarında tahripkar depremlerin olduğu bilinmektedir (Tabban, 1980).

BÖLGENİN TEKTONİK YAPISI

Bölgede yapılan fay düzlemleri çözümleri, arazi gözlemleri, GPS (Global Positioning System) ölçümleri bölgede etkin bir gerilme rejiminin hakim olduğunu göstermiştir. (McKenzie, 1972; Alptekin, 1973; Dewey ve Şengör, 1979; Oral ve diğ., 1993). Batı Anadolu, Miosenden itibaren kuzey-güney doğrultusunda enaz %70 bir açılmaya uğramıştır (Şengör, 1978). Bunun sonucu olarakta bölgede normal fay sistemleri gelişmiştir. Bu yapılar bölgedeki gerilmenin ürünü ve en etkin kanıtlarından biri olarak gösterilmektedir. Bunun yanında Anadolu'nun batısında özellikle Ege'de doğu-batı doğrultulu normal fayların yanısıra, doğrultu atımlı fay tektoniği sonucu kuzeydoğu-

güneybatı yönlü bir dizi doğrultu atımlı fay ve bunlara bağlı çek-ayır (Pull-apart) türde havzalar gelişmiştir (Kuleli, 1992). Bölgedeki mekanizma çözümü yapılmış depremlere (Tablo-2) bakıldığında, genelde normal faylanmanın hakim olduğu, nadir de olsa doğrultu atımlı faylanmaların görülebileceği görülmektedir (Şekil 6).

ANA ŞOK ve ARTÇI ŞOKLAR

28 Ocak 1994 Manisa depremi, Manisa ili başta olmak üzere İzmir, Aydın, Balıkesir, Kuşadası, Söke ve yakın çevrelerindeki yerleşim birimlerinde kuvvetlice hissedilmiş ve özellikle Manisa ilinde halk arasında büyük bir paniğe neden olmuştur. Deprem sonucu şehrin bazı semtlerinde yığma yapılarda 23 ağır hasar, betonarme yapılarda 11 orta hasar ve çeşitli yapılarda da hafif hasar meydana gelmiştir. Depremden hemen sonra Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE) ve uluslararası sismoloji merkezleri tarafından verilen ana şoka ait parametreler aşağıdaki gibidir ;

MERKEZ	OLUŞ ZAMANI	ENLEM (K)	BOYLAM (D)	DERİNLİK (KM.)	MAGNİTÜD (M)
KRDAE	15:45:24.5	38.72	27.40	9	ML=5.0
USGS U.S.GEOLOGICAL SURVEY	15:45:27.6	38.60	28.00	NORMAL	MB=5.2
CSEM EUROPEAN-MEDITERRANEAN SEISMOLOGICAL CENTRE	15:45:03.4	38.15	29.90	33	MB=5.0

Manisa depreminin ardından iki hafta içerisinde yaklaşık 800 adet artçı şok KRDAE deprem alet şebekesi tarafından kaydedilmiştir (Tablo-3). Bu şokların çoğunluğunun magnitüdü 2.3-2.6 arasında değişmektedir. Diğerlerinin ise magnitüdü 4.0'dan küçük olup hafif şiddette depremlerdir. Artçı şokların magnitüd-frekans ilişkisi Şekil 7'de verilmektedir. Şekil 8 ise artçı şokların zamana göre dağılımını göstermektedir. Bu şekilde de görüldüğü gibi ana şoktan hemen sonraki gün 201 adet deprem meydana gelmiş olup, maksimum magnitüd 3.8 olmuştur. Daha sonraki günlerde ise artçı deprem miktarında azalma görülmektedir. Depremlerin lokasyonu HYPO71 bilgisayar programı ile yapılmış olup, episantr tayininde en az 5 istasyon okuması veya faz okuması kullanılmıştır. Artçı şokların dağılımı Şekil 9'da verilmektedir.

SONUÇLAR

28 Ocak 1994 Manisa depremi Gediz Grabeninin günümüzde de aktif olduğunu, özellikle grabenin her iki ucunun çalıştığını ortaya koymuştur. Depremi orta şiddette bir deprem olması, yüzey kırıklarının oluşmaması, depremlerle ilişkili arazi gözlemleri hakkında bilgi sahibi olma olanağını vermemektedir. Ayhan ve diğerleri (1989) tarafından yapılan çalışma; 1976-1986 yılları arasında bu fay zonunda toplam 450 adet depremin meydana geldiğini, Gediz grabeninin orta ve batı kısımları dışında aktif olmadığını, 1985 yılından sonra fay zonunda oluşan depremlerin sayılarının yeniden azalmaya başladığını ortaya koymuştur. Manisa depremi, Gediz grabeninin kuzey kolu üzerinde olup artçı şokların dağılımı her iki kolda da görülmektedir. Depremi bölgedeki kırık sistemleri ile olan ilişkisi Şekil 10'da verilmektedir. Depremden hemen sonra Manisa ve Çevresindeki yerleşim birimlerine deprem anket formları gönderilerek depremin eşşiddet haritası çizilmiştir. Depremi eşşiddet haritası çizilirken yaklaşık 160 adet anket formu dikkate alınmış olup, değerlendirme sonucunda episantrdaki gözlemsel şiddet VI olarak bulunmuştur (Şekil 11).

Sonuç olarak, Batı Anadolu'da genelde düşey yer hareketlerinin hakim olduğu ve bölgeye tektonik karakterini veren grabenlerin aktif olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, bölgede olması muhtemel büyük bir depremin çok önemli boyutlarda can ve mal kaybına neden olabileceği aşıkardır. Dolayısıyla, bölgenin tektonik özelliklerinin ve olası aktif fayların iyi bir şekilde tanımlanması ve depremselliğin sürekli izlenmesi gerekir. Batı Anadolu'da çok sayıda deprem potansiyeli yüksek diri fayın var olması bölgede deprem olgusu ile ilgili çalışmaların artırılmasını gerektirmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yapılmasında bize her türlü desteği sağlayan, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Müdürü Sayın Prof.Dr. Ahmet Mete IŞIKARA'ya teşekkür ederiz.

REFERANSLAR

Alptekin, Ö., 1973. Focal mechanisms of earthquakes in Western Turkey and their tectonic implication, Ph.Dthesis, New Mexico Inst. Mining and Tech., 189p.

Ayhan, E., E.Kasnak, Z.Ögütçü, D.Kalafat, Ş.İnce, B.Akkartal, S.Püskülcü, N.Özel, G.Öz, K.Sevimay, M.Kara, A.Pınar, 1989. 1976-1986 yılları arasında Batı Türkiye'de diri fay zonlarının deprem etkinliği, DAB 64, 5-191.

Dewey, J.F. and A.M.C. Şengör, 1979. Aegean and Surrounding Regions Complex Multiplate and Continuum Tectonics in A Convergent Zone, Bull.of Geol.Soc.Am., 90,84-92.

Eyidoğan, H., U. Güçlü, Z. Utku, E. Değirmenci, 1991. Türkiye Büyük Depremleri Makro-Sismik Rehberi (1900-1988), İTÜ Maden Fak. Jeofizik Müh. Böl., İstanbul.

Ketin, İ., 1948. Über die tektonisch-mechanischen Folgerungen aus than grossen Anatolischen Erdbeben des latzten Dezenniums, Ged. Rdsch., 36, 77-83.

Kuleli, H.S., 1992, Ege bölgesinin sismik tomografi ile üç boyutlu modellemesi, Doktora Tezi. İTÜ Maden Fak., 107s.

McKenzie, D.P., 1972. Active tectonics of the Mediterranean region, Geophys. J.R.Astr.Soc., 30, 109-18.

McKenzie, D.P., 1978. Active tectonics of the Alpine-Himalayan Belt: Aegean Sea and surrounding regions, Geophys. J.R.Astr.Soc., 55, 217-254.

Oral, B.M., R.E. Reilinger and M.N. Toksöz, 1993. Preliminary Results of 1988 and 1990 GPS Measurements in Western Turkey and their tectonic implications, A.G.U., 407-416.

Pınar, N., E.Lahn, 1952. Türkiye Depremleri İzahlı Kataloğu, Bayındırlık Bakanlığı Yapı ve İmar İşleri Reisliği Yayınları Seri 6, Sayı 36.

Soysal, H., S.Sipahioğlu, D.Kolçak, Y.Altınok, 1981. Türkiye ve Çevresinin Tarihsel Deprem Kataloğu(M.Ö.2100-M.S.1900),TUBİTAK, Proje No: TBAG 341.

Şaroğlu F., Ö. Emre ve A. Boray, 1987. Türkiye Diri Fay Haritası, MTA Enstitüsü, Ankara, Turkey.

Şengör, A.M.C., 1978. Über die angebilche primare vertikale tektonik im Aagaistraum. Neues Jahrb. Geol. Paläontol., Monatsh., 11, 698-703.

Sengör, A.M.C., 1979. The North Anatolian Transform Fault: Its age, offset and tectonic significance, *J.Geol.Soc.*, 136, 269-282.

Tabban, A., 1980. Kentlerin Jeolojisi ve Deprem Durumu, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

TABLO-1**BATI TÜRKİYE'DE TARİHSEL DÖNEMDE OLUŞMUŞ TAHRİPKAR DEPREMLER
(1900 öncesi)**

<u>OLUŞ TARİHİ</u>	<u>ENLEM</u>	<u>BOYLAM</u>	<u>ŞİDDET</u>
00 00 2100	3550	2550	X
00 00 1890	3550	2550	X
00 00 1750	3500	2500	X
00 00 1650	3550	2550	X
00 00 1570	3550	2550	X
00 00 1500	3500	2600	IX
00 00 1410	3650	2550	X
00 00 1400	3550	2550	IX
00 00 0368	3500	2500	IX
00 00 0330	4010	2525	IX
00 00 0267	3500	2500	IX
00 00 0255	3500	2500	IX
00 00 0222	3650	2800	X
00 00 0185	3600	2800	IX
00 00 0026	3785	2785	IX
00 00 0017	3840	2750	IX
24 11 0029	4040	2770	IX
00 00 0055	3500	2500	X
00 00 0060	3790	2920	IX
00 00 0062	3600	2550	IX
00 00 0105	3890	2700	IX
00 00 0110	3700	2600	IX
00 00 0155	3630	2800	X

03 05 0170	4010	2800	IX
00 00 0177	3840	2710	X
09 07 0251	3550	2550	IX
00 00 0253	3910	2715	IX
00 00 0325	4100	2900	IX
24 08 0358	4075	2990	IX
00 00 0427	4100	2900	IX
08 12 0447	4080	2960	IX
06 11 0448	3500	2500	IX
25 09 0478	4080	2900	IX
06 09 0543	4035	2780	IX
15 08 0553	4075	2910	X
00 00 0688	3840	2700	IX
00 00 0715	4040	2970	IX
07 04 0796	3500	2500	IX
16 05 0865	4100	2900	IX
16 05 0865	3500	2500	IX
26 10 0986	4100	2900	IX
23 09 1064	4040	2890	IX
08 08 1304	3650	2750	X
00 00 1306	3550	2550	IX
23 09 1344	4100	2900	IX
00 03 1354	4070	2700	IX
20 03 1389	3840	2630	IX
00 00 1462	4100	2900	IX
03 10 1481	3600	2800	IX
01 11 1490	3500	2500	X

18 08 1493	3675	2700	IX
00 00 1501	3550	2500	X
29 05 1508	3550	2500	X
14 09 1509	4075	2900	IX
00 00 1604	3550	2550	IX
23 02 1653	3790	2830	IX
06 02 1659	4100	2900	IX
00 00 1662	3500	2500	IX
00 01 1665	3500	2500	IX
00 00 1672	3650	2550	IX
10 07 1688	3840	2720	X
25 05 1719	4070	2950	IX
04 04 1739	3840	2720	IX
07 06 1751	3775	2700	X
29 07 1752	4170	2650	IX
02 09 1754	4080	2940	IX
22 05 1766	4100	2900	IX
08 10 1780	3500	2575	X
16 02 1810	3500	2500	IX
00 12 1815	3500	2575	IX
18 10 1843	3625	2750	IX
12 10 1845	3910	2620	X
21 06 1846	3775	2700	IX
28 02 1851	3650	2910	IX
28 02 1855	4020	2900	IX
11 04 1855	4020	2910	X
12 10 1856	3625	2800	X

13 11 1856	3825	2625	IX
21 08 1859	4025	2590	IX
22 04 1863	3650	2800	IX
23 07 1865	3940	2620	IX
07 03 1867	3910	2650	IX
01 02 1873	3775	2700	IX
00 10 1875	4020	2640	IX
29 07 1880	3860	2710	IX
03 04 1881	3825	2610	X
15 10 1883	3830	2630	IX
29 02 1885	3720	2720	IX
25 10 1889	3930	2630	IX
28 01 1893	4050	2550	IX
10 07 1894	4100	2900	X
18 08 1895	3780	2780	IX
20 09 1899	3790	2810	IX

TABLO-2

BÖLGEDE MEKANİZMA ÇÖZÜMÜ YAPILMIŞ DEPREMLER

DEPREM NO	OLUŞ TARİHİ	OLUŞ ZAMANI	KOORDİNATLAR ENLEM-BOYLAM	DERİNLİK km	MAGNİTÜD Ms	FAYLANMA TÜRÜ
1	16.7.1955	07:07	37.90K-27.10D	6	6.7	Doğ. Atım. Normal bil.
2	11.3.1963	07:27	38.00K-29.20D	33	5.6	Doğ. Atım. Ters bil.
3	13.6.1965	20:01	37.85K-29.32D	33	5.6	Normal
4	25.3.1969	13:22	39.10K-28.45D	12	6.5	Normal
5	28.3.1969	01:48	38.55K-28.46D	4	6.5	Normal
6	6.4.1969	03:49	38.47K-26.41D	16	5.8	Normal
7	28.3.1970	21:02	39.21K-29.51D	18	7.1	Normal
8	12.5.1971	06:25	37.60K-29.72D	30	6.2	Normal
9	1.2.1974	00:01	38.55K-27.22D	24	5.5	Doğ. Atım. Normal bil.

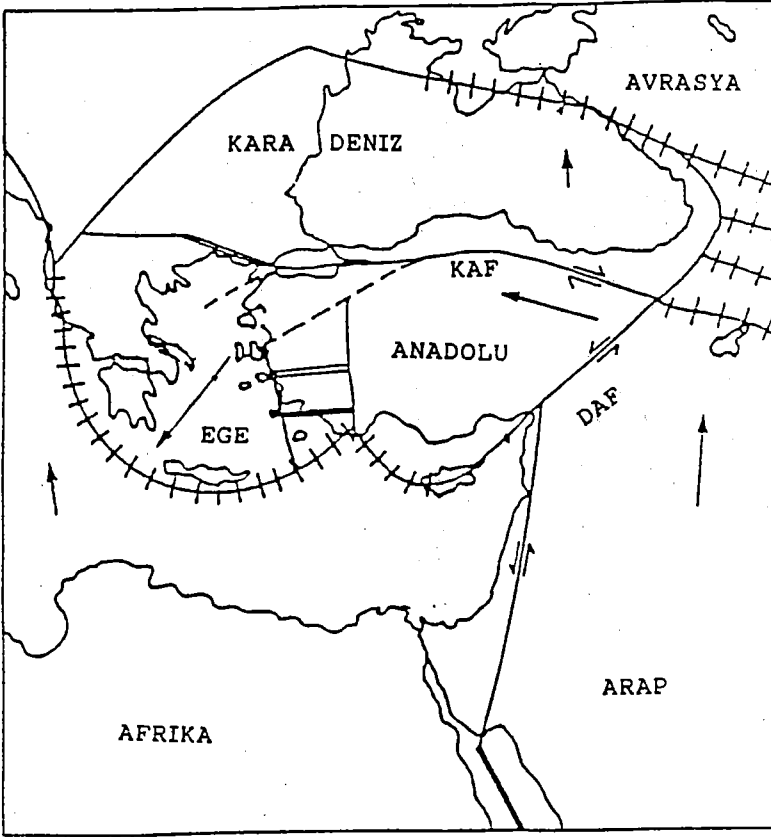
(Depremler, Eyidogan ve diğ., 1991'den derlenmiştir)

TABLO-3

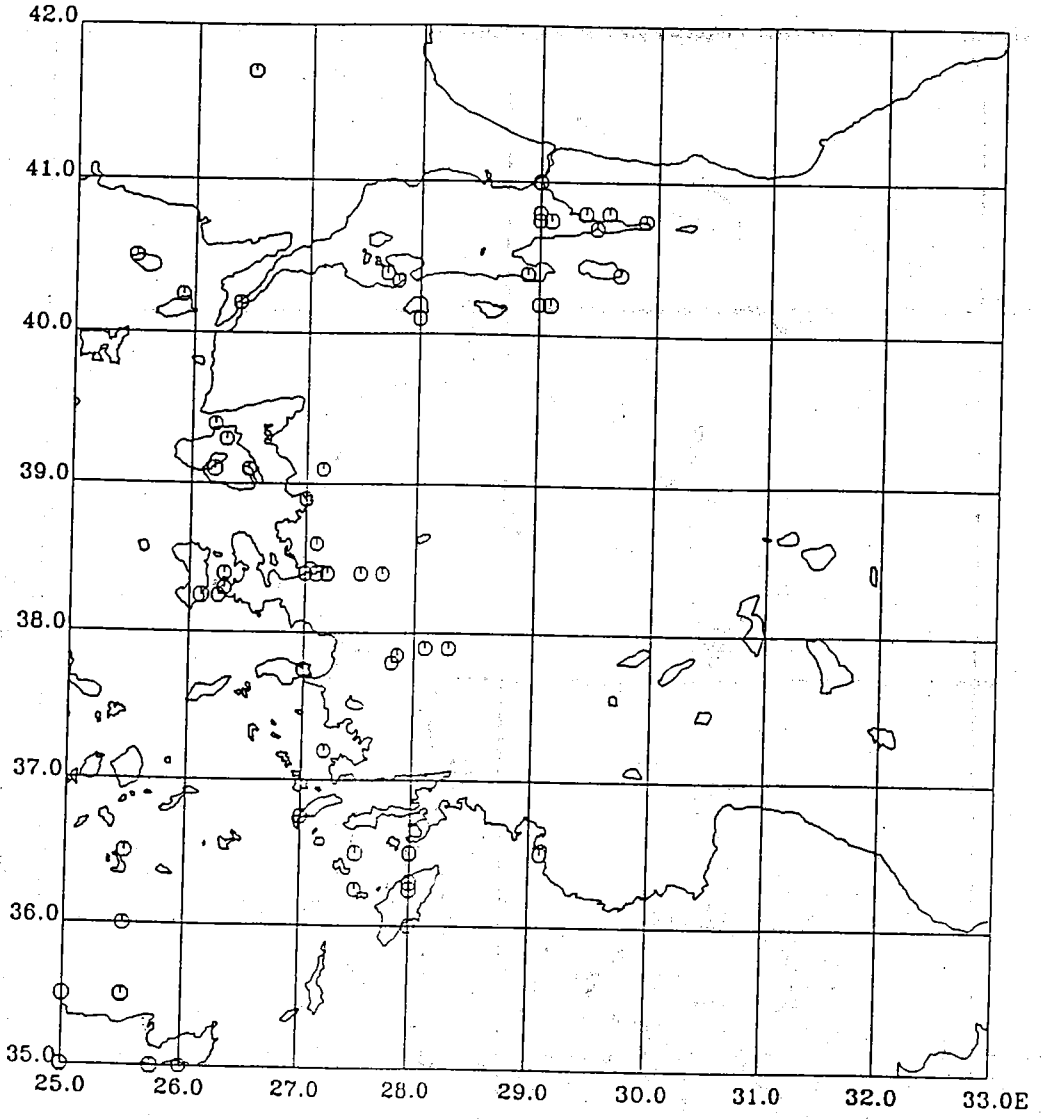
MANİSA DEPREMİ VE ARTÇI ŞOKLARI

O. TARİHI	O. ZAMANI	ENLEM	BOYLAM	RF.	DER.	MAG.
28 01 1994	1545245	3872	2736	R	9 R	50R
28 01 1994	1552528	3865	2713	R	22 R	35R
28 01 1994	1604091	3870	2719	R	17 R	37R
28 01 1994	1607576	3872	2729	R	0 R	35R
28 01 1994	1611253	3870	2726	R	14 R	30R
28 01 1994	1616410	3873	2726	R	13 R	33R
28 01 1994	1640361	3865	2718	R	21 R	32R
28 01 1994	1643594	3864	2718	R	22 R	32R
28 01 1994	1652015	3874	2719	R	9 R	34R
28 01 1994	1657354	3872	2726	R	9 R	30R
28 01 1994	1703562	3873	2723	R	17 R	31R
28 01 1994	1727399	3872	2730	R	11 R	32R
28 01 1994	1745363	3875	2726	R	5 R	32R
28 01 1994	1749100	3877	2719	R	5 R	34R
28 01 1994	1807223	3863	2707	R	29 R	33R
28 01 1994	1821127	3872	2723	R	13 R	31R
28 01 1994	1842002	3871	2730	R	14 R	29R
28 01 1994	1845580	3872	2728	R	12 R	33R
28 01 1994	1923285	3872	2726	R	9 R	28R
28 01 1994	1929061	3874	2740	R	7 R	33R
28 01 1994	1931556	3867	2719	R	25 R	34R
28 01 1994	2008546	3872	2727	R	4 R	31R
28 01 1994	2020139	3872	2726	R	11 R	33R
28 01 1994	2104535	3871	2729	R	4 R	31R
28 01 1994	2123531	3875	2720	R	5 R	31R
28 01 1994	2150020	3872	2716	R	6 R	30R
28 01 1994	2259068	3862	2720	R	31 R	38R
28 01 1994	2321543	3871	2718	R	3 R	30R
29 01 1994	0008277	3872	2726	R	7 R	31R
29 01 1994	0041102	3870	2742	R	5 R	29R
29 01 1994	0047435	3864	2721	R	24 R	30R
29 01 1994	0520179	3869	2710	R	21 R	34R
29 01 1994	0609449	3867	2748	R	0 R	28R
29 01 1994	0639301	3851	2726	R	39 R	30R
29 01 1994	0925258	3873	2741	R	4 R	31R
29 01 1994	1032155	3874	2715	R	9 R	34R
29 01 1994	1056150	3860	2729	R	30 R	29R
29 01 1994	1111557	3847	2726	R	44 R	29R
29 01 1994	1339598	3849	2728	R	41 R	30R
29 01 1994	1516510	3874	2726	R	7 R	33R
29 01 1994	1530214	3872	2729	R	7 R	30R
30 01 1994	0355488	3870	2726	R	9 R	31R
30 01 1994	2046206	3877	2719	R	7 R	30R
31 01 1994	0133237	3868	2747	R	3 R	29R
31 01 1994	0852213	3876	2722	R	6 R	31R
31 01 1994	1227098	3871	2728	R	20 R	34R

