



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

# DEPREM ARAŞTIRMA BÜLTENİ

25



## Deprem Araştırma Bülteni (DAB)

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



Nisan [April] / 1979  
Cilt [Volume]: 6

# Sayı [Issue]: 25

## ARAŞTIRMA [RESEARCH]

Büyük Menderes Alçalımı ile Menderes Masifi Yükseliminin Sınırını Oluşturan Kuşağa Uygulanan Bir Deprem Öncesi Çalışması [A Pre-Earthquake Study Applied to the Belt Forming the Boundary of Büyük Menderes Graben and Menderes Massif Horst]

Selçuk SİPAHİOĞLU ..... 5-27

## ARAŞTIRMA [RESEARCH]

Batı Anadolu için Geliştirilmiş Deprem Büyüklüğü-Şiddet-Uzaklık İlişkisi [Developed Earthquake Magnitude-Intensity-Distance Relationship for Western Anatolia]

Demir KOLÇAK, Selçuk SİPAHİOĞLU ..... 28-47

## ARAŞTIRMA [RESEARCH]

Tsunami (Deniz Taşması) ve Türkiye Kıyılarını Etkilemiş Tsunamiler [Tsunami and Tsunamis Affecting Turkish Coasts]

Hüseyin SOYSAL ..... 48-56

## ARAŞTIRMA [RESEARCH]

Depremle İlgili Zaman Parametrelerinin Elde Edilmesinde Kullanılan Laboratuvar Deneyleri [Laboratory Experiments Used to Obtain Earthquake-Related Time Parameters]

Kemal ÖZÜDOĞRU ..... 57-69

**DEPREM  
ARAŞTIRMA  
ENSTİTÜSÜ  
BÜLTENİ**

**25**

# DEPREM ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ BÜLTENİ

25



**DEPREM ARAŞTIRMA  
ENSTİTÜSÜ BÜLTENİ**

★

Üç Ayda Bir Yayınlanır  
Bilim ve Meslek Dergisi

★

**Sahibi**

İmar ve İskan Bakanlığı adına  
Oktay Ergünay  
Deprem Araştırma Enstitüsü Başkanı

★

**Yazı İşleri Müdürü**

Aysel Özlil  
Deprem Araştırma Enstitüsü  
Yayın ve Dökümantasyon Müdürü

★

**Yönetim Yeri ve Yazışma Adresi**

Deprem Araştırma Enstitüsü  
Başkanlığı Yüksel Caddesi No. : 7/B

★

**Yenişehir/ANKARA**

**Telefon : 18 66 29 — 17 69 55**

★

**Baylan Matbaası 30 24 87 — 30 24 93**

★

**İlanlar pazarlığa tabidir.**

## Deprem Araştırma Enstitüsü Bülteni

YIL : 6

SAYI : 25

NİSAN : 1979

### BU SAYIDA

Büyük Menderes Alçalımı İle Menderes Masifi Yükseliminin Sınırını Oluşturan Kuşğa Uygulanan Bir Deprem Öncesi Çalışması .....

Selçuk SİPAHIOĞLU

Batı Anadolu İçin Geliştirilmiş Deprem Büyüklüğü-Şiddet-Uzaklık İlişkisi .....

Demir KOLÇAK  
Selçuk SİPAHIOĞLU

Tsunami ve Türkiye Kıyılarını Etkilemiş Tsunamiler .....

Hüseyin SOYSAL

Depremle İlgili Zaman Parametrelerinin Elde Edilmesinde Kullanılan Laboratuvar Deneyleri .....

Kemal ÖZÜDOĞRU

**BÜYÜK MENDERES ALÇALIMI İLE MENDERES MASIFI  
YÜKSELİMİNİN SINIRINI OLUŞTURAN KUŞAĞA UYGULANAN  
BİR DEPREM ÖNCESİ ÇALIŞMASI**

Selçuk SİPAHIOĞLU (\*)

**ABSTRACT**

This is a pre-earthquake study carried out for the boundary between the uplifted Menderes Massive and the subsided Büyük Menderes River Valley. With this work, it has been tried to define the future seismic activity along the mentioned zone using geological and geophysical data obtained and/or gathered especially for the study.

The results obtained from this research were outlined as follow :

- i) In the catalogues, there were 23 historical earthquakes occurred before 1900 for the studied area. But, the 14 historical earthquakes were added to the formers by obtaining data from the new sources. Therefore, their total number, increasing 50 %, reached up to 42.
- ii) This study also brought some additional descriptions for the historical earthquakes which were given in the catalogues.
- iii) The seismotectonic character of the studied area was outlined as follow :

a. The boundary between the uplifted Menderes Massive and the subsided Büyük Menderes River Valley is the candidate for a higher seismic activity in the future. Because, it is a zone in which the contrast tectonic movements take place in the present as it was generated in its past continuously.

b. Earthquakes, occurred in the past along this zone having greater intensity values than VIII or magnitude above 6.0, are related with the large surface faultings.

(\*) İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü



- c. These surface faults generally show same peculiarities of Quaternary displacements.
  - d. Earthquakes which have occurred within this zone, are shallow and their depths of hypocenter generally vary from 0 to 60 kilometers.
  - e. Large earthquakes occurred within this zone, are related with either the faults which were formed before the events or a new segment were originated by each of large earthquakes.
  - f. Instrumental data of the earthquakes, occurred between 1913 and 1970, show that most of the were originated in the depths of hypocentral levels of 40, 0, 10, 30 km respectively.
  - g. This zone will probably show same seismicity pattern in the future as it has shown in its historical times. Because, there isn't any distinctive evidence about the changing in its tectonic regime of its past.
- iv) None of the historical and instrumental epicenter distribution for the studied area is available to define the current trends of faults. Therefore, geological data must be used necessarily to evaluate the future seismic activity.

## Ö Z E T

Bu araştırma, Büyük Menderes Alçalımı ile Menderes Masifi Yükselimi'nin sınırını oluşturan kuşağa uygulanan, bir deprem öncesi çalışmasına yönelik bulunmaktadır. Geçmişin jeoloji ve jeofizik verilerini kullanarak geleceğin deprem etkinliğini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Yapılan bu araştırma ile :

- i) Bölgenin tarihsel depremlerinin sayısı, bugün kataloqlarda var olanların % 50'si kadar artmıştır.
- ii) Bugün kataloqlarda var olan depremlere ait daha ayrıntılı bilgiler elde edilmiştir.
- iii) Gerek tarihsel dönem (1900 öncesi) depremlerine ait gözlemsel, gerekse aletsel dönem (1900 sonrası) depremlerine ait aletsel verilere dayanan dış merkez dağılımlarının, bugün var olan faylanmaların konumlarını tanımlamaya yeterli olmadığı saptanmıştır. Bu nedenle, bölgenin gelecekteki deprem etkinliğini öğrenebilmek için, jeoloji verilerinin de kullanılmasının, gerekli, olduğu yargısına varılmıştır.
- iv) Bölgenin sismotektonik özellikleri belirlenmiştir.

## 1 GİRİŞ

Dünyanın belirli deprem kuşaklarından biri üzerinde yer alan ülkemiz, hemen her yıl oluşan şiddetli bir depremle büyük mal ve can kaybına uğramaktadır. Son elli yılda, ülkemizde meydana gelen yirmi yıkıcı deprem, en az 50.000 kişinin ölümüne, 125.000 kişinin yaralanmasına ve 315.000'den fazla binanın yıkılmasına neden olmuştur. (M.J. Duard, 1975). Bu demektir ki yılda ortalama 2.500 kişi hayatlarını kaybetmekte, 6.300 ev de hasar görmekte veya yıkılmaktadır. Konuya bir başka yönden bakıldığında, aynı büyüklükteki depremlerin neden olduğu can ve mal kayıplarının, ülkelerin gelişmişlik durumlarıyla da ilgili olduğu görülmektedir. Bu durum, ülkemizin doğusu ile batısı için bile söz konusu olabilecek bir özelliktir.

Gelişmiş ülkelerde can kaybının az oluşu, bir taraftan modern kurtarma ve acil yardım tekniklerine bağlanırken diğer taraftan da, deprem öncesi yapılan ve jeofizik - jeoloji kökenli çalışmaların yaygın olarak sürdürülmesi nedeniyle dir.

Ülkemizde bugün, maalesef, modern kurtarma ve acil yardım teknikleri beklenen düzeyde olmayıp, önemi bilinmekle birlikte, deprem öncesi çalışmalarına da gerekli ilgi gösterilmemektedir. Başka bir deyişle, hem jeoloji hem de jeofiziğin ilgili konularını içermek üzere, bugüne kadar yapılan çalışmaların sayısı, ne yazık ki çok azdır. Eğer ülkemizde, depremlerin getirdiği can ve mal kayıplarını en aza indirmek istiyorsak, yerbilimcileri olarak, uygulamaya dönük ürünlerimizi, biran önce, yararlanmaya sunmak zorunluluğundayız.

### 1.1. DEPREM ÖNCESİ ÇALIŞMALARININ NİTELİKLERİ

Depremlerin neden olduğu can ve mal kayıplarını en aza indirme yolunda, yerbilimcilerin yapmakta olduğu çalışmalar, gelecekte oluşacak herhangi bir depremin;

- i) Yerini,
- ii) Büyüklüğünü,
- iii) Zamanını

saptamaya yönelik bulunmaktadır. Bu nedenle, bir bölgenin neresinde, ne büyüklükte ve ne zaman deprem olabileceğini saptamak için yapılan, jeoloji-jeofizik kökenli her çalışma, bir deprem öncesi çalışması demektir.

Bugün elimizde, 1900'lerden bu yana, giderek daha da modernleştirilen, son derecede duyarlı deprem kayıt aletleri vardır. Fakat bunlardan elde edilen verilerle, yakın bir geçmişte kapsadıkları için, geleceğin depremlerini belirlemede, yeterli ve güvenilir sonuçlara varma olasılığı azdır. Bu aletsel deprem verilerini, tarihsel (1900'den önceye ait) deprem verileriyle pekiştirmek yararlıysa da her bölge için, büyük bir geçmiş kapsayan kayıtları elde etmek, her zaman, olanaklı olamamaktadır.

Paleontolojik, jeokronolojik ve diğer yöntemleriyle, milyonlarca yıllık bir oluşum geçmişini yansıtabilen jeoloji de, bugün tek başına, geleceğin depremlerini, nicel değerler ölçüsünde, belirleme olanağına sahip değildir.

O halde, yukarıda sıralanan ve daha da çoğaltılması olanaklı olan bu veri kaynakları yani jeoloji ve jeofizik kökenli veriler, bir yerin gelecekteki deprem etkinliğini belirlemede, dolayısıyla deprem kayıp ve zararlarını en aza indirme çalışmalarında, **birlikte kullanılmalı** ya da birbirleriyle pekiştirilmelidir. Yalnız jeoloji ya da jeofizik konularıyla ilgili olarak yapılan çalışmaların ne denli yanıtıcı sonuçlar getirebileceğini, ülkemizden bir örnekle sunmayı yararlı buluyorum.

Sakarya Nehri ile Van gölü arasındaki bölümü yaklaşık 1150 km'yi bulan Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) geçtiği yerlerde, elimizdeki kataloglara göre, magnitüdü 5.5 ve daha büyük olan yıkıcı depremler (Liste 1), 1900'lerden başlayan aletsel dönemin 1939'dan sonraki ikinci 40 yıllık kısmında meydana gelmişlerdir. Büyük magnitüdülü yıkıcı depremler yönünden, sakin geçtiği kabul edilebilen ilk 40 yılın sonunda fakat 1939 Erzincan depreminden önce, bir araştırmacı, birinci 40 yılın aletsel verilerine dayanarak, geleceğin depremlerini belirlemek için bir çalışma yapsaydı, ikinci 40 yılın da sakin geçeceği sonucuna varabilecekti. Oysa, ikinci 40 yılda yani 1939'dan günümüze dek, adı geçen kuşakta 9 yıkıcı deprem meydana geldi.

Bu örnekteki gibi bir yanığaya düşmemek için, aletsel deprem verilerinin yanında, tarihsel deprem verilerini de araştırma, değerlendirme ve bunları geleceğin depremlerini belirleme çalışmalarında kullanma zorunluluğu, kendiliğinden ortaya çıkmış oluyor. Tarihsel kaynakları son derecede bol olan ülkemizde, tarihsel depremlerle ilgili çalışmalar, henüz sonuçlanmış değildir. Tarihsel depremler için her geçen gün yeni kaynaklar bulunmakta ve bunların sayıları, yeni oluşan depremler gibi, hızla artmaktadır. O halde, geleceğin depremlerini belirlemede, aletsel ve tarihsel deprem verileri yanında, başka verilerin de araştırılması gerekmektedir.

Bugün, biliyoruz ki depremlerin büyük bir çoğunluğu, yerkabuğunun süregelmekte olan tektonik gelişimine paralel olarak oluşmaktadır. Bunun sonucu

TARİH	ADI	MAGNİTÜD	FAY BOYU (km)	GÖZLENEN MAKSİMUM YATAY ATIM (m)
27.12.1939	Erzincan Depremi	7.9	340	3.70
20.12.1942	Erbaa-Niğsar Depremi	7.0	40	1.75
27.11.1943	Kastamonu-Samsun Depremi	7.2	280	1.50
1. 2. 1944	Bolu-Gerede Depremi	7.2	180	3.50
31. 5.1946	Varto-Üstükran Depremi	5.7	30	?
13. 8. 1951	Kurşunlu Depremi	6.9	12	?
26. 5. 1957	Abant Depremi	7.1	40	1.60
19. 8. 1966	Varto Depremi	6.9	?	?
22. 7. 1967	Adapazarı-Mudurnu Vadisi Depremi	7.2	60 (80)	1.90

Liste 1. Kuzey Anadolu Fayı boyunca 1939 yılından sonra oluşmuş yıkıcı depremler. Listedeki magnitüdü değerleri E.Alsan, L.Tezuçan, M.Bath (1975)'den ve fay boylarıyla gözlenen maksimum yatay atım değerleri İ.Ketin (1969)'dan alınmıştır.

olarak, deprem dışmerkezlerinin dağılımlarıyla faylanmalar arasında birtakım ilişkiler şekillenmektedir. Örneğin, her yıkıcı depremde bir faylanmanın gözlenmesi ya da bu tip depremlerin, var olan bazı fayların gençleşmeleriyle ilgili bulunmaları gibi. Öyleyse, depremleri oluşturan ve yüzeyin biçimsel görünümüne, büyüklükleri oranında, birtakım değişiklikler getiren tektonik gelişimin incelenmesine, büyük bir önem verilmelidir.

Günümüzün tektonik etkinliği, kuvaterner ile başlayan ve halâ devam eden gelişimin bir parçası olduğundan, geleceğin deprem etkinliği de büyük bir olasılıkla kuvaterner yağlı faylarla, daha eski fakat kuvaternerde gençleşmiş faylar boyunca oluşacaktır. Bu nedenle, geleceğin depremlerini belirlemek, dolayısıyla deprem kayıp ve zararlarını en aza indirmek istiyorsak, öncelikle, ülkemizin kuvaterner tektonik gelişimiyle ilgilenmek, bu gelişimi iyi tanımak ve tanımlamak zorundayız.

Geçmişte oluşmuş depremlerin dışmerkez dağılımı ve söz konusu depremlerle birlikte meydana gelmiş faylanmalar, tanımlamanın temelini oluşturmaktadırlar. Faylanmaların yapı taşları olan deprem dışmerkezlerinin gerçek dağılımını ortaya koymak için günümüzden geriye, olabildiğince uzun bir geçmişe inebilen ve standart ölçülerde hazırlanmış deprem kataloglarına gereksinim duyulmaktadır. Çünkü, gelecekte, üzerinde etkinlik olabileceğine karar verebileceğimiz fayları tanımlamak ve onlar için Fay Haritaları (strip map) yapabilmek, ilk aşamada, ancak, oluşlarıyla büyük kayıplara neden olmuş depremlerin büyüklük ve dışmerkezlerinin bilinmesiyle olanaklı olabilmektedir.

Ülkemizin depremlerden zarar görmüş bölgelerinin tümü hakkında, aynı açıklıkta tarihsel bilgilere sahip değiliz. Fakat uzun bir geçmişle ilgili ve oldukça zengin bilgilere sahip olduğumuz bölgelerde, depremlerin dışmerkez dağılımlarıyla faylanmalar arasında kurabileceğimiz ilişkiler ve bu faylanmaların fizyografik özellikleri, tarihsel geçmişleri karanlık olan başka bölgelerdeki aynı fizyografik özellikleri gösteren faylanmaların, gelecek için ne denli tehlikeli olabileceğini anlamada, bize büyük yararlar sağlayacaktır.

Bu araştırma, geçmişe ait deprem verileri elverişli olan veya ek çaba göstererek kolayca, elverişli duruma gelebilecek bir bölgenin, gelecekteki deprem etkinliğini belirlemeye yönelik bulunacaktır. Bu nitelikteki bölgelerin ya da büyük etkinlikler göstermiş fay kuşaklarının öncelikle incelenmesi, bunlardan elde edilecek sonuçların, deprem verileri elverişli olmayan bölge veya fay kuşaklarına uygulanması; deprem öncesi çalışmalarının amacını oluşturmaktadır.

## 1.2. UYGULANAN YÖNTEM

İlk aşamada, elimizdeki tüm kataloglardan yararlanarak, seçilen bölgenin, aletsel ve tarihsel deprem verileri çıkarıldı. Bundan sonra, tarihsel kaynaklardan, tarihsel dönem depremlerine ait verilerin çoğaltılıp çoğaltılamayacağı araştırıldı. Daha sonraki aşamalarda ise, hava fotoğraflarıyla bölge için yapılmış önceki jeolojik ve jeofizik araştırmalar incelendi. Çalışma bölgesinde yer alan her yerleşim merkezi, tek tek dolaşarak, buralarda oturan yerli-yaşlı kişilerin depremler ve bunlara bağlı olarak meydana gelen faylanmalarla ilgili gözlemleri elde edildi. Bu gözlem sonuçları, sahada jeolojik özellikleri izlenen faylanmanın belirlenmesinde kullanıldı.

Tüm bu aşamalarda yapılan çalışmalar, jeolojik ve jeofizik, bilinen, geleneksel yöntemlerinin uygulanmasıyla sürdürüldü.

## 2. BÜYÜK MENDERES ALÇALIMININ KUZEY SINIRINA UYGULANAN BİR DEPREM ÖNCESİ ÇALIŞMASI

### 2.1 BÖLGENİN SEÇİM ÖLÇÜTLERİ

Geçmişin deprem etkinliğini değerlendirip, bir ölçüde, geleceğin depremlerini ve sismotektonik özelliklerini belirlemek amacıyla, bu çalışma için, Batı Anadolu'da Büyük Menderes Alçalımının Kuzey sınırı seçildi. Burası, ileride de değinileceği gibi, kuvâterner yer değiştirmelerine sahip ve sunüda "Aydın - Nazilli Fayı" olarak geçecek fayın oluşturduğu doğal bir sınır kuşağıdır. Söz konusu fay (ya da fay sistemi), yükselmekte olan Menderes Masifi ile alçalan Büyük Menderes Vadisi arasında yer alarak, hem yaşadığımız yüzyılda hem de daha önceleri, şiddetli depremlerin meydana geldiği (Liste 2, 3 ve 4'e bakınız) ve gelecekte de bu nitelikteki depremleri üretme olasılığı bulunan bir fay özelliklerini taşımaktadır.

Bu nedenledir ki, içinden adı geçen fayın geçtiği ve Doğu-Batı doğrultusunda ise 5-10 kilometre uzunluğunda olan bir saha, bu çalışmaya konu olarak seçildi.

### 2.2 BÖLGENİN DEPREMSELLİĞİNİ BELİRLEYEN ÖGELER

#### 2.2.1 TARİHSEL DEPREM VERİLERİ

Bölgede, 1900'den önce oluşmuş tarihsel depremleri belirlemek için, bugün elimizde var olan kataloglarla il tarihçeleri, Osmanlı kaynakları ve seyahatnamelere başvuruldu.

Çalışmaya başlamadan önce, yayınlanmış deprem kataloglarında, bölgede oluşmuş 28 tarihsel depreme ait bilgi vardı. Yapılan kaynak araştırmasıyla, 37°50-38°50 K enlemleriyle 27°-29°D boylanlarının sınırladığı bir alanda M.Ö. 1400 - M.S. 1908 yılları arasındaki 3308 yıllık sürede oluşmuş tarihsel depremlerin sayısı, % 50 artarak, 42'ye ulaştı (Liste 2 ve Harita 1). S. Calvi tarafından, derlenmesi 1941'de bitirilen fakat yayınlanmamış bir deprem kataloğu, Kâtip Çelebi Seyahatnamesi, Naima Tarihi ve G. Dikmen'in bir yazıtı, bu artışın nedeni oldu.

Bölge ile ilgili eski Vilâyet Salnameleri, Vekâyınameler, Yıl Takvimleri, Fermanlar ve diğer Osmanlı kaynakları da tarandığında, bölgenin tarihsel depremlerinin sayısı ve bunlarla ilgili bilgilerimiz daha da artabilecektir.

#### 2.2.2 ALETSEL DEPREM VERİLERİ

Bölgenin, 1900'lerden sonra oluşmuş depremlerine ait aletsel verilerini belirlemek için yayınlanmış deprem kataloglarına başvuruldu. Burada, öncelikle, bu katalogların büyük bir emek ve araştırma ürünü olduklarını belirtmek gerekir. Ancak, söz konusu kataloglardaki verileri, kendine temel kabul eden diğer araştırmalar için bu kataloglarda yer alan ve aşağıda sıralanan noktalar, çözülmü gereken sorunlar olarak ortaya çıkmaktadırlar.

- i) Kataloglarda yer alan depremlerin sayısı, belirli bir bölge ve aynı bir zaman boyutu için, birinden diğerine, farklılıklar göstermektedir. Yani birinde yer alan bir deprem, diğerinde bulunmamaktadır.

İNCELEME ALANININ TARİHSEL DÖNEM DEPREMLERİ  
M.Ö. 1400 - M.S.1908

LISTE . 2

Sıra No.	Tarih	Gözlemsel Dışmerkez Koordinatları K D.	Siddet I.	Gözlemsel Dışmerkez	Kaynak
1	M.Ö. 1400	(37.93 - 28.35)	( IX )	Nazilli ovasında çok büyük hasar	GD
2	M.Ö. 100	(37.86 - 28.06)	( VIII )	Bölgede büyük hasar	GD
3	M.Ö. 40	(37.86 - 28.06)	( VIII )	Bölgede büyük hasar	GD
4	M.Ö. 31/30	(37.85 - 27.84)	( VIII )	Aydın'da tahribat	SC, GD
5	M.Ö. 26	(37.85 - 27.84)	( VIII )	Aydın'da tahribat, Sakız adasına kadar duyuldu	SC
6	M.Ö. 12/11	37.84 - 27.84	VIII	Aydın'da tahribat	ITÜ, SC
7	17	37.85 - 27.3	X	İzmir, Efes, Aydın, Manisa ve Alaşehir'de tahribat	ITÜ
8	44	38.2 - 27.4	VIII	Manisa ve Efes	ITÜ
9	68	37.74 - 27.4	VII	Milet ve Söke yöresi	ITÜ
10	238	(37.86 - 28.06)	( VIII )	Aydın, Nazilli yöresi	GD
11	244	(37.86 - 28.06)	( VIII )	Aydın, Nazilli yöresi	GD
12	262	(37.86 - 28.06)	( VIII )	Aydın, Nazilli yöresi	GD
13	747	(37.86 - 28.06)	( IX )	Bölgede 600 şehir tahrip olmuş	GD
14	23. 2. 1653	(37.93 - 28.35)	( IX )	Liste 2'nin açıklamalarına bakınız	SC, GD, NT, KÇ
		38.2 - 28.2	X	Batı Anadolu	ITÜ
15	1744	(37.93 - 28.35)	( VIII )	Nazilli tamamen yıkıldı	GD
16	29. 6. 1847	(38.0 - 27.8)	( VI )	Aydın, Tire	ITÜ, SC
17	7. 7. 1847	(38.0 - 27.8)	( VI )	Aydın, Tire	SC
18	1848	37.84 - 27.8	V	Aydın	ITÜ
	27.10.1848	(37.85 - 27.84)	( VI )	Aydın	SC
19	9. 7. 1850	(37.85 - 27.84)	( VI )	Aydın'da, şiddetlice	SC
20	9. 7. 1850	(37.85 - 27.84)	( VI )	Aydın'da, şiddetlice	SC
21	9. 4. 1878	(38.0 - 27.50)	( VI )	Aydın, İzmir	SC
22	1880	38.08 - 27.75	VII	Tire	ITÜ
23	? 6. 1885	37.85 - 28.2	V	Nazilli, Bozdağ	ITÜ
24	? 1. 1887	38 - 28	VI	Urla, İzmir, Denizli	ITÜ
25	? 8. 1887	38.1 - 28.2	VII	Muğla, Köyceğiz, Çine, Denizli, Menemen, Gördes ve Kula'da duyuldu.	ITÜ
26	? 11. 1887	37.74 - 27.6	VI	Çeşme ve Muğla	ITÜ
27	? 10. 1888	38.22 - 28.0	VII	İzmir, Aydın, Ödemiş	ITÜ
28	20. 8. 1890	38.0 - 28.0	VII	İzmir ve Denizli	ITÜ
29	14. 12. 1890	37.85 - 27.25	VI	Selçuk	ITÜ
30	15. 2. 1891	37.9 - 27.4	VI	Selçuk, İzmir	ITÜ
31	18. 9. 1891	37.74 - 27.4	VI	Söke	ITÜ
32	20. 8. 1895	(37.85 - 27.84)	IX-X	Aydın (Liste 2'nin açıklamalarına bakınız)	SC, ITÜ
33	14. 11. 1895	37.84 - 27.8	V	Aydın	ITÜ
34	1896	37.84 - 27.8	V	Aydın	ITÜ
35	? 2. 1898	37.9 - 28.0	VI	Aydın	ITÜ
36	20. 9. 1899	37.9 - 28.1	IX	Nazilli (Liste 2'nin açıklamalarına bakınız)	GD, ITÜ, SC
37	? 2. 1900	38.22 - 27.65	V	Bayındır	ITÜ
38	23. 2. 1901	37.9 - 28.00	VI	Aydın, Köşk	ITÜ
39	? 3. 1901	38.22 - 27.65	VI	Bayındır	ITÜ
40	? 4. 1901	37.8 - 29.0	VI	Denizli, Çal, Karacasu	ITÜ
41	21. 6. 1902	37.75 - 28.1	VI	Aydın, Nazilli, Germencik	ITÜ
42	1903	38.0 - 28.5	VI	İzmir, Denizli, Sarayköy	ITÜ

## LİSTE 2 İLE İLGİLİ AÇIKLAMALAR

- A. Sıra No. 6'dan sonraki depremler Milâttan sonra oluşmuşlardır.  
B. Liste'de, parantez içinde yer alan bilgiler, bu çalışma gereği, yazar tarafından yapılan saptamaları göstermektedir.  
C. Liste'nin Kaynak kolonundaki kısaltmalar :

GD	: G. Dikmen (1952) .....	(Kaynakça'ya bakınız)		
SC	: S. Calvi (1941) .....		»	»
İTÜ	: K. Ergin, Z. Uz, U. Güçlü (1967).		»	»
NT	: Naima Tarihi		»	»
KÇ	: Kâtip Çelebi		»	»

- D. Liste'nin "Gözlemler" kolonuna ait açıklamalar :

### Sıra No. 14 23.2.1653 Aydın Depremi

SC'ye göre, bu depremde, Aydın'ın yarısı yıkılmış, 3000 kişi ölmüş, Nazilli ve Denizli'de de büyük tahribat meydana gelmiştir. Bu deprem Tire, Didim ve Sultançayır'ı da içine alan büyük bir alanda duyulmuştur.

GD'ye göre, can ve mal kaybı oldukça çok (1000 kişi). Evler ve camiler yıkılmış. Meydana gelen yarık ve çatlaklardan sular fışkırmış. Deprem, Nazilli'nin merkez ve köylerinden başka, Sultanhisar ve Kuyucak'da da büyük hasar yapmış.

NT ve KÇ'ye göre, bu depremin dışmerkezi Güzelhisar. 3000 kişinin öldüğü bu depremde Tire, Nazilli ve Köşk'de de hasar meydana geldi, yer yarılmaları ve su fışkırmaları oldu.

