

**KUZEYDOĞU ANADOLU'NUN JEOTEKTONİK VE
MORFOTEKTONİK EVRİMİNİN ANA ÇİZGİLERİ**

OUTLINES OF THE GEOTECTONIC AND MORPHOTECTONIC
EVOLUTION OF THE NORTHEASTERN ANATOLIA

Sayfa:41-75

İbrahim ATALAY ve Asaf KOÇMAN

Atatürk Üniversitesi Coğrafya Bölümü, Erzurum

ÖZET

Kuzeydoğu Anadolu bölgesinde, genellikle kuzeydoğu-güneybatı yönünde, kabaca birbirine paralel olarak, uzanan dağ dizileri ile havzalar ve oluklar bulunmaktadır. Gerçekten; Doğu Karadeniz dağları ile Mescit dağı, Akdağ, Dutlu dağı, Allahüekber ve Karasu-Aras dağları ve bu dağların arasında Oltu, Narman, Ardahan, Göle havzaları; Çıldır ve Hozapın (Aktaş) göllerinin yerleştiği tektonik kökenli depresyonlar ve nihayet güneyde doğu-batı doğrultusunda Karasu-Aras oluğu yerlamaktadır.

Bölgenin kuzeybatısındaki dağlar, esas itibariyle Mezozoyik ofiyolitleri ve çeşitli fasiyeste tortul kültelerden oluştuğu halde, doğudakiler kalk-alkalen ve alkalen volkanik kütlelerden ibarettir. Havzalarda ise, genel olarak pre-Neojen temel üzerinde Oligosen, Eosen ve Neojen volkano-sedimanter ve sedimanter formasyonları ile Pliyo-Kuvaterner dolguları bulunmaktadır. Bölgede; Doğu Karadeniz dağları içerisinde, doğuda ve güneyde volkanik örtünün altındaki temeli, sert Paleozoyik külteler oluşturur.

Mezozoyik'te söz konusu Paleozoyik temeli oluşturan kütlelerin birbirinden ayrılması ile Tetis'e bağlı jeosenklinaller gelişmiş ve bu jeosenklinallerde bir yandan çökme olurken, öte yan-

dan da yarıklardan çıkan ultrabazik magma jeosenklinallere yayılmıştır. Kretase'den itibaren jeosenklinaller daralmış ve kıvrılma olayları başlamıştır. Eosen'de, özellikle kuzeyde oluşan dalma-batma (subduction) olayları sonucunda kalk-alkalen malzeme çıkaran volkanizma meydana gelmiştir. Oligosen'de jeosenklinik alanlarının büyük bir bölümü, bazı sahalarda tamamı kara haline geçmiş ve deniz, özellikle güneye kara kütleleri üzerindeki depresyonlara yerleşmiştir. Molas ve evaporit havzalar özelliğinde olan bu havzalarda, çeşitli boyutta klastik malzemelerin yanısıra jips ve tuzlar da çökelmiştir. Miyosen'de ise, orojenik kuşaklarda itilme ve bindirmeler önem kazanmış ve özellikle ofiyolitler buldukları sahalardan itilerek kara kütleleri üzerine abanmışlardır (obduction). Bu dönemde, sert litosferik kütleler gerilmelere uğramış, faylanma sonucunda blok şeklinde çökme ve yükselmeler meydana gelmiştir. Böylece, bölge önemli ölçüde parçalanmış bulunmaktadır. Çöken kütleler Neojen gölleri tarafından işgal edilmiş ve fay hatlarından çıkan volkanik malzemeler göl havzalarına yayılmışlardır. Pliyosen'de de daha çok gerilme tektoniği ön plâna geçmiş ve merkezî püskürmeler oluşmuştur. Kuvaterner başlarından itibaren Neojen göllerinin çoğu, kapılma ile dış drenaja bağlanmış ve boşaltılmışlardır.

Sonuç olarak; bölgenin büyük bir bölümünde etkili olan dikey tektonizma ve bunun neden olduğu volkanizma, bölgenin çok engebeli "range and basin" topografya biçimini almasını sağlamış, yüksek alanlarla depresyonlar arasındaki büyük yükselti farkı, akarsu aşındırmasını şiddetlendirmiş ve topografya flüviyal süreçlerle parçalanmıştır. Neojen örtüsü üzerine kurulan akarsular, bir yandan sahanın yükselmesi, öte yandan geriye doğru aşındırma ile yataklarını dar ve derin olarak kazmışlar, Neojen örtüsü de yer yer süpürülerek alttaki pre-Neojen temel (fosil yüzey) ortaya çıkmıştır. Böylece, bölgede belirgin olan polisiklik (çok dönemli) bir topografya sistemi oluşmuştur.

SUMMARY

In the Northeastern Anatolia there are mountain ranges and corridors, extending as a parallel roughly in a NE-SW direction. The main mountains are: Eastern Black Sea (Pontids), Mescit (3239 m), Akdağ (3047 m), Dutlu (2522 m), Allahüekber (3120 m), and Karasu-Aras (over 2500 m). The tectonic basins are also: Ol-

tu (1200-2000 m), Narman (1620-2250), Göle (2000-2100 m), Ardahan (1800-2000 m) and Karasu-Aras corridor (900-2000 m) and some which occupied by the lakes: Lake Çıldır and Lake Aktaş (Hozapın).

GEOLOGIC SETTING:

Paleozoic: In the study area, the Paleozoic rocks are composed of quarzitic schists, quartz-mica-schists, quartz-sericite schist and cristallized limestones. These rocks are exposed in the North of Oltu basin and NE of the Göle basin.

Mesozoic: Mesozoic formations are common in the West, Northwestern and Southern parts of the given area. In the eastern Black Sea Mountains (Pontids) detrital and volcano-detrital deposits of the Middle Liassic age are set unconformity on the series of different basements. The Dogger and Malm are transgressive on the Pre-Mesozoic series. The facies vary from limestones to detrital or flysch deposits. The Upper Cretaceous of the Eastern Black Sea ranges are characterized by both the flysch development and widespread volcanic activity. Ultrabasic magma had been fissured in the geosyncline area of the Tethys.

Eocene: The Eocene terrains can be divided into two formations: Volcanoclastic and flysch series. The volcano-clastics are common in the northern and northeastern basins, while flysches occur in the Anatolian basins, for example in the East of the Oltu basin.

Oligocene: Oligocene evaporite and molasse sediments are common in the Oltu-Narman basin and Karasu-Aras basins. The Oligocene formations are consisted of sandstone, marly, clay, conglomerate and limestones with salts and gypsum. In addition to these volcanic rocks are intercalated in the formations.

Neogene: The lands of the Neogene are common in the tectonic basins and are represented by both volcano-sedimentary and sedimentary strata.

Magmatic Rocks:

The Ophiolites form a series comprising peridotites, serpentins, gabbro-diabase, pillow lavas which are associated with radiolarites

and partly with semicrystalline limestones and marble. And the rocks are widespread in the orogenic systems of the area. Other volcanic rocks can be divided into two units: calc-alkaline and alkaline. The calc-alkaline association consists of rocks ranging in composition from andesite to trachite. Generally, the rocks are the products of the Lower Tertiary. Alkaline rocks are represented by fissure basalts, forming plateaus and composition of plateau lavas which vary from basanites to alkali-basalts.

MORPHOTECTONIC AND GEOTECTONIC EVOLUTION

In the Paleozoic, there are lithospheric masses or metamorphic masses in the area; but the masses are unknown.

The northwestern and southern part of the area was occupied by the Tethys geosyncline, due to lithospheric divergent. The sedimentation in the geosynclines continued from the Lias to the Eocene. During the Cretaceous time ultrabasic magma spreaded to the geosyncline.

During the late Cretaceous, in the south of the Northern Anatolia ranges, (Pontids), by the closure of the Tethys was marked by obduction of ophiolites which were overthrust mainly southwards onto the continent of Anatolia, This marks the end of the Tethys Ocean and beginning of the continental collision.

During the Eocene, the Tethys Ocean were reduced and the basin of the Anatolia and northern section on the Pontid regions were occupied by the Eocene Sea. Clastic sedimentation including flysch was deposited in the basins. On the other hand, along the Eocene the calc-alkaline volcanism prevailed.

In the Oligocene, great evaporite and molasse basins were formed in the Anatolid region and in these basins, especially coarse clastic materials (molasse) were deposited, and in addition, salt and gypsum layers were formed due to arid and hot climatic condition.

In the Neogene periods, vertical tectonic movement was prevailed in the lithospheric masses, while in the orogenic ranges compression stress was occurred. And so, the lithospheric masses were dissected by the fault lines as a block. In the orogenic regions overthrust and upthrusts prevailed. Thus, pre-Neogene formations

overlapped several kilometers the Oligocene formation of the Oltu basin. The depressed areas of the Eastern Anatolia were occupied by the lakes; and that time volcanic activities were began, thus, in the basins volcano-sedimentary strata were formed.

On the other hand, molasse sedimentation continued during the Miocene and molasse was confined to small basins such as Karasu-Aras corridor. However, during the Miocene such marginal depression served as an important basin of deposition for molasse sediment. Very large flows of the surface lavas consisting of andesites and basalts poured into the Neogene molasse depressions, situated on the southern edge of the Erzurum-Aras subsidence.

The calc-alkaline volcanism occurred in the continental margin of the study area and is considered to be related subduction of the Anatolian plate under the Black Sea or the Northern Anatolian plate. The alkaline volcanism, whose earliest manifestations are fissural eruptions, is related to tensional tectonic stress which affected the lithospheric masses of the Eastern Anatolia immediately after continental collision. The tensional tectonic regime appears to have persisted since at least Early Pliocene time and it still prevails as shown by sets of normal faults dissecting even the most recent parts of central volcanoes such as named Cin Mountain, NE Ardahan, Kısır and Akbaba mountains (west of the Lake Çıldır and east of it).

The lowering of the basins and uplifting of the highlands by the vertical tectonic movement resulted in the rejuvenation of the erosion and sedimentation occurrences. Thus, the stream flowing toward the basins were increased in steepness of gradient, and again carved deep valleys into the mountains. So, severe backward erosion prevailed and most of the Plio-quadernary lake basins were captured by the streams. The streams which were founded on the neogene deposits, carved their own valley as deep gorges; the terraces are produced at different level with lowering of the base level. During, Plio-quadernary time the neogene deposits which stand on the volcanic, ophiolite and pre-Neogene foundation, were partly exhumed or resurrected and thus the pre-Neogene basement such as volcanic masses were exposed and also some buried fault scarps were exposed in the vicinity of the depressions.

As a result, in the study area there are three plates or micropates, in the northern Black Sea or the North Anatolia plate, in the south Anatolian plate and in the northeastern, East Anatolia-Caspian plate.

GİRİŞ

Doğu Anadolu bölgesinin kuzeydoğu bölümünü oluşturan araştırma sahası, güneyde Erzurum-Pasinler-Horasan-Aras oluğu ile kuzeyde Doğu Karadeniz Dağları arasında kalan alanı kapsamaktadır. Bu saha, bölgenin bütün doğal özelliklerine bağlı olarak yükseltisinin fazlalığı ile dikkati çekmektedir. Çünkü bölge; şiddetli olarak, Alpin ve Post-Alpin hareketlere uğramış, bu hareketler sonucunda kabaca birbirine paralel şekilde uzanan tektonik kökenli dağ ve havzalar oluşmuştur. Bu sırada etkin olan volkanizma da, sahanın büyük bir kısmını kalın bir lav örtüsü ile kaplanmasını sağlamıştır.

Bu çalışmalar, Kuzeydoğu Anadolu'nun şekillenmesinde etkili olan tektonik olayların özellikleri ve evrimi, ana çizgileri ile incelenecektir.

MORFOLOJİK ÖZELLİKLER

Morfolojik özellikler yönünden Kuzeydoğu Anadolu bölgesi çoğunlukla güneybatı-kuzeydoğu yönünde uzanan dağ dizileri ile dar ve derin oluklar ve havzalara sahiptir. Bütün bu şekiller, aynı yönde ve birbirine paralel bir uzanış göstermektedir. (Şekil: 1) Başlıca dağ dizilerinin sıralanması,

