

## 28 MART 1970 TARİHİNDE BATI ANADOLU'DA MEYDANA GELEN DEPREMİN NEDENİNİ TEŞKİL EDEN İKİ ÖNEMLİ ARIZA ELEMANININ KESİŞMESİ

Hellmut GRABERT

*Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Almanya*

### DEPREM

28 mart 1970 tarihinde, mahallî saatla 23 ten az sonra, merkezi Kütahya'nın batısındaki Gediz yöresinde bulunan bir deprem Batı Anadolu'yu sarsmıştır. Bunu daha başka sarsıntılar takip etmiş ve haftalar sonra dahi farklı şiddette sarsıntılar ve ufak depremler hissedilmiştir.

Esas sarsıntının ne zaman meydana geldiği hakkında çeşitli bilgiler mevcuttur. UNESCO Etüt Ekipinin, Dr. N. N. Ambraseys (Londra) ve Dr. J. S. Tschalenko'nun (Londra) yönetimi altında hazırladığı 19.5.70 tarihli muvakkat raporda depremin başlangıç saati GMT ayarı ile 21 i 02 dakika 33 saniye geçe olarak verilmekte olduğu halde, «Bureau Central International de Seismologie» nin değerlendirmesine göre, esas sarsıntı GMT ayarı ile 21 i 02 dakika 20 saniye geçe meydana gelmiştir. Depremin dış merkezi 39.2°N ve 29.5°E olarak verilmekte (Şek. 1), ocak derinliğinin 20 km olduğu kabul edilmektedir.

Köln Üniversitesinin Bensberg deprem istasyonuna ilk dalgalar (primer dalgalar veya kompresyon dalgaları = sismogramda P, Şek. 2) tam dört dakika sonra, 21 i 06 dakika 52 saniye geçe (GMT), daha yavaş olan sekonder veya enine dalgalar ise (sismogramda S) müteakip dört dakika sonra gelmiştir.

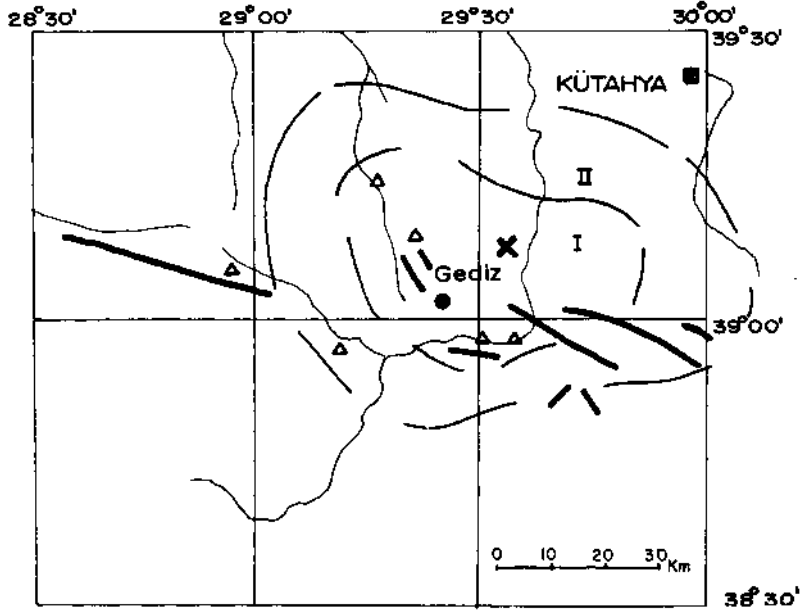
Köln Üniversitesinin Bensberg istasyonu Gediz deprem ocağına ortalama 2 300 km uzaklıkta bulunmaktadır. Kaydedici cihaz, fotoğraf kâğıdı üzerine kayıt yapan Sprengnether LPV tipi uzun devreli bir vertikal sismograftır. Sismogramda yazış istikameti soldan sağa doğru olup, kâğıdın ilerleme miktarı 15 mm/dakikadır.

