

## TERCAN (ERZİNCAN) - AŞKALE (ERZURUM) ARASININ TEKTONİĞİ

### *Tectonics of the region between Tercan (Erzincan) and Aşkale (Erzurum)*

Cevdet BOZKUŞ

Atatürk Üni. Mühendislik Fakültesi, Erzurum

Özer YILMAZ

Atatürk Üni. Fen-Edebiyat Fakültesi, Erzurum

ÖZ: Üst Maestrihtiyen öncesi, Neotetis ürünü olan ofiyolitli karışığın ilk yerleşim dönemidir. Üst Kretase - Oligosen aralığında, bölgesel sıkışma tektoniğine bağlı olarak ofiyolitli karışık ekaylanmalarla kalınlaşmış ve yerel olarak inceleme alanı suüstü olmuştur. Oligosen başlarında yaklaşık D-B doğrultulu ve kuzeye eğimli bindirmeler önünde dağarası nitelikli ve karasal kırıntılılarla doldurulmuş havzalar gelişmiştir (Çayırılı - Tercan havzası). İnceleme alanında, Geç Miyosen(?) sonu öncesinde ve sonrasında farklı özellikler gösteren tektonik yapılar gelişmiştir. Geç Miyosen(?) sonu öncesinde yaklaşık D-B doğrultulu bindirme ve büyük açılı ters fayları yanı sıra yine D-B eksen gidişli devrik bakımsız kıvrımlar gelişmiştir. Geç Miyosen sonundan itibaren sıkışma gerilimi yanal hareketler ile karşılanarak KB-GD, KD-GB yönlü sağ ve sol yanal doğrultu atımlı faylar ile yine aynı yönlü kesme çatlakları gelişmiştir. Bu yapısal veriler inceleme alanı ve civarının yaklaşık K-G doğrultusundaki sıkışma geriliminin denetiminde olduğunu gösterir.

ABSTRACT: Pre - Upper Maastrichtian is the first emplacement period of the ophiolitic melange which is the Neotethys product. During the interval of the Upper Cretaceous - Oligocene, ophiolitic melange became thicker by thrusting due to the regional compressional tectonism and local emergence was an investigation area. Intermountain basins infilled by continental elastics were developed in the early Oligocene, in front of the thrusts with approximately E-W trending and inclined to the North (Çayırılı - Tercan basin). Tectonic features of different character have developed during pre - and post - late Miocene, in the study area. E - W trending thrusts, high angle reverse - faults and asymmetric overturned folds with E-W trending axis have developed before Late Miocene. Following Late Miocene, compression has been compensated by lateral - movements which caused NW - SE, NE - SW striking right and left - lateral strike slip faults and shear fractures with the same orientation. These structural data show that the investigation area and surroundings are under - control of approximately N - S striking compressive stress.

### GİRİŞ

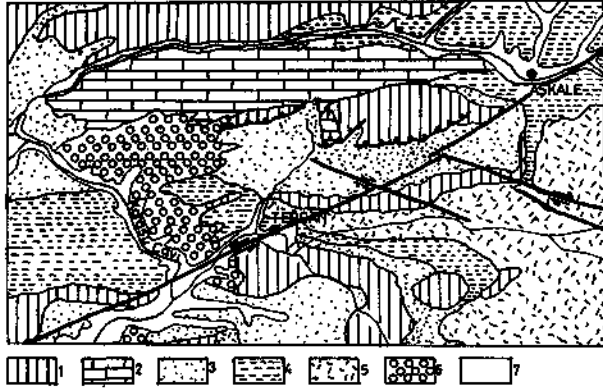
İnceleme alanının da içerisinde yer aldığı Doğu Anadolu bölgesi, Geç Kretase'den beri yaklaşık K - G yönelimli sıkışma geriliminin denetimindedir (Mc Kenzie, 1972; Le Pichon ve diğerleri, 1973; Morelli, 1978). Geç Kretase'de Neo - Tetis kuzey kolunun kapanmaya başlamasıyla birlikte, bu koldan güneye, Anatolid/Torid platformu üzerine Senoniyen'de büyük ofiyolitli naplar yerleşmiştir. Üst Eosen öncesinde, Anatolid/Torid plat-

formu ile Pontid ada yayı çarpışmasıyla, Doğu Anadolu Bölgesinde güneye doğru ilerleyen ofiyolitli napları önünde Eosen - Oligosen yaşlı, asimetrik fliş/molaz havzaları gelişmiştir (Şengör, 1980).

Doğu Anadolu Bölgesinde Neotektonik dönem, Avrasya - Arabistan kıta çarpışmasıyla başlamıştır (Şengör ve Kidd, 1979; Şengör, 1980; Şengör ve Yılmaz, 1983; Koçyiğit ve Rojay, 1983,1984; Koçyiğit, 1985). Çarpışmanın yaşı dolayısıyla Neotektonik

dönemin başlangıcı bazı araştırmacılara göre Orta veya Geç (?) Miyosen (Şengör ve Kidd, 1979; Şengör, 1980; Şengör ve Yılmaz, 1983; Barka, 1984; Şaroğlu ve Güner, 1981; Şaroğlu ve Yılmaz, 1987), diğerlerine göre ise Üst Miyosen - Alt Pliyosen'dir (Koçyiğit ve Rojay, 1983,1984; Koçyiğit, 1985).

Neotektonik dönemde bölgede sıkışma sonucu genelde D-B doğrultulu K ya da G ye eğimli yüksek açılı bindirmeler, KB - GB doğrultulu sol yönlü doğrultu atımlı faylar, KB - GD doğrultulu sağ yönlü doğrultu atımlı faylar, K - G doğrultulu açılma çatlakları ve bu çatlaklardan çıkan yaygın volkanitler oluşmuştur (Şaroğlu ve Güner, 1981; Şaroğlu ve Yılmaz, 1987). Geç Miyosen - Erken Pliyosen sırasında, Avrasya, Arap levhaları arasındaki kıta - kıta çarpışması, özellikle Avrasya levhası içinde çok sayıdaki sol ve sağ yanal nitelikli fayların meydana gelmesine neden olmuştur. Bilin-



**Şekil 1.** İnceleme alanı ve yakın dolayının İnceleme alanı ve yalınlaşmış jeoloji haritası. 1. Ofiyolitli kanşık; 2. Üst Kretase yaşlı tortul istif; 3. Oligosen yaşlı karasal tortullar; 4. Miyosen yaşlı denizel tortullar; 5. Üst Miyosen - Pliyosen yaşlı volkanitler; 6. Taraça tortulları; 7. Alüvyon; 8. Bindirme; 9. Doğrultu atımlı fay.

**Figure 1,** Simplified geological map of the study area and adjacent area. 1. Ophiolitic melange; 2. Upper Cretaceous sedimentary sequence; 3. Oligocene continental deposits; 4. Miocene marine deposits; 5. Upper Miocene - Pliocene volcanics; 6. Terrace deposits; 7. Alluvium; 8. Thrust; 9. Strike-slip fault.

diği gibi bu faylardan bölgesel boyutlu olan ikisi sağ yanal nitelikli Kuzey Anadolu ve sol yanal nitelikli Doğu Anadolu faylarıdır (Koçyiğit, 1985). Bu iki fayın kesişme yerinin yakın kuzeybatısında yer alan inceleme alanı ve yakın çevresinde, bu faylara koşut olarak ve daha küçük boyutlu, aynı nitelikli faylar gelişmiştir (Şekil 1). inceleme alanı ve yakın çevresi bugüne değin yukarıda verilen tektonik amaçlı araştırmaların yanısıra, değişik jeolojik amaçlara yönelik olarak birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir (Lahn, 1940; Wedding, 1964; Pisoni, 1965; Arpat, 1965; Koçyiğit ve diğerleri, 1985; Kerey ve Bozkuş, 1985; İnan, 1988).