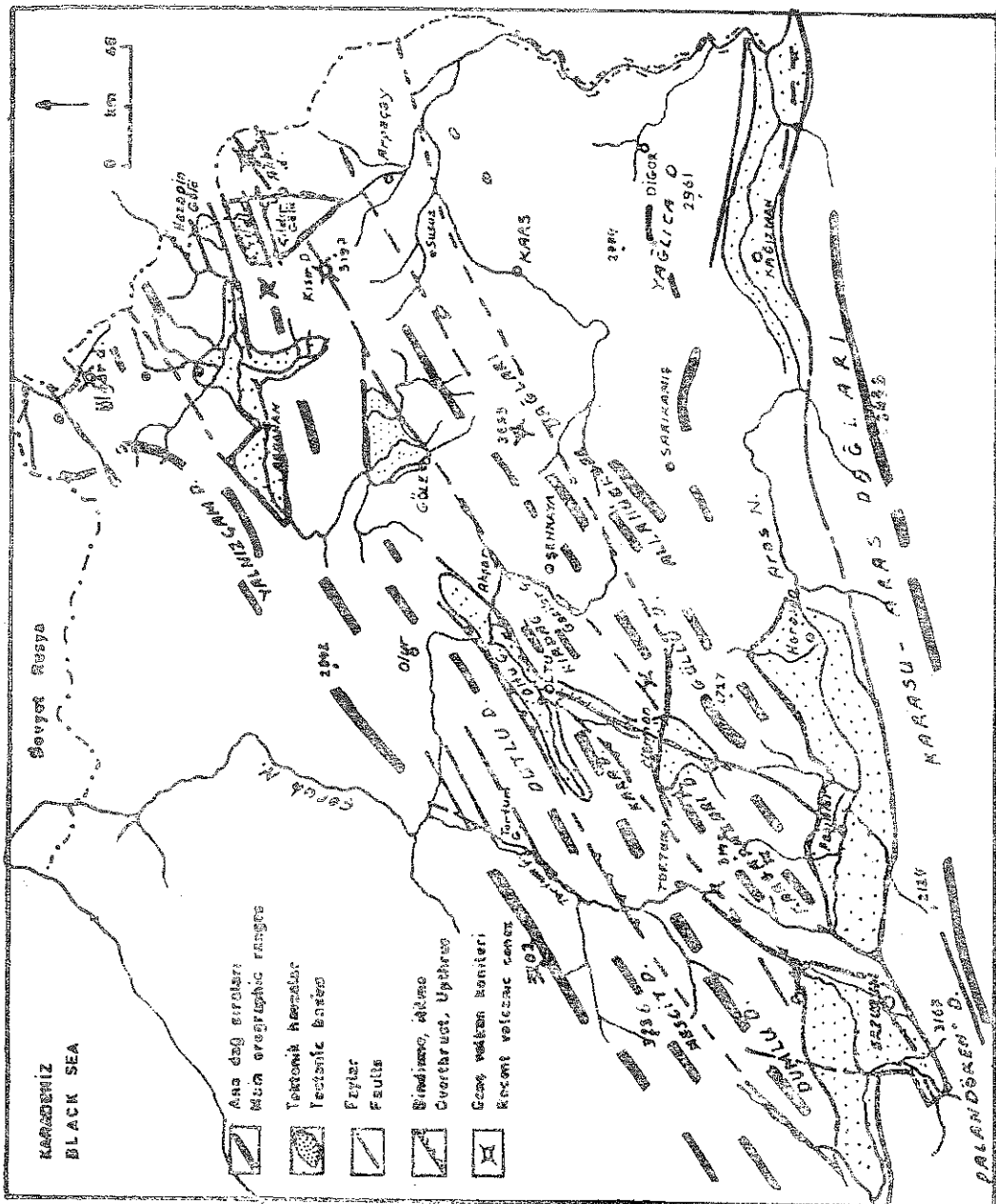
1. En kuzeyde; Gavurdağ, Mescit dağı (3239 m), Karadağ, Akdağ (3047 m), Dutlu dağı (2522 m), Yalnızçam dağları, Cındağı (2957 m), Gözedağı (3167 m) ve Ulgar dağının uzandığı, Gavur-Mescit-Akdağ ve Yalnızçam dağları dizisi,

2. Kargapazarı (Baldirkanlı T. 3045 m) dağları, Narman kuzeyinde Karadağ, Gökdağ (2980 m), Çatal dağı, Oltu doğusunda Kırdag (2823 m), Uğurlu dağı ve Keldağ (3033 m)ın sıralandığı, Kargapazarı-Kırdag-Keldağ dizisi,

3. Güllü dağı, Soğanlı dağı, Allahüekber dağları (Kabak T. 3055 m ve Allahüekber T. 3120 m), Kısır dağı (3197 m), Akbaba dağı (3026 m) gibi dağların sıralandığı Allahüekber dağları dizisi,

4. Karasu-Aras olduğu kuzeyinde Ballıdağ, Aladağ (3138 m) ve Yağlıca dağları (2961 m) dizisi,

5. En güneyde, Palandöken dağı (3167 m), Aşağıdağ (3275 m)'in yer aldığı Karasu-Aras dağları dizisi.



Səkil 1 — Araştırma sahəsinin morfotektonik xəritəsi.
 Figure 1 — The Morpho-tectonic map of the study area.

Yukarıda adı geçen bu dağ dizilerinin arasında tektonik kökenli havza ve oluklar nöbetleşe sıralanmalar gösterir. Örneğin; Dutlu dağı ile Kırdag arasında 1200-2000 m ler içinde uzanan Oltu havzası, Karadağ, Gökdağ ve Güllü dağ arasında 1600-2250 m sında 2000-2100 m lerde bulunan Göle ve 1800-2000 m lerde yer alan Ardahan havzaları, Kısır ve Akbaba dağları arasında Çıldır gölünün yerleştiği Çıldır depresyonu ve daha kuzeyde Çıldır ovası (2000 m) ile Aktaş (Hozapın) gölünün yer aldığı Aktaş havzası (1800-1900 m) bulunmaktadır. Bu havzalardan ayrı olarak güneyde, doğu-batı yönünde uzanan Karasu-Aras oluğu vardır. Bu oluk, Erzurum doğusunda 2000 m den başlar ve Iğdır ovasına doğru 900 m ye kadar iner, Erzurum havzası ise, 1800-200 m arasında yer almaktadır.

Öte yandan; dağ dizileri arasında geniş volkanik plato yüzeyleri parçalanmış olarak yer alır. Ortalama yükseltisi 2100-2200 m olan bu platolara genel bir adla "Erzurum-Kars yaylaları" denir.

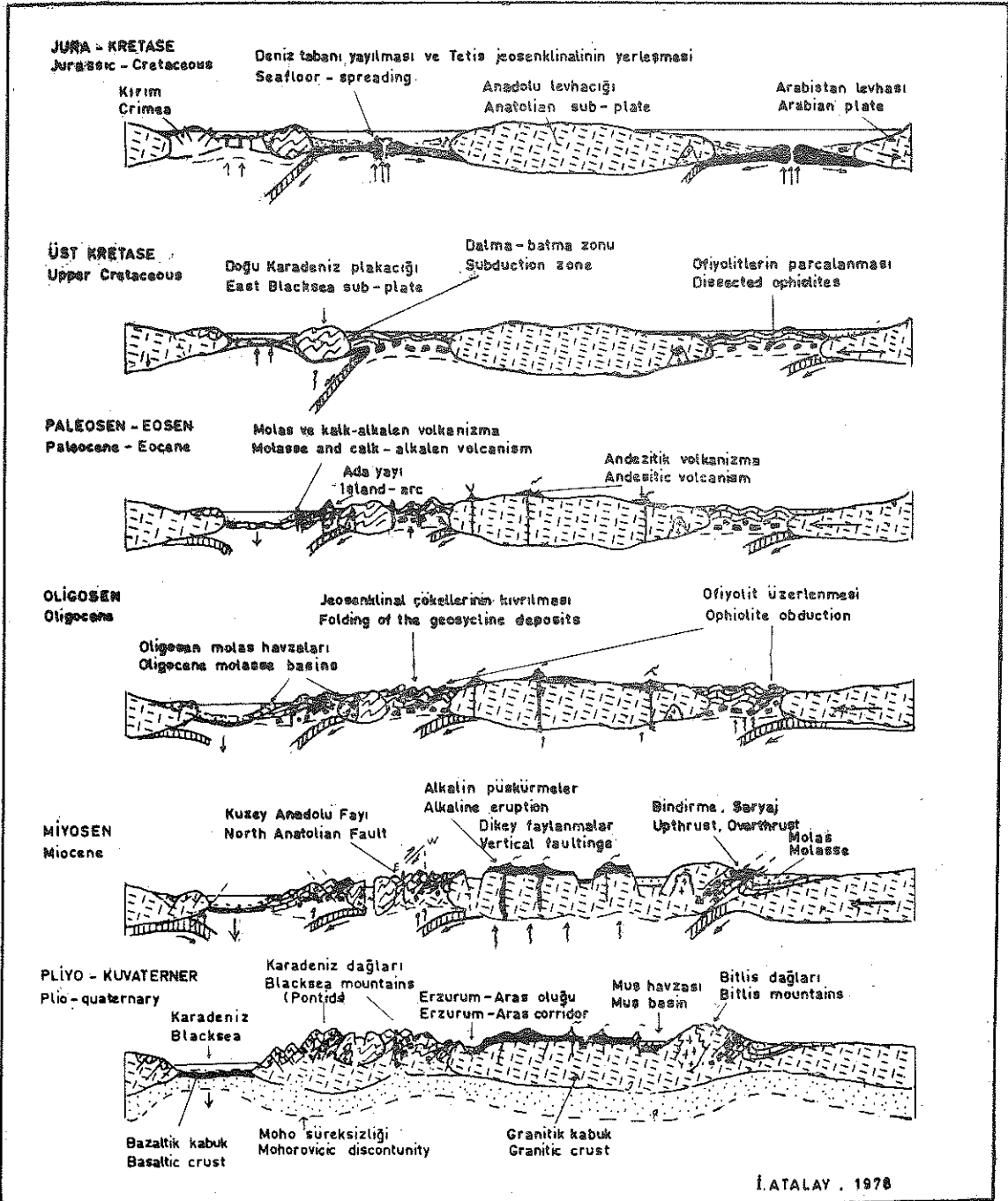
Bölgede bulunan ve her biri tektonik depresyon özelliğinde olan havzalarla dağlar arasında önemli yükselti farkları vardır. Örneğin; 1200 m civarındaki Oltu havzası, 2500 m yi aşan dağlarla çevrilidir.

İleride açıklanacağı gibi; genel olarak, bölgenin kuzeybatısında uzanan dağlar, orojenik hareketlerle oluşmuş bulunduğu halde, güney ve doğudaki dağlar volkanizma ve blok tektonizmanın eseridir.

Ana akarsu ağı da, çoğunlukla, yukarıda söz konusu edilen depresyonların içinde kurulmuştur. Sahanın NW'daki orojenik kuşaklar Oltu, Tortum v.b. çaylar tarafından dar ve derin olarak yarılmıştır. Nitekim, Tortum gölünün güneyinde, Tortum ve Oltu çayları, buradaki Mezozoyik formasyonlarını 1000-1500 m'nin üzerinde ve derin olarak yarmışlardır.

YAPISAL ÖZELLİKLER

Kuzeydoğu Anadolu'da Paleozoyik'ten günümüze kadar çeşitli jeolojik çağları karakterize eden değişik yapı, renk ve fasiyeste olan formasyonlar bulunmaktadır. Aşağıda, jeolojik yapıyı oluşturan bu formasyonların, eskiden yeniye doğru olmak üzere, litolojik özellikleri üzerinde ana çizgiler ile durulmuştur. (Şekil 2).



Şekil 2 — Plaka modellerine göre doğu Anadolu'nun jeolojik ve morfolojik evrim şeması.

Figure 2 — Plate models for geological and morphological evolution of the East Anatolia.

PALEOZOYİK:

Oltu havzasının kuzeyinde Dutlu Dağı ve Kırdag'ın kuzey kesimlerinde klorit şist, kuvarsit şist, mermer ve kuvarsitlerden oluşmuş Paleozoyik kütleler bulunmaktadır. Ayrıca, Göle'nin ortalama 8-10 km kuzeydoğusunda ve Göle depresyonunun kenarında genişçe bir kristalize kireçtaşı aflömanı vardır. (Şekil 2).

MESOZOYİK:

Bu zamana ait formasyonlar, bölgenin batı ve güneyindeki orojenik sistemlerde görülmekte olup, genellikle fliş fasiyesindedir.

Jura-Malm: Bu formasyon, bölgesinin batısındaki Doğu Karadeniz (Pontid) dağlarında eski formasyonlar üzerine uyumsuz olarak oturur; kumtaşı, konglomera, miltası ve beyazımsı kireçtaşından ibarettir. Bu tabakalarla arakatlı olarak volkanik elemanlara da rastlanır (Gattinger, 1955; Acar, 1975).

Alt Kretase: Sahanın batı kesimindeki orojenik silsile boyunca yaygındır; kireçtaşı, marn, konglomera, kumtaşı ve ince tabakalı killi ve milli seviyeler baskındır. Bunlara yer yer ofiyolit kütleleri karışmıştır.

Üst Kretase: Bölgede bu formasyona, özellikle Tortum'un kuzeyinde ve Oltu'nun güneybatısında rastlanılmaktadır. Temelde, çoğunlukla radiolarit, spilit, diabaz, serpantin, yastık lavlar ve daha az olarak tüfler bulunmaktadır. Ayrıca, bu saha içinde yarı kristalize kireçtaşı, mermer, silisli-marnlı şistler de görülmektedir.

Bölgenin, Narman kuzeyinde Karadağ ve Gökdağ'ın bulunduğu yerde konglomera, marn ve kumtaşları, altta bulunan ofiyolitik kütlelerin üzerini örtmektedir. Öteki kesimlerde ise, daha çok fliş fasiyesinde Üst Kretase arazileri yaygın durumdadır. Kuzeyde Doğu Karadeniz dağlarında Üst Kretase volkanik malzemeler ihtiva etmekte ve özellikle bazalt, andezit, spilit, tuf ve aglomeralar bulunmaktadır. Bu seri içerisinde ayrıca kireçtaşı, kumtaşı ve marnlar yer almaktadır (Gattinger, 1955; Acar, 1975).

Sonuç olarak; bölgedeki Üst Kretase, Doğu Karadeniz dağlarının bulunduğu kesimlerde daha çok volkaniktir, Güneyde ise flişler şeklindedir.

TERSİYER: Kuzeydoğu Anadolu'da Tersiyer çökelleri pek yaygın değildir. Bunlar, daha çok Mezozoyik sonu ve Tersiyer başlarından beri havza halinde bulunan sahalarda tortulanmışlardır.

Eosen: Bölgedeki Eosen, fliş ve volkanik olmak üzere iki ayrı fasiyes halindedir. Pontidler olarak bilinen Doğu Karadeniz dağlarında Eosen; andezit, dasit, bazalt lav ve tüfleri ile arakatlı durumda açık renkli marn ve kumtaşları halindedir. Anatolidler'de ise, daha çok fliş fasiyesindedir. Nitekim, Oltu havzasının güneyindeki Kırdag'ın kuzey eteklerinde ve Olur'un kuzeybatısında konglomera, kumtaşı ve marnlardan oluşan Eosen görülmektedir.

Oligosen: Araştırma bölgesinde Oligosen, Oltu ve Narman havzası ile Aras olduğunda Tuzluca ile Kağızman ve Karakurt arasında yaygındır (Baykal, 1951 a; Erentöz, 1955). Oltu-Narman havzasında bulunan Oligosen beş ana horizona ayrılmıştır. Bunlar üstten alta doğru; Jips horizonu, Üst Alacalı horizon, Aglomera horizonu, Alt Alacalı horizon ve Narbazalt horizonu'dur. (Nebert ve diğ., 1965). Bu horizonlardan sahada en yaygın olanı, başka bir deyişle en fazla aflorman veren horizon, Jips ve Alacalı horizonudur. Bunlardan, Jips horizonunda kalınlığı 5-10 cm yi bulan jips tabakaları bulunmaktadır. Alacalı horizon ise, sarımsı, mor, kırmızımsı ve yeşilimsi renkte marn, kumtaşı ve millerden ibarettir. Bütün horizonlarda tuz, jips ve kireç oranı yüksektir. Nitekim, 12 örnek üzerinde yapılan analizlerde jipsin %3-14,6, kirecin %7-37 oranında olduğu saptanmıştır (Atalay, 1978 c).

