

Türkiye'de Kırsal Konutların Son Yıllardaki Tahripkâr Depremlere Mukabelesi (***)

(1969 - 1972)

Ersin ARIOĞLU (*)

Köksal ANADOL (**)

SYNOPSIS

As it is known Turkey is situated on a highly active seismic zone. In the paper the characteristics and the influences of the three destructive earthquakes (Gediz, Burdur, Bin göl) occurred during the last four years in Turkey and having magnitudes greater than 6,3 are presented in a standard form. Then, the structural performance of rural dwellings during these earthquakes are described and at the end, economic and earthquake resistant design criteria for regional prototypes are discussed.

(*) İnş. Y. Müh. (İTÜ) - Proje Grubu Başkanı - Yapı Merkezi

(**) Y. Mimar (DGSA) - Araştırma Grubu Başkanı - Yapı Merkezi, İstanbul.

(***) ARIOĞLU, E. - ANADOL, K : «The Structural Performance of Rural Dwellings During Recent Destructive Earthquakes in Turkey (1969-1972)» Fifth World Conference on Earthquake Engineering, Roma 1973. Paper No. 57. Session 2A.
(Bu tebliğ Roma'da 25-29 Haziran 1973 tarihlerinde toplanan 5'inci Dünya Deprem Mühendisliği Konferansı'nda «Son Tahripkâr Dünya Depremleri» 3. Bölümünde sunulmuştur,

Ö Z E T :

Bilindiği gibi Türkiye çok aktif bir deprem kuşağı üzerinde bulunmaktadır. Tebliğde, önce son dört yılda Türkiye'de meydana gelen magnitüdü 6,3'den yukarı 3 tahripkâr depremin karakteristikleri ve etkileri standart bir form içerisinde sunulmuş, sonra kırsal konutların bu depremlerdeki yapısal performansları belgelenmiştir. Tebliğin sonunda, ekonomik ve depreme mukavim bölge prototiplerin dizayn kriterleri vazedilmiştir.

G İ R İ Ő :

Dünyada her yıl şiddeti 5'den büyük 800 deprem meydana gelmekte ve bu depremlerden doğan toplam maddî zarar 6 milyar dolar olarak tahmin edilmektedir. Dünya nüfusunun % 39'u deprem tehdidi altında yaşamakta, bu nüfusun % 72'si de kırsal konutlarda oturmaktadır («Kırsal Konut» terimiyle yazarlar : a - Mühendislik hizmeti sunulmaksızın, b - Yalnız bölgesel malzeme ve teknoloji kullanılarak, c - İçinde yaşıyanın kendisi tarafından inşa edilmiş yapıları kastetmektedirler).

Günümüzde, modern mühendislik, yapıların deprem sorunlarını büyük ölçüde çözümleme yolundadır. Oysa kırsal konutların deprem problemleri henüz bu yapıların dinamik analizlerinin yapılmasında ortaya çıkan zorluklardan dolayı, yeterli seviyede aydınlığa kavuşturulamamıştır. Buna rağmen konuya gözlemler ve deprem sonuçlarının yorumlanması ile ampirik olarak ve deneysel metodlarla da bilimsel olarak yaklaşmak ve bir çözüm getirmek mümkündür. Diğer taraftan problemin zorluğu yanında çözümde kolaylık sağlayacak bazı hususların varlığı da gözden uzak tutulmamalıdır. Şöyle ki, a) kırsal konutlar dünyanın her tarafında aynı tür malzeme ve inşaat teknolojisiyle inşa edilirler (taş, kerpiç, ahşap, primitif inşaat teknolojisi), b) Asırlar boyu bölgenin deprem tecrübeleri sonunda nesillerin oluşturduğu ve birbirine devrettiği, âdeta içgüdüsel asismik inşaat yöntemleri mevcut bulunmaktadır. Birinci husus geliştirilecek asismik kırsal konut projelerinin geniş bir uygulama alanı bulmasını sağlayacaktır. İkinci husus, probleme süratli ampirik yaklaşımlar getirirken, deneysel yöntemler konusunda bir çok önerinin kolaylıkla elenmesini sağlayacak ve netice verici önerilerin ilham kaynağını teşkil edecektir.