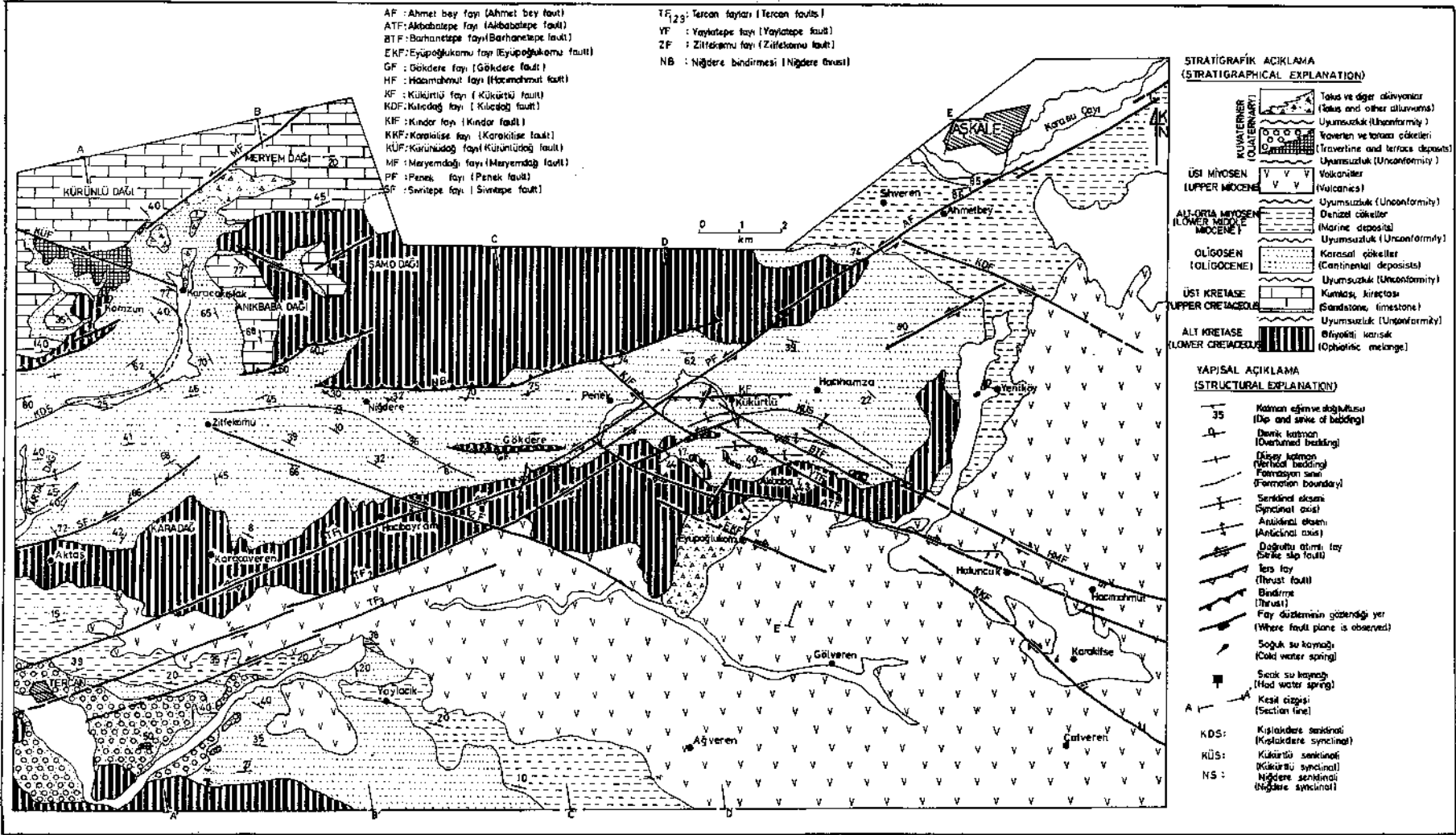
Erzincan İ44 - b<sub>2</sub>, b<sub>3</sub> ve Erzurum 145 - a<sub>p</sub>, a<sup>^</sup> a<sub>3</sub>, a<sub>4</sub> 1/25 000 ölçekli paftalarını kapsayan inceleme alanının ayrıntılı stratigrafisi daha önce incelenmiştir (Bozkuş, 1992). Bu inceleme de ise bu alanın tektonik özellikleri tanıtılacaktır.

#### TEKTONİK

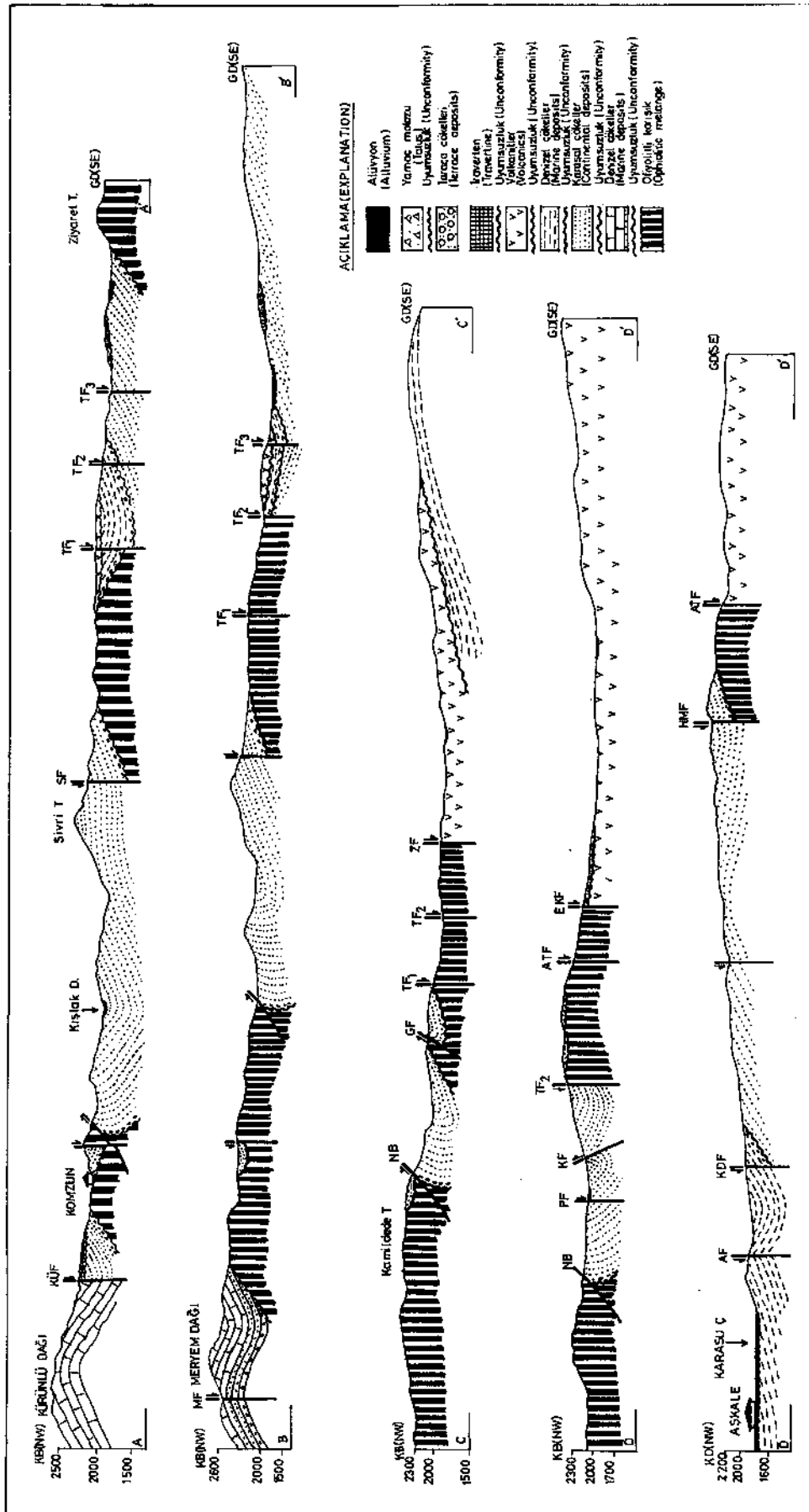
İnceleme alanı Üst Kretase'den beri süregelen sıkışma gerilimi denetiminde gelişmiş jeotektonik yapıları kapsar. Bu alanda temeli oluşturan ofiyolitli karışık Üst Maestrihtiyen yaşlı, transgresif nitelikli denizel bir istifli uyumsuzlukla üstlenir (Bozkuş, 1992). Bu da ofiyolitli birimin inceleme alanı ve civarındaki ilk yerleşim yaşının Üst Maestrihtiyen öncesi olduğunu gösterir. K - G yönlü sıkışma geriliminin denetiminde olan inceleme alanında; yaklaşık D-B doğrultulu bindirme ve büyük açılı ters faylar, KD-GB gidişli sol yanal ve KB-GD gidişli sağ yanal doğrultu atımlı faylar ile yaklaşık D-B eksen gidişli kıvrım yapıları gelişmiştir (Şekil 2). Ayrıca Oligosen yaşlı karasal kırıntılı tortul kayalarında, özellikle iri kırıntılılarda çok iyi gelişmiş kesme çatlakları saptanmıştır.