Sahanın güneyindeki Kağızman-Kötek arasında Aras koridoru boyunca yayılış gösteren Alacalı formasyon taban konglomerası ile başlar, üste doğru marnlı beyazımsı kireçtaşları gelir. Kireçtaşlarının alt seviyeleri açık kırmızımsı ve kirli beyaz renkte olup, içerisinde andezit blokları bulunur; üste doğru kırmızımsı ve alacalı renge dönüşür. Daha üstte kum, kil, kumtaşı ve konglomera ardalanması başlar. Bu seviyeler de sarımsı ve kırmızımsı renklidir (Erentöz, 1965, 1974).

Neojen: Araştırma sahasında Neojen, volkanik ve sedimanter olmak üzere iki değişik fasiyes halinde görünmektedir. Volkanik Neojen, Kuzeydoğu Anadolu'daki bütün depresyon alanları ve çevresinde yaygındır. Bu formasyon aglomera, tuf, bazalt-andezit bileşimindeki tabakalarla birlikte kumtaşı, konglomera ve marnların ardalanmalı olarak sıralanmasından meydana gelmiştir. Ayrıca, Horasan ile Erzurum havzasının batısında Üst Miyosen'e ait kumlu, killi marnlı çökeller bulunmaktadır. Narman havzasının gü-

neyinde yataya yakın tabakalaşma gösteren kırmızımsı kumtaşı, konglomera ve mil taşlarından ibaret Neojen yaygındır (Atalay, 1978c).

Volkanik Neojen formasyonunun üzerinde, çok yerde örtü şeklinde kumtaşı, marn, kil ve millerden oluşan çökeller bulunmaktadır. Bunlar, daha çok Pliyosen ve hattâ Pliyo-kuvaterner olarak ayırt edilmektedir (Erentöz, 1955, Atalay, 1978 a).

VOLKANİKLER:

Araştırma bölgesinin doğu ve kuzeydoğu kesimleri, genel olarak volkanik malzeme ile kaplanmış bulunmaktadır. İleride belirtileceği gibi; bu bölgedeki volkanizma olayları Eosen'de başlamış ve aralıklarla Pleistosen'e ve hatta Holosen'e kadar sürmüştür. Örneğin; sahanın batısında bulunan Dumlu, Palandöken ve Mes-cit dağlarında temelde Alt Tersiyer başlarına ait trakit, andezit bileşiminde volkanikler yer almaktadır. Bu volkaniklerin üstünde ise, uyumsuz olarak gelen daha çok bazaltlardan ibaret örtü lavları vardır (Lahn, 1945; Atalay, 1978 a). Oltu havzasının batısındaki volkano-sedimanter formasyonlar Oligosen çökellerinin üzerine uyumsuz olarak gelmekte ve en üstte ise bazaltlar bulunmaktadır. Sahanın kuzeydoğusundaki Yalnızçam dağlarında, bazaltlar Üst Kretase volkanik arakatkılı flişlerinin üzerine gelmektedir. Şenkaya ve daha güneydeki ofiyolit kompleksleri üzerine bazaltlar uyumsuz olarak yerleşmiştir.

Öte yandan; Doğu Karadeniz dağlarındaki Kretase ve Eosen çökelleri ile Oltu-Narman havzasındaki Oligosen çökellerinin alt seviyelerinde arakatkılı andezit-bazalt bileşiminde volkanikler yaygındır. Genel olarak Alt Tersiyer'e ait olan volkanikler kalk-alkalen, Üst Neojen ve Kuvaterner volkanikleri de alkalen özelliktedir (Inconetti ve diğ., 1976; Ketin, 1961, Lambert ve diğ., 1976; Percerillo ve diğ., 1976; Sanver, 1968; Sestini ve diğ., 1968; Nebert ve diğ., 1965; Tokel, 1977; Sür, 1964).

OFİYOLİTLER:

Bölgenin Aras oluşu güneyinde ve batıda Kırdag'ın doğu kısmi ile Karadağ çevresinde ve Narman'ın güneyinde gabro, serpan-tin, peridotit ve radiolaritlerden oluşan, arakatkılı halde mermer

ve kristalize kireçtaşı içeren ofiyolitler bulunmaktadır. Bunların üzerine üst Kretase flišleri gelir ve bu flišlerde de bol miktarda ofiyolit parçaları bulunur. Bu duruma göre; bölgedeki ofiyolitler ya da yeşil kayalar kompleksi Kretase oluşuğu halindedir (Gattinger, 1955; Atalay, 1978 c).

Granitler: Araştırma bölgesi içinde Narman Karadağ, Oltu havzasında Günlüce köyü kuzeyi, Oltu vadisi boyunca Eğrikilise civarında granit, aplit, biyotit granit intrüzyonları vardır (Gattinger, 1955; Nebert ve diğ., 1965).

TEKTONİK VE DEPREM ÖZELLİKLERİ

Kuzeydoğu Anadolu'nun, genel olarak kuzeybatı kesimi Kretase'den Miyosen'e kadar süren sıkışma (kompresyon) hareketlerine uğramış; doğu kesimi ise, faylanma ve volkanizma ile sonuçlanan gerilme tektonizması veya dikey hareketler geçirmiştir. Sıkışma hareketleri orojenik kuşakların oluşmasına, şaryaj ve bindirmelere yol açmıştır. Nitekim, özellikle Miyosen'den itibaren Doğu Anadolu temelindeki sert kütlelerin varlığına bağlı olarak faylarla parçalanmış, bloklar halinde çökmüş ve yükselmiştir. Özellikle Pliyosen'den itibaren de faylı epirojenik hareketler ön plâna geçmiştir.

Aşağıda, tektonik hareketlerin neden olduğu havzalar ile faylar ve bindirmelerden söz edilecektir.

1. **Tektonik kökenli havzalar:** Bölge içinde tektonik kökenli oluk ve havzalar şunlardır: Erzurum-Aras oluşuğu, Oltu, Narman, Göle, Ardahan, Çıldır ve Hozapın havzaları. Bu tektonik kökenli havzaların çoğu normal faylanma, yani tansiyonal faylanmalar sonucunda çöken blokların üzerinde yer almaktadır. Bütün bu havzalarda bulunan çökellerin yaşı, örneğin Narman-Oltu havzasında Oligosen, Erzurum-Aras oluşuğunda Oligosen, Miyosen ve Pliyo-Kuvaterner'dir. Şu halde; bölgede faylanmalara yol açan tektonizma, Oligosen başında başlamış ve daha sonra Miyosen, Pliyosen ve hatta Kuvaterner'de de sürmüştür. Böylece, birkaç kez yinelenen dikey faylanmalar derin graben şeklindeki havzaların oluşmasında önemli rol oynamıştır. Örneğin; Erzurum havzası, Miyosen, Pliyosen ve Kuvaterner'de olmak üzere en az üç kez çökmüştür (Atalay, 1978 a).

Yukarıda söz konusu edilen tektonik havzaların dışında, Tersiyer'de meydana gelmiş dislokasyon hatları ya da ezik zonlar da vardır. Bunların başlıcaları; güneybatıda Serçeme çayının geçtiği zon ile Tortum-Tortum gölü zonu ve Oltu-Narman zonedur. (Şekil 2).

2. **Bindirme zonları:** Araştırma sahası içinde kuzeydoğu-güneybatı yönünde uzanan üç önemli bindirme zonu bulunmaktadır. Bunlar şunlardır:

a) Narman kuzeybatısında Karadağ-Gökdağ bindirme zonu: Burada bulunan ofiyolit ve Kretase flişleri güneydeki Oligosen jipsli çökelleri üzerine abanmışlar, fakat önemli ölçüde sürüklenmemişlerdir (Foto 1)

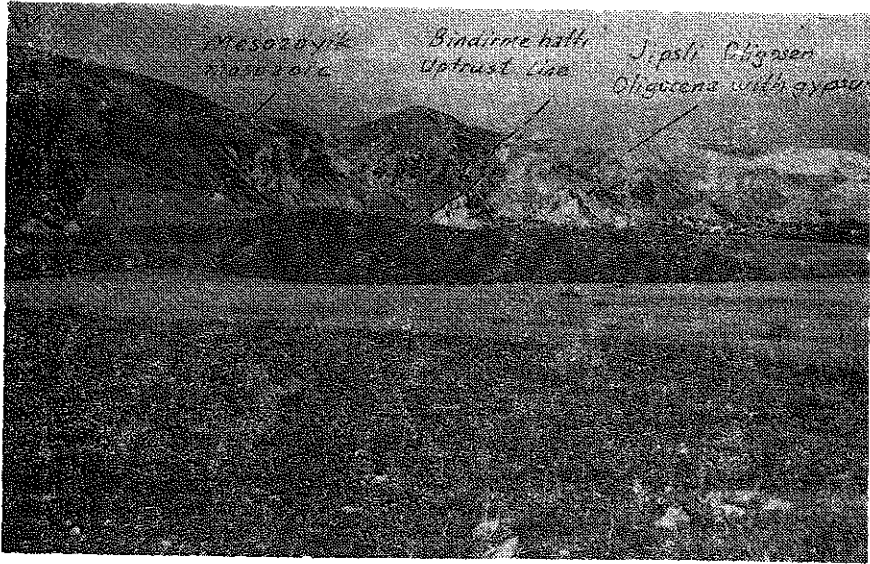


Foto 1 — Narman kuzeyinde Mesozoyik küttlesinin, Oligosen jipsli çökelleri üzerine doğru bindirme hali görülmüyor.

Photo 1 — The Mesozoic formation was upthrust over the Oligocene deposits with gypsum, the north of Narman Town.

b) Oltu havzasının batısında kuzeydoğu-güneybatı yönünde uzanan, fakat daha batıda Gavur dağı ve Serçeme dislokasyon hatından başlayan, Tortum kuzeyinden doğuya doğru yönelen ve Balkaya yakınına kadar ulaşan fay, bindirme ve şaryaj hattı: Bu hattın Oltu havzası kuzeyinde Şendurak köyünden havzanın sonuna

kadar devam eden kesimi en belirgin bindirme-şaryaj hattı olup burada Paleozoyik ve Mezozoyik kütleleri Oltu havzasındaki Oligosen çökelleri üzerine abanmış ve güneydoğuya doğru kilometrelerce itilmişlerdir (Foto 3). Örneğin, doğudaki Başkut tepe (1426 m) kristalize kireçtaşlarından ibaret olup altta bulunan Oligosen çökelleri üzerinde oturmaktadır. Burada itilmenin uzaklığı 4 km den fazladır. Aynı zamanda söz konusu tepe örnek bir klip'tir. Öte yandan; Tortum'un 6 km kadar kuzeyinde ise, Alt Kretase, Üst Kretase üzerine abanmış, Alt Kretase de Eosen üzerine şariye olmuştur (Acar, 1975).

c) Oltu havzası doğusunda Kır dağların batı kesimi bindirme zonu: Burada Paleozoyik ve Eosen kütleleri batıdaki Oligosen çökelleri üzerine itilmiştir. (Foto 2) Hatta serpantinler Kırdag Paleozoyik kütlesi üzerine abanmıştır.

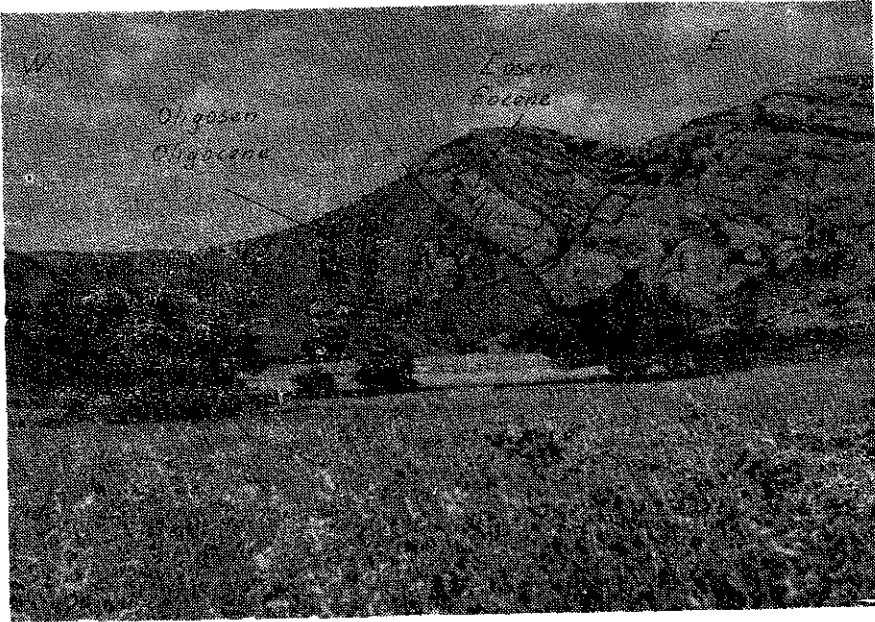


Foto 2 — Oltu havzasının doğusunda Çişneli köyünün hemen kuzeyinde Eosen flyşlerinin altta bulunan Oligosen çökelleri üzerine abanmış hali görülüyor.

Photo 2 — The Eocene flysch formation was upthrust over the Oligocene formation, on the north of Vişneli village, the eastern part of the Oltu basin.

