

Hayrettin KORAL *, Davut IAÇIN *, Şakir ŞAHİN**

* İstanbul Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul

** Süleyman Demirel Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, İsparta

1 Ekim 1995 Dinar depreminin yüzey çatlakları

1 Ekim 1995'de Dinar kasabasında meydana gelen ve 101 kişinin ölümüne ve yaklaşık 4500 binanın kassarına sebep olan orta şiddetteki depremin ($M_j=6.2$) odağı K40B doğrultulu Dinar-Çivril fayı yakınında bulunmaktadır. Bu depremin doğu Akdeniz'de M, kuzeye dalar Afrika levhası ile üzerleyen Ege levhası arasındaki etkileşimden kaynaklanan gerilme basınçlarına bağlı olarak geliştiği düşünülmektedir.

Deprem sırasında Dinar-Çivril fayının 10 km*lik kesimi boyunca yüzey çatlakları gelişmiştir. Çatlak örnekleri uzunlukça bir ile onlarca metre arasında değişir ve lineer, sigmoidal ve örgülü (anastomosing) gelişmiştir. Bu çatlaklar kuzey-kuzeybatı-güney-güneydoğu yönlü bir uzanım-oluşturacak biçimde birbiriyle birleşmektedir. Lineer ve sigmoidal çatlaklar kademeli (en echolon) bir örnek sunar. Çatlakların bazıları eğim atım gösterirken bazıları da yanal atım göstermektedir. Eğim atım bileşeni hakim olan yarılmalarda tekçe ya da örgülü (anastomosing) tipte ve doğu-ban ile düşük açı yapmaktadır. K10-30D ve K10-60B yönelimli çatlaklar S ve Z sigmoidal şekilli olup çoğunlukla sağa aşmalıdır. K60-SOB yönelimli çatlaklar S ve Z şemti olup çoğunlukla sola aşmalıdır. Bu durum verev atımlı normal bir /aylanmayı göstermenin yanmrafaylanmanın kompleks bir yapıya sahip olduğunu da işaret etmektedir.

Giriş

Güneybatı Anadoludaki 'Göller Bölgesi'nde yer alan Dinar kasabası birçok büyük tarihsel depremin olduğu bölgede yer alır ve 1 Ekim 1995 T,S, saat 17.57'de şiddeti $14^{\circ}=6.2$ olan depremlerle etkilenmiştir (Şekil 1)... Deprem önemli yaşam kaybına ve büyük maddi zarara, neden olmuştur. Bunun sonucu olarak 101 kişi ölmüş ve yaklaşık 4500 bina zarar görmüş-

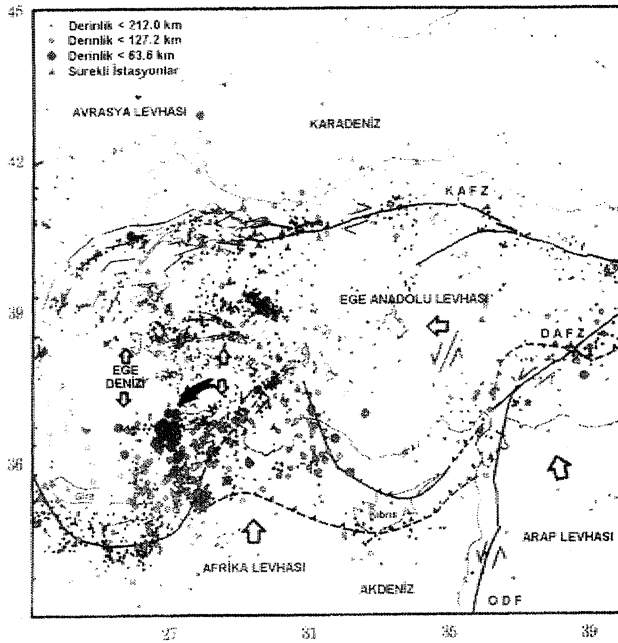
tür. Deprem birçok öncül şoklarla başlamış olup ana şok sırasında bölgedeki fay boyunca 10 km. boyunca, izlenen yüzey çatlaklarının gelişmesine neden olmuştur. Dinar'ın doğusunda başlayan, ve eğim. atımlı normal fay olarak düşünülen bu. fay» kuzeybatı-gtneydoğu yönünde Çivril kasabasına doğru uzanmakta olup Dinar-Çivril fayı olarak adlanmıştır (Koçyiğit, 1984; Price and Scott, 1994). Bu çalışmada, 1 Ekim. 1995'teki Dinar depremi sırasında yüzeyde gelişen çatlakların sahada incelenmesiyle fayın, karakteri hakkında, elde edilen veriler tartışmaya açılmaktadır.