Bu nedenlerle yazarlar Türkiye'deki son 3 tahripkâr depremi belgelerlerken, gözlemlerini ucuz kırsal konutların deprem mukabeleleri üzerinde yoğunlaştırmışlardır.

STANDART DEPREM BİLGİ FORMLARI HAKKINDA :

Türkiye'deki son 3 tahripkâr deprem hakkında toplu bilgi, aşağıda belirtilen prensiplere göre Tablo I, II ve III'de verilmiştir.

Depremlerin zaman, episantr koordinatları ve hiposantr derinlikleri (C. G. S. Coast and Geodetic Survey) yayınlarına göre verilmiştir. Magnitüdler için max. ve min. değerler veren istasyonlar belirtilmiş, en altta ise muhtelif istasyonların magnitüd değerlerin aritmetik ortalaması verilmiştir. Depremlerin ivme değerleri yazarların deprem bölgesindeki gözlemlerinde tespit ettikleri karakteristik hasarlar üzerinde yapılan hesapların sonuçlarına istinad ettirilmiştir (8). Depremlerde açığa çıkan enerjiler, $E = 11,4 - 1,5 M$ Guttenberg - Ritter formülünde ortalama magnitüd nazarı dikkate alınarak hesap edilmiştir. Depremin hissedilme alanı istatistiki bilgilerin ışığında değerlendirilmiştir. Ardçı depremler için tablolarda ana şoku takiben ilk üç ay içinde kaydedilen magnitüdü 4'den büyük ardçı depremlerin sayısı ve magnitüdülerin üst sınırı belirtilmiştir (C.G.S. yayınlarına göre). Magnitüdü 4'den küçük bir ön deprem yalnız Bingöl depreminde ve ana şoktan bir gün önce hissedilmiştir. Yer hareketlerine ait bilgiler yazarların gözlemlerine, hasar listeleri ise, T. C. İmar İskân Bakanlığı yayınlarına göre tanzim edilmiştir (4-5). Deprem bölgelerinin jeolojik ve tektonik yapıları hakkında bilgi (Ref. 6) dan yorumlanmıştır. Sismik aktivite hakkındaki bilgiler Ref. 1'den alınmış ve bölgede olan en şiddetli 4 depremin episantr ve magnitüd ve episantrdaki şiddetleri tablo halinde verilmiştir. M. S. 11-1964 periyodu için elde edilen deprem tekrerrür ve magnitüd bağıntıları sismik aktivitenin altında verilmiş ve formülün geçerli olduğu bölge koordinatları tasrih edilmiştir (2). Tablolardaki izosismik eğriler ve bölgenin tipik kırsal konutları hakkındaki bilgiler yazarların deprem bölgelerindeki gözlemlerinden elde ettikleri bilgi yığılmasına istinad etmektedir.

KIRSAL KONUTLARIN GEDİZ DEPREMİNDE YAPISAL PERFORMANSLARI :

Kırsal konut tipi	Toplam kırsal konut sayılarına oranı	Yıkılmış	Hasarlı	Hasarsız
Ahşap çerçevesi (A tipi)	% 15	% 80	% 19	% 1
Ahşap çerçevesi (B tipi)	% 75	% 9	% 41	% 50
Yığma kârgir (Tuğla-Taş)	% 8	% 30	% 50	% 20
Diğerleri	% 2	% 40	% 35	% 25

Bölgedeki yapıların % 81'i ucuz kırsal konutlardır. 128 tipik kırsal konutun gözlenmesi sonunda elde edilen prototip karakteristikleri Tablo. 1'de özetlenmiştir. Şekil 1, 2 ve 3 çeşitli yapılardaki deprem hasarlarını, Şekil 4 ve 5 düşük mukavemete sahip ahşap çerçeveli (A tipi) kırsal konutları, Şekil 6 ve 7 uygun dinamik şartlar altında yüksek mukavemete sahip (B tipi) ahşap çerçeveli kırsal konutları göstermektedir. Şekil 7'de, (deprem deneyleri için) yazarlar tarafından projelendirilmiş «Bağdadi» tipi ahşap çerçeveli kırsal konut görülmektedir.