#### Kıvrımlar

İnceleme alanı içerisinde yüzeylenen kaya birimlerinde en iyi katman yapılan Üst Kretase yaşlı Anıkbaba formasyonu, Oligosen yaşlı Penek ve Kükürtlü formasyonları ile Miyosen yaşlı Kemerkaya formasyonunda gelişmiştir. Kuzey sınırı bindirme fayı ile sınırlı, genelde ofiyolitli karışığın meydana getirdiği bir temel üzerinde gelişmiş ve D-B eksenli dağarası karakterindeki Tersiyer havzasını dolduran Oligosen yaşlı karasal kırıntılı tortul kayalardan oluşan Penek ve



Sekil 2. 2. İnceleme Alanının Yapı Haritası  
 Figure 2. Structural map of the investigated area



## TERCAN - AŞKALE ARASININ TEKTONİĞİ

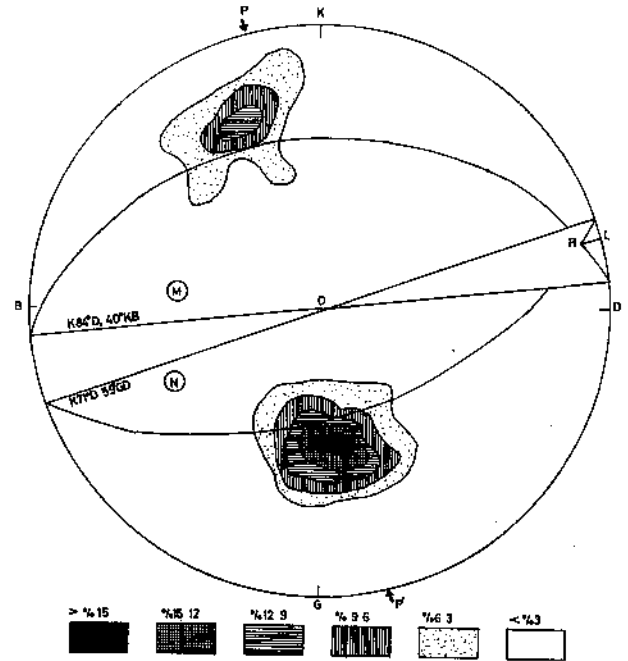
Kükürtlü formasyonlarında çok iyi kıvrım yapıları gelişmiştir. Penek formasyonunda ölçülen katman durumlarına göre hazırlanmış kontur diyagramı ile belirlenen egemen katmanlanma durumu  $K70^{\circ}D - 59^{\circ}GD$ ,  $K84^{\circ}D - 40^{\circ}KB$  ve ortalama kıvrım eksenini  $K75^{\circ}D$  gidışli  $8^{\circ}$  ile  $KD$  ya dalımlı olduğu belirlenmiştir (Şekil 4).

KışlacSere Senklinali Eksen durumu  $K75^{\circ}D - 8^{\circ}KD$ 'dur (Şekil 4). Kıvrım eksenini batıda Kartal dağı kuzeyinden başlar ve  $K75^{\circ}D$  doğrultusunda Kışlac dere-sini izleyerek Orum tepe kuzeyine kadar uzanır. Orum tepesinden Karacakışlak köyüne kadar  $K-G$  doğrultusunda, daha sonrada  $KB$ 'ya dönerek Komzun köyüne kadar uzanır. (Şekil 2). Kıvrımın ortalama kanat durumu  $K70^{\circ}D - 59^{\circ}GD$ ,  $K84^{\circ}D - 40^{\circ}KB$ 'dır. Bu ortalama değerlerde açıkça görüldüğu gibi kıvrımın iki kanadının eğim miktarları arasında 19 derecelik bir fark vardır. Bu da kıvrımın bakışsız olduğunu gösterir. Kıvrımın kuzeybatı kanadı bakışsız olup, bu kanatdaki eğimlerin kuzeybatıdaki bindirme hattına yaklaştıkça dikleştikleri, yer yer devrik konumda oldukları gözlenir. Senklinali oluşturan egemen sıkıştırma ( $P-F$ )  $K15^{\circ}B$ ,  $G15^{\circ}D$  doğrultusundadır (Şekil 4). Oligosen yaşı Penek formasyonu içerisinde gelişmiş olan kıvrım ekseninin inceleme alanı içerisindeki uzunluğu 8 km'dir. Senklinalin olası oluşum yaşı Oligosen sonrasındır.

Niğdere Senklinali - Eksenini Zilfekomu köyünden başlayarak doğuya doğru  $D-B$  yönünde Niğdere köyüne kadar uzanır. Niğdere köyünden güneydoğuya dönerek ( $K30^{\circ}B - G30^{\circ}D$  doğrultusunda) Değermendereye kadar uzanır (Şekil 2). Senklinal ekseninin Niğdere köyünden sonra güneydoğuya dönmesi, Gökdere köyü güneyinden geçen ters fayın etkisi ile olmuştur. Niğdere bindirmesinin etkisi ile kuzey kanadı devriktir (Şekil 3). Bu kanatda, bindirme hattına yakın kesimlerde devrik kaya katmanlarının eğimleri 30 ile 70 derece arasında değişir. Oligosen yaşı Penek ve Kükürtlü formasyonları içerisinde gelişmiştir. Devrik - bakışsız bir senklinal olan kıvrımın eksen uzunluğu 7,5 km'dir. Olası oluşum yaşı Oligosen sonrasındır.

Kükürtlü senklinali - Eksen durumu  $K76^{\circ}B - 30^{\circ}GD$ 'dur. Eksenini Kükürtlü köyü güneybatısında olan Kavaklı tepeden başlayarak, yaklaşık  $D-B$  doğrultusunda Bahçecik tepesine kadar uzanır. Bahçecik tepesinden güneydoğuya dönerek Kom tepesinde son bulur (Şekil 2) Kıvrım kanatlarının ortalama eğim durumları  $K71^{\circ}D - 48^{\circ}GD$ ,  $K70^{\circ}B - 78^{\circ}KD$ 'dur. Bu

değerlerde açıkça görüldüğu gibi kıvrımın iki kanadının eğim değerleri arasında 30 derecelik bir fark vardır. Kıvrımın güney - güneybatı kanadı bakışsız olup, bu kanatdaki ortalama eğim değerlerinin yüksek olmasının nedeni bu alanda gelişmiş olan doğrultu atımlı faylardır (Şekil 2). Senklinali oluşturan egemen sıkıştırma ( $P-F$ )  $K14^{\circ}D - G14^{\circ}B$  doğrultusundadır. Kükürtlü formasyonu içerisinde gelişmiş olan kıvrımın eksen uzunluğu 6 km'dir. Bakışsız bir senklinal olan kıvrımın olası oluşum yaşı Oligosen sonrasındır.



Şekil 4. Oligosen yaşı Penek formasyonuna ait egemen katmanlanmayı gösteren kontur diyagramı ve stereogramı (125 ölçü).

Figure 4. The contour diagram and stereogram illustrating dominant bedding of the Penek formation of Oligocene age (125 poles).