Tektonik ortam

Dinar kasabası Helenik (Girit) ile Kıtas yaylarının kesim alanında yer alır.. Dinar' ve yakın çevresinin genel jeolojik görünümü doğu, Akdenizdeki Afrika/Arap levhası ile Anadolu (Avrasya) levhasının ilişkisinden ortaya çıkmaktadır (Şekil 1).. Bu levhalar' arasında devam eden yakınsama Anadolu blokunu batıya doğru hareket ettirmeye zorlamaktadır. Bu batıya kaçış olayı ise Ege Denizi ve batı. Türkiyede gerilmeli basınç rejimine sebep olmaktadır (Şengör, 1980). Ege-Anadolu bloklarının Afrika/Arap' levhasına göre batıya hareketi, saatin tersi yönünde dönmeye şeklindedir (Şekil 1). GPS ölçümleri Anadolu levhasının yılda 1.5-2 cm, oranında batıya doğru tek bir blok gibi döndüğünü göstermektedir (Oral ve diğ.» 1995).

Dinar'ın, yakın, çevresinde ve Afyon, Burdur ve İsparta izleri, civarında iki önemli tektonik, yönelim, vardır (Şekil 2). Bunlardan, birisi Buder-Fethiye.» Acıgöl ve Baldan, faylarıyla karakteristik olan. kuzeydoğu-güneybatı hattıdır. Diğer, ise Dinar-Çivril fayının temsil ettiği kuzeybatı-güneydoğu yönlü tektonik hattır. Bölge» sözü edilen önemli gidişlere paralel çeşitli defonnasyon zonlarıyla kesilmektedir (Şekil 2) (Price ve Scoot, 1994).

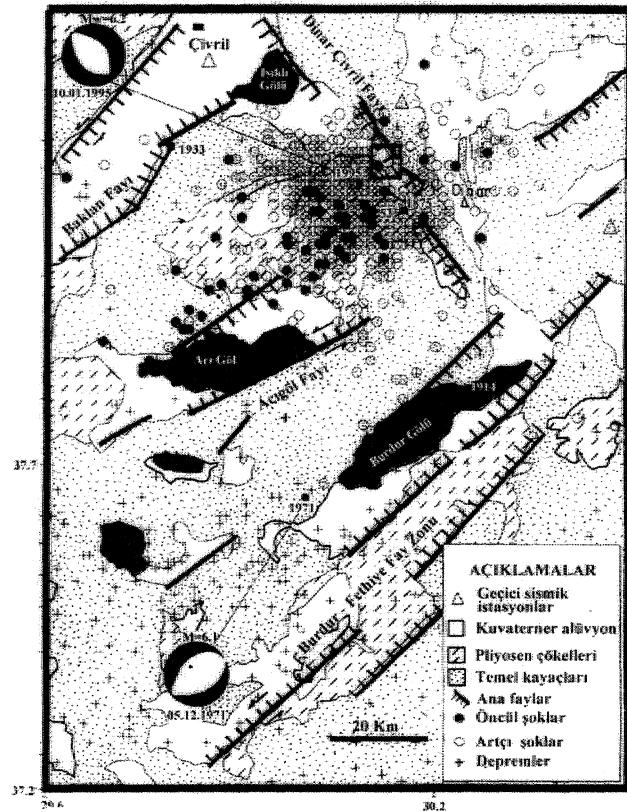
Dinar ve yakın çevresinin yalın bir' jeolojisi vardır. Bölgenin kuzeyindeki Karadolamaç Sırtı» Kirazlı Sırtı gibi yüksek alanlar Eosen ve Oligosen yaşlı, kireçtaşı, mam. ve konglomeralardan oluşur (Şekil 3 ve 4).. Güneyinde yer alan Yakaköy, Çakal mevki ve Kızıllı Köyü gibi, alçak alanlar ise kum» çakıl ve kil içeren Kuvaterner yaşlı alüvyal çökeleleriyle örtülüdür... Yüksek, üe alçak yerler arasındaki kesim yamaç molozlarıyla kaplıdır..



Şekil 1. Doğu Akdeniz ve Türkiye'nin Tektonik Özellikleri ve 1900-1996 yılları arasındaki depremselliği. Harita, Barka ve Hancock (1994), Philip v.d. (1989), Şaroğlu v.d., (1992) ve Öncel ve diğ., (yayımda) den yararlanılarak oluşturulmuştur.