Sismogramdaki en büyük sapmalar yüzey dalgaları dolayısıyla meydana gelmekte olup (L-dalgaları), cihaz bu dalgalar esnasında ölçü sahasının çok üstünde sapma göstermiştir. Yerde meydana gelen hareketi cihaz bin misli büyötmektedir.

Esas sarsıntının on çizgi üzerinde, yani yaklaşık olarak on saat sonra, ikinci bir sarsıntı ve daha sonra yeni sarsıntılar kaydedilmiştir. Mayıs ayına kadar az veya çok şiddette sarsıntıların tespit edilmesi devam etmiştir (Köln Üniversitesi Deprem istasyonunun Yöneticisi Bay Dr. L. Ahorner'in bir mektubundan özetlenmiştir).

On iki kademeli *Mercalli* ölçüsüne göre depremin şiddeti Gediz'de 9 u, Akcaalan'da 10 u bulmuş olup, sarsıntının şiddeti *Richter* ölçüsüne göre  $M = 7.6$  idi. Bir ay sonra 23.4 tarihinde, 5.7 şiddetinde bir başka deprem ve 29.3 (azamî M. 5.3), 30.3 (azamî 5.5), 31.3 (azamî 4.8), 1.4 (4.8), 2.4 (4.4), 7.4 (5.5), 16.4 (5.4), 19.4 (6.0) tarihlerinde yeni sarsıntılar kaydedilmiştir.

Yaklaşık olarak 3 000 km<sup>2</sup> genişliğindeki sarsıntı alanında (Şek. 1) takriben 3 500 ev tamamen yıkılmış, 7 000 ev ağır surette ve 10 600 den fazla bina da fazla



Şek. 1 - Gediz sarsıntı alanı (Ambraseys & Tschalenko'ya göre, 1970).

ölçüde hasara uğramıştır. 33 000 aile, yaklaşık olarak 80 000 kişi barınaksız kalmış, 800 kişi ölmüş ve 520 kişi yaralanmıştır. Sadece Akçaalan'da 2 000 kişilik nüfusun 230 u ölmüştür. Depremın sebep olduğu hasar, devrilen sobalardan çıkan yangınlarla daha da artmıştır.

1970 yılı mart ayında Batı Anadolu'da meydana gelen depremin menşeinin tektonik olduğundan şüphe edilemez. Birçok yerlerde meydana çıkan sıcak kaynaklara rağmen (Şek. 1), deprem bölgesinin hiç bir yerinde volkanik faaliyet tespit edilmemiştir. Şimdiye kadar yapılan jeolojik ve sismolojik etütler daha ziyade Gediz sarsıntı alanının, Anadolu'nun yapısında önemi olan ve bugün bir tanesinin sismik bakımdan aktif olduğu tespit edilen iki büyük anza hattının kesişme noktasında yer aldığını göstermiştir (Ambraseys, 1970). Anadolu'nun yapı planına dayanılarak bu iki esas arıza istikametinden ayrıntılı olarak bahsedilecektir.

#### BATI ANADOLU'NUN TEKTONİĞİ (Şek. 3)

Anadolu üç tektojene ayrılmaktadır. Kuzeyde yaklaşık olarak batı-doğu uzanım istikametine sahip olan Karadeniz sıradağları bulunmaktadır (Ketin'e göre, 1966, Pontidler). Güneyde Toros sıradağları (Toridle-) uzanmaktadır. Bunların ikisinin ortasında ise, Tersiyer devri sedimentleri ile dolu bir yüksek düzlükten müteşekkil olan ve Ketin tarafından Anatolidler ismi verilen Orta Anadolu yaylası yer almaktadır.

Türkiye'nin batısında Pontidler'in ve Toridler'in her iki orojen hattı geniş, fakat çok defa enine bölünmüş bir Anatolidler zonu ile ayrılmakta olup, burada meselâ Menderes masifi gibi şiddetli tektonik parçalanma gösteren yaşlı masifler satha çıkmaktadır. Doğuya doğru ortadaki Anatolidler zonu daraldığı için, iki orojen hattı, Pontidler'le Toridler, birbirine yaklaşmaktadır (Şek. 3).