### Sıra No. 32 20.8.1895 Aydın Depremi

SC'ye göre, depremde Aydın oldukça büyük hasar gördü. SC'deki bilgiler, Philppson'un saha gözlemlerine dayanıyor. Buna göre, şehrin ova kısmında alçalmalar olmuş. Demiryolunu kesen bir kırık nedeniyle raylarda kıvrılmalar meydana gelmiş. Şehrin doğusunda gözlenen bir alçalmanın değeri 1 m'ye ulaşıyor. Bu düşme, D-B gidişli olup yüzlerce metre gözlenmiş. Rehberinin gözlemciye verdiği bilgilere göre bu kırığın bir kısmı bir önceki depremde oluşmuş. Aynı kırık Tahtacıköy'de de izlenmiş. Maksimum düzey yerdeğiştirme 4 m'ye yaklaşıyor ve bu değer doğuya doğru 100 m izlenebiliyor.

### Sıra No. 36 20.9.1899 Nazilli Depremi

GD, SC ve İTÜ'deki bilgileri özetleyecek olursak, diyebiliriz ki bu depremin dışmerkezi Nazilli'dir. Deprem, büyük mal ve can kaybına neden olmuştur.

Nazilli'de Ağa ve Çarşı camileri de yıkılmıştır. Aydın'da bu depremde yıkılmış olan sebil ile eski Yeni Cami arasında DGD-BKE gidişli 400 m uzunluğunda, 1 m genişliğinde bir yarık açılmıştır. Bu depremde, Aydın ve Nazilli arasındaki köyler büyük hasar görmüş ve pek çok kişi ölmüştür. Büyük Menderes çukurluğunun eksenine paralel, toplam uzunluğu 50 km'yi bulan kırıklar oluşmuş, güney blok 1.5 m alçalmıştır. Deprem, bütün Ege yöresinde şiddetlice duyulmuş, Buldan'da ağır, Uşak'da hafif hasar meydana gelmiştir.



- ii) Kataloglarda, bazı eg depremlere ait aletsel dış merkez koordinatları arasında, derece mertebesine ulaşan farklılıklar gözlenebilmektedir.
- iii) Bir katalogda yer alan depremlerden bazılarının gözlemsel dışmerkez koordinatlarıyla bu koordinatları belirlemek için verilen yer adları arasında büyük uyumsuzluklar bulunmaktadır.
- iv) Katalogların çoğunda, depremlerin büyüklükleri (magnitüdler); tekdüze olmayıp değişik magnitüd skalalarında verilmektedir.
- v) Magnitüdülerin farklı cinste oluşu veya kataloglama yapılırken; bunların tekdüzeleştirilmemiş olması nedeniyle, her katalogda, bazen aynı bir depremin değişik magnitüd değerlerine rastlanılmaktadır.
- vi) Kataloglarda çoğu depremin içmerkez derinlikleri ya hiç belirtilmemiş, ya da farklı tekniklerle saptanmış şekilleriyle verilmiş bulunmaktadır. Örneğin, bu derinlikler kimi katalogda 17, 22, 35; kiminde 10 ve 10'un katı ile gösterilen, yuvarlatılmış sayılar şeklinde belirtilmiştir. Bu sayılar, bazı kataloglarda, saptama hatası ile birlikte yer almaktadır. Ancak, bazı depremlerin içmerkez derinliklerinin bulunmasında saptanan hata paylarının, derinlik değerinin de oldukça üstünde olduğu görülmektedir. Belki de kullanılan tekniğin bir gereği olarak böyle durumlarla karşılaşmaktadır ama, örneğin bir depremin, derinliğinin  $\pm 31$  km hata payı ile 5 km olarak belirtilmesi, uygulamadaki değeri yönünden, pek anlamlı gözükmemektedir.

Depremlerle ilgili ve kataloglama aşamasından sonra yapılan çalışmaların tümünde, sağlıklı ve güvenilir deprem verilerine gereksinim duyulduğundan, yukarıda özet olarak değinilen sorunlar, genellikle, uygulamada birtakım boşluklar yaratmaktadır. Bu nedenle, eldeki aletsel dönem kayıtlarıyla, ülkemizde 1970'lerden sonra sayıları artmakta olan deprem istasyonlarının kayıtlarından da yararlanarak, yayınlanmış katalogların yeniden gözden geçirilmesine, büyük bir gereksinim duyulmaktadır.

Bu araştırmayla birlikte, aletsel dönem verileri için, yeniden bir katalog derlenmesine gidilmedi. Ancak, yukarıda ayrı ayrı değinilen sorunları en az düzeyde tutabilmek amacıyla, ülkemiz için hazırlanmış ve 1913-1970 dönemini kapsayan en son yayından yararlanma yeğlendi. Adı geçen katalogdan (E. Alsan, L. Tezuçan, M. Bath - 1975), 37.°00 - 38.°50 K enlemleri ile 27.°00 - 29.°50 D boylamları arasında kalan bir alanda oluşmuş 136 deprem ayırtlandı. Bunlardan 28'inin (Liste 3) büyüklüğü  $M \geq 5$ , geri kalan 108'inin (Liste 4) büyüklüğü de  $M < 5$  olarak belirlendi.

Liste : 3 ve Liste : 4'de sıralanan depremlerin dışmerkez dağılımları, Harita 2'de verilmiştir.

## 2.2.3 TEKTONİK ETKİNLİĞİ BELİRLEYEN VERİLER

### 2.2.3.1 VERİ KAYNAKLARI

Bölgenin tektonik etkinliğini belirlemek için :

- i) Bölge ile ilgili, daha önceleri yapılmış, jeoloji ve jeofizik kökenli çalışmalar,

- ii) Hava fotoğraflarına (alçak ve yüksek),
  - iii) Sayın Doç. Dr. Hüseyin Soysal'ın, tarihsel depremler ile ilgili araştırmalarına,
  - iv) Aydın İl Kütüphane Müzesi, İmar Müdürlüğü, Belediye Fen İşleri Müdürlüğüne,
  - v) Çevre köylerinin muhtar ve öğretmenlerine,
  - vi) Yerleşme birimlerinin yerli-yaşlı kişilerine,
  - vii) Saha çalışmalarına
- başvuruldu.

İNCELEME ALANININ ALETSEL DÖNEM DEPREMLERİ (  $M \geq 5$  )

LİSTE 3

1913 - 1970

Oluş Sıra No.	Tarih	Dışmerkez koordinatları		Magnitüd	Derinlik (km)	Gözlemsel Dışmerkez
		Enlem (K)	Boylam (D)			
1	16. 1. 1918	38.34	29.48	5.7	10	
2	13. 11. 1918	37.5	27.5	5.5		Kuşadası
3	1. 5. 1920	37.0	28.7	5.0		
6	28. 9. 1920	37.89	28.35	5.7	10	Seferihisar
7	27. 11. 1920	37.5	27.5	5.3		
8	22. 5. 1921	37.0	28.7	5.2		
11	7. 8. 1925	37.91	29.33	5.9	80	
12	16. 8. 1925	37.44	28.77	5.0	10	
13	1. 3. 1926	37.03	29.43	6.1	50	
15	24. 3. 1926	38.24	27.07	5.4	10	
18	15. 7. 1928	38.05	27.02	5.8	10	Torbali
20	9. 1. 1941	38.03	27.40	5.6	70	Torbali
21	23. 5. 1941	37.07	28.21	6.2	40	Manisa, İzmir
23	23. 5. 1941	37.13	28.38	5.7	40	Muğla, İzmir
24	23. 5. 1941	37.32	28.80	5.0	40	Muğla
25	23. 6. 1941	37.95	27.81	5.1	10	
26	21. 9. 1941	37.50	28.29	5.3	70	
27	13. 12. 1941	37.13	28.06	6.1	30	
31	1. 5. 1954	37.88	27.39	5.0	30	Söke yöresi
32	1. 5. 1954	37.77	27.12	5.5	40	Söke yöresi
34	16. 7. 1955	37.65	27.26	7.0	40	Söke yöresi
36	28. 8. 1955	37.40	27.16	5.3	20	Söke
49	21. 6. 1961	37.87	28.77	5.4	60	
52	11. 3. 1963	37.96	29.14	5.5	40	
62	2. 3. 1965	38.47	28.33	5.6	42 ± 5.5	Salihli
85	4. 5. 1966	37.74	27.71	5.2	37 ± 5.3	Koçarlı
87	7. 5. 1966	37.75	27.79	5.3	9	Koçarlı
96	26. 10. 1967	37.22	29.05	5.1	46 ± 4.5	

• 37°00 - 38°50 K enlemleriyle, 27°00 - 29°50 D boylamlarının sınırladığı alanın.

İNCELEME ALANININ ALETSEL DÖNEM DEPREMLERİ ( M < 5 )

1913 - 1970

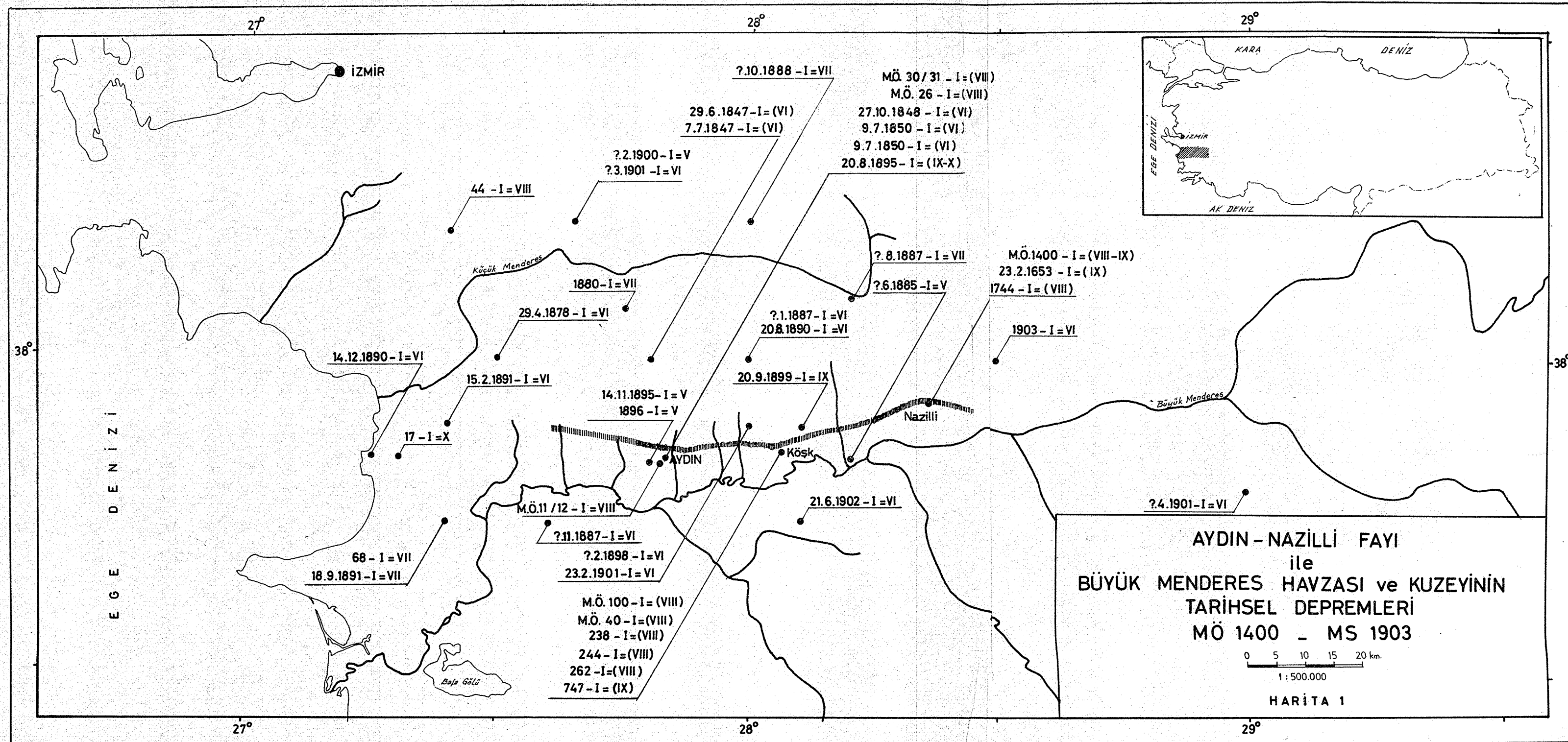
LISTE 4

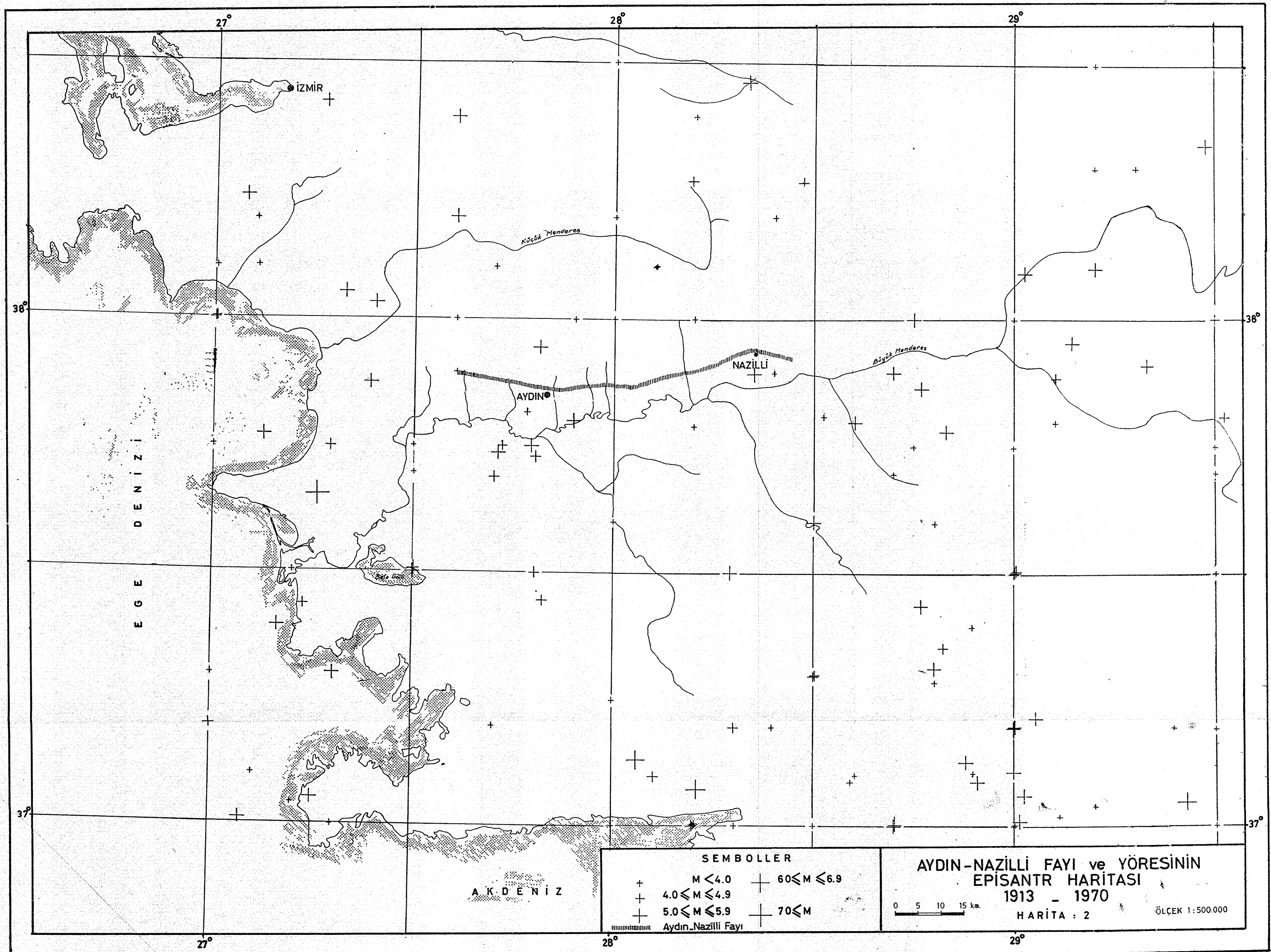
Olus Sıra No.	Tarih	Dışmerkez koordinatları		Magnitüd	Derinlik ( km )
		Enlem ( K )	Boylam ( D )		
4	4 7. 1920	37.5	29.0	4.9	
5	4 7. 1920	37.5	29.0	4.9	
9	20. 11. 1922	37.5	29.0	4.8	
10	11 9 1923	38.0	29.5	4.9	
14	21 3. 1926	37.89	29.10	4.9	10
16	19 2. 1927	37.0	28.7	4.9	
17	20 5 1927	37.5	27.5	4.6	
19	17 8 1933	37.36	28.82	4.6	60
22	23 5. 1941	37.2	28.3	4.9	
28	15 9. 1952	37.45	27.82	4.8	40
29	13 4. 1953	38.0	27.0	4.7	
30	3 9. 1953	37.0	29.5	4.0	
33	1 5. 1954	37.75	27.29	4.2	60
35	18 7. 1955	37.75	27.72	4.9	40
37	10 11. 1955	37.44	27.23	4.6	10
38	5 5. 1956	37.0	28.2	4.4	
39	3 9. 1958	38.27	28.19	4.6	10
40	19 12. 1958	37.7	29.5	4.0	
41	25 1. 1959	38.2	28.0	4.0	
42	17 1. 1960	37.02	29.11	4.0	40
43	25 1. 1960	37.5	29.5	4.0	
44	28 1. 1960	37.0	29.0	4.0	
45	10 4. 1960	37.73	27.80	4.8	40
46	12 4. 1960	37.69	27.70	4.6	40
47	28 6. 1960	37.82	27.78	4.0	10
48	2 8. 1960	37.50	27.2	4.0	
50	22 6. 1961	37.8	29.1	4.0	
51	18 10. 1961	38.0	28.2	4.0	
53	19 5. 1963	38.5	28.0	4.0	
54	29 5. 1964	38.3	29.3	4.0	
55	29 1. 1965	37.0	28.0	4.0	
56	29 1. 1965	37.01	29.4	4.0	
57	12 2. 1965	38.4	28.2	4.0	
58	13 2. 1965	37.2	29.4	4.0	
59	16 2. 1965	38.1	27.0	4.0	
60	16 2. 1965	38.0	27.6	4.0	50 ± 23
61	17 2. 1965	38.1	27.1	4.0	
63	3 3 1965	38.27	28.47	4.5	42 ± 9.6
64	3 3 1965	38	29	4.0	
65	14 3. 1965	38	27	4.0	
66	17 3 1965	38.1	28.1	4.0	33
67	20 3 1965	37.04	29.2	4.0	33
68	25 3. 1965	38	27	4.0	
69	27 3 1965	38.5	29.2	4.0	
70	7 4 1965	38.1	27.7	4.0	33
71	26 4 1965	37.2	29.5	4.0	33
72	17 6 1965	37.6	28.6	4.0	33
73	26 6 1965	37.7	27.75	4.0	
74	13 7 1965	37.5	27.8	4.4	35 ± 22
75	4 10 1965	37.75	29.0	4.0	
76	22 11 1965	37.2	27.0	4.4	
77	28 11 1965	37.75	28.75	4.0	
78	8 12 1965	37.3	28.5	4.7	

• 37°00-38°50K.enlemleriyle 27°00-29°50 D boylamlarının sınırladığı alanın

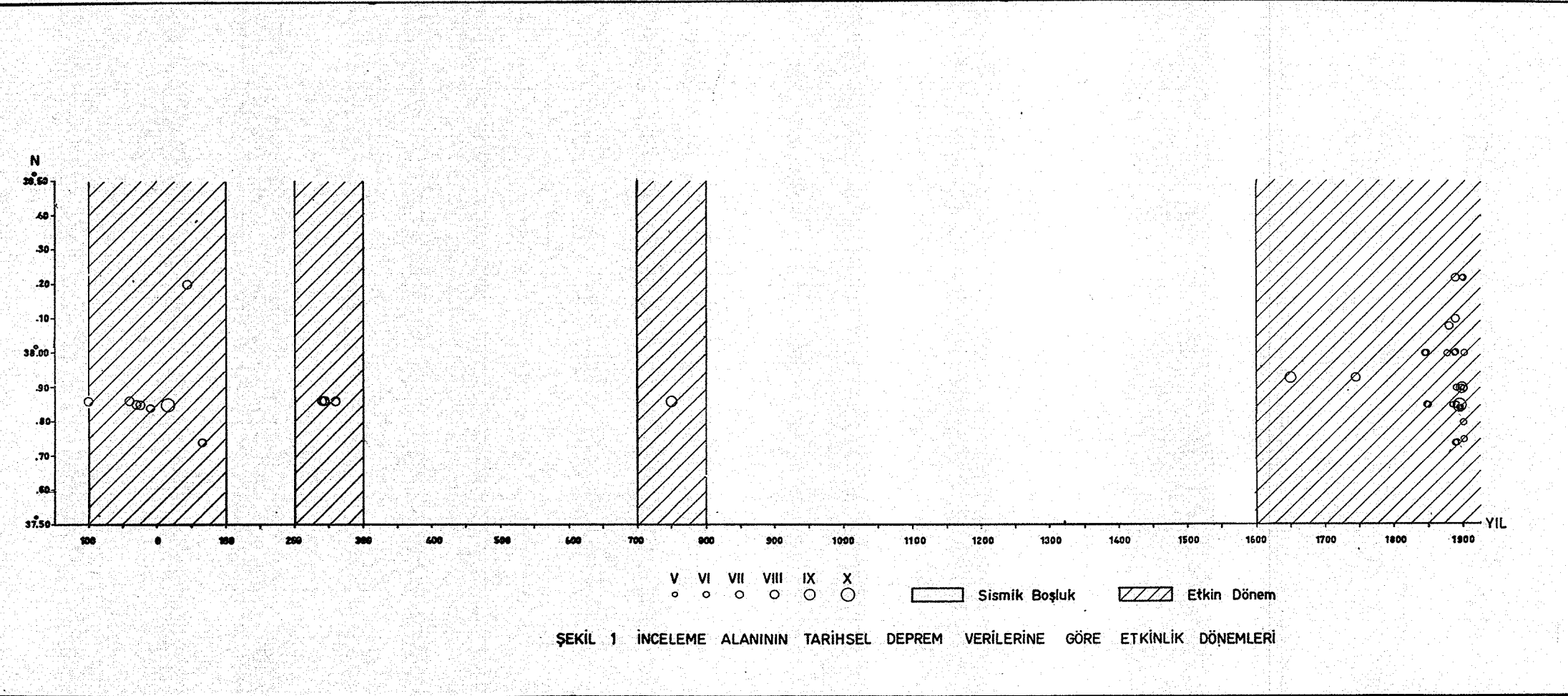
LİSTE 4'ün DEVAMI

Oluş Sıra No.	Tarih	Dışmerkez koordinatları		Magnitüd	Derinlik
		Enlem(K)	Boylam(D)		
79	10. 12. 1965	37. 2	29. 0	4. 0	
80	22. 12. 1965	37. 1	28. 1	4. 7	
81	30. 1. 1966	37. 0	27. 3	4. 0	70 ± 66
82	15. 3. 1966	37. 4	28. 9	4. 0	0
83	29. 3. 1966	38. 0	28. 75	4. 9	
84	4. 4. 1966	38. 2	27. 1	4. 0	
86	4. 5. 1966	37. 8	27. 9	4. 5	
88	17. 7. 1966	37. 05	27. 25	4. 2	
89	28. 7. 1966	37. 75	27.	4. 0	
90	20. 9. 1966	37. 0	29. 0	4. 0	
91	3. 10. 1966	37. 0	28. 3	4. 0	0
92	12. 1. 1967	37. 70	28. 70	4. 0	45 ± 18
93	9. 5. 1967	37. 75	29.	4. 0	
94	25. 7. 1967	37. 8	28. 6	4. 3	75 ± 19
95	25. 7. 1967	37. 9	28. 7	4. 5	101 ± 35
97	7. 11. 1967	37. 1	28. 9	4. 0	
98	13. 11. 1967	37. 78	28. 83	4. 5	34 ± 11
99	21. 1. 1968	37. 2	27. 7	4. 0	
100	22. 3. 1968	37. 29	28. 8	4. 0	0
101	14. 4. 1968	37. 75	27. 50	4. 0	
102	11. 6. 1968	37. 3	27. 3	4. 0	
103	7. 10. 1968	37. 2	28. 4	4. 0	
104	8. 11. 1968	37. 3	28. 5	4. 0	
105	12. 11. 1968	37. 6	28. 5	4. 4	
106	17. 11. 1968	37. 25	28. 50	4. 0	
107	12. 1. 1969	37. 81	28. 52	4. 0	0
108	22. 1. 1969	38. 0	28. 0	4. 0	40 ± 28
109	19. 2. 1969	37. 79	28. 2	4. 0	0
110	23. 3. 1969	37. 9	27. 6	4. 0	
111	28. 3. 1969	38. 0	27. 9	4. 0	0
112	28. 3. 1969	38. 09	29. 02	4. 1	29 ± 17
113	14. 4. 1969	38. 1	28. 1	4. 0	0
114	14. 4. 1969	37. 9	28. 4	4. 0	0
115	14. 4. 1969	38. 2	28. 4	4. 0	0
116	3. 8. 1969	37. 0	29. 0	4. 0	57 ± 32
117	23. 10. 1969	38. 2	27. 6	4. 2	0
118	24. 10. 1969	38. 4	27. 6	4. 2	0
119	23. 1. 1970	37. 01	27. 07	4. 1	0
120	26. 1. 1970	37. 0	28. 5	4. 0	0
121	21. 2. 1970	37. 1	28. 6	4. 0	
122	3. 3. 1970	37. 0	28. 2	4. 0	0
123	9. 3. 1970	38. 43	27. 27	4. 0	35 ± 4. 4
124	28. 3. 1970	37. 2	29. 0	4. 2	
125	28. 3. 1970	38. 1	29. 2	4. 8	33
126	30. 3. 1970	38. 3	29. 2	3. 4	
127	19. 6. 1970	37. 3	27.	4. 0	
128	12. 8. 1970	37. 1	27. 1	3. 8	0
129	28. 8. 1970	37. 0	28. 2	4. 0	0
130	28. 9. 1970	37. 09	28. 59	3. 8	24 ± 16
131	19. 10. 1970	37. 01	29. 01	4. 1	11 ± 22
132	23. 10. 1970	37. 6	28. 0	3. 8	43 ± 31
133	28. 12. 1970	37. 06	29. 02	4. 4	7 ± 8. 7
134	28. 12. 1970	37. 09	28. 91	4. 2	23 ± 19
135	30. 12. 1970	37. 04	27. 2	3. 8	0
136	31. 12. 1970	37. 11	29. 0	4. 2	38 ± 12

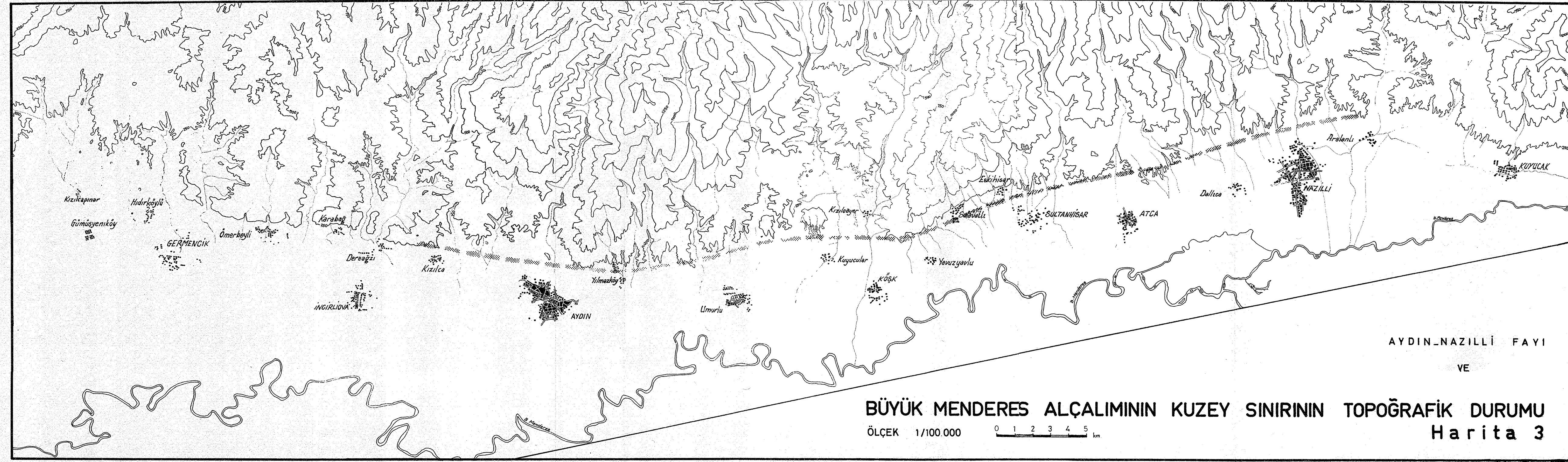












AYDIN-NAZILLI FAYI  
VE  
BÜYÜK MENDERES ALÇALIMININ KUZEY SINIRININ TOPOĞRAFİK DURUMU  
Harita 3  
ÖLÇEK 1/100.000 0 1 2 3 4 5 km

rülebileceği gibi, 250 m topoğrafik eşyükselem eğrisinin konumu ile Aydın-Nazilli fayı arasında yakın bir ilişki bulunduğu saptanmıştır. Şöyle ki, 250 m eğrisi, İncirliova'nın kuzeyinde yaklaşık 15 km ve Sultanhisar'ın kuzeybatısında yaklaşık 10 km'lik bir kesimde, düzgün bir çizgisellik görülmektedir. Fayın bu kesimlerinde, genç malzemeyi kesmediği fakat konumu ile topoğrafyayı kontrol ettiği söylenebilir. Bunun yanında, bazı hava fotoğraflarında, Aydın civarından geçen ve alüvyonu kesen, büyük olasılıkla Holosen yaşlı, bir kırığın izlenmesi de olanaklıdır. Ayrıca, Menderes Masifinin yükselmesi ya da Büyük Menderes Vadisinin alçalması ile oluşan terasların korunabilmiş olanları, fayın sahada izlenimini kolaylaştırmaktadırlar (Resim 1, 2, 3).