Depremsellik

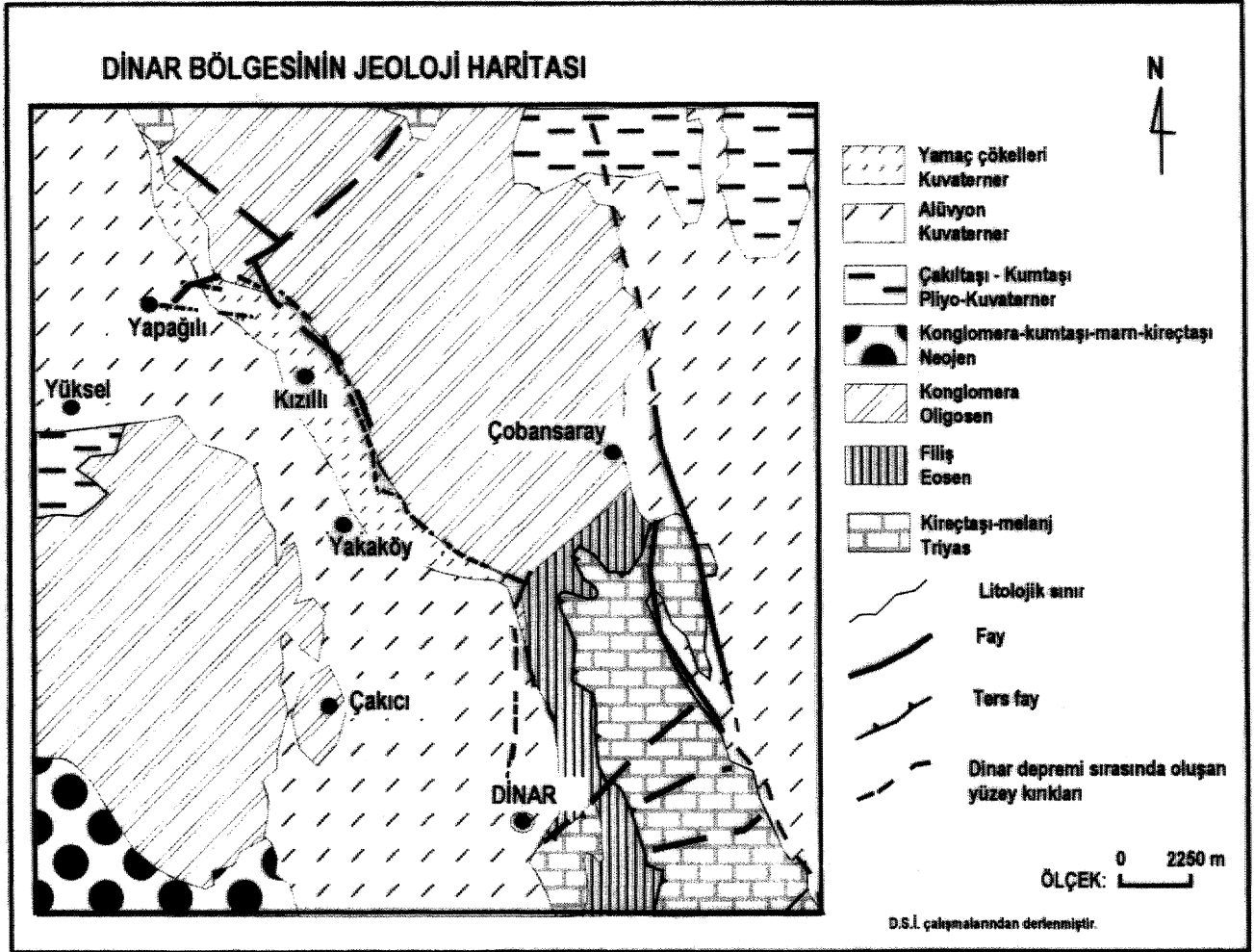
Dinar kasabası ve çevresinin M.ö. yaklaşık 13. yüzyıla kadar uzanan bir deprem tarihi vardır. M.ö. 8 yy.*da Kral Midas tarafından krallığın başkenti olarak kullanılan bu kasaba Bizans Selçuklu ve Osmanlı dönemlerinde farklı şiddette, bir çok deprem yaşamıştır (Ambraseys and Finkel 1987). Dinar'ın son 2000 yıllık tarihini kapsıyan (M.Ö. 88-M.S.1889) depremsellik verisi Afyon-Isparta-Burdur ve Dinar yakın, çevresinde ve daha yukarı şiddetlerde en azından 18 depremin etkili olduğunu, göstermektedir (Şekil 2). Bunların arasında, en önemlilerinden biri olan 1875 depremi. Çivril ile Dinar arasındaki bölgede 1300 kişinin ölümüne neden olmuştur. Bu deprem sonucunda 20 fa'lik çatlak zonunun gelişmiş olduğu daha sonraki yıllarda yapılan araştırmalarda (Proar ve Lahn., 1952; Ambraseys, 1975) ortaya konmuştur. Bölgedeki aletsel deprem verisi, kayıt döneminde şiddeti 4.0 ile 6.9 arasında değişen 212 depremin geliştiğini göstermektedir (öncel ve diğ., yayında). Bunlar arasında 1914 ($M=7.0$; $I_0=IX$) ve 1925 ($M_g=6.0$; $I_s/VJBi$) depremleri Dinar kasabasında güçlü şekilde hissedilen depremlerdir (Sosyal ve diğ., 1980). 1914 depremi Burdur gölünün güneydoğu kıyısı boyunca gözlenen yüzey çatlaklarını geliştirmiştir (Sosyal ve diğ., 1980). Bu deprem sırasında yaklaşık 4000 can kaybı olmuş ve yaklaşık 17 bin ev hasar görmüştür. Çalışma alanının dışında meydana gelen 1925 depremi yaklaşık 2500 eve zarar vermiş ve 12 Mayıs 1971'de meydana gelen Dinar depreminden önceki en son yıkıcı dep-