Tamamen güneyde aslında artık Tetis orojenine ait olmayan kenar kıvrımları uzanmaktadır («Border folds», Ketin'e göre, 1966).

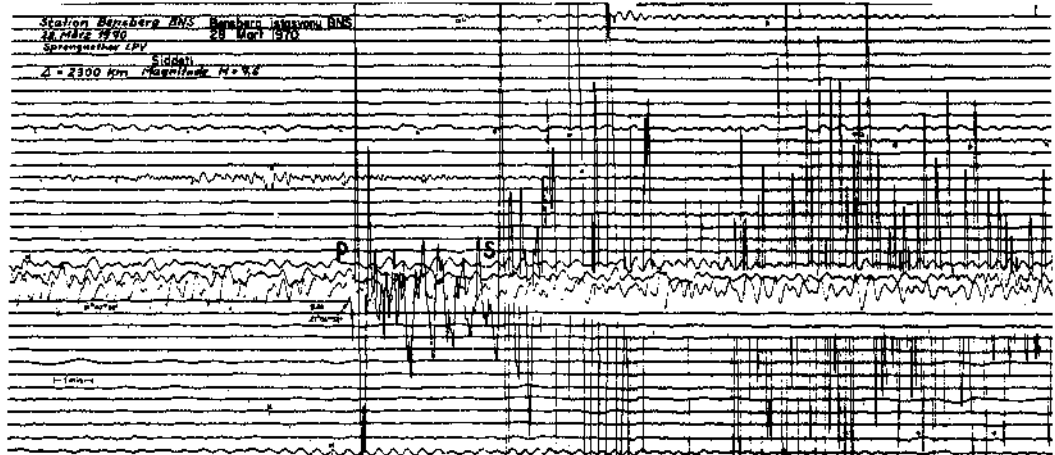
Bunlar, meselâ Ön Alpler bölgesini veya de meydana getirmiş olan yaşlı bir kara kalkanı (Arap Kristalini) ile genç bir orojen (Tetis) arasında yer alan hareketli bir zona aittirler. Bu zonlar daima petrol bakımından ümitli olduklarından, Türkiye'nin yegâne önemli petrol sahası da burada bulunmaktadır.

Anadolu'nun tektonik kılavuz hatlarında bundan dolayı esas orojen zonlarını teşkil eden Pontidler'le Toridler'in batı-doğu istikameti hâkim bulunmaktadır. Fakat bunlar kendilerini sadece kıvrım hatlarının uzanımında değil, aynı zamanda paralel arızalarda da göstermektedir. Tabiatıyla fazla ölçüde kıvrılma tezahürleri halindeki bindirmeler ve ayrıca düşey dekreşman fayı halinde tezahür eden vertikal anızalar da buraya dahildir.

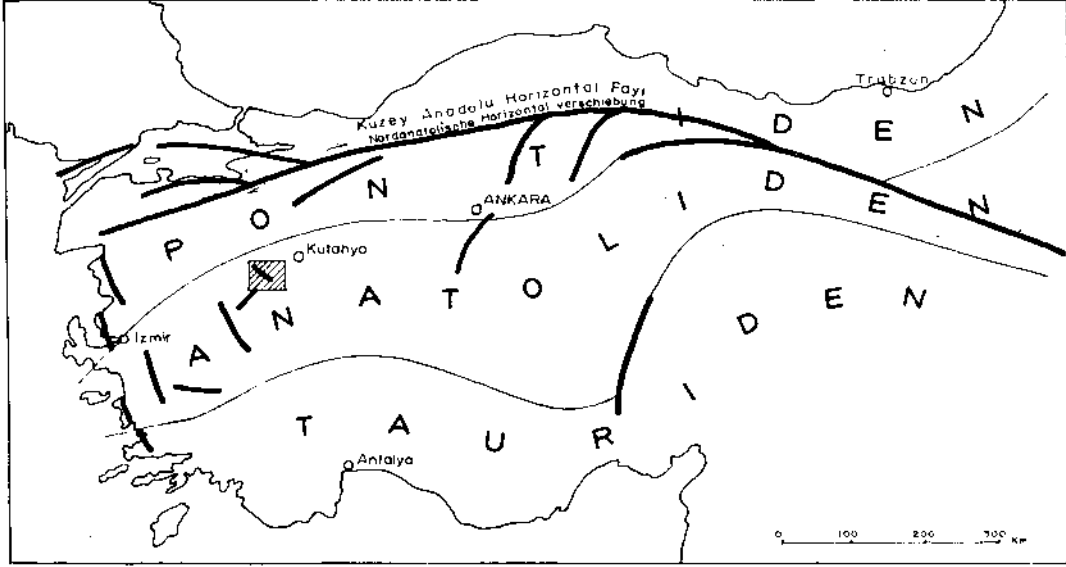
Bu boyuna arızaların en meşhurlarından birisi «Kuzey Anadolu Horizontal Fayıdır». Fayın uzunluğu yaklaşık olarak bin kilometre olup, bunun kenarında kuzey kompartımanının güney kompartımanı karşısında 400 km den fazla doğuya kaymış olması gerekmektedir (Pavoni, 1961). Yüksek olan bu vertikal miktardan şüphe edilmekle beraber (Ketin, 1969), bu arızanın uzun bir mesafede devam eden bir düşey dekreşman fayı olduğu münakaşa götürmez bir gerçektir ve bunun bugün hâlâ şiddetli olan sismik aktivitesi kısa bir süre evvel Ambraseys (1970) tarafından ayrıntılı bir etütte tespit edilmiştir.

