

# DOĞU ANADOLU'DA NEOTEKTONİK DÖNEMDEKİ JEOLJİK EVRİM VE HAVZA MODELLERİ

Fuat ŞAROĞLU\* ve Yücel YILMAZ\*\*

ÖZ.— Doğu Anadolu'da, Orta Miyosende başlayan neotektonik rejim, bölgenin jeolojik gelişimini önemli ölçüde etkilemiştir. Sıkışma tektonik rejimi ile karakterize olan Doğu Anadolu'da, neotektonik dönem boyunca kıvrımlar, bindirmeler, doğrultu atımlı faylar ve açılma çatlakları gelişmiştir. Bu yapıların denetiminde dağarası ve çek-ayır (pull-apart) olmak üzere iki tür havza gelişmiştir. Bölgenin yeni dönem çökellerinin genel özelliği karasal fasiyeste olmaları ve etkin yaşıt volkanizması ile birlikte, farklı tür havzalarda gelişmiş olmalarıdır. Muş, Ahlat-Adilcevaz, Karayazı-Tekman havzaları dağarası, Kağızman-Tuzluca havzası ise çek-ayır türünde havzalar olarak gelişme göstermektedir. Erzurum-Pasinler-Horasan havzası doğrultu atımlı fayların da etkili olduğu bir tür dağarası havzadır.

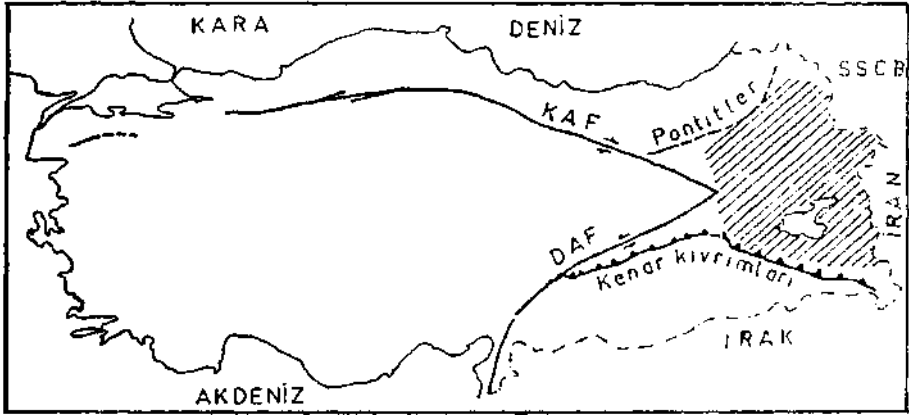
## GİRİŞ

Bu yazıda Doğu Anadolu'da neotektoniğin jeolojik gelişime olan başlıca etkileri anlatılmaya çalışılacaktır. Doğu Anadolu, neotektonik dönemde belirli bir deformasyon tarzı ile karakterize edilen bir tektonik bölgedir (McKenzie, 1972; Şengör, 1980; Şaroğlu ve Yılmaz, 1984). Doğu Anadolu adı altında jeolojik gelişimi tanıtılacak olan bu alan, Kuzey Anadolu fayı ile Doğu Anadolu fayının Karlıova yakın doğusundaki birleşme noktasından (Allen, 1969; Arpat ve Şaroğlu, 1972; Şengör, 1979) daha doğuda yer alır ve kuzeyde Pontidler'e, güneyde kenar kıvrımlarına (Ketin, 1966), doğuda ise Türk-İran ve Türk-Sovyet sınırlarına kadar uzanır (Şek. 1).