Şekil 2. MÜ 50 ile 1995 anamda. Dinar ve Afyon-Isparta-tturdur illerinin depremselliği ve Migenin jeotektonik harıast (Price ve Scan, 1996; Eyidogan ve Barka, 1996 ve Öncel diğ., (yayımda) den yararlanılarak hazırlanmıştır). Tarihsel depremlerin dış odaklan daire içinde gösterilmiştir. Aletsel dönemdeki depremler fiy çözümleriyle birlikte veribittir. Kare içine akman -alan çalışma bölgesini göstermektedir.

rem ($M=6.1$; $I_0=IX$) 1400'den fazla evi harap etmiş ve 57 kişinin ölümüne neden olmuştur. Normal fay mekanizmasına sahip olan 1971 depreminin Burdur fayıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir (Şekil 2) (Taymaz ve Price, 1992). 1 Ekim 1995'te Dinar kasabası 200'den fazla binanın hasarına, ve 90 kişinin ölümüne sebep olan yeni bir depremle ($M_w=6.2$) sarsılmıştır. Deprem. Yakaköy, Kızılı, ve Yapağh gibi komşu köylerde de hasara yol açmıştır.

Dinar depremi kendisine has özelliklere sahiptir. Bu olayla ilişkili öncül, şok faaliyeti depremden 7 ay evvel, başlamış ve ana şoktan 6 gün önce yoğunlaşmıştır. Bu zaman içinde şiddeti 15 ile 5.4 arasında değişen 77 öncül şok gelişmiştir (Öncel ve diğ. yayında). öncül şoklar 4,5 büyüklüğündeki iki farklı olayı kapsamaktadır. Depremin ana şokunu takip eden ilk ay içerisinde 2.9 ile 5.1 arasında değişen büyüklükte 660 artçı şok gelişmiştir. Artçı şoklar 75 -fan. uzunluğunda ve 35 .km. genişlikteki bir zon boyunca oluşmuştur (Şekil 2) (öncül ve diğ. yayında). Artçı şokların geliştiği zonun uzunluk/genişlik oranı 2/1 "den daha fazladır.



Şekil 3. Dinar bölgesinin jeolojik haritası. DSI'nin 1/25.000'lik paftasından elde edilmiştir.

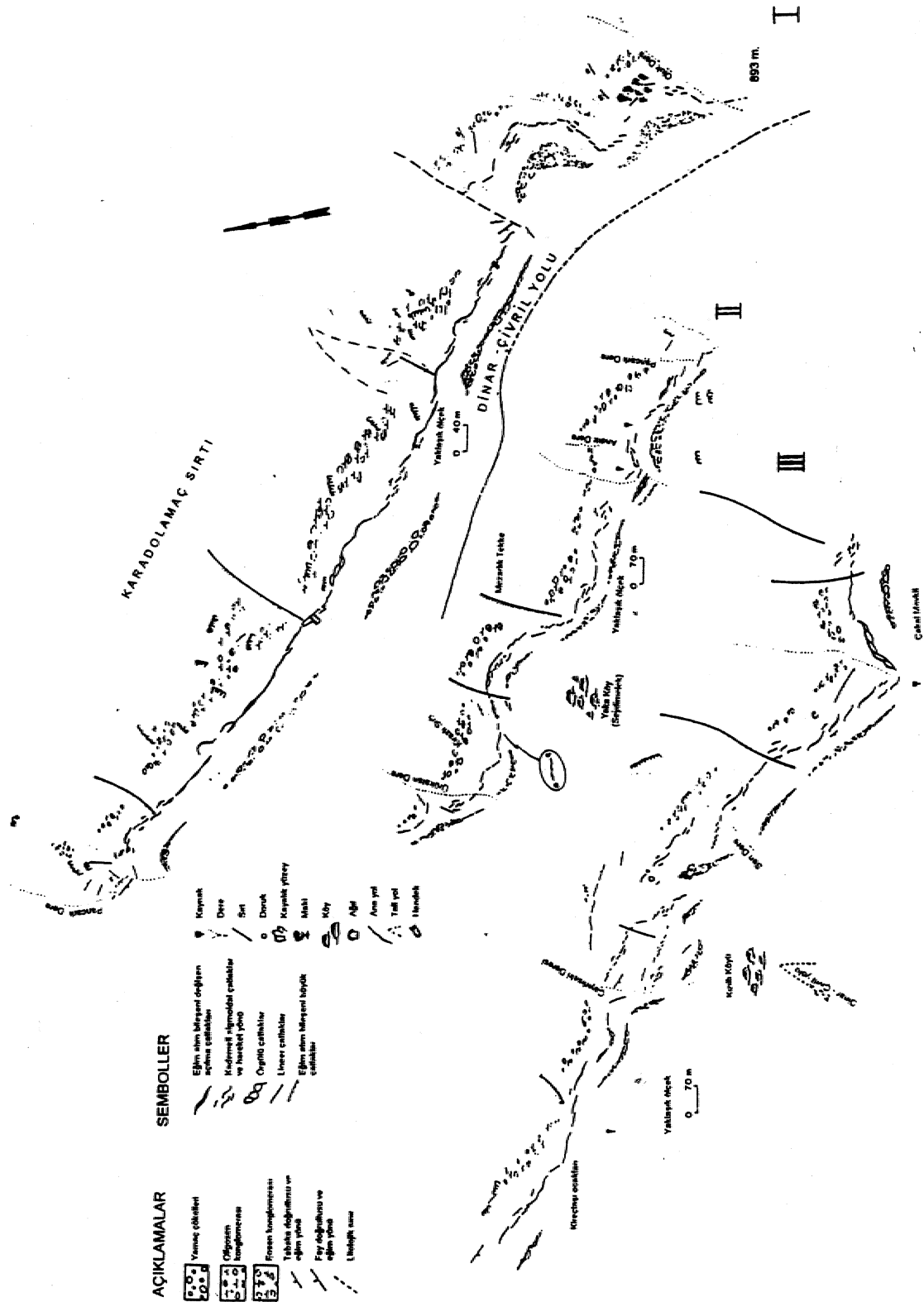
Şokların derinlik dağılımı fayın doğrultusuna hem dik hem de paralel kesitlerde incelenmiştir. Normal profildeki, deprem dağılımı yoğunlaşmış olarak gözükmetedir (öncel ve diğ., yayında)., Dinar-Çivril fayına paralel profildeki deprem dağılımı ise saçılmış bir görünüm arzeder.,