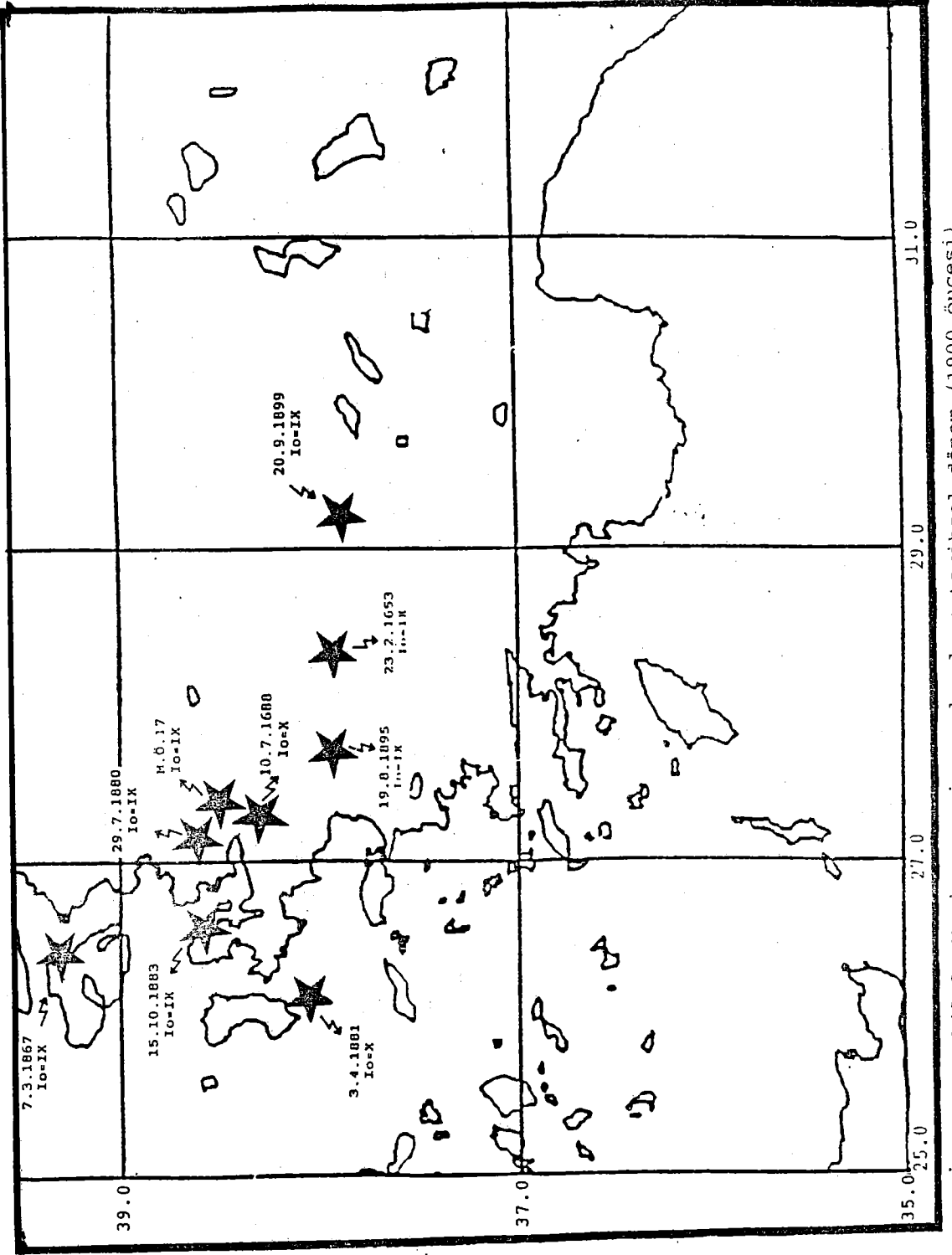
31	01	1994	1720442	3877	2725	R	7	R	36R
31	01	1994	1926455	3864	2722	R	26	R	33R
31	01	1994	1934363	3860	2729	R	30	R	30R
31	01	1994	2337029	3873	2726	R	10	R	33R
31	01	1994	2338579	3873	2723	R	15	R	33R
01	02	1994	0429598	3873	2738	R	8	R	36R
01	02	1994	0542257	3850	2732	R	37	R	30R
01	02	1994	0647211	3856	2730	R	29	R	30R
01	02	1994	0850492	3869	2735	R	1	R	31R
01	02	1994	1554515	3852	2724	R	33	R	30R
02	02	1994	0406458	3852	2726	R	32	R	30R
02	02	1994	1206255	3869	2726	R	11	R	31R
02	02	1994	1653406	3860	2736	R	31	R	32R
02	02	1994	1824317	3862	2763	R	5	R	37R
02	02	1994	1932200	3870	2728	R	5	R	32R
02	02	1994	2109257	3856	2738	R	28	R	31R
03	02	1994	0142586	3870	2745	R	4	R	30R
04	02	1994	1039169	3871	2729	R	2	R	31R
06	02	1994	0115040	3855	2723	R	36	R	39R
06	02	1994	0234265	3866	2745	R	4	R	31R
10	02	1994	2343506	3872	2720	R	22	R	38R



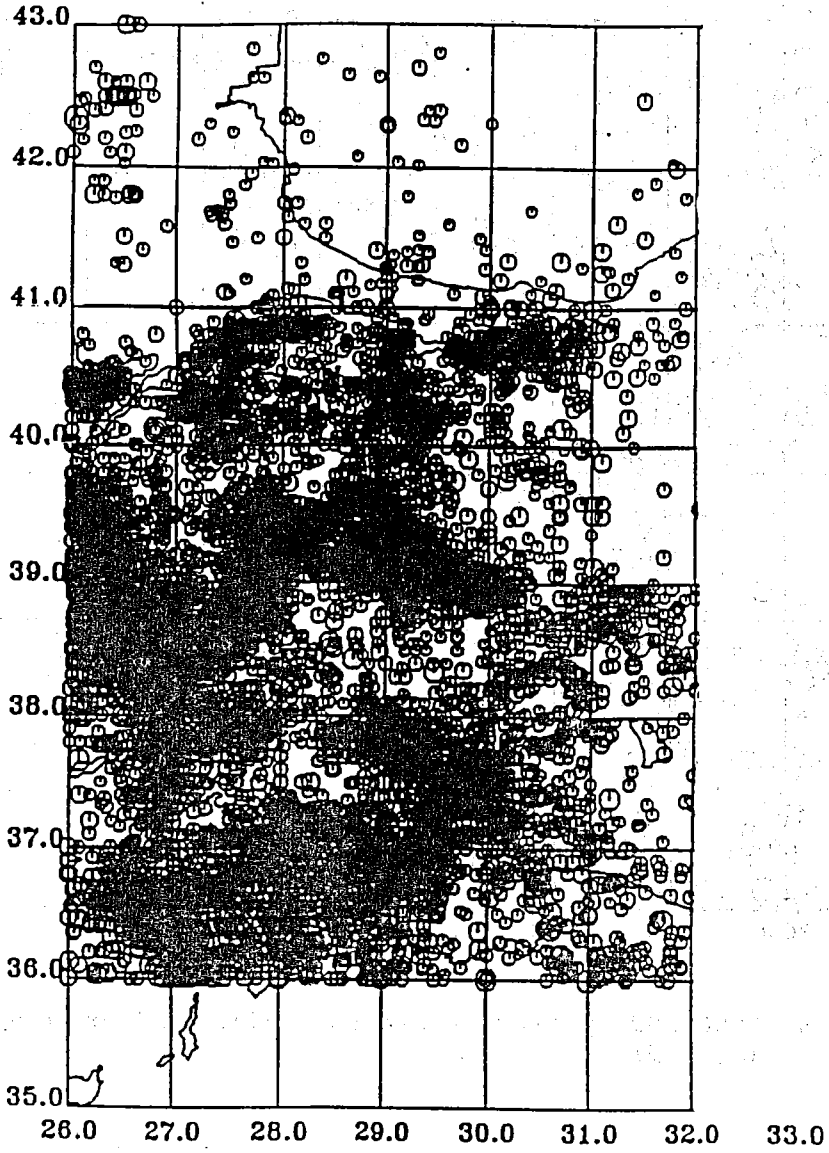
Şekil-1: Türkiye ve civarındaki önemli plakalar ve levha modeli (McKenzie, 1972).



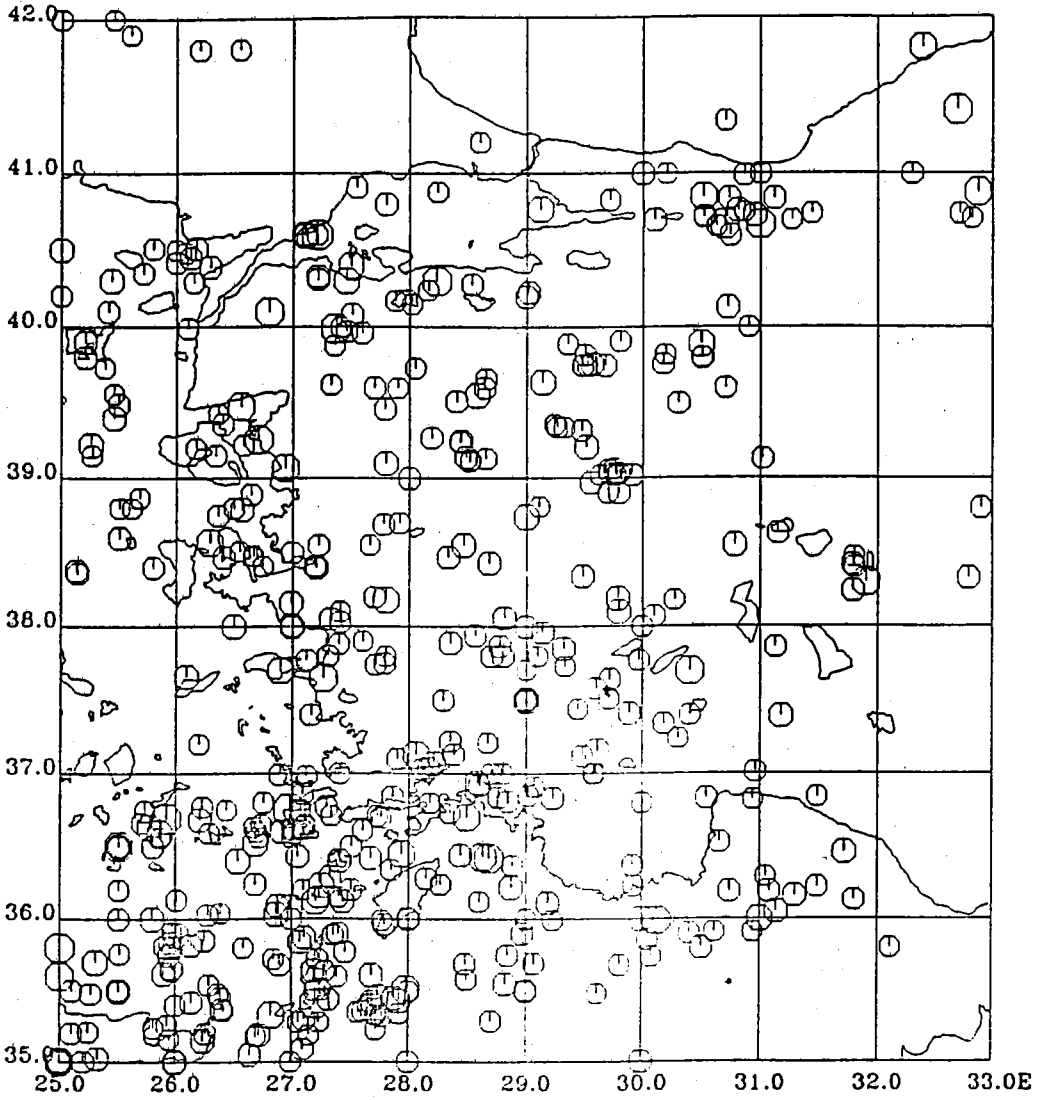
Şekil-2: M.S. 1900 öncesi (Tarihsel Dönem) Batı Türkiye Deprem Etkinliği ($I_o > IX$).



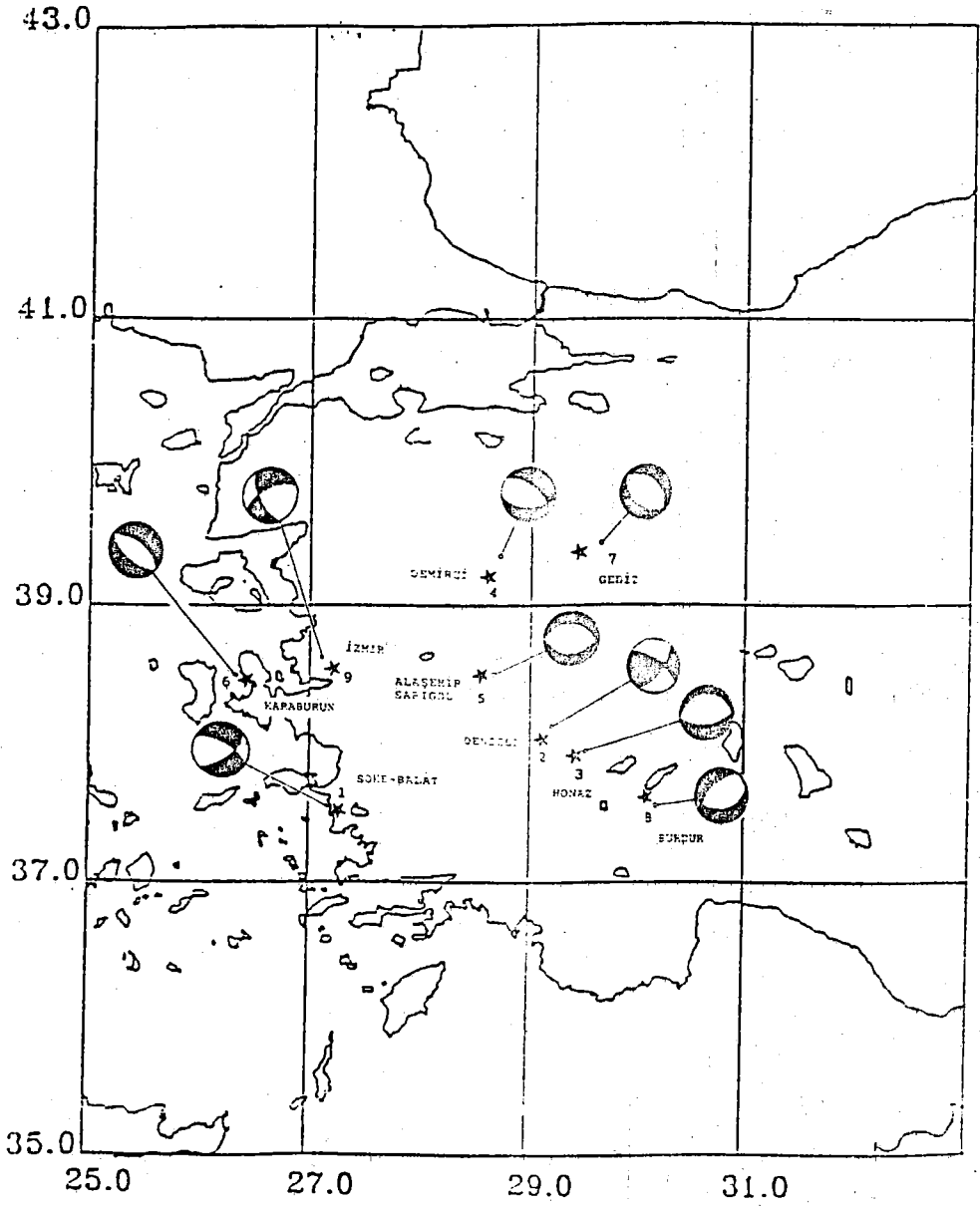
Şekil-3: Manisa ve civarında olmuş tarihsel dönem (1900 öncesi) depremleri



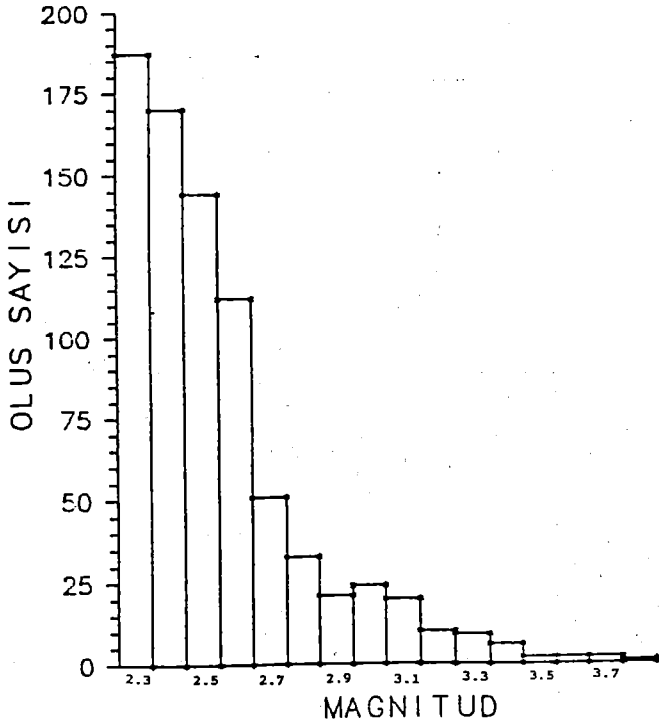
Şekil-4: 1900-1993 yılları arasında Batı Türkiye deprem etkinliği ($M > 3.0$).



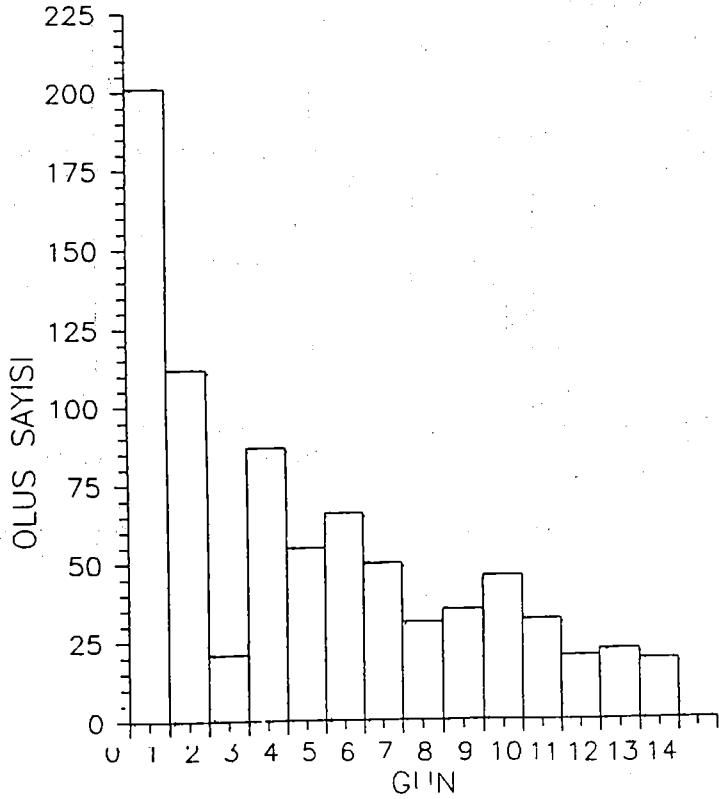
Şekil-5: 1900-1993 yılları arası Batı Türkiye Deprem etkinliği (M > 5.0).



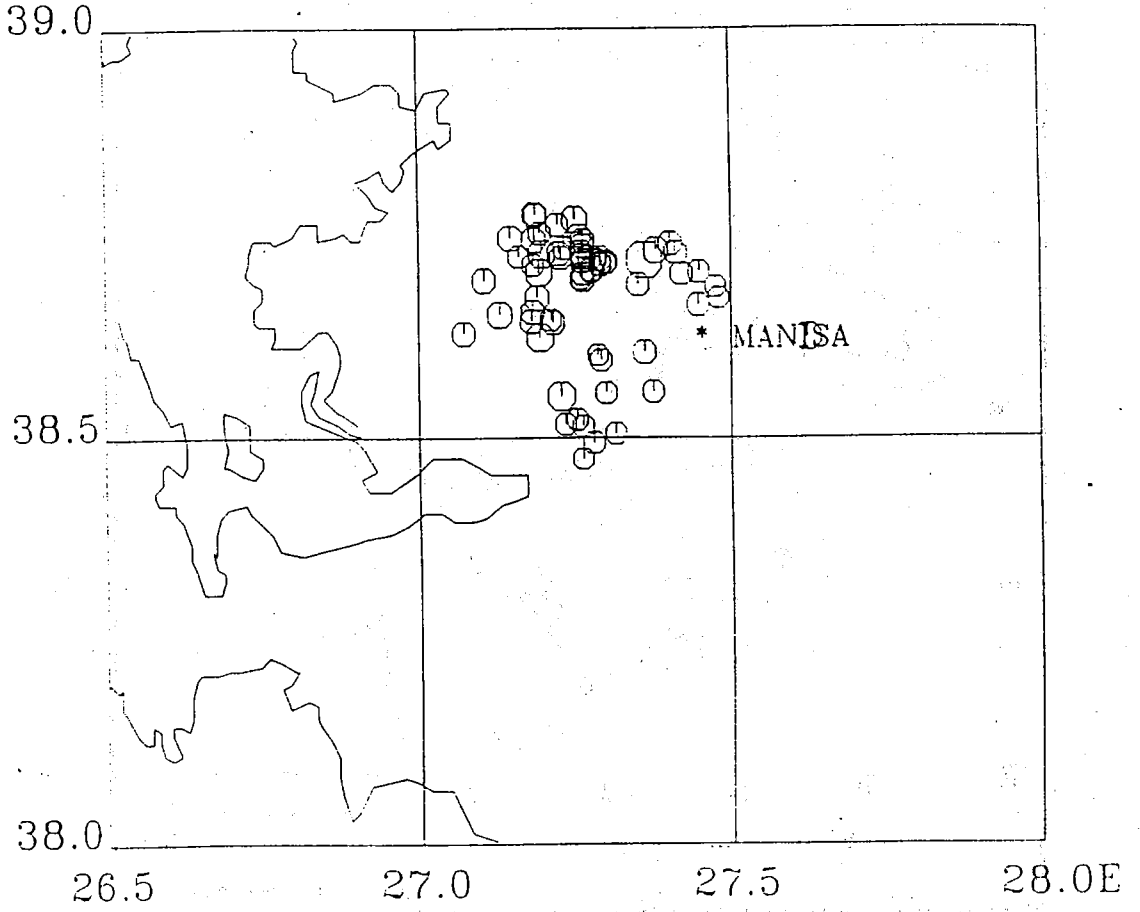
Şekil-6: Bölgede odak mekanizması çözümlü yapılmış depremler.