3. **Faylar:** Daha önce söz konusu edilen tektonik havzaların dışında, genellikle bölgenin yapısal doğrultusuna paralel ve yarı-paralel şekilde uzanan, ve bazı kesimlerde yapısal sistemleri dikine kesen faylar bulunmaktadır. Bunların en önemlileri şunlardır: Erzurum, Pasinler, Göle, Ardahan depresyonları ile Çıldır ve Hoza-pın (Aktaş) göllerinin kenarlarını sınırlayan faylar ve Tortum gö-lü ve vadisinin batı kesiminde kuzeydoğu-güneybatı yönünde uza-nan, doğudaki volkanik kütleleri de aynı yönde kesen faylar. Bun-lar dışında, kısa uzaklıklarda yer ve yön değiştiren çok sayıda fay-lar bulunmaktadır. Bu fayların bir kısmı, eski derin fayların genç-leşmesi ve yeni fayların oluşması şeklindedir. Yaşlarına gelince; daha önce belirtildiği gibi, faylanma hareketleri Oligosen'de baş-lamış ve daha çok, Miyosen, Pliyosende etkili olmuş ve Kuvater-ner'de de yer yer sürmüştür. Fayların bir bölümü, özellikle dep-resyonları sınırlayan faylar tektonik hareketlerle birkaç kez genç-leşmişlerdir. Bütün hareketler sırasında da yeni fay sistemleri meydana gelmiştir. Örnek verilecek olursa; Erzurum havzası, Mi-yosen, Pliyosen ve Kuvaterner'de faylanarak çökmüş, Kuvater-ner'deki faylanma sırasında Dreissensia'lı depolar ve volkanik ara-ziler kesilmiştir.

Depremlere gelince; tektonik hareketlerle fazla parçalanmış olması yüzünden bölge, deprem bakımından oldukça aktiftir. Ni-tekim, milâttan sonra X. yüzyıldan günümüze kadar meydana gel-miş çeşitli şiddetteki depremler bu durumu kanıtlamaktadır. Örneğin; M.S. 995, 1002/3, 1104, 1151, 1605, 1707, 1868, 1869, 1940 da Kars ve yakın çevresinde, 1131 Ani ve Digor'da, 1319, 1605 de Ani'de 1840 da Ağrı ve Kağızman'da 1903, 1925, 1940 da Ardahan'da, 1040, 1045, 1268, 1458, 1482, 1584, 1659, 1766, 1804, 1840, 1850, 1852, 1859, 1861, 1866, 1868, 1886, 1887, 1901, 1906, 1912, 1924, 1928, 1937, 1941, 1943, 1947, 1948, 1950, 1952, 1964 de Erzurum-Aras oluğu boyunca meydana gelmiş ve kayıtlara geçmiş şiddetli depremlerin ancak bir kısmını oluşturmaktadır. Bu depremlerden 1268 de Erzurum-Erzincan depreminde 15000, 1482 de 30.000 insan ölmüş, XVI. yüzyılda Ermeni krallığının başkenti olan Ani, mey-dana gelen depremde binaları bir daha kullanılmayacak derecede yıkılmıştır (Ergin ve diğ., 1966, İlhan, 1971). Bu konudaki veriler; Kuzeydoğu Anadolu'nun güney yarısının I. Derece Deprem bölgesi, kuzey yarısının da II. Derece Deprem bölgesi içinde kaldığını gös-termektedir. Bölgede, daha çok sığ odaklı depremlerin etkisi görül-müş, ancak 50 km den daha derin odaklı depremler de meydana gelmiştir (Ergin, 1965; Ergin ve diğ., 1966; Ataman ve diğ., 1975).

JEOTEKTONİK-JEOMORFOLOJİK EVRİM

Bölgenin, morfolojik, jeolojik ve tektonik durumunu ve özelliklerini ana çizgileri ile gözden geçirdikten sonra, Paleozoyik'ten günümüze kadar geçirmiş olduğu jeotektonik-jeomorfolojik evrim ele alınacaktır.

1 — PALEOZOYİK

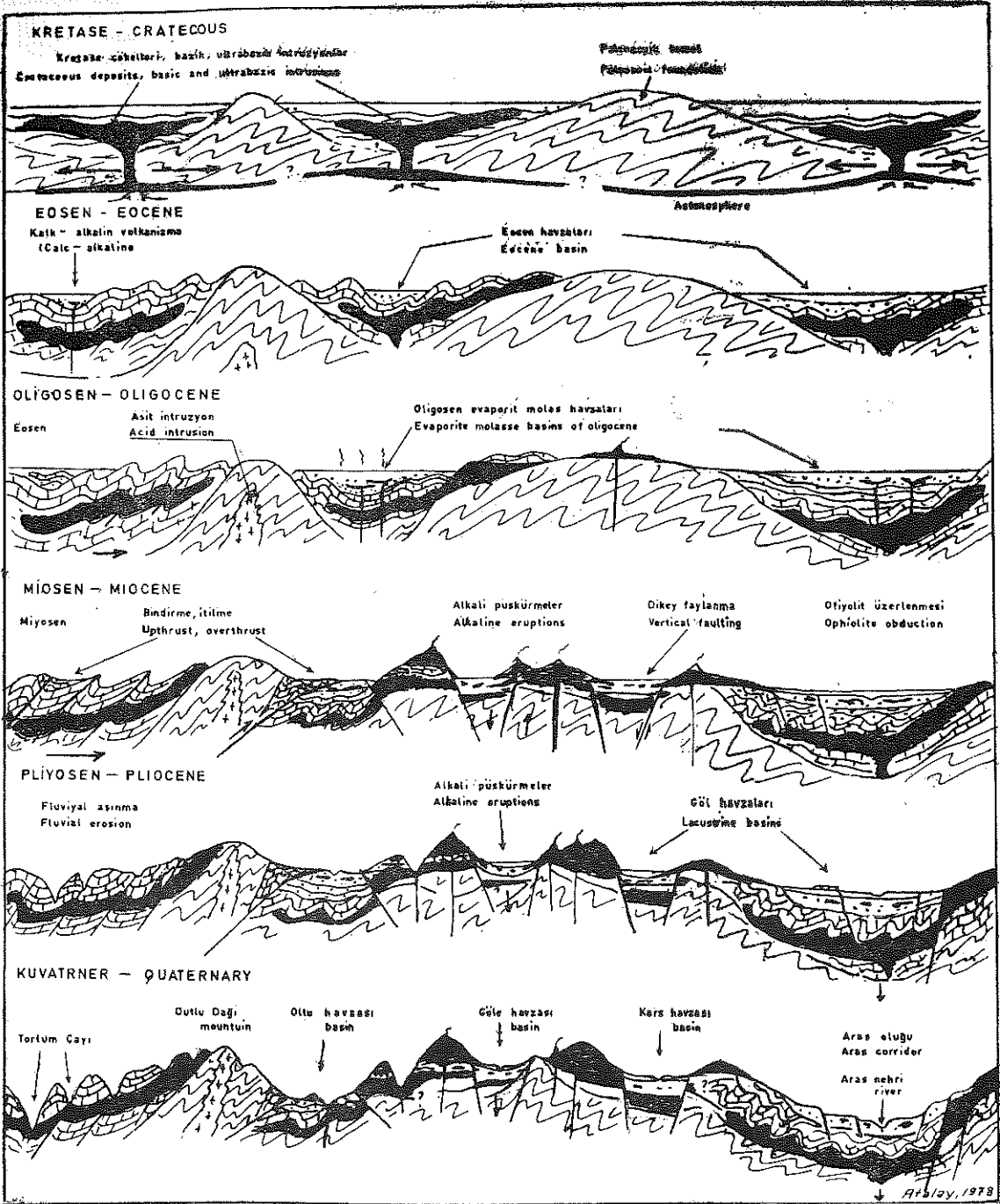
Artvin güneyinde, Oltu kuzeybatısında ve Göle kuzeydoğusunda metamorfik ve kristalen eski temel strüktürlerinin bulunması, bu bölgede Paleozoyik'te oluşmuş bir kütlelenin varlığını kanıtlamaktadır. Ancak, bu kütlelenin özelliği ve yayılış alanı hakkında kesin bir şey söylemek, şimdilik mümkün değildir.

2 — MESOZOYİK

Araştırma sahası, özellikle Mezozoyik başlarından itibaren Anadolu'nun bütün kuzey kesimleri ile birlikte Tetis denizi tarafından işgal edilmiştir. Bu zamanda, önce Jura-Malm çökellerinin litolojik özelliklerinden anlaşılacağı gibi, Pontidlerin, yani Doğu Karadeniz dağlarının bulunduğu kısımlar transgresyona uğramış ve denizel havzalarda kireçtaşları meydana gelmiştir. Batıda, Tortum çevresinde volkanik arakatlı fliş, marn, kumtaşı ve tekrar volkanik aratabakalı fliş serileri alttan üste doğru sıralanmış durumdadır (Acar, 1975). Bu şekildeki litolojik sıralanma, sedimantasyon koşullarının çok değişmeğe uğradığını ve deniz tabanının hareketli olduğunu göstermektedir.

Kretase başlarından itibaren kuzeyde ve batıda hareketli, güneyde ise daha sakin tortulanma koşulları hüküm sürdüğü anlaşılmaktadır. Nitekim, Doğu Karadeniz dağlarının kuzey ve doğu kısımlarında jeosenkinalde daralmaya bağlı olarak bir yandan kıvrılmalar ve deniz yüzeyinde jeantiklinaller belirirken, bir yandan da denizaltı erüpsiyonları önem kazanmış ve böylece Üst Krease tortulları ile arakatlı olarak andezitik, bazaltik lav, tüf ve aglomeralar oluşmuştur (Şekil 3-4).

Daha güneyde, yani Anadolidler'e dahil edilen yerlerde ise, jeosenkinal alanının derinleşme ve sığlaşma dönemleri birbirini



Şekil 3 — Araştırma sahasının morfolojik ve jeolojik evrimi şeması.

Figure 3 — The evolution scheme of the morphological and geological of the study area.

izlemiştir. Gerçekten, kireçtaşı, marn ve fliş oluşukları bu durumu doğrulamaktadır.

Öte yandan, Kretase'den itibaren denizaltı volkanizmasının yaygınlaştığı görülmektedir. Nitekim; Erzurum-Aras oluşunun özellikle güneyinde ve Karadağ, Kırdag ve Şenkaya güneyindeki Gaziler çayı havzasında bulunan ofiyolit kütleleri (serpantin, peridotit, radiolarit) ve bu kütlelerin arasında bulunan kireçtaşları, bu dönemdeki jeosenklinal tabanının hareketli olduğunu ve özellikle litosferik kütlelerin (Paleozoyik) ayrılması sonucunda ultrabazik magmanın jeosenklinallere yayıldığını belli etmektedir. Şu halde; Kretase'de jeosenklinal alanları sâkin olmamış, volkanizma önemli bir yer tutmuş, kıvrılmalar ve sıkışmalar sonucunda oluşan ön çukurlarda ve jeantiklinal kenarlarında flişler meydana gelmiştir. Ancak, bu dönem sırasında güneyde Erzurum-Aras oluşu ile batıda Pontid ve Anatolidler'de uzanan denizin doğuya doğru ne kadar yayıldığı bilinmemektedir. Bununla birlikte, bölgenin doğusunda kratonal bir kütleinin bulunduğu ve bu kütleinin yer yer o zamanki denizlere doğru çıkıntılar halinde uzandığı belli olmaktadır (Şekil 3 ve 4).

Genel olarak belirtmek gerekirse, Pontidler'de Orta Liyasik yaştaki detritik ve volkano-detritik çökeller, zemini oluşturan Triyas ve allokton üniteleri üzerine farklı seriler halinde uyumsuz olarak gelmektedir. Yine Pontidler'de Liyasın sonunda, yeni tektonik hareketlerden sonra, Dogger ve Malm, Paleozoyik'e kadar olan daha yaşlı kütleler üzerine transgressif olarak gelmektedir. Dogger-Malm fasiyesi, kireçtaşlarından detritik ve/veya fliş depolarına kadar değişmektedir. Bu sahada önemli magmatik faaliyetler, özellikle Pontidler'in doğu kısımlarında ve küçük Kafkaslar'da Liyas'tan Üst Jura'ya kadar sürmüştür (Letouzey ve diğ., 1976).

Pontidler'in kuzey kesimlerinde sedimantasyon önemli bir kesilme göstermeksizin Malm'dan Eosen'e kadar sürmüştür. Buna karşılık, Pontidler'in güney kesimlerinde Üst ve Alt Kretase arasında uyumsuzluğun olduğu saptanmıştır.

Üst Kretase döneminde Pontidler'in bulunduğu sahada bir yandan flişler oluşurken öte yandan volkanik faaliyetler gelişmiştir. Volkanizma, esas itibariyle Campano-Meastrichtian'dır; fakat bütün sahada ne fliş ne de magmatizmanın başlaması hakkında uygunluk ya da benzerlik bulunmamaktadır. Volkanik aktivite Eosen sonuna kadar sürmüştür. Bu volkanizma kompleks olmakla birlikte, "andezitik volkanizma" olarak tanımlanmaktadır. Farklı şekil-

de olan volkanik aflörmanlar flişlerle birlikte olup akıntı, pillow'lar, tuf, aglomera, konglomera ve tüflü kumtaşları halindedir (Hajdvtov ve diğ., 1974). Bütün bu sahada plütonizma ise, granit-monzonit görünümü şeklindedir. Bütün bu veriler, özellikle Tetis'in kuzeyi ve Avrupa kratonunun güney linear zonu boyunca Üst Kretase'de kapanması sırasında bu kenarın kompleks-aktif kenarını oluşturduğunu göstermektedir. Kretase sonunda Tetis'in kapanması ile Kuzey Anadolu dağlarının güneyinden Anadolu kütlesi üzerine, daha çok güneye doğru itilen ofiyolitik kütleleri yer yer kayma göstermişlerdir. Bu olay, kontinental çökmenin başlaması ve Tetis okyanusunun sonunu işaret etmektedir (Biju-Duval ve diğ., 1974, 1977, 1977). Ofiyolitik zonun kuzeyi şiddetli kıvrılma veya deformasyonla şekillenmiş ve volkanizma çökme olayından sonra da sürmüştür (Şekil 3 ve 4).