Yüzey çatlakları

1 Ekim 1995 depreminin odağı Afyon iline bağlı Dinar ve Çivril kasabaları arasında izlenebilen kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu Dinar-Çivril Fay'ın birkaç km. güneybatısında bulunmaktadır (Foto 1). Ana şok sırasında gelişen yüzey çatlakları 55 km uzınlıktaki Keçiboğazı-Dinar-Çivril fay zonunun 10 km.lik kesimi boyunca, gözlenmiştir (Şekil, 4). Çatlak örneklerinin 3 farklı yönde geliştikleri başka yazarlarca da belirtilmiştir, (örneğin Demirtaş ve diğ. 1996; Eyidoğan ve Barka, 1997) (Şekil 3), Dinar yakınındaki çatlaklar kabaca, kuzey-güney yönlüdür. Çatlaklar, Yakaköy ve Kızıllı köyleri, kuzeyinden, batıya, doğru kuzey-kuzeybatı yönünde ilerlemiştir. Yapağılıda çatlaklar batı-kuzeybatı yönlü bir özellik kazanmıştır

(Şekil 3). Çanak örneği bir metreden onlarca metreye kadar ulaşan çatlaklardan, oluşmaktadır (Şekil. 4). Bu çatlakların bazıları (Karadolamaç Sırtı eteHderindekiler gibi.) yaklaşık 50 cm*ye varan eğim atım gösterir. Düşen blok KD-GB yönlü açılmayı, gösterecek, sekide güney veya güneybatıya, yönelmiştir. Diğer bazı çatlaklar ise düşey yer' değiştirme göstermezler fakat önemli bir ayrılma (separation) gösterirler. Bunun yanı sıra hem eğim. atım. hem. de yanal atım. gösteren yarıklar' vardır. Çatlakların çoğu 'Eosen' Oligosen yaşlı sedimenlerle pekişmemiş alüvyal çökeller arasındaki fayın sınımlı takip etmektedir fakat bir zaman böyle, değildir (Şekil 3).

Yüzey çatlakları lineer, sigmoidal ve örgülü (anastomosing) olmak üzere 3 farklı geometriye sahiptir (Şekil 4). Yaklaşık, kuzey-güney yönlü olanlar önemli bir eğim. atım. olmak üzere daha ziyade çizgiseldir ve kademeli bir geometri gösterirler. Yaklaşık kuzeybatı-güneydoğu ve. kuzey-kuzeydoğu/güney-güneybatı yönlü olanlar sola ve sağa aşmalı kademeli bir geometriye sahiptirler. Yaklaşık doğu-batı yönelimli olanlar lineer ve eğim atım bileşeni fazla olara örgülü (anastomosing)



Şekil 4. Dinar depreminin yüzey çatlakları. Çatlaklar doğudan batıya doğru sırasıyla I, II ve III şeklinde devam etmektedir. Açıklama için metne bakınız.