Yerleşme birimlerinde, yerli-yaşlı kişilerle yapılan anket sonuçlarıyla arazi gözlemleri, aşağıdaki gibi özetlenebilir.

**KARABAĞ KÖYÜ** (Aydın'ın 12 km BKB'sında) : Bu köy halkı, 1899 depreminin köyde duyulmuş olduğunu söylemelerine karşın, köy ve arazisinde o depremde oluşmuş yerdeğiştirmeler hakkında kesin bilgi verememişlerdir. Aydın-Nazilli Fayı, gözlemlerimize göre, köyün hemen kuzeyinden geçmektedir. Bu köy, deprem yönünden, tehlikeli kuşak üzerinde yer almaktadır.

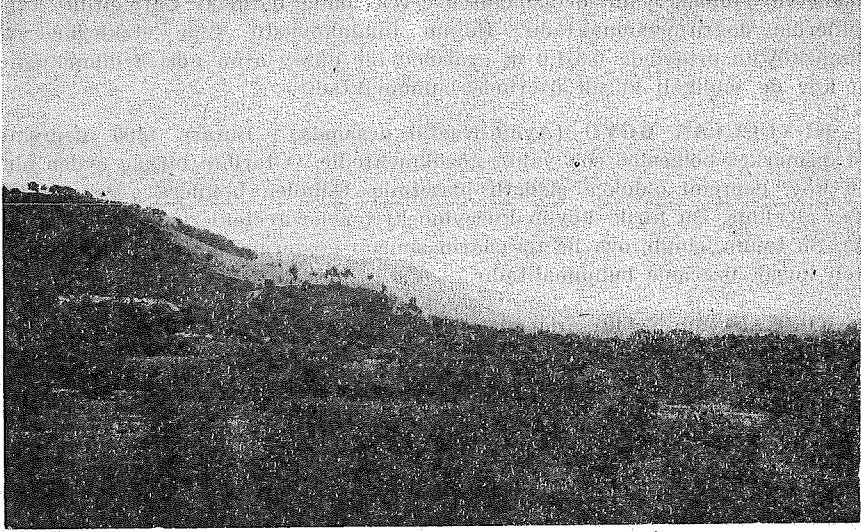
**KIZILCAKÖY** (Aydın'ın 6-7 km B'sında) : Bu köy ve arazisinde yapılan gözlem sonuçları Karabağ köyündekinin aynıdır. Burası da tehlikeli kuşak üzerinde yer almaktadır.

**AYDIN** : Burası, sismolojik ve jeolojik verilere göre, en büyük deprem etkinliğine sahip olmuş bir yerleşme birimi olarak gözükmektedir. Fakat, ne İl İmar Müdürlüğü ne de Belediye Fen İşleri Müdürlüğü, şehir ve çevresinin deprem durumu hakkında yeterli bilgi verememişlerdir. Yalnız, Fen İşlerin-

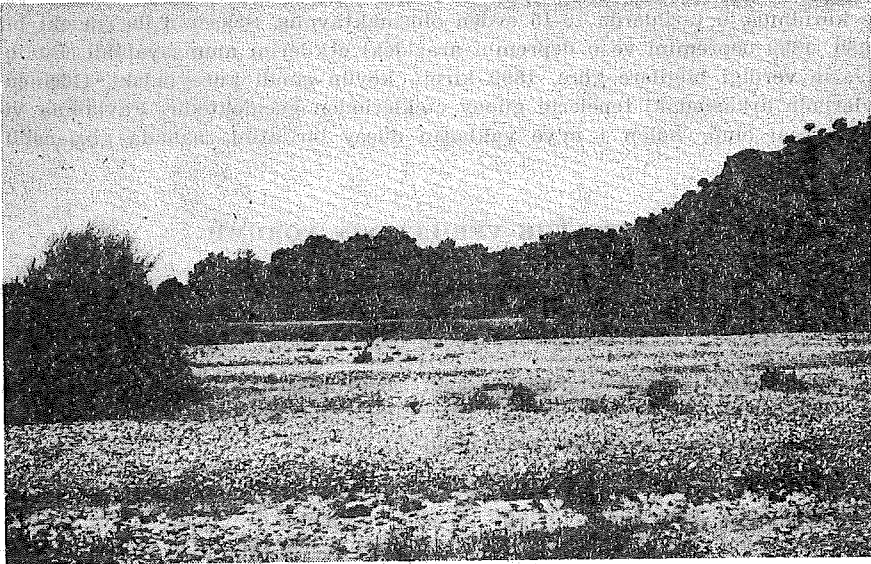


Resim 1. Yılmaz Köy doğusu. Keçi yolunun sağında 1899 kırığı ile ilgili fay sevi. Resim batıya doğru çekilmiştir.

den bir görevli, şehirde, 1899 depremi nedeniyle, düzeyliğinden yaklaşık 20° ayrılmış tarihi bir çeşmenin kısa bir zaman önce yıktırılıp yerine apartman yapıldığını belirtmiştir. Çeşmedeki bu hasar, 1899 depreminin, Aydın'da en az VIII şiddetinde duyulduğunu göstermektedir. Aydın-Nazilli Fayı ise şehrin 2 km kadar kuzeyinden geçmektedir. Aydın İl Kitaplığı ve Müzesinden, tarihsel depremlerle ilgili, elverişli bilgiler elde edilebilmiştir.



**Resim 2. Yılmaz Köy yolundan doğuya bakış. Yakın plânda teras halinde Neojen.**



**Resim 3. Köşk Çayını kesen 1899 fayı üzerinden batıya bakış**

**YILMAZKÖY (Aydın'ın 4 km D'sunda) :** Bu köy, 1899 depreminden önce birkaç evden oluşmaktaymış. Yaşı seksenin üzerinde olan bir ihtiyarın anlatıklarına göre, sözkonusu depremde oluşan kırıklar 2 km doğudaki İmamköy'den Yılmazköy'e gelip oradan da Aydın'a doğru ilerlemekteymiş. Bu kırık üzerinde düşey yerdeğiştirme, yer yer 1.5-2.0 m'ye erişiyormuş (G blok alçalan). Bu tanımlamaya göre kırık, İmamköyüstü Tepe'nin eteklerinden başlayıp (ilgili harita : Aydın - M 19 b3), batıya doğru, diğer tepelerin de eteklerinden ve Yılmazköy'ün ortasından geçerek daha batıdaki Çatalçitlik Tepe eteklerine doğru uzanmaktadır. Bugün, İmamköyüstü Tepe eteklerinde ve Yılmazköy'ün ortasında 0.5-1.0 m arasında bir düşey atım gözlenebilmektedir. Bu köy de tehlikeli kuşak üzerinde bulunmaktadır.

**KUYUCULAR KÖYÜ (Aydın-Nazilli arasında) :** Burası, 1899 depreminin dışmerkez bölgesine çok yakın gözükmektedir. O tarihte birkaç evden oluşan köy, depremi oldukça şiddetli hissetmiş. Edinilen bilgilere göre, G blok 1-2m alçalmış. Bu kırık, köyün kuzeyindeki tepelerin eteklerinden geçmekteymiş. Bu tanım, şimdi, ova ile terasların sınırını göstermektedir. Burası da tehlikeli kuşak üzerinde bulunmaktadır.

**KÖŞK (Aydın-Nazilli arasında) :** Köşk'ten kuzeye, Baklaköy'e giden yolun solunda, güneye akan Köşk çayının fayla kesildiğine dair veriler vardır (Bk. Resim 3). Burası da 1899 depreminden etkilenmiştir. Yaşlılarla yapılan konuşmalar da bu kanıyı doğrulamıştır. Aydın-Nazilli Fayı, Köşk'ün 4-5 km kadar kuzeyinden geçmektedir.

**NAZİLLİ :** 1899 depreminin dışmerkezine en yakın olan Nazilli, o zaman depremden oldukça büyük mal ve can kaybına uğramış. Aydın-Nazilli Fay'ının, Nazilli'nin 2 km kadar kuzeyindeki tepelerin eteklerinden geçmekte oluşu nedeniyle burası, tehlikeli kuşak üzerinde bulunmaktadır.

**ARSLANLI (Nazilli'nin 4 km D'sunda) :** Bu köy de 1899 depreminden önce kurulmuş, o tarihlerde 10-15 evden oluşmaktaymış. Seksenin üzerindeki bir yaşlı, 1899 depremini ve o depremin arazideki etkilerini anımsayabildi. Bu ihtiyarın verdiği bilgilere göre, 1899 kırığı, köyün şimdi kuzeyindeki, Göçmenevleri'nin arkasındaki tepelerin güney eteklerinden geçmektedir. Faylanma yine normal olup, halen 1 m'ye yaklaşan düşey bir atım, sahada gözlenebilmektedir.

### 3. JEOLJİ VE JEOFİZİK VERİLERİNİN YORUMU

Daha önce de belirtildiği gibi, başlangıçta, inceleme alanı içinde oluşmuş en şiddetli depremin, 20.9.1899 Nazilli depremi olduğu biliniyordu. Bu nedenle, saha çalışmasının çıkış noktası adı geçen deprem oldu.

Oysa, yapılan kaynak araştırmasıyla, söz konusu depremden başka ve en az o büyüklükte iki şiddetli tarihsel depremin, bölgeye büyük mal ve can kayıpları getirdiğine ait bilgiler elde edildi.

Bunlardan biri 23.2.1653 depremidir. Bu depremde Aydın'ın büyük bir kısmının yıkıldığı, 3000 kişinin öldüğü, Nazilli ve Denizli'de büyük yıkımlar olduğu ve ayrıca depremin Tire, Didim, Sultancaayı, Muğla, Ula, Söke ve Bodrum'da da duyulduğu S. Calvi'nin yayınlanmamış kataloğundan öğrenilmiştir.

Diğer taraftan G. Dikmen (1952), bu depremde ev ve camilerin yıkıldığını, ölü sayısının bin'i aştığını, arazide meydana gelen kırıklardan sular fıskardığını belirtmektedir. Naima Tarihi ve Kâtip Çelebi'nin Fezleke'sinde de bu depremden bahsedilerek ölü sayısının üçbin'e vardığı, yeryarılmaları ve su fıskarmalarının meydana geldiği rapor edilmektedir. Bu bilgilerden, 22.2.1653 depreminin gözlemsel dışmerkezinin, bugünkü Aydın şehrinde ya da çok yakınında bulunabileceği, burada şiddetin VIII-IX olabileceği anlaşılabilir. Bu şiddetteki bir depremin de, Aydın-Nazilli Fayı'nın batıdaki bir kesimini oluşturabileceği düşünülebilir.

İkinci şiddetli deprem ise 20.8.1895 depremidir ki S. Calvi, bu deprem hakkındaki yazılarını, Philippon'un saha gözlemlerine dayandırmaktadır. Bu saha gözlemlerine göre depremin gözlemsel dışmerkezi Aydın olup burada büyük hasar meydana gelmiş ve boyu yüzlerce metreye ulaşan doğu-batı gidikli ve şehrin ova tarafının 1 m alçalmasına neden olan bir kırık olmuştur. Bu kırık, o zaman, bugünkü Yılmazköy'de de izlenmiş olup orada bazı yerlerde düşey atım 4 m'ye ulaşmıştır. 20.8.1895 depreminin, kaynaklara göre, Aydın ve yöresini IX şiddetinde etkilediği düşünülebilir. Bu deprem, büyük bir olasılıkla, Aydın-Nazilli Fayı'nın, Aydın'ın doğusundaki bir kesiminin oluşmasına olanak sağlamış olabilir.

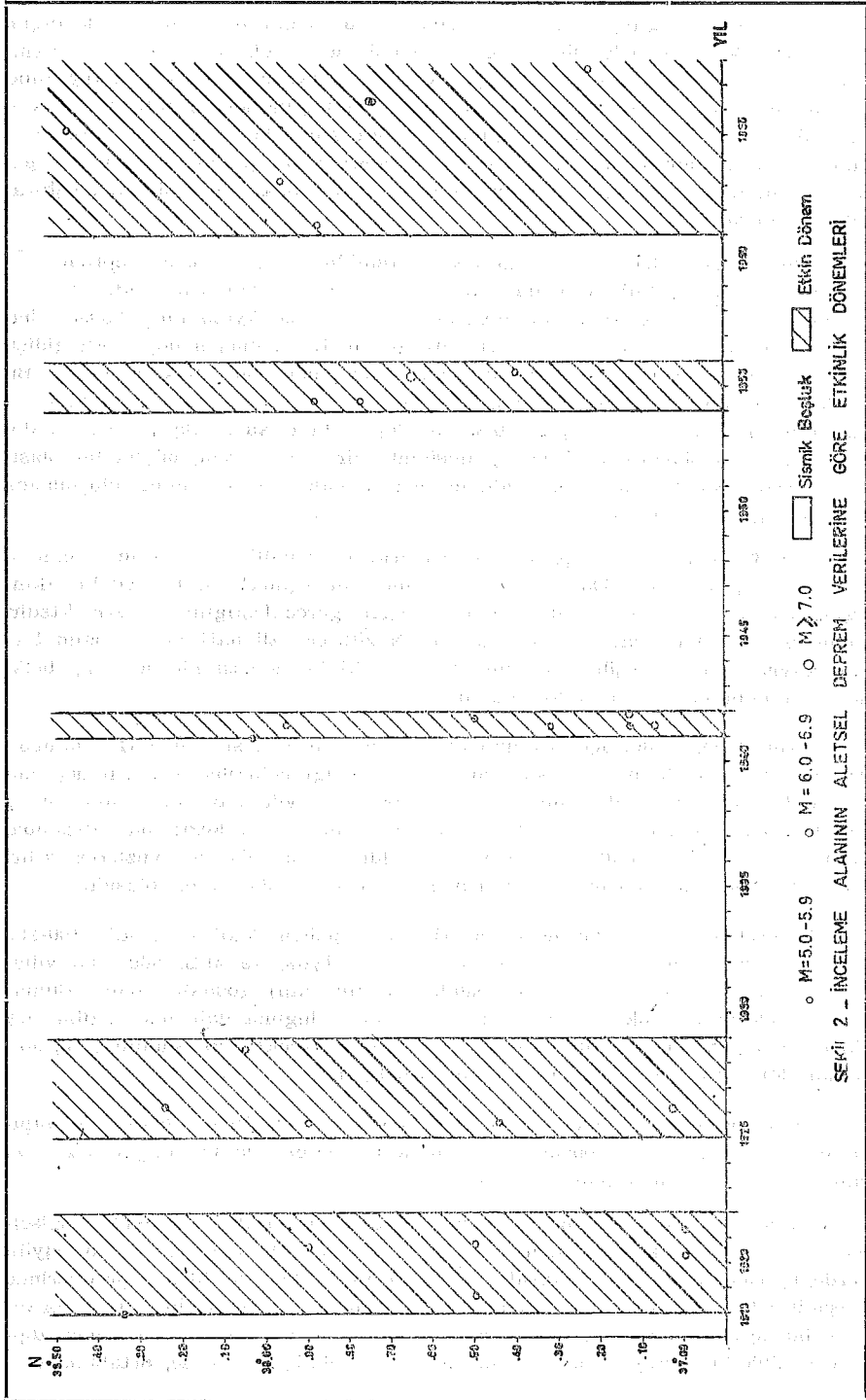
20.9.1899 depreminde gözlemsel dışmerkezin Nazilli ve Yöresinde olduğu bilindiğine göre 1653, 1895 ve 1899 depremlerinin dışmerkezleri, faydaki etkinliğin, zaman sürecinde batıdan doğuya doğru gerçekleştiğini göstermektedir. Bunu bir varsayım olarak kabul eder ve Nazilli-Denizli hattındaki yoğun termal kaynakları da düşünürsek olursak, gelecekteki şiddetli bir deprem, belki de Nazilli'nin doğusunda etkin olabilecektir.

Tarihsel depremler için yapılan kaynak araştırması sırasında G. Dikmen'den (1952) öğrendiğimiz ve 600 şehri tahrip ettiği belirtilen 747 yılı depremi hakkında bilgi elde edilememiştir. Ancak bu denli yıkıcı bir depremin, en az IX şiddetinde olması gerekir. Adı geçen depremin dışmerkezi; bu çalışmada, hernekadar Aydın-Nazilli arasında düşünülürse de, bölgede yüzlerce şehri (Köy, kasaba v.b) tahrip etmesi nedeniyle, denizde olması da olasıdır.

Tarihsel deprem verilerinden yararlanarak çizilen Şekil 1'de, M.S. 100-200 yılları arasında yüz, M.S. 300-700 arasında dört yüz, ve M.S. 800-1600 yılları arasında sekiz yüz yıllık birer boşluk (seismic gap) gözükmektedir. Bunların, gerçekten mi yoksa veri yokluğundan mı olduğuna dair herhangibir şey söylemek durumunda değiliz. Ancak, şurası bir gerçektir ki, şimdilik, Aydın-Nazilli Fayı'nın sakin dönemlerini göstermektedir.

Aletsel verilerle, aletsel dönem için benzer karşılaştırma Şekil 2'de yapılabilir. Şekildeki sismik boşluk ve etkinlik dönemleri, yalnız magnitudü 5 ve daha büyük depremler için geçerlidir.

Gerek bölgenin hava fotoğrafından (Resim 4) görülen görkemli çizgisellik gerekse arazideki gözlemler (Resim 1, 2, 3 ve 5), şimdi var olan büyük yerdeğiştirmenin, yalnız, yukarıda değinilen 1653, 1895 ve 1899 depremlerinde oluşabilecek kadar ve basit olmadığını göstermek için yeterlidir. Oysa, sözkonusu bu üç depremde bile, 1653-1899 yılları arasındaki yaklaşık 250 yılda, toplam 6 m'lik bir düşey yerdeğiştirme meydana gelmiştir. Bu ise, ortalama ola-





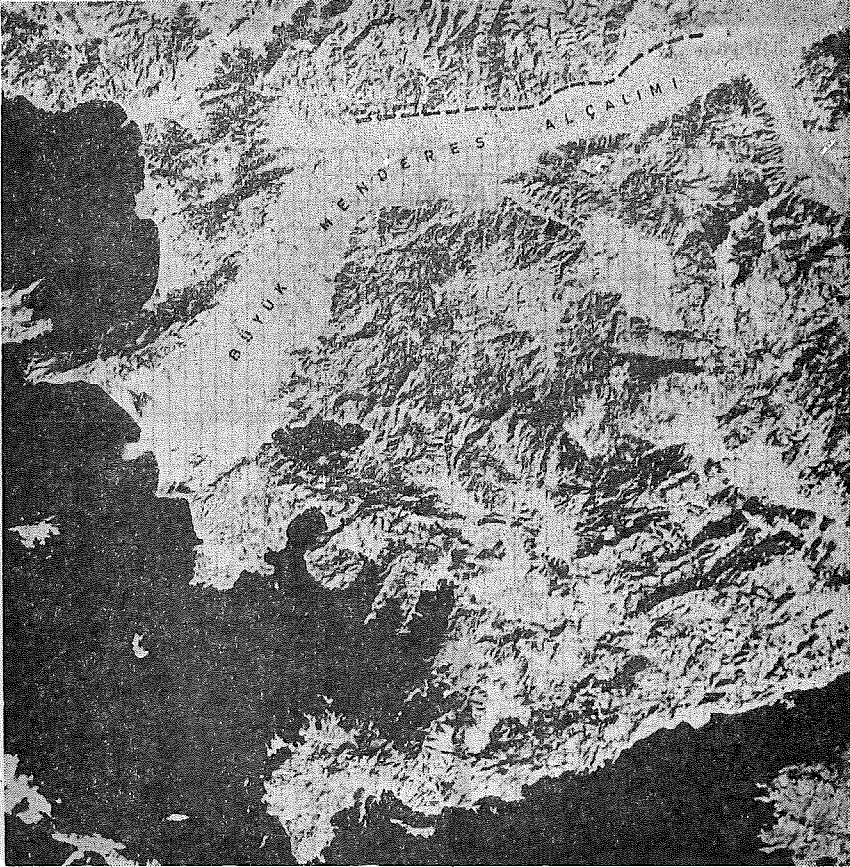
rak 2.4 cm/yıl'lık bir devinim hızını gösterir ki hiç de küçümsenecek bir de-  
ğer değildir ve bize, Menderes Masifinin büyük bir hızla yükselmekte olduğun-  
u kanıtlamaktadır.

Bölgede oluşan depremlerin aletsel verilerine bakıldığında, 1913-1970 yıl-  
ları arasında oluşan 136 depremden sadece birkaçının derinliğinin 80-100 km  
arasında, geri kalanların derinliklerinin ise 0'la 60 km arasında değiştiği gö-  
rülmüştür. O halde bölgede oluşan depremlerin çoğunun kaynağı kabuk için-  
de bulunmaktadır.

Yukarıda sözü edilen ve 1913-1970 yılları arasındaki 57 yıllık bir döneme  
ait olan bu 136 deprem bir grafiğe işlendiğinde (Şekil 3) görülür ki :

1913-1952 yılları arasındaki 39 yılda 27,  
1952-1970 » » 18 » 109.

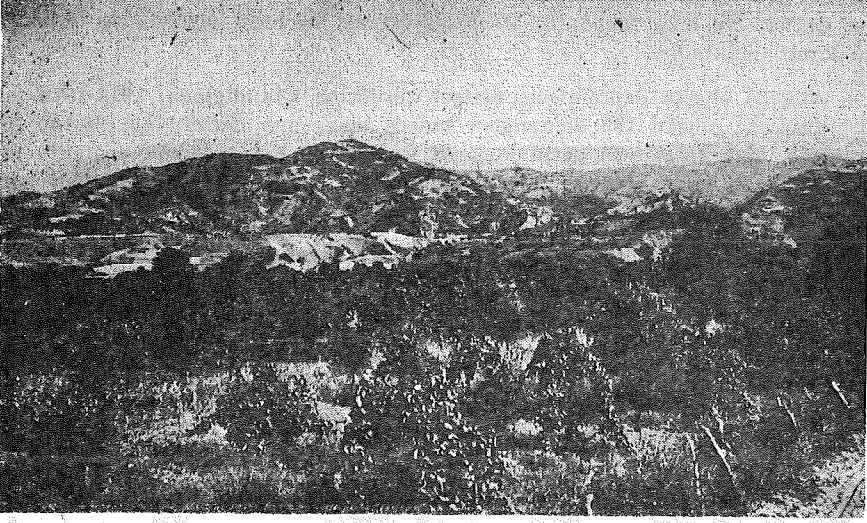
deprem oluşmuştur. Bu çeşit sayısal değerlendirmeler, depremlerin zaman için-  
deki dağılımlarını yansıtmakta iseler de gerek ülkemizde ve gerekse öteki ül-



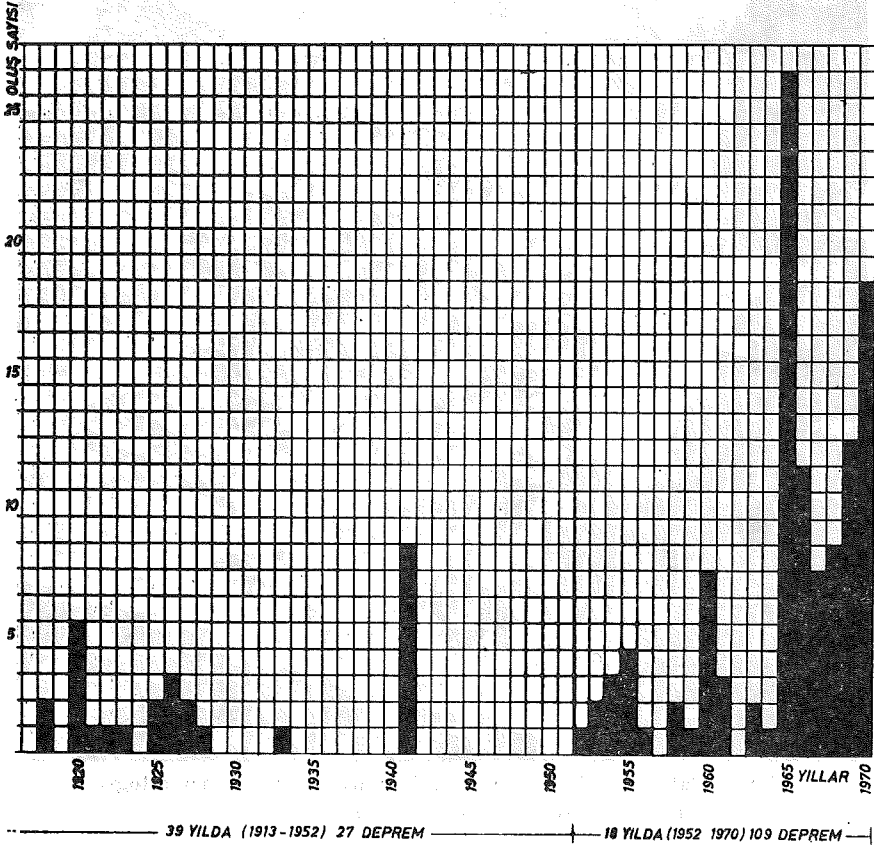
Resim 4. Çalışma Bölgesi ve Yöresinin uydudan alınmış fotoğrafı.

NASA ERTS MSS 5 15.11.1972 SUN EL 29.





Resim 5. Yılmaz Köy yolundan Neojen Teraslarına bakış.  
Resim, NW'ya doğru çekildi.



Şekil 3. 1913-1970 SÜRECİNDE OLUŞAN DEPREMLERİN YILLARA GÖRE DAĞILIMI

kelerde, alet ağının, sözkonusu dönemlerde, gereksinimleri yanıtlayabilirliği de tartışma konusu olabilir. Daha 1970'lere kadar, ülkemizde depremleri kaydeden 4-5 istasyon varken 1970'den sonra bu sayı 20'ye yaklaşmış ve pek çok deprem dışmerkezinin belirlenmesine olanak sağlamıştır. Bu nedenle, Şekil 3'de verilen ve depremlerin yıllara göre oluşlarını gösteren durumu, sadece var olan verilerin değerlendirilişi şeklinde yorumlamak, yerinde olacaktır.

### 3.1. BÖLGENİN SISMOTEKTONİK ÖZELLİKLERİ

Buraya kadar verilmiş olan verilerin yorumu, bölgenin sismotektonik özelliklerini aşağıdaki gibi özetlemeye olanak sağlamıştır.

- i) Büyük Menderes Alçalımı ile kuzeyindeki Menderes Masifi arasındaki sınır zonu, düşey tektonik hareketlerin devam ettiği bir zon olduğundan, gelecekte yine yüksek sismik etkinliğe aday bir kuşak olma özelliğini korumaktadır (S. Sipahioğlu, 1975).
- ii) Bu kuşak boyunca, geçmişte meydana gelmiş depremler (özellikle şiddetleri VIII'in ya da magnitüdüleri 6'nın üzerinde olanlar), yüzeyde mostra verebilen faylarla ilişkilidirler.
- iii) Bu faylar genellikle, Kuvaterner faylanmaları olup ya 2-3 bin yıllık yakın bir geçmişte, ya holosen'de veya bunlardan eski fakat yine Kuvaterner içinde oluşmuş ya da Kuvaterner'de gençleşmiş fayların özelliklerini taşımaktadırlar.
- iv) Bölgede oluşan depremler, büyük çoğunlukla, sığ deprem niteliğinde olup içmerkez derinlikleri 0 ile 60 km arasında değişmektedir.
- v) Bu depremlerin şiddetli ve yıkıcı olanları, ya olaydan önce var olan bir fay ile ilişkilidir veya her şiddetli depremde, bugün arazide izleyebildiğimiz fayların bir bölümü meydana gelmiştir (C.R. Allen, 1974)
- vi) 1913-1970 dönemi aletsel verilerine göre, en çok deprem oluşturan içmerkezler, sırayla; 40, 0, 10 ve 30 km derinlikli seviyelere aittir.
- vii) İnceleme alanı, geçmişinin belirlediği sismik etkinlik örneğini, gelecekte de aynen sürdürme eğilimindedir. Çünkü, tektonik devinimliliğin özellik ve gidişinde, geçmişe göre, büyük bir değişiklik olduğunu belirleyecek kanıt bulunmamaktadır.