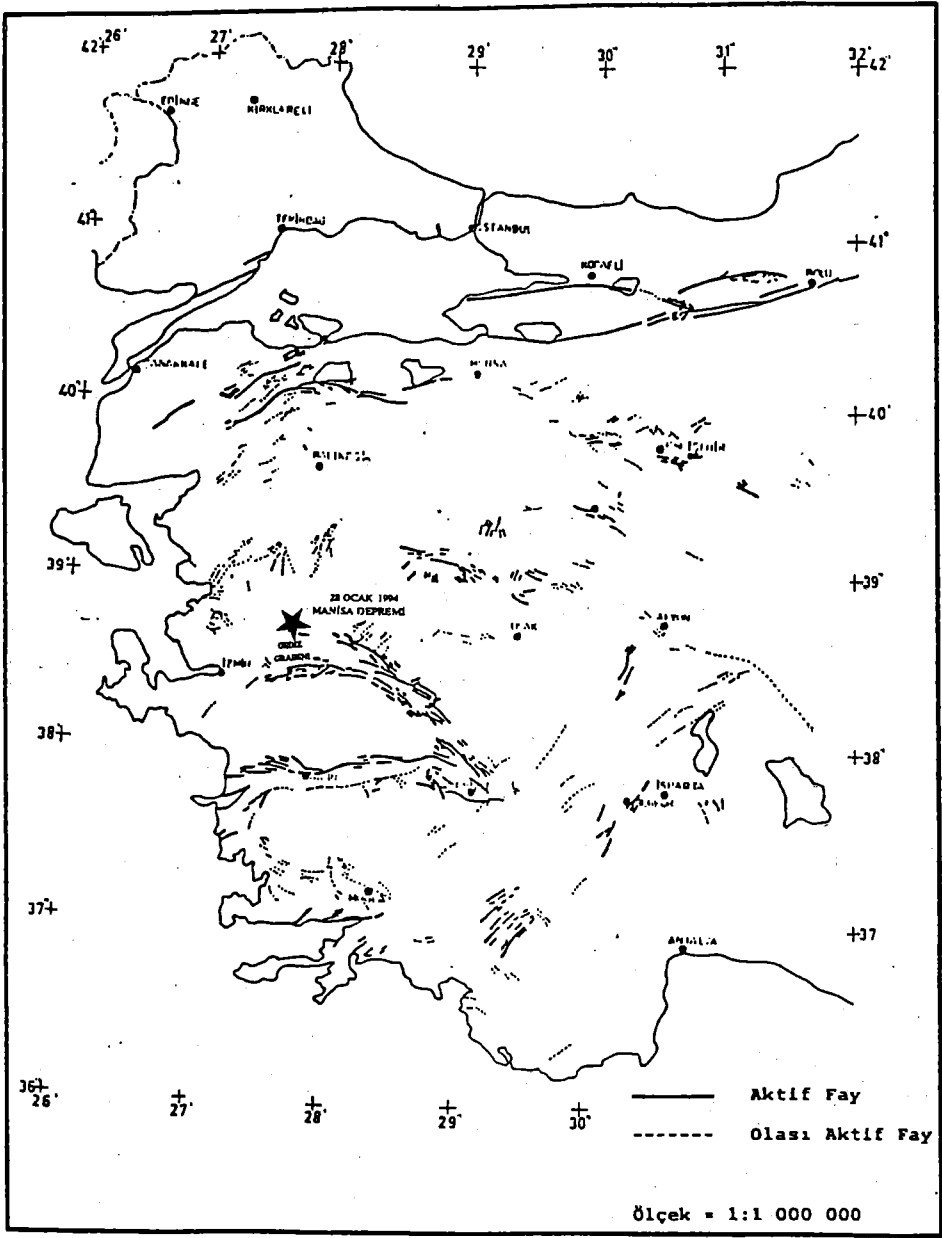
Şekil-7: Artçı depremlerde Magnitüd-Oluş Sayısı ilişkisi.



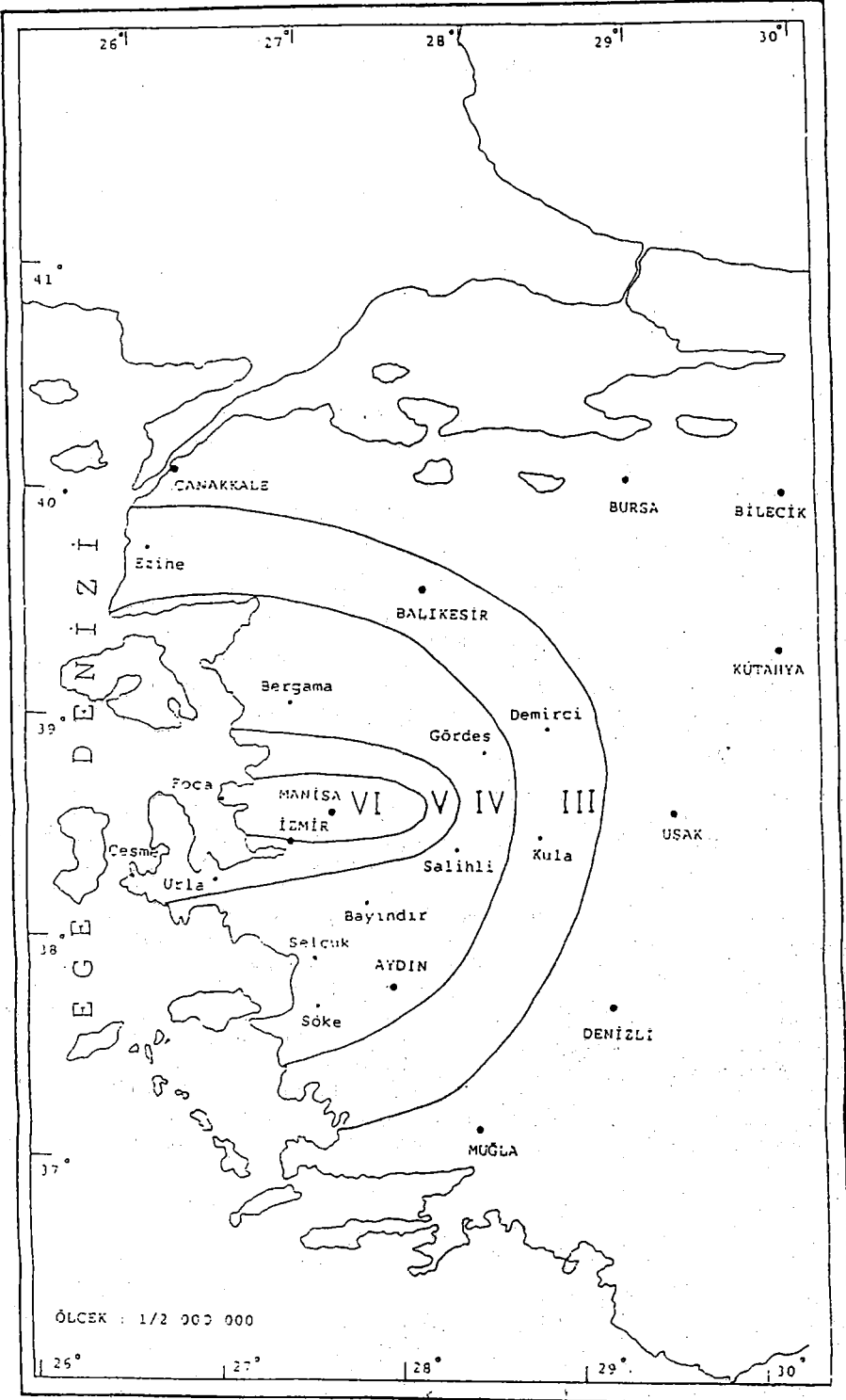
Şekil-8: Artçı depremlerde Gün-Oluş Sayısı ilişkisi.



Şekil-9: Ana şok ve artçı şokların dağılımı.



Şekil-10: Manisa depreminin diri faylarla ilişkisi (Şaroğlu ve diğ., 1987'den kısmen alınmıştır).



Şekil-11: Manisa Depreminin Eşsiddet Haritası

6 KASIM 1992 İZMİR DEPREMİ
ve
ARTÇI ŞOKLARI

(*)

Niyazi TÜRKELLİ, Doğan KALAFAT, Şerafettin İNCE

SUMMARY

In this study, the November 6, 1992 earthquake causing damage mainly in İzmir, Seferihisar, Ürkmez, Doğanbey, Gümüldür, Payamlı, Menderes, Urla and near surroundings, was studied. Seismic activity in this area and its relation with the active faults were also investigated. After the earthquake, a temporary seismic network was set up in the area in order to record the aftershocks. It is understood from the results that the seismic activity has been condensed, mostly, in Doğanbey Peninsula, Bay of Kuşadası, Seferihisar and İzmir.

Using the first motion direction of the P waves, focal mechanism of the earthquake was determined, and it was shown that the strike-slip faulting had close relation with the earthquake.

ÖZET

Bu çalışmada 6 Kasım 1992'de İzmir ili başta olmak üzere Seferihisar, Ürkmez, Doğanbey, Gümüldür, Payamlı, Menderes, Urla ve yakın çevrelerindeki yerleşim birimlerinde hasara sebep olan ve kuvvetlice hissedilen deprem ile bölgede meydana gelen deprem etkinliği ve bu etkinliğin diri faylarla ilişkisi incelenmiştir. İzmir depreminin sonra bölgede artçı şokların kaydedilmesi amacıyla geçici istasyon ağı kurulmuş ve deprem etkinliği incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda özellikle Doğanbey yarımadası, Kuşadası körfezi, Seferihisar ve İzmir civarında artçı şok dağılımının yoğunlaştığı görülmüştür.

Ayrıca İzmir depreminin P dalgalarının ilk hareket yönlerinden yararlanarak fay düzlemi çözümü yapılmış ve depremin doğrultu atımlı faylanma ile ilişkisi olduğu saptanmıştır.

(*)

Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem
Araştırma Enstitüsü, Sismoloji Servisi 81220
Çengeköy/İST.

GİRİŞ

Ülkemizde deprem etkinliği, günümüz tektonik rejimini de belirleyen birtakım irili ufaklı levhaların hareketleri sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu levhaların göreceli hareketleri sonucunda Ege Denizinde, Akdeniz'de ve Kafkaslar'da olduğu gibi Anadolu Yarımadasında da birtakım büyük fay sistemleri oluşmuştur. Depremlerin zaman ve uzay boyutundaki dağılım fonksiyonlarını içeren depremsellik çalışmalarının bir amacı da büyük bir depremden sonra belli bir zaman periyodu içerisinde o bölgede meydana gelebilecek artçı sarsıntıların incelenmesi ve bölgede aktif durumda veya olası aktif durumda olan fay sistemlerinin araştırılmasıdır.

Bu çalışmada, 6 Kasım 1992 İzmir depremi ile bölgede oluşan deprem etkinliği ve bu etkinliğin neden olduğu aktif fay sistemleri araştırılmıştır. Bölgede, depremden sonra 5 adet gecici sismograf sistemi kurulmuş ve bir baz istasyon ile toplam 6 istasyondan oluşan yerel şebeke ile artçı deprem etkinliği araştırılmaya çalışılmıştır. Çalışma sırasında bölgede kaydedilen 215 adet depremin lokasyonları yapılmış ve liste halinde verilmiştir. Artçı şokların dağılımı ile ilgili haritalar ve bu çalışma sırasında bölgede kaydedilen depremler haritalanmıştır. Ayrıca İzmir depreminin odak mekanizması çözümü yapılarak bölgedeki aktif fay sistemleri ile ilişkisi araştırılmıştır.

BÖLGENİN TARİHSEL GEÇMİŞİ

Bölge, tarih boyunca tahripkar depremlere maruz kalmış, birçok yerleşim yeri ortadan kalkmış, binlerce kişi ölmüş, binlerce ev yıkılmış ve hasar görmüştür. Tarih

boyunca bölgeyi etkilemiş önemli depremler aşağıda verilmiştir.

MS. 17

38.40K-27.50D $I_0 = IX$ (Soysal ve diğ., 1981)

İzmir, Efes, Aydın, Manisa, Alaşehir ve Sarta şehirlerinde, Gediz ve B. Menderes nehirlerinin vadilerinde tahribat yapmıştır. Ege bölgesindeki büyük felaketlerden biri olduğu söylenir. (Pınar ve Lahn, 1952). Batı Anadolu'da Efes'le birlikte 13 il tamamen yıkılmış.

MS. 688

38.41K-27.20D, $I_0 = IX$ (Ergin ve diğ., 1967)

İzmir'de şiddetli ve tahripkar bir deprem, 20000 ölüden bahsedilir. (Pınar ve Lahn, 1952).

1668

38.41K-27.20D, $I_0 = IX$ (Ergin ve diğ., 1967)

İzmir'de tahribat yapmış, yangınlar çıkmıştır. Toprakta çatlaklar açılmıştır. 2000 kişinin öldüğünden bahsedilir. (Pınar ve Lahn, 1952).

10/12 TEMMUZ 1688

38.40K-27.20D, $I_0 = X$ (Soysal ve diğ., 1981)

İzmir'de büyük tahribat olmuştur. Kıyıda kaymalar olmuştur. Bunun neticesinde, 100 ayak genişliğinde bir kanal açılmıştır. 15-20000 kişinin öldüğünden bahsedilir. Deprem büyük bir alanda hissedilmiştir ve Tsunami oluşmuştur. (Pınar ve Lahn, 1952).

13 EKİM 1850

09:23 UT 38.40K-27.20D, $I_0 = VIII$ (Soysal ve diğ., 1981)

Batı Anadolu, İzmir, Manisa, Turgutlu, Bayındır,

Ödemiş, Tire'de çok şiddetli bir şekilde hissedilmiştir. Kemalpaşa'da yarıklar açılmıştır, bölgede çeşitli hasarlar olmuştur.(Pınar ve Lahn, 1952).

MART 1880

38.40K-26.10D, $I_0 = IX$ (Ergin ve diğ., 1967)

Sakız adasında hasar yapmış, 4000 kişi ölmüştür. Çeşme'de çok şiddetli hissedilmiştir. Deprem bütün Batı Anadolu'da hissedilmiştir.(Pınar ve Lahn, 1952).

29 TEMMUZ 1880

04:40 UT 38.60K-27.10D, $I_0 = IX$ (Soysal ve diğ., 1981)

İzmir ve Gediz çukurluklarında, Menemen, Bornova, Karşıyaka'da fazla miktarda hasar yapmıştır. İzmir-Turgutlu demiryolu yarıklarla kesilmiştir. Depremin merkezi, Menemen civarındadır.(Pınar ve Lahn, 1952).

3 NİSAN 1881

11:30 UT 38.25K-26.10D, $I_0 = X$ (MSK;Soysal ve diğ., 1981).

Sakız adasında 4000'den fazla, Çeşme'de 3000'den fazla can kaybına sebep olan deprem İzmir ve Foça'da kuvvetlice hissedilmiştir.

15 EKİM 1883

15:30 UT 38.30K-26.30D, $I_0 = IX$ (MSK;Soysal ve diğ., 1981).

Çeşme yarımadasının batı kısmında bulunan bütün köylerde geniş hasarlar olmuştur. İzmir'de hafif hasarlar yapmıştır. 15000 kişinin öldüğü söylenir.

1895

38.60K-27.10D, $I_0 = IX$ (Ergin ve diğ., 1967).

Menemen'de hasar yapmış ve toprakta yarıklar açılmıştır.(Pınar ve Lahn, 1952).

19 OCAK 1909 FOÇA DEPREMİ

04:57 UT 38.00K-26.50D D=60km. M = 6.0 (Ayhan ve diğ., 1988)
I_o = IX (MSK;Ambraseys ve Finkel, 1987b).

Depremi merkezi Güzelhisar, Menemen ve Foça arasındadır. 700 ev yıkılmıştır, 1000 ev hasar görmüş, 8 kişi ölmüştür.(Ambraseys ve Finkel, 1987b).

31 MART 1928 TORBALI DEPREMİ

00:29 UT 38.18K-27.80D D=10km. M = 6.5 (Ayhan ve diğ.,1988).
I_o = VIII (Akyol ve Pamir, 1929)

Depremi merkezi Torbalı'da K. Menderes ve İzmir kuzey-güney çukurluklarının birleştiği yerdedir.(Pınar ve Lahn, 1952). Depremde 2000 ev yıkılmıştır. Torbalı-Tepeköy yöresinde fazla hasara, İzmir,Manisa, Alaşehir, Uşak, Bayındır, Tire ve Ödemiş'te hafif hasara neden olmuştur. Deprem bütün Anadolu'da hissedilmiştir:(Pınar ve Lahn, 1952). Eşşiddet haritası Şekil 1.1'de verilmiştir.

22 EYLÜL 1939 DİKİLİ DEPREMİ

00:36 UT 39.07K-26.94D D=10km. M = 6.6 (Ayhan ve diğ.,1988).
I_o=VIII (MSK, Ambraseys, 1988), I_o=IX (Salomon ve Calvi,1940).

Depremi merkezi Dikili'ye çok yakın olup, Dikili ile Midilli arasındadır. 1000 ev yıkılmış, 41 kişi ölmüş, 68 kişi yaralanmıştır. Depremden sonra termal kaynaklar oluşmuştur. Dikili ile Bergama arasında yarıklar oluşmuştur. Deprem bütün Batı Anadolu'da hissedilmiştir.(Salomon ve Calvi, 1940; Ergin ve diğ., 1967). (Pınar ve Lahn, 1952). Eşşiddet haritası Şekil 1.2'de verilmiştir.

23 TEMMUZ 1949 KARABURUN DEPREMİ

15:03 UT 38.57K-26.29D D=10km. M = 6.6 (Ayhan ve diğ., 1988).

I_0 = VIII (MSK, Ambraseys, 1988), I_0 = VII (Erkman, 1949),

I_0 = X (Pınar ve Lahn, 1952).

Deprem sonucunda Karaburun-Çeşme yarımadasının doğusu, Mordoğan ile yarımadanın kuzey burnu arasında, Denizegiren çevresinde, Çeşme yarımadasında, ve çevresindeki köylerde oldukça ağır hasar meydana gelmiştir. Çeşme ıııcasının suları çoğalmış, bazı akarsular da kesilmiştir. Sakız adasında da hasar olmuştur ve denizde çok şiddetli hareketler gözlenmiştir. 7 kişi ölmüş, 2200 ev yıkılmış veya hasara uğramıştır. (Pınar ve Lahn, 1952; Ergin ve diğ., 1967). Eşşiddet haritası Şekil 1.3'de verilmiştir.

2 MAYIS 1953 KARABURUN DEPREMİ

05:41 UT 38.48K-26.57D D=40km. M = 5.0 (Ayhan ve diğ., 1988).

I_0 = VII (MSK; Shebalin ve diğ., 1974), I_0 = VIII (Ergin ve diğ., 1967).

Depremin merkezi, Karaburun yarımadasının kuzeyi olup, Dikili, Urla, Menemen, Çeşme, Bergama ve Foça'da şiddetlice hissedilmiştir. Kötü zeminlerde hasara neden olmuştur. Yaklaşık 300 ev hasar görmüştür. (Ambraseys, 1988). Eşşiddet haritası Şekil 1.4'de verilmiştir.

16 TEMMUZ 1955 SÖKE-BALAT DEPREMİ

07:07 UT 37.65K-27.26D D=40km. M = 6.8 (Ayhan ve diğ., 1988).

I_0 = VIII (MM; Öcal, 1958a), I_0 = VIII (MSK; Ambraseys, 1988).

Depremin merkezi Ege denizindedir. Deprem Ege adalarında, İzmir ve ilçelerinde, Kuşadası ve yakın yerleşim birimlerinde hissedilmiştir. İzmir'de birçok yapının duvarları çatlamış, bazı camilerin minareleri hasar

görmüştür. Deprem sırasında büyük bir gürültü duyulmuş, Gediz ve B. Menderes nehirlerinde taşmalar meydana gelmiştir. Deprem sırasında 300 ev yıkılmış, 2 kişi ölmüştür.(Öcal, 1958a; Ergin ve diğ., 1967). Eşşiddet haritası Şekil 1.5'de verilmiştir.

19 HAZİRAN 1966 MENEMEN DEPREMİ

17:55 UT 38.55K-27.35D D=9km. M = 4.8 (Ayhan ve diğ., 1988).

I_0 = VI (MM; Güçlü)

İzmir ve Çevresinde şiddetlice hissedilen bu depremde Menemen'de 100 kadar evin duvarları çatlamıştır. (Eyidoğan ve diğ., 1991).

6 NİSAN 1969 KARABURUN DEPREMİ

03:49 UT 38.47K-26.41D D=16km. M = 5.9 (Ayhan ve diğ., 1988)

I_0 = VIII (Shebalin ve diğ., 1974), I_0 = VII (MSK;Ambraseys, 1988).

Merkezi Karaburun açıkları olan bu deprem, Çeşme ve Sakız adasında 443 yapıda hasara neden olmuştur.(Ambraseys, 1988).

1 ŞUBAT 1974 İZMİR DEPREMİ

00:01 UT 38.55K-27.22D D=24km. M = 5.3 (Ayhan ve diğ.,1988).

I_0 = VII (MSK;Ambraseys, 1988).

Depremin merkezi İzmir'den 15km. uzaklıkta olup birçok yapıda hasara neden olmuştur. İzmir'de 2 kişi ölmüş, 7 kişi yaralanmış, 47 evde ağır hasar görmüştür. Şehir merkezi ve Karşıyaka'nın bir kısmında ve Alsancak'ta çeşitli hasarlar olmuştur.(Ergünay ve diğ., 1974).

16 ARALIK 1977 İZMİR DEPREMİ

07:37 UT 38.41K-27.19D D=24km. M = 5.5 (Ayhan ve diğ.,1988).

I₀ = VIII (MM;Güçlü).

İzmir'de bu deprem ile bazı evler yıkılmış, 20 kişide yaralanmıştır. Özellikle, Buca, Alsancak, Hatay, Karşıyaka, Bornava, Gültepe ve Tepecik semtlerinde bazı evler hasar görmüş, duvarlar çökmüş ve çatlaklar oluşmuştur.(Eyidoğan ve diğ., 1991). Eşşiddet haritası Şekil 1.6'da verilmiştir.

14 HAZİRAN 1979 KARABURUN DEPREMİ

11:44 UT 38.79K-26.57D D=15km. M = 5.7 (Ayhan ve diğ.,1988).

I₀ = VII (MM;Güçlü).

Depremi merkezi Ege denizindedir. İzmir ve çevresinde kuvvetlice hissedilen bu depremde, Alsancak semtinde bazı evlerde, duvarlar derin biçimde çatlamıştır. Karaburun'da 2 ev çökmüş, bir kişi yaralanmıştır. Deprem Ege adalarında da hissedilmiştir. (Eyidoğan ve diğ., 1991). Eşşiddet haritası Şekil 1.7'de verilmiştir.

Burada, MM Değiştirilmiş Mercalli Şiddet Ölçeği; MSK ise Medvedev-Sponheur-Karnik Şiddet Ölçeğidir.

TEKTONİK YAPI

Doğu Akdeniz Bölgesinin aktif tektoniği genelde Arap-Afrika levhaları ile Avrasya levhası arasındaki çarpışma sonucu gelişmektedir. Bölgede var olan bugünkü tektonik deformasyon, güney kolu kuzeye doğru olan yitimle kapanmış ve kıtasal çarpışma Bitlis-Zağros boyunca orta Miyosen sonlarında başlamıştır. (Mc Kenzie 1972, Dewey ve diğ. 1973, Şengör ve Yılmaz 1981, Şengör ve diğ. 1985, Dewey ve Diğ. 1986). Bu çarpışma sebebi ile Avrasya levhasının güneyi Kuzey Anadolu Fayı ve Doğu Anadolu Faylarıyla

parçalanmıştır. (Şekil- 1).

Bu büyük fay sistemleri, çarpışma zonundan batıya ve doğuya kaçan blokların Anadolu ve Kuzeydoğu Anadolu sınırlarını oluşturmaktadır. (Mc Kenzie 1972). Devam etmekte olan bu çarpışma geniş ölçekli deformasyona dolayısıyla Batı Anadolu'da açılma rejiminin oluşmasına neden olmaktadır. Sıkışma rejimi sonucu batıya kaçışın senede yaklaşık 20 mm. (50±20 mm/yr) olduğu yapılan çalışmalar sonucu hesaplanmıştır. (Oral ve diğ. 1993).