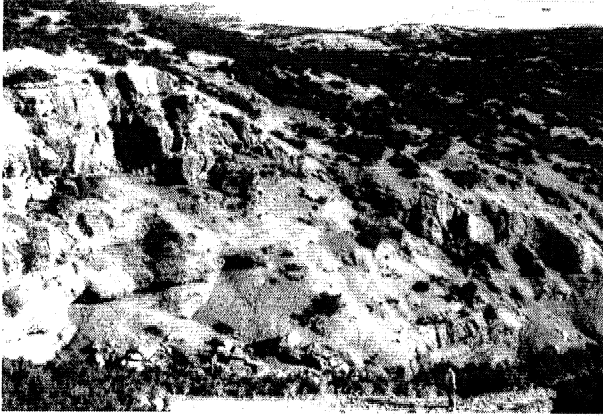
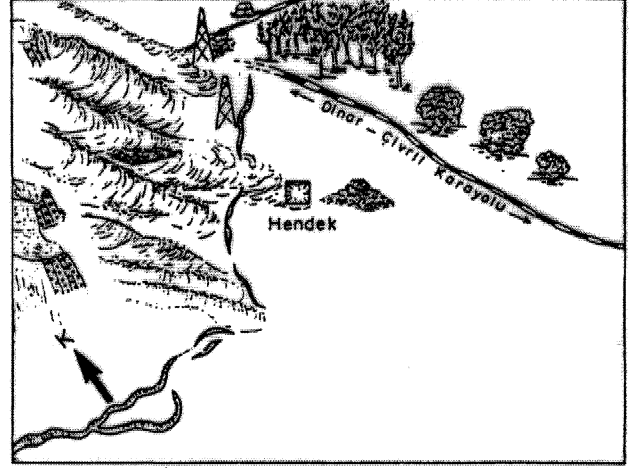


Foto 1. Pancarlı derede gözlenen Dinar-Çivril fayı

bir özellik gösterirler. Bunlar Dinar-Çivril fayının gidişine uygun bir biçimde bir uçtan diğer uca kuzey-kuzeybatı/güney-güneydoğu yönlü bir görünüm verecek şekilde birbiriyle birleşmektedir (Şekil 3),

Dınar kasabası yakınında gözlenen yüzey çatlakları K10-30D yönlüdür ve sağa aşmalı kademeli bir örnek göstermektedir. Bu durum Türkiye 'deki Kandilli Deprem Araştırma Merkezi ve Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan ilk raporlarda belirtilmiştir (Demktaş ve diğ., 1996), Bu çatlak örneği Dınar'ın kuzeyinde yer alan 893 m, yüksekliğindeki tepenin yakıma kadar devam etmektedir ve bunlara çatlaklar K20-25B yönelimlidir. Çatlaklar Oluk deresi yakınında kuzeydoğu yönüne ilerledikten sonra kuzeybatı gidişim Z-biçimli sağa aşmalı bir örnek gösterir. Benzer bir örnek 893 m, yüksekliğindeki tepenin batısında yer alan isimsiz derede de gözlenmiştir (Şekil 4), K32D yönelimli bu çatlakların önemli bir eğim adm bileşeni yoktur fakat sigmoidal bir geometri göstermekte olup tabakaların düzlemleriyle uyumlu bir gidişe sahiptirler, Çauak örneği Dınar-Çivril yolunun doğu-batı doğrultulu olduğu yerdeki isimsiz tepenin yakıma kadar yaklaşık doğu-batı gidişli eğim atım gösteren çatlaklar şeklinde devam etmektedir, Bu noktadan batıya doğru Pancarlı deresine kadar çatlaklar doğu ve batı yönüyle düşük açılar yapmaktadır, Karadolamaç Sırtım güney eteMerinde olduğu gibi bazı yerlerde çatlaklar K25B yönelimlidir ve kademeli geometriye sahiptir (Şekil 4), Çatlakların K60-70B yönelimli olduğu yerde, bunlar büyük miktarlarda ayrılma ve eğim atom gösterirler (Şekil 5). Yer yer örgülü (anastomosing) örnek gösteren bu çatlaklar sigmoidal çatlaklarla birleşmektedir. Kademeli geometriye sahip olanlar sola aşmalı bir örnek gösterir*

Pancarlı deresinden Yakaköy'e doğru çatlaklar hem kademeli hem de örgülü (anastomosing) geometri gösterirler (Şekil 6a, b)* Pancarlı deresinin batısında bunlar önce sağa aşmalı olup S-biçimli daha sonra örgülü örnek sunar. Andık deresinin doğu yamaomda bunlar sola aşmalı olup yine Z-biçimlidir, Ba-Uya doğru çatlaklar tekrar sola aşmak olup Z-biçimlidir (Foto