### 3.2 SONUÇLAR

Yapılan bu çalışma ile, inceleme alanı hakkında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- i) Bölgenin tarihsel depremlerinin sayısı, bugün kataloglarda var olanların % 50'si kadar artmıştır.
- ii) Bugün kataloglarda var olan depremlerden bazılarının ait ayrıntılı bilgiler elde edilmiştir.
- iii) Gerek tarihsel dönem depremlerine ait gözlemsel dışmerkez dağılımının ve gerekse aletsel dönem depremlerine ait aletsel verilere dayalı

nan dışmerkez dağılımlarının, var olan faylanmaların konumunu tanımlamaya yeterli olmadığı saptanmıştır. Bu nedenle, bölgenin gelecekteki deprem etkinliğini öğrenebilmek için, jeoloji verilerinin de kullanılmasının zorunlu olduğu yargısına varılmıştır.

iv) Bölgenin sismotektonik özellikleri belirlenmiştir.

### 3.3 BÖLGE İÇİN YAPILMIŞ ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu güne kadar, gerek meydana gelmiş depremlerle ve gerekse faylanmalarla ilgili olarak, Batı Anadolu için çok jeoloji ve jeofizik kökenli çalışma yapılmıştır. Bu araştırmaya konu olan bölgeyi de içine alan, geniş kapsamlı çalışmalarda beliren görüşler çeşitlidir. Kendi sonuçlarımızla, bir karşılaştırmaya olanak sağlamak için bu görüşler hakkında birkaç örnek vermek yerinde olacaktır.

E. Arpat, E. Bingöl (1973), Ege Bölgesinin merkezi kısmının, yani masif bölgesinin kitle halinde yükseldiğini, D-B doğrultulu hatların KD-GB ve KB-GD doğrultulu hatlardan genç olduğu görüşündedirler.

R.E. Wallace (1972), D-B doğrultulu horst ve grabenlerin, başka doğrultuya sahip olanlardan genç ve etkin olduğunu, son yıllarda meydana gelen depremlerin de bu yargıyı kuvvetlendirdiği görüşünü savunmuştur.

C.R. Allen (1974), Menderes Masifinin normal faylarla sınırlandırılmış büyük bir fay bloğu olduğunu, McKenzie'nin (1972) fay düzlemi çözümlerinin de bu yargıyı doğruladığını belirtmiştir.

Yukarıdaki görüşler, araştırma sonuçlarımızla uygunluk göstermektedirler. Ancak, bu araştırmanın sonuçları, E. İhan'ın (1976), K-G hatlarının D-B hatlarından genç olduğu görüşüyle uygunluk göstermemektedir.

### KAYNAKÇA

M. Jean Duard (1975)

Türkiye'de Acil Kurtarma ve Yardım Teşkilâtı

T.C. İçişleri Bakanlığı Sivil Savunma İdaresi Başkanlığı

E. Alsan, L. Tezuçan, M. Bath (1975)

An Earthquake Catalogue For Turkey For the Interval  
1913-1970

İ. Ketin (1969)

Kuzey Anadolu Fayı Hakkında

Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi, No. 72

G. Dikmen (1952)

Nazilli Tarih ve Coğrafyası

Aydın İl Kitaplığı

W.S. Calvi (1941)

Erdbebenkatalog der Turkei und Einiger Benachbarter Gebiete  
Almanca, Yayınlanmamış

K. Ergin, Z. Uz, U. Güçlü (1967)

Türkiye ve Civarının Deprem Kataloğu (M.S. 11 - 1964)

İ.T.Ü. Maden Fakültesi Arz Fiziği Ens. Yayın No. 24

K. Ergin, U. Güçlü, G. Aksay (1971)

Türkiye ve Dolaylarının Deprem Kataloğu (1965-1970)

İ.T.Ü. Maden Fakültesi Arz Fiziği Ens. Yayın No. 28

Naima Tarihi, Zelzele ve Hüsuf

Cilt V, s. 272-273

Kâtip Çelebi

Fezleke

N. Öcal (1968)

Türkiye'nin Sismisitesi ve Zelzele Coğrafyası (1850-1960)

M.E.B. İstanbul Kandilli Rasathanesi Sismoloji Yayınları No. 8

C.R. Allen (1972)

Tentative Suggestions concerning the Seismotectonic Map of Turkey. Rapor.

Tarih : 18.7.1972. MTA'ya verildi.

C.R. Allen (1974)

Geological Criteria for Evaluating Seismicity

Geo. Soc. of Am. Bull., V. 86, s. 1041-1057, Ağustos 1975

S. Sipahioğlu (1975)

Sismotektonik ve Metodları

M.E.B. İstanbul Kandilli Rasathanesi Sismoloji Yayınları No. 49

E. Arpat, E. Bingöl (1973)

Ege Bölgesi Graben Sisteminin Gelişimi Üzerine Düşünceler

Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi No. 69, Ankara

R.E. Wallece (1972)

Report on Unesco-UNDP Balkan Seismotectonic Map Project

Balkan Projesi Ofisi, Skopje

McKenzie (1972)

Active Tectonics of the Mediterranean Region

Royal Astron. Soc. Geophys. Jour. v. 30, s. 109-185

E. İlhan (1976)

Türkiye Jeolojisi

ODTÜ Mühendislik Fakültesi Yayın No. 51

# BATI ANADOLU İÇİN GELİŞTİRİLMİŞ DEPREM BÜYÜKLÜĞÜ - ŞİDDET - UZAKLIK İLİŞKİSİ

Dr. D. Kolçak — S. Sipahioğlu (\*)

## ABSTRACT

The relation among the intensity-magnitude-distance were investigated with the well known statistical methods by utilizing the isoseismal maps of earthquakes occurred in the west part of Anatolia within the period of 1964-1970.

In the calculations, R (hypocentral distance) was used instead of  $\Delta$  (epicentral distance, and the a, b, c, d coefficients in the equation of

$$I = a + bM + cR + dMR \quad (1)$$

were found from the data of above mentioned thirteen shallow focus (h = 30 km) earthquakes. Thus, following equation (2) was obtained :

$$I = 0.1506 + 1.2372 M - 0.0332 R + 0.00198 MR \quad (2)$$

Then, the intensity values were calculated from the equation of (2) and these were compared with the original isoseismals.

Meanwhile, for the relations between magnitude (M) — surface of I = VI and I = IV, following equations were obtained :

$$\log A_{VI} = -0.9076 + 0.8384 M \quad (3)$$

$$\log A_{IV} = 1.905 + 0.5042 M \quad (4)$$

## ÖZET

Batı Anadolu'dan seçilen bir bölge için, 1964-1970 yılları arasında oluşmuş ve Eşşiddet Haritaları bulunan depremler yardımıyla

$$I = a + bM + c\Delta + dM\Delta \quad (\text{Milne, Devenport 1969})$$

(\*) İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü

şeklinde verilen bağıntının katsayıları ve dolayısıyla, depremlerin şiddet-büyüklik-uzaklık ilişkileri; bilinen sayılama yöntemleriyle incelenmiştir. Şiddet-uzaklık ilişkilerinin saptanmasında, derinliğin de ne şekilde etkin olabileceğini öğrenmek amacıyla, işlemlerde  $\Delta$  (dışmerkezden uzaklık) yerine R (içermezken uzaklık) kullanılmıştır.

Hepsi sığ derinlikli ( $h \leq 30$  km) olan onüç depremin verilerinden yararlanarak, söz konusu bölge için a, b, c ve d katsayıları saptanmış ve sonuçta :

$$I = 0.1506 + 1.2372 M - 0.0332 R + 0.00198 MR$$

şeklinde bir bağıntı bulunmuştur. Daha sonra, bu bağıntıdan saptanan şiddet değerleri, gözlenen şiddet değerleriyle karşılaştırılarak farklılık nedenleri araştırılmıştır.

Ayrıca, bazı eşşiddet eğrilerinin sınırladığı alanlar ile deprem büyüklüğü arasında, ne şekilde bir bağıntı olabileceği araştırılmış (Muramatsu, 1969) ve sonuçta söz konusu bölge için,  $I = VI$  eşşiddet eğrilerinin sınırladığı alanla, büyüklük (M) arasında :

$$\log A_{VI} = -0.9076 + 0.3384 M$$

ve duyulma alanıyla büyüklük arasında :

$$\log A_{IV} = 1.905 + 0.5042 M$$

şeklinde birer ilişki olduğu saptanmıştır.

## GİRİŞ

Bilindiği gibi, depremlerin neden olduğu değer kayıpları, zaman zaman, çok büyük boyutlara ulaşmakta, gelişen ya da gelişmekte olan ülkeler için sorun, daha da büyük bir önem taşımaktadır.

Deprem zararlarını azaltma yönünde sürdürülen araştırmaları, depremi önceden kestirme (earthquake prediction) ve depreme dayanıklı yapıım teknikleri geliştirme çabaları olarak iki ana grupta toplamak olanaklıdır. Kanımızca, depreme dayanıklı yapıım tekniklerinin geliştirilmesi, tüm değerleri koruma açısından, ülkemiz ekonomisi için çok yararlı sonuçlar verebilecektir. Bu nedenle, yapı tasarımcılarına gerekli verileri sağlamak, yerbilimcilerine düşmektedir.

Bir deprem sırasında oluşabilecek en büyük şiddet ve ivme değerlerinin bilinmesi, depreme dayanıklı yapı sorununun çözümü için gereklidir. Ancak, ülkemizde, henüz yeterli bir ivme-çizer ağı oluşturulamadığından, daha önce oluşmuş depremlere ait, şiddet ile ilgili verileri, sayılama yöntemleriyle inceleyerek yararlı bazı sonuçlar elde etme olanağı vardır.

Bir bölgede, deprem riski saptanırken gerekli verilerden biri de siddetin uzaklıkla değişiminin bilinmesidir. Yeterli sayıda güvenilir veri bulunabildiğinde, sözü edilen ilişki saptanabilmektedir. Kuşkusuz, saptanacak bu ilişkinin, aletsel olanaklar gelişse bile, tarihsel depremlerin (1900 yılı öncesinde oluşmuş) değerlendirilmesindeki yararı büyük olacaktır.

Deprem etkinliğinin saptanmasında karşılaşılan bir sorun da aletsel verilerin, 1900'lerden sonraki zaman sürecini kapsamamasından dolayı, sadece bu verilerden yararlanılarak yapılacak çalışmaların yanıltıcı sonuçlar verebilme olasılığının bulunmasıdır. Bugün, tarihsel deprem verilerinden bilmekteyiz ki aletsel dönemde, deprem etkinliği olmayan ya da çok az olan bazı bölgelerde, daha önceleri büyük depremler olmuştur. Gerçekci bir değerlendirme yapılmak istendiğinde, tarihsel depremlerle ilgili, sağlanabilen tüm niteliksel bilgileri de nicel büyüklüklere dönüştürmemiz gerekmektedir.

### UYGULAMA YERİ, VERİLER

Sayılama (istatistik) yöntemleri kullanılarak yapılan araştırmalarda sonuçların geçerliliği, doğrudan doğruya, veri sayısının çokluğu ve güvenilirliği ile ilgilidir. Bu koşulu sağlayabilmek amacıyla, Türkiye'de oluşan depremler incelenmiş ve Batı Anadolu'nun, diğer bölgelere göre, verilerinin daha elverişli olduğu görülmüştür. Bu nedenle, uygulama yeri olarak Batı Anadolu'da, 37.°5 — 40.°5 N enlemleriyle, 27.°0 — 30.°0 E boylamlarının belirlediği bölge seçilmiştir.

Uygulamada kullanılan veriler, Balkan Bölgesi Sismisite Çalışmaları sırasında hazırlanan "Atlas of Izoseismal Maps, 1974" den alınmıştır. Adı geçen atlastaki eşsiddet (izoseist) haritaları, tüm veriler yeniden gözden geçirilerek çizildiğinden üniform bir veri kaynağı özelliğini taşımaktadır.

### YÖNTEM, UYGULAMA

Çalışmanın ilk aşamasında, Atlas'taki haritalardan yararlanılarak, Batı Anadolu'da oluşan, sığ derinlikli, onüç depreme (Çizelge 1) ait eşsiddet eğrilerinin, uzun ve kısa eksenleri ile bunların ara eksenleri doğrultularında, dışocak (episantr) tan olan uzaklıkları ( $\Delta$ ) ölçüldü.  $\Delta$  ve içocak (hiposantr) derinliklerinden ( $h$ ) çok iyi bilinen

$$R = (\Delta^2 + h^2)^{1/2} \quad (1)$$

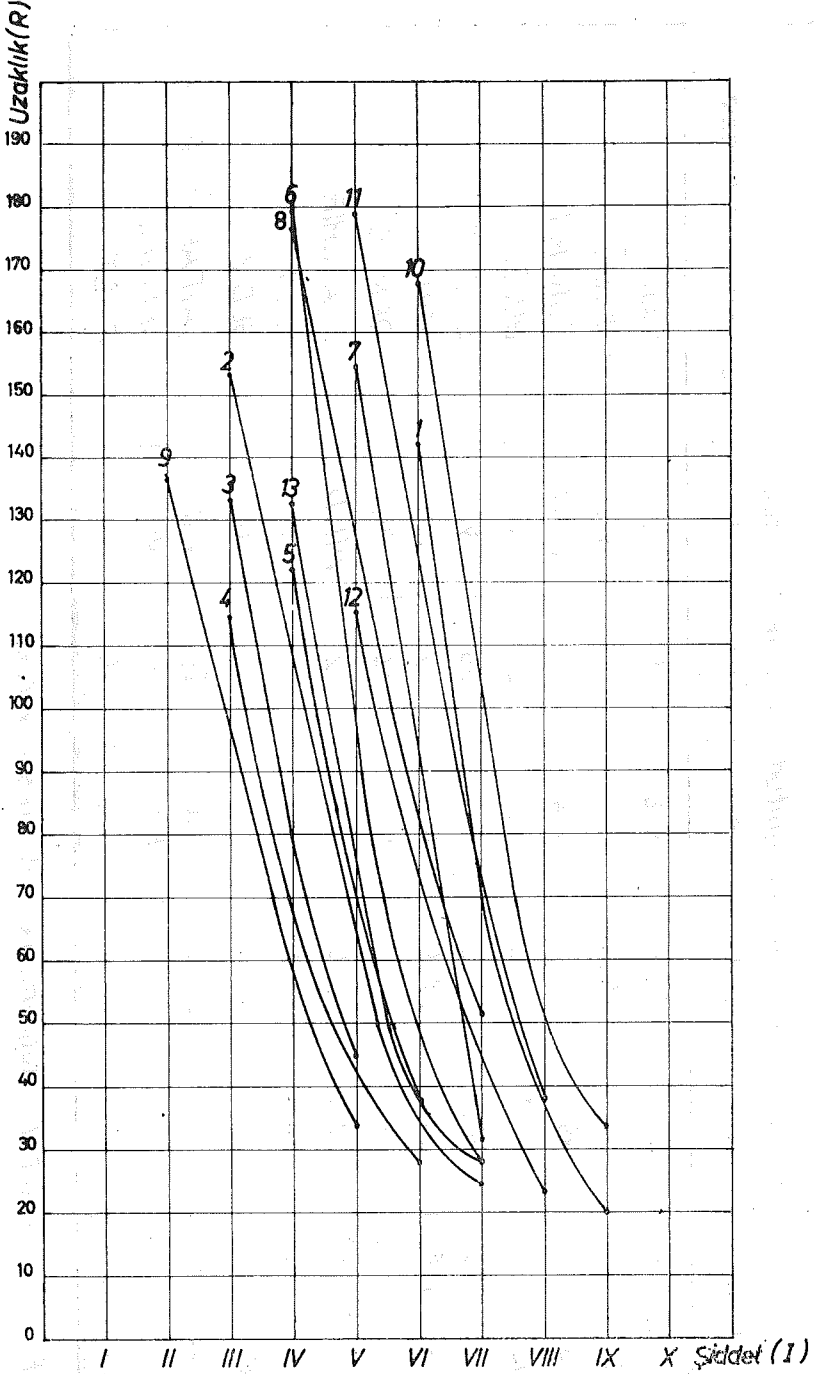
bağıntısı yardımıyla, eşsiddet eğrilerinin içocaktan olan uzaklıkları ( $R$ ) saptanmıştır. Daha sonra, bulunan  $R$  değerlerinden yararlanarak, her deprem için, siddet ( $I$ ) ve uzaklık ( $R$ ) grafikleri çizildi (Şekil 1). Çizilen eğrilerin herbiri, değişik deprem büyüklüklerine (magnitüdüne =  $M$ ) ait olduğundan, bu kez,  $R$ 'nin belirli değerleri ( $R = 40, 50 \dots$ ) için her eğriden  $I$  değerleri okundu (Çizelge 2). Başka bir deyişle, her  $M$  için, seçilen  $R$  değerlerine bağlı olarak,  $I$ 'nin aldığı değerler belirlenmiştir (Şekil 2). Bu aşamada  $I$  ve  $M$  değerlerine, her bir  $R$  değeri için, en küçük kareler yöntemi uygulanarak en uygun  $I-M$  doğrularının eğim ve kesme değerleri saptanarak Çizelge 3'de verilmiştir.

Son aşamada ise her  $R$  değeri için çizilen  $I-M$  grafiklerinin eğim ( $E$ ) ve kesme ( $K$ ) değerlerini,  $R-E$  ve  $R-K$  grafikleri biçimine koyabilmek ama-



Sıra No.	Tarih	Enlem (N)	Boylam (E)	Magnitüd (M)	Derinlik (h) km	Şiddet I	Gözlemsel Dışmerkez
1	6.10.1964	40.1	28.0	6.8	15	IX	MANYAS
2	12. 6.1965	37.8	29.3	5.7	21	VII	HONAZ
3	9. 5.1967	39.2	27.2	4.4	30	V VI	EDREMIT
4	19. 7.1967	38.1	28.9	4.8	24	VI	BULDAN
5	3.11.1968	38.6	28.9	5.0	25	VI	SELENDİ
6	3. 3.1969	40.1	27.5	5.6	7	VIII	GÖNEN
7	23. 3.1969	39.2	28.5	5.9	14	VIII	DEMİRÇİ
8	28. 3.1969	38.3	28.6	6.5	12	VIII-IX	ALAŞEHİR
9	14. 8.1969	39.5	27.9	4.7	22	VI	BALIKESİR
10	28. 3.1970	39.1	29.4	7.2	23	IX	GEDİZ
11	19. 4.1970	39.0	29.8	5.8	24	VIII	ÇAVDARHISAR
12	23. 4.1970	39.2	28.8	5.6	16	VIII	DEMİRÇİ
13	20.12.1970	39.3	29.2	5.5	25	VII	EMET

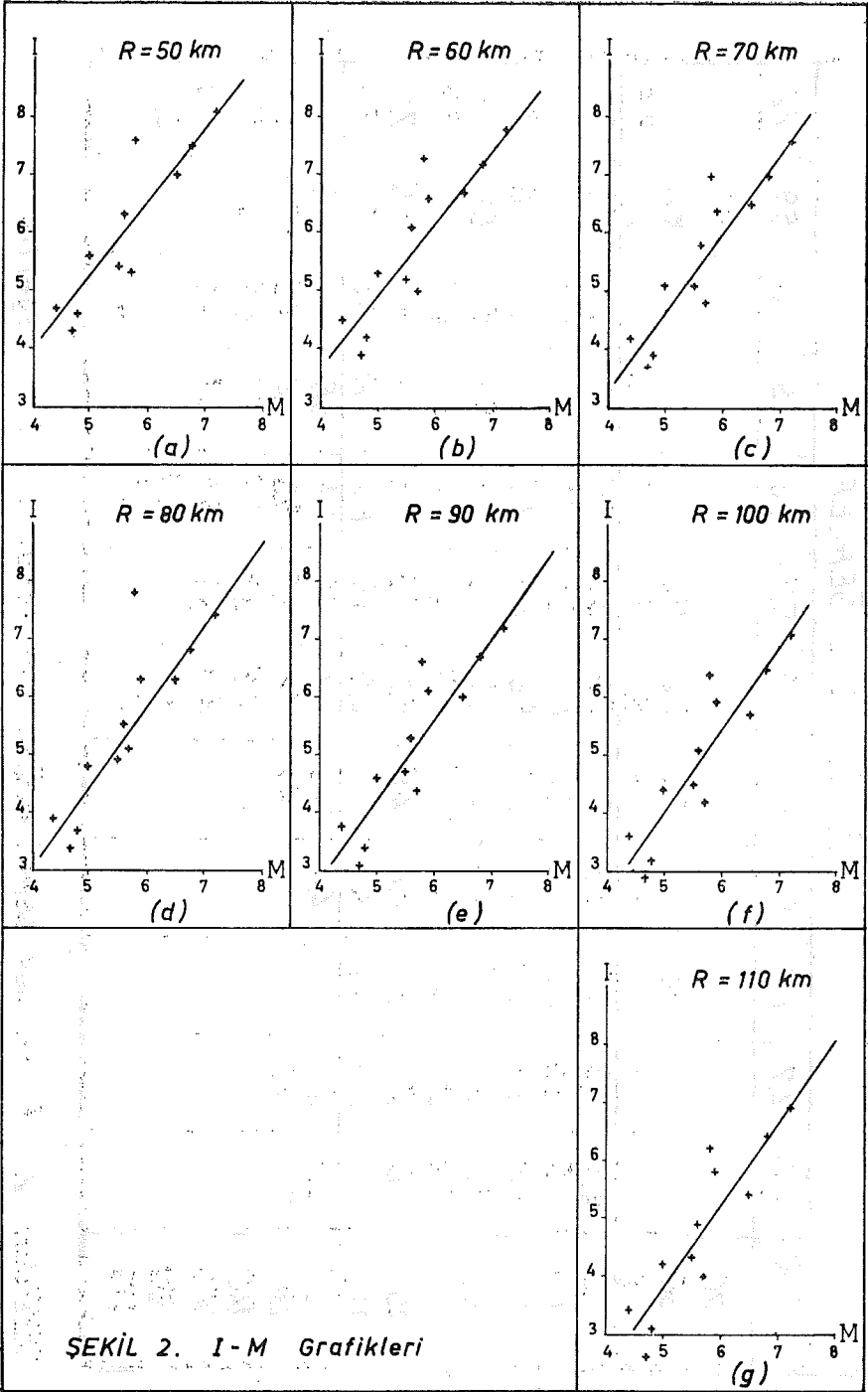
ÇİZELGE 1. İncelenen depremlere ait ilksel veriler



SEKİL 1. I - R Grafikleri (Grafiklerdeki sayılar, Çizelge 1' deki 13 depremin sıra numaralarını göstermektedir.)

		ÖLÇÜLEN I DEĞERLERİ															
		4.4	4.7	4.8	5.0	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	6.5	6.8	7.2				
$R(km)$	M																
20																	
30				5.8		6.6	7.2	8.3								9.0	
40			4.7	5.1	5.9	5.8	6.7	5.7	7.9	6.9						7.8	8.6
50		4.8	4.3	4.6	5.6	5.4	6.3	5.3	7.6	6.7	7.0					7.5	8.1
60		4.5	3.9	4.2	5.3	5.2	6.1	5.0	7.3	6.6	6.7					7.2	7.8
70		4.2	3.7	3.9	5.1	5.1	5.8	4.8	7.0	6.4	6.5					7.0	7.6
80		3.9	3.4	3.7	4.8	4.9	5.5	4.6	6.8	6.3	6.3					6.8	7.4
90		3.8	3.1	3.4	4.6	4.7	5.3	4.4	6.6	6.1	6.0					6.7	7.2
100		3.6	2.9	3.2	4.4	4.5	5.1	4.2	6.4	5.9	5.7					6.5	7.1
110		3.4	2.6	3.1	4.2	4.3	4.9	4.0	6.2	5.8	5.4					6.4	6.9
120		3.2	2.4		4.1	4.2	4.7	3.8	6.1	5.6	5.2					6.3	6.8
130		3.1	2.2			4.1	4.6	3.5	5.9	5.4	4.9					6.2	6.6
140							4.5	3.3	5.7	5.3	4.7					6.1	6.5
150							4.3	3.1	5.5	5.1	4.5						6.3
160							4.2		5.3		4.3						6.1
170							4.1		5.1		4.2						

ÇİZELGE 2. R' nin her belirli değeri için ölçülen " I " değerleri.



ŞEKİL 2. I - M Grafikleri

$R$ (km)	EĞİM	KESME
50	1. 3269	- 1. 4083
60	1. 3524	- 1. 8359
70	1. 3754	- 2. 1908
80	1. 4143	- 2. 6357
90	1. 4248	- 2. 9035
100	1. 4333	- 3. 1520
110	1. 4412	- 3. 3881

ÇİZELGE 3. I-M Grafiklerinin eğim ve kesme değerleri

cıyla, yine en küçük kareler yöntemi uygulanarak, bu değerlere en iyi uygunluk sağlayan doğru denklemlerinin (Şekil 3a, b) eğim ve kesme değerleri bulundu. Bu değerler;

$$R - E \text{ grafiği için } E_E = 0.00198 \text{ (Bağımsızlık katsa. = 0.97)}$$

$$K_E = 1.2372$$

$$R - K \text{ grafiği için } E_K = -0.0332$$

$$K_K = 0.1506 \text{ ( } \gg \gg = 0.99)$$

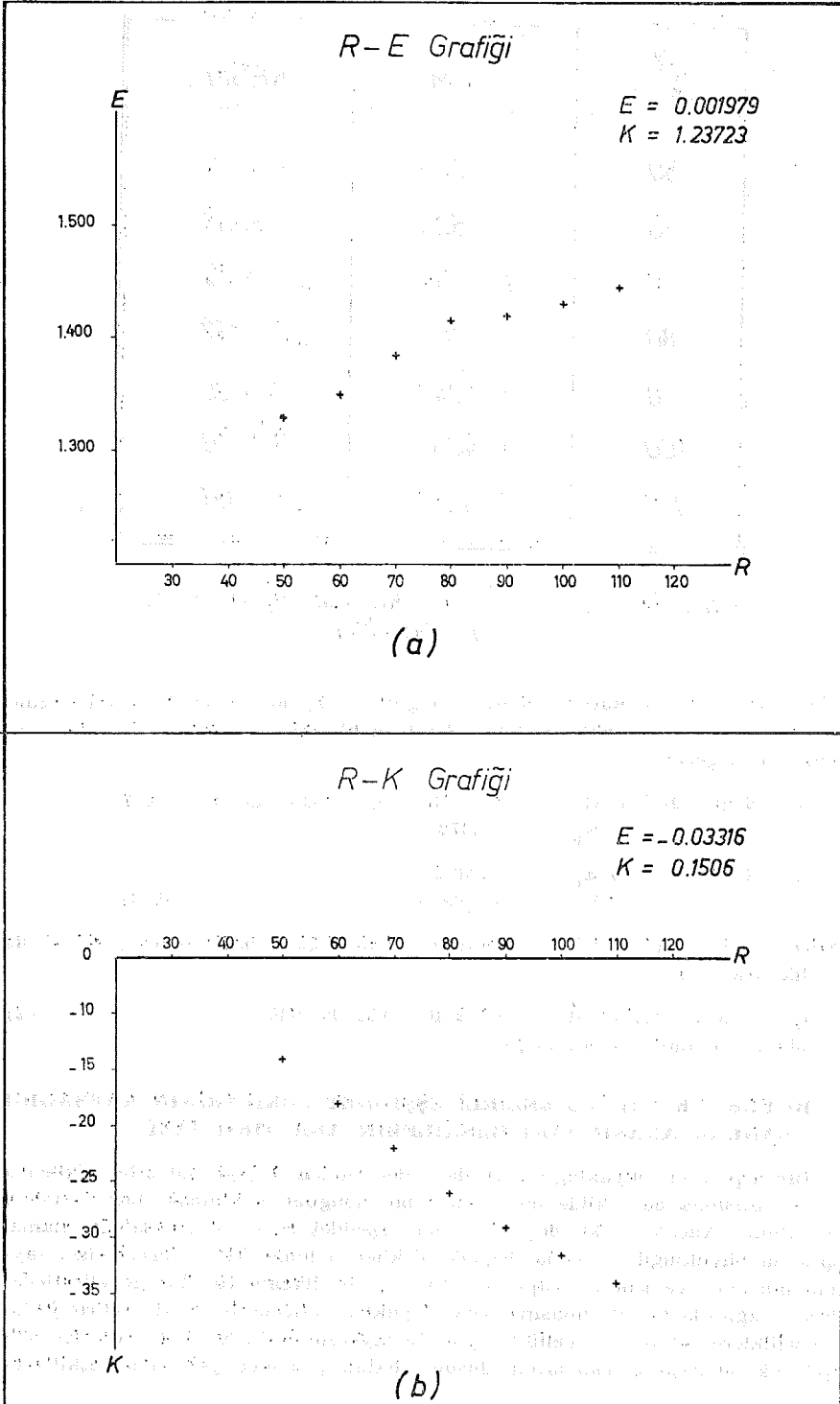
Böylece, Batı Anadolu için, depremlerin büyüklüğüne bağlı olarak, şiddet ile uzaklık arasında

$$I_R = 0.1506 + 1.2372 M - 0.0332 R + 0.00198 MR \quad (2)$$

ilişkisinin bulunduğu saptanmıştır.