Çeşitli jeolojik ve jeofizik çalışmalar Batı Anadolu'da açılma rejiminin hakim olduğunu göstermiştir. (Mc Kenzie 1972, 1978, Alptekin 1973, Dewey ve Şengör 1979). Bu rejim sonucu Batı Anadolu'da ve Ege Denizinde görülen genelde doğu-batı doğrultulu normal-listrik faylarla sınırlandırılmış grabenlerin mevcudiyeti bilinmektedir. Mc Kenzie (1978), Batı Türkiye'deki graben sistemlerinin Ege denizi altında çöküntüler şeklinde devam ettiğini ileri sürmektedir. Ayrıca Ege denizinde, kuzeyden güneye genellikle normal faylar ve doğrultu atımlı fay tektoniği sonucu Anadolu'nun batısında kuzeydoğu-güneybatı yönlü KAF zonuna benzer karakterde bir dizi doğrultu atımlı fay ve bunlara bağlı pull-apart türde havzalar gelişmiştir. (Kuleli 1992).

Batı Anadolu'da 3 paleotektonik kuşak yer almaktadır.(Şekil -2). Bunlar bugünkü konumlarını orta ve geç Eosen'de gelişmiş olan bindirme tektoniği ile kazanmışlardır.(Erdoğan, 1990). Bindirme tektoniği ardından gelişmiş olan ve orta Miyosen'den günümüze değin devam etmekte bulunan Neotektonik evrede bu yaşlı kuşakların uzanımlarını vev kesen tansiyonel havzalar gelişmiş ve

içleri gölsel ve karasal tortularla dolmuştur. (Erdoğan ve diğ.,1990). Bu tektonik kuşaklar incelendiğinde Kuzeybatıda Sakarya kıtası yer alır. Bu kuşağın güney ve güneydoğusunda İzmir-Ankara zonu adı altında tanımlanan karmaşık kayalardan oluşan bir kuşak oluşur. İzmir-Ankara zonu düşük açılı bindirme fayları boyunca Menderes Masifi üzerine itilmiştir.(Şengör ve Yılmaz 1981, Erdoğan ve Güngör 1992). Karaburun Kuşağı, İzmir-Ankara zonuna ait birimler tarafından çevrelenen ve kalın bir platform istifinin yüzeylendiği bir bölgedir. İzmir-Ankara zonunun doğusunda ise metamorfik kayalardan meydana gelmiş olan Menderes Masifi yer alır. Çalışma bölgesini de içine alan Menderes Masifi, Batı Anadolu'da geniş bir alanda yayılan metamorfik kayaçlardan oluşmaktadır. Bölgedeki metamorfik temele ait kaya birimleri, allokton birimleri, Neojen yaşlı volkanit ve sedimanterlerdir.(Candan ve diğ.1989). Allokton birimler metamorfik temel üzerinde yataya yakın açılı klipler şeklinde bulunmaktadır. Bu allokton birimler Eosen-Oligosen'de kuzeyden güneye doğru masifin üzerinden geçen Likya naplarının kalıntılarıdır.(Şengör ve diğ.,1984). Orta Miyosen yaşlı volkanik ve volkano-sedimanter kayaçlar gerek allokton birimleri gerekse metamorfik temeli açılmal uyumsuz dokanaklarla örtmektedir. Bölgede görülen yapısal şekiller, fay hatları ve çizgisellikler, volkanik birimler ve termal kaynaklar Şekil-3'te verilmiştir.

KULLANILAN METOD ve DATA

Bölgede kurulan 5 adet geçici ve 1 adet baz istasyon ağı ile 17 günlük süre içerisinde kayıt alınmıştır. Çalışmada, taşınabilir MEQ-800 Sprengnether sismograf sistemleri ve L-4 sismometreleri kullanılmıştır. Bu sayede bölgede, 215 adet depremin lokasyonu yapılmıştır. Depremlerin lokasyonlarının hesaplanmasında HYPO71 (Lee ve Lahr,1975) episantr programı kullanılmıştır. 1990 yılından itibaren Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü sismik ağının kaydettiği depremlerin parametrelerinin belirlenmesinde rutin olarak bu bilgisayar programını başarı ile kullanmaktadır. Bu program, özellikle Batı Anadolu'da ve yerel çalışmalarda çok hassas çözümler vermektedir. Kalafat ve diğ. (1987), Batı Anadolu'da yerleşik olarak kurulan deprem istasyonlarından elde edilen seyahat zamanları yardımıyla kabuk ve üst manto yapısı araştırmış ve bu çalışmada İzmir için bulunduğu aşağıda verilen kabuk modeli kullanılmıştır.(Tablo-1).

TABLO -1:

Episantr Programında kullanılan kabuk yapısı ve hızlar

Derinlik (km)	Hız (km/sn)
0	4.5
5.4	5.9
31.6	7.8
89.2	8.3

İstasyon dağılımı yapılırken mümkün olduğu kadar azimutal dağılımın iyi olmasına dikkat edilmiştir. İstasyonlara ait bilgiler Tablo-2'de verilmiştir. Sismograf sistemlerinin kurulmasında da Sinyal/Gürültü oranının

yüksek olması hususuna dikkat edilmiş ve filtre sistemlerinin mümkün olduğu kadar kapalı tutularak daha hassas kayıt alınması sağlanmıştır.

TABLO-2:

Çalışmada kurulan sismik istasyonlar

İSTASYON İSMİ	İSTASYON KODU	ENLEM (K)	BOYLAM (D)
MENEMEN	MEN	38 39.26	27 04.85
SEFERİHİSAR	SEF	38 15.86	26 48.14
DOĞANBEY	DOG	38 05.14	26 52.13
GÜLLÜBAHCE	GUL	37 40.16	27 18.88
SELÇUK	SEL	37 57.59	27 22.78
BAYINDIR	BAY	38 11.24	27 29.82
İZMİR	IZM	38 23.87	27 15.75

İzmir (IZM) deprem istasyonuna ait yerel magnitüd denkleminin katsayıları (Kalafat 1992), referans magnitüd olarak kullanılarak Seferihisar (SEF) istasyonu için En Küçük Kareler Yöntemi (E.K.K) uygulanarak manyitüd denklemleri çıkarılmıştır. Böylece depremlerin M_l yerel magnitüd hesaplamaları IZM ve SEF istasyonlarından verilmiştir. Kaydedilen depremlerde derinlikler 30 km.'den küçük olup sığ odaklı depremlerdir. Episantr tayininde en az 5 istasyon okuması kullanılmış ve P ve S dalgalarının ilk varışları (± 0.5 sn) hassasiyetle okunmasına çalışılmıştır, dolayısıyla depremlerin çözüm kaliteleri iyi ve karakök ortalama (RMS) değerleri genellikle sifıra yakındır.

ARTÇI ŞOK DAĞILIMI

6 Kasım 1992 İzmir depreminin hemen ardından Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü tarafından artçı şokların izlenebilmesi

amacıyla, 10 Kasım 1992 tarihinden itibaren taşınabilir, MEQ-800 sismograf sistemleri ile deprem bölgesinde toplam 7 adet istasyon kurulmuştur. 10 günlük çalışma süresince 155 adet artçı şok kaydedilerek lokasyonları yapılmıştır.(Türkelli ve diğ.,1993). Bu çalışmada özellikle artçı şok dağılımının Doğanbey ve Kuşadası körfezinde yoğunlaştığı görülmektedir.(Şekil-4). Arazi şartlarının ve meteorolojik şartların ağırlaşması nedeni ile çalışma sonuçlandırılmıştır. 8 Haziran 1993 tarihinde bölgedeki etkinliğin devam edip etmediğinin incelenmesi amacı ile bölgede 17 günlük ikinci bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada İzmir (IZM), sabit istasyonu baz istasyon olarak alınmış ve bölgede geçici olarak azimutal dağılımda göz önüne alınarak 5 adet analog-düşey bileşen, kısa periyotlu MEQ sismograf şebekesi kurulmuştur. (Şekil-5).

Çalışma süresince toplam 908 adet deprem kaydedilmiştir.(Şekil-6). Fakat zaman zaman istasyonlarda oluşan teknik problemlerden ve kullanılan episantr programında çözümlerin hassas olarak yapılabilmesi en az 5 adet istasyon okumasının zorunluluğu nedeni ile birçoğunun lokasyonları yapılmamıştır. Ayrıca çalışma bölgesine uzak depremler de ayrı tutularak lokasyonlarının yapılmamasına dikkat edilmiştir. 17 günlük süre içerisinde 215 adet depremin lokasyonu yapılmıştır. Bu depremlerinin çoğunun magnitüdüleri 2-3 arasında değiştiği gözlenmiştir. (Şekil-7).

Artçı şok dağılımının özellikle 3 alanda gözlemlendiği görülmektedir. Seferihisar, Doğanbey, Kuşadası körfezi ve İzmir çevresindeki bu etkinliğin İzmir depreminden sonra bölgede görülen artçı şoklar olduğu düşünülmektedir.(Şekil-8). Ayrıca tüm bölgede lokasyonu yapılan depremlerin

dağılımı Şekil-9'da verilmiştir. Buradan da görüldüğü gibi özellikle Midilli Adası civarı, Kuşadası körfezinden güneye doğru güneybatı Anadolu kıyısı boyunca bir etkinliğin varlığı görülmektedir.

ANA ŞOK ve MEKANİZMA ÇÖZÜMÜ

Başlangıç zamanı 19:08 GMT olan Ana Şokun ilksel koordinatları ve daha sonraki çözümündeki parametreleri Tablo-3'de aşağıda verilmiştir.

TABLO-3:

Merkez	Enlem (K)	Boylam (D)	Magnitüd	Derinlik (km.)
ISK Kandilli	38.07	26.90	5.5 (M1)	14
USGS Neic	38.16	26.99	5.7 (mb)	17

Deprem odağındaki hareketin mekanizmasının incelenmesi sismolojinin ana konularından birisini oluşturur. Odak mekanizması çözümleri, bilgisayar teknolojisinin ve modellemenin son derece ilerlemesi sebebiyle günümüzde özellikle büyük depremlerde, sayısal olarak kayıt edilen tele-sismik hacim dalgalarının P ve SH dalgalarının Ters Çözüm (inversion) tekniği yardımı ile yapılması sayesinde başarı ile yapılmaktadır. Bunu yanında genellikle orta büyüklükte depremlerin ve digital kayıt elde edilemeyen depremlerin mekanizma çözümleri, Boyuna dalgaların (P), ilk hareket yönlerinin belirlenmesi ve çeşitli istasyonlardaki dağılımının incelenerek yapılmaktadır. P dalgalarına ait ilk hareketlerin belirlenmesi ile deprem odağındaki hareketin tümünü saptamak mümkündür. Bir deprem nedeniyle yüzeye

ulaşan P dalgalarının ilk hareket yönleri, sistematik bir dağılım gösterir. (Nakano,1923). Fay düzleminin ve yardımcı düzlemin konumları P dalgası ilk hareketlerinin çok sayıda sismik istasyonda kaydedilmesi ile saptanabilir. Deprem anında, yeryüzünde sıkışan ve gevşeyen bölgelerin saptanması, basınç (P) ve tansiyon (T) bölgelerini ayıran düğüm düzlemlerini tayin etmek mümkündür. Ayrıca faylanma türünün belirlenmesi, bu gözlenen ilk hareket yönlerinin doğru bir dağılımının elde edilmesi ile sağlanır.

İzmir depremine ait dünya üzerine dağılmış yaklaşık 88 adet istasyonun P dalgalarına ait ilk hareket yönleri temin edilmiştir. Bu dalgaların ilk hareket yönlerinin kadransal dağılımı incelenerek fay düzleminin konumunun bulunmasına çalışılmıştır. İlk hareketleri tespit edilen istasyonların uygun bir projeksiyon sistemi kullanılarak bir düzlem üzerine izdüşürülmesi gerekir. Bu amaçla Wulff projeksiyon tekniğı kullanılmıştır. Böylece kompresyon (C) ve dilatasyon (D) bölgelerinin kadransal dağılımı tespit edilmiş, fay düzlemi ve yardımcı düzlemin projeksiyon dairesi üzerine izdüşürülmüştür. Burada odak derinliğinin ve hız değerlerinin de iyi bilinmesi gerekir. Odak mekanizması çözümleri yapılırken Herrin'in 1968'de P fazları için verdiği tabloları , kabuk yapısı ve hızları bilgisayar proğramı yardımı ile kullanılmıştır.

İzmir depreminin odak mekanizması çözümünde bu depremin doğrultu atımlı faylanma ile ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır.(şekil- 10). Ayrıca ters bileşeninin olduğu görülmüştür. Bunun yanında gerilme eksenlerinin (P ve T) konumları itibarı ile deprem ile doğu-batı doğrultulu bir basıncın ve kuzey-güney doğrultulu bir gerilme kuvvetinin

hakim olduğu gör÷lmektedir. Bu çözümde sağ yönlü doğrultu atımlı faylanma göstermektedir. Düşüm düzlemlerinden K42 E doğrultulu, 75 eğimi olan fay düzlemi, diğeri ise yardımcı düzlem seçilmiştir. Fay düzleminin kayma açısı -172 'dir. İstasyonların azimutal dağılımının ve polarite dağılımının mükemmel olmadığı gözlenmiştir. Fay düzleminin doğrultusu KD-GB olup Şekil-11'te gösterilen ve Şaroglu (1987) tarafından olası diri fay olarak tanımlanan fay ile uyumlu olduğu gör÷lmektedir. 6 Kasım İzmir depreminden hemen sonra Doğanbeyli köyünün içme suyunun kesildiği ve bu su kaynağının yaklaşık 5-7 km. ileride başka yerde çıktığı gözlenmiştir. Osmandere mevkiinden köye yaklaşık 5 km. uzaktan gelen su , depremden sonra kesilmiş, daha sonra Alaşar denilen mevkiide yeni su kaynağının olduğu gözlenmiştir. Deprem esnasında Doğanbey burnu kırmızı bir renge boyanmış ve denizin içinden fışkıran kaynakları gör÷lmüştür. (İnce'nin depremden hemen sonra yöre halkı ve balıkçılarla kişisel görüşmesi,1992). Tüm bunlar depremin episantrının ve makrosismik gözlemlerinden Doğanbey fayı olarak tanımlıyacağımız bu fayın çalıştığını ve aktif durumda olduğunun bir kanıtıdır. ayrıca bu kırık sisteminin Doğanbey yarımadasında, Doğanbey burnu-Ürkmez boyunca kuzeydoğuya doğru devam ettiği Şekil - 3'te gör÷lmektedir. Doğanbey fayının etrafında sıcak su kaynaklarının mevcudiyeti de bilinmektedir. Depremden hemen sonra bölgede yapılan arazi çalışmasında yapısal hasarın dağılımı ile ilişkili olarak Yüzüğüllü ve diğ. (1992) tarafından istatistik çalışma yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda şehrin değişik ilçelerinde birkaç orta hasarın meydana geldiği tespit edilmiştir. Diğer taraftan ağır hasarın ve yıkılmanın

İzmir şehrinin güneybatısındaki köylerde yoğunlaştığı gözlenmiştir. (Şekil-12). Özellikle, Seferihisar ilçesine bağlı Doğanbey, Ürkmez, Gümüldür, Payamlı'da ve Menderes, Urla ilçelerinde yapısal hasarlar meydana gelmiştir.

SONUÇLAR

6 Kasım İzmir depremi, bölgede daha önce bilinen fakat olası diri fay olarak (Şaroglu,1987) tanımlanan fayın aktif olarak çalıştığını kanıtlamaktadır. İzmir depremi, bu çalışmada tanımlanan Doğanbey fayının çalıştığını ve aktif olduğunu doğrulamıştır. Bölgede fay boyunca termal su kaynaklarının mevcudiyeti bilinmektedir. Doğanbey fayı sağ yönlü doğrultu atımlı faylanma özelliği taşımakla birlikte ters bileşeni olduğu yapılan odak mekanizması çözümü ile verilmeye çalışılmıştır. Bölgede genel tektonik rejime ve fay hareketlerine bakılarak, doğrultu atımlı fayların mevcudiyeti az da olsa bilinmektedir. Bu da bölgenin genel olarak hakim gerilmelerinin yanında zaman zaman değişik gerilme kuvvetlerine maruz kaldığını göstermektedir. Nitekim 16 Temmuz 1955 Söke - Balat depreminin sağ yönlü doğrultu atımlı faylanma ile ilişkili olabileceğini ortaya koyulmuştur (McKenzie,1972). Doğu batı yönlü bölgesel kısalmadan ve kuzey-güney yönlü bölgesel açılma sonucu çek-ayır faylanma mekanizmalarının oluşabileceği ve bunun ise tamamen yapı ile ilişkili olduğu bilinmektedir.(Şengör ve diğ.,1985). Bunun yanında Sığ doğrultu atımlı fay sistemlerinin bölgede oluşabileceği bilinmektedir. İzmir bölgesinde yapılan paleomagnetik ölçümlerde, neojen yaşlı volkanik kayalarda bazı blokların hareketlerinin saat yönünün tersine olduğunu tespit edilmiştir. (Kissel ve

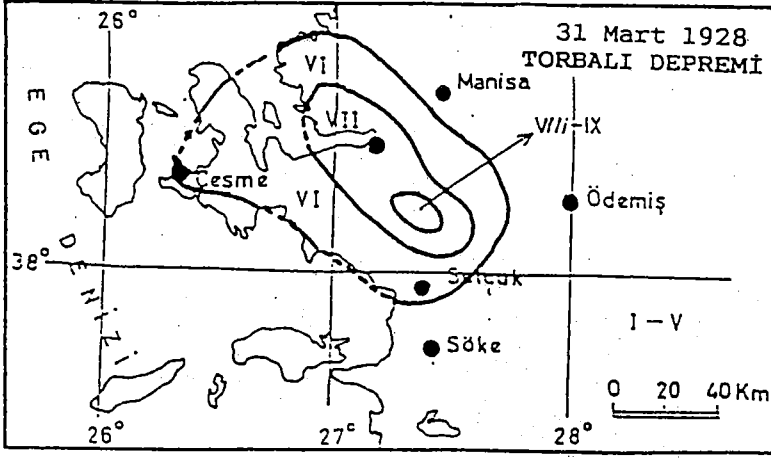
diğ.,1989). Paleomagnetik bulgular, açılma rejimi etkisindeki Türk kıyılarında saat yönünde ve saat yönünün tersi doğrultusunda blokların hareketinin olduğunu ,ters yönde hareketin doğrultu atımlı faylanmaların hareketi ile ilgili olabileceği göstermektedir.(Mercier ve diğ.1991,Taymaz ve diğ.1991). Bölgede genel olarak Kuzey-güney ve kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu fay hatları ve çizgisellikler görülmektedir. Doğanbey burnundan giren ve kuzeydoğuya doğru devam eden diri fay, Doğanbey fayı olarak tanımlanmıştır. İzmir depremi ve artçı şokları bu fayın aktif olduğunu kanıtlamıştır. Artçı şokların özellikle Doğanbey yarımadasında ve Kuşadası körfezinde yoğunlaştığı,bunun yanında Urla, Seferihisar, Bayındır ve İzmir tarafında da etkinliğin devam ettiği görülmektedir. Bölgede kaydedilen depremler liste halinde Ek-1'de verilmiştir. Basınç ve Tansiyon eksenlerinin konumlarının bölgedeki genel rejimi destekler nitelikte olmakta, bölgede doğu-batı doğrultulu basınç, kuzey-güney doğrultulu tansiyon kuvvetlerinin hakim olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak aktif graben sistemlerinde bu tür faylanmalar görülebilmektedir. Özellikle aktif iki graben sistemi arasında bulunan horst bölgelerinde, aktivitenin devamı ile makaslama kuvvetleri meydana gelmekte, bunu sonucu ana graben sistemine oblik konumlu yırtılmaların oluşması, ters bileşeni olan doğrultu atımlı faylanmaları oluşturabilmektedir. Genel olarak bölgede genişleme ve doğrultu atımlı hareketlerin neden olduğu aktif bir deformasyon görülmektedir.

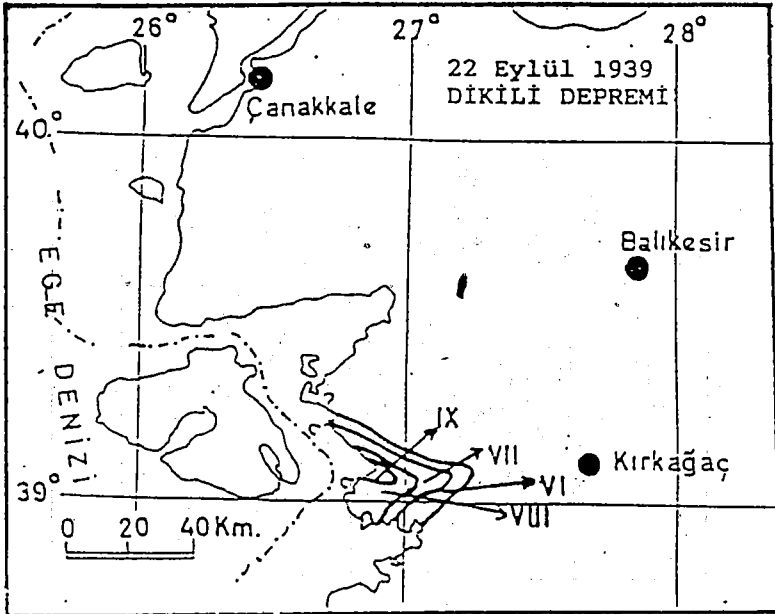
İzmir depremi ve kaydedilen artçı şoklar bölgede levha içi deformasyonların devam ettiğine işaret etmektedir. Bu tür çalışmaların daha uzun süreler ile etkinlik bölgelerinde ve olası deprem bölgelerinde yapılması gereklidir. Öncü ve artçı depremlerin takibi ülkemizdeki değişik bölgelerdeki yapıların deprem oluş düzenleri hakkında da bize değerli bilgiler vereceği bir gerçektir.

TEŞEKKÜR

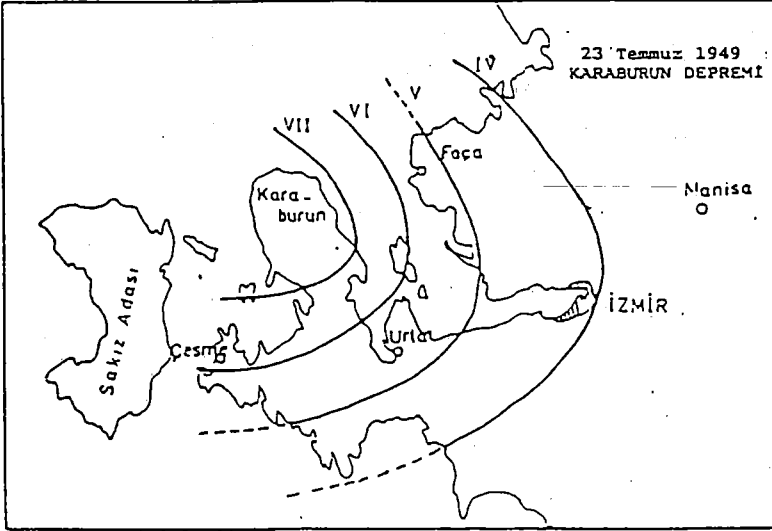
Bu çalışmanın yapılmasında bize her türlü olanağı ve desteği sağlayan, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Müdürü Sayın Prof.Dr. Ahmet Mete IŞIKARA'ya teşekkür ederiz.