Bu faya paralel olarak uzanan bu tarz hatlar Gediz deprem bölgesinde de, yenilerde, çok sayıda meydana gelmiştir (Şek. 4). Diğer taraftan bunlara ilâveten kuzey-güney yönlü elemanlar da tezahür etmekte olup, bunlar doğu - batı istikametine uzananları katetmektedir.

Kuzey-güney yönlü bu faylar Batı Anadolu'nun yapısında önemli bir rol oynamakta ve aradaki geniş Anatolidler zonunda hâkim duruma geçmektedir. Bu durum özellikle Ege denizinin sahil yapısında kendini göstermekte olup, burada sahilin yapısı büyük koylara rağmen bu şekilde büyük bir kuzey-güney arıza hattı ile izah edilebilir. Orada Ege bloku Anadolu blokuna doğru kaymıştır (McKenzie, 1970); bundan dolayı bu kuzey-güney istikametine Ege istikameti de denilmektedir.



Şek. 2 - Gediz depreminin, Köln Üniversitesinin Bensberg'deki deprem istasyonu tarafından alınmış olan sismogramı (Dr. Ahorner tarafından verilmiştir).



Şek. 3 - Türkiye'nin basitleştirilmiş tektonik haritası (Ketin'e göre, 1966).

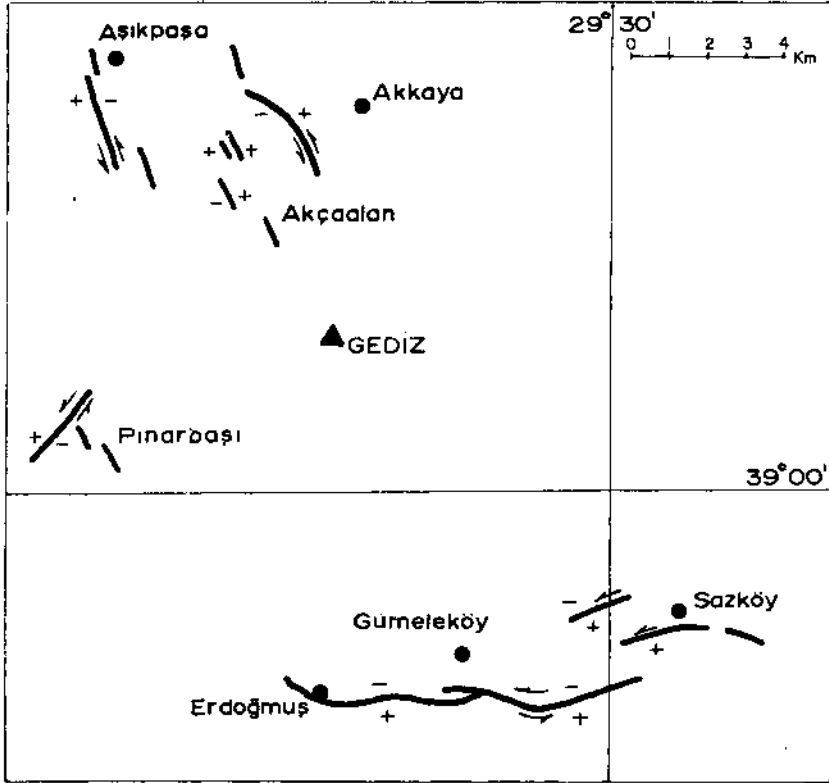
Fakat bu istikametler Batı Türkiye'nin geniş Anatolidler bölümünde de hâkim durumda tezahür etmektedir. Bunlar meselâ, yaşlı tabakalardan, kısmen metamorfik Paleozoikten müteşekkil olan ve büyük bir çıkıntı blok halinde çok genç tabakalann içinden yükselen Menderes masifini sınırlamaktadırlar. Bu kuzey-güney yönlü arızalardan bir tanesi Gediz deprem bölgesini de katetmekte ve batı-doğu yönlü bir arıza ile kesişmektedir.