### BÜYÜKLÜK (M) İLE BELİRLİ EŞŞİDDET EĞRİLERİNİN KAPSADIĞI ALANLAR ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN ARAŞTIRILMASI

Bir depremin büyüklüğü (M) ile o depremden değişik şiddette etkilenen alanlar arasında ne şekilde bir bağıntı bulunduğunu saptamak, her durumda olanaklıdır. Ancak, farklı değerlerdeki her eşşiddet eğrisinin kapsadığı alanla, depremin büyüklüğü arasında değişik ilişkiler bulunacaktır. Hernekadar, faylanmanın cinsi ve jeolojik yapı farklılıkları, bir ülkenin tümüne genelleştirilebilecek bağıntıların kurulmasına bazı güçlükler getirmekte ise de belirli jeolojik özelliklere sahip ve genellikle aynı tip faylanmaların olduğu bölgeler için yapılacak bu çeşit çalışmalarda düşülen hatalar, sonucu pek fazla etkileme-



ŞEKİL 3. Eğim (a) ve Kesme (b) değerleri grafikleri.

mektedir. Başka bir deyişle, bu şekilde bulunan bağıntıların, ülkemizin depremlerden etkilenen bölgelerin tümü için değil fakat bölgesel olarak, ayrı ayrı saptanması durumunda ve yalnız saptanan bölgeler için geçerli olması gerekeceği kânsındayız.

Yukarıda açıklanan nedenlerin ışığı altında, Batı Anadolu'da, 1964-1970 yılları arasında oluşmuş onüç depreme ait verilerden yararlanarak, önce, hemen her depremde çizilmesi olanaklı I = VI eğrisinin kapsadığı alanla büyüklük (M) arasında, nasıl bir ilişki olduğu araştırıldı. Bunun için, Çizelge 1'de verilen onüç depremin eşsiddet haritalarından, I = VI eğrilerinin kapsadığı alanlar saptanıp logaritmaları bulundu. Magnitüd ile doğrusal bir ilişkisinin var olup olmadığını saptamak için, bunlara en küçük kareler yöntemi uygulandı ve sonuçta :

$$\log A_{VI} = -0.9076 + 8384 M \quad (3)$$

şeklinde bir ilişkinin bulunduğu anlaşıldı.

Aynı işlemler, bir kere de, depremlerin I = IV eşsiddet eğrilerinin belirlendiği "Duyulma Alanları" için yinelendi ve sonuçta :

$$\log A_{IV} = 1.905 + 0.5042 M \quad (4)$$

ilişkisi saptandı. Saptanan bu ilişkiler  $A_{VI}$  için Şekil 4 ve  $A_{IV}$  için Şekil 5'de grafiklenmiştir.

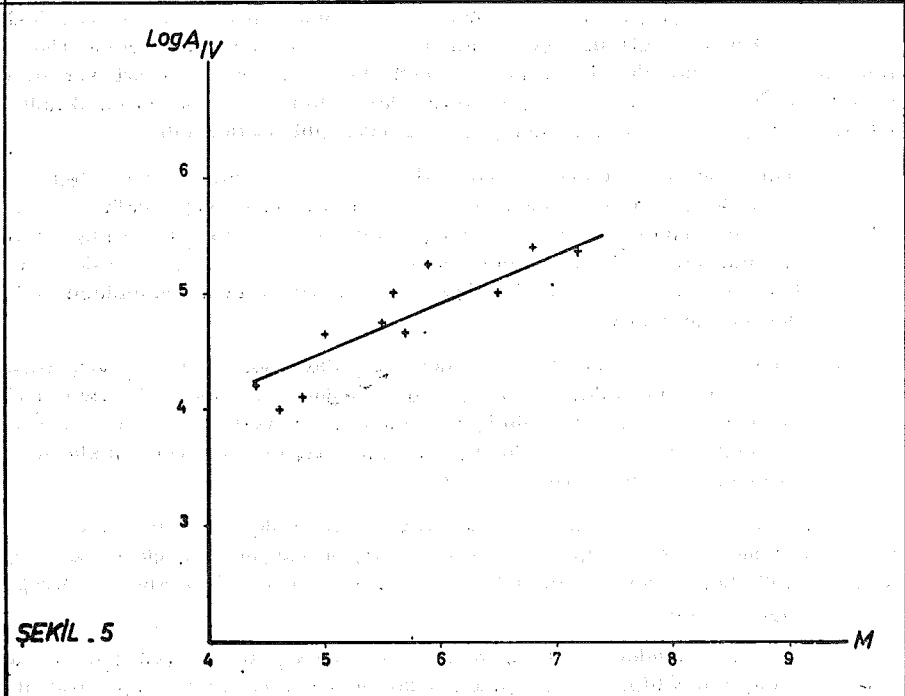
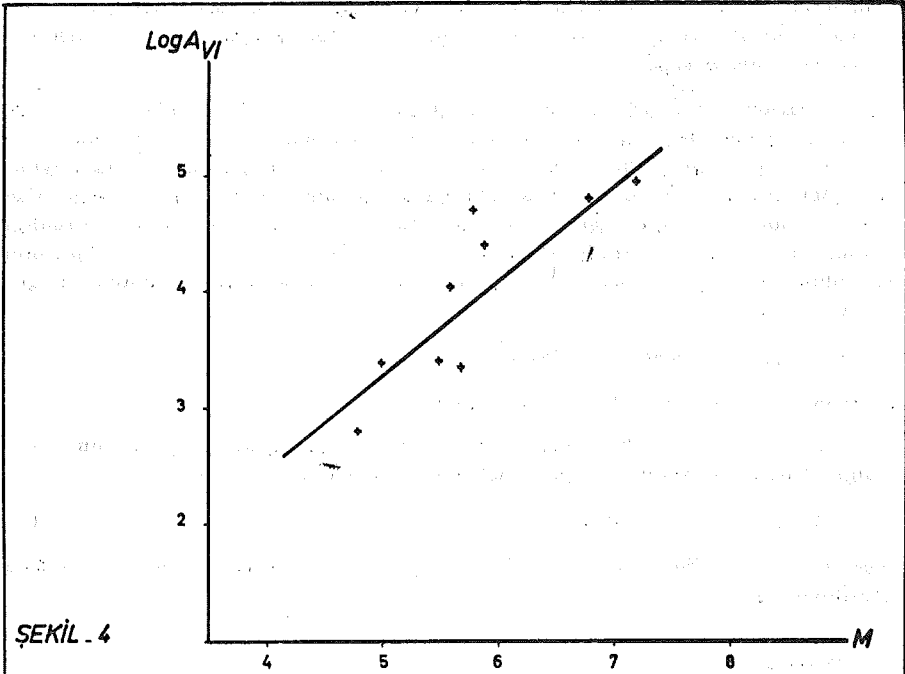
## SONUÇ

Yukarıda, bu çalışmaya konu olduğu belirtilen depremlere ait Eşsiddet Haritaları (Harita 1-13) üzerine, saptanan sayısal değerler çizildiğinde (haritalarda ..... şeklinde gösterilmiştir. bunlarla gözlemsel değerleri yansıtan eşsiddet eğrileri arasında birtakım farklılıklar bulunduğu göze çarpmaktadır. Bu farklılıkların nedenleri, kanımızca, aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- i. Daha önce söz konusu edilen Atlas'dan, olduğu gibi alınan Eşsiddet Haritaları, depremlerden sonra, depremi hisseden bölge halkına gönderilen anketlerin, yine bu bölge halkı tarafından doldurulup geri çevrilmesinden sonra çizilmiş bulunmaktadır. Bu tür işlemlerde, aynı lokasyon için bile değişik kişisel değerlendirmelerin bulunduğu bilinen bir gerçektir.
- ii. Bu çalışmaya konu olan Eşsiddet Haritaları, söz konusu anketlerden yararlanılarak fakat yerel jeolojik koşullarla, tektonik özellikleri gözönüne alınmadan çizilmiş bulunmaktadır. Ayrıca, Eşsiddet haritalarındaki, alınan anket lokasyonlarının dağılımı da çoğunlukla üniform bir görüntü vermemektedir.

Çalışmamıza kaynak olan Eşsiddet Haritalarının derlenme özellikleri yukarıda özetlendiği gibi olduğu için, tarafımızdan, bu çalışma sonuçları üzerinde, yerel jeolojik koşulların ve tektonik özelliklerin, ne derecede etkin olabileceği ayrıca araştırılmamıştır.

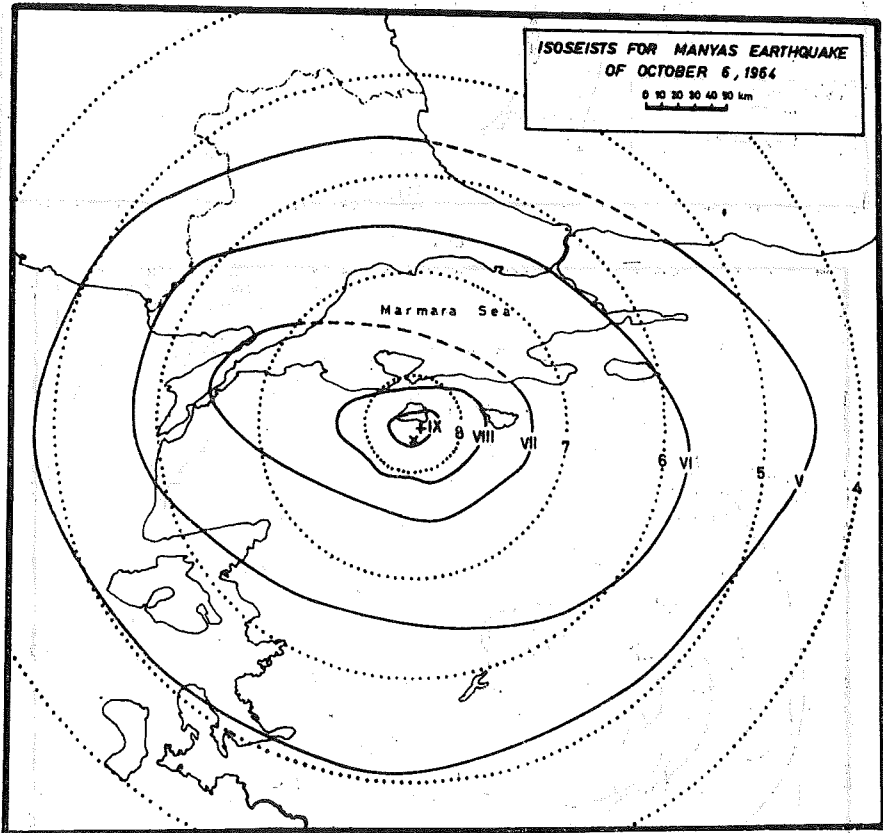
Yararlanılan Eşsiddet Haritalarındaki eğrilerle saptanan eğriler arasında beliren biçimsel farklılık, bu çalışmada ortamın, homojen ve izotrop varsayıl-



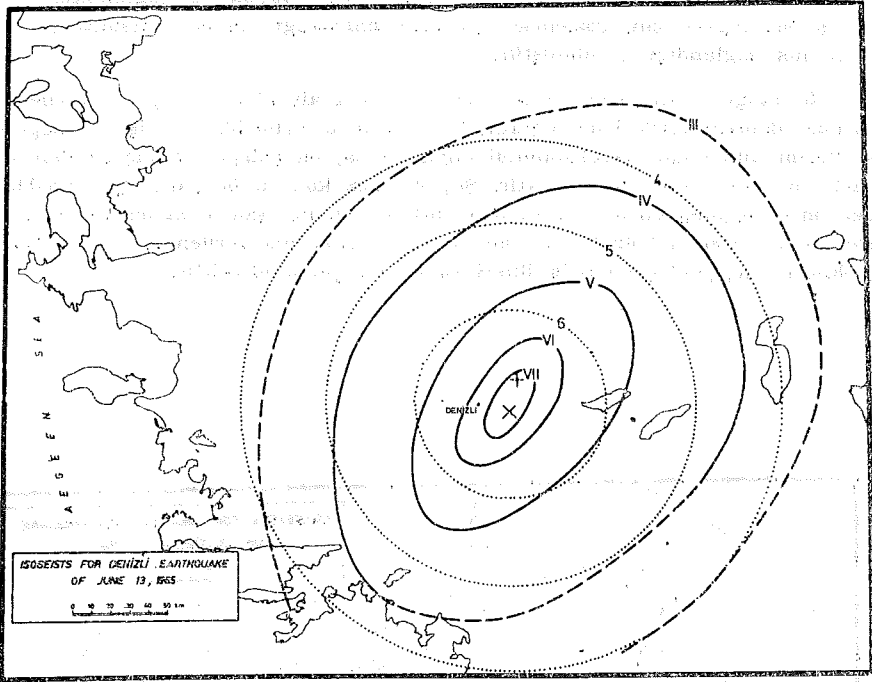


masından ileri gelmektedir. Ancak, çok azı hariç, büyük bir çoğunlukla, aynı bir şiddet değeri için, gözlemsel eğrilerin sınırladığı alanlar arasında iyi bir uygunluk sağlandığı görülmüştür.

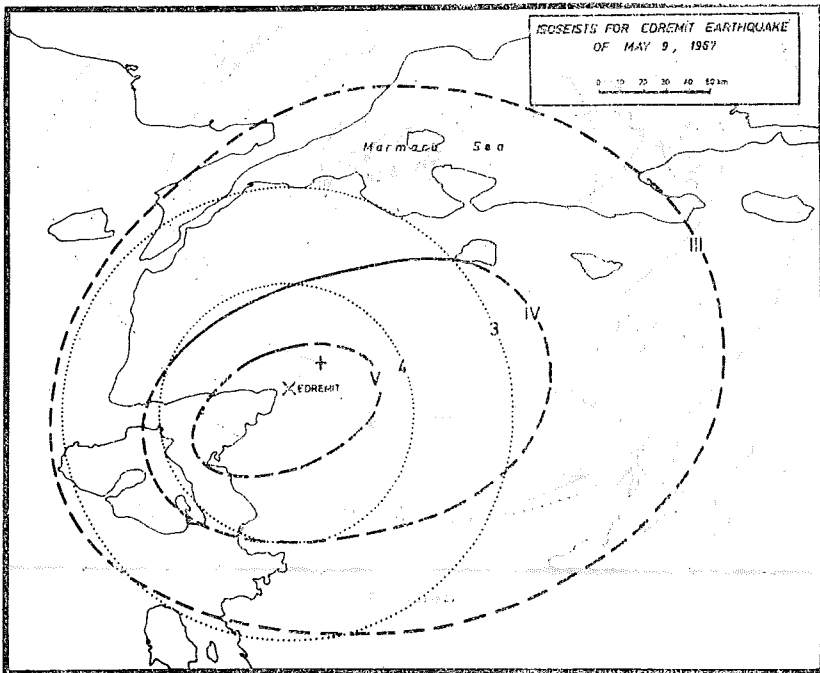
Herhangibir araştırmacı, 1900'lerden sonraya ait aletsel deprem verilerini, tarihsel deprem verileri ile çoğaltmak ya da daha uzun bir geçmişe ait deprem verilerini kullanmak gereksinimini duyduğunda, bu çalışma sonuçlarından yararlanma olanağını bulabilecektir. Şöyleki, söz konusu bölgede, eğer 1900'lerden önce oluşmuş tarihsel depremlere ait maksimum şiddet ya da VI veya IV şiddetinde sarsılan bölgeler saptanabiliyorsa, yukarıda verilen 2, 3 ve 4 No.lu ilişkilerle, depremlerin büyüklükleri (M'leri) saptanabilecektir.