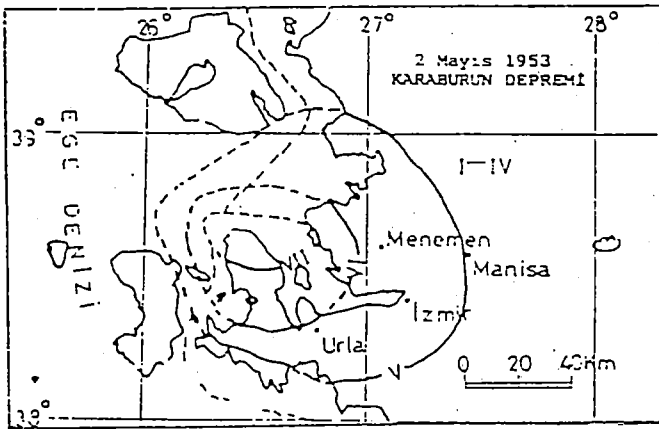
ŞEKİL-1.1: 31 Mart 1928 Torbalı Depremi Eşsiddet Haritası
(Ergin ve diğ., 1967'den alınmıştır).



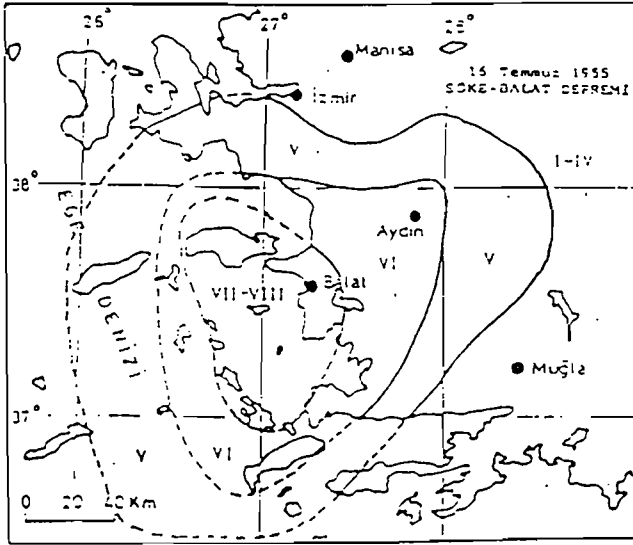
ŞEKİL-1.2: 22 Eylül 1939 Dikili Depremi Eşsiddet Haritası
(Salomon-Calvi, 1940'dan alınmıştır).



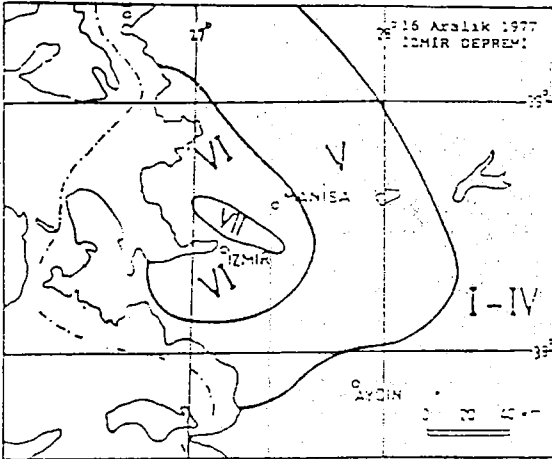
ŞEKİL-1.3: 23 Temmuz 1949 Karaburun Depremi Eşşiddet Haritası (Erkman, 1949'dan alınmıştır).



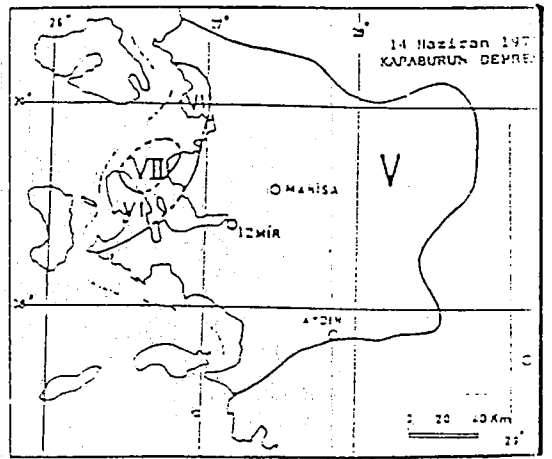
ŞEKİL-1.4: 2 Mayıs 1953 Karaburun Depremi Eşşiddet Haritası (Ergin ve diğ., 1967'den alınmıştır).



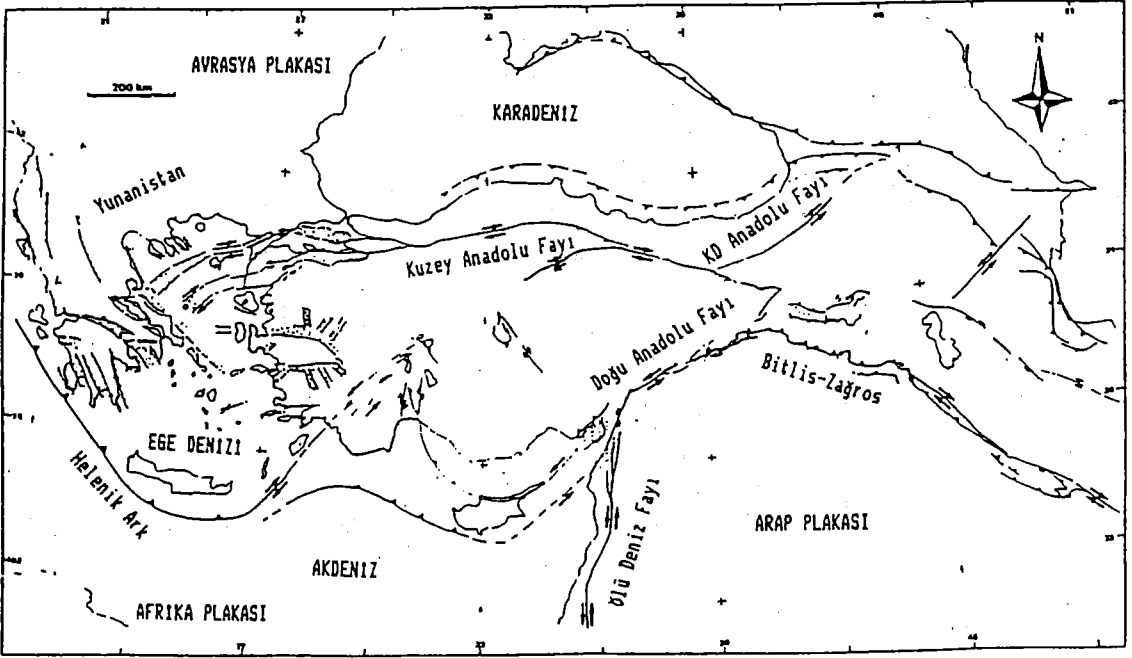
ŞEKİL-1.5: 16 Temmuz 1955 Söke-Balat Depremi Eşşiddet Haritası (Czab., 1958a'dan alınmıştır).



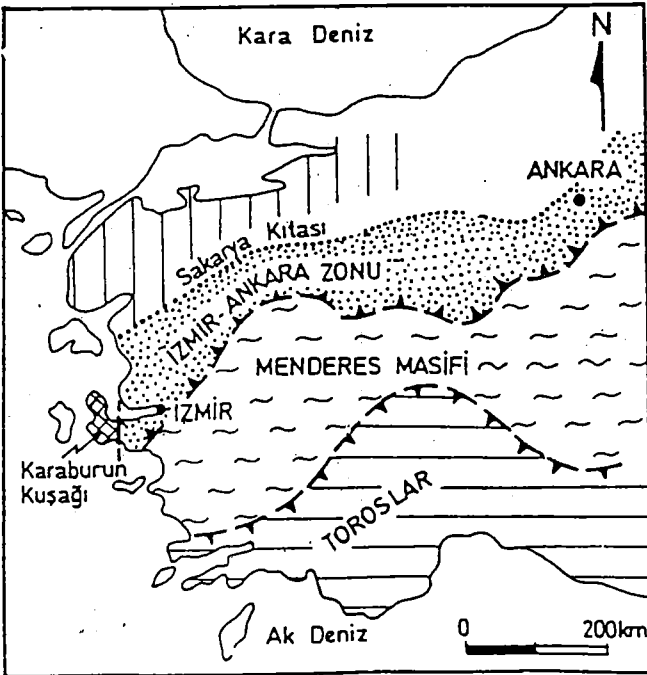
ŞEKİL-1.6: 16 Aralık 1977 İzmir Depremi Eşşiddet Haritası (Eyidoğan ve diğ., 1981'den alınmıştır).



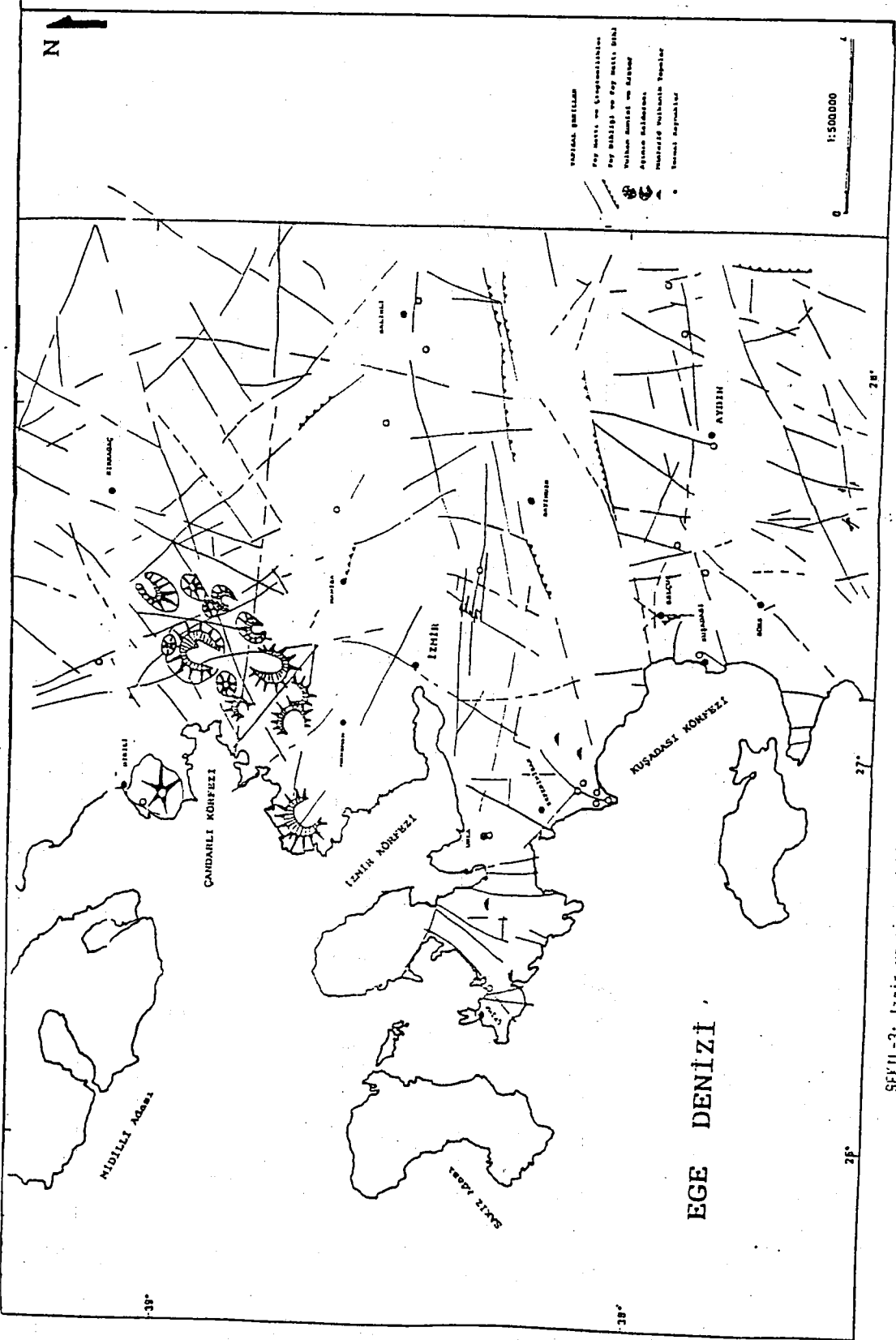
ŞEKİL-1.7: 14 Haziran 1978 Karpaburun Depremi Eşşiddet Haritası (Eyidoğan ve diğ., 1981'den alınmıştır).



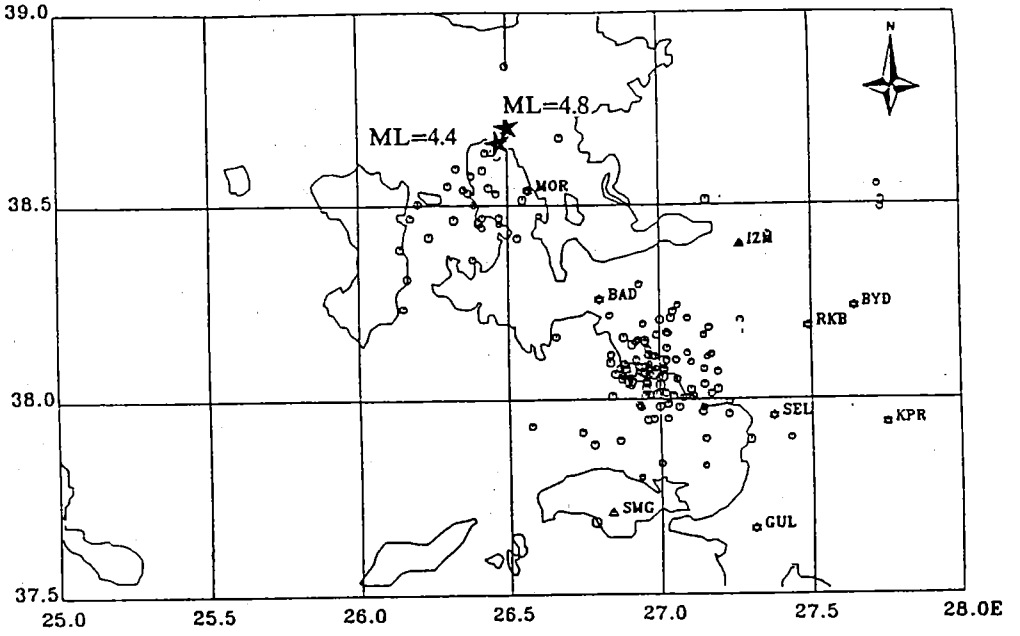
ŞEKİL-1.8: Türkiye ve çevresindeki büyük tektonik yapılar (Şengör ve diğ., 1985).



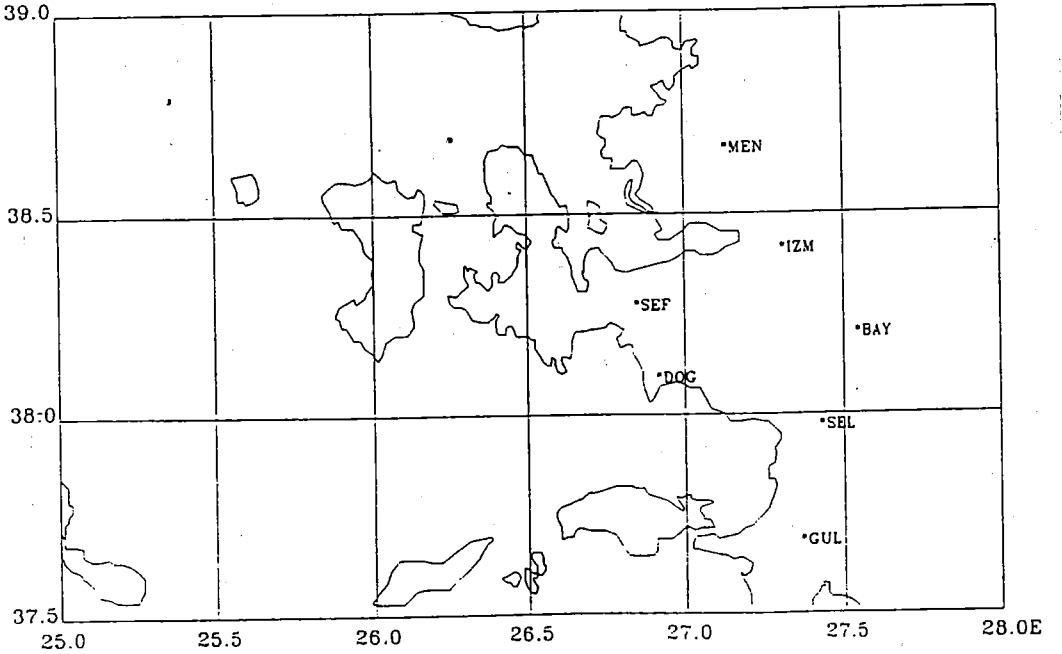
ŞEKİL-2: Batı Anadolu'nun paleotektonik kuşakları (Erdoğan ve diğ., 1990).



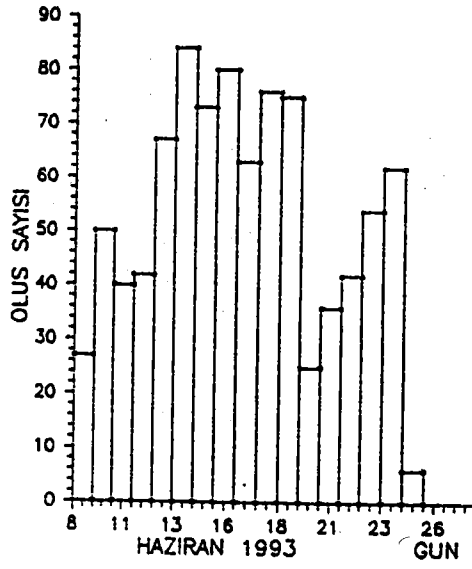
ŞEKİL-3: İzmir ve civarındaki yapısal şekiller (Eriç ve diğ., TBAG-593)
 (B. Anadolu ve Trakya Uyq. Jeom. haritasından kısmen alınmıştır).



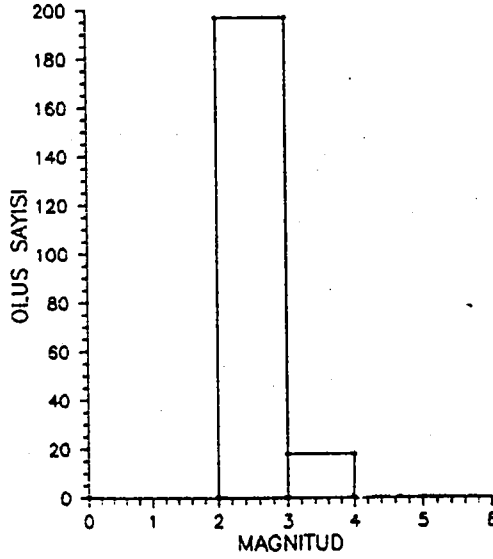
ŞEKİL-4: 6 Kasım 1992 İzmir Depreminden sonra bölgede kaydedilen artçı şokların dağılımı (Türkelli ve diğ., 1993).



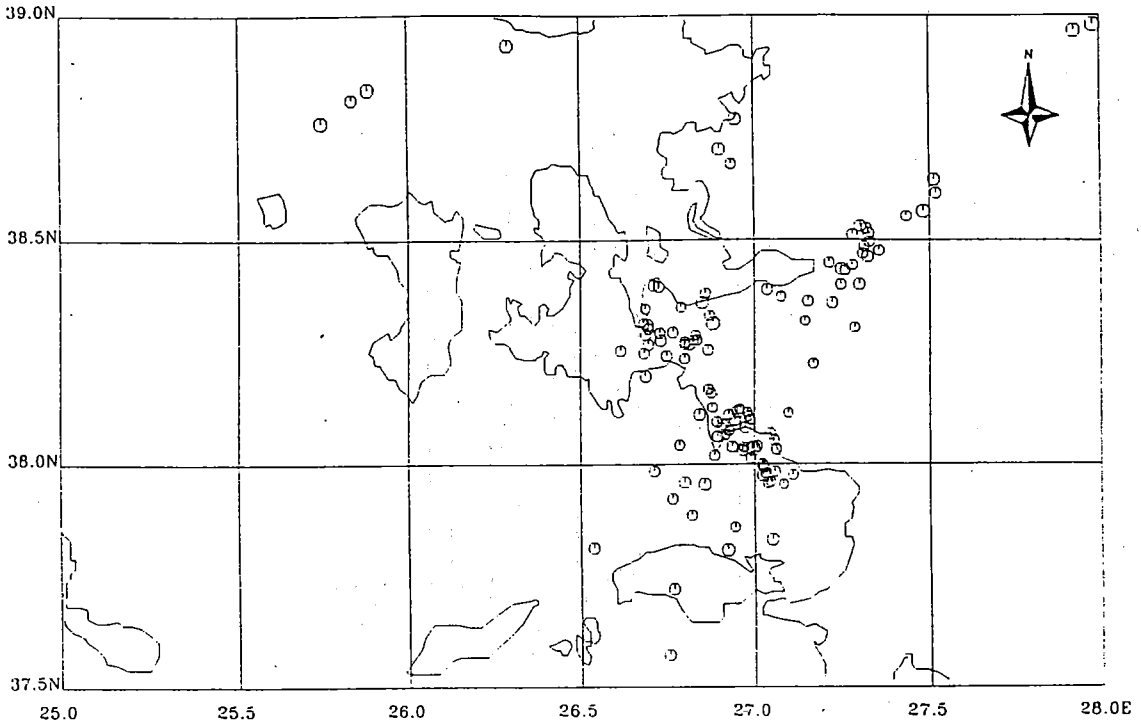
ŞEKİL-5: Çalışmada kurulan istasyonların dağılımı



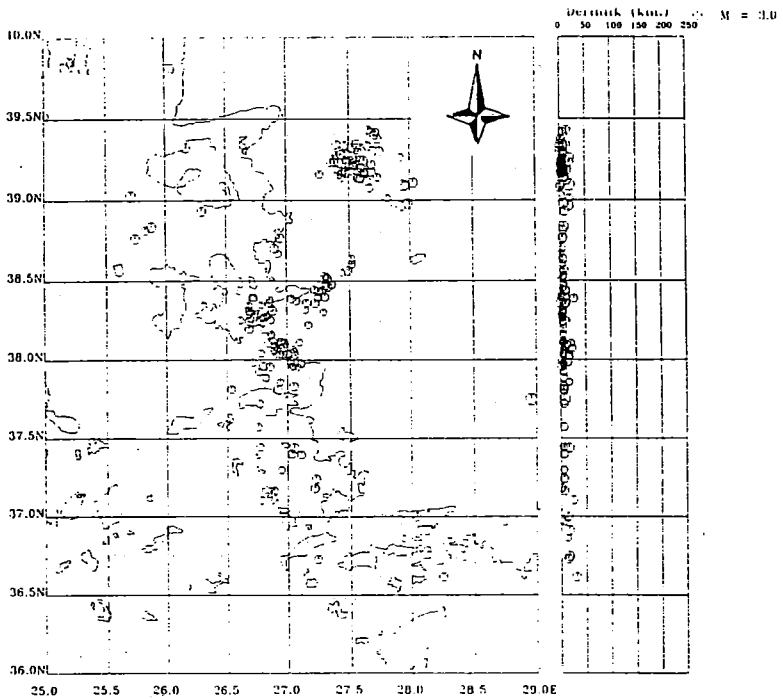
ŞEKİL-6: Çalışma süresince kaydedilen depremlerin günlere göre dağılımı.