Gediz bölgesinde tarih devirlerinden beri büyük depremler bilinmediği (Ambroseys'teki, 1970, Şek. 2) ve resmî deprem haritası da özel bir sismik faaliyet göstermediği halde, bu iki arıza hattının kesişmesi dolayısıyla burasının gizli deprem bölgesi olarak kabul edilmesi gerekir. Genel jeolojik-tektonik duruma dayanılarak Gediz havalisinde bir gün bir deprem olmasının beklenmesi icap ederdi. Yalnız hiç bir uzman depremin ne zaman meydana geleceğini söyleyemeyeceği için, tehlikenin evvelden haber verilmesi mümkün değildir.

#### GEDİZ DEPREM BÖLGESİ

Bundan dolayı esas ve yan sarsıntıların sebep olduğu en şiddetli tahribat da iki arıza hattının kesişme alanına toplanmış olup, burası yaklaşık olarak 150 km<sup>2</sup> genişliğinde olan ve hemen hemen kuzey-güney istikametinde uzanan bir sarsıntı sahasıdır. Depremin dış merkezi de takriben kesişme noktasına düşmekte olup (Şek. 1), bu nokta 39.2°N ve 29.5°E olarak gösterilmektedir.

Bu sarsıntı sahası güneyde Demirci dağları ile Murat dağına paralel olarak uzanan, batı-doğu yönlü iki büyük arıza hattı ile hudutlanmıştır (Şek. 1). Bu iki arızanın muayyen bir ölçüde atılmış oldukları intibayı uyanmaktadır. Bu atım keyfiyetinin Gediz depremi ile ilgili olması mümkündür, zira sarsıntı sahası bu iki batı-doğu yönlü arıza hattını «kesmektedir». Akçaalan havalisinde yerde açılan çatlaklar çoğunlukla bu kuzey-güney istikametini göstermekte olup, burada çok de-



Şek. 4 - Gediz deprem bölgesindeki yeni çatlaklar (Ambraseys & Tschalenko'ya göre, 1970).

fa batı kompartımanı doğu kompartımanının karşısında ufak ölçüde güneye kaymıştır (Şek. 4). Bu arada, Kuzey Anadolu'nun batı-doğu yönlü arıza yapısının Gediz'in güneyindeki alana inhisar etmesine mukabil, Ege'nin kuzey-güney yönünün Gediz'in kuzeyinde daha sık tezahür ettiği göze çarpmaktadır. Fakat hangi esas istikamete bağlı olursa olsun, hemen hemen bütün arızalarda vertikal ve aynı zamanda horizontal hareketler tespit edilmiş olduğu için, meyilli fayların hâkim olduğu anlaşılmaktadır. Ekseri hallerde sürükleyici güçler hâkim olduğu için, graben tarzındaki çöküntüler normaldir (Foto 1).