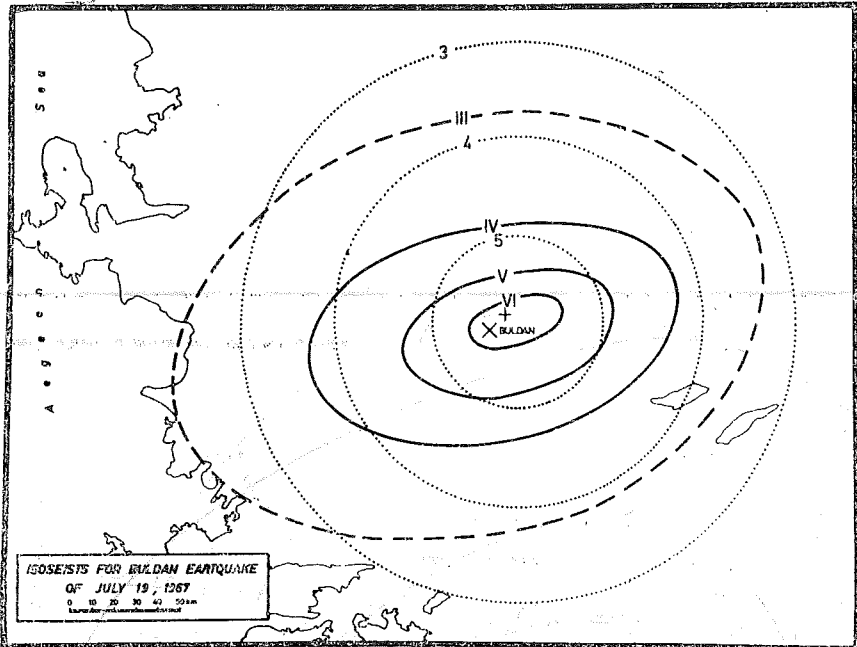
Harita - 1



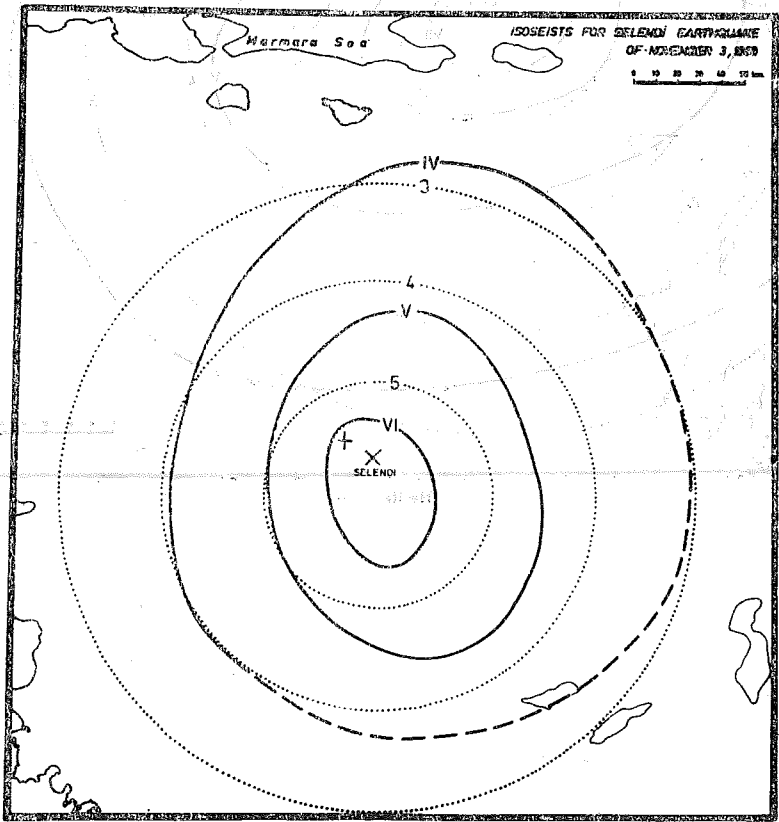
Harita - 2



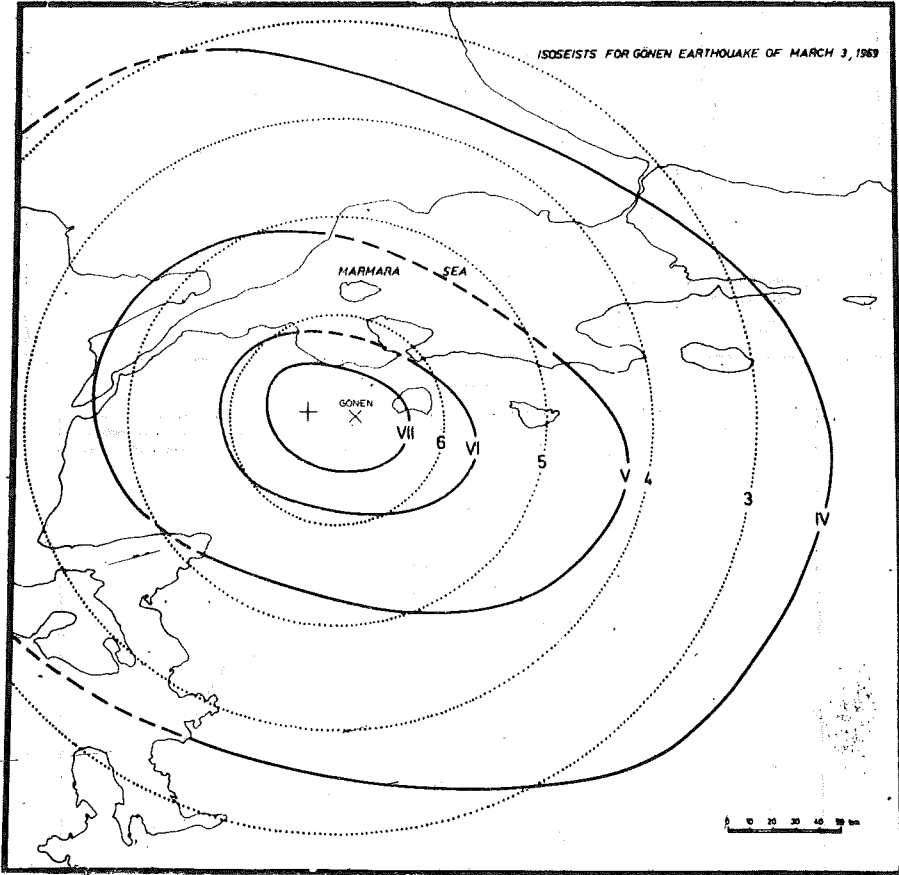
Harita - 3



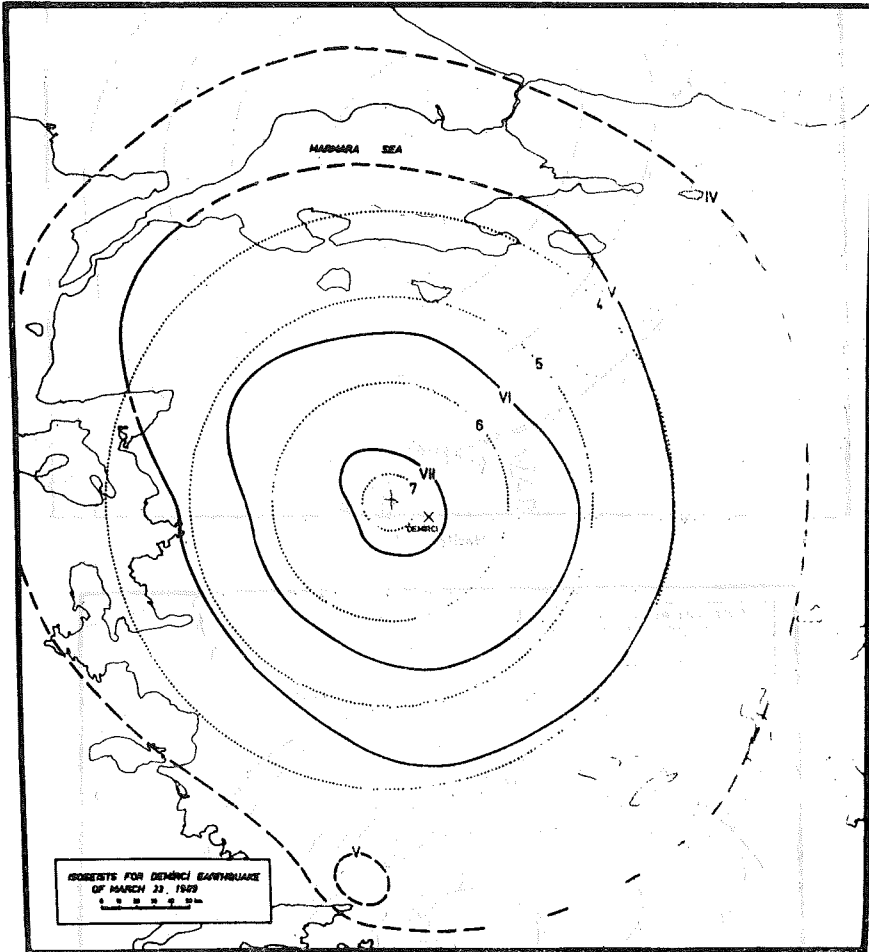
Harita - 4



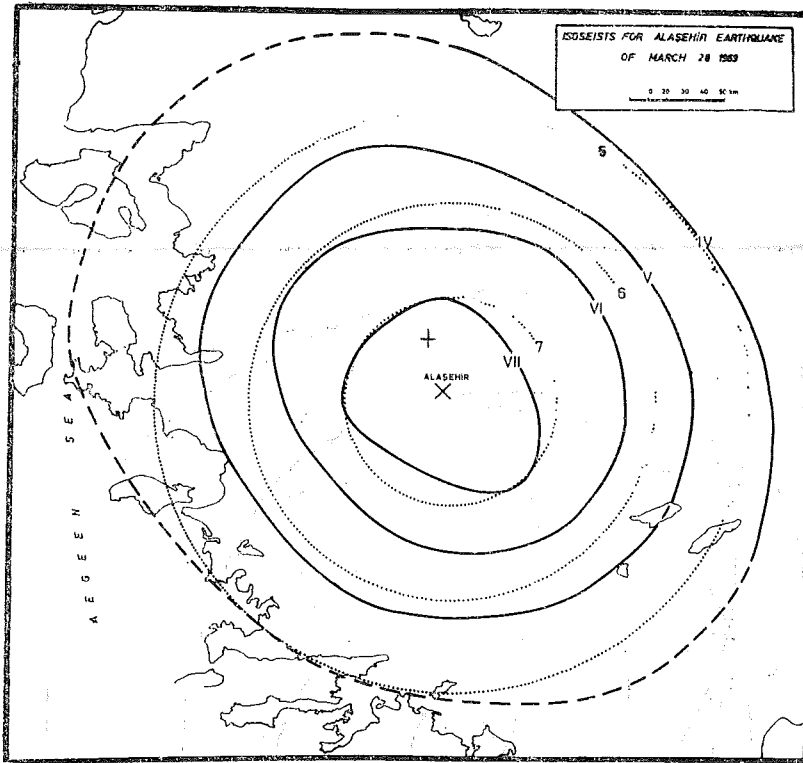
Harita - 5



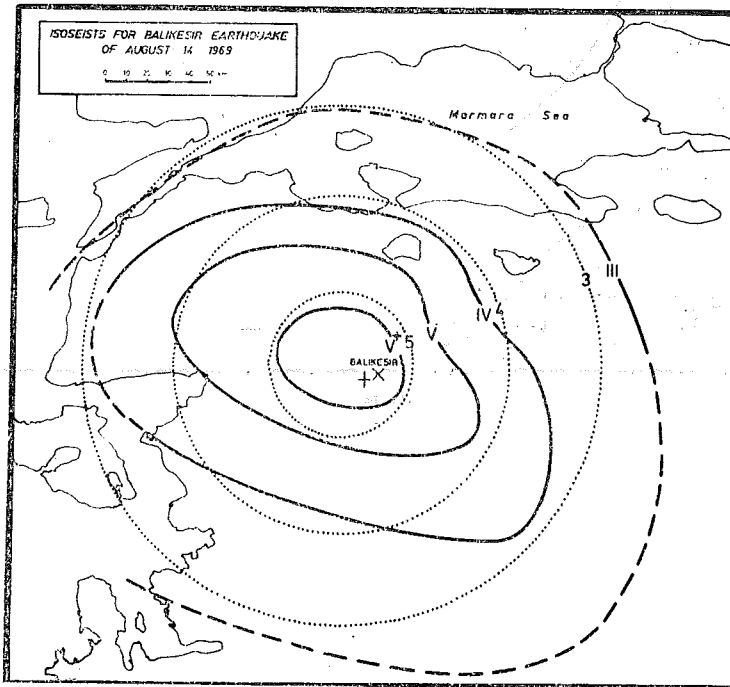
Harita - 6



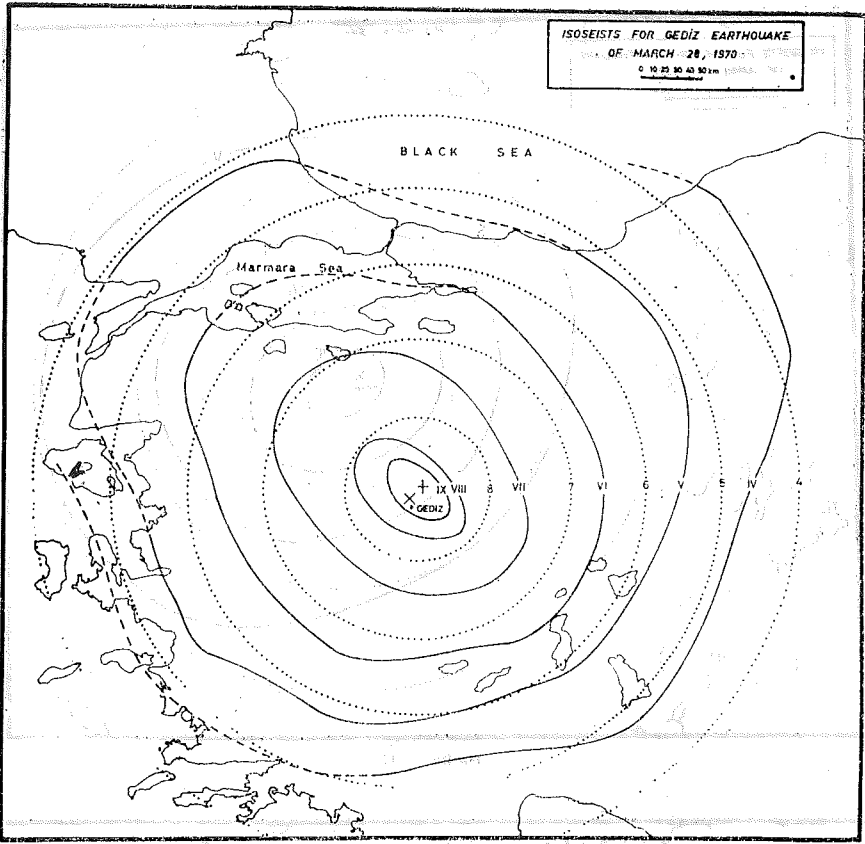
Harita - 7



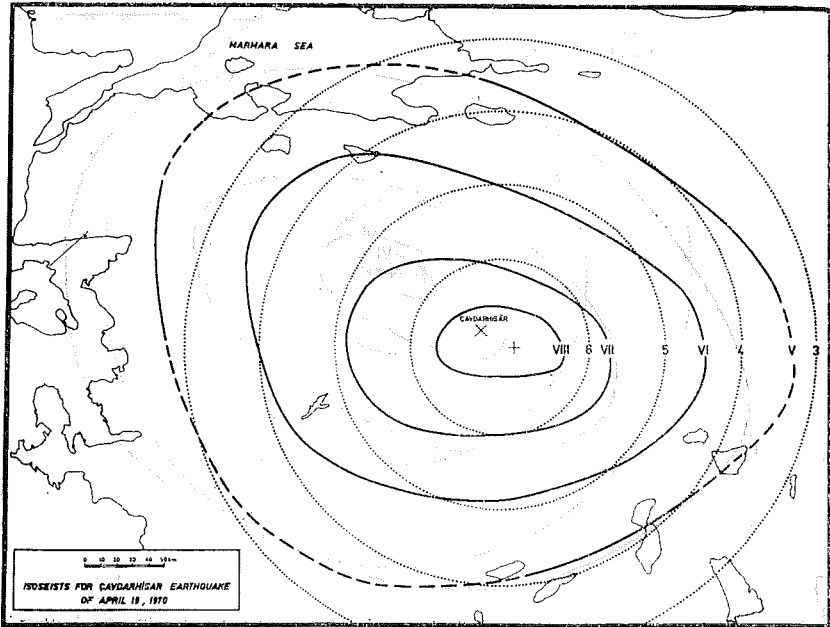
Harita - 8



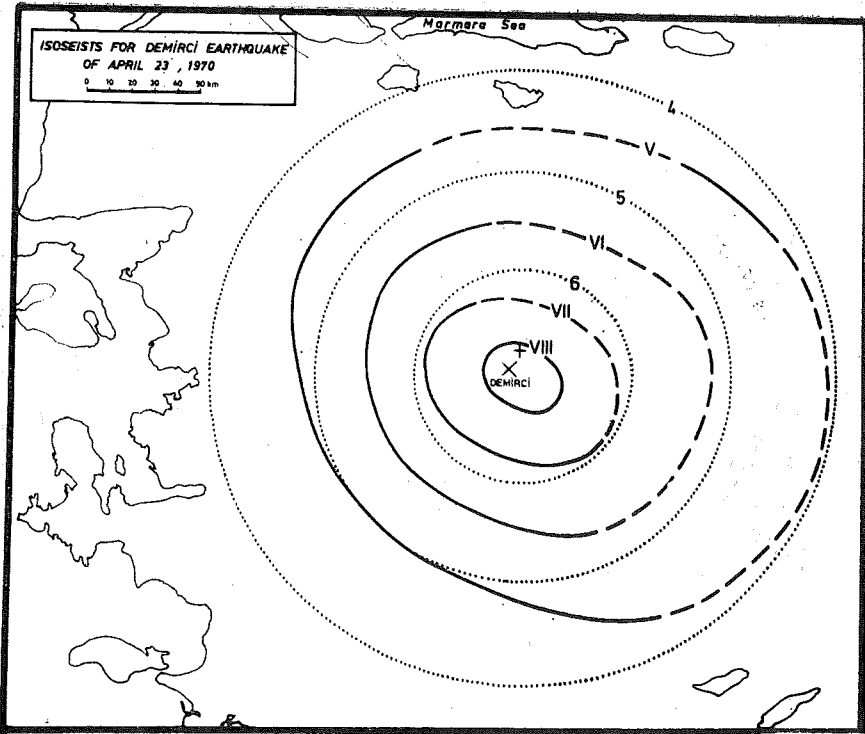
Harita - 9



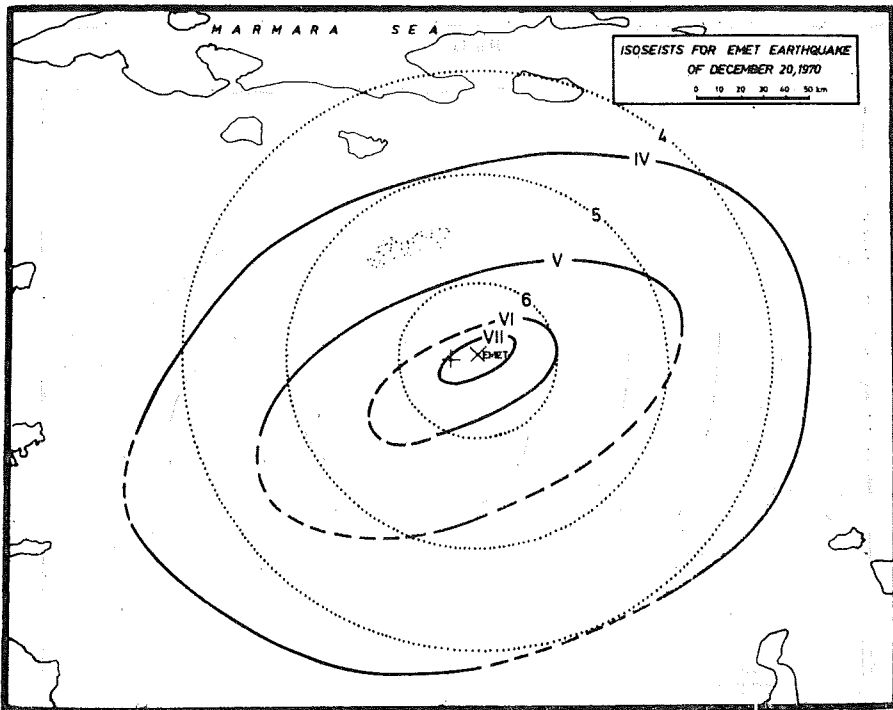
Harita - 10



Harita - 11



Harita - 12



Harita - 13



**KAYNAKLAR**

**Atlas of Isoseismal Maps**

— UNDP-UNESCO Survey of the Seismicity of the Balkan Region UNESCO, Skopje, 1974

**W.G. Milne, A.G. Davenport (1969)**

— **Distribution of Earthquake Risk in Canada**  
BSSA, Vol. 59, No. 2, pp 729-754

**I. Muramatsu (1969)**

— **Relation between the distribution of seismic intensity and the earthquake magnitude.**

Sci. Rep. Fac. Educ., Gifu Univ. 4, pp. 168-176.

# TSUNAMİ (DENİZ TAŞMASI) VE TÜRKİYE KIYILARINI ETKİLEMIŞ TSUNAMİLER

Doç. Dr. H. SOYSAL (\*)

## GİRİŞ

Denizin, rüzgar veya AY-Güneş kökenli devinimleri dışında, düzenli akıntıları olduğu gibi, az rastlanan taşmalarına da tanık olunmaktadır.

Doğu Akdeniz ve ülkemiz kıyılarında dörtbin yıldan beri bilinen ve deniz taşması olarak adlandırılan olay, Güney Amerika'nın batı ve Japonya'nın doğu kıyılarındaki körfezlerde sık gözlenen, bazen deprem kadar korkunç boyutlara erişebilen doğal olaylardan biridir.

Beklenmedik bir anda, rüzgar veya AY-Güneş kökenli devinimlerden bağımsız olarak deprem, volkan veya kıyı heyelanı v.b. olaylardan sonra, denizin önce çekilip (bazen çekilmeksizin) ve bir süre sonra otuz metreyi aşabilen yükseklikte, su duvarı gibi, dalgalar halinde saldırışı, ülkelere göre değişik sözcüklerle nitelenmiştir; Amerika'da Deniz Gel-Git Dalgası, Depremsel Deniz Dalgası; Uzak Doğuda Katil dalga, Liman Dalgası, Japonya'da Tsunami; Doğu Akdeniz'de Deniz Taşması. Olayın günümüzde, Uluslararası bilimsel terimi de Tsunami'dir. Japon dilinde tsu = liman ve nami = dalga sözcüklerinden türetilmiş olan bu kavram, limana baskın yapan büyük dalga anlamını kapsamaktadır.

Bu incelemenin amacı, Tsunami'yi ve tarihsel belgelere göre, kıyılarımızda gözlenmiş tsunamileri tanıtmaktır. Özellikle Calvi (1941), Francis (1947), Ambraseys (1962), Antonopoulos (1972) kaynaklarından yararlanılmıştır.

## TSUNAMİ İLE İLGİLİ GÖZLEMLER

Ugarit ve Ras Şamra (Orta Doğu)'da bulunmuş yazıtlar, M.Ö. 2000 - M.Ö. 1370 yılları arasında, Suriye kıyılarında gözlenmiş tsunamileri belgeliyecek niteliktedir (C.F.A. Schaeffer, 1948). M.Ö. 1600 - M.Ö. 1500 yılları arasında, Girit'te Minoan kültürünün, Santorin (Thera) volkan püskürtmesinin oluşturduğu, deniz taşması, ile yıkıldığı iddia olunur (Marinatos, 1939). 21 Temmuz 365'de Doğu Akdeniz Depreminden sonra gözlenmiş deniz taşması İskenderiye'de 5.000 kişinin ölümüne ve Sicilyadan Suriye kıyılarına kadar olan alanda büyük hasara neden olmuştur (Ambraseys, 1962). 14 Aralık 557 depreminden

(\*) İstanbul Üniversitesi, Yer Bilimleri Fakültesi Jeofizik Bölümü

sonra taşan denizin, İzmit Körfezinde, kıyıdan üç mil (beş kilometre) ilerlediği gözlenmiştir (I. Francis, 1947). 14 Eylül 1509 İstanbul Depreminde Marmara kıyısı surlarının yıkılmasında, deniz taşmasının payı depremden az değildir S. Calvi (1941), Collection Academique (1761). 1 Kasım 1755 Lizbon depremini izleyen tsunamide Portekiz, İspanya, Kuzey batı Afrika kıyılarında onbinlerce ölü saptanır ve Lizbon'da 5 m. yüksekliğinde dalgalar gözlenir. 9 Temmuz 1956 Ege denizi depreminde Patmos, Girit, Milos adalarında 80'den çok irili ufaklı tekne parçalanır; özellikle Amorgos adası kıyılarında 25 m. yüksekliğinde dalgalara tanık olunur (Bolt 1978).

### ÖNEMLİ TSUNAMİLER

Miladi 358 yılında doğu Akdeniz'in plajlarını, kıyı ovalarını süpüren bir tsunami İskenderiye'de kalyonları çatılara çıkarır Ambraseys (1962). Aynı bölgede, aynı derecede, önemli, ikinci tsunami 21 Temmuz 365 yılında izlenmiştir. 1586 yılında, Peru kıyılarında 28 m.ye erişen dalgalar Callao kenti ve çevresini süpürür; limandaki gemileri kıyıdan 4 km. uzağa sürükler. 1703 de Japonya'da Awa ve 1868'de yine Callao dev dalgalarla süpürülür. Ağustos 26, 27 1883 Karakatao (Sumatra, Java adaları arasında) volkan patlamasının sonucu, 30 m. yüksekliğe erişen dalgalar, 163 köyü, kentleri süpürmüştü, trenleri parçalamış, gemileri karaya sürüklemiş veya batırmış (5 bin gemi harap olur), limandaki bir Hollanda harp gemisi kıyıdan 3,5 km. içeriye ve deniz düzeyinden 10 m. yükseğe sürüklenmiştir. Bu olay nedeniyle saptanan ölenlerin sayısı 36417'dir.

Kayılarımızda gözlenen tsunamilerin listesi tablo 1'de sergilenmiştir. Görüleceği gibi en çok tsunami etkisinde olan körfez İzmit körfezidir. S. Calvi (1939, 1940) ve Francis (1947) belgelerine göre İzmit körfezinde denizin, 100 m. çekildikten sonra, baskın yapan dalgaların kıyıdan 2-3 km içerilere ilerlediği, zamanın gemilerini sürüklediği ve çok can kaybına sebep olduğu anlaşılmaktadır.

14.9.1509 İstanbul depreminde deniz öylesine taşar ki Galatayı su basar; dalgalar Marmara surlarını aşar ve binlerce kişi kaybolur.

### TSUNAMİ İLE İLGİLİ GÖRÜŞLER

Her kıyı toplumunun denizle ilgili efsanesi ve destanı vardır. Bunların bir kısmı da tsunamilerle ilgilidir.

Tsunaminin oluşumu hakkındaki ilk yaklaşımlar, eski Yunan bilgilerinden Thucydides, Anaxagoras, Democrites, Aristoteles, Strabon, Latin Pliny ve orta çağ işlem bilgini İbni Sfnâ'ya aittir. Bunlar, tsunamilerin, genellikle, deprem sonucu oluştuğu görüşündedirler. Yakın geçmişte (XIX. yüzyılda) konu ile Darwin ve daha çok Japon araştırmacıların ilgilendiği görülmektedir.

Bütün gözlemsel, deneysel ve kuramsal çabalar, bunlardan korunma ile birlikte, tsunaminin oluşum nedenlerini belirleme amacını gütmektedir. Bu nedenle erişilen aşamayı belirleme ve bu aşamanın güvenilirliğini tartışmadan önce, olayın özelliklerini tanımak gereklidir.

## Tsunami'nin Özellikleri

Tarih boyunca yapılan gözlemler sonucu sağlanan bilgilere göre tsunamilerin özellikleri aşağıdaki gibi özetlenebilir :

1) Denizde veya kıyı bölgesinde, 50 km'den sığ ocaklı ve 6 Richter magnitudünden büyük depremlerin oluşundan, volkan püskürmelerinden veya denizaltı nükleer patlamalarından, derin ve dik kıyılarda, çok büyük bir kütlelen (Kaya, buzul, heyelan v.b.) denize düşmesinden bir süre sonra (bu süre; Marmara ve Ege gibi kıyılarda birkaç dakika, Pasifik kıyılarında ise birkaç saatten güne kadar değişir) oluşan bazen denizin çekilişinden sonra, bazen de çekilmeksizin âniden, su duvarı olarak nitelenebilecek, dalgaların baskını olan bir olaydır.

2) Tsunami dalgalarının Pasifik'i bir uçtan bir uca (Güney Amerika-Japonya) aşabildiği, açık denizde sezilemeyecek nitelikte olan bu dalgaların U veya V biçiminde bir körfeze eriştiğinde, 35 metreye kadar yükselebildiği gözlenmiştir. Tsunamilerin meydana getirdiği dalga yüksekliği, körfez tabanının toğrafyası ve dalgayı oluşturan kaynağın gücü ile, körfeze göre konumuna bağlıdır.

3) a. Tsunami öncesinde, kuyu sularının belirli biçimde yükseldiği veya çekildiği; denizde, beklenmedik renkli ışıkların görüldüğü ve gürültülerin, (gök gürlemesi, ya da top sesi gibi) işitildiği belirlenmiştir.

b. Tsunami sonrasında, olayın geçtiği kıyılarda bilinmedik, değişik türde deniz canlılarının kıyıya sürüklendiği saptanmıştır.

c. Dünyadaki tsunamilerin % 10'unun Akdeniz, % 10'unun Atlantik ve % 80'inin de Pasifik kıyılarında olduğu bilinmektedir. Karadeniz ve benzeri iç denizlerde de tsunamiler gözlenmiştir.

4) Tsunamilerde meydana gelen deniz dalgalarının fırtına nedeniyle olan dalgalardan ayrıcalığı :

a. Fırtınalar, okyanuslarda, ortalama 15-20 metre yüksekliğinde dalgalar oluştururken, tsunamilerde meydana gelen deniz dalgalarında bu değer 35 m.ye erişir. Akdeniz'de rüzgâr kaynaklı dalgalar 5-6 metre yüksekliğe erişirken, Tsunami dalgaları 10 metreyi aşmaktadır. Her iki tip dalganın periyot, uzunluk ve yayınım hızları için gözlenmiş değerler aşağıdaki tabloda gösterildiği gibidir, Jida (1958).

Dalga Cinsi	Periyot	Dalga Uzunluğu	Yayınım Hızı
Rüzgâr Dalgası	15 sn	300 m	20 m/sn
Tsunami Dalgası	7-20 dak	300-400 km	250-300 m/sn

b. İlerleyen su dalgalarının özellikleri :

Genellikle sularda iki tip dalga gözlenir :

- Duran dalgalar
- İlerleyen dalgalar

Tsunamiler, rüzgar'ın ilettiği gibi ilerleyen dalgalardır. Bu tür dalgalar ağırlık kuvvetinin etkisinde olduklarından ağırlık (gravite) dalgası adını alırlar ve ilerleme hızları yerçekimi ivmesi, su derinliği ve dalga boyunun karmalık fonksiyonu olarak saptanır. Su derinliği (h) ile dalga boyunun (L) büyüklüklerine göre ilerleyen dalga, belirgin iki özellik gösterir :

— Sığ sularda, su derinliği dalga boyuna göre küçük olduğundan ilerleyen dalga uzun,

— Derin sularda ise, öncekinin aksine olduğundan, ilerleyen dalga kısa dalga olarak adlandırılır. Uzun dalgaların hızı, sadece su derinliği ile yerçekimi ivmesinin; kısa dalgaların hızı ise sadece dalga boyu ile, yerçekimi ivmesinin fonksiyonu olurlar. Bütün uzun dalgalar aynı hızla yol alırlarken, bütün kısa dalgalar dalga boyuna bağlı olarak değişik hızlarla ilerlerler.

Öz olarak :

— Sığ sularda dalgalar  $H_{uz}^2 = gh$  hızı ile

— Derin sularda dalgalar  $H_k^2 = gL/2\pi$  hızı ile ilerler.

Tsunami dalgasının periyodu ise  $T^2 = 4l/gh_{sn}$  olarak saptanır.

l : Körfez uzunluğu (m)

h : körfezin ortalama derinliği m

g : yer çekimi ivmesi olmak üzere saptanır.

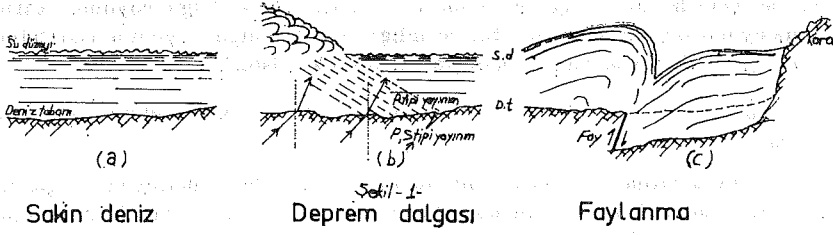
Açık denizden bir körfeze yaklaşan dalga, derin su dalgasından sığ su dalgasına dönüşür. Körfeze doğru su derinliği giderek azalıyorsa, dalga hızı da azalır. Bu değişme, dalganın kırılmasını sonuçlandırır. Açık denizde ilerleyen dalga, koy ve nehir ağızlarında duran dalgaya dönüşerek şekil 2 de görüntülediği gibi su duvarı şeklinde bir dalga olarak kıyıya erişir ve benzer dalgalar birbirini izler.

Dalga yükseklikleri ve kıyıya etkileri, belirli körfezlerde, körfezin geometrisine bağlı olarak değişir. Olayın gelişimi bir rezonans olayı olarak nitelenir. Tsunaminin maksimum dalga yüksekliği ile, deprem enerjisi arasında deneysel bir ilişkiden yararlanarak, tsunami yüksekliği ve benzer biçimde gideti ve enerjisi yaklaşık olarak saptanabilmektedir Jida (1958).

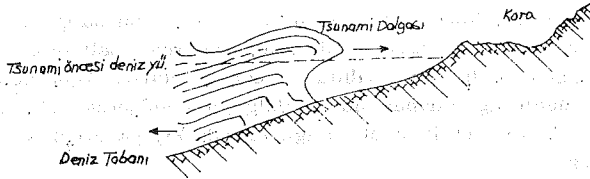
## TSUNAMİLERİN OLUŞUMU

Bütün gözlemsel, deneysel ve kuramsal uğraşlar sonunda birçok değişik mekanizmanın veya onların bileşkelerinin, tsunamileri oluşturabileceği, görüşü yaygınlaşmıştır. Kısaca denebilir ki her tsunaminin kendi karakteristikleri ve üretici nedenleri olabilir. Japon araştırmacılara göre, genellikle tsunamilerin, eğim atımlı faylanmalarla ilişkili olduğu kanısı yaygındır.

Dolaylı veya dolaysız olarak tsunamiyi oluşturan nedenlerden biri depremdir. Türkiye kıyılarında gözlenen tsunamilere, genellikle depremler neden olduğundan, burada, kısaca ayrıntılara girmek gerekli görülmüştür.



Şekil 1 de görüleceği gibi, deprem dalgasının deniz tabanına erişmesi (b) veya tabanda bir fay oluşumu sonucu (c) durumu belirir; (b)'de dalga cephesinin, (c)'de ise ani kopmanın etkisi ile su kütlesi de denge konumunu değiştirir, dalgalanmaya başlar. Harekete başlayan su kütlesi sığ ve geniş kıyılarda dağılıp sâkinleşir. Açıkdenizden U veya V şeklindeki körfeze yaklaşan dalga, derin su dalgasından sığ su dalgasına dönüşür; körfeze doğru su derinliği azalırken dalga hızı da azalır; böylesine hız azalması dalga boyunun azalmasını ve dalgaların kırılmasını gerektirir. Üst üste binen dalgalar (Şek. 2), bir duvar şeklinde yükselir ve tsunamiyi oluşturur.



### TSUNAMI HASARININ ÖZELLİKLERİ

Söz konusu hasar; tsunami dalgasının yüksekliği, periyodu ve kıyı arazisinin topoğrafyasına bağlı olarak değişik özellikler gösterir:

Tsunami dalgaları :

- 1) Kırıp parçalamak,
- 2) Süpürüp götürmek ve
- 3) Karaya baskın niteliğinde hasarlar yaparlar. Bunlardan birincisi V şeklindeki körfezlerde kısa periyodlu tsunami dalgalarının oluşturduğu hasarlardır. Bunda, suyun çarpmasının yıkıcı etkisi büyüktür. Sürükleyip götürme, çok kere suyun ekilebilir araziye zarar vermesi şeklinde sonuçlanır. Bu nedenle meydana gelen bataklıkların temizlenmesi de ayrı bir sorun olur.

## TSUNAMIYE KARŞI KORUNMA ÇARELERİ VE ÖNERİLER

Korunma konusunda en önemli etken tsunamiyi önceden tahmindir. Bunun için, olan bir depremin episantrını ve büyüklüğünü en kısa sürede belirleyip tsunami oluşturma olasılığı gözönüne alınarak, etki alanındaki halkı uyaraktır. Diğer bir yöntem deniz düzeyinin değişmelerini izlemektir. Çünkü Tsunami öncesi deniz su düzeyinde ani çekilme ve yükselmeler gözlenmektedir.

Önemi gereğince, özellikle Pasifik kıyılarının sakinlerini Tsunamiye karşı koruma amacı ile uluslar arası danışma merkezine (Honolulu'da) haber iletmek için, 24 sismik istasyon, 53 deniz düzeyinin değişimini değerlendiren (mareograf) ve 52 de haber istasyonu kurulmuştur.

Gel-git (Med-cezir) etkisiyle deniz düzeyi değişiminin incelenmesinde kullanılan aletler, örneğin mareograf v.b., bulunduran istasyonlardan Karadeniz'de 9 SSCB ve Ege denizinde birkaç Yunanistan istasyonu vardır. Üç yarı deniz olan ülkemizde bu konuya da gereken önemin verildiği söylenemez.

Güncel bilim ve teknoloji, eski verileri gözönüne alarak bir körfezin batimetrik ve konum özelliklerine göre, gelecekteki Tsunamiilerin erişebilecekleri yükseklikleri saptamaya ve önleyici dalga kıran yapmaya ve benzeri önlemleri almaya olanak sağlayabilmektedir.

Ekli liste ve haritadan anlaşılacağı gibi, Marmara, Ege ve Akdeniz kıyısı körfezlerimizde önemli tsunamilerin gözlendiğini tarihsel belgeler kanıtlamaktadır. Karadeniz kıyılarında da az olmakla beraber tsunamiler gözlenmiştir. Eldeki verilere göre tsunami bakımından en tehlikeli yöreler İzmit ve Gökova körfezleridir. Sonuncu ile ilgili verinin olmayışı, bu yörede önemli yerleşme merkezinin yokluğu ile açıklanabilir. Çünkü benzer tarihsel verilerin sağlanabilmesi, yörenin yerleşim yoğunluğu sürekliliği ve toplumun kültürel düzeyi ile ilişkilidir.

Bütün vurdumduymazlıklara karşın aşağıdaki öneriler gerekli görülmüştür.

1) Kıyılarımızda oldukça uzun süreden beri önemli tsunami gözlenmiştir. Ancak bunun hiç olamayacağı anlamına da alınmaması gerekir. Hiç değilse, körfezlerimizdeki yurttaşlara, sorumlulara ve yetkililere denizin çekildiği görüldüğünde, olabildiği kadar çabuklukla, yüksek yerlere kaçılmasının gerekliliği duyurulmalıdır.

2) Bu nedenle aynı zamanda Gölçük tersanesinde çalışan personelin ve körfezlerdeki toplu işyerlerinde çalışanların önemlice deprem hissedildiğinde, birkaç dakika içinde yüksek yerlere kaçmaları zorunlu kılınmalıdır.

İzmit Körfezinde, çekilen denize yürüyen meraklılarla, bunları seyredenlerden beşbin kişinin boğulduğunu kanıtlayan belgeler gerektiriyor bu uyarıyı.

### TÜRKİYE KIYILARINI ETKİLEMİŞ TSUNAMİ LİSTESİ

Bu liste S. Calvi, 1941; J. Francis 1947; Ambraseys, N.N. 1962; Moreira, V.S. 1971; Antonópulos, J. 1972 referanslarından derlenmiştir. İncelenen yukarıki araştırmalarda birbirleriyle çelişkili bigilere rastlanmıştır. Şimdilik sa-

dece değişik kaynaklardan sağlanan tsunamilerin tarih ve yerlerini belirlemekle yetinilmiştir. Söz konusu tsunamilerle ilgili özđün kaynakların incelenmesinden sonra dalga yükseklikleri ile, oluşturdukları zararlar konusuna TUBİ TAK projesi olarak geliştirilmekte olan Türkiye Depremleri katalogunda değinilecektir.