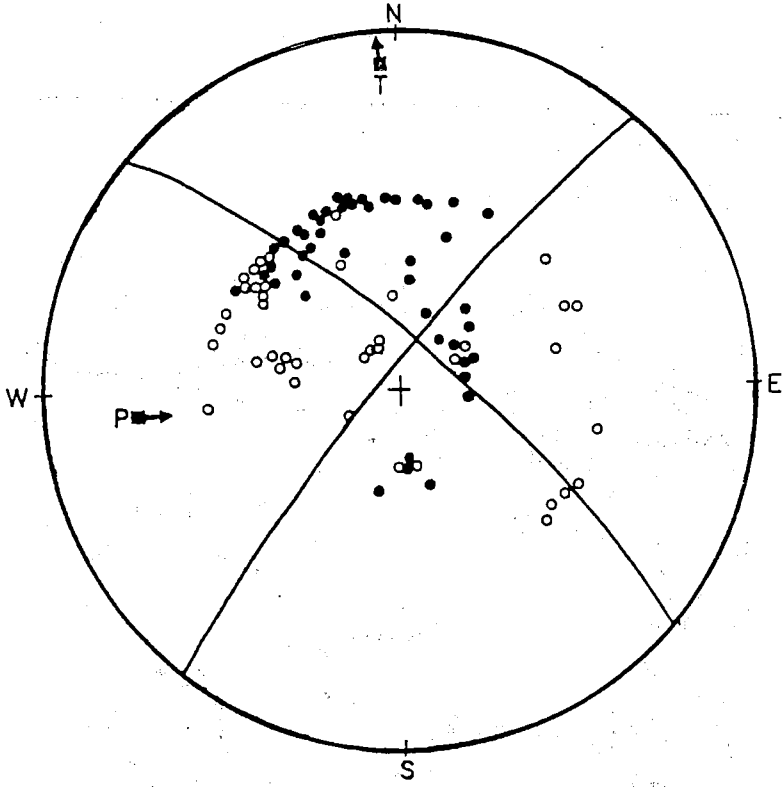
ŞEKİL-7: Çalışma süresince kaydedilen depremlerin manyitüd dağılımı.



ŞEKİL-8: Artçı şokların dağılımı.



ŞEKİL-9: Çalışma süresince bölgede kaydedilen depremlerin dış merkez ve derinlik dağılımları.



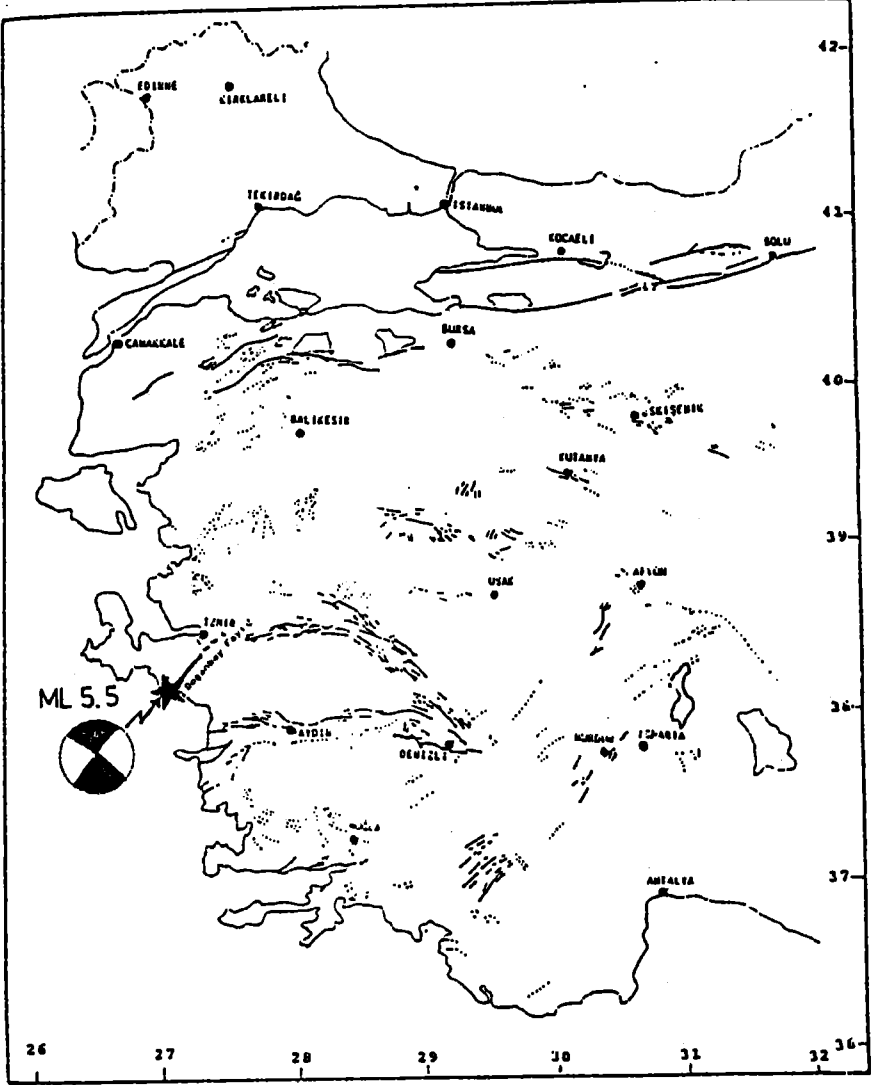
SEKIL-10: 6 Kasım İzmir depreminin odak mekanizması çözümü.

İZMİR DEPREMİNE AIT ODAK MEKANİZMASI PARAMETRELERİ

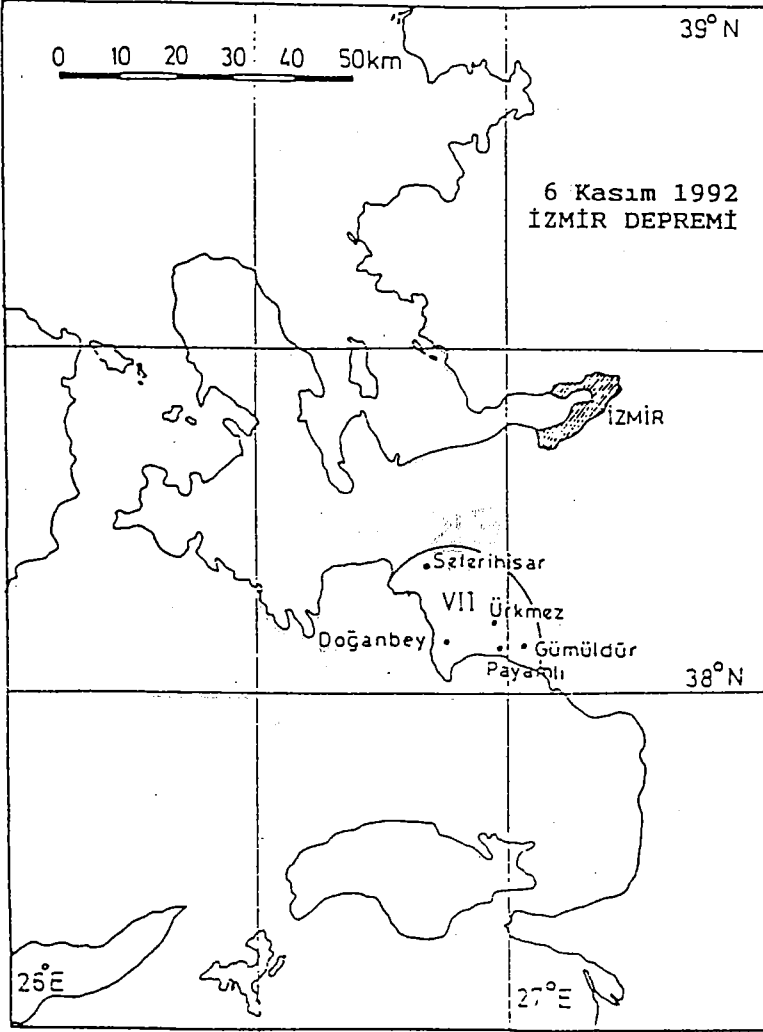
1. DÜZLEM			2. DÜZLEM			P		T	
D.	E.	K.A.	D.	E.	K.A.	A.	D.	A.	D.
42.0	75.0	-172.0	310.0	82.0	-15.5	265.0	16.0	357.0	5.0

Burada; Her 2 Düzlemin D Doğrultu, E Eğim, K.A. Kayma Açısını gösterir.

P ve T Max. Basınc ve Gerilme eksenlerini, A ve D ise bu eksenlerin Azimut ve Dalımlarını gösterir.



SEKIL-11: Izmir depreminin aktif fay sistemi ile ilişkisi.



ŞEKİL-12: Yapısal hasarın çoğunlukta olduğu yerleşim birimleri (Yürüğüllü ve diğ., 1993'den alınmıştır).

EK - 1

LISTE-1: Bölgede kaydedilen depremler ve artçı soklar

TARİH	ORIJİN ZAMANI	ENLEM (K)	BOYLAM (E)	REF.	DER.
08 06 1992	2104436	3811	2684	R	6 R
09 06 1992	0116518	3798	2672	R	3 R
09 06 1992	0406003	3807	2705	R	5 R
09 06 1992	1115033	3929	2758	R	6 R
09 06 1992	1206242	3908	2767	R	0 R
09 06 1992	1222406	3850	2733	R	2 R
09 06 1992	1533264	3838	2686	R	0 R
09 06 1992	1548508	3916	2762	R	5 R
09 06 1992	1628114	3917	2760	R	9 R
09 06 1992	1634168	3849	2732	R	6 R
09 06 1992	1749303	3922	2755	R	3 R
09 06 1992	1755347	3822	2717	R	6 R
09 06 1992	1758142	3917	2763	R	0 R
09 06 1992	1813107	3811	2698	R	3 R
09 06 1992	2046422	3803	2700	R	11 R
10 06 1992	0227365	3877	2695	R	5 R
10 06 1992	0239580	3914	2759	R	8 R
10 06 1992	0604406	3932	2617	R	0 R
10 06 1992	1258152	3846	2733	R	5 R
10 06 1992	1509126	3918	2751	R	14 R
10 06 1992	1731556	3937	2750	R	1 R
10 06 1992	1900064	3730	2695	R	5 R
10 06 1992	1944407	3806	2689	R	9 R
10 06 1992	2150355	3804	2679	R	4 R
11 06 1992	0039296	3830	2729	R	4 R
11 06 1992	0546387	3870	2690	R	2 R
11 06 1992	1002353	3724	2722	R	6 R
11 06 1992	1224121	3697	2873	R	4 R
11 06 1992	1240367	3700	2804	R	13 R
11 06 1992	1301325	3919	2764	R	9 R
11 06 1992	1531163	3848	2736	R	7 R
11 06 1992	1533571	3925	2760	R	4 R
11 06 1992	1609022	3559	2622	R	13 R
11 06 1992	1650297	3914	2744	R	1 R
11 06 1992	1908541	3867	2693	R	1 R
11 06 1992	2014168	3808	2697	R	2 R
12 06 1992	0919123	3804	2700	R	5 R
12 06 1992	0921572	3801	2699	R	1 R
12 06 1992	0955455	3698	2789	R	0 R
12 06 1992	1108041	3917	2745	R	6 R
12 06 1992	1313181	3924	2748	R	1 R
12 06 1992	1318324	3837	2708	R	6 R
12 06 1992	1344544	3901	2781	R	20 R
12 06 1992	1520401	3942	2768	R	6 R
12 06 1992	1543121	3934	2764	R	14 R
12 06 1992	1604540	3835	2669	R	5 R
12 06 1992	1634271	3914	2773	R	9 R
12 06 1992	1653175	3921	2753	R	7 R
12 06 1992	1809152	3934	2740	R	0 R
12 06 1992	2330472	3804	2697	R	2 R
13 06 1992	0726533	3673	2724	R	13 R
13 06 1992	1100269	3836	2722	R	12 R
13 06 1992	1123040	3864	2751	R	6 R

13	06	1992	1149002	3835	2679	R	9	R
13	06	1992	1159273	3933	2752	R	6	R
13	06	1992	1203217	3918	2745	R	4	R
13	06	1992	1205381	3812	2695	R	5	R
13	06	1992	1213545	3928	2744	R	9	R
13	06	1992	1253191	3929	2749	R	3	R
13	06	1992	1323223	3861	2752	R	3	R
13	06	1992	1326091	3796	2704	R	0	R
13	06	1992	1421253	3938	2773	R	3	R
13	06	1992	1603537	3930	2770	R	8	R
13	06	1992	1838150	3829	2669	R	4	R
13	06	1992	1854009	3831	2669	R	5	R
13	06	1992	1900199	3830	2670	R	5	R
13	06	1992	1927249	3831	2670	R	5	R
13	06	1992	1942494	3829	2683	R	0	R
13	06	1992	2023015	3823	2680	R	4	R
13	06	1992	2132423	3825	2687	R	10	R
14	06	1992	0451467	3903	2571	R	0	R
14	06	1992	0634564	3828	2673	R	2	R
14	06	1992	1131158	3928	2743	R	0	R
14	06	1992	1209227	3935	2756	R	6	R
14	06	1992	1218228	3825	2662	R	0	R
14	06	1992	1223389	3928	2740	R	9	R
14	06	1992	1401191	3831	2688	R	1	R
14	06	1992	1456460	3942	2772	R	0	R
14	06	1992	1520134	3916	2727	R	5	R
14	06	1992	1613380	3851	2728	R	1	R
14	06	1992	1615073	3847	2731	R	6	R
14	06	1992	1657287	3920	2763	R	10	R
14	06	1992	1837386	3833	2687	R	1	R
15	06	1992	0200352	3828	2684	R	4	R
15	06	1992	0334143	3827	2680	R	4	R
15	06	1992	0510384	3828	2683	R	2	R
15	06	1992	0708023	3798	2703	R	5	R
15	06	1992	0728334	3827	2682	R	5	R
15	06	1992	0849175	3836	2716	R	4	R
15	06	1992	0945181	3840	2725	R	1	R
15	06	1992	1157540	3925	2762	R	5	R
15	06	1992	1205523	3923	2742	R	0	R
15	06	1992	1231494	3919	2741	R	1	R
15	06	1992	1741107	3803	2707	R	5	R
16	06	1992	0309027	3691	2812	R	16	R
16	06	1992	1006551	3897	2793	R	18	R
16	06	1992	1108445	3911	2803	R	5	R
16	06	1992	1308565	3918	2763	R	4	R
16	06	1992	1336199	3898	2798	R	6	R
16	06	1992	1404062	3809	2689	R	14	R
16	06	1992	1528404	3922	2751	R	2	R
16	06	1992	1553101	3840	2730	R	5	R
16	06	1992	1616574	3851	2733	R	3	R
16	06	1992	1730244	3925	2748	R	7	R
16	06	1992	1937024	3909	2795	R	19	R
16	06	1992	2059308	3812	2696	R	4	R
17	06	1992	0014036	3798	2706	R	14	R
17	06	1992	0110106	3808	2691	R	11	R
17	06	1992	0204336	3927	2792	R	20	R
17	06	1992	0233564	3710	2678	R	23	R
17	06	1992	0241401	3827	2670	R	4	R
17	06	1992	0422156	3856	2748	R	7	R

17 06 1992 0549518	3809	2691	R	9 R
17 06 1992 0838117	3799	2703	R	1 R
17 06 1992 1144255	3797	2702	R	5 R
17 06 1992 1306054	3931	2742	R	5 R
17 06 1992 1503163	3921	2748	R	5 R
17 06 1992 1505509	3853	2730	R	6 R
17 06 1992 2213146	3930	2775	R	0 R
18 06 1992 0602195	3855	2744	R	5 R
18 06 1992 0706273	3839	2704	R	26 R
18 06 1992 0736340	3716	2689	R	6 R
18 06 1992 1124033	3924	2738	R	4 R
18 06 1992 1154320	3853	2732	R	5 R
18 06 1992 1211342	3924	2750	R	3 R
18 06 1992 1301058	3923	2736	R	20 R
18 06 1992 1443327	3943	2766	R	14 R
18 06 1992 1512056	3926	2738	R	3 R
18 06 1992 1715560	3810	2699	R	12 R
18 06 1992 1739264	3740	2703	R	5 R
18 06 1992 2008464	3811	2710	R	1 R
18 06 1992 2043582	3757	2676	R	5 R
18 06 1992 2107344	3813	2688	R	5 R
18 06 1992 2205455	3802	2689	R	17 R
19 06 1992 0359363	3740	2711	R	6 R
19 06 1992 0907321	3805	2706	R	5 R
19 06 1992 1156252	3918	2757	R	4 R
19 06 1992 1205084	3921	2753	R	0 R
19 06 1992 1310291	3916	2742	R	6 R
19 06 1992 1437001	3829	2673	R	5 R
19 06 1992 2226161	4043	2748	R	11 R
19 06 1992 2242570	3744	2677	R	4 R
19 06 1992 2332244	3832	2715	R	4 R
20 06 1992 0024280	3811	2693	R	4 R
20 06 1992 0721302	3820	2669	R	5 R
20 06 1992 1009013	3825	2669	R	11 R
20 06 1992 1203109	3919	2755	R	15 R
20 06 1992 1235513	3922	2750	R	3 R
20 06 1992 1314425	3914	2757	R	9 R
20 06 1992 1443435	3922	2768	R	11 R
20 06 1992 2051389	3884	2588	R	8 R
20 06 1992 2201013	3686	2793	R	12 R
20 06 1992 2304574	3796	2680	R	0 R
21 06 1992 0004581	3881	2583	R	6 R
21 06 1992 0142296	3772	2677	R	6 R
21 06 1992 0508590	3675	2841	R	15 R
21 06 1992 0538574	3662	2825	R	29 R
21 06 1992 1045448	3924	2755	R	0 R
21 06 1992 1126518	3923	2748	R	5 R
21 06 1992 1146167	3933	2766	R	7 R
21 06 1992 1201465	3916	2744	R	2 R
21 06 1992 1207069	3843	2726	R	0 R
21 06 1992 1243425	3917	2749	R	7 R
21 06 1992 1540566	3924	2749	R	3 R
21 06 1992 1716064	3933	2757	R	3 R
21 06 1992 1735458	3811	2698	R	21 R
22 06 1992 1059541	3917	2747	R	5 R
22 06 1992 1320140	3918	2745	R	8 R
22 06 1992 1554408	3792	2677	R	5 R
22 06 1992 2020002	3876	2574	R	4 R
22 06 1992 2052079	3909	2796	R	1 R

22	06	1992	2309182	3795	2709	R	5	R
23	06	1992	0107265	3806	2692	R	5	R
23	06	1992	0840495	3744	2705	R	15	R
23	06	1992	1023588	3775	2896	R	7	R
23	06	1992	1108499	3920	2759	R	2	R
23	06	1992	1202495	3824	2675	R	4	R
23	06	1992	1204227	3844	2728	R	11	R
23	06	1992	1255320	3836	2685	R	0	R
23	06	1992	1304358	3796	2705	R	5	R
23	06	1992	1325129	3914	2759	R	2	R
23	06	1992	1423082	3918	2768	R	1	R
23	06	1992	1658341	3796	2686	R	2	R
23	06	1992	1813137	3940	2771	R	8	R
23	06	1992	1956407	3781	2654	R	5	R
23	06	1992	2024275	3817	2687	R	5	R
24	06	1992	0249556	3893	2630	R	9	R
24	06	1992	0538169	3827	2680	R	4	R
24	06	1992	0629232	3829	2677	R	3	R
24	06	1992	1126209	3927	2756	R	4	R
24	06	1992	1128377	3781	2692	R	6	R
24	06	1992	1203365	3845	2722	R	4	R
24	06	1992	1214553	3843	2725	R	10	R
24	06	1992	1519525	3929	2747	R	8	R
24	06	1992	1635409	3925	2754	R	11	R
24	06	1992	1840009	3840	2672	R	0	R
24	06	1992	1842518	3804	2694	R	8	R
24	06	1992	1942313	3718	2721	R	1	R
24	06	1992	2239055	3816	2688	R	0	R
24	06	1992	2348442	3786	2694	R	17	R
25	06	1992	0115013	3798	2711	R	6	R
25	06	1992	0136123	3840	2673	R	5	R
25	06	1992	0550442	3789	2682	R	5	R
25	06	1992	0636162	3783	2705	R	6	R
25	06	1992	0912570	3807	2693	R	24	R
25	06	1992	0929013	3810	2694	R	3	R
25	06	1992	0933132	3800	2702	R	7	R
25	06	1992	1028590	3804	2701	R	5	R
25	06	1992	1034318	3934	2746	R	9	R
25	06	1992	1149321	3923	2753	R	6	R
25	06	1992	1301566	3912	2764	R	14	R
25	06	1992	1448072	3921	2754	R	14	R
25	06	1992	1644387	3803	2696	R	16	R
25	06	1992	1717314	3840	2725	R	10	R
25	06	1992	1736062	3920	2760	R	2	R

REFERANSLAR

- Akyol, I.H. ve Pamir, H.N., 1929. 30-31 Mart 1928 tarihindeki Tepeköy-Torbalı-İzmir Zelzelesi Hakkında Rapor, İstanbul Darrülfunun Jeoloji Enstitüsü Neşriyatı No.3.
- Alptekin, Ö., 1973. Focal mechanisms of earthquakes in Western Turkey and their tectonic implication, Ph.D thesis, New Mexico Inst. Mining and Tech., 189p.
- Ambraseys, N.N., Finkel, C., 1987b. Seismicity of Turkey and neighbouring regions, 1899-1915, Annales Geophysicales, B, 701-726.
- Ambraseys, N.N., 1988. Engineering Seismology, Journ. Earthq. Eng. 8 Struct. Dyn., 17/1-105.
- Ayhan, E., E. Alsan, N. Sancaklı, S.B. Üçer, 1988. Türkiye ve Dolayları Deprem Kataloğu (1881-1980), B.Ü. Yayını.
- Candan, O. ve N. Kun, 1989. Menderes Masifi'nin batısında Paleo-malanj kuşağının varlığı, TPJD Bülteni, 1/3, 237-251.
- Dewey, J.F., W.C. Pitman, W.B.F. Ryan and J. Bonnin, 1973. Plate tectonics and the evolution of the Alpine system, Bull. Geol. Soc. Am., 84, 3137-3180.
- Dewey, J.F. and A.M.C. Şengör, 1979. Aegean and Surrounding Regions Complex Multiplate and Continuum Tectonics in A Convergent Zone, Bull. of Geol. Soc. Am., 90, 84-92.
- Erdoğan, B., 1990. İzmir-Ankara Zonu ile Karaburun Kuşağının Tektonik ilişkisi, MTA Derg. 110, 1-15.
- Erdoğan, B., D. Altınar, T. Güngör ve S. Özer, 1990. Karaburun Yarımadası'nın Stratigrafisi, MTA Derg. 111, 1-20.
- Ergin, K., U. Güçlü ve Z. Uz, 1967. Türkiye ve Civarının Deprem Kataloğu, İTÜ Yayınları No.24.
- Eriñç, S., A. Kurter, O. Eroskay, B. Matter. Batı Anadolu ve Trakya Uygulamalı Jeomorfoloji Haritası, Tubitak Projesi, TBAG-593, (Yürütücü S. Eriñç).
- Erkman, H. K., 1950. 23/7/1949 Karaburun -İzmir Zelzelesi, İstanbul Kandilli Rasathanesi, Jeofizik, No. 1, İstanbul.
- Eyidoğan, H., U. Güçlü, Z. Utku, E. Değirmenci, 1991. Türkiye Büyük Depremleri Makro-Sismik Rehberi (1900-1988), İTÜ Maden Fak. Jeofizik Müh. Böl., İstanbul.
- Herrin, E., 1968. Introduction to 1968 Seismological Tables for P Phases, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.58, 1193-1241.