Doğu Anadolu'nun neotektoniğinin genel özellikleri ile bu dönemde meydana gelen yapısal, morfolojik ve volkanik olaylar önceki bazı çalışmalarda ele alınmıştır (Şaroğlu ve diğerleri, 1980; Şengör, 1980; Şaroğlu ve Güner, 1981; Yılmaz, 1984; Şaroğlu ve Yılmaz, 1984; Yılmaz ve diğerleri, 1986; Şaroğlu, 1985). Sözü edilen çalışmalarda Doğu Anadolu'da meydana gelmiş olan son tektonik rejim değişikliğinden günümüze kadarki dönemde, tektonizmanın genel özelliği, bu tektonizmanın egemenliğinde gelişmiş yapılar ve bunların belirlediği şekil değiştirme geometrileri, ortaya konulmuştur. Bu evrim, Bitlis kenet kuşağında Neo-Tetis'in kapanmasına bağlı olarak gelişen kıta-kıta çarpışmasının sonuçlarıdır (Şengör ve diğerleri, 1979). Çarpışma, Doğu Anadolu'da sıkışma ile karakterize edilebilen yeni bir tektonik dönemi başlatmıştır. Bu yeni dönem boyunca Doğu Anadolu'da kıvrımlar, bindirmeler, doğrultu atımlı faylar, açılma çatlakları gelişmiştir. Bu yapılar Doğu Anadolu'nun kabaca K-G yönünde daralıp, D-B yönünde uzamasına, kıta kabuğunun kalınlaşmasına ve bölgenin yükselmesine neden olmuştur. Bölgede neotektonik dönem boyunca, D-B uzanımlı ve senklinallere karşılık gelen havzalar ile antiklinallere karşılık gelen sırtlar gelişmiştir. K-G yönünde meydana gelen açılma çatlakları ile sıçrama yapan doğrultu atımlı faylar arasında havzalar gelişmiştir. Kıta kabuğunun evrimine bağlı olarak bölgenin genç volkanizması da değişiklikler sergilemiştir. Volkanlar çoğunlukla açılma çatlaklarını kendilerine çıkış yolu olarak seçmiştir. Dönemin diğer bir özelliği K-G yönlü akarsuların yarma vadiler, D-B yönündekilerin ise menderesli yataklar geliştirmiş olmasıdır.

\* Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.

\*\* İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İstanbul.



Şek. 1 - Çalışma alanını gösteren harita.

Doğu Anadolu'da yeni döneme ait yaygın çökel alanları ve bu çökellerle yaşıt, geniş alanlar kaplayan volkanitler yer almaktadır. Bu yazıda neotektonik dönemde gelişmiş çökel kayaların stratigrafisi incelenecek, elde edilen bilgiler ışığında jeolojik evrim tartışılacaktır.

#### DOĞU ANADOLU'DA NEOTEKTONİK DÖNEMİN STRATİGRAFİSİNE GENEL BİR BAKIŞ

Doğu Anadolu'nun jeolojik evriminde dört yapısal dönem ayırt edilebilmektedir (Şaroğlu ve Güner, 1981; Şaroğlu ve Yılmaz, 1984). Bu dönemler yaşlıdan gence doğru şöyle sıralanabilir:

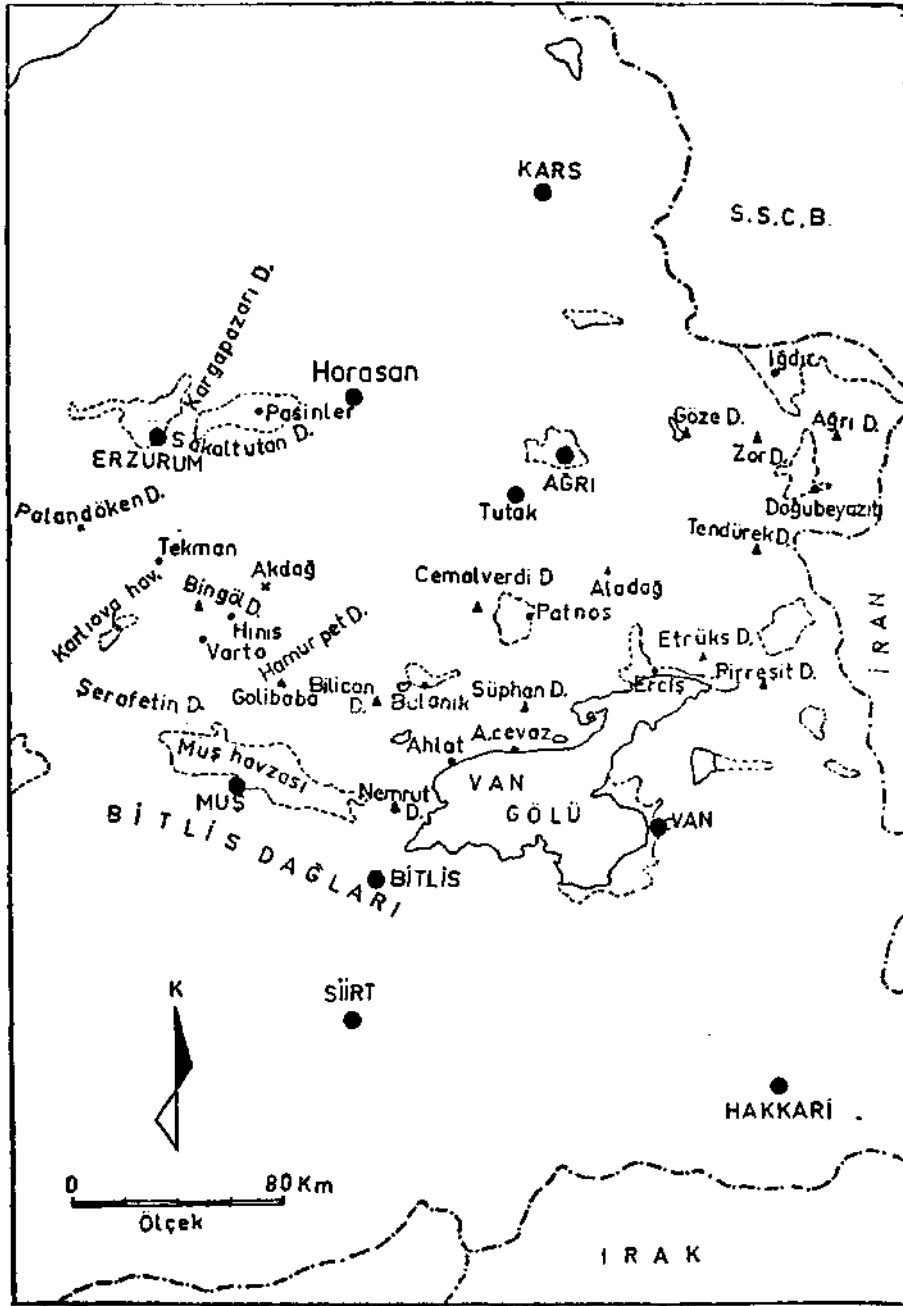
Birinci dönemi bölgenin en yaşlı kaya topluluğu olan metamorfik kayalar belirler. Paleozoyik-Alt Mesozoyik yaşlıdır (Boray, 1975; Perinçek, 1980; Perinçek ve Özkaya, 1981; Yılmaz ve diğerleri, 1981; Göncüoğlu ve Turhan, 1983; Çağlayan ve diğerleri, 1983). İkinci dönem kayaları ofiyolitik melanjden oluşmaktadır. Bu topluluk birinci dönem kayaları üzerine Üst Kretasede tektonik dokanakla yerleşmiştir (Demirtaşlı ve Pisoni, 1965; Ketin, 1977; Yılmaz ve diğerleri, 1981). Üçüncü dönem kayaları alttaki kaya topluluklarını uyumsuz olarak örten bir çökel istif olup, Eosen-Alt Miyosen yaşlıdır. Üst Miyosende başlayıp günümüze kadar devam eden dördüncü dönem kayaları ise karasal ortamlarda gelişmiş çökellerle temsil edilen, etkin tektonik ve volkanizma ile karakterize edilen bir istiftir. Alttaki birimler üstünde uyumsuzlukla yer alan bu dönem kayalarında, stratigrafik boşluk ve aşmalar bulunmaktadır (Yılmaz ve diğerleri, 1985). Bu topluluk, neotektonik döneminin ürünüdür.