<u>Tarih</u>	<u>Bölgesi</u>
1) İ.Ö. 1300	Çanakkale yöresi, Truva
2) 76-78	Kıbrıs, Larnaka, Baf, Salamis
3) 142	Fethiye Körfezi
4) (261-262)	Anadolunun Güney Kıyıları
5) 325	İzmit K.
6) 342	Kıbrıs, Larnaka
7) 344	Çanakkale yöresi
8) 24.8.358	Kocaeli Körfezleri
9) Kasım 447	Marmara Kıyıları, İstanbul
10) Ocak 450	Marmara Kıyıları, İstanbul
11) 26.9.488	İzmit K.
12) 525	Anadolunun Güney kıyıları
13) Kış 529	Marmara'nın Trakya kıyıları
14) Kış 542	Batı Trakya kıyıları, Bandırma K örfezi
15) 6.9.543	Edremit Körfezi
16) 15.8.553	İstanbul, Kocaeli Körfezleri, Deniz 2 mil ilerlemiřtir.
17) 15.8.554	Güney Batı Anadolu Körfezleri
18) 15.16.855	İstanbul ve İzmit Körfezi
19) 14.12.557	İstanbul, İzmit Körfezi, Deniz 3 mil ilerlemiş, 5 bin ölü.
20) 715	İstanbul, İzmit Körfezi
21) 26.10.740	Marmara Kıyıları İzmit Körfezi
22) 19.12.803	İskenderun Körfezi
23) 26.10.975	İstanbul, Marmara'nın Trakya kıyıları
24) 989	İstanbul, Marmara kıyıları
25) 990	İstanbul, Marmara kıyıları
26) Ocak 1039	İstanbul, Marmara kıyıları
27) 23.9.1064	İstanbul, Bandırma Körfezi
28) 5.1222	Kıbrıs : Limasol, Baf
29) 12.2.1332	Marmara kıyıları
30) 14.10.1344	İstanbul
31) 20.3.1389	Sakız Adası
32) 16.11.1403	Anadolu'nun Güney kıyıları
33) 3.5.1481	Rodos Adası, Anadolu'nun Güney kıyıları
34) 1489	Anadolu'nun Güney kıyıları
35) 14.9.1509	İstanbul; Marmara kıyısı surlarını aşan dalgalar kentin bir çok yerlerini ve Galata'yı sular altında bırakır. Binlerce can kaybı olur.



<u>Tarih</u>	<u>Bölgesi</u>
36) 5.4.1641	İstanbul, 136 gemi harab olur.
37) 30.11.1667	İzmir Körfezi
38) 10.7.1668	İzmir Körfezi
39) 22.5.1766	İstanbul
40) 23.5.1829	İstanbul
41) 28.2.1851	Fethiye Körfezi
42) 3.4.1851	Fethiye Körfezi
43) 23.5.1851	Rodos Adası
44) 12.5.1852	İzmir Körfezi
45) 8.9.1852	İzmir Körfezi
46) 9-13.2.1855	Fethiye Körfezi
47) 13.12.1856	Sakız Adası
48) 2.2.1866	Sakız Adası
49) 19.4.1878	İzmit Körfezi
50) 10.5.1878	Anadolunun Güney kıyıları

### TSUNAMI İLE İLGİLİ KAYNAKLAR

Ambraseys, N.N. (1962) Data for the Investigation of the Seismic sea waves in the Eastern Mediterranean. Bull. Seism. Soc. Ame. 52/4

Antonopoulos, J. (1972) Seismic sea waves in the Eastern Mediterranean (1500-1969). Ph. degree. Thesis, Not Published; Univ. London.

Bolt, B.A. (1978) Earthquake a primer. Freeman Comp.

Calvi, S. (1941) Türkiye ve bazı komşu ülkelerin Deprem kataloğu. M.T.A.E. Rap. No. 276 Almanya Yayınlanmamış. (254 S. teksdi).

Calvi, S. (1939) Bir zelzele kanunu Tanziminin lüzumu hak. rap. M.T.A.E. Collection Academique. Tome 6ém de la partie étrangère et ler Tome de la physique Experimentale sépirée Dijon et Paris 1761.

Francis, I. (1947) Bizans kaynaklarına göre Orta Şarkta vuku bulan zelzeleler. (1-1600). İ.Ü. Edb. Fak. Coğ. Bl. Bitirme Tezi.

Gauroy, P. (1968) La Terre et ses cloères. Andre Bonne, Paris.

- Heck, N.H. (1947) List of seismic sea waves.  
Bull. seis. soc. Am. 269-288
- Jida, K. (1963) Intern. Union Geod. Geophys. Monograph. No.  
24 Paris.
- Lane, F.W. (1968) The Elements Rage,  
Vol. 1 Earth and Air.  
Sphere Books Ltd. London.
- Mariantos, S. (1939) 2. ci Bin yılda Girit Adası ve Girit-Anadolu Dün-  
yasi.  
II. ci Tarih Kongresi, Devlet Basımevi İst.
- Marinatos, S. (1939) Antiquity XII. 425-The Volcan Destruction of  
Minoan Creten.
- Moreira, V.S. etal (1966) Progress Report of the S.C. on Tsunami.  
E.S.C. Copenhagen.
- Moreira, V.S. (1971) "Earthquakes and Tsunami in the European Area"
- Schaeffer, C.F.A. (1948) Stratigraphie Comparée et Chronologie de  
l'Asie occidentale.  
Oxford Univ. Press, London.
- Scheidegger, A.E. (1975) Physical Aspects of Natural Catastrophes.  
Elsevier 1975.
- Tofini, P. (1969) La Planète Terre.  
Collection Marabout.
- Tsuruta, C. (1970) TSUNAMI (İngilizce teksir).
- Spar, J. (1962) Earth, sae an dAir Addison-Wesley Publ. Comp.

# DEPREMLE İLGİLİ ZEMİN PARAMETRELERİNİN ELDE EDİLMESİNDE KULLANILAN LABORATUAR DENEYLERİ

Kemal Özüdoğru(\*)

## SYNOPSIS

In the past 10 years a number of laboratory tests have been developed to determine the dynamic properties of soils which is required for earthquake and vibration problems.

There are five basic cyclic loading or vibratory tests to measure dynamic shear modulus and other soil parameters in the laboratory. These tests include :

1) The dynamic triaxial tests, 2) Cyclic simple shear tests, 3) Cyclic torsional shear tests, 4) Resonant column tests, 5) Shake table tests. The importance and shortcomings of these tests are discussed in the paper.

## GİRİŞ

Şimdiye kadar ve halen zeminin depremle ilgili dinamik özelliklerinin tayininde 5 tip laboratuvar deneyi yapılmaktadır. Bunlar;

I. Dinamik üç eksenli deneyi

II. Dinamik basit kesme deneyi

III. Dinamik burulmalı kesme deneyi

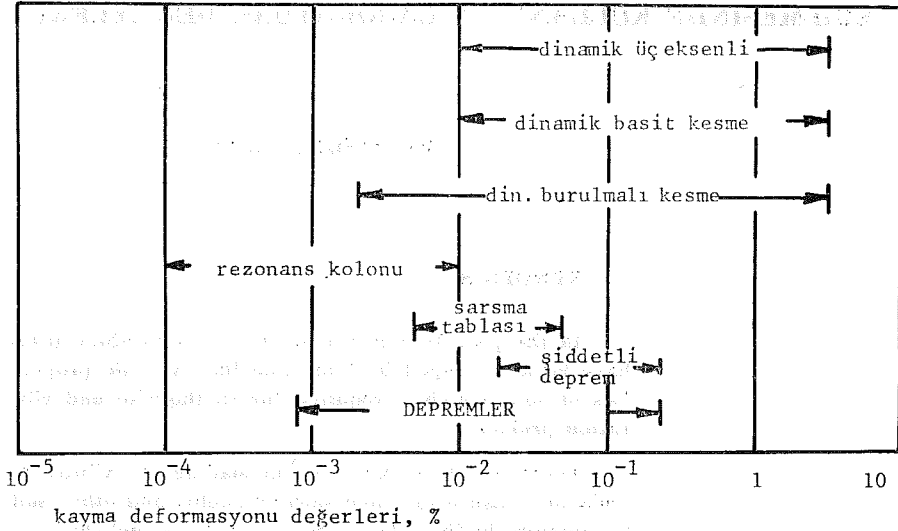
IV. Rezonans kolonu deneyi

V. Sarsma tablası deneyi

şeklinde sıralanabilirler. Numuneler bu deneylerde eksenel ve/veya yanal gerilmelere veya serbest titreşimlerle, zorlanmış titreşimlere tabi tutulurlar. Dinamik gerilmelerle yapılan yükleme sürecinde gerilme-deformasyon bağıntıları doğrudan doğruya ölçülebilir. Zorlanmış veya serbest titreşimlere tabi tutularak yapılan deneylerde amaç, kayma modüllerinin elde edilmesidir. Depreme

(\*) İTÜ, İnşaat Fakültesi Zemin Mek. ve Tem. İng. Kürsüsü

İlişkin uygulamalarda bunlardan dinamik yükleme deneyleri büyük deformasyon seviyelerinde, serbest ve zorlanmış titreşimlere tabi tutularak yapılan deneyler ise küçük deformasyon seviyelerinde daha faydalıdır (Şekil 1).



**Şekil 1. Laboratuarda kullanılan aletlerin deprem deformasyonlarına uygunluğu.**

Genellikle laboratuvar deneylerindeki en önemli sorun örselenmemiş numune elde edilmesidir. Özellikle orta katılıklı killerle, hassas killer ve siltler örselenmeden çok etkilenirler. Bu nedenle deney sonuçlarının değerlendirilmesinde mühendisin tecrübesi önemli bir rol oynar.

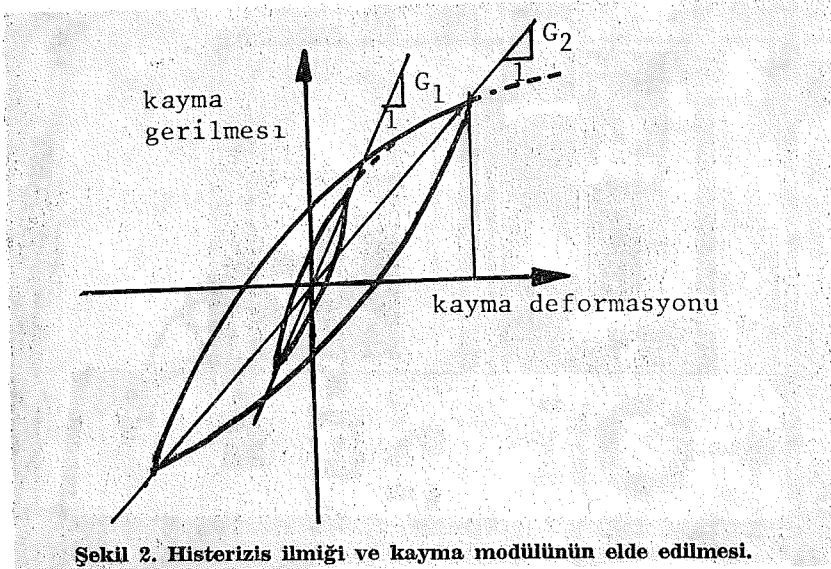
### I. Dinamik Üç Eksneli Deneyi

Halen İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Zemin Mekanği laboratuvarında zeminlerin depremle ilgili parametrelerinin araştırılmasında dinamik üç eksenli deneyleri kullanılmaktadır. Toğrol, Özüdoğru ve Güler (1977), Özüdoğru (1979). Bu deneylerde numuneye eksenel yükleme uygulanarak zeminin dinamik gerilme-deformasyon bağıntıları potansiyometrik kaydediciler vasıtasıyla doğrudan elde edilebilmektedir. Bu bağıntılardan zeminin Elastisite ve Kayma modülleri kolaylıkla hesaplanabilir. Özellikle eğer x—y iki kanallı kaydedici kullanırsak numuneye tatbik edilen dinamik deviyatör gerilmeler her yük tekrarında deformasyonla birlikte bir histerizis ilmiği çizerler (Şekil 2).

Bu ilmiğin uçlarını birleştiren doğrunun eğiminden G ve

$$G = \frac{E}{2(1-\mu)} \quad (1)$$

bağıntısından E kolaylıkla tayin edilebilir.



Şekil 2. Histerizis ilmiği ve kayma modülünün elde edilmesi.

İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Zemin Mekanikliği Laboratuvarında yapılan araştırmalarda iki tip dinamik üç eksenli yükleme tekniği kullanılmaktadır (Şekil 3), (Şekil 4).

Üç eksenli aletin mühendislik pratiği bakımından çok yönlülüğü olmasına rağmen arazi gerilme şartlarının uygulanması bakımından aşağıda belirtilen sınırlandırmalar sözkonusudur.

a. Arazide, başlangıçta, düşey olan büyük asal gerilme deprem esnasında düşeyle sağa ve/veya sola yaklaşık  $40^\circ$  açı yapar. Halbuki üç eksenli yüklemelerde asal gerilme ancak  $90^\circ$  lik açı değişmesi yapabilir.

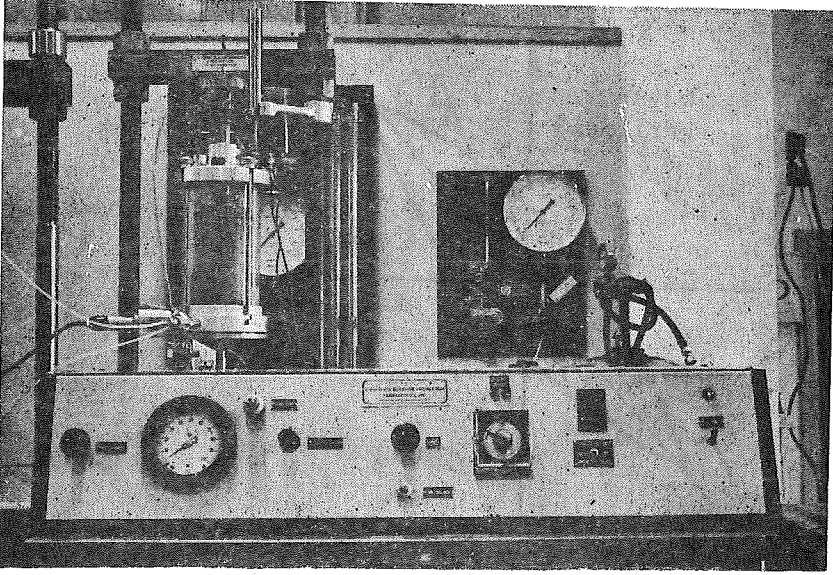
b. Laboratuvarında üç eksenli şartlarında zemin numunesi her üç asal gerilme doğrultusunda deformasyona uğrar. Halbuki deprem sırasında zemin arazide büyük bir ihtimalle basit kaymaya veya tek yönlü olarak deformasyona maruz kalır.

c. Numune başlıkları zemin numunesinin üniform olmayan gerilme ve deformasyonlara maruz kalmasına neden olurlar.

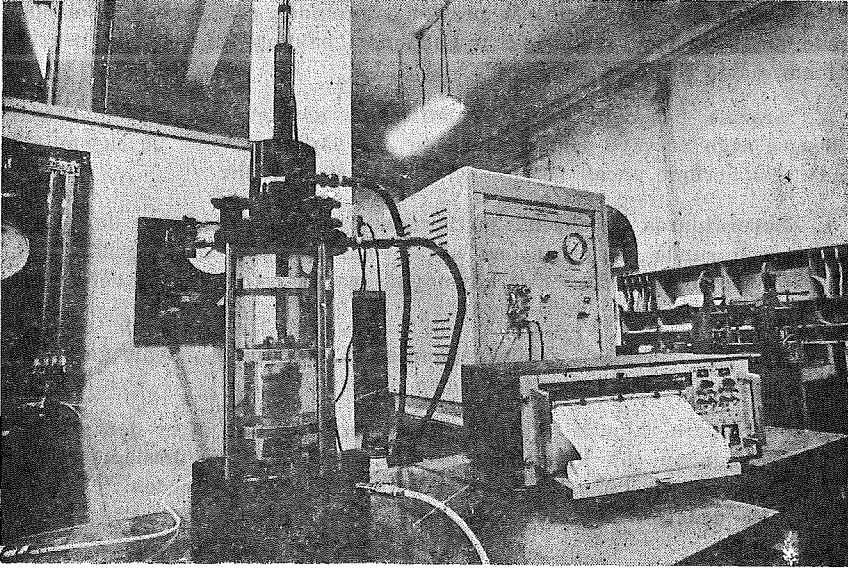
Bütün bunlara rağmen bu kabil eksikliklerin birçoğu diğer deneylerde de mevcut olduğundan çok kullanıma özelliği, örselenmiş ve örselenmemiş numune hazırlayabilme kolaylığı, deneylerin yapılma kolaylığı nedeniyle en fazla tercih edilen deneylerdir.

## II. Dinamik Basit Kesme Deneyi

Zeminin depreme ilişkin özelliklerini ve sıvılaşma karakteristiklerini tesbit için son on yıl içinde üç tip basit kesme aleti gerçekleştirilmiştir. Bunlardan ikisi küçük boyutlu numunelerde üçüncüsü ise büyük boyutlu kil numunelerinde deney yapacak özelliktedir.



Şekil 3.\* Dinamik üç eksenli yükleme aleti (bir yönlü)

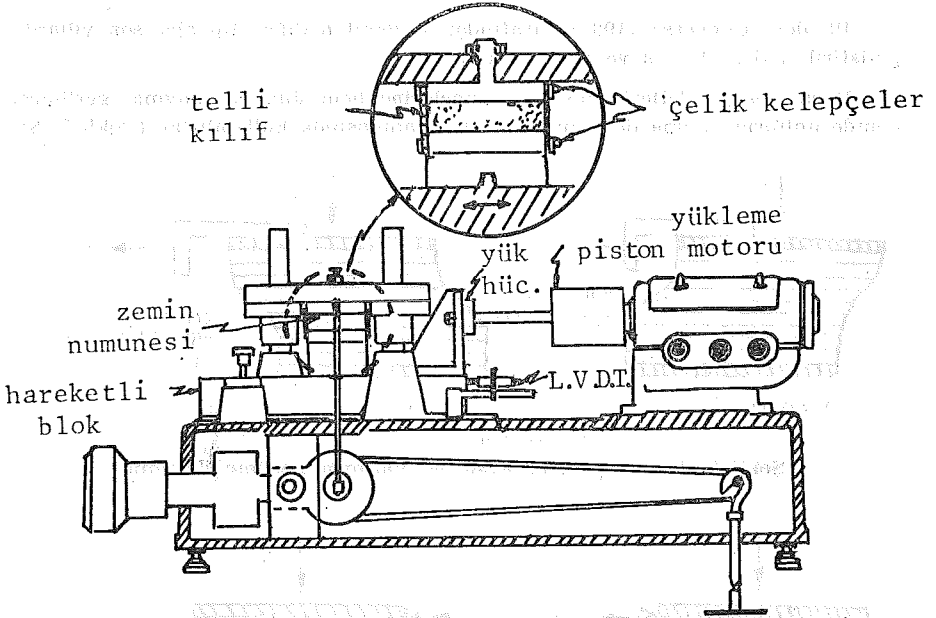


Şekil 4.\* Dinamik üç eksenli yükleme aleti (iki yönlü)

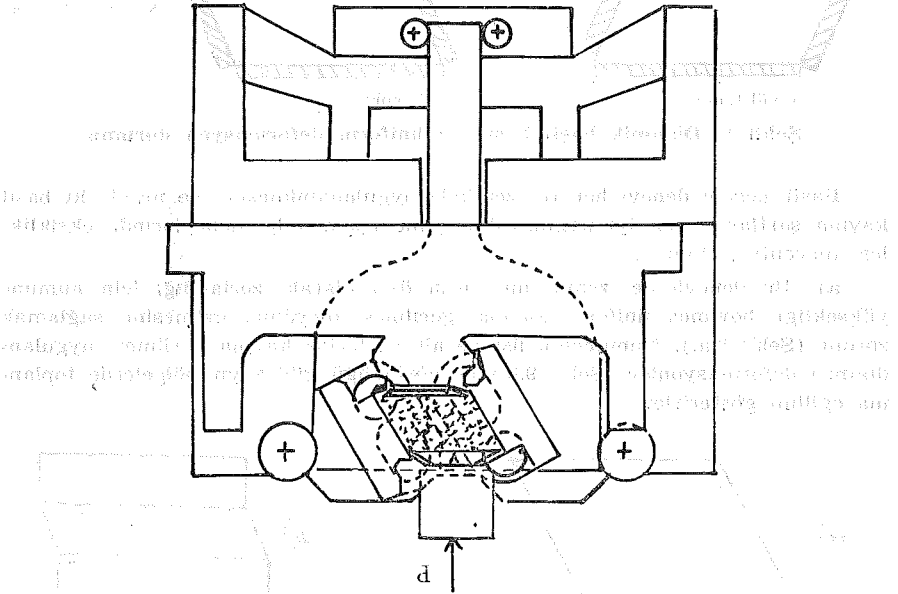
(\*) İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Zemin Mekanikliği Laboratuvarı.

### 1. Küçük ölçekli deneyler

Deneylerden birinde numune kesiti dairesel (Şekil 5), diğerinde dikdörtgendir (Şekil 6).



Şekil 5.\* NGI geliştirilmiş dinamik basit kesme aleti.



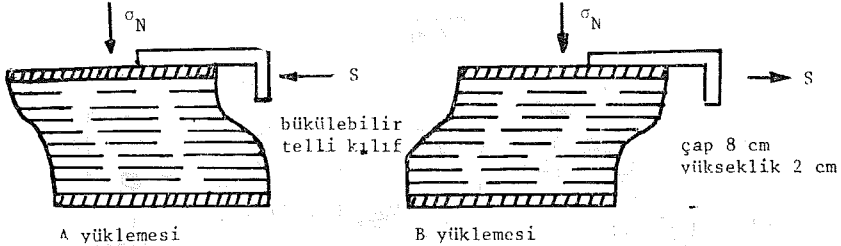
Şekil 6. Dikdörtgen kesitli dinamik basit kesme aleti.

(\*) Norveç Geoteknik Enstitüsü

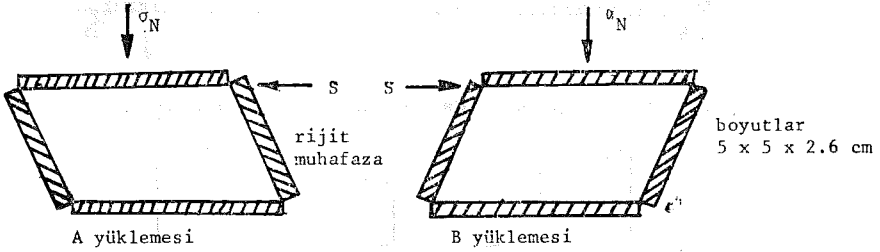
Dikdörtgen numunelere uygulanan ilk deneyler Seed ve Peacock (1968) tarafından yapılmıştır. Bu deneylerle arazide deprem sırasında basit kayma şartlarının ve sıvılaşma karakteristiklerinin üç eksenliden daha iyi elde edilmesi mümkündür.

İlk defa Converse (1961) tarafından kullanılan diğer tip alet son yıllarda geliştirilmiştir. Theiers ve Seed (1968).

Basit kesme aletleri zemin numunelerine hem üniform kayma gerilmesi hemde üniform kayma deformasyonu uygulanmasında kullanılırlar (Şekil 7, 8).



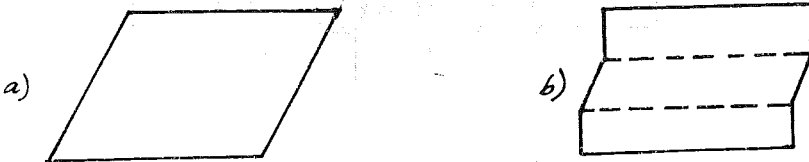
Şekil 7. Dinamik basit kesmede üniform gerilme durumu



Şekil 8. Dinamik basit kesmede üniform deformasyon durumu

Basit kesme deneyi her tip zeminde uygulanabilmesine ve arazideki basit kayma şartlarını çok iyi uygulayabilmesine rağmen bu deneylerinde eksiklikleri mevcuttur. Bunlar;

a) Bu deneylerde zemin numunesi özel olarak zorlandığı için numune yüksekliği boyunca üniform kayma gerilmesi meydana gelmesini sağlamak zordur (Şekil 9.a.). Numunenin üst ve alt yüzlerine kayma gerilmesi uygulandığında deformasyonlar (Şekil 9.b.) de görüldüğü gibi zayıf bölgelerde toplanma eğilimi gösterirler.



Şekil 9. Basit kesmede numune deformasyonları



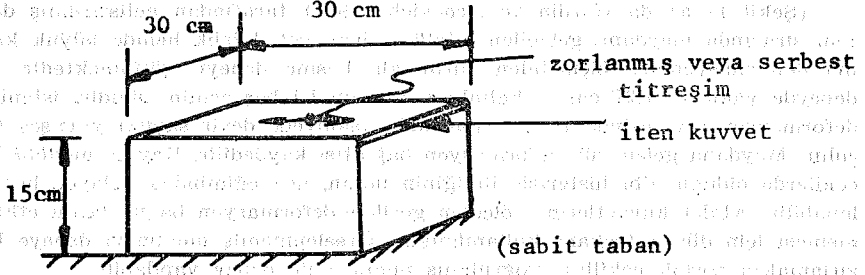
b) Numune genişliği boyunca üniform kayma gerilmesi uygulanmasında zorluk vardır.

c) Numunenin düşey yüzlerine kayma gerilmesi uygulanamaması köşelere yakın yerlerde uniformluğun bozulmasına neden olur.

Bütün bunlara rağmen büyük deformasyonların meydana geldiği deprem hareketlerinin incelenmesinde başarıyla kullanılan aletlerdir.

## 2. Büyük Ölçekli Basit Kesme Deneyi

Yumuşak killerin dinamik özelliklerinin tayini küçük ölçekli aletlerle yapılamadığı için büyük ölçekli basit kesme aletleri getirilmiştir (Şekil 10).



Şekil 10. Büyük ölçekli basit kesme deneyi

Blok geklinde hazırlanan numunenin üst kısmında vibrasyonlu bir aktuatör bulunmaktadır. Aletin tabanı sabittir. Kovacs (1968) yaptığı deneylerde 30x30 cm boyutunda 15 cm. yüksekliğinde yoğrulmuş zemin numuneleri kullanmıştır.

Bu teknikle zemin ya serbest titreşime tabi tutulur veya deformasyona maruz bırakılır. Serbest titreşim uygulanması halinde dayanaksız zemin bloğuna yanıl doğrultuda önceden tayin edilen miktar kadar deformasyon verilerek serbestce titreşmeye bırakılır. Yer değiştirmenin sona erdiği bir LVDT (Yer değiştirme transdüktörü) veya ivme ölçer ile ölçülür. Titreşimlere ait teorinin yardımıyla G kayma modülü elde edilebilir. Jacobsen ve Ayre (1958).

Titreşimin ilk modu için kayma modülü.

$$G = \frac{24 \gamma H^2}{g T^2} \quad (2)$$

bağıntısıyla hesaplanır. Burada

$\gamma$  = Zeminin birim hacim ağırlığı ( $gr/cm^3$ )

$H$  = Zemin blokunun yüksekliği (cm)

$g$  = Yerçekimi ivmesi ( $cm/sn^2$ )

$T$  = Serbest titreşimin periyodu (sn) dir.

Diğer metotta ise zemin blokunun üst yüzüne illeştirilmiş olan aktuatör yardımıyla blok yanıl doğrultuda istenilen sayıda titreşime tabi tutulur. Kayma kuvveti yük hücresi (load-cell) ve yerdeğiştirme, transdüktör (LVDT) yardımıyla ölçülür. Kayma modülü küçük boyutlu aletlerde olduğu gibi gerileme-deformasyon eğrisinin eğiminden hesaplanır.

Bu deneylerde, 30x30 cm boyutunda örselenmemiş numune elde edilmesi mümkün olmadığı için kayma modülleri yoğrulmuş numunelerde yapılan deneylerle elde edilir.

### III. Dinamik Burulmalı Kesme Deneyleri

Zeminlerin kayma modülünün elde edilmesinde kullanılan son on yıl içinde üç değişik tip dinamik burulmalı kesme aleti geliştirilmiştir. Bunlardan ikisinde zemin numunesine burulmalı dinamik yükler uygulanır, üçüncü de ise numune başlangıçta burulmaya tabi tutulduktan sonra serbestçe titreşmeye bırakılır (Şekil 11 a, b, c.)