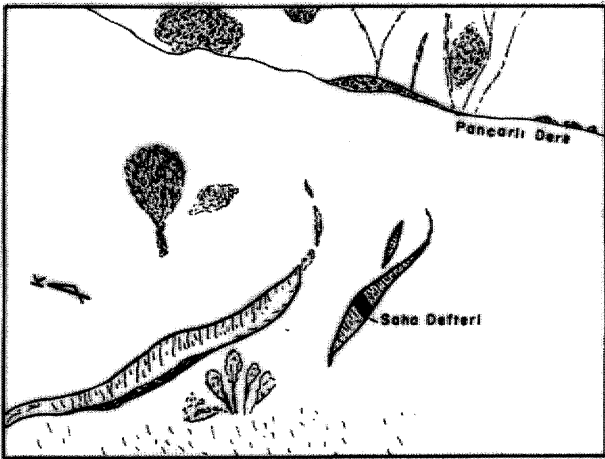
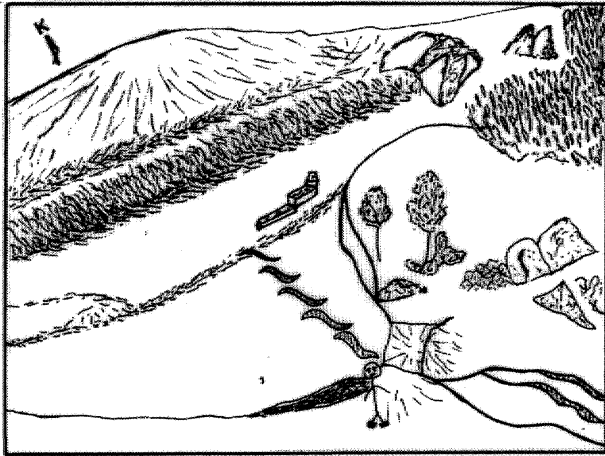


Şekil 5, Pancarlı derenin olduğu sırtlardan çatlak geometrisine güneydoğu yönünde bakış* Çatlakların süreksizlik gösterdikleri ve doğu-batı yönü ile dar açı oluşturdukları görülmektedir, Çatlaklar Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından açılan bir hendekte ayrıca incelenmiştir*

2), K89D doğrultulu fayın bulunduğu Mezarlık Tekke'nin güneydoğusundaki isimsiz dere içinde K70D yönelimli olan çatlaklar batıdaki Yakaköy yamaçları yakımda sağa aşmalı çizgisel bir görünüm sunar ve daha sonra büyük miktarlarda eğim atım bileşeni olan K80D doğrultulu örgülü (anastomosing) geometri gösterir, Ürükalan deresi yakımda sağa aşmalı olanlar kuzey ile oldukça düşük açılar yapmakta olup burada tabakaların K45D doğrultuludur* Eğim açısı düşeyden 45 dereceye kadar değişir ve KB'ya eğimlidir* Buradan batıdaki isimsiz dereye doğru çatlaklar kuzey-batı yönelimli ve sola aşmalı Z-biçimli olup daha sonra vadi içine doğru K85D yönünde örgülü olarak devam etmiştir* Çatlaklar buradan San dereye doğru eğim atom bileşenli olup K10B yönü kazanmıştır ve sağa aşmalı Z-biçimlidir. KızıU köyüne doğru çatlaklar hem sola hem sağa aşmalıdır, Tabakaların K70B yönlü olduğu Kızıllı köyünün kuzeydoğusunda çatlak iki kola ayrılmıştır. Her iki kolda çatlaklar sola aşmak olup Çayırözü deresinin batısında birleşmiştir. Batıya doğru çatlaklar K80B yönelim kazanmış olup eğim atom ve ayrılma (separation) gösterirler. Çatlakın kuzey-güneye daha yakın yönelim kazandığı kireçtaşı ocaklarında Z-biçimli sola aşmalı bir geometriye çarpmaktadır.

Sonuçlar

Dınar-Çivril fayının depremlerle kırılmış kesiminde çatlaklar tek bir hat şeklinde olmayıp lineer, sigmoidal ve örgülü olmak üzere 3 farklı geometriye sahiptir, K10-30D ve K10-60B yönelimleri arasında yer alan çatlaklar büyük çoğunlukla sağa aşmalı olup S ve Z şeklindedir* K60-80B yönelimli çatlaklar ise büyük çoğunlukla sola aşmalı S ve Z şekilli olup yer yer sigmoidal bazen de tekçe lineer karakter sunar* Bunlardan özellikle lineer olanlar belirgin ayrılma (separation) gösterirler*



ŞeMie®. Pancarlı derenin bait yamacındaki sigmoidal ve örgülmeli çatlak geometrisinin görMmii#ü; h. Sigmoktal çatiak geometrisinin daha yakından görMmMşü.

Doğu-bati. ile düşük açı yapao çatlaklar eğim blegeni hakim olan sigmoidal ya da örgülü (anastomosing) çatlak geometrisine sahiptir.