3 — TERSİYER

Bu devrede, Alpin ve post Alpin tektonik hareketler etkili olmuş; kuzeybatı ve güneydeki jeosenklinaller sıkışmaya uğramış, şiddetli kıvrılma ve itilmeler olmuştur. Denizler orojenik kuşakların kenarlarına ve yer yer iç kısımlardaki çukurluklara çekilmiştir. Kuzeydoğu Anadolu'nun sert kütleleri faylarla parçalanmış, bloklar halinde alçalmış ve yükselmiş, volkanizma faaliyetleri ön plana geçmiştir.

EOSEN

Kretase sonunda kuzeyde Pontidler önemli ölçüde yükselmişler ve Eosen denizi güneye ve kuzeye doğru çekilmiştir. Eosen denizi buradaki çukur sahalara ve tektonik küvetlere yerleşmiştir. Bu denizel havzalarda, genel olarak fliş içeren klastik sedimantasyon hüküm sürmüştür. Bu dönemde de tektonik hareketler devam etmiştir. Nitekim, iç kısımlarda kuzeye doğru bindirmelerin meydana geldiği söylenebilir. Yine bu dönemde araştırma sahasının büyük bir bölümü kara haline geçmiştir.

Öte yandan, Eosen yerüstü ve yeraltı volkanizması bakımından etkin bir dönem olmuştur. Doğudaki volkanik kökenli dağların oluşumunda bu dönem volkanizması önemli rol oynamış ve daha çok andezitik tipte erüpsiyonlar meydana gelmiştir. Bölgede görülen granit intrüzyonları da, esas itibarıyla bu dönemde oluşmuştur (Şekil 3 ve 4).

OLİGOSEN

Bu dönemde vukubulan tektonik hareketlerle Doğu Karadeniz dağları kabaca bugünkü durumunu almış, Anatolidler bölgesindeki tektonik davzalar Oligosen göl ve denizleri tarafından dolmuştur. Karadeniz çanağı da bu dönemde çökmeye başlamıştır. Böylece, Oligosen'den beri Pontidler, Akdeniz ile Karadeniz havzalarının arasındaki bağlantıyı kesmiş olmaktadır.

Araştırma sahasının kuzeyde Oltu-Olur havzası, güneyde Aras oluğu derin göller tarafından işgâl edilmiş ve yüksek sahalardan taşınan malzemeler bu havzalarda çökelmişlerdir. Bu dönemde iklimin kurak ve sıcak olması buharlaşmayı arttırmış ve sonuçta bugün Oligosen arazilerinde görülen tuzlu-jipsli çökeller ve alacalı horizonlar, özellikle kırmızımsı depolar meydana gelmiştir. Oligosen, volkanizma yönünden de aktiftir. Örneğin; Oltu-Narman havzasında Oligosen çökelleri arasında bulunan bazalt, tüf, aglomera ve andezitler volkanizmayı kanıtlamaktadır. Aynı havzada, Narbazalt horizonu olarak adlandırılan volkanik seri temelde yaygındır (Nebert ve diğ., 1965).

NEOJEN (MİYOSEN-PLİYOSEN)

Neojen, araştırma sahasında, genel olarak bir aşınma, birikme ve volkanizma dönemi olmuştur. Bölgenin çukur sahaları, bu dönemde daha çok göller tarafından işgâl edilmiştir. Aras-Erzurum oluğu, Narman güneyi ve Arpaçay havzası bu göl havzalarının başlıcalarıdır. Yine bu dönemde, bölgenin kratonal kütlelerinde volkanik faaliyetler başlamış ve volkanlardan çıkan lavlar akmış, piroklastik malzemelerle Neojen havzalarına yer yer yığılmışlardır. Bugün Kars, Sarıkamış, Ardahan, Göle havzalarında ve Şenkaya bölgesinde tortullarla aratabakalı bazalt, aglomera ve tüfler bu durumu kanıtlamaktadır.

O halde, bu dönem, kesin bir yaş verilmemekle birlikte, tektonik ve volkanizma yönünden aktif olmuş ve bu olaylar bölgenin şekillenmesinde önemli rol oynamıştır. Nitekim Oltu-Olur çevresinde bindirme ve şariyaj olayları meydana gelmiş, Oligosen formasyonu üzerine Paleozoyik-Mezozoyik kütleleri itilmiştir. (Foto 1, 2 ve 3). Daha doğuda ise, özellikle sert kütleler üzerinde gerilmeler, faylanmalara yol açmış ve şimdiki Ardahan, Göle ve Kars havzaları oluşmuş, bu havzalar göller tarafından işgâl edilmiş ve

yarıklardan çıkan lavlar ve piroklastik maddeler yer yer göllere dolmuştur. Bugün sıralar halinde uzanan veya tek olarak bulunan Kargapazarı, Dumlu, Mescit, Allahüekber, Kısır dağı, Akbaba dağı gibi kütleler üzerine büyük ölçüde volkanik malzeme birikmiştir.

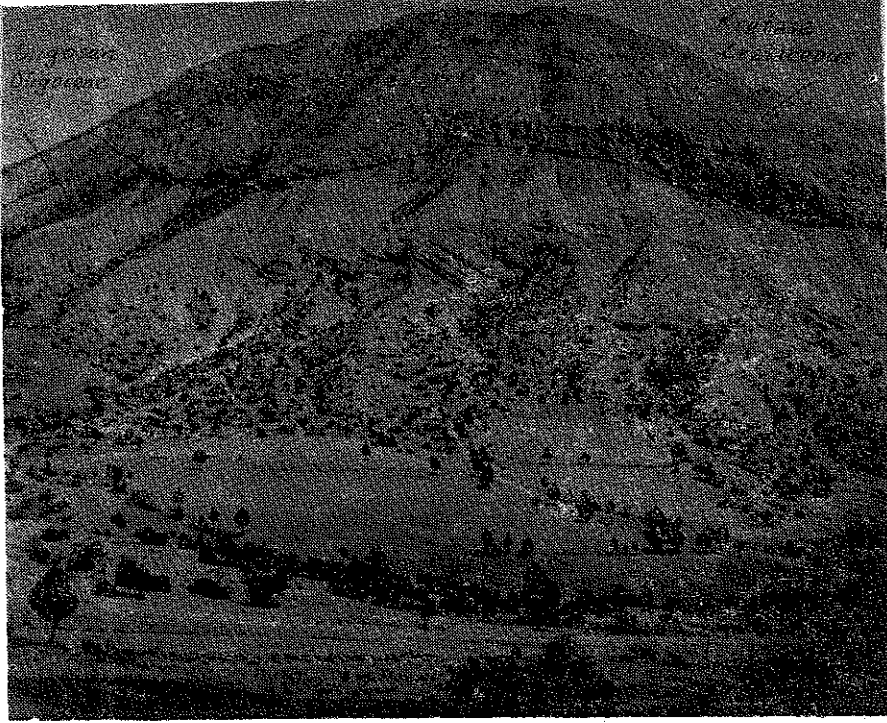


Foto 3 — Bir tipik klip: Oltu havzasında Günlüce köyünün hemen doğusunda alta Oligosen çökelleri, üstte ise Kretase kireçtaşları bulunmaktadır.

Photo 3 — A typically klippe: The oligocene deposits occur in the lower part of the hill, and Cretaceous limestones lie on it, on the eastern of Günlüce village, the northern part of the Oltu basin.

Sonuç olarak, Neojen'den itibaren Doğu Anadolu'nun sert kütlelerinde gerileme olayları etkin duruma geçmiş ve kütlede parçalanmalar olmuştur. Bu suretle de, bölgede yaygın olan ve eski volkanik kütlelerinin üzerini yer yer plato bazaltları halinde örten alkan ve/veya bazaltik erüpsiyonlar başlamıştır (Şekil 4).

Ancak, yeri gelmişken hemen belirtelim ki, Anadolu'da volkanlar daha çok kalk-alkalen karakterde başlamıştır. Bunun ana nedeninin, kıtasal bir ortam içerisinde bulunmaları ve volkanikleri türeten magmaya "silisli" malzemenin katılması ile ilgili olduğu söylenebilir. Doğu Anadolu'da kalk-alkalen volkanizmanın çıkış devresi Orta ve Batı Anadolu'ya göre, daha gençtir. Bu durum, Doğu Anadolu'nun tektonik bakımdan daha karmaşık olduğunu göstermektedir. Nitekim; eldeki tektonik ve volkanik veriler, araştırma sahasında Üst Miyosen sonuna kadar sıkışma olaylarının sürdüğünü ve yitme ya da sıkışma sonucunda büyük hacimlere ulaşan kalk-alkalen andezitler oluştuğunu göstermektedir. Fakat bölgenin, özellikle doğusunda Miyosenden itibaren gerilme tektoniği hâkim olmuş, bu kez kabaca kuzey-güney yönünde, kuzeydoğuda daha çok kuzeybatı güneydoğu yönünde oluşan gerilme,, kuzeydoğu-güneybatı yönünde riftleşmeye, yani yarılmaya neden olmuş ve Neojen göl havzalarının oluşumunu sağlamıştır. Gerilme sonucu oluşan yarıklardan çıkan volkanitler ise, alkali olivin bazalt topluluğudur.

Günümüzdeki akarsu ağı da, esas itibariyle Neojen'de kurulmuş ve gelişmeğe başlamıştır. Nitekim, Oligosen'de beliren ve Miyosen'den itibaren gelişen tektonik kökenli havzalara doğru çevredeki yüksek sahalardan konsekant akarsular yönelmişlerdir. Bu akarsular, o zamanki havzaların seviyesine göre yüksek sahaları şiddetli olarak aşındırmışlardır. Bu dönemde aşınma, taşıma ve bağlı olarak havzalardaki birikme olaylarının şiddetli olduğu anlaşılmaktadır. Nitekim, volkano-sedimanter serilerdeki sedimanter tabakalarda bulunan iri kaya blokları ve çakıllar bu durumu kanıtlamaktadır. Havzaların kenarlarını sınırlayan fay diklikleri, genellikle akarsular tarafından parçalanmıştır.

Öte yandan, Neojen'de kurulan akarsu ağının bir kısmı, daha sonra zayıf direnç zonları olan fay hatlarına yerleşmiştir. Örneğin; Tortum çayı, Tortum gölü yönünde uzanan ezik zona, Narman çayı ve ana kolları da kuzey-güney ve doğubatu yönündeki fay zonlarına uymuşlardır. Yine bu dönemde aslı eğime uygun kurulan akarsular, epirojenik hareketle yükselen sahalarını yarmışlardır. Örneğin; güneyde Oltu havzasından batıya doğru yönelen Oltu çayı, buradaki orojenik silsileyi dar ve derin olarak yarmış ve antesedant bir yarma vadi (boğaz) açmıştır. Aynı şekilde; Kura nehri de, özellikle doğuda yükselmeğe uğrayan volkanik kütleleri yarmıştır (Foto 5). Bu arada Neojen depoları üzerine kurulan akarsular da yataklarını kazmışlar ve epirojenik yükselme hareketinin etkili olduğu yerlerde gömülerek örtü tabakalarının altındaki temele saplanmaya doğru yönelmişlerdir.

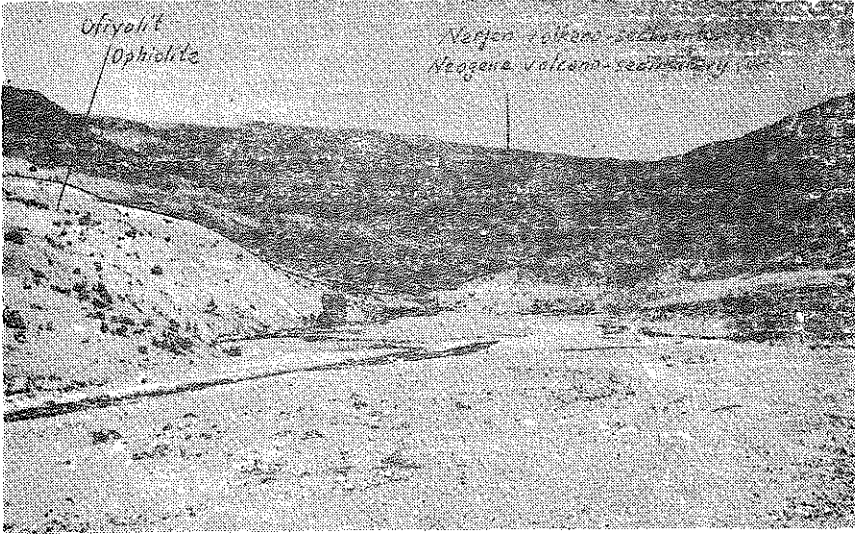


Foto 4 — Şenkaya kasabasının batısında Gaziler çayı vadisinde temelde ofiyolitler ve üstte neojen volkano-sedimanter tabakaların durumu görülmüyor.

Photo 4 — The Neogene volcano-sedimentary formation lies on the Mesozoic ophiolite, in the valley of Gaziler stream, the western part of Şenkaya Town, NE of given area.

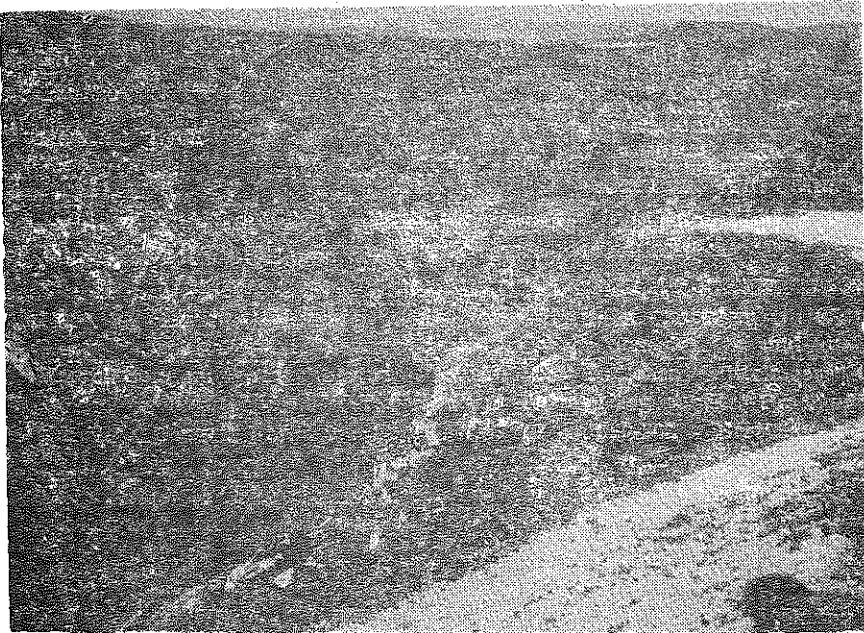


Foto 5 — Çıldır havzasının kuzeybatısında volkano-sedimenter arazi üzerinde açılmış dik ve derin Kura vadisi.