M, N : Egemen katmanlanma (dominant bedding)

OL: Kıvrım eksenini ( $K75^{\circ}D - 8^{\circ}KD$ ) (Fold axis  $N75^{\circ}E-8^{\circ}NE$ )

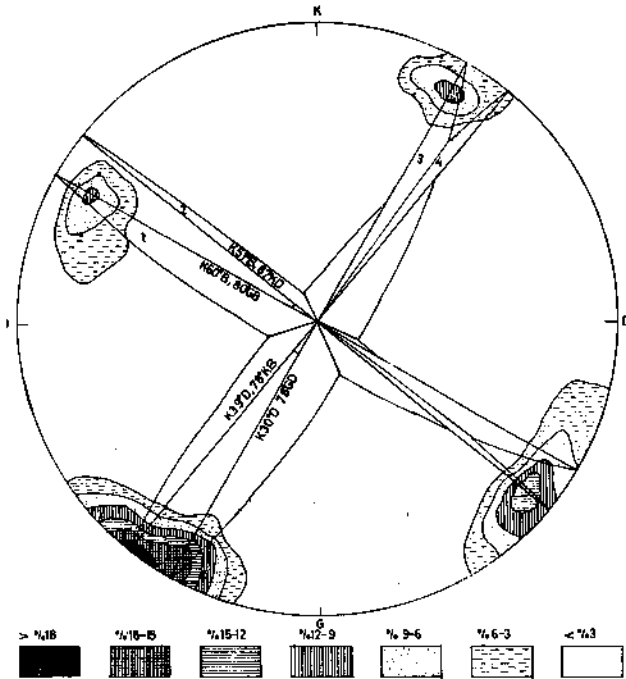
RL : Eksen dalımı (The plunge of the fold axis)

PP' : Sıkıştırma doğrultusu (Strike of compressive stress),  $K15^{\circ}B - G15^{\circ}D$  ( $N15^{\circ}W-S15^{\circ}E$ )

İnceleme alanında genelde senklinal şekilde gelişmiş kıvrımların yanısıra, Kükürtlü köyü güneyinde ve Kartal Dağı civarında eksenleri kısa mesafe içerisinde izlenebilen antiklinal türü kıvrımlarda gelişmiştir (Şekil 2). Eksen doğrultuları senklinal eksenlerine paralel olan bu kıvrımların kısa mesafeler içerisinde gelişmiş olmaları nedeniyle ayrıntılı anlatımları yapılmamıştır.

#### Eklemler

İnceleme alanında en iyi eklem takımları, Oligosen yaşlı Penek formasyonu içerisindeki çakıtaşı, kumtaşı katmanlarında gözlenir. Özellikle inceleme alanı batısında görsel bir istifle temsil edilen formasyonun içerisindeki kumtaşlarında çok belirgin eklem takımları gelişmiştir. Bu civarda (Kartal dağı batısından geçen Çatak deresi boyunca ölçülen eklem düzlemleriyle hazırlanmış olan kontur diyagramı ve stereografik izdüşümlerine göre egemen eklemler;  $K60^{\circ}B - 80^{\circ}GB(1)$ ;  $K51^{\circ}B - 87^{\circ}KD(2)$ ;  $K30^{\circ}D - 78^{\circ}GD(3)$ ;  $K39^{\circ}D - 78^{\circ}KB(4)$ 'dir. (Şekil 5). Bu eklem düzle-



Şekil 5. Oligosen yaşlı Penek formasyonuna ait egemen eklemleri gösteren kontur diyagramı ve stereogramı (125 ölçü).

Figure 5. The contour diagram and stereogram illustrating the dominant joints of the Penek formation of Oligocene age (125 poles).

1,2,3,4 : Egemen eklem düzlemleri (Dominant joint plains)

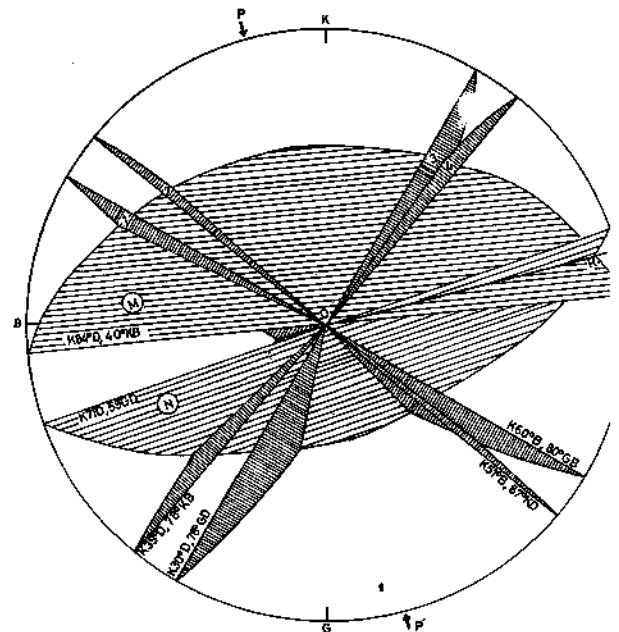
mlerinin, egemen katman düzlemleri ile ilişkisin gösterir stereografik izdüşümüne göre, bunlar çift sır halinde gelişmiş makaslama (kesme) eklemleri olarak tanımlanmıştır (Şekil 6). Çünkü kesme çatlakları e fazla basınç yönü ile 45 dereceden küçük açılar altında ve genellikle çift sıra halinde gelişirler.

#### Faylar

İnceleme alanındaki faylar harita alım çalışması sırasında arazi gözlemlerine bağlı olarak belirlenmiştir. Bunlar yaklaşık D-B doğrultulu bindirme ve büyük açıl ters faylar ile KB - GD gidişli sağ yanal, KD - GI gidişli sol yanal doğrultu atımlı faylardır (Şekil 2).

#### Doğrultu Atımlı Faylar

Kürünlüdağı fayı -  $K65^{\circ}B$  doğrultulu, sağ yana doğrultu atımlı bir faydır. Kürünlüdağı güneybat yamacı boyunca Üst Kretase yaşlı Anıkbaba formasyonu ile Oligosen yaşlı Penek formasyonu dokanağı boyunca gelişmiştir (Şekil 2). Kürünlüdağı güneybat yamacında morfolojik olarak oldukça belirgin olan fay



Şekil 6, Oligosen yaşlı Penek formasyonuna ait eklem ve katmanların stereogramı.

Figure 6. Stereogram of joint and beddings of the Penek formation of Oligocene age.

1,2,3,4 : Egemen eklem düzlemleri (Dominant joints plains)

## TERCAN - AŞKALE ARASININ TEKTONİĞİ

çizgisi boyunca Penek formasyonu kaya katmanları dikleşirler. Fayın güneybatısında yer alan yatay katmanlı traverten oluşuklarını besleyen yeraltı su çıkışlarının bu fay boyunca geliştikleri tahmin edilmektedir. Fayın inceleme alanı içerisindeki uzunluğu 4 km olup, kuzeybatıya doğru inceleme alanı dışında devam eder.

Meryemdağı fayı - K50°D doğrultulu, sol yanal doğrultu atımlı bir faydır. Meryemdağı güneydoğu yamacı boyunca gelişmiştir. Morfolojik olarak belirgin olan fayın güneydoğu bloku az da olsa düşey yönde ötelenmiş olup, fay çizgisi önünde sıkı çimentolu eski fay önü yelpazesi ve güncel yamaç molozu türü oluşuklar gelişmiştir. Güneybatıda Üst Kretase yaşlı Anıkbaba formasyonu ile Oligosen yaşlı Penek formasyonu dokanağı boyunca gelişmiş olan fay çizgisi, kuzeydoğuya doğru Anıkbaba formasyonu içerisinde devam ederek inceleme alanını terk eder (Şekil 2). Fayın inceleme alanı içerisindeki uzunluğu 5 km'dir.

Sivritepe fayı - K60°D doğrultulu, sol yanal doğrultu atımlı bir faydır. Sivri tepe güneydoğu yamacı boyunca gelişmiş olan fay çizgisi güneybatıya doğru inceleme alanı dışında devam eder (Şekil 2). Güneybatıda ofiyolitli karışık ile Penek formasyonu dokanağı boyunca gelişmiş olan fay çizgisi, kuzeydoğuya doğru Penek formasyonu içerisinde devam eder. Fay çizgisi boyunca breşik zon, dik yada dike yakın katman duruşları ve çizgisel soğuk su kaynakları belirgin olarak gözlenir. Morfolojik olarak da belirgin olan fayın inceleme alanı içerisindeki uzunluğu 5,5 km'dir.

Zilfekomu fayı - K70°B doğrultulu, sağ yanal doğrultu atımlı bir faydır. Üst Miyosen sonrası yaşlıdır. Zilfekomu köyünden başlar, güneydoğuya doğru Maimunkalesi tepe, Ziyaret tepe, Karataş sırtı, Otluk tepe, Mağara tepe, Kortebeç tepe ve Dikgüney tepe yamaçlarından geçerek Çiftlikderesi vadisine kadar uzanır (Şekil 2). Zilfekomu fayı Otluk tepede Tercan 1 fayını, Mağara tepede Tercan 2 fayını yaklaşık olarak 200 - 250 m kadar sağ yanal olarak ötelenir. Kuzeybatıda Penek formasyonu içerisinde gelişmiş olan fay, güneydoğuya doğru Anadolu ofiyolitli kaşığı ile Üst Miyosen yaşlı Kargapazarı volkanitleri içerisinde devam eder. Morfolojik olarak oldukça belirgin olan fay çizgisi boyunca katmanların dikleşmesi, dere ötelenmesi, uzamış tepeler ve çizgisel soğuk su kaynakları gözlenir. Fayın uzunluğu 11 km'dir.