Doğu Anadolu'nun tektonik evrimini Şengör ve Yılmaz (1981) tanıtmışlardır, bu yayında bölgenin neotektonik dönemi üzerinde durulacaktır.

Doğu Anadolu'da neotektonik dönem çökellerinin yaygın görüldüğü sekiz bölgenin stratigrafisi anlatılacak, daha sonra zaman boyutu içinde bu stratigrafi değerlendirilecek ve sonuçta çökellerin havza modelleri yorumlanarak evrimi açıklanmaya çalışılacaktır. Bu bölgeler batıdan doğuya doğru ve önce güney kesimde yer alanlar, daha sonra kuzeydekiler tanıtılacaktır. Bölgeler sırasıyla Karlıova-Bingöl, Muş, Ahlat-Adilcevaz, Karayazı-Tekman, Hınıs, Zırnak, Erzurum-Pasinler-Horasan ve Kağızman-Tuzluca bölgeleridir. Bu bölgeler arasında irili ufaklı birkaç havza daha yer almaktadır. Stratigrafisi tanıtılacak olan sekiz bölgenin evrimi anlatılırken stratigrafisi verilmeyen diğer havzaların evrimine de değinilecektir.

## Bingöl-Karlıova yöresi

Doğu Anadolu'da, Muş havzası ile Doğu Anadolu fayı arasında Tersiyer çökellerinin yer yer yüzeylendiği geniş bir alan volkanitlerle örtülüdür (Şek. 2). Bu yörede Tersiyer çökellerinin temel ile ilişkileri iyi gözlenebilmektedir. Bu ilişki paleotektonik dönem sonundaki çökellerin yayılım alanını anlayabilmemiz bakımından önemlidir. Alt Miyosene ait birimler batıya doğru incelmekte ve birincil ilişkili olarak daha eski kayalar üzerinde yer almaktadır.



Şek. 2 - Doğu Anadolu'da Kuvaterner mostra dağılımı ve havzaların genel konumlarını gösterir sadeleştirilmiş harita.

Bingöl-Karlıova yöresinde Alt Miyosen, Adilcevaz kireçtaşı ile temsil edilir. Bu birim alttaki temel üzerinde uyumsuz olarak oturmakta olup, tabanında kumlu kireçtaşı düzeyleri bulunmaktadır. Doğu Anadolu fayının (DAF) kenarında, dar alanlarda yüzeylenir. Kapsadığı fosiller Burdigaliyeni karakterize etmektedir. En alt düzeylerinin Akitaniyene kadar inebileceği söylenebilir (Seymen ve Aydın, 1972). Bu bölgede geniş yayılım gösteren Solhan volkanitleri Üst Miyosen yaşlı olup, lavlarla arakatlı çökelleri karasal ortam ürünüdürler. DAF'nın iki blokunda da mostrasına rastlanmaktadır. Birimin alt düzeylerinde yer alan çakıltaşlarının çakıllarından Burdigaliyen yaşını karakterize eden fosiller derlenmiştir. Bu bakımdan birimin Üst Miyosen yaşında olduğu düşünülmektedir. Geniş yayılım gösteren Zırnak formasyonu Pliyosen yaşlıdır. Bu birimdeki çökellerle arakatlı kömür seviyelerinde Orta-Üst Pliyosen yaşlı fosiller (Nakoman, 1968) derlenmiştir. Birimin alt dokanağı olasılıkla uyumsuzdur. Bingöl-Karlıova