UNESCO ekibi (Ambraseys & Tschalenko, 1970a; 1970b) tarafından yapılan ölçmelere ve kendi gözlemlerimize göre, uzunlukları 10 km ye kadar çıkabilen birbirine bağlı arızalarla horizontal kaymalarda azamî 40 cm yi bulan arızalar tespit edilmiştir. Vertikal atımlar azamî 2.75 m ye kadar ölçülmüştür. Foto 1 de görülen grabende Ambraseys ve Tschalenko tarafından depremden az sonra sadece 20 cm lik bir vertikal kayma tespit edilmiş olup, ben sekiz hafta sonra hemen hemen bir metreyi bulan bir atım müşahede ettim. Aradaki farkın daha sonra meydana gelen sarsıntularla izah edilmesi mümkün olabilir. Aşağıdaki tablo en önemli arızaları vertikal ve horizontal atımları ile göstermektedir (Ambraseys & Tschalenko'ya göre, 1970a).

Jeolojik durum A, B ve C anza tiplerini izah etmektedir. Substratum Gediz havalisinde, farklı kalınlıkta gevşek sedimenlerle örtülü olan Mesozoik kalkerlerden ve marnlarından müteşekkildir. A tipi sert kayaç içinde tezahür etmekte olup,

Arızanın ismi	Uzunluğu	Atımı (cm olarak)		Arızanın tipi
		Vertikal	Horizontal	
Gümeleköy	10 km den fazla	20 - 120	0 - 25	A ve B
Sazköy	3 km	0 - 10	Pek az	A ve B
Aşıkpaşa	3.5 km	10 - 275	0 - 40	A ve B
Akçaalan	300 m	20	0	A
Tuzluburu	500 m	225	—	C
Pınarbaşı	5.5 km	20 - 60	0 - 10	A ve B
Nennikırı	3 km	110	20	C

burada çok defa eski arızalar faaliyet göstermiştir. B tipinde de buna benzer bir durum söz konusu olmakla beraber, burada substratum gevşek sedimenlerden ibaret bir örtünün altındadır; burada da çok defa eski arızaların yeniden faaliyet gösterdiği kabul edilmektedir. Buna mukabil G tipi arızalarda çoğunlukla gevşek matelyalin ağırlıkla kayması söz konusudur. Bu arızaların kırık kenarları hemen daima vadi kanatlarına paralel olarak uzanmaktadır. Fakat bu vadiler de çok defa erozyona maruz kalmış eski arıza hatlarını takip etmekte olduklarından, münferit arıza tiplerinin kesin şekilde tayin edilmesi ve dolayısıyla tespit edilen hususların istatistik yoluyla değerlendirilmesi mümkün değildir. Foto 1 de görülen Akçaalan'ın doğusundaki arıza, gevşek örtü tabakası olmaksızın Mesozoik marnlarını yerlerinden oynatmış olduğu için, A tipine dahil edilmesi gerekir.

Depremden kısa bir süre sonra sıcak su kaynaklarının meydana çıkması şimdiye kadar henüz tamamiyle aydınlatılamamış olan bir jeolojik tezahürat şekliydi. Sıcak su kaynakları en ziyade bir volkanik faaliyetin mevcudiyetini gösterirse de, burada bir volkanik sarsıntının söz konusu olduğunu gösteren hiç bir emare mevcut değildir. Bundan dolayı daha çok —bu havalide söz konusu olan ve jeolojik bakımdan fazla gerilere gitmeyen bir volkanik faaliyet nedeniyle— deprem sahasındaki jeotermik derinlik seviyesinin çok alçak olduğu ve böylece açılan çatlaklarda biriken yeraltı ve yağmur sularının süratle ısınıp, yüksek buhar basıncı dolayısıyla sıcak kaynaklar halinde tekrar sathı çıktığı kabul edilebilecektir. Bununla beraber bu kaynakların büyük bir kısım tekrar kurumuştur.