Tercan fay kuşağı - 550° - 65°D doğrultulu, sol yanal doğrultu atımlı bir fay kuşağıdır. Bu kuşak içerisindeki fayların oluşum yaşı Üst Miyosen sonrasıdır. Tercan güneybatısına doğru inceleme alanı dışında da devam eden fay kuşağı, Tercan'dan başlayarak kuzeydoğuya doğru Aşkale güneyine kadar uzanır. Bu uzanım içerisinde en fazla 0.5 km genişlikte ve değişik uzunluktaki faylardan oluşan bir geometri sunar. Tercan, Penek ve Ahmetbey, bu kuşağın tektonomorfolojik görünümü ile en belirgin olan faylardır. Tercan fayları, Tercan'dan başlayarak KD - GB doğrultusunda Penek köyüne kadar uzanan tektonomorfolojik yapıları denetleyen bir fay demetidir. Bu demet içerisinde en büyük boyutlu olan üç tanesi Tercan 1,2,3 fayı olarak adlandırılmıştır (Şekil 2). Tercan 1 fayı K65°D doğrultulu olup, Tercan kuzeyinde Çakrak tepe güney yamacından başlar ve kuzeydoğuya doğru Hacıbayram köyünden geçerek Kmdor deresine kadar uzanır. Güneybatıda Miyosen yaşlı Kemerkaya Formasyonu, Üst Miyosen yaşlı Kargapazarı volkanitlerini kesen fay çizgisinin uzunluğunun büyük bir kısmı ofiyolitli kaşık içerisinde gelişmiştir. Kuzeydoğuda ise ofiyolitli kaşık ile Oligosen yaşlı Kükürtlü formasyonun dokanağını belirleyerek, daha da kuzeydoğuda Kükürtlü formasyonu içerisinde devam eder. Fay çizgisi boyunca dere ötelenmesi, çizgisel soğuk su kaynakları ve uzamış tepeler tipi tektonomorfolojik yapıları gelişmiştir. Ayrıca Aktepe ve Erli tepe kuzeyinde fay çizgisi boyunca Kükürtlü formasyonunun üst seviyelerini oluşturan marn katmanları dikleşmiş, hatta yer yer devrik konum kazanmışlardır. Fayın inceleme alanı içerisindeki uzunluğu 17 km'dir. Tercan 2 fayı, K65°D doğrultulu olup, Tercan'dan başlar ve kuzeydoğuya doğru Karamansı, Güvercin derelerini denetleyerek, Aktepe, Erli tepe, Karataş tepe güney yamaçlarından geçer ve Kükürtlü köyü güneyine kadar uzanır. Tercan ile Karaman deresi arasında Oligosen yaşlı Penek formasyonu, Miyosen yaşlı Kemerkaya formasyonu ile Üst Miyosen yaşlı Kargapazarı volkanitleri içerisinde gelişmiş fay çizgisi boyunca özellikle volkanitler içerisinde çizgisel soğuk su kaynakları ve ufak gölcükler gelişmiştir. Karamansı deresi boyunca volkanitler ile ofiyolitli kaşığın dokanağını oluşturur. Bu dokanak boyunca da çok sayıda çizgisel kaynaklar gelişmiştir. Mağara tepe civarında Zilfekomu fayı tarafından sağ yanal olarak ötelenir. Bu-

radan Aktepe ve Erli tepeye kadar Güvercin deresini denetleyerek ofiyolitli karışık içerisinde uzanır. Aktepe güneyinde Akbabatepe fayı tarafından 450 m sağ yanal olarak ötelenmiştir. Aktepe ile Erli tepe arasından geçen fay, morfolojik olarak bu iki tepeli birbirine göre sol yanal ötelemiştir. Erli tepeden Kükürtlü köyüne kadar Kükürtlü formasyonunu kesen fay çizgisi boyunca, düşey katman yapıları gelişmiştir. Sol yanal doğrultu atımın olan fayın inceleme alanı içerisindeki uzunluğu 18 km'dir. Tercan 3 fayı K65°D doğrultulu olup, güneybatıda Tercan güneyinde Tuz çayından başlar. Kuzeydoğuya doğru Karataş tepeye kadar Penek, Kemer kaya formasyonlarını keser. Karataş tepeden sonra Kargapazarı volkanitleri içerisinde Kuzeysırtı, Beşonun sırtı yükseltisinin güney yamacından gerçek Değirmen deresine kadar uzanır. Bu iki sırtın güneyinden geçen fay çizgisi morfolojik olarak oldukça belirgindir. Bu kesimde fay çizgisi önünde gelişmiş basamaklı yapı üzerinde fay önü yelpazesi, eski akarsu taraçaları gelişmiştir. Fay çizgisi boyunca lavlardaki akıntı katmanları ile aglomera katmanlarındaki dikleşmelerin yanı sıra breşik ozon yapıları gelişmiştir. Ayrıca Kuzeysırtı güneyinde, Tuz çayı dere yatağı içerisinde bir maden suyu kaynağı gelişmiştir. Tercan 2 ve Tercan 3 fayları arasında kalan kuzey sırtı ile Beşonunun sırtını oluşturan uzamış tepeler bu fayların yanal hareketine bağlı olarak gelişmiştir. Fayın uzunluğu 10,5 km'dir.

Penek fayı - K55°D doğrultulu, sol yanal doğrultu atımın bir faydır. Güneybatıda Gökdere köyü güneyinde Kurun tepeden başlar ve kuzeydoğuya doğru Peyler tepeye kadar uzanır (Şekil 2). Kurun tepe güneyinde morfolojik olarak belirgin olan fay çizgisi, bu kesimde ofiyolitli karışık ile Oligosen yaşlı Kükürtlü formasyonunun dokanağından geçer. Buradan Kındor deresine kadar Kükürtlü deresini denetleyerek Kükürtlü formasyonunu keser. Kındor deresinde Kındor fayı ile 250 m sağ yanal ötelendikten sonra Penek formasyonunu keserek Peyler tepeye kadar uzanır. Fay çizgisi boyunca Kükürtlü ve Penek formasyonunu oluşturan kaya katmanları dikleşmiş, özellikle Harabe tepe ile Kındor deresi arasında dik ve devrik katman yapılan gelişmiştir. Fayın uzunluğu 7 km'dir.

Ahmetbey fayı - K55°D doğrultulu, sol yanal doğrultu atımın bir faydır. Peyler tepeden kuzeydoğuya doğru Kabandağ tepe kuzey yamacına kadar uzanır

(Şekil 2). Peyler tepe ile Şihveren deresi arasında ofiyolitli karışık içerisinde gelişmiştir. Buradan kuzeydoğuya doğru Miyosen yaşlı Kemer kaya Formasyonu içerisinde geçer. Kabandağ tepe kuzeybatı yamacında K70°D, 85°KB durumlu bir fay düzlemi sunar. Kemer kaya formasyonu içerisinde fay çizgisi boyunca kaya katmanları dik konumludurlar. Ahmetbey mahallesi ile Kabandağ tepe arasında morfolojik olarak çok belirgin fayın kuzeybatı blokunun düşey yönde de ötelenmesi, fayın çok azda olsa verev bileşenli olduğunu gösterir. Düşen blok tarafında Karasu çayı düzlüğü gelişmiştir (Şekil 7). Bu fayın kuzeydoğuya devamında Aşkale fay kuşağı yer alır. Fayın uzunluğu 7,5 km'dir.

Kılıçdağı fayı - K65°B doğrultulu, sağ yanal doğrultu atımın bir faydır. Üst Miyosen sonrası yaşlıdır. Berber tepe kuzey yamacından başlar ve güneydoğuya doğru Kılıçdağı kuzey yamacından geçerek Koskoca tepeye kadar uzanır (Şekil 2). Kılıçdağı kuzey yamacı boyunca Miyosen yaşlı Kemer kaya formasyonu (Kabandağ üyesi ile Şihveren üyesi dokanağı boyunca) içerisinde gelişmiş olan fay çizgisi güneydoğuda Kargapazarı volkanitleri içerisinde geçer. Morfolojik olarak oldukça belirgin olan fay çizgisinin Kılıçdağı tepesinin kuzey yamacı önünde çizgisel soğuksu kaynaklan ve gölcükler gelişmiştir. Ayrıca fayın kuzeydoğu blokunun düşey yönde ötelenmiş olması fayın azda olsa verev bileşenli olduğunu gösterir (Şekil 7). Fayın uzunluğu 6 km.'den fazladır.