(Şekil 11 a) da Hardin ve Drnevich (1970) tarafından geliştirilmiş deprem sırasında meydana gelebilen nitelikte hem çok küçük hemde büyük kayma deformasyonları ölçülebilen burulmalı kesme deneyi görülmektedir. Bu deneyde yaklaşık 1.27 cm et kalınlığında uzun içi boş zemin silindiri istenilen deformasyon seviyesinde 1/12 frekansında (saniyede devir sayısı) yavaşça burulur. Meydana gelen yük-deformasyon bağıntısı kaydedilir. Kayma modülü öncekilerde olduğu gibi histerizis ilmiğinin uçtan, uca eğiminden kolayca hesaplanabilir. Atalet kuvvetlerinin ölçülen gerilme-deformasyon bağıntılarını etkilememesi için düşük frekans kullanılmıştır. Örselenmemiş numuneyi deneye hazırlamakta zorluk çekilirse yoğrulmuş numune ile deney yapılabilir.

Diğer bir tip burulmalı yükleme deneyi (Şekil 11 b) de görülmektedir. Zaavert (1967) tarafından geliştirilen ve her çeşit (örselenmiş, örselenmemiş) zemin de uygulanabilen bir deneydir. Başlangıçta içi dolu zemin silindiri bir ucundan burulur ve serbest titreşime bırakılır. Silindirin burulan ucuna yerleştiren kütleler "bir serbestlik dereceli bir sistem yaratırlar. Bu sistemde ataleti kütleler, rijitliği ise zemin sağlar. Numunenin serbest titreşim sırasındaki frekansı ölçülür ve "bir serbestlik dereceli" sistemin tabii periyodu kullanılarak kayma modülü

$$G = \frac{W_{nc}^2 \cdot K}{1 - \frac{W_{nc}^2}{W_{ni}^2}} \quad (3)$$

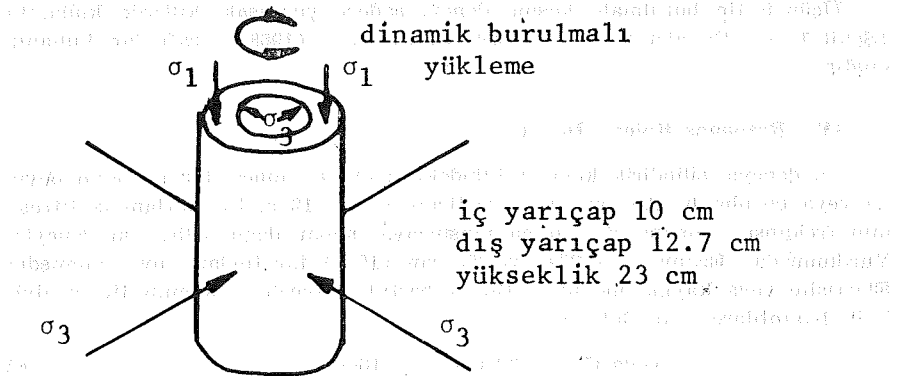
bağıntısıyla hesaplanır. Burada;

$$W_{nc} = \frac{W_{dc}}{1 - D_c^2}, \quad W_{ni} = \frac{W_{di}}{1 - D_i^2}$$

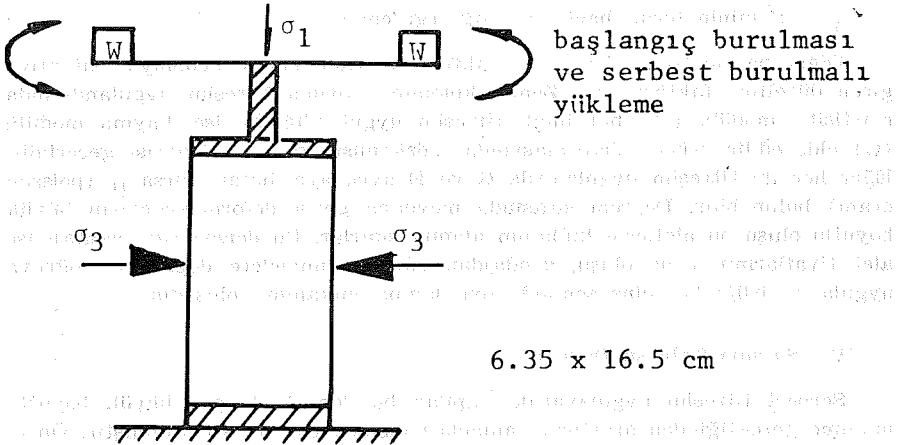
dir. Bu bağıntılarda

- K = Sistemin geometrisine bağlı bir karakteristik
- $W_n$  = Hem aletin (i), hemde sistemin (c) tabii frekansı
- D = Hem aletin (i), hemde sistemin (c) kritik sönüm oranı.

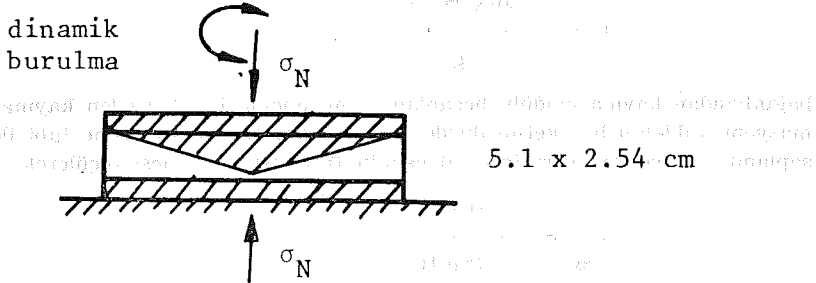
Bu anlatılan deneyde konvansiyonel üç eksenli hücresi kullandığı için bütün deneyler içinde en ekonomik ve kullanışlı olanıdır. Normal üç eksenli deneyime ait eleştiriler bu deneyler için de geçerlidir. Zaavert bu aletle yaklaşık % 0.2 ye kadar kayma deformasyonları uygulayabilmektedir.



içi boş silindir  
a. düşük frekansta burulmalı  
dinamik yüklemeye



b. burulmalı kolon yüklemeye deneyi  
(serbest titreşimli)



c. burulmalı konik tabla  
(sadece yumuşak killer için)

Şekil 11. Burulmalı kesme deneyleri

Üçüncü tip burulmalı kesme deneyi sadece yumuşak killerde kullanılır (Şekil 11 c). Bu alet ilk kez Krizek ve Franklin (1968) tarafından kullanılmıştır.

#### IV. Rezonans Kolonu Deneyi

Bu deneyle silindirik kolon şeklindeki zemin numunesi bir ucundan boyuna veya burulmalı titreşimlerle titreştirilir (Şekil 12 a, b). Zorlanmış titreşimin frekansı rezonans durumuna ulaşmaya kadar değiştirilir. Bu deneyler Yurdumuzda Erguvanlı (1974) ve Tezcan (1974) tarafından uygulanmıştır. Elastisite veya kayma modülü "Bir serbestlik dereceli" sistemin titreşimiyle ilgili bağıntılardan faydalanılarak

$$E \text{ veya } G = 2.39 f^2 H^2 \cdot \gamma \cdot 10^{-5} \quad (4)$$

bağıntısıyla elde edilir. Burada,

$f$  = Rezonans frekansı (E için boyuna titreşimin G için burulmalı titreşimin) ( $H_z$ )

$H$  = Zemin silindirisinin boyu (cm)

$\gamma$  = Zeminin birim hacim ağırlığı ( $gr/cm^3$ )

Diğer parametreler başlık ve kılıfın ataletinin etkisi nedeniyle bağıntıya giren düzeltme faktörleridir. Zemin kolonuna boyuna titreşim uygulandığında elastisite modülü (E), burulmalı titreşim uygulandığında ise kayma modülü (G) elde edilir. Küçük deformasyonlar sözkonusu ise (1) bağıntısı geçerlidir. Eğer her iki titreşim uygulanırsa G ve E ayrı, ayrı hesaplanırsa  $\mu$  (poisson oranı) bulunabilir. Deprem sırasında meydana gelen deformasyonların büyük boyutlu oluşu bu aletlerin kullanın alanını sınırlar. Bu deneylerin avantajı ise alet fiyatlarının ucuz oluşu, sondajdan çıkan numunelere doğrudan doğruya uygulanabilirliği her cins zeminde uygulanma imkânının oluşudur.

#### V. Sarsma Tablosu Deneyi

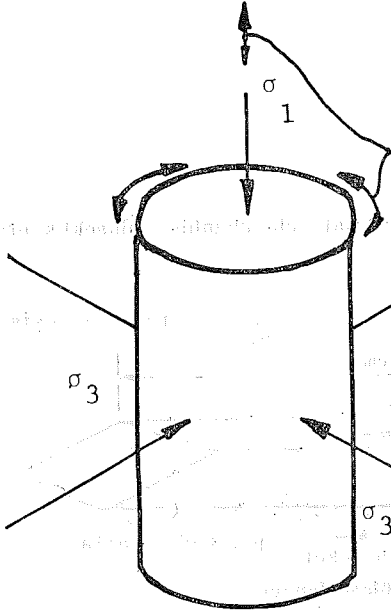
Serbest titreşim uygulayarak yapılan bu deneylerde çok büyük boyutta numune gerektiğinden araştırma amaçları dışında çok az kullanılmıştır. Özellikle killerin kayma modüllerinin tesbitinde kullanılmışlardır. Genel olarak kullanılması sırasında önce numune tabanı titreştirilir. Sonra titreşim kesilerek sistemin davranışı tesbit edilir. İlk Modun frekansı ölçülerek,

$$G = \frac{16 \gamma H^2 \cdot f^2}{g} \quad (5)$$

bağıntısından kayma modülü hesaplanır. Bu modüle tekabül eden kayma deformasyonu tablanın hareketini durdurmadan, yani sürekli titreşime tabi iken hesaplanır. Bu periyod süresince titreşimin frekansı ve ivmesi ölçülerek

$$\gamma_{xy} = \frac{81.7 a}{f^2 \cdot g \cdot H} \quad (6)$$

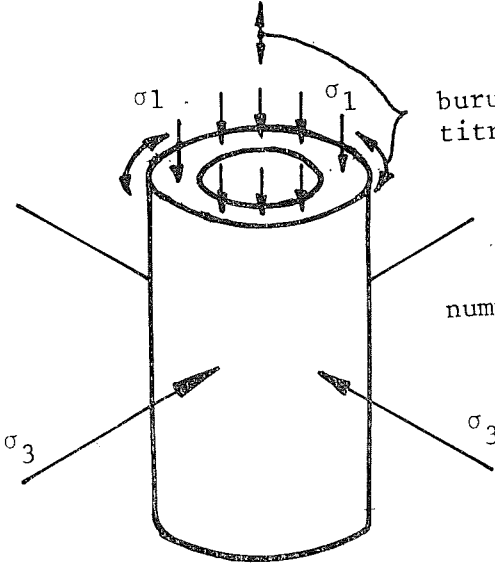
bağıntısından kayma deformasyonu hesaplanabilir. Burada;



burulmalı veya boyuna  
titreşimli yükleme

numuneler genellikle  
3.8 cm den 7.6 cm ye  
kadar çap ve 15 cm den  
26 cm ye kadar yükseklikte  
olabilirler.

a. içi dolu silindir



burulmalı veya boyuna  
titreşimli yükleme

numune boyutları üsttekinin  
aynıdır

b. içi boş silindir

Şekil 12. Rezonans kolonu deneyleri

$\gamma_{xy}$  = Kayma deformasyonu (%)

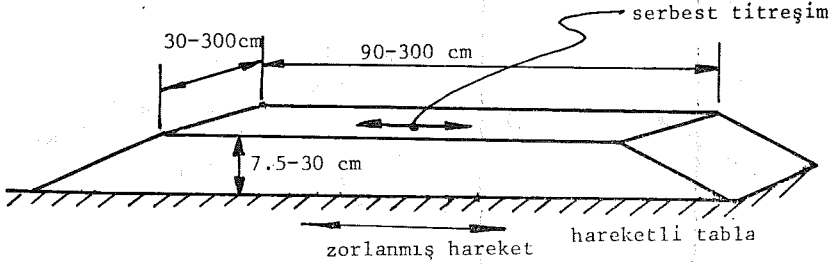
a = İvme ( $\text{cm}/\text{sn}^2$ )

g = yerçekii ivmesi ( $\text{cm}/\text{sn}^2$ )

H = Zemin tabakasının kalınlığı

f = titreşimin frekansıdır. (Hz)

Sarsma tablasının sınır etkilerini azaltmak için uzunluk, yükseklik oranının büyük olması arzulanır (Şekil 13).

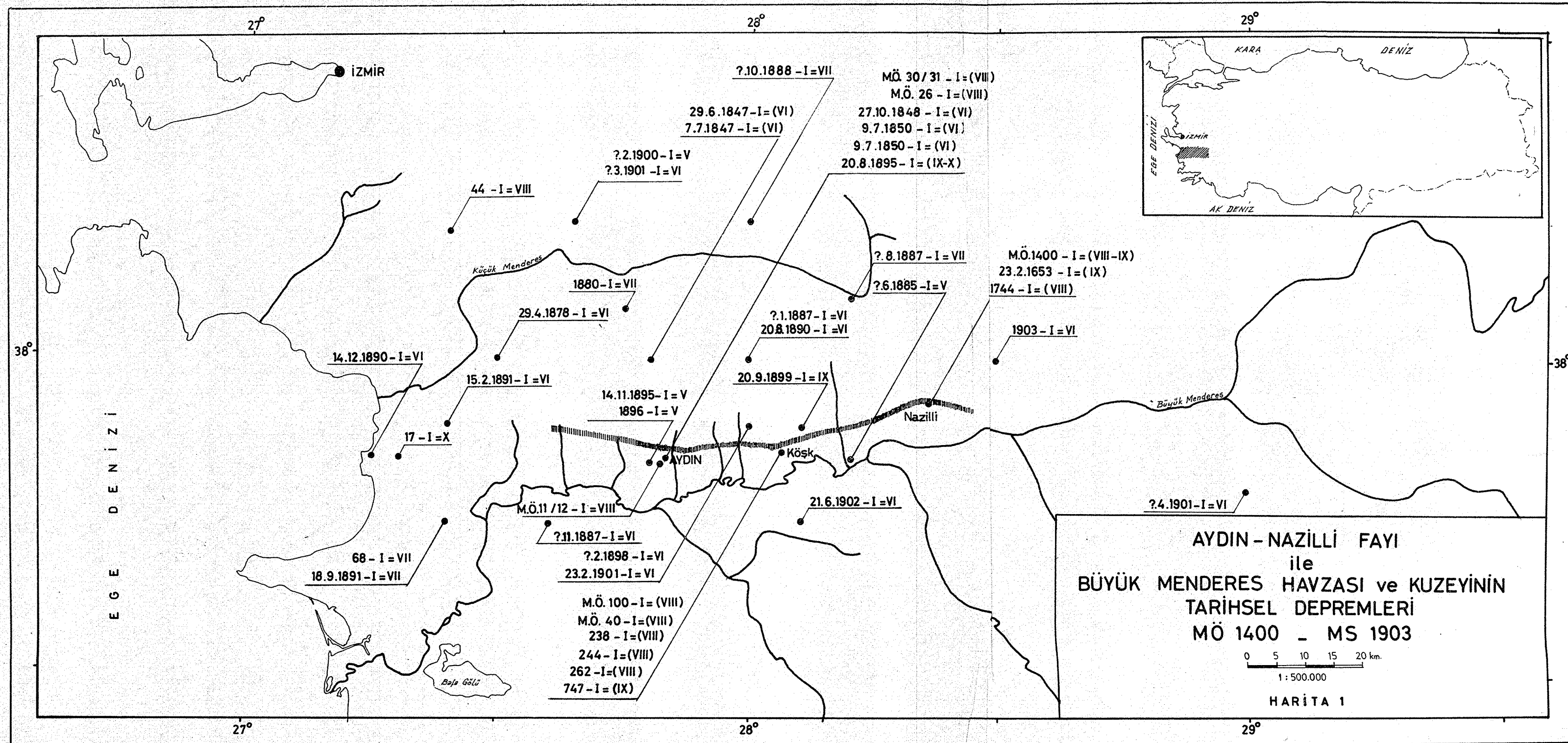


Şekil 13. Sarsma tablası deneyi

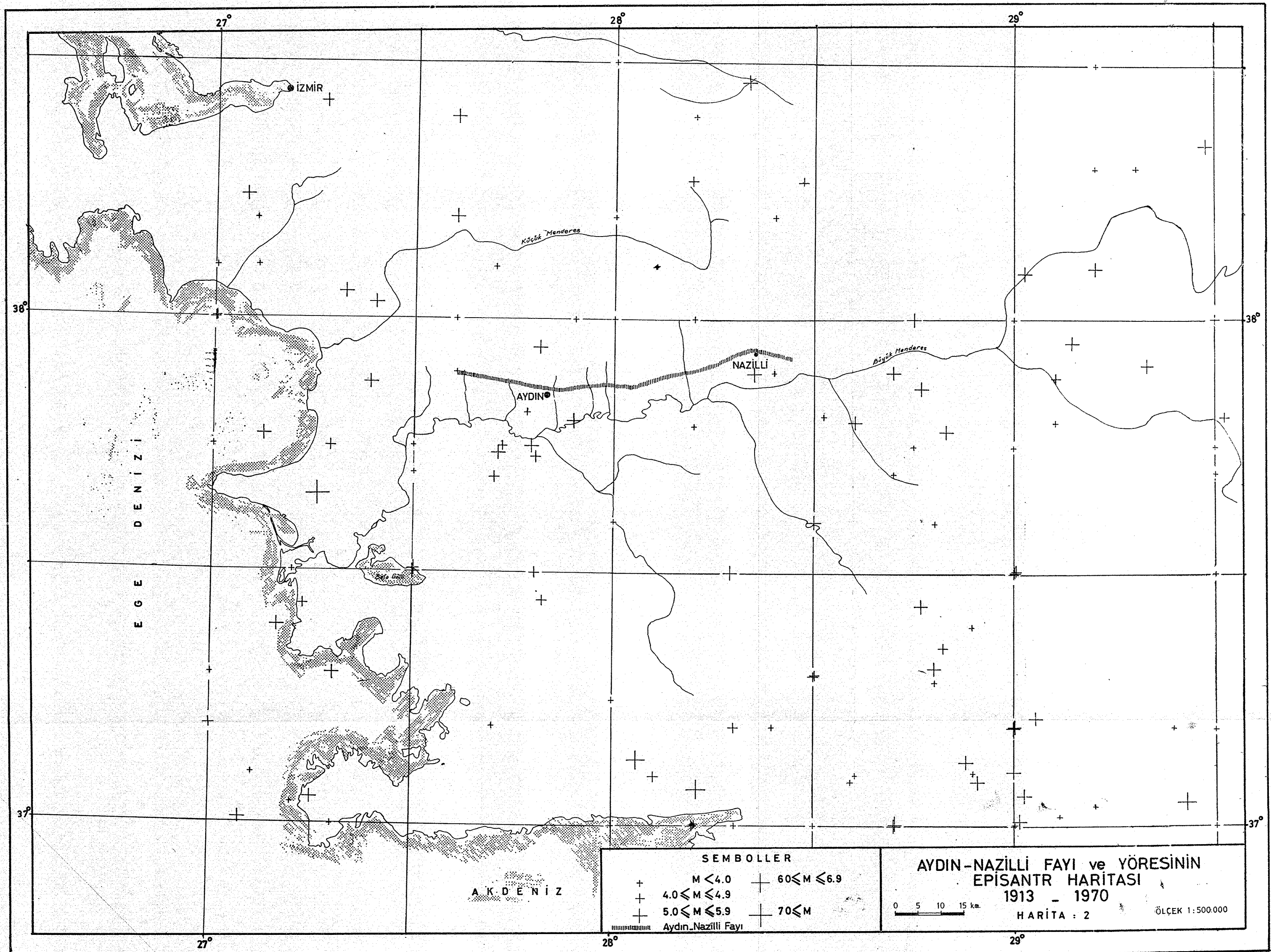
Örneğin 30 cm. yüksekliğinde bir zemin numunesi kullanılacaksa tablanın boyunun 300 cm. olması arzulanır. Oysa bu boyutta uniform yoğunlukta numune hazırlamak oldukça zordur. Aynı zamanda numunenin doyurulması ve bu durumunu muhafaza etmesi de büyük zorluklar çıkarmaktadır. Bu nedenle bu tür deneyler sadece araştırma amacıyla kullanılırlar.

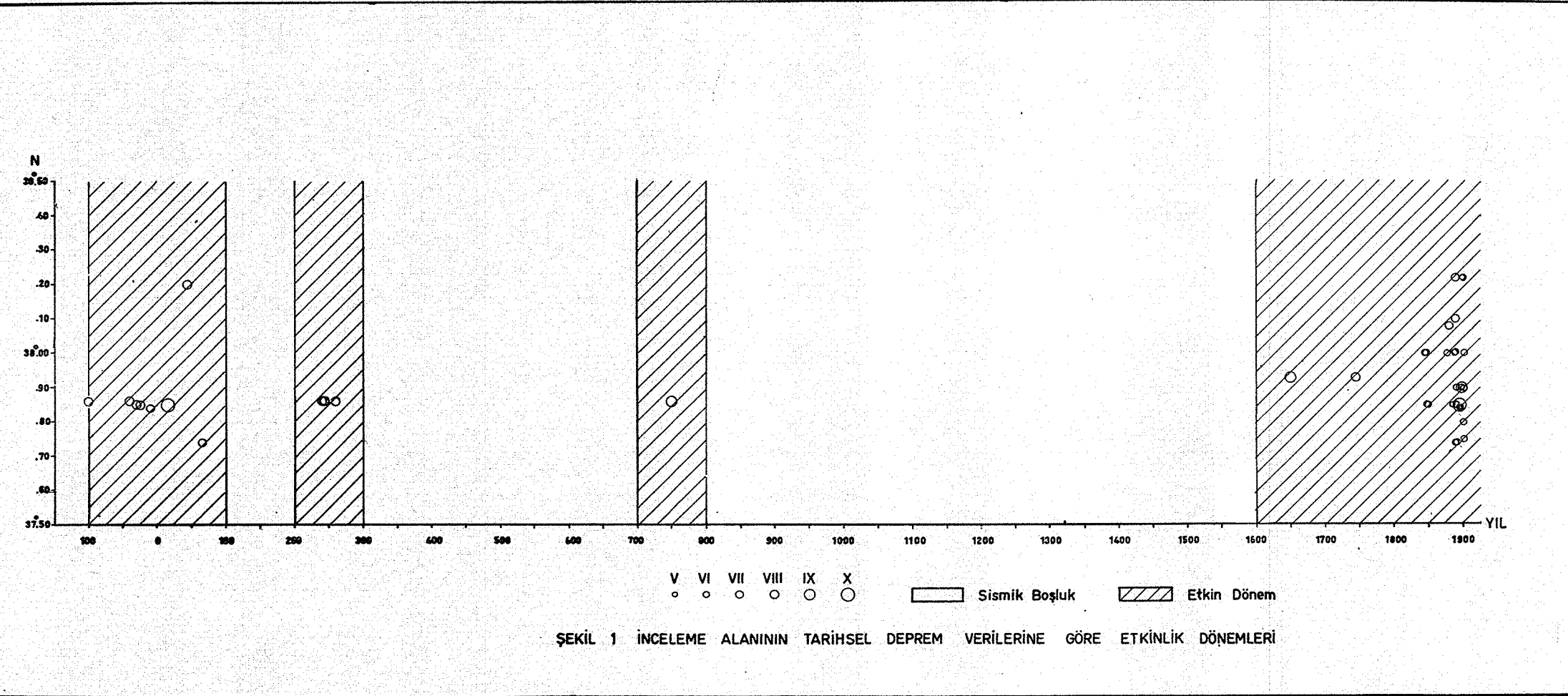
## REFERANSLAR

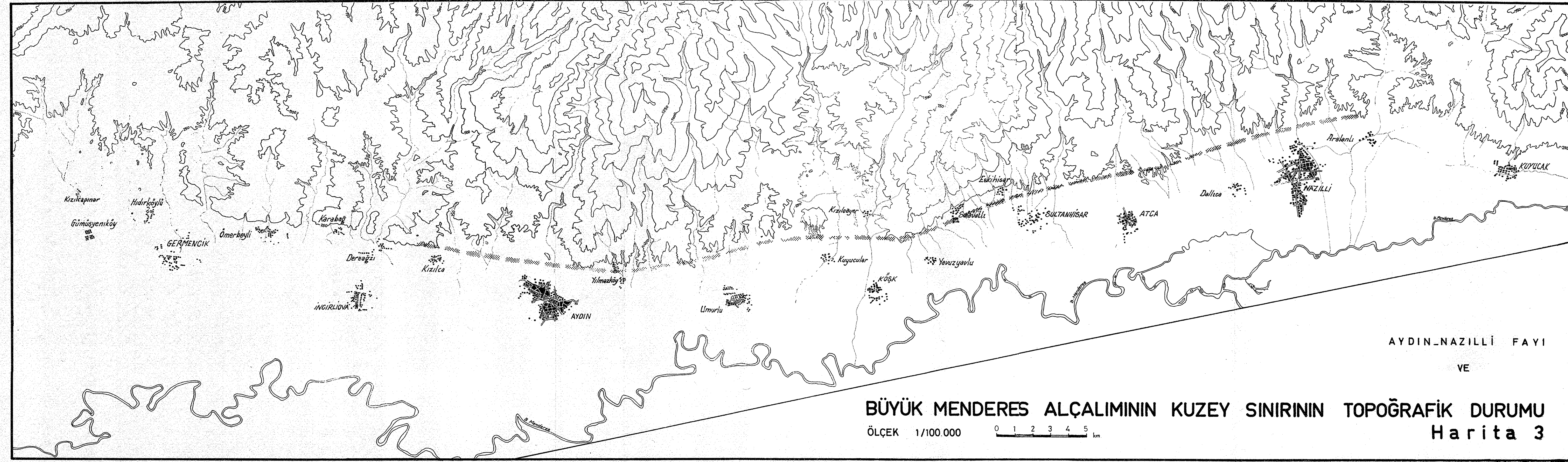
- Conserve, F.J., (1961). "Stress-Deformation Relations for soft Saturated Silt Under Low Frequency Oscillating Direct-Shear Forces", Special Technical Pub. No. 305, Symposium on Soil Dynamics, ASTM sf. 15.19
- Erguvanlı, A., (1975) "Kohezyonlu Zeminlerin Dinamik Özellikleri", Doktora Tezi, İ.T.Ü., İstanbul
- Hardin, B.O., Drnevich, V.P., (1970) "Shear Modulus and Damping in Soils" Soil mech. Series No. 1 Univ. of Ky., College of Engr. Juvv.
- Jacobsen, L.S., Ayre, R.S., (1958) "Engineering Vibrations", McGraw-Hill Book, Co, New York.
- Kovács, W.D., Seed, H.B., and Chan, C.K., (1971) "Dynamic Moduli and Damping Ratios for a Soft Clay", Jour. of the soil mech. and Found. Div., ASCE, Vol 97. No. Sml, Jan., Sf. 59-75.
- Krizek, R.J., Franklin, A.G., (1968) "Torsional Shear Testing Technique for Dynamic Properties of Clay", Special Technical Pub. No. 450, Symposium on Vibration Effects of Earthquakes on Soils and Foundations, ASTM, Sf. 115-137.
- Özudođru, K.G., (1979) "Önceden Yüklenmiş Killerin Dinamik Davranışı" Doktora Tezi İ.T.Ü. İstanbul.
- Peacock, W.H., Seed, H.B., (1968) 'Sand Liquefaction Under Cyclic Loading Simple Shear Conditions' Jou. of the soil Mech. and Found. Div., ASCE, Vol. 94, No. SM3 May. sf. 689-708.
- Tezcan, S., (1974) "Toprak Barajların Deprem Analizi" Boğaziçi Üniversitesi Yayınları B.Ü.-74-33/001.
- Thiers, G.R., Seed, H.B., (1968) "Cyclic Stress-strain characteristics of Clay", Jour. of the soil mech. and Found. Div., ASCE, Vol 94, No. SM2, Mar., sf. 555-569.
- Toğrol, E., Özudođru, K., Güler, E., (1977) "Kohezyonlu Zeminlerin Tekrarlı Yükler altındaki Davranışı", TUBİTAK VI. Bilim Kongresi, Mühendislik araştırma grubu tebliğleri (İnşaat seksiyonu) Sf. 993-1000.
- Zeavert, L., (1967) "Free Vibration Torsion Tests to Determine the Shear Modulus of Elasticity on Soils", Proc. 3rd Panamerican Conf. on Soil Mech. and Found. Eng., Caracas, vol. 1. Sf. 111-129.











AYDIN-NAZILLI FAYI  
VE  
BÜYÜK MENDERES ALÇALIMININ KUZEY SINIRININ TOPOĞRAFİK DURUMU  
Harita 3  
ÖLÇEK 1/100.000 0 1 2 3 4 5 km