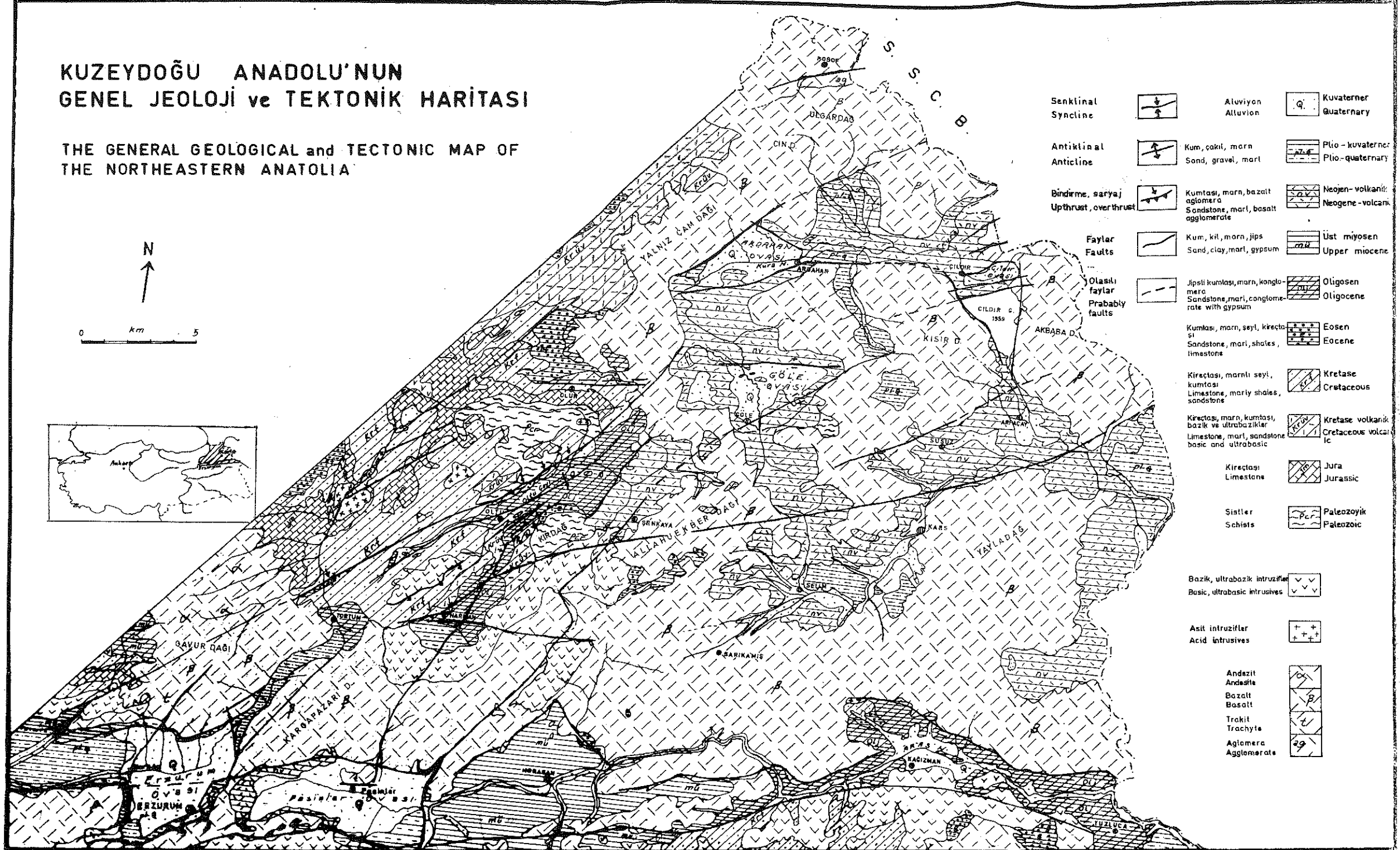
Photo 5 — The Kura valley, which was opened on the neogene volcano-sedimentary strata, as a deep and sharp, NW of Çıldır basin.

KUZEYDOĞU ANADOLU'NUN GENEL JEOLJİ ve TEKTONİK HARİTASI

THE GENERAL GEOLOGICAL and TECTONIC MAP OF
THE NORTHEASTERN ANATOLIA



0 km 5



Senkliyal Syncline		Aluviyon Alluvion		Kuvaterner Quaternary	
Antikliyal Anticline		Kum, çakıl, marn Sand, gravel, marl		Plio - kuvaterner Plio-quaternary	
Bindirme, saryaj Upthrust, overthrust		Kumtaşı, marn, bazalt aglomera Sandstone, marl, basalt agglomerate		Neojen - volkanik Neogene - volcanic	
Faylar Faults		Kum, kil, marn, jips Sand, clay, marl, gypsum		Üst miyosen Upper miocene	
Olaskı faylar Prabably faults		Jipsli kumtaşı, marn, konglo- mera Sandstone, marl, conglome- rate with gypsum		Oligosen Oligocene	
		Kumtaşı, marn, seyl, kireçta- şı Sandstone, marl, shales, limestone		Eosen Eocene	
		Kireçtaşı, marnlı seyl, kumtaşı Limestone, marly shales, sandstone		Kretase Cretaceous	
		Kireçtaşı, marn, kumtaşı, bazik ve ultrabazikler Limestone, marl, sandstone basic and ultrabasic		Kretase volkanik Cretaceous volcanic	
		Kireçtaşı Limestone		Jura Jurassic	
		Sistler Schists		Paleozoyik Paleozoic	
		Bazik, ultrabazik intruzifler Basic, ultrabasic intrusives			
		Asit intruzifler Acid intrusives			
		Andezit Andesite			
		Bazalt Basalt			
		Trakit Trachyte			
		Aglomera Agglomerate			

Neojen sonlarında, özellikle Pliyosen'de volkanizma daha çok merkezî püskürmeler şeklinde devam etmiştir.

Neojen sonunda da bölgede epirojenik olaylar sürmüştür ve genel olarak bugünkü yüksek sahalara yükselerek seviye kazanmışlardır. Çukur sahalara da sübidansa uğramış, bazı havzalar, örneğin Erzurum havzası Pliyosen'de tath su gölü ile işgal edilmiştir.

KUVATERNER

Kuzeydoğu Anadolu'da Kuvaterner'de özellikle Pleyistosen'de Erzurum, Göle, Ardahan ve Çıldır gibi depresyonlardaki göllerde şiddetli birikme hüküm sürmüştür. Bu havzalardaki göllerde, genellikle akarsuların taşıdığı mil, çakıl ve kum depo edilmiştir. Volkanizma, sadece merkezî püskürmeler şeklinde cereyan etmiştir. Örneğin, Kargapazarı Dağları ve Eğridağ gibi bazı kütleler üzerinde merkezî püskürmelerle küçük volkan konileri oluşmuştur (Sür, 1964; Atalay, 1978a)

Öte yandan, tektonik olaylardan özellikle faylanma ve epirojenik yükselme ve alçalma hareketleri etkili olmuştur. Şöyle ki, Erzurum ovasının güneyindeki Pliyo-Kuvaterner Dreissensia'lı kireçtaşı ve kumlu depolar faylar tarafından kesilmiştir. Oltu havzasının doğusunda da faylanma hareketleri olmuştur. Bu faylanma hareketlerinin çoğu eski fayların gençleşmesine yol açmıştır. Bazı fay zonlarından çıkan bazaltik lavlar çok kısa uzaklıklarda akma imkânı bulmuşlardır.

Yine Kuvaternerde, Özellikle Pleyistosen'de Doğu Karadeniz dağları ve bölgenin doğusu önemli ölçüde epirojenik yoldan yükselme uğramıştır (Erinc, 1953).

Kuvaterner, esas itibarıyla bir aşınma ve birikme dönemi olmuştur. Özellikle tektonik kökenli havzalara doğru yönelen akarsular, geçtikleri sahalara şiddetli olarak kazmışlar ve aşındırmışlardır. Neojen'de bölgeye yerleşen akarsu ağı, Kuvaterner başlarından itibaren önemli ölçüde değişmeye başlamıştır. Pliyosen'den beri Erzurum, Göle, Ardahan ve Çıldır depresyonlarını işgal eden göller bu dönemde akarsular tarafından kapılmıştır. Karaçay Çıldır havzasını, Kura nehri Göle ve Ardahan havzalarını, Karasu Erzurum havzasını kaparak dış drenaja bağlamıştır (Foto 6). Bu kapılma olayları ile akarsuların hidrolik aşındırma gücü artmış ve geçtikleri sahalara daha şiddetli olarak aşındırmışlardır. Adı geçen havzalarda

da suyun çekilmesi ile menderesler çizen, genç bir akarsu ağı doğmuştur.

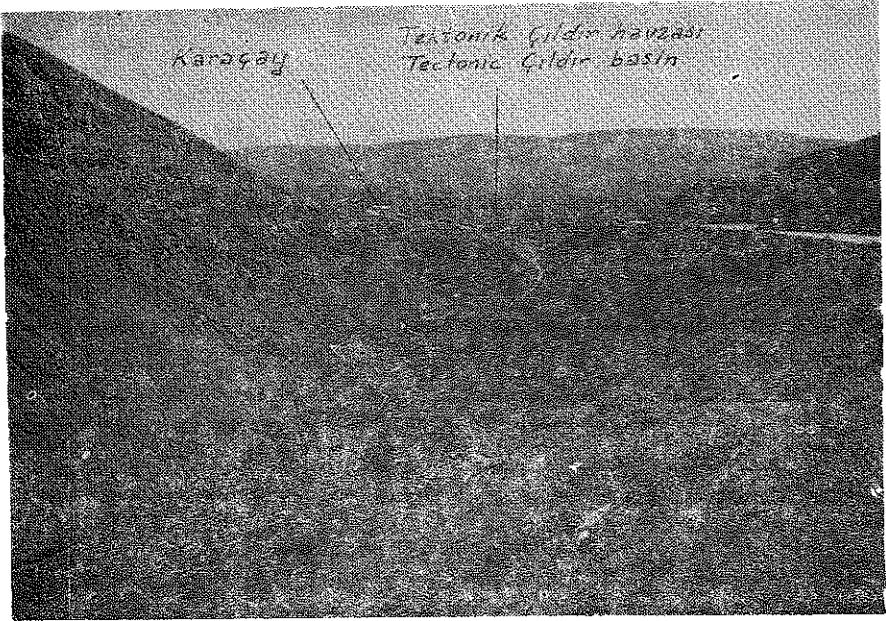


Foto 6 — Çıldır havzası Kura Nehri'nin kollarından olan Karaçay tarafından kapılmıştır. Fotoda bu durum görülüyor.

Photo 6 — Çıldır tectonic basin was captured by the tributary named Karaçay of the Kura River, in the photo, the position is clearly seen.

Öte yandan, Pliyo-Kuvaterner depoları üzerine kurulan akarsular, yataklarını alçalan taban seviyesine ve havzaların taban yüksekliğine göre kazmışlar, örtü depolarını da süpürerek alttaki eski topografyanın yüzeye çıkmasını sağlamışlardır. Örneğin; Aras oluğunda Kötek penceresindeki Neojen ve Alt Neojen kütleleri, Kura havzasında Ardahan doğusundaki volkanik-neojen serileri, Göle kuzeydoğusunda eski temele ait kristalize kireçtaşı kütlesi, Arpaçay havzasındaki volkanik alt kütleler yüzeydeki örtünün aşınması ile ortaya çıkmışlardır. Bütün bu sahalardan geçen akarsular, örtü depoları üzerindeki kuruluş durumunu koruyarak alttaki temele saplanmışlardır. Nitekim temele saplanmış gömük mendereler bu olununun açıkça belli etmektedir (Foto 5). Ayrıca, Pleyistosen'de bölgenin yüksek kesimlerinin pozitif epirojenik hareketle yükselmesi sonucunda bu sahalardan geçen akarsular da yataklarını kazmışlar ve

gömülmüşlerdir. Bu durumun en güzel örneğini, Kura nehrinin Ardahan-Kurtkale arasında kalan yatağında ve Tortum çayı vadisinde görmek mümkündür.

Sonuç olarak, Kuvaterner'de aşınma faaliyetleri etkin olmuş ve akarsular epirojenik olarak yükselen sahaları yararken, öte yandan örtü depoları üzerinden temele saplanmışlardır. Böylece, dar ve derin yarılmış vadilerin oluşumunda antesedans ve epijenezin ortak etkisi olmuştur.