KIRSAL KONUTLARIN BURDUR DEPREMİNDE YAPISAL PERFORMANSLARI :

Kırsal konut	Toplam kırsal konut sayısına oranı	Yıkılmış	Hasarlı	Hasarsız
Yığma (Kerpiç)	% 78	% 32	% 38	% 30
Yığma (Taş-Tuğla)	% 20	% 33	% 52	% 15
Diğerleri	% 2	% 35	% 42	% 23

Bölgedeki yapıların % 72'si ucuz kırsal konutlardır. 72 tipik kırsal konutun gözlenmesi sonunda elde edilen prototip karakteristikleri Tablo II'de özetlenmiştir.

Şekil 8, 9 ve 10 sırayla kum kraterlerini ve yıkılmış iki yığma yapıyı (taş-tuğla) göstermektedirler. Şekil 11 ve 12'de yıkılmış kerpiç yığma yapılar ve Şekil 13, 14'de de tamamen yıkılmış yapılar arasında ayakta kalabilen, az hasarlı prototipler görülmektedir.

KIRSAL KONUTLARIN BİNGÖL DEPREMİNDE YAPISAL PERFORMANSLARI :

Kırsal konut	Toplam kırsal konut sayısına oranı	Yıkılmış	Hasarlı	Hasarsız
Yığma (Taş)	% 70	% 5	% 67	% 28
Yığma (Kerpiç)	% 27	% 22	% 67	% 11
Diğerleri	% 3	% 37	% 48	% 15

Bölgedeki yapıların % 93'ü kırsal konutlardır. Bölgede 196 tipik kırsal konutun gözlenmesi sonunda elde edilen prototip karakteristikleri Tablo III'de özetlenmiştir.

Şekil 15 yer hareketlerini, Şekil 16 ve 17 şehir tipi yığma yapılarıdaki karakteristik deprem hasarlarını, Şekil 18 ve 19 yıkılmış ve hasar görmüş yapıları ve Şekil 20, 21 ve 22'de hasarsız prototipleri göstermektedir.

S O N U Ç L A R :

Kırsal konutların gözlenen deprem mukabelelerinden, aşağıdaki yapısal prensipler ve kriterler vazedilebilir :

GEDİZ PROTOTİPİ :

A Tipi : Bu tip inşaat kesinlikle terkedilmelidir.

B Tipi :

1. Sert zeminde, taş veya beton mütemadi sömel üzerine inşa edilmelidir.
2. Ahşap çerçevenin birleşme noktaları itina ile inşa edilme lidir.
3. Ağır çatıdan kaçınılmalıdır.
4. Ahşap çerçeveler sömellere ve çatıya iyice bağlanmalıdır.

BURDUR PROTOTİPİ :

1. Sıkıştırılmış alüvyonlu zeminde, taş veya beton mütemadi sömel üzerine inşa edilmelidir. Sömellerin altında asgari 20 cm. kalınlığında büyük çakıllı bir tabaka bulunmalıdır.
2. Kerpiç, asgari % 5 çimento ve % 10 harç ile stabilize edilmelidir.
3. Ana duvarlar, her kat boyunca asgari 3 defa, birbirine sağlam olarak bağlanmış sert ahşap hatıllarla çevrilmelidir.
4. Hafif örtü malzemeli ahşap çatı kullanılmalı ve çatı üst hatıllara sağlam olarak bağlanmalıdır.
5. Duvarların köşelerde birbirine raptedilmesine özel bir itina gösterilmelidir.