Yukarıda da işaret edildiği gibi, Ege tipi bir arızanın bir Kuzey Anadolu düşey dekroşman fayını kestiği kabul edilmektedir. Fakat bununla, 1970 Gediz depreminin yaklaşık olarak on kilometreyi bulan bütün atım miktarından sorumlu olduğu ifade edilmek istenmemiştir. Burada daha ziyade batı-doğu yönünde uzanan Murat dağı-Demirci dağları arızasının, örgülenme kesimi tektonik bakımdan oynak olan primer kıl inceliğinde çatlakların tezahürünün söz konusu olduğu kabul edilmektedir. Şimdiye kadar mevcut olan doneler, bu kesişme noktasının sismik bakımdan çok aktif olduğunu ortaya koymadığı için, statik enerji yapısının çok uzun bir zaman içerisinde meydana geldiği kabul edilmektedir.

#### MEYDANA GELEN HASAR VE YENİDEN YAPIM

Basit köylü evlerinin hiç birisi şiddetli ve çoğunlukla horizontal olan sarsıntılara kısa bir süre dahi karşı koyamadığı için, deprem bölgesindeki tahribat çok fazla olmuştur. Sadece son zamanlarda inşa edilen çok az sayıdaki betonarme binalar (meselâ Gediz'deki okul veya yeni Akçaalan camii gibi, Foto 2) şiddetli sar-

sıntılara mukavemet edebilmiş olduğundan, tamir edilmeleri mümkündür. Buna mukabil basit ahşap binalar ya bodrum katı olmaksızın veya çok basit şekilde bağdadi olarak inşa edilmiştir (Foto 3 ve 4). Bu binalar üst katların alt kattan biraz daha az deforme olduğunu göstermektedir. Alt kat, temel ve bodrum katı olmaksızın az çok gevşek şekilde doğrudan doğruya toprağın üzerinde oturmaktadır. Şiddetli horizontal hareketlerde üst kat, durumu dolayısıyla daha süratli hareket eden alt katın gerisinde kaldığı halde, toprağın üzerinde oturan alt kat yandan gelen sadmeye çok daha şiddetle karşı koymak zorunda kalmıştır. Bu esnada alt katta büyük ölçüde deformasyonlar meydana gelmiş ve bunlar ekseriya daha sonra bütün ahşap yapının yıkılmasına kadar gitmiştir. Foto 2 de görülen binanın alt katının çok fazla deformasyona uğramasına rağmen ayakta kalabilmiş olmasının nedeni sadece, üst katın çatıda betonlanmış bir çelik direğe tutturulup tespit edilmiş olmasıdır. Yoksa bu bina da etrafındaki bütün komşu evler gibi yıkılmış olurdu. Foto 4 teki evde de görünüşe göre yandan gelen sadme binanın yıkılmasında amil olacak kadar şiddetli olmamıştır.

Dar sarsıntı sahası içinde kalan bütün mevkiler, özellikle Akçaalan ve Gediz o kadar çok tahrip olmuştur ki, bunların yeniden aynı yerde kurulması tavsiye edilemez; bundan dolayı deprem bakımından emniyetli olan alanlarda ve konstrüktif güvenlik tedbirleri alınmak suretiyle yeniden inşa edilmeleri gerekir.

Federal Almanya Cumhuriyeti, Alman Kızıl Haçı ve diğer yardım müesseseleri (Technisches Hilfswerk, Malteser Hilfsdienst, Arbeiterwohlfahrt) ile birlikte çok kademeli bir yardım programı hazırlamıştır. Bilhassa havanın tesiriyle bozulmayan sunî maddeden mamul barakaların yapımını zikretmek isterim. Alman Kızıl Haçının yardımıyla Bayer-Werke firması tarafından kurulmuş olan bu barakalar 1970 haziran ayında Peru'da meydana gelen depremde de başarıyla kullanılmıştır. Sekiz kişilik bir ailenin içine yerleşip yaşayabileceği bu tip muvakkat konutlardan tüm olarak 400 tane kurulmuştur. Bütün Akçaalan halkının böyle konutlara yerleştirilmesi mümkün olmuştur (Foto 5).

#### TEŞEKKÜR

Türkiye'de yaptığım seyahatte ve raporunun hazırlanmasında bana yardımcı olan bütün makamlara, meslektaş ve arkadaşlarıma teşekkür etmeyi bir borç biliyorum.