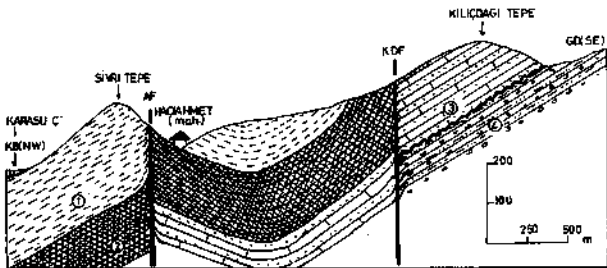
Hacımahmut fayı - K60°B doğrultulu, sağ yanal doğrultu atımın bir faydır. Üst Miyosen sonrası yaşlıdır. Şehriban tepeden güneydoğuya doğru Hacımahmut köyünden geçerek inceleme alanı dışında devam eder (Şekil 2). Kuzeybatıda Oligosen yaşlı Penek ve Kükürtlü formasyonları ile ofiyolitli karışığı kesen fay çizgisi, güneydoğuda tamamiyle Üst Miyosen yaşlı Kargapazarı volkanitleri içerisinde gelişmiştir. Özellikle Hacımahmut köyü civarında morfolojik olarak belirgin olan fay çizgisi boyunca çok sayıda çizgisel soğuk su kaynakları oluşmuştur. Kuzeybatıda tortul kayalar içerisinde geçen fay çizgisi boyunca 70° - 90° arasında değişen katmanlar görülür. Fayın inceleme alanı içerisindeki uzunluğu 10,5 km'dir.

Akbabatepe fayı - K70°B doğrultulu, sağ yanal doğrultu atımın bir faydır. Üst Miyosen ya da sonrası yaşlıdır. Kuzeybatıda Kükürtlü deresinden başlar.



## TERCAN - AŞKALE ARASININ TEKTONİĞİ

Güneydoğuya doğru Aktepe, Erli tepe, Akbaba tepe, Ziyaret sırtı güney yamacından geçerek Hatuncuk köyünden sonra inceleme alanı dışında devam eder (Şekil 2). Kükürtlü deresi ile Akbaba tepe arasında ofiyolitli karışık içerisinde gelişen fay çizgisi, Akbaba tepe ile Kolbaşı mahallesi arasında ise ofiyolitli karışıkla Kargapazarı volkanitlerinin dokanağını oluşturur. Kolbaşı mahallesi güneydoğusunda tamamen Kargapazarı volkanitlerini keser. Akbaba tepe güney yamacı boyunca morfolojik olarak belirgin olan fayın, güneybatı bloku düşey yönde ötelenmesine bağlı olarak Kargapazarı volkanitleri ile ofiyolitli karışık içerisinde yer alan kireçtaşı blokları yana yana gelmişlerdir (Şekil 8). Ayrıca volkanitler içerisindeki akıntı katmanlarında dikleşme yapıları gelişmiştir. Az da olsa verrev bileşenli olan fay çizgisinin Hatuncuk köyü civarında güneybatı blokunun düşey yönde de ötelenmesi Hatuncuk - Karakilise arasındaki çayırılık çöküntü alanının gelişmesine neden olmuştur. Kargapazarı volkanitleri arasındaki çayırılık çöküntü alanının gelişmesine neden olmuştur. Kargapazarı volkanitleri içerisinde fay boyunca çizgisel kaynaklar



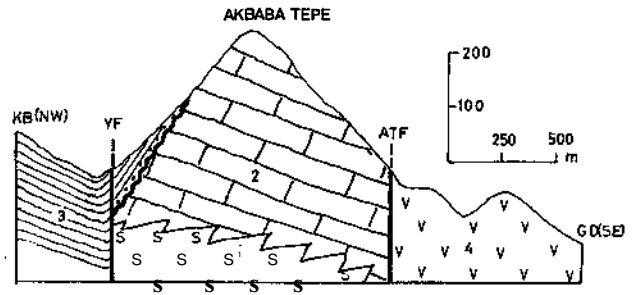
Şekil 7. Karasu güneyinde Kemer kaya Formasyonu (1,2,3) ile Penek formasyonu (4) arasındaki ilişkiyi gösteren ölçekli jeolojik enine kesiti. 1. Kiltaş; 2. Jips; 3. Kireçtaşı - kumtaşı ardalanması; 4. Çakıltaşı - çamurtaşı ardalanması; AF : Ahmetbey fayı; KDF: Kılıçdağı fayı.

**Figure 7.** Sketch of geologic cross - section with scale illustrating the relation between Kemer kaya Formation (1,2,3) and Penek formation (4) in the southern part of Karasu. 1. Claystone; 2. Gypsum; 3. Alternation of limestone - sandstone; 4. Alternation of conglomerate - mudstone. AF : Ahmetbey fault; KDF: Kılıçdağı fault.

gelişmiştir. Fayın inceleme alanı içerisindeki uzunluğu 17 km'dir.

Karakilise fayı - K55°B doğrultulu, sağ yanal doğrultu atımlı bir faydır. Üst Miyosen sonrası yaşlıdır. Hatuncuk - Karakilise köyleri arasındaki çöküntü alanını güneybatıdan sınırlayan fay çizgisinin kuzeybatısında kalan bloku azda olsa düşey yönde ötelenerek bu çöküntü alanının gelişmesine neden olmuştur. Bu fayın az da olsa verrev bileşenli olduğunu gösterir. Kuzeybatıda Sangüney tepe ile Ziyaret tepe yükseltisinin kuzeydoğu yamacından geçen fay çizgisi, güneydoğuya doğru Karakilise köyünden geçerek inceleme alanı dışında devam eder (Şekil 2).

Morfolojik olarak oldukça belirgin olan fay çizgisi boyunca çizgisel soğuk su kaynakları yer alır. ayrıca Karakilise köyü batısında ise sıcak su kaynağı bulunur. Fayın inceleme alanı içerisindeki uzunluğu 8 km'dir.



Şekil 8. Anadolu Ofiyolitli Karışığı (1,2) ile Kargapazarı volkanitleri (4) arasındaki tektonik ilişki. 1. Alt Kretase yaşlı ofiyolitlik kayalar; 2. Üst Kretase yaşlı kireçtaşı olistoliti; 3. Oligosen yaşlı Kükürtlü formasyonu; 4. Üst Miyosen yaşlı Kargapazarı volkanitleri. ATF; Akbabatepe fayı; YF: Yaylatepe fayı.

**Figure 8.** Tectonic relation between Anatolian Ophiolitic Melange (1,2) and Kargapazarı volcanites (4). 1. Ophiolitic rocks of Lower Cretaceous; 2. Limestone olistolite of Upper Cretaceous; 3. Kükürtlü formation of Oligocene age; 4. Kargapazarı volcanites of Upper Miocene age. ATF: Akbabatepe fault; YF: Yaylatepe fault.

Barhanetepe fayı - K60°B doğrultulu, sağ yanal doğrultu atımlı bir faydır. Kükürtlü deresinden başlayarak güneydoğuya doğru Barhane tepe kuzeyinden geçer ve Kamışlık tepe güneyine kadar uzanır (Şekil 2). Oligosen yaşlı Kükürtlü formasyonu içerisinde gelişmiş olan fay çizgisi boyunca katmanların dik ya da dike yakın konumda oluşları ve breşleşme en belirgin veriler olarak gözlenir. Kuzeybatıda Kükürtlü senklinal eksenini yaklaşık 250 m sağ yanal olarak öteleyen fayın uzunluğu 3,5 km'dir.