BİNGÖL PROTOTİPİ :

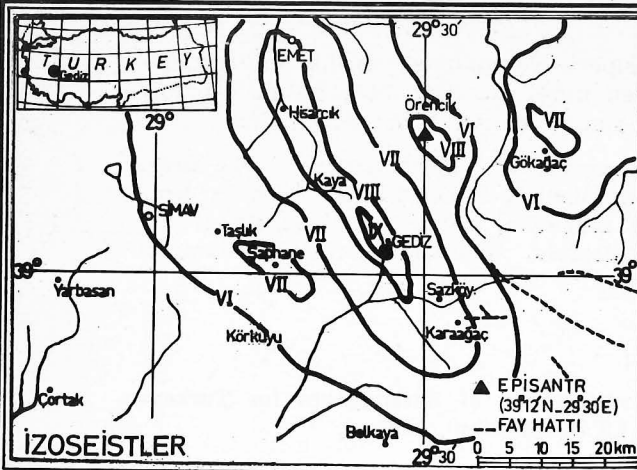
1. Sıkışmış alüvyonlu zeminde 20 cm.'lik bir çakıl tabakası üzerine oturan radye jeneral veya mütemadi sömel üzerine inşa edilmelidir.
2. Duvar inşaatında kullanılan taşların boyutları oranlı olmalıdır. Köşeli taşlar tercih edilmelidir. Kerpiç % 10 çimento ile stabilize edilmelidir.
3. Ana duvarlar betonarme hatıllarla çevrelenmelidir.
4. Ağır çatıdan kaçınılmalı ve çatı çerçevesi üst hatıllara sıkıca bağlanmalıdır.

Yukarıda verilen prensiplere ve malzeme, işçilik standartlarına uygun olarak inşa edilen kırsal konutlar, bölgelerinde depreme mukavim ve en ekonomik yapılar olarak kabul edilebilirler.

Tahripkâr depremler sırasında can kayıplarının % 80'i kırsal konutlardaki hasarlardan meydana gelmektedir. Bu nedenle, ucuz kırsal konutların depreme mukavim olarak projelendirilmesi hiç değilse insanlık açısından deprem mühendisliğinin uluslararası önemli bir problemidir.

BİBLİYOGRAFYA :

- (1) ERGİN, K., UZ, Z. : «A Catalog of Earthquakes for Turkey» GÜÇLÜ, U. İ.T.Ü., İstanbul, 1967.
- (2) ERGİN, K., UZ, Z. : «Aftershock Study of the Gediz-Turkey» GÜÇLÜ, U. İ.T.Ü., İstanbul, 1972.
- (3) İPEK, M., UZ, Z. : «Sismolojik Verilere Göre Türkiye'de Deprem Kuşakları» İ.T.Ü., İstanbul, 1965.
- (4) T. C. BAYINDIRLIK : «Burdur Depremi Raporu» Ankara, 1972 BAKANLIĞI
- (5) T. C. BAYINDIRLIK : «Bingöl Depremi Raporu» Ankara, 1972. BAKANLIĞI
- (6) HARİTA GENEL MD. : «Türkiye İeoloji Haritası» Ankara, 1963
- (7) ARIOĞLU, E., : «Gediz Depremi, Mart 1970 - Türkiye» Mimar-ANADOL, K. lık 9, Nisan - Mayıs 1971, İstanbul.
- (8) ARIOĞLU, E. : «Gediz'de Gözlenen İki Karakteristik Deprem Hasarı ve bir Teklif: Depremetre» Tebliğ. Gediz Depremi Sempozyumu. İnşaat Mühendisleri Odası. Ankara, 1971.



T Ü R K İ Y E

GEDİZ

28 MART 1970

Zaman (GMT) : 21.02.20
 Episantr : 39,2°N-29,5°E
 Hip. derinliği : 20 Km.
 Magnitüd : 7,75 STR
 6,90 ATH (LV)
 7,3 (Ortalama)
 İvme : 195 gal.
 Enerji : 2,24x10²² Erg
 Hiss. alanı : 35x104 Km²
 After shocklar :
 İlk üç ay içerisinde 79
 Aftershock sepsanmıştır.
 (4 ≤ M ≤ 5,4)

Yer hareketleri:

Gediz-Emet doğrultusunda ki fay formasyonları Gediz'den 12 Km. sonra başlayıp ve 6 Km. devam etmiştir. Yer değiştirmeler: yatay 20 cm., düşey 40 cm.