Çatlaklar eğim ve yanal atımlı hareketin karakteristik özelliklerini sunarlar. Eğim atım gösteren çatlaklar baskın olup sağ ve sol atımı işaret eden çatlaklar da vardır. Çatlak emelleri ve rev atımlı normal bir faylanmaya işaret etmektedir. Faylanma sırasında yanal atımın varlığı aynı zamanda rotasyon. geçinmiş* hasarlı binalarda da gözlenmiştir. Bu dimim: a) Dinar-Çivril fayının, eğim atım karakteri, b) Bölgenin genel, tektonik yapısı ve c) Bölgedeki KD-GB yönlü açılmayı gösteren ve yanal atım bileşeni olan fay düzlemi çözümleriyle (örneğin, Pınar, 1996; Eyidoğan ve Barka, 1996 ve 1997, EMSC, USGS) uyumludur. Çatlak geometrisinde görülen farklı atım yönleri faylanmanın kompleks bir yapıya sahip olduğunun göstergesidir.



Foto 2. Ândık deresinin doğusundan bauya doğru gidildiğinde görülen Z-biçimli çatlaklar.

Değınilen Belgeler

- Amtaaseya, N.N., 1975, Studies in fhistorical Seismicity and Tectonics: Geodynunks Today» 1,7-16 TDe Royal. Soc.» London.»
- Ambraseya, N.N. and Hnkel, CF., 1987, Seismicity of Turkey and Nrightouring Regies., 1899-191S, Am., Geofııys. B., 701-726.
- Barka, A. and Hancock, P.L., 1984, Meotectonic Defbanatioo Patterns in the Convex-Northwards Arc of the N'oith Anatolian. Fault, in the. Geological Evolution of the Eastern Mediterranean» Spec. PiiW., edited by J.G. Dixom and A.H.F. Robectson, Geological Society of London., 763-773.
- Demitaş, R., Ka^rakisa, S., Demii » M., Iravul, Y., Baran» B., Bağcı, G., Batman, A., Zünbül S. and Yılmaz,, R., 1996, He Dinar Earthqaake of 1 October 1995» Southwestern Tuıtey; Deprem Aras-tama Bülteni 72,3-38.
- Eyidoğan, H., and Bufca, A.» 1997, "He 1 October 1995 Dinar Earthquake, SW Turkey, Terra. Nova., 8» 479-485.
- Eyidbğın.» H. ve Barka, A., 1996» 1 Ekim 1995 Dinar Depremi; Kaynak özellikleri ve Sismotektonik Yorumu, S .D.U. DC MüJem-dislik Sempozyumu Jiofiak Mühendisliğı Bildirileri Kitabı» 51-56.
- Koçyiğii» A.» 1984, Intiplate Neotectonic Development in Southwestern Turkey and Adjacent Areas» Bull. Geol. Soc. Turkey., 27., 1-16.
- Oral» B., Reilnger, E., Toksöz, M.N., King» R.W., Kınık, I. and Barka, A., 1995» Global. Positioning System (GPS) Offen Evidence of Plate Motions in. Eastern Medhenenean, EOS» 76» 9-11..
- Öncel,, A.O» Korai» H., Alptekin, ö., yayında, The Dinar Earthquake (M: =é.2; October 1, 1995; Afyoo-Turkey) and Eactquake Hazand of the Dinar-Çwiil fault.
- Philip, H., Cistemas, A.» Gvühiani, A-, Gonfakove, A.» 1989, The Caucasus: an Actual example of the Initial Stages of a Continental Coflusk», Tectoaphysics., 161,1 -21.
- Pknar, A. 1996» Uzun. periyodu telesismik dsim dalgal.annd.an 1 Ekim

- 1995 Dinar Depreminin, kinematik ve dinamik kaynak parametreleri,, S.B.Ü., IX, Mühendislik Sempozyumu Jeofizik Mühendisliği Bildirileri Kitabı, 91-96.
- ftaar, N., Lahn., E., 1952» Tilkiye Depimleri. ve İzahlı Deprem. Kafca-
kğhı, T.C., Baymdnlık Bak: Yapı ve İmar t*. Reis. Y. Seri. 6,
Sayı 36. *
- Price, F.,C and. Scott., B., 1994, Fault-hide Rotations, at the Edge of a
Zone of Continental Extension: Southwest Turkey: Journal of
Structural Geology. 16» 381-392.
- Sosyal, H., Sipahioğta, S» Kolçak» D, and Altınok, Y., 1980; Histori-
cal Earfoquake Catalogue of Ttarkey and Vicinity, TÜBİTAK
Proje No: TBAG 341.
- Şaroğkı, F., Emi©,, Ö', Kuşçu» I... 1992» TBridge Diri Fay Haritası,
MTA Enstitüsü, Ankara.
- Şeng5r, A.M.C.» 1980, TüiMye'nin neotekfoniğini 'esaslara: Türk Je-
oloji Kurumu. Konf. Ser., no. 2,40 pp.
- Taymaz, T and Price, S., 1992» The 1971 May 12 Budur earthquake
sequence, SW Turkey: a synthesis of seismological and geolo-
gical observations: Geofpays. J Int., 108» 589-603.