İlk planda Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (M.T.A.) gelmektedir. Bundan dolayı bu müessesenin Genel Direktörü Sayın Doç. Dr. Alpan ile, bana kıymetli tavsiyelerde bulunmuş olan Sayın Prof. Dr. Pamir'e ve Sayın Dr. H. Wedding'e teşekkür ederim. Gediz depremi hakkında ilk raporu yazan Sayın Dr. Ambraseys (Londra) önemli literatür hakkında bana tavsiyelerde bulunmuştur. Sismogram ile bunu burada yayınlama müsaadesini verdiği için Köln Üniversitesi deprem istasyonundan Sayın Dr. L. Ahorner'e teşekkür borçluyum. Seyahat arkadaşım Mad. Müh. Mummmenthey ülke hakkındaki bilgileriyle ilk defa deprem bölgesine gidişimi kolaylaştırmıştır. Güçlükle gidilen Akçaalan'da biz ikimiz de Alman Kızıl Haçı ile Bayer-Werke'nin misafiri olduk.

*Neşre verildiği tarih, 11 şubat 1971*

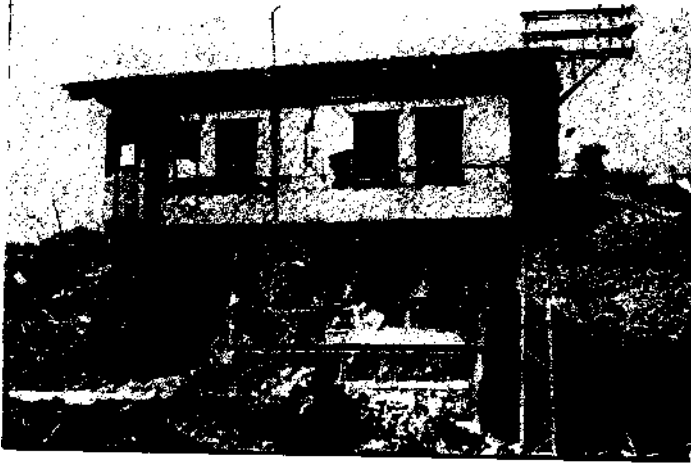


**Foto 1 - Akçaalan'ın doğusunda yerde çatlak teşekkülü.**



**Foto 2 - Demir takviyeli Akçaalan camiiinde meydana gelen hasar.**





**Foto 3 - Akcaalan'da bodrum katı olmayan bir evde meydana gelen hasar.**



**Foto 4 - Gediz'de bodrum katı olmayan bir evde meydana gelen hasar.**



**Foto 5 - Akcaalan halkı için Bayer-Werke tarafından kurulan suni maddeden mamul muvakkat barakalar.**

## B İ B L İ Y O G R A F Y A

- AMBRASEYS, N. N. (1970) : Some characteristic features of the Anatolian fault zone. *Tectonophysics*, 9, 143-165, 14 Abh., Amsterdam.
- AMBRASEYS, N. N. & TSGHALENKO, J. S. (1970a) : The Gediz (Turkey) earthquake of 28 Mârch, 1970. *UNESCO. Rep.*, 1 p., 2 fig., 1 table, London.
- (1970b) : The Gediz (Turkey) earthquake of Mârch 28, 1970. *Nature*. 227, 592-593, 3 fig. London.
- McKENZIE, D. P. (1970) : Plate tectonics of the Mediterranean region. *Nature*, 226, 239-243, 4 fig. London.
- KETİN, İ. (1966) : Anadolu'nun tektonik birlikleri. *M.T.A. Derg.*, no. 66, s. 20-34, 2 Tablo, 3 Levha, Ankara.
- (1969) : Kuzey Anadolu fayı hakkında. *M.T.A. Derg.*, no. 72, 1-28, Ankara.
- PAVONİ, N. (1961) : Die nordanatolische Horizontalverschiebung. *Geol. Rdsch.*, 51, 122-139, 6 Abb., Stuttgart.
- Yer sarsıntısı bölgeleri haritası, 1 : 2 000 000.