HASAR LİSTESİ:

Ölü : 1086 kişi
 Yaralı : 1265 kişi
 Yıkılan yapı : 8450 ev
 Hasarlı yapı : 13795 ev
 Toplam hasar : 40x10⁶ (₺)

JEOLOJİK ve TEKTONİK YAPI:

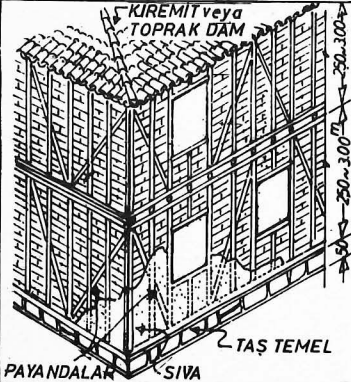
Jeolojik yapı kıtasal neojen devri karakterize eder. Yüksek bölgeler paleozik orijinlidir.

Bölgenin tektonik yapısı komplekştir. Alpid kuşaktan başlayan fay hattı Gediz'in 20 Km. güneyine kadar yaklaşmıştır. Deprem sonrasında Gediz'in güneyinde genç fay oluşumları gözlenmiştir.

SİSMİK AKTİVİTE:

Yıl	Episantr	Magnitüd	I ₀ (MM)
23.2.1953	38.20N-28.20E	7,55	x
28.2.1855	40.18N-29.10E	7,55	x
1863	38.53N-30.55E	7,55	x
7.12.1953	39.10N-28.50E	5,75	VII
log ₁₀ N=5,51-0,664M / (39°-43°)N-(25°-31°)E			

BÖLGEDEN KARAKTERİSTİK BİR KIRSAL KONUT

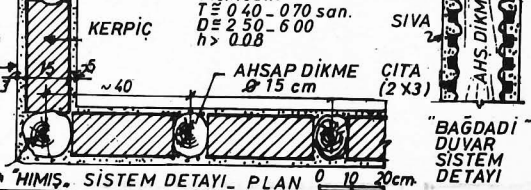


SİSTEM: AHSAP KARKAS (Taş, Kerpice veya Tuğla dolgulu)
 (Bölge konutlarının % 75'i bu tiptedir)

SİSMİK KARAKTERİSTİKLERİ:

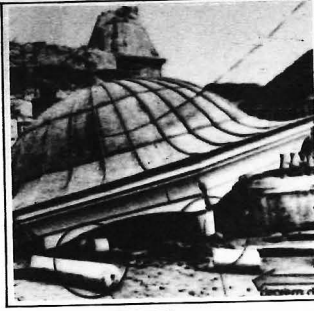
Hakim periyod : T ≈ 0.30 - 0.40 san.
 Düktilite faktörü : D ≈ 1.50 - 1.75
 Damping oranı : h ≈ 0.06 - 0.08

NOT : Bu sistemin ahsap dikmelerine yatay çitılar çakılıp sivanın daha gelişmiş tipi olan BAĞDADI sistemi depreme yüksek mukavemet göstermektedir.