- Herrin, E., W. Tucker, J. Taggart, D.W. Gordon and J.L. Lobdell, 1968. Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.58, 1273-1291.
- Kalafat, D., C. Gürbüz ve S.B. Üçer, 1987. Batı Türkiye'de Kabuk ve Üst Manto Yapısının Araştırılması, DAE Bülteni 59, 43-64.
- Kalafat, D., 1989. Batı Anadolu'da yer alan sismik istasyonların süreye bağlı yerel manyitüd denklemlerinin çıkartılması, DAE Bülteni 65, 83-94.
- Kissel, C., C. Laj, A. Poisson and K. Simeakis, 1989. A pattern of blok rotations in Central Aegea. In. Paleomagnetic rotations and continental deformation. Kluwer Academic Publishers, 115-129.
- Kuleli, H.S., 1992, Ege bölgesinin sismik tomografi ile üç boyutlu modellemesi, Doktora Tezi, İTÜ Maden Fak., 107s.
- McKenzie, D.P., 1972. Active tectonics of the Mediterranean region, Geophys. J.R.Astr.Soc., 30, 109-18.
- McKenzie, D.P., 1978. Active tectonics of the Alpine-Himalayan Belt: Aegean Sea and surrounding regions, Geophys. J.R.Astr.Soc., 55, 217-254.
- Nakono, H., 1923. Notes on the Nature of the Forces which give Rise to the Earthquake Motion, Central Meteor.Obs.Japan.Seism.Bull., 1, 92-130.
- Oktay, E., N.Bayülke, S.Gençoğlu, 1974. 1 Şubat 1974 İzmir Depremi Raporu, DAE Raporu, Ankara.
- Oral, B.M., R.E. Reilinger and M.N. Toksöz, 1993. Preliminary Results of 1988 and 1990 GPS Measurements in Western Turkey and their tectonic implications, A.G.U., 407-416.
- Öcal, N., 1958a. 16 Temmuz 1955 Söke-Balat Zelzelesi Maarif Vekaleti, İstanbul Kandilli Rasathanesi Sismoloji Yayınları No.2.
- Pınar, N., E.Lahn, 1952. Türkiye Depremleri İzahlı Kataloğu, Bayındırlık Bakanlığı Yapı ve İmar İşleri Reisliği Yayınları Seri 6, Sayı 36.
- Salomon-Calvi, W., 1940. Türkiye'de zelzelelere müteallik etüdüler, MTA Mecmuası Y.Seri B, No.5, 5-21.
- Shebalin, N., V.Karnik and D.Hadzievski, 1974. Survey of the seismicity of the Balkan region: catalogue of earthquakes 1901-1970., Uni.Kiril & Metodij., Skopje 1.
- Soysal, H., S.Sipahioğlu, D.Kolçak, Y.Altınok, 1981. Türkiye ve Çevresinin Tarihsel Deprem Kataloğu (M.Ö.2100-M.S.1900), TÜBİTAK, Proje No: TBAG 341.

- Şaroğlu F., Ö. Emre ve A. Boray, 1987. Türkiye Dirri Fay Haritası, MTA Enstitüsü, Ankara, Turkey.
- Şengör, A.M.C. and Y. Yılmaz, 1981. Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach, *Tectonophysics*, 75, 181- 241.
- Şengör, A.M.C., M. Satır ve R. Akkök, 1984. Timing of Tectonic Events in Menderes Massif, Western Turkey: Implications for Tectonic Evolution and Evidence for Pan-African Basement in Turkey, *Tectonics*, 3, 693-707.
- Şengör, A.M.C., N. Görür and F. Şaroğlu, 1985. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as case study. In: *Strike-Slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation*, Soc. of Econ.Paleont. Min. Spec.Publ., 37, 227-264.
- Taymaz T., J.A. Jackson and D. McKenzie, 1991. Active Tectonics of the North and Central Aegean Sea, *Geophys. J.Int.*, 106, 433-490.
- Türkelli N., B. Akkartal, H. Alçık, E. Ayhan, E. Başarır, A. Güngör, Ş. İnce ve A.M. Işıkara, 1993. November 6, 1992 İzmir Earthquake: Aftershocks Studies, A Preliminary Reconnaissance Report, Printed at Boğaziçi Univ., 12-24.
- Yüzüğüllü, Ö., K.Beyen, U.Kadakal, M.Erdik, 1993. November 6, 1992 İzmir Earthquake: Structural Damage, A Preliminary Reconnaissance Report, Printed at Boğaziçi Univ., 40-61.

BATI ANADOLU DEPREM RİSKİNİN İNCELENMESİ

(¹) Günruh BAĞCI

ÖZET

Bu çalışmada, 1930-1990 yılları arasında 36° - 41° K enlemleri ve 25° - 31° D boylamları ile sınırlı Batı Anadolu bölgesinde $M \geq 4.0$ olan depremler kullanılmıştır. Depremsellik parametresi olan b değerleri, 0.1 magnitüd adımlaması ile 0.75 ve 0.5 magnitüd adımlaması ile 0.71 olarak bulunmuştur.

İncelenen bölgelerdeki depremlerin gelecekte oluşma olasılıkları ve kaç yılda bir tekrarlanacakları Poisson modeli kullanılarak hesaplanmıştır. Poisson modeline göre yapılan sismik risk tahminleriyle bölgelerin sismik aktiviteleri incelenmiştir.

ABSTRACT

In this study, between 1930-1990, the magnitude of $M \geq 4.0$ earthquakes were used in the Western Anatolia district with the 36° - 41° N latitude and 25° - 31° E longitude. The b value which represent seismicity parameters, have been found with the 0.1 magnitude increment 0.75 and with 0.5 magnitude increment 0.71, respectively.

In the reported areas, probability of earthquake occurrences and repetitions were calculated from the statistical aspects, by using Poisson model. Seismic activities of regions were examined by seismic risks according to Poisson model.

GİRİŞ

Bu çalışmada deprem olaylarının stokastik olaylar varsayılması nedeniyle Batı Anadolu bölgesinde meydana gelen depremlere Poisson modeli uygulanarak bölgenin deprem riski ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Bölge seçimi yapılırken 36° - 41° K enlemleri ve 25° - 31° D boylamları ile sınırlandırılmış Batı Anadolu bölgesinde 1930-1990 yılları arasında magnitüdü $M \geq 4.0$ olan depremlerden yararlanılmıştır. Tek düzelik sağlamak

(¹) Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü,
Deprem Araştırma Dairesi

için tüm magnitüdüler yüzey dalgası magnitüdü cinsinden kullanılmıştır. Batı Anadolu bölgesi, jeolojisi, sismotektonik özellikleri, levha tektoniği modelleri, episantr haritaları göz önüne alınarak üç bölgeye ayrılmıştır.

Magnitüd-frekans bağıntısı deprem istatistiğinin temel bağıntılarından birisidir. Bu nedenle, seçilen bölgeler için deprensellik parametreleri olan a ve b değerleri ayrı ayrı bulunmuştur. Bulunan b değerleri istatistik yaklaşım için Poisson modelinde sismik risk hesaplanmasında kullanılmıştır.

MAGNİTÜD-FREKANS BAĞINTISI

Deprenselliğin önemli bir unsuru olan tektonik etkinlik depremlerin oluşumu ile doğrudan ilişkilidir. Farklı tektonik özellik gösteren bölgelerin deprensellikleri birbirinden farklıdır. Genel bir tanımla bir bölgenin deprenselliği o bölgenin tektonik etkinliğinin fonksiyonu şeklinde tanımlanabilir.

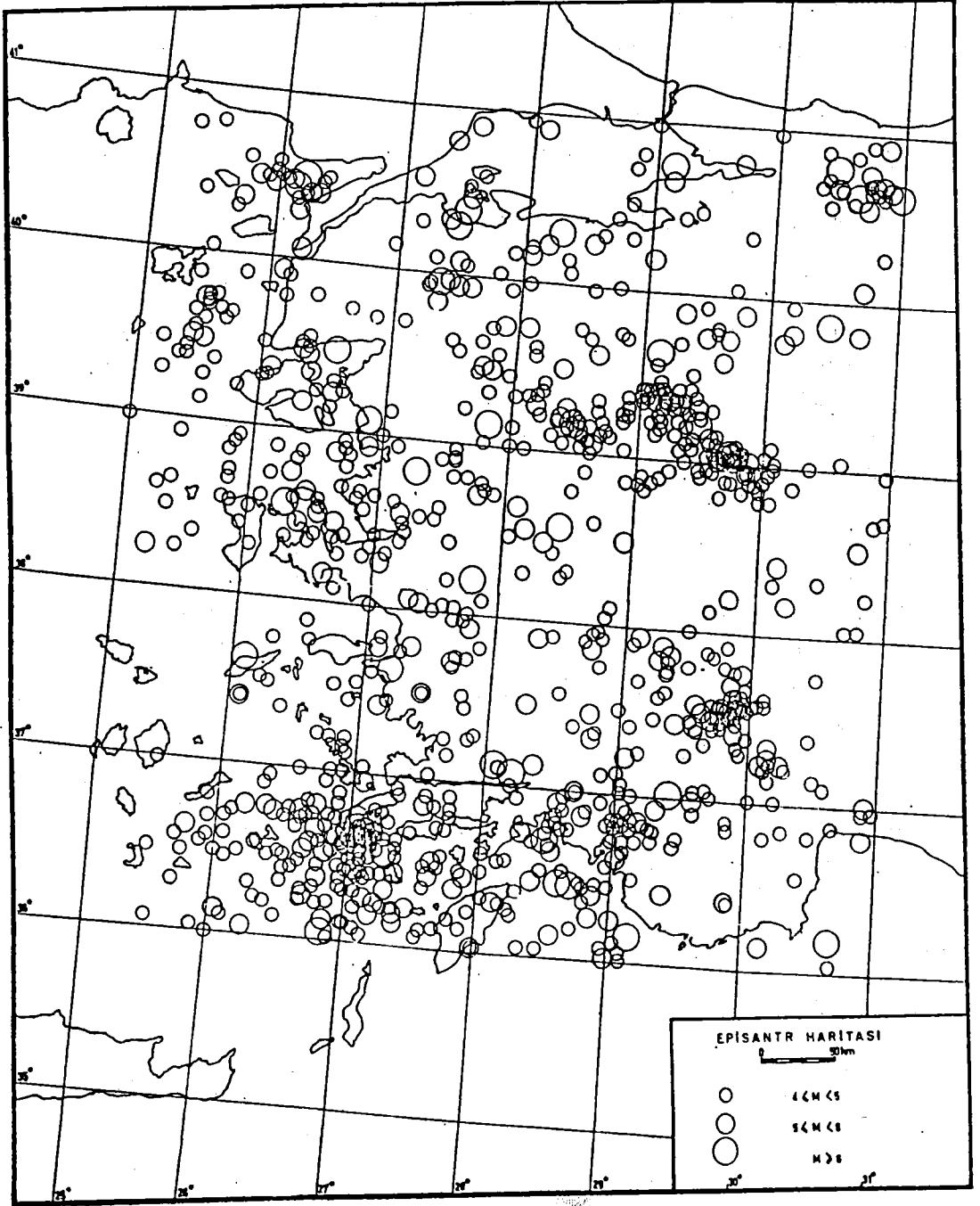
Bu çalışmada esas olarak Alsan ve diğ. (1975), Balkan Bölgeleri deprem kataloğundan (Shebalin ve diğ., 1964) ve ISC (International Seismological Center) bültenlerinden yararlanılarak bölgemize düşen magnitüdü 4.0 ve daha büyük depremler taranmıştır. Batı Anadolu yaygın deprenselliği ile dikkati çekmektedir. 1930-1990 yılları arasındaki deprem verilerinden yararlanılarak magnitüdülerine göre çizilmiş episantr haritası Şekil 1'de verilmiştir. Episantr haritasındaki deprem etkinliğinin yoğun olduğu ve bölgenin tektonik özellikleri gözönüne alınarak, bölge sınırlarının episantrların en az bulunduğu yerlerden geçirilmesine dikkat edilmiştir. Seçilen bölgelerin sınırları Şekil 2'de,

1. Bölge (36°-38°K, 25°-31°D)
 2. Bölge (38°-40°K, 25.5°-27.5°D)
 3. Bölge (38.5°-40°K, 28°-30.5°D)
- olarak gösterilmiştir.

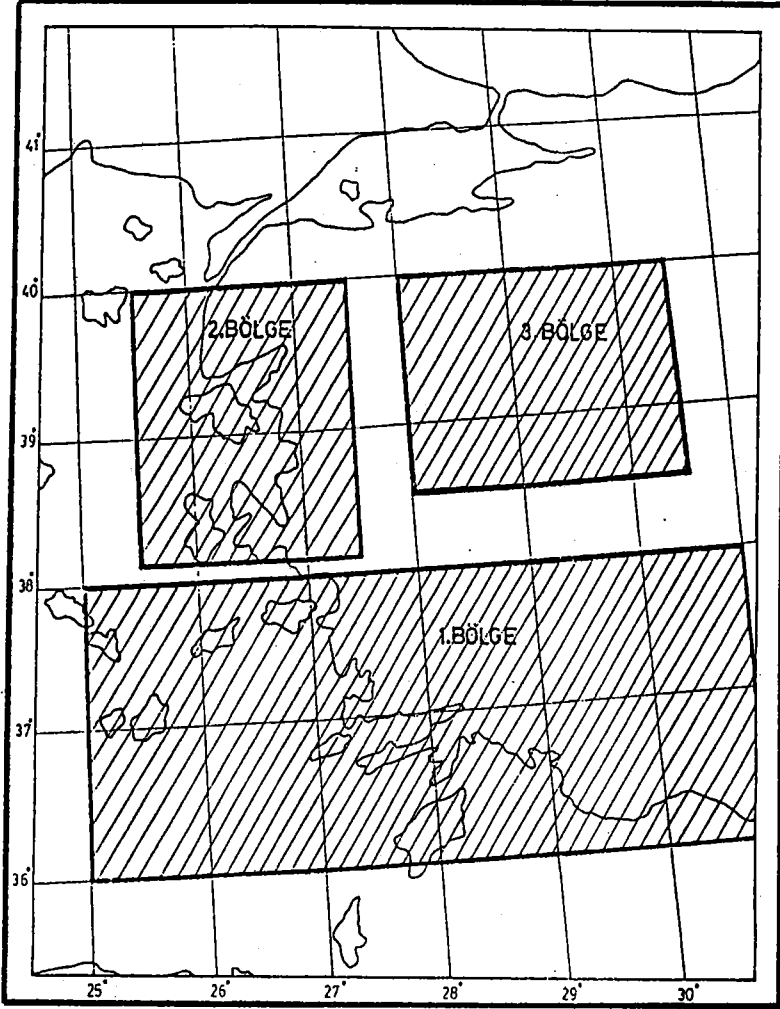
Belirli bir bölgede meydana gelmiş depremlerin frekans dağılımı aşağıdaki şekilde gösterilebilir. (Gutenberg-Richter, 1954).

$$\log N = a - bM$$

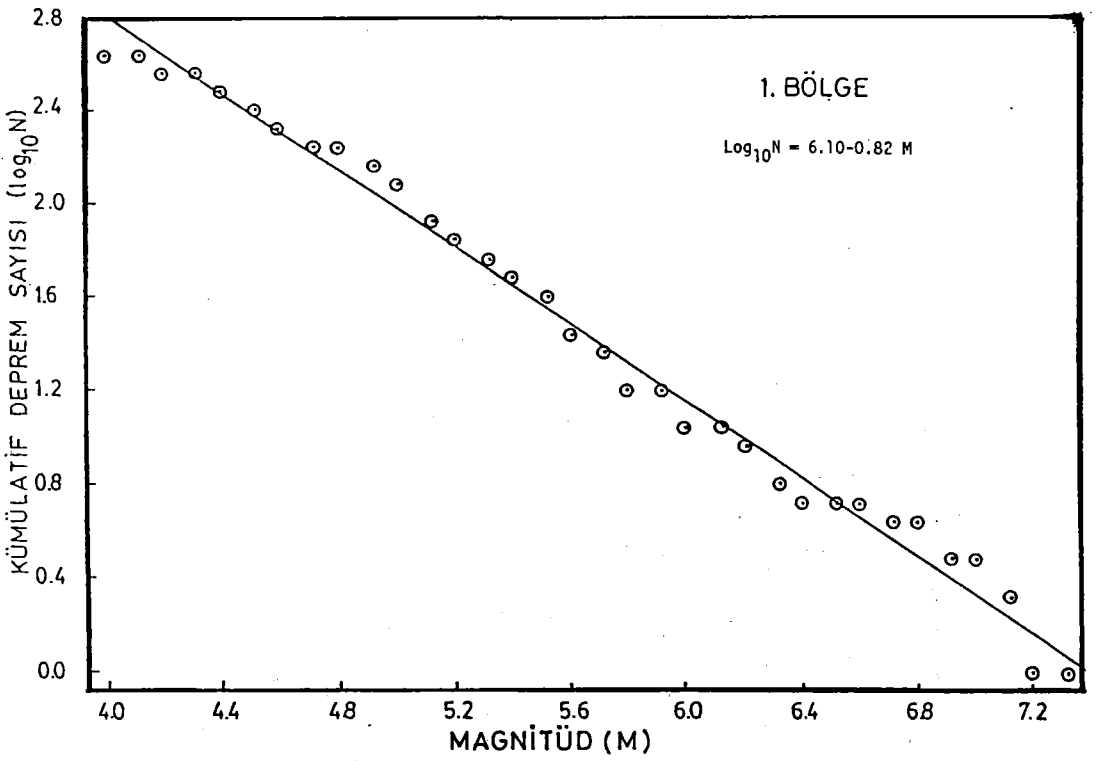
(1)



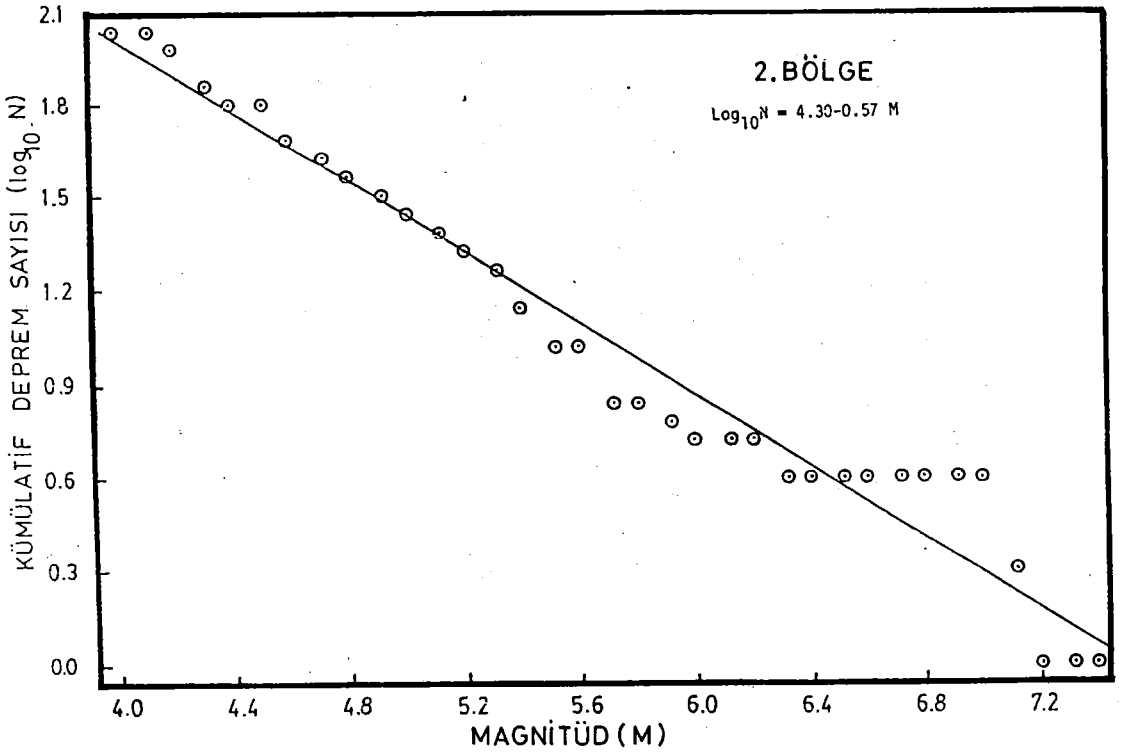
Şekil 1. Batı Anadolu'daki depremlerin magnitüdüne göre episantr haritası (1930-1990).



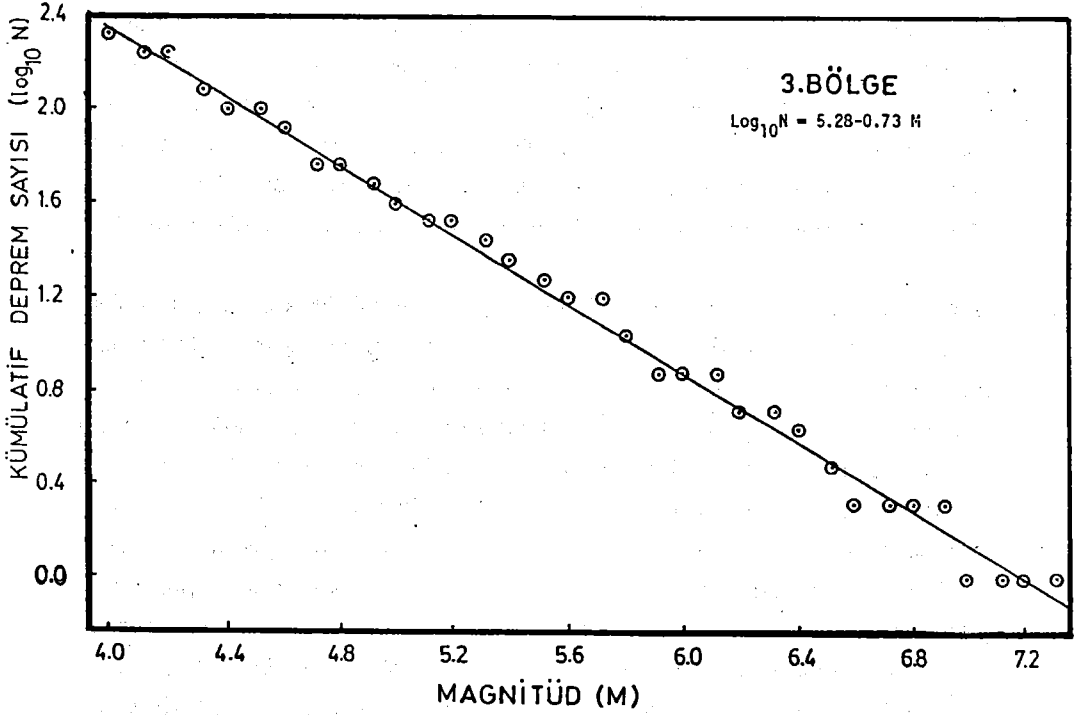
Şekil 2. Seçilen bölgelerin bulduru haritası.



Şekil 3. Magnitüd-frekans bağıntısı (1. Bölge).



Şekil 4. Magnitüd-frekans bağıntısı (2. Bölge).



Şekil 5. Magnitüd frekans bağıntısı (3. Bölge).