Yaylatepe fayı - K60°B doğrultulu sağ yanal doğrultu atımlı bir faydır. Karataş tepe doğusundan başlar ve güneydoğuya doğru Akbaba tepe, Yayla tepeden geçerek Ziyaret sırtının doğusuna kadar uzanır (Şekil 2). Karataş tepe ile Yayla tepe arasında Kükürtlü formasyonunu kesen fay çizgisi, buradan güneydoğuya doğru ofiyolitli karışık içerisinde geçer. Kükürtlü formasyonu içerisinde fay çizgisi boyunca katman dikleşmesi ve breşleşme gözlenir. Yine bu formasyon içerisinde gelişmiş olan küçük boyutlu bir senklinalin eksenini 300 m sağ yanal olarak öteler (Şekil 2). Güneydoğuya devamında ofiyolitli karışık içerisinde morfolojik olarak belirgin olan fayın uzunluğu 3,5 km'dir

Kındor fayı - K55°B doğrultulu, sağ yanal doğrultu atımlı bir faydır. Kuzeybatıda Niğdere bindirmesinden başlar ve Kayınlı deresi, Kındor deresini denetliyerek güneydoğuya doğru Karataş tepesine kadar uzanır (Şekil 2). Oligosen yaşlı Penek ve Kükürtlü formasyonları içerisinde gelişmiştir. Morfolojik olarak oldukça belirgin olan fay çizgisi boyunca özellikle Kındor deresinde katmanların dikleşmesi, soğuk su kaynakları en belirgin verilerdir. Kükürtlü formasyonu Hacıhamza üyesini oluşturan sert, laminalı marınlar bu fay ile Kındor deresinde oldukça belirgin bir şekilde 250 m sağ yanal olarak ötelenmiştir. Bu fayın kuzeydoğusunda yeralan kömür ocaklarının ilk açılış yıllarında faya doğru sürülen bacalarda kömür damarlarının kaybedildiği, oldukça ezik ve breşik bir zonla karşılaşıldığı o tarihlerde çalışanlar tarafından belirtilmiştir. Arazi verileri ile oldukça belirgin olan bu fayın uzunluğu 3 km'den fazladır.

Eyüpoğlu fayı - K65°B doğrultulu, sağ yanal doğrultu atımlı bir faydır. Üst Miyosen sonrası yaşlıdır.

Lanetleme tepe güney yamacından başlar ve güneydoğuya doğru Eyüpoğlu komundan geçerek Seyran tepeye kadar uzanır (Şekil 2). Kuzeybatıda ofiyolitli karışığı kesen fay çizgisi güneydoğuda Üst Miyosen yaşlı Kargapazarı volkanitleri içerisinde geçer. Eyüpoğlu komu civarında morfolojik olarak belirgin olan fayın uzunluğu 4 km'den fazladır.

Kuzeybatıda Kükürtlü deresinden başlayarak güneydoğuya doğru K55° - 70°B doğrultusunda uzanan ve sağ yanal nitelikli Hacımahmut, Akbabatepe, Karakilise, Barhanetepe, Yaylatepe, Kındor, Eyüpoğlu fayları inceleme alanı içerisinde bir fay kuşağını oluştururlar. Güneydoğuya doğru inceleme alanı dışında devam eden bu fay demetinin meydana getirdiği kuşağın tamamının çalışılması halinde adlandırılması doğru olacaktır. İnceleme alanı içerisinde gelişmiş olan doğrultu atımlı fayların Üst Miyosen ve sonrasında oluşmuş volkaniklerin gerek çıkışlarında, gerekse katılma sonrası deformasyonlarında, Kuvaterner yaşlı travertenlerin ve taraça çökelleri ile genç fay önü yelpazelerinin gelişiminde etkili oluşları bu fayların Üst Miyosen - Kuvaterner yaşlı olduklarını gösterir.

#### Eğim Atımlı Faylar

Kükürtlü fayı - D - B doğrultulu, eğim atımlı büyük açılı ters bir faydır. Oligosen sonrasında gelişmiştir. Kükürtlü kömür işletmesi kuzeyinde Kükürtlü deresinden başlar ve doğuya doğru Kükürtlü köyünden geçerek Bahçecik tepeye kadar uzanır (Şekil 2). Yaklaşık 70 derece güneye eğimli bir düzleme sahip fayın güney bloku yükselmiş, kuzey bloku ise aşağı doğru inmiştir. Bu fayın bu şekildeki hareketine bağlı olarak Kükürtlü formasyonunun en alt kesimlerini oluşturan kumtaşları (Dülger tepe üyesi) fay çizgisi güneyinde yüzlek vererek kayabirimi tekrarlanmasına yol açmışlardır. Ayrıca formasyonun en alt üyesi (Dülger tepe) ile en üst üyesi (Hacıhamza) bu faylanma ile yan yana gelmişler, hatta az da olsa Dülger tepe üyesi Hacıhamza üyesi üzerine doğru kuzey yönünde itilmiştir. Kükürtlü fayı, içerisinde geliştiği Kükürtlü formasyonunu iki ayrı bloka ayırması, bu formasyon içerisinde yeralan kömür damarlarının işletme sırasındaki korelasyonunu güçleştirmiştir. Fay çizgisi boyunca ezik ve breşik bir zonun açıkça gözlemlendiği fayın uzunluğu 3 km'den fazladır.

## TERCAN - AŞKALE ARASININ TEKTONİĞİ

Gökdere fayı - D-B doğrultulu, eğim atımlı ters bir faydır. Oligosen sonrasında gelişmiştir. Batıda Kireçtaşı tepesinden başlar, Gökdere köyü güneyinden geçerek doğuya doğru uzanır. 45 - 60 derece arasında değişen kuzeye eğimli bir düzleme sahip fayın kuzey bloku yükselmiş, güney bloku ise aşağı doğru devinmiştir. Ofiyolitli karışık ile Oligosen yaşlı Kükürtlü formasyonu arasında gelişmiş olan fay çizgisi boyunca Ofiyolitli karışık. Kükürtlü formasyonu üzerine itilmiştir (Şekil 3). Soğuk su kaynakları yanı sıra devrik katmanların geliştiği fay çizgisinin uzunluğu 3km'den fazladır.

Niğdere bindirmesi - Yaklaşık D-B doğrultulu, Tersiyer havzasını kuzeyden sınırlayan ve havza dolgu-su kayalarının bugünkü deformasyonlarında etken olan önemli bir tektonik olaydır. Tuzluktaşları sırtı batısından başlayarak Niğdere köyünden geçer ve doğuda Uzunçayır sırtına kadar uzanır (Şekil 2). Batı başlangıç noktasından Kırmızı tepeye kadar D-B gidişli olan bindirme hattı, buradan K80°D doğrultusunda uzanır. Anadolu ofiyolitli karışığı ile Oligosen yaşlı Penek formasyonu dokanağı boyunca gelişmiş olan bindirme hattı boyunca Penek formasyonu kaya katmanları 30 - 75 derece arasında değişen devrik katman yapısı kazanmışlardır. Niğdere senklineali kuzey kanadı ve bindirmenin etkisiyle güneye doğru devriktir (Şekil 3). Bindirme hattı güneyinde kalınlığı 1200 m ye varan ve havza güneyine doğru incelenerek kamalanan Oligosen yaşlı alüvyon yelpaze çökellerinin fay denetimli olduğunu gösterir. Çökeltme sonrası deformasyonlarda göz önünü alındığında, Niğdere bindirmesinin olasılıkla Oligosen ve sonrasında geliştiğini gösterir. Anadolu ofiyolitli karışığının kuzeyden güneye doğru Oligosen yaşlı kaya birimleri üzerine itildiği bu bindirme hattının uzunluğu 11 km'dir.

İnceleme alanı içerisinde boyutları 2,5 - 3 km arasında değişen ve genelde Tersiyer havzası kuzey sınırında kısa mesafelerde gelişmiş bindirme fayları da gözlenir (Şekil 2).

### SONUÇLAR

Bu çalışma ile Erzurum - Erzincan arasında yer alan, D - B eksenli ve dağarası nitelikli Çayırılı - Tercan Tersiyer havzası doğusunun tektonik özellikleri incelenmiştir. Tercan - Aşkale arasında kapsayan bu inceleme ile aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

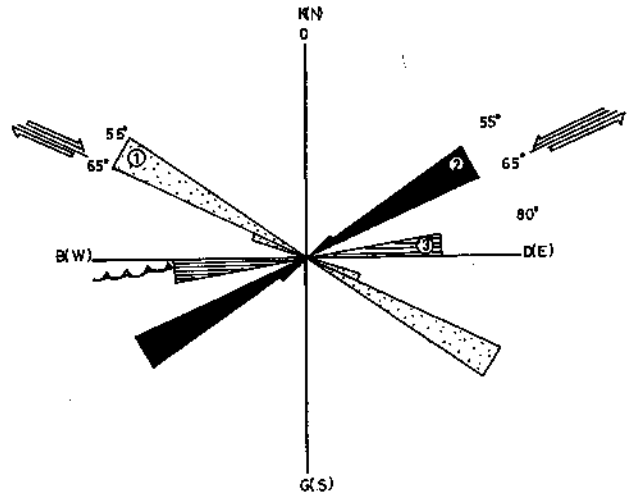
1 - İnceleme alanının temelini Anadolu Ofiyolitli Karışığı ile Üst Kretase yaşlı Anıkbaba formasyonu oluşturur. Anadolu Ofiyolitli Karışığının inceleme alanı

ve civarındaki yerleşim yaşı Üst Maestrihtiyen öncesidir. Bu temel kaya birimleri üzerinde gelişmiş karasal Tersiyer havzası, kuzeyden bindirme fayları ile sınırlı ve Oligosen yaşlı karasal kırıntılı tortul kayalar ile doldurulmuş dağarası havza niteliğindedir.