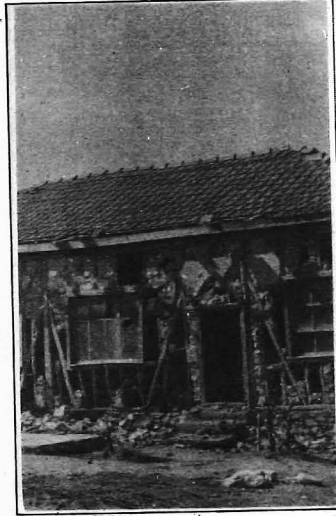
ŞEKİL 1



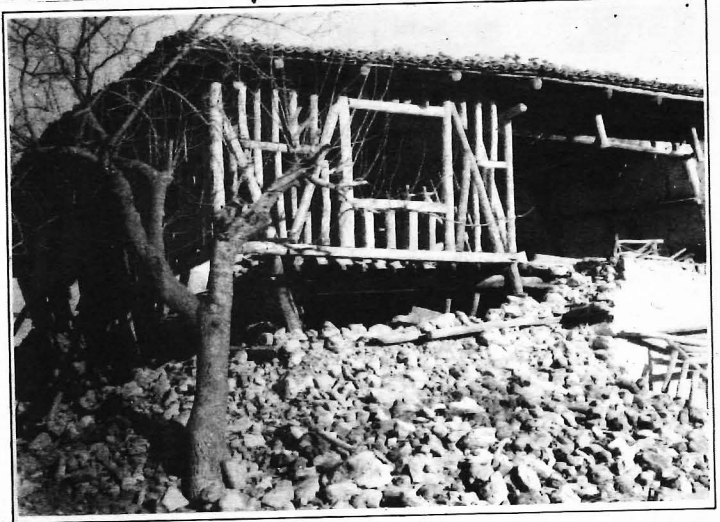
ŞEKİL 2



ŞEKİL 3



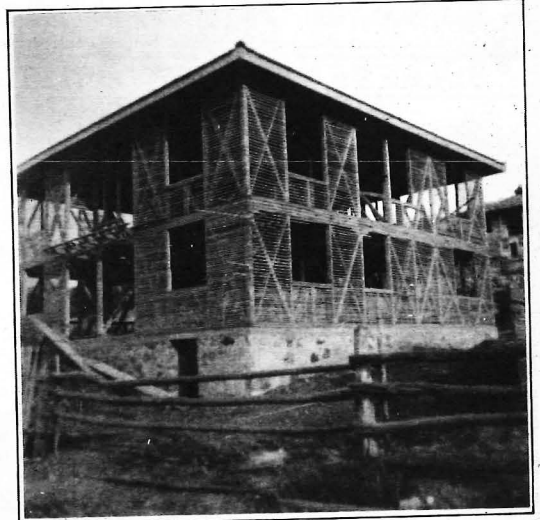
ŞEKİL 4



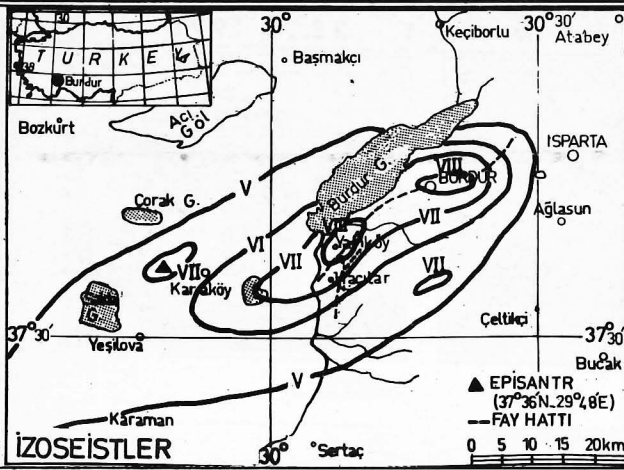
ŞEKİL 5



ŞEKİL 6



ŞEKİL 7



T Ü R K İ Y E

BURDUR

12 MAYIS 1971

Zaman (GMT) : 06.25.13
 Epişantr : 37,6°N-29,8°E
 Hip. derinliği : 8 Km.
 Magnitüd : 6,5 KSA
 5,8 ATH (LV)
 6,5 (Ortalama)

İvme : 140 gal.
 Enerji : 7,08x10²⁰ Erg
 Hiss. alanı : 15x104 Km²
 After shocklar :

İlk üç ay içerisinde 38
 aftershock saptanmıştır.
 (4 ≤ M ≤ 5,5)

Yer hareketleri:

Hacılar'la Yarıkköy ara-
 sında, N 40°E doğrultusunda
 1 Km. uzunlukta bir kırık
 ile kum fıskırtmaları ve
 kum kraterleri oluşmuştur.

JEOLÖJİK ve TEKTONİK YAPI:

En eski kaya tabakaları mezozoik orijin-
 lidir. 1000 m. derinlikteki tabakalarda dahi
 rastlanan neojen, bölgenin karakteristik
 jeolojik yapısını teşkil eder.

İlk fay hattı 1914 depreminde oluşmuş-
 tur. Ancak bugün aktif değildir.