Çizelge 1. Bölgelerin en küçük kareler yöntemiyle bulunan a ve b parametreleri ($\Delta M=0.1$).

BÖLGE	1.BÖLGE	2.BÖLGE	3.BÖLGE	TÜM BÖLGE
a	6.10	4.30	5.28	6.09
b	0.82	0.57	0.73	0.75

Çizelge 2. Bölgelerin en küçük kareler yöntemiyle bulunan a ve b parametreleri ($\Delta M=0.5$).

BÖLGE	1.BÖLGE	2.BÖLGE	3.BÖLGE	TÜM BÖLGE
a	6.18	4.51	5.24	6.14
b	0.79	0.57	0.67	0.71

Çizelge 3. İncelenen depremlerin toplam sayısı (1930-1990, $M \geq 4.0$).

BÖLGE	N	N%	N'(ORTALAMA)
1	460	59.7	7.54
2	117	15.2	1.92
3	194	25.1	3.18
TOPLAM	771	100.0	12.64

Burada N, magnitüdü M ve daha büyük depremlerin sayısını göstermektedir. a ve b ise katsayılarıdır. a inceleme alanının genişliğine, gözlem dönemine ve deprem etkinliğinin düzeyine bağlı olarak değişmektedir. b değeri deprem oluşumunun fiziği ile doğrudan ilişkili olduğundan depremlerin istatistik analizinde önemli bir yer tutar. Hesaplanan b değerleri kullanılan verilere, yöntemlere, depremlerin normal ve kümülatif frekanslara bağlı olarak değişir.

Seçilen bölgeler için magnitüd-frekans bağıntısı en küçük kareler yöntemiyle magnitüd aralığı $\Delta M=0.1$ ve $\Delta M=0.5$ için hesaplanmıştır. $\Delta M=0.1$ için magnitüd-frekans bağıntılarının Şekil 3, 4 ve 5 'de grafikleri çizilmiştir. Çizelge 1 ve Çizelge 2'de ise en küçük kareler yöntemiyle hesaplanan a ve b parametreleri verilmiştir. Deprem verileri bu bölgeler için, depremlerin yıllık oluşumlarına ve magnitüdülerine göre sınıflandırılmışlardır. Bu sınıflamanın sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. N, depremlerin toplam sayısını ve N' yıllık ortalamayı belirtmektedir (T=61 yıl). Batı Anadolu bölgesinde depremsellik parametresi olan b değerleri çeşitli araştırmacılar tarafından farklı bulunmuştur. Buna göre Numanoğlu (1968) b değerini 0.53, Tabban ve diğer., (1975) 0.61 ve Alptekin (1978) 0.76 olarak hesaplamışlardır. Bu çalışmada, b değerleri en küçük kareler yöntemi kullanılarak 0.1 birim ve 0.5 birim magnitüd adımlaması göz önüne alınarak 0.75 ve 0.71 olarak bulunmuştur.

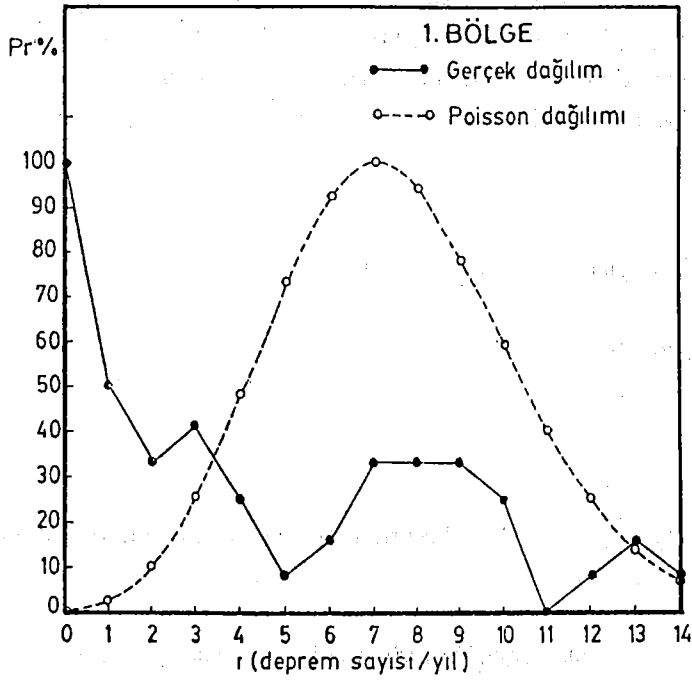
DEPREM OLUŞ UMLARININ POISSON DAĞILIMI

Depremlerin zamana göre oluşumu gelişigüzel bir süreç olarak alınmaktadır. Geçmişte gözlenen depremlerle beklenecek depremlerin tahmini stokastik modellerle ifade edilmektedir. Lomnitz (1966)'da büyük depremlerin oluşumu için Poisson modelini kullanmıştır. Poisson modelinde deprem olaylarının birbirinden bağımsız oldukları varsayılarak depremlerin oluşumu zaman uzayında bir Poisson süreci olarak alınmaktadır.

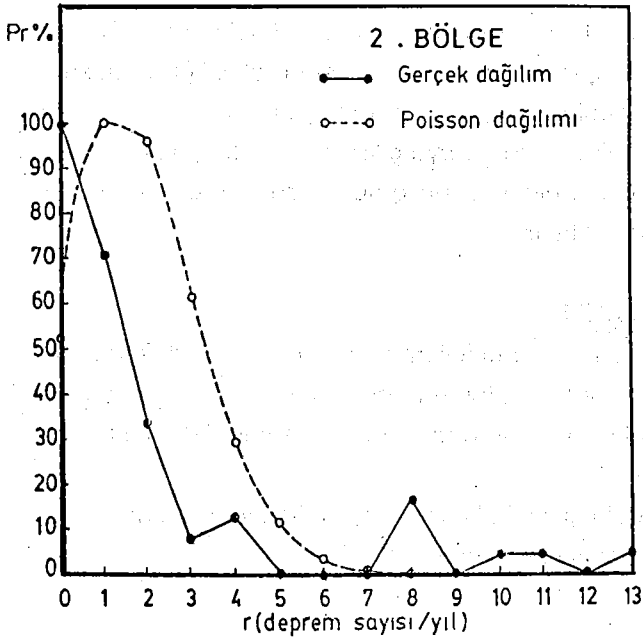
Çalışmamızda depremlerin oluşumlarının bir Poisson dağılımı olduğu ve magnitüdülerinin birbirinden bağımsız ve eşit olarak dağıldığı kabul edilirse, t zaman aralığında magnitüdüleri M'den büyük N depremin oluşum olasılığı

$$P(N, t) = \frac{(\lambda t)^N e^{-\lambda t}}{N!} \quad (2)$$

Burada, λ , birim zamandaki deprem sayısıdır.



Şekil 6. Depremlerin olasılık dağılımları (1. Bölge).



Şekil 7. Depremlerin olasılık dağılımları (2. Bölge).

Seçilen bölgelerdeki deprem sayılarının yıllara göre düzenlenmesiyle, depremlerin yıllık sayılarının gerçek dağılımı hesaplanabilmektedir. Bu hesaplama ile elde edilen veriler teorik Poisson dağılımıyla karşılaştırılabilir. Buradan Poisson dağılımı aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$Pr = \frac{h^r \cdot e^{-h}}{r!} \quad (3)$$

h = depremlerin yıllık ortalama sayısıdır.

Gerçek dağılım ise,

$$Pr = \frac{n_r}{\sum_{r=0}^N n_r} \quad (4)$$

n_r = r sayıdaki depremin yıllık oluşumlarıdır. Her iki dağılımda r , bir yılda olan depremlerin sayısıdır.

Her bölge için olasılık dağılımları yüzde olarak Şekil 6, 7 ve 8'de çizilmiştir. Bu şekillerden şu sonuç çıkarılabilir. Gerçek dağılım maksimum değer çevresinde Poisson dağılımının altında uzanmakta ve eğrinin uç kısımlarında ise onu kesmektedir. Dolayısıyla gerçek dağılımın Poisson dağılımından sapması, ya da her iki dağılım arasındaki farklılık ortalama değer çevresinde pozitif, ve her iki uçlarda ise negatif olmaktadır. Böylece, bir deprem oluştuğunda başka depremlerin oluşma olasılığı artmakta ya da bazı bilinmeyen nedenler dolayısıyla depremlerin bir grup ya da deprem fırtınası şeklinde olma olasılıkları ortaya çıkmaktadır. Başka bir deyişle, büyük ya da küçük depremlerin oluşları, bir grup ya da deprem fırtınası şeklinde olma olasılığını taşımaktadır.

POISSON MODELİ

Deprem oluşumunu modellemekte en çok kullanılan model Poisson modelidir. Bu modelde, deprem oluşumunun bir Poisson dağılımı olduğu kabul edilmekte ve deprem olma olasılığı (2) nolu bağıntı ile ifade edilmektedir.

Böyle bir modelde, kümülatif frekans dağılımı, yani t zaman aralığında N veya daha az deprem bulunma olasılığı,

$$F(N, t) = \sum_{k=0}^N \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t} \quad (4)$$

ile verilir. Poisson dağılımında deprem oluşları arasındaki zamanlar negatif üstel dağılımı gösterirler.

$$P(t) = -\lambda e^{-\lambda t} dt \quad (5)$$

Burada P, iki deprem arasındaki verilen bir zaman aralığının, (t, t+dt) zaman aralığı içerisine düşme olasılığıdır. Buna karşılık gelen kümülatif dağılım fonksiyonu,

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad (6)$$

dir. F(t), iki deprem arasındaki verilen bir zaman aralığının t ve daha az olma olasılığıdır.

Poisson modeline göre bir sonraki depremin oluşması için geçen bekleme zamanının dağılımı, bir önceki depremin oluşundan itibaren geçen zamandan etkilenmez ve istatistik veriler Poisson modelinin büyük depremler için geçerli olduğunu göstermektedir.

Kümülatif frekans $N_c(M)$ ile normal frekans $N(M)$ arasındaki bağıntıdan:

$$a' = a - \text{Log}(b \ln 10) \quad (7)$$

elde edilir. Gutenberg-Richter (1954) tarafından verilen magnitüd-frekans bağıntısı:

$$N(M) = 10^{a-bM} \quad (8)$$

şeklinde yazılabilir. Bunun incelenen zaman periyodu T'ye bölünmesi ile;

$$\frac{N(M)}{T} = \frac{10^{a-bM}}{T} \quad (9)$$

elde edilir. Her iki tarafın logaritması alınarak,

$$\text{Log}(N(M)T) = a - bM - \text{Log}T \quad (10)$$

ve buradan da,

$$n(M \geq M_1) = 10^{a-bM-\text{Log}T} \quad (11)$$

bulunur. Bu bağıntıdan,

$$\begin{aligned} a_1 &= a - \text{Log}T \\ a_1 &= a' - \text{Log}T \\ n(M) &= 10^{a'-bM} \end{aligned} \quad (12)$$

elde edilir. Bu bağıntılar yardımıyla verilen bir zamanda magnitüdü verilen bir M_1 değerinden büyük veya ona eşit olan depremlerin yıllık ortalama sayısı $n(M \geq M_1)$ (Tuksal, 1976) ve sismik risk değerleri hesaplanabilir (Gencoğlu, 1972, Tabban ve Gencoğlu, 1975). Bunun için Şekil 3, 4 ve 5 'den ve yukarıdaki bağıntılardan bulunan depremsellik parametreleri Çizelge 4 ve 5'de gösterilmiştir.

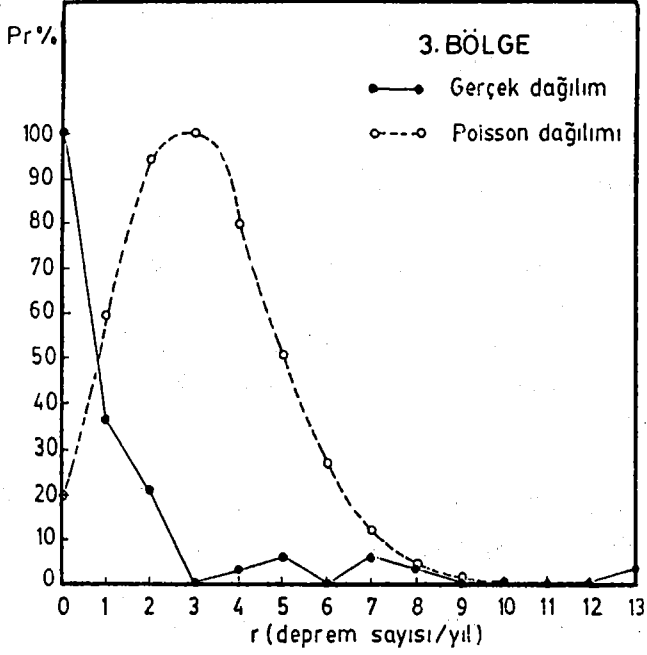
(12) no.lu bağıntılar kullanılarak seçilen üç bölge için sismik risk değerleri,

$$R(M) = 1 - e^{-n(M)T} \quad (13)$$

bağıntısından bulunur. Çizelge 4'deki değerler kullanılarak üç bölge için hesaplanan sismik risk değerleri Çizelge 6'da verilmiştir. Çizelge 5'deki değerleri kullanarak bulunan sismik risk değeri Çizelge 7'de verilmiştir. Bu çizelgeler incelendiğinde, örneğin, Çizelge 6'dan, 2. bölgede 61 yıllık bir zamanda magnitüdü $M \geq 7.0$ olan bir depremin olma olasılığı %80 olarak bulunmuştur. Aynı şekilde, Çizelge 7'den, 2. bölgede 61 yıllık bir zamanda magnitüdü $M \geq 7.0$ olan bir depremin olma olasılığı %90 olarak bulunmuştur.

$n(M)$ değerlerinden dönüş periyodu yıl olarak hesaplanabilir. Bunun için,

$$Q = \frac{1}{n(M)} \quad (14)$$



Şekil 8. Depremlerin olasılık dağılımları (3. Bölge).

Çizelge 4. Depremsellik parametreleri ($\Delta M=0.1$).

BÖLGE	a	b	a'	a ₁	a ₁ '
1	6.10	0.82	5.82	4.31	4.03
2	4.30	0.57	4.18	2.51	2.39
3	5.28	0.73	5.05	3.49	3.26

Çizelge 5. Depremsellik parametreleri ($\Delta M=0.5$).

BÖLGE	a	b	a'	a ₁	a ₁ '
1	6.18	0.79	5.92	4.39	4.13
2	4.51	0.57	4.39	2.72	2.60
3	5.24	0.67	5.05	3.45	3.26

bağıntısı kullanılır. Bulunan sonuçlar Çizelge 6 ve 7 'de gösterilmiştir. 2. bölgede magnitüdü $M \geq 7.0$ olan depremin tekrarlanması için 39.2 yıl geçmesinin gerekli olduğu 0.1 magnitüd adımlamasıyla, aynı magnitüdeki depremin tekrarlanması için 24.2 yıl geçmesinin gerekli olduğu 0.5 magnitüd adımlamasıyla bulunmuştur.

SONUÇLAR

Batı Anadolu'da episantr haritalarının incelenmesinden, depremlerin çöküntü alanlarının her iki tarafında sıralandıkları görülmüştür. Batı Anadolu'da, deprensellik parametrelerinden a ve b değerleri seçilen bölgelere göre en küçük kareler yöntemiyle hesaplanarak bulunan sonuçlardan bölgeler arası sismik aktivitenin farklı olduğu görülmüştür. Tüm bölge için $\Delta M=0.1$ adımlamasıyla $a=6.09$ ve $b=0.75$, $\Delta M=0.5$ adımlamasıyla $a=6.14$ ve $b=0.71$ bulunmuştur.

Batı Anadolu'da 1930-1990 yılları arasında magnitüdü $M \geq 4.0$ olan depremlerin Poisson dağılımına uydukları görülmüştür. 0.1 birim magnitüd aralığı seçilerek yapılan sismik risk tahminlerine göre, 1. Bölgede, 60 yıl içerisinde magnitüdü $M \geq 7.0$ olan bir depremin oluşum olasılığı %70, 2. Bölgede %80 ve 3. Bölgede %60 olarak bulunmuştur. Aynı magnitüdeki depremin tekrarlanması için geçmesi gereken zaman 1. Bölgede 50.3, 2. Bölgede 39.2 ve 3. Bölgede 69.3 yıl olarak bulunmuştur.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

Alptekin, Ö., 1978, Türkiye ve çevresindeki depremlerde magnitüd-frekans bağıntıları ve deformasyon boşalımı: Doçentlik Tezi, K.T.Ü., 107 s.

Alsan, E., Tezuçan, L. and Bath, M., 1976, An earthquake catalogue for Turkey for the interval 1913-1970: Rapor No. 7-75, Kandilli Rasathanesi, İstanbul.

Gencoğlu, S., 1972, Kuzey Anadolu Fay hattının sismisitesi ve bu zon üzerinde sismik risk çalışmaları: Kuzey Anadolu Fay ve Deprem Kuşağı Sempozyumu, M.T.A. Enstitüsü, Ankara.

Çizelge 6. Bölgelerin sismik risk değerleri ($\Delta M=0.1$).

1. BÖLGE

M	N	SİSMİK RİSK						DÖNÜŞ PERİYODU (YIL)
		10	20	30	40	50	60	
6.0	0.1314	0.7	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	7.6
6.5	0.0511	0.4	0.6	0.8	0.9	0.9	1.0	19.6
7.0	0.0199	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	50.3

2. BÖLGE

M	N	SİSMİK RİSK						DÖNÜŞ PERİYODU (YIL)
		10	20	30	40	50	60	
6.0	0.0948	0.6	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	10.6
6.5	0.0492	0.4	0.6	0.9	0.9	0.9	0.9	20.3
7.0	0.0255	0.2	0.4	0.5	0.7	0.7	0.8	39.2

3. BÖLGE

M	N	SİSMİK RİSK						DÖNÜŞ PERİYODU (YIL)
		10	20	30	40	50	60	
6.0	0.0775	0.5	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0	12.9
6.5	0.0334	0.3	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	29.9
7.0	0.0144	0.1	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	69.3

Çizelge 7. Bölgelerin sismik risk değerleri ($\Delta M=0.5$).

1. BÖLGE

M	N	SİSMİK RİSK						DÖNÜŞ PERİYODU (YIL)
		10	20	30	40	50	60	
6.0	0.1764	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	4.0
6.5	0.0815	0.6	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	10.0
7.0	0.0377	0.3	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9	24.8

2. BÖLGE

M	N	SİSMİK RİSK						DÖNÜŞ PERİYODU (YIL)
		10	20	30	40	50	60	
6.0	0.1537	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	6.5
6.5	0.0797	0.5	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0	12.5
7.0	0.0414	0.3	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9	24.2

3. BÖLGE

M	N	SİSMİK RİSK						DÖNÜŞ PERİYODU (YIL)
		10	20	30	40	50	60	
6.0	0.1764	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	5.7
6.5	0.0815	0.6	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0	12.3
7.0	0.0377	0.3	0.5	0.7	0.8	0.8	0.9	26.5

Gutenberg, B. and Richter, C.F., 1942, Earthquake magnitude, intensity energy and acceleration: Bull. Seism. Soc. Am., V. 32, pp. 163-191.

Lomnitz, C., 1966, Statistical prediction of earthquakes: Rev. Geophys. V.4, pp. 377-393.

Numanoğlu, B., 1978, Batı Anadolu'nun deprem risk analizi: Deprem Araştırma Enst. 21, 44-52.

Shebalin, N.V., Karnik, V. and Hadzievski, D., 1974, Editors, Catalogue of Earthquakes, Part I, 1901-1970, and Part II, prior to 1901, UNESCO, Publ. Skopje.

Tabban, A. ve Gencoğlu, S., 1975, Deprem ve parametreleri: Deprem Araştırma Enstitüsü Bült., 11, 7-83.

Tuksal, İ., 1976, Seismicity of the North Anatolian Fault system in the domain of space, time and magnitude. M.S. Thesis, Saint-Louis University, Saint-Louis, Missouri.

DEPREM ARAŞTIRMA BÜLTENİ YAYIN KOŞULLARI

1. Bültene gönderilecek telif ve tercüme yazılarına :
 - a) Depremle doğrudan doğruya, ya da dolaylı yoldan ilgili olması.
 - b) Bilimsel ve teknik bir değer taşıması.
 - c) Yurt içinde daha önce başka bir yerde yayınlanmamış olması.
 - d) Daktilo ile ve kağıdın yalnız bir yüzüne en az iki nüsha olarak yazılmış bulunması.
 - e) Şekillerin aydınlatılmış kağıdına çini mürekkebi ile çizilmiş olması.
 - e) Fotoğrafların net ve klişe alınmasına müsait bulunması gerekmektedir.
2. Telif araştırma yazılarının baş tarafına araştırmanın genel çerçevesini belirten en az 200 kelimelik İngilizce, Fransızca ya da Almanca bir özet konulmalıdır.
3. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı mensubu elemanları tarafından hazırlanan ve telif ya da tercüme ücreti ödenerek yayınlanacak olan yazıların, mesai saatleri dışında hazırlanmış olduğu yazara derleyen, ya da çevirenin bağlı bulunduğu birim amiri tarafından (genel müdürlüklerde daire başkanı, müstakil birimlerde birim amiri) verilecek bir belge ile belgelendirilmesi zorunludur. Bu belge ile birlikte verilmeyen yazılar için ücret ödenmez.
4. Telif ve tercüme ücretleri ancak yazı bülteinde yayımlandıktan sonra tahakkuka bağlanır.
5. Bülteinde yayınlanacak yazılara, «Kamu Kurum ve Kuruluşlarına Odanacak Telif ve İşlenme Ücretleri Hakkında Yönetmelik» esaslarına göre ücret ödenir.
6. Yazılarda bulunan şekiller için, gerekli olan asgari alan içinde bulunabilecek kelime sayısına göre ücret takdir edilir.
7. Yazıların bülteinde yayınlanması Genel Müdürlüğümüz bünyesinde teşekkül eden Uzmanlar Kurulunun kararı ile olur.
8. Seçmeyi yapacak Uzmanlar Kurulu 5. maddede sözü edilen asgari alanları hesaplamaya, yazı sahiplerine gereksiz uzatmaların kısıtlanmasını teklif etmeye, verilecek ücrette esas teşkil edecek kelime sayısını tesbit etmeye ve yazıların yayın sırasını tayine yetkilidir.
9. Kurulca incelenen yazıların bülteinde yayınlanıp yayınlanmayacağı yazı sahiplerine yazı ile duyurulur.
10. Yayınlanmayacak yazılar bu duyurmadan sonra en geç bir ay içinde sahipleri tarafından geri alınabilir. Bu süre içinde alınmayan yazıların korunmasından Genel Müdürlüğümüz sorumlu değildir.
11. Yayınlanan yazılardaki fikir, görüş ve öneriler tamamen yazarlarına ait olup, Afet İşleri Genel Müdürlüğünü bağlamaz ve Genel Müdürlüğümüzün resmi görüşünü yansıtmaz.
12. Diğer kuruluşlar ve Bakanlık mensupları tarafından bilgi, haber tanıtma vb. gibi nedenlerle gönderilecek not ve açıklamalar, ya da bu nitelikteki yazılar için ücret ödenmez.
13. Genel Müdürlüğümüz mensupları Genel Müdürlükçe kendilerine verilen görevlere ait çalışmalarından ötürü her hangi bir telif ya da tercüme ücreti talep edemezler.