2 - Kuzeyden D - B yönlü bindirme fayı sınırlı havza dolgusu tortullarında bu fayın etkisiyle kıvrım yapıları gelişmiştir. Bunlar kuzey kanatları bakımsız - devrik olan Kışlakdere, Niğdere ve Kükürtlü senklinealleridir. Sıkışma gerilimine bağlı olarak tortullaşma sonrasında gelişen bu kıvrım yapılarının yanı sıra büyük açılı ters faylarda gelişmiştir (Kükürtlü fayı).

3. İnceleme alanı ve civarında etkin olan yaklaşık K - G yönlü sıkışma gerilimi Orta Miyosen ve daha yaşlı kaya birimlerinde bindirme, ters fay ve kıvrım gibi tektonik yapıların gelişmesine neden olmuştur. Miyosen sonundan (olası Üst Miyosen) itibaren bu gerilim yanal hareketler ile karşılanarak, yörede KB - GD ve KD - GB doğrultulu sağ ve sol yanal doğrultu atımlı faylar ile yine aynı yönlü makaslama (kesme) eklem sistemleri gelişmiştir.

4 - Haritalanabilmiş fayların doğrultulan kullanılarak hazırlanan gül diyagramında, yaklaşık D - B gidişli bindirme ve ters fayları ile K55° - 65°B gidişli



Şekil 9. Fayların egemen doğrultularını gösterir gül diyagramı, 1. Sağ yanal doğrultu atımlı faylar; 2. Sol yanal doğrultu atımlı faylar; 3. Bindirme ve ters faylar.

Figure 9. Rose diagram illustrating the dominant strikes of the faults. 1. Right lateral strike-slip faults; 2. Left lateral strike-slip faults; 3. Overthrust and thrust faults.

sağ yanal doğrultu atımlı faylar ve K55° - 65°D gidişli sol yanal doğrultu atımlı oldukları belirlenmiştir (Şekil 2). Oligosen yaşlı Penek formasyonuna ait egemen eklem ve katmanların stereografik izdüşümlerine göre, egemen sıkıştırma yönü K15°B - G15°D'dur. Tüm bu veriler inceleme alanının sıkışma gerilimi (K-G yönlü) denetiminde olduğunu ve bunun sonucu olarak gelişen tektonik yapıları kapsadığı söylenebilir.

#### KATKI BELİRTME

Bu çalışma sırasında bize önerileriyle destek veren, yazımından sonra gerekli düzeltmeleri yaparak katkı sağlayan Hocamız Sayın Prof. Dr. Ali Koçyiğit'e, şekillerin çiziminde yardımcı olan arş. Görevlisi Sayın Fatma Kafalı'ya teşekkür ederiz.

#### DEĞİNİLEN BELGELER

- Arpat, E., 1965, Ilıca - Aşkale (Erzurum) arasındaki sahanın ve kuzeyinin genel jeolojisi - petrol imkanları: M.T.A. Rap. No: 4040, Ankara.
- Barka, A., 1984, erzincan havzasının bazı neotektonik özellikleri: Kuzeydoğu anadolu I. Ulusal deprem sempozyumu, bildiriler kitabı, 223 - 247.
- Bozkuş, C., 1985, Aşkale - Kükürtlü (erzurum) linyit sahasının jeoloji raporu : M.T.A. Rap. No: 7760, Ankara.
- Erentöz, C., 1954, Araş havzasının jeolojisi: TJK. Bülteni, 5,1 - 54, Ankara
- İnan, S., 1988, Erzurum - Aşkale - Tortum yöresinin tektonik gelişimi: C.Ü. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, 5, 37 - 48, Sivas.
- Kerey, I.E. ve Bozkuş, C., 1988, Orta - Üst Miyosen Kükürtlü (Erzurum) havzasının Alüvyon yelpazesi ve gölsel çökelleri: C.Ü. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, 5, 57 - 65, Sivas.
- Ketin, İ., 1950, Erzincan ile Aşkale arasındaki sahanın (1/100.000'lik 46/4 ve 47/3 paftalarının) jeolojisine ait memuar: M.T.A. Rap. No: 1950, Ankara
- Ketin, İ., 1983, Türkiye jeolojisine genel bakış: İ.T.Ü. yayını, 1259, 595, syf. İstanbul.
- Koçyiğit, A., 1983, Doğu Anadolu Bölgesi'nin deprem-selliği ve gerekli çalışmalar: Yeryuvarı ve İnsan, 8-3,25 29.
- Koçyiğit, a. ve Rojay, B., 1984, Doğu Anadolu Bölgesinin yeni tektonik çatısı ve Horasan - Narman depremi, 1983 : Kuzeydoğu Anadolu I. Ulusal deprem Sempozyumu, Atatürk Üni. Fen - Ed. Fak., 284 - 265, Erzurum.
- Koçyiğit, A., Öztürk, A., İnan, S. ve Gürsoy, H., 1985, Karasu havzasının (Erzurum) tektonostratigrafisi ve Mekanik yorumu: C.Ü. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, 2,2 -15, Sivas.
- Koçyiğit, A., 1985, Muratbağı - Balabantaş (Horasan) arasında Çobandede fay kuşağının Jeotektonik özellikleri ve Horasan - Narman depremi yüzey kırıkları: C.Ü. Müh. Fak. Yerbilimleri dergisi, 2,17 - 33, Sivas.
- Koçyiğit, A., 1985, Karayazı fayı: T.J.K. Bülteni, 28 - 1, 66-71, Ankara
- Lahn, E., 1940, Erzurum havalisinin jeolojik bünyeleri: M.T.A. bülteni, 2/19, 233 - 239, Ankara
- Le Pichon, X., Francheteau, J. ve Bonnin, J., 1973, Plate tectonics: Developments in geotectonics. Elsevier, Amsterdam, 300 p.
- Me Kenzie, D.P., 1972, Active tectonics of the Mediterranean region: Geophys. J.R. Astr. Soc, 30, 109 -185.
- Morelli, C., 1978, Eastern Mediterranean, geophysical results and implications: Tectonophysics 46, 33 - 346.
- Pisoni, C., 1965, Tercan bölgesinin jeolojisi ve petrol imkanları: M.T.A. Rap. No: 446, Ankara.
- Şaroğlu, F. ve Güner, Y., 1981, Doğu Anadolu'nun jeomorfolojik gelişimine etki eden öğeler: Jeomorfoloji, tektonik, volkanizma ilişkileri, T.J.K. Bült. 24 - 2, 39 - 50.
- Şaroğlu, F. ve Yılmaz, G., 1987, Doğu Anadolu'da Neotektonik dönemdeki jeolojik evrim ve havza modelleri: M.T.A. Dergisi, 107, 73 - 94, Ankara.
- Şengör, A.M.C. ve Kidçil, W.S.F., 1979, Post - collisional tectonics of the Turkish - Iranian Plateau and a comparison with Tibet: Tectonophysics, 55,361 - 376.
- Şengör, A.M.C., 1980, Türkiye'nin neotektoniğinin esasları: Türkiye Jeoloji Kurumu Konf. Ser., No. 2,40.
- Şengör, A.M.C ve Yılmaz, Y., 1983, Türkiye'de Tetis'in evrimi: Levhe tektoniği açısından bir yaklaşım, T.J.K. Yerbilimleri özel dizisi, No. 1,75.
- Wedding, H., 1964, Kükürtlü kömür zuhurunun jeolojisi hakkında (Erzurum - Aşkale), M.T.A. Rap. No: 3384, Ankara.
- Wedding, H., 1965, Divriği ve Oltu (Kuzeydoğu Anadolu) arasındaki kömür zuhurlarının yaşı, M.T.A. Bülteni, 64,42 - 52 s, Ankara.