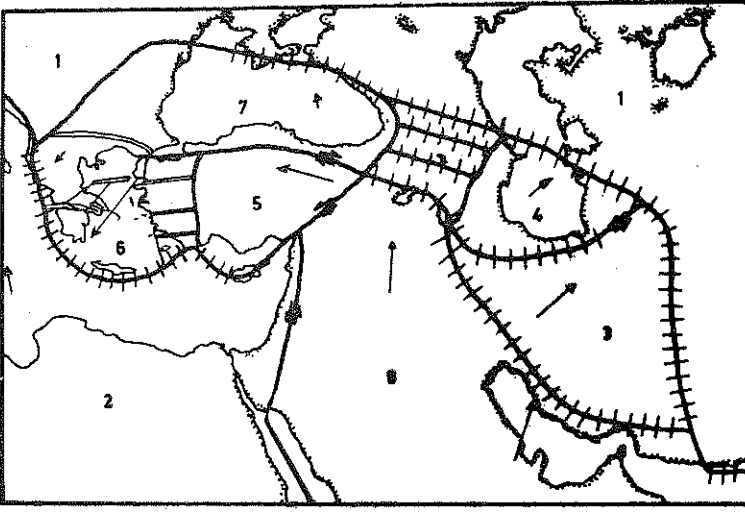
Özetle; post Alpin dikey tektonizmanın yol açtığı faylanmalarla eskiden oluşan tektonik çukurlar ve çökerken yeni çukurlar oluşmuş ve çukurları çevreleyen alanlar yükselmişlerdir. Böylece; yüksek alanlarda aşınma ve taşınma olayları şiddetli olarak sürmüş, akarsularla bu alanlar yarılmış, havzalarda aşırı halde birikme hüküm sürmüştür. Bu durum ise, yani fasılalarla yükselme ve çökme olayları, özellikle yüksek alanların genç ve çok engebeli bir görünüm almasını sağlamıştır. Ayrıca, pre-Neojen temeli örten volkanik ve tortul örtünün aşınması ve sıyırılması ile altta bulunan temel veya fosil topografya yüzeye çıkmış, hatta üst Neojen tortulları ile kaplanan eski fay diklikleri de belirmiştir.

Bütün bu olaylar, araştırma sahasının büyük bir bölümünde polisiklik (çok devreli) ve genç görünüm arzeden bir topografyanın oluşmasını sağlamıştır.

BÖLGENİN LEVHA TEKTONİĞİ YÖNÜNDEN YORUMU

Türkiye üzerinde 1970 den beri birtakım levha ve levhacıkların varlığına işaret edilmiştir. (McKenzie, 1972 ve 1976; Dewey ve diğ., 1970, 1972, 1973; Alptekin, 1973; Ketin, 1977, Tokel, 1977; Boncev, 1975; Ataman ve diğ., 1975). Ancak, bu levhaların gerek sınırları ve gerekse adları araştırmacılar tarafından değişik olarak verilmiş ve yorumlanmıştır. Örneğin; McKenzie (1972, 1976) Türkiye üzerinde, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun üstünde kalan sahada **Karadeniz**, Orta Anadolu'da **Türk**, Batı Anadolu, Ege denizi ve Yunanistanı içine alan sahada **Ege**, Doğu Anadolu Fayı ve Van Gölünün güneyini içine alan sahada **Arabistan**, Doğu Anadolu ile Hazar denizinin güneyinde kalan sahalarda **Güney Hazar levhası** olmak üzere beş ayrı levhacık ayırmıştır (Şekil-5).

Alptekin (1973), Kuzedoğu Anadolu ile güneyde Kıbrıs ve Girit yayında sıkışma, Batı Anadolu'da ise gerilme olayının etkin olduğunu belirtmiştir.



Şekil 5 — Levha sınırlarını ve hareketlerini gösteren şematik şekil. Oklar, Avrasya'ya doğru levhaların nisbi hareket yönlerini göstermektedir ve okların uzunluğu ise levha hareketlerinin kabaca hızını belirtmektedir. Türkiye'nin kuzeyinde Kuzey Anadolu Fayı hariç, levha sınırları aktif yayılma zonlarını ve sadece deformasyonun genel tabiatını temsil etmektedir. Levha numaraları: 1 Avrasya, 2 Afrika, 3, İran, 4 Güney hazar, 5 Türkiye, 6 Ege, 7 Karadeniz ve 8 Arabistan (McKenzie'den, 1976).

Ketin (1977), ana çizgileri ile McKenzie'nin ayırımını esas almış, ancak McKenzie'nin Ege ve Türk levhalarını Ege-Anadolu levhası olarak tek levha halinde göstermiştir. Dewey'in Güneydoğu Anadolu'daki Van levhasını kabul etmekle birlikte, bunun Van levhacığın olarak ayırmıştır.

Tokel (1977), Kafkaslardan Karadeniz kıyıları boyunca Trakya'ya kadar uzanan "Kuzey Anadolu Kitası'nın bulunduğunu kabul etmiş ve bunun güneyinde "Kuzey Anadolu Tetisi'nin varlığına işaret etmiştir.

Yukarıda adı geçen araştırmacıların görüşleri dikkate alınır, Kuzeydoğu Anadolu bölgesi dört levhacığın birleşme sahası üzerinde yer aldığı görülür. Gerçekten, bölgenin kuzeyinde Karadeniz, doğusunda Hazar, güneyinde Van ve batı nihayetinde Ege-Anadolu levhacıkları bulunmaktadır.

Araştırma sahasında, jeolojik devirler boyunca birtakım berk litosferik kütlelerin birbirine yaklaşma (convergent) ve uzaklaşma

(divergent) durumlarını ve sınırlarını kanıtlayan jeolojik veriler vardır. Gerçekten, levhaların uzaklaşmasını gösteren ve jeosenklinerin geliştiğini işaret eden verilerin başında ofiyolitler gelmektedir. Ofiyolit kütleleri bir kuşak halinde bölgenin kuzeybatısında NE-SW ve güneyinde de Aras oluğu güneyi boyunca E-W yönünde uzanmaktadır. Belirtilen bu sahalar içinde, özellikle Tortum vadisi ve Narman'ın kuzeybatısında Karadağ, Oltu doğusunda Kırdag kesiminde ve Gaziler çayı havzasında peridotit, serpantin, gabro, bazaltik lavlar ve bunlardan oluşmuş yastık lavlar (Tortum vadisi) ve yer yer kireçtaşı blokları ve üstte flişler bulunmaktadır. Bu durum, bölgede litosferik kütlelerin ayrılması ile oluşan yarıktan jeosenkliner tabanına doğru, özellikle ultrabazik lavların yayıldığı açıkça göstermektedir.

Mezozoyik başlarından beri ayrılan kuzeydeki Karadeniz, ortadaki Kuzeydoğu Anadolu-Hazar kütlesi ile güneydeki Doğu Anadolu kütleleri, Mezozoyik sonunda ve Tersiyer başlarında konverjansa, yani birbirlerine doğru yaklaşmaya başlamışlardır. Bu konverjans sırasında, güneydeki kütleler kuzeye doğru manto içine dalmağa başlamış ve dalan levha üzerinde, yani Beniof zonu boyunca manto-dan kaynaklanan volkanik faaliyetler kendini göstermiştir. Bu sırada oluşan ada yayında (island arc) kalk-alkalen ve/veya andezitik tipte lavlar yayılmıştır.

Öteyandan, Mezozoyik sonu ve Tersiyer başlarından itibaren başlayan sıkıştırma olayları Miyosen'de şiddetlenmiş ve orojenik kuşaklarda ekaylanma, daha sonra itilme ve bindirmeler meydana gelmiştir. Bu sırada ofiyolitler de buldukları sahadan sürüklenerek yer yer kara kütleleri üzerine itilmiş ve üzerlenmişlerdir (obduction).

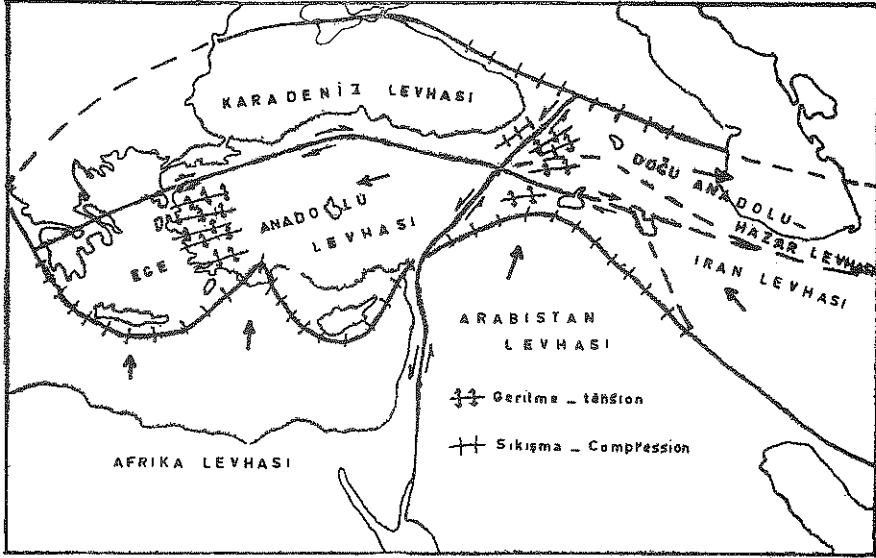
Bu olaylara göre, gerek Oltu çukurluğu ve onun uzantısında olan kesimler ve gerekse güneyde Aras oluğu, Mezozoyik'te açılma ve Tersiyer ortalarında bir dalma-batma zonu olarak kabul edilebilir. Nitekim, bu zon boyunca görülen ofiyolitleri, kıtasal kütlelerin sıkışması ve arada bulunan denizel kökenli formasyonların sıkışma sonucunda batmakta olan plakanın çok derin olmayan yüzeyinden sıyrılmış üst manto ve okyanus kabuğu parçaları olarak değerlendirmek mümkündür. Şu halde, Mezozoyik'te bir açılma ve Mezozoyik sonundan itibaren Miyosen sonuna kadar bir sıkışmanın varlığı kabul edilebilir. Ancak bu sırada, Doğu Anadolu'daki sert litosferik kütlelerin bloklar halinde parçalanması, mantoda oluşan ve kütleleri yukarıya doğru iten bir hareketin varlığı ortaya çıkar. Daha önce de belirtildiği gibi, bu hareketler sonucunda bloklar halinde çökme ve yükselmeler meydana gelmiş, çöken bloklar göllerle işgal edilmiş ve bu

havzalarda volkano-sedimanter kütleler oluşmuştur. Volkanizma aktif duruma geçmiştir. Pliyosen'den itibaren de bölgede, orojenik kuşaklar dahil, sıkışma tektoniği yerini gerilme tektoniğine bırakmıştır. Bu sırada, gerilmeler sonucunda sert kütleler yeniden oluşan faylarla parçalanmış, eski faylar gençleşmiş ve belirli doğrultular üzerinde alkali erüpsiyonlar meydana gelmiştir. Örneğin, Allahüekber silsilesinin kuzeydoğu uzantısında Kısır dağı ve Akdağın bulunduğu kesimde yarık boyunca yer yer merkezî püskürmeler olmuştur. Bazı araştırmacılar, Dağı Anadolu'daki alkalin volkanizmayı Anadolu ve İran levhalarının çarpışmasından sonra oluşan tansiyonal tektonik kuvvetlerle meydana gelen litosferin parçalanmasına bağlamaktadırlar (Innocenti ve diğ., 1976).

Kuvaterner'de aynı rejimin etkin olduğu söylenebilir. Gerçekten, bu dönemdeki faylanma (örnek olarak Erzurum havzası), birkaç merkezî püskürme ve epirojenik yükselme ve alçalma olayları bu durumu açıkça kanıtlamaktadır. Öte yandan, Doğu Anadolu'nun büyük bir kısmında örtü halinde bulunan gerek sedimanter ve gerekse volkanik kütlelerin kıvrılmaması, aksine kırılması ve çeşitli yönlerde doğru eğimlenmesi, altta berk bir kütleinin bulunduğunu göstermektedir (Ering, 1953; Yalçınlar, 1973; Atalay, 1978a).

Sonuç olarak; araştırma sahasında levhaların ayırım sınırlarını gösteren en önemli kanıtlar, güneyde Aras oluğunda ve kuzeybatıda Doğu Karadeniz orojenik kuşağı ile Doğu Anadolu arasında bulunmaktadır. Bu sahalarda levhaların ayrılmasını belirten ofiyolitler ve sıkışmalarını gösteren kalk-alkalin volkanik malzeme olmaktadır. Bu duruma göre, kuzeyde Karadeniz, kuzeydoğuda Kuzeydoğu Anadolu-Hazar levhasının varlığı söylenebilir (Şekil 6). Öte yandan, McKenzie (1972, 1976), Alptekin (1973), Dewey ve diğerleri (1970, 1972, 1973) tarafından kompresyon sahaları halinde gösterilen bölgenin, jeotektonik ve morfotektonik özellikleri bu durumu yeterince yansıtmamaktadır. Levhacık halinde yorumlanan doğudaki sert litosferik kütleler, muhtemelen Miyosen'den beri sürekli olarak gerilmeğe uğramışlardır. Bu gerilme litosferik kütlelerin alttan bir kubbe halinde yukarıya doğru itilmeleri şeklinde olmuş ve bu dikey itilme, berk kütlelerin faylar boyunca bloklar halinde parçalanmasına ve yine bloklar halinde alçalıp yükselmesine ve böylece genel olarak "range and basin" topografyasının, yani tektonik kökenli dağ ve havzaların oluşmasına yol açmıştır. Nitekim, faylar boyunca blok halinde yükselen alanlar dağların, çöken sahalarda ve havzaların oluşmasına neden olmuştur. Kuvaterner sırasında bile (özellikle Pleisto-

sen'de) bölgenin yüksek kısımları yine yükselmiş ve depresyonlar da subsidansa uğramıştır.



Sekil 6 — Türkiye ve komşu ülkelerin levha ve levhacıkları (McKenzie, 1972-1976; Alptekin, 1973; Dewey ve diğ., 1973; Ketin; 1977 ve diğer kaynaklardan faydalanarak çizilmiştir).

Figure 6 — The plates and microplates of Turkey and its surroundings countries.

DEĞİNİLEN BELGELER

- ACAR, A., 1975, Tortum ve çevresinin jeolojisi ve jeomorfolojisi üzerinde bir araştırma: Atatürk Üniv. Fen. Fak. Yay.: 30, Erzurum.
- ADAMIVA, S.H., 1975, Plate tectonics and evolution of the Alpine System: Discussion: Geol. Soc. of. Am. Bull., 86, 719.
- AKKAN, E., 1964, Erzinçan ovası ve çevresinin jeomorfolojisi: Dil ve Tarih Coğr. Fak. Yay.: 153, Ankara.
- ALTINLI, İ.E., 1966, Geology of eastern and southeastern Anatolia: Bull. Min. Res. and Exp. Inst. of Turkey, 66, s. 36-73.
- ARPAT, E., 1965, Ilıca-Aşkale (Erzurum ili) arasındaki sahanın ve kuzeyinin genel jeolojisi ve petrol imkânları: M.T.A. Enst. Rap. No: 4040 (Basılmamıştır), Ankara.
- ATALAY, İ., 1978 a, Erzurum ovası ve çevresinin jeolojisi ve jeomorfolojisi-The geology and geomorphology of the Erzurum plain and its surroundings: Atatürk Üniv. Ed. Fak. Yay.: 81, Erzurum.