SİSMİK AKTİVİTE:

Yıl	Epişantr	Magnitüd	I ₀ (MM)
1863	38.53N-30.55E	7,55	x
3. 5.1875	38.15N-30.20E	6,96	1x
5. 5.1875	38.10N-30.20E	6,96	1x
3.10.1914	38.00N-30.00E	7,10	1x

log₁₀ N=6,28-0,768M / (35°-39°)N-(25°-31°)E

HASAR LİSTESİ:

Ölü	: 57 kişi
Yaralı	: 150 kişi
Yıkılan yapı	: 1524 ev
Hasarlı yapı	: 4878 ev
Toplam hasar	: 10x10 ⁶ (ğ)

BÖLGEDEN KARAKTERİSTİK BİR KIRSAL KONUT

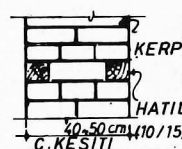
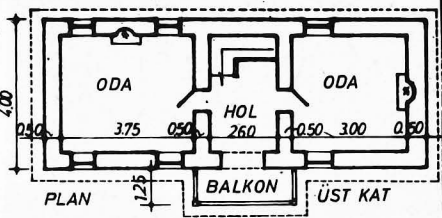


YATAY AHŞAP
 HATILAR
 (10/15)

NOT: Hatılsız yapılar
 depreme karşı daha
 dayanıksız oluyorlar.

SİSTEM: KERPIÇ
 YİĞMA
 (Bölgedeki konutla-
 rın % 78 i)
 SİSMİK KARAKTE-
 RİSTİKLERİ :

W=0,20.030
 D=140.180
 h=0,04.006





ŞEKİL 8



ŞEKİL 9



ŞEKİL 10



ŞEKİL 11



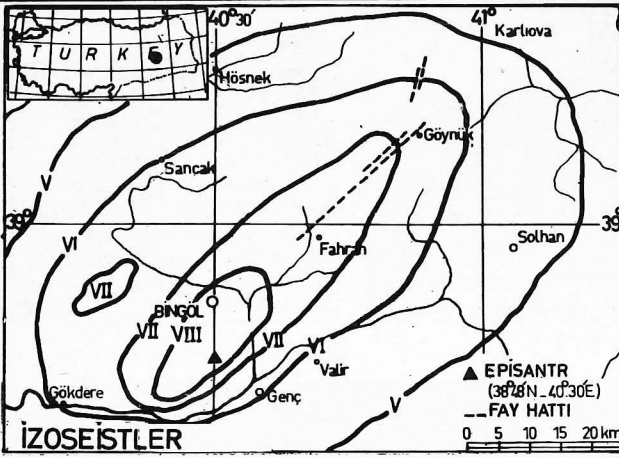
ŞEKİL 12



ŞEKİL 13



ŞEKİL 14



TÜRKİYE

BİNGÖL

22 MAYIS 1971

Zaman (GMT) : 16.43.59
 Episantr : 38.8°N-40.5°E
 Hip. derinliği : 13 Km.
 Magnitüd : 7,2 ATH (LV)
 6,7 UPP
 7,0 (Ortalama)
 İvme : 170 gal.
 Enerji : $7,94 \times 10^{21}$ Erg
 Hiss. alanı : 27×10^4 Km²
 After shocklar :

İlk üç ay içerisinde 10
 Aftershock sepiştirilmiştir.
 ($4 \leq M \leq 5,8$) .

Yer hareketleri:

Bingöl'ün güneyinde bazı kırıklar gözlenmiştir. Maksimum yer değiştirme yatayda 15, düşeyde 5 cm'dir. Bazı yerlerde kum fıskırmaları görülmüştür.

JEOLOJİK ve TEKTONİK YAPI:

Tabakaların esas yapısı metamorfik orijinlidir. Bingöl sahası ve çevresi 0.40 - 1.50 m. derinlikte quaterner orijinli kum, çakıl ve çist depoları ile kaplıdır.

Pliosen orijinli aktif Göynük fayının son depremde Ölü Deniz fay hattı ile irtibatlandığı tahmin edilmektedir.

SİSMİK AKTİVİTE:

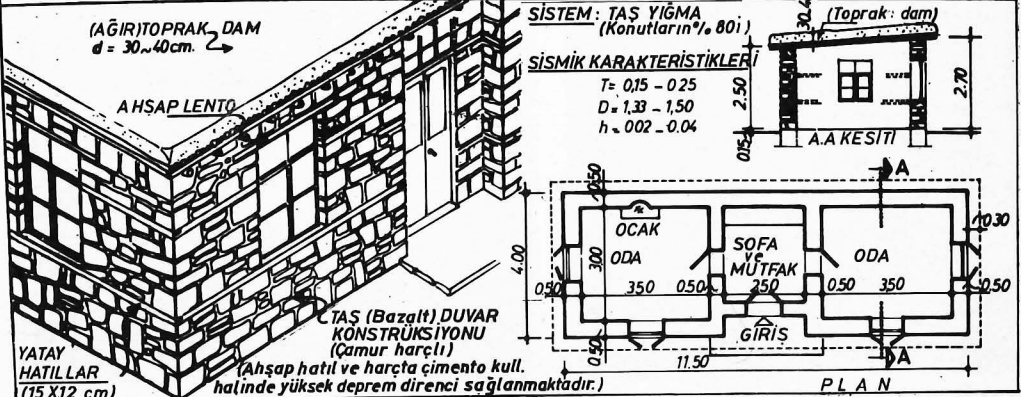
Yıl	Episantr	Magnitüd	I_0 (MM)
27. 3.1875	39,3N-41,0E	6,1	VIII
14.11.1935	39,2N-40,6E	5,8	VIII
17. 8.1949	39,4N-40,9E	6,7	IX
28. 3.1954	39,1N-41,0E	7,0	IX

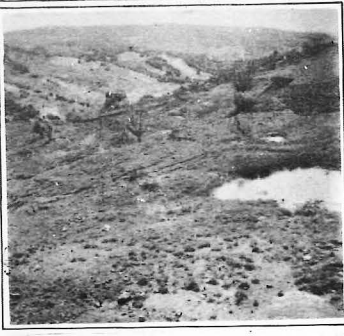
$\log_{10} N = 4,30 - 0,54M$ / ($35^\circ - 39^\circ$ N) - ($38^\circ - 45^\circ$ E)

HASAR LİSTESİ:

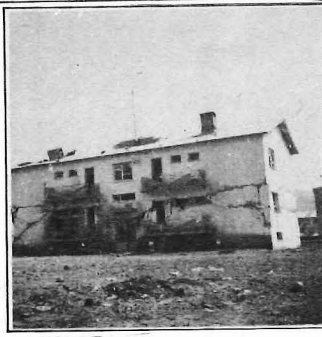
Ölü	: 755 kişi
Yaralı	: 1322 kişi
Yıkılan yapı	: 5323 ev
Hasarlı yapı	: 6575 ev
Toplam hasar	: 25×10^6 (ğ)

BÖLGEDEN KARAKTERİSTİK BİR KIRSAL KONUT





ŞEKİL 15



ŞEKİL 16



ŞEKİL 17



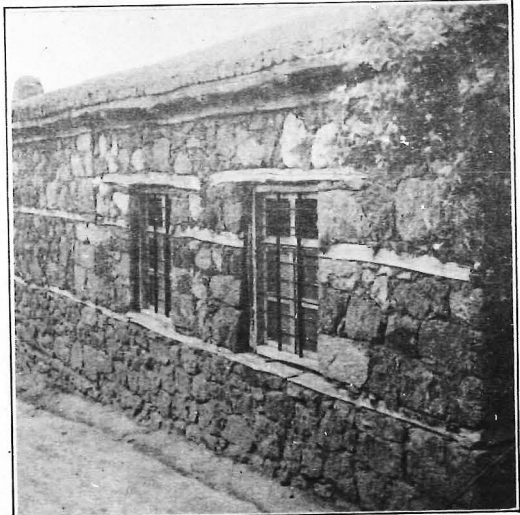
ŞEKİL 18



ŞEKİL 19



ŞEKİL 20 21



ŞEKİL 22