- ATALAY, İ., 1978 b, Çıldır gölü ve çevresinin jeomorfolojisi - Tehe geomorphology of the Lake Çıldır and its surroundings, NE Turkey: *Jeomorfoloji Derg.*, 7, s. 23-33.
- ATALAY, İ., 1978 c, Oltu çayı havzasında beşeri, morfolojik ve jeolojik faktörlerin doğal dengenin bozulmasına olan etkileri: *Çevre Sorunları ve Vejetasyon İlişkileri Simpozyumu*, İ.Ü.Orman Fak. 27-29 Kasım 1978, İstanbul.
- ATALAY, İ., 1978 d, *Türkiye Jeomorfolojisine giriş*: Teksir baskı, Erzurum.
- ATAMAN, G., BUKET, E., ÇAPAN, U.Z., 1975, Kuzey Anadolu Fay Zonu bir Paleobenioff zonu mu?: *M.T.A. Enst. Derg.*, 84, s. 112-118.
- BAIRD, D. W., 1971, Review of Mediterranean Alpine tectonics: *Geology and History of Turkey*, ed. by. A.S. Campbell, Tripoli, s. 139-198.
- BAYKAL, F., 1950, Sur la genese des lacs d'Aygır gölü et de Kurugöl entre Kars et Ardahan: *İstanbul Üniv. Fen Fak. Mecm. Seri B*, 15 (3), s. 1-7.
- BAYKAL, F., 1951 a, Lignes géologiques fondamentales de la région d'Oltu-Olur: *İstanbul Üniv. Fen Fak. Mecm. Seri B*, 16 (4), s. 325-340.
- BAYKAL, F., 1951 b, Les plaines d'Ardahan et de Göle (leur géologie et leur formation): *İstanbul Üniv. Fen Fak. Mecm. Seri B*, 16 (3), s. 247-256.
- BIJU-DUVAL, B., LETOUZEY, J., MONTADERT, L., 1977, Structure and evolution of the Mediterranean basin: *Rapport IEP*, 24422.
- BİNGÖL, E., 1976, Batı Anadolu'nun jeotektonik evrimi: *M.T.A. Enst. Derg.*, 86, s. 14-34.
- BLUMENTAL, M., 1958, Der Vulkan Ararat: *Rev Fac. Sci. Univ. İstanbul*, Seri B, 21, s. 177-327.
- BONCEV, E., 1975, The Ponto-Caspian Plate and its tectonic position: *Geologica Balcanica*, 5, I, 5.
- DEGENS, E. T. ve KURTMAN, F., 1978, *The geology of Lake Van*: M.T.A. Enst. Yay.: 169, Ankara.
- DEMİRSU, A., 1955, Çıldır, Posof, Şavşat, Kemalpaşa bölgelerinin jeolojik etüdü hakkında memuar: M.T.A. Enst. Rap. No: 2377, Ankara.
- DEWEY, J.F., BIRD, J., 1970 Mountain belts and the new global tectonics: *Jour. Geophys. Res.* 75, s. 2626-2647.
- DEWEY, J.F., 1972, Plate tectonics: *Scientific American*, May, 1972, s. 56-68.
- DEWEY, J.F., PITMAN, W.C., RYAN W.B.F., ve BONNIN, J., 1973, Plate tectonics and the evolution of the Alpine System: *Geol. Soc. Am. Bull.* 84, s. 3137-3180.
- ERENTÖZ, C., 1954, Aras havzasının jeolojisi (Géologie du bassin de l'Aras): *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 5 (1-2), s. 1-53.
- ERENTÖZ, C., 1974, 1/500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Kars paftası: M.T.A. Enst. Yay., Ankara.
- ERGİN, K., 1966, Türkiye ve civarının episantr haritası hakkında: *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 10 (1-2), s. 122-125.
- ERGİN, K., GÜÇLÜ, ., ve UZ, Z., 1967, Türkiye ve civarının deprem kataloğu: İ.T.Ü. Maden Fak. Arz Fiziği Enst. Yay.: 24, İstanbul.
- ERİNÇ, S., 1953, *Doğu Anadolu Coğrafyası*: İstanbul Üniv. Coğr. Enst. Yay.: 15, İstanbul.
- ERİNÇ, S., 1968, *Jeomorfoloji I*: İstanbul Üniv. Coğr. Enst. Yay.: 23, İstanbul. (2. Baskı).

- ERİNÇ, S., 1971, *Jeomorfoloji II: İstanbul Üniv. Coğr. Enst. Yay.: 23 İstanbul.* (2. Baskı).
- ERİNÇ, S., 1973, Geomorphological evidences of Neo-tectonic in Turkey - Türkiye'de Neo-tektoniğin rolü ve jeomorfolojik-jeodinamik ilişkileri: *Jeomorfoloji Derg.*, 5, s. 11-25.
- GATTINGER, T.E., 1955, Kuzeydoğu Türkiye'de Çoruh ile Erzurum arasındaki bölgede yapılan jeolojik harita çalışmaları hakkında rapor - Bericht über die Gebiete zwischen Çoruh und Erzurum, Nordost Türkei: M.T.A. Enst. Rap. No: 2379 (Basılmamış), Ankara.
- GATTINGER, T.E., 1956, Trabzon, Rize, Gümüşhane, Erzurum, Artvin ve Kars vilâyetlerinin bulunduğu sahadaki Pontidlerde yapılan jeolojik löve, ikmal ve revizyon çalışmaları hakkında rapor: M.T.A. Enst. Rap. No: 2380, Ankara.
- GATTINGER, T.E., 1962, 1/500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Trabzon paftası: M.T.A. Enst. Yay., Ankara.
- İLHAN, E., 1971, Earthquakes in Turkey: *Geology and History of Turkey*, ed. by A. S. Campbell, Tripoli, s. 431-442.
- İLHAN, E., 1971, The structural features of Turkey: *Geology and History of Turkey*, ed. by A.S. Campbell, Tripoli, s. 159-170.
- INNOCENTI, F., MAZZUOLI, R., PASQUARE, G., RADICATI DI BROZOLO, F., ve VILLARI, L., 1976, Evolution of the volcanism in the area of interaction between the Arabian, Anatolian and Iranian Plates (Lake Van, Eastern Turkey): *Jour. of Volcanology and Geothermal Res.* 1, s. 103-112.
- KETİN, İ., 1961, Über die Geologie der Gegend von Bayburt in nordost Anatolien (Bayburt bölgesinin jeolojisi hakkında): *İ.Ü. Fen Fak. Mecm. Seri B*, 16 (2), s. 113-127.
- KETİN, İ., 1961, Türkiye'de magmatik faaliyet (Über die Magmatischer Erscheinungen in der Türkei): *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 7 (2), s. 1-15.
- KETİN, İ., 1966, Kafkasya ve İskandinavya memleketlerinde jeoloji müşahedeleri: *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 10 (1-2), s. 100-121.
- KETİN, İ., 1966, Anadolu'nun tektonik birlikleri: *M.T.A. Enst. Derg.*, 66, s. 23-24.
- KETİN, İ., 1968, Türkiye'nin genel tektonik durumu ile başlıca deprem bölgeleri arasındaki ilişkiler: *M.T.A. Enst. Derg.*, 71, s. 129-134.
- KETİN, İ., 1977, *Umumi Jeoloji, Cilt I: İ.T.Ü. Maden Fak. Yay.: 1096, İstanbul.*
- KRAUS, E.C., 1958, Doğu Anadolu orojenleri ve bunların şaryaj mesafeleri: *M.T.A. Enst. Derg.*, 51, s. 1-6.
- KUTLU, R., 1954, Kars 32/1 ve 32/2, Çıldır 15/4 paftalarının 1/100 000 jeolojik etüdlerine ait rapor: M.T.A. Enst. Rap. No: 2378, Ankara.
- LAHN, E., 1945, Anadolu'nun Neojen ve Dördüncü Zaman volkanizması: *Türk Coğr. Derg.*, 3 (7-8), s. 37-49.
- LAHN, E., 1955, Aras nehri amenajman sahasının jeolojik ve sismolojik durumu (Doğu Anadolu): *Türk Coğr. Derg.*, 12 (15-16), s. 74-84.
- LAMBERT, R. St. J., HOLLAND, J.G., ve OWEN, P.F., 1974, Chemical petrology of a suite of calc-alkaline lavas from mount Ararat, Turkey: *Jour. of Geology*, 84, s. 419-438.

- LETOUZEY, J., BIJU-DUVAL, B., DORKEL, A., GONNARD, R., KRISTCHEV, K., MONTADERT, L., ve SUNGURLU, O., 1976, The Black Sea: A marginal basin geophysical and geological data: *International Symp. on the structural history of the Mediterranean Basins*, Split (Yugoslavia), 25-29 Oct. 1976, s. 363-376.
- LORT, J.M., 1971, The tectonics of the Eastern Mediterranean: A geophysical review: *Rev. Geophys. and Space Phy.*, 9 (2), s. 189-216.
- McKENZIE, D.P., 1970, Plate tectonic of the Mediterranean Region: *Nature*, 226, s. 239-243.
- McKENZIE, D.P., 1972, Active tectonics of the Mediterranean Region: *Geophys. Jr. Ast. Soc.*, 30, s. 109-185.
- McKENZIE, D.P., 1976, Can plate tectonics describe continental deformation? *Int. Symp. on the structural history of the Mediterranean Basins*, s. 189-196.
- NEBERT, K., ENGİN, T., ve ENGİN, O., 1964, Oltu (Erzurum) çevresindeki Oligosen çökellerinin (alacah horizon) jeolojisi hakkında rapor: M.T.A. Enst. Rap. No: 3475, Ankara.
- PAPAZACHOS, B.C., ve COMNIAKIS, P.E., 1971, Geophysical and tectonic features of the Aegean Arc: *Jour. Geophys. Res.*, 76 (35), s. 8517-8533.
- PASQUARE, G., 1966, Outlines of the Neogene and Quaternary volcanism of Asia Minor: *Atti Acc. Naz. Livcei*, 8640, s. 1077-1085.
- PECCERILLO, A., ve TAYLOR, S.R., 1976, Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from Kastamonu Area, Northern Turkey: *Contr. Mineral Petrol.*, 68, s. 63-81.
- PECCERILLO, A., ve TAYLOR, S.R., 1976, Geochemistry of Upper Cretaceous volcanic rocks from the Pontic Chain, Northern Turkey: *Bull. Volc.* 39.4, s. 557-569.
- PETRASCHECK, W.E., 1958, Doğu Türkiye, krom ihtiva eden ofiyolitlerin jeolojisi hakkında: M.T.A. Enst. Derg., 50, s. 1-15.
- POPOVIC, R., 1975, Doğu Pontidler'deki demirsiz metallerin zonal dağılımı ile yapısal ve genetik özellikleri: M.T.A. Enst. Derg., 85, s. 1-16.
- RATHUR, A.Q., 1975, Pasinler havzası (Doğu Anadolu) Miyosen yaşlı kayalardan çıkan fosil tüyler: M.T.A. Enst. Derg., 84, s. 24-29.
- SANVER, M., 1968, A paleomagnetic study of Quaternary volcanic rocks from Turkey: *Phys. Earth Planet. Int.*, 1, s. 403-421.
- SESTINI, G., CANUTI, P., 1968, Flysch facies in the Pontic Mountains of Turkey: *Bull. Soc. Geol. Ital.*, 87, 317.
- SCHAFFER, F. X., 1907, Gründzüge des geologischen Baues von Türkisch-Armenien und dem östlichen Anatolien: *Petermanns Mitt.*, 53, s. 145-153.
- SÜR, Ö., 1964, Pasinler ovası ve çevresinin jeomorfolojisi: Ankara Üniv. Dil ve Tarih-Coğr. Fak. Yay.: 154, Ankara.
- SÜR, Ö., 1972, Türkiye'nin özellikle İç Anadolu'nun genç volkanik alanlarının jeomorfolojisi (Geomorphological research in the volcanic area of Turkey, especially in Central Anatolia): Ankara Üniv. Dil ve Tarih Coğr. Fak. Yay.: 223, Ankara.
- TANOĞLU, A., 1947, Türkiye'nin irtifa kuşakları (Zones d'Altitude de la Turqie détermination et interprétation): *Türk Coğr. Derg.*, 3 (9-10), s. 37-63.
- TOKEL, S., 1963, Erzurum-Hasankale bölgesine ait jeolojik rapor: M.T.A. Enst. Rap. No: 4118, Ankara.

- TOKEL, S., 1977, Doğu Karadeniz bölgesinde Eosen yağlı kalk-alkalen andezitleri ve jeotektonizma (Eocene calc.alkaline andestites and geotectonism in the Eastern Black Sea Region): *Türkiye Jeoloji Kur. Bült.*, 20 (1), s. 49-54.
- TÜTÜNCÜ, K., 1965, Erzurum ovası kuzey ve güneyinin genel jeolojisi ve petrol imkânları: M.T.A. Enst. Rap. No: 4297, Ankara.
- YALÇINLAR, İ., 1968, *Strüktürel morfoloji I*: İstanbul Üniv. Coğr. Enst. Yay.: 24, İstanbul.
- YALÇINLAR, İ., 1969, *Strüktürel morfoloji II*: İstanbul Üniv. Coğr. Enst. Yay.: 29, İstanbul.
- YALÇINLAR, İ., 1973, Doğu Anadolu'nun jeolojik temel strüktürleri: İstanbul Üniv. Coğr. Enst. Derg., 10 (18-19), s. 35-56.
- YALÇINLAR, İ., 1976, *Türkiye Jeolojisine giriş (Introduction a la géologie de la Turquie)*: İstanbul Üniv. Coğr. Enst. Yay.: 87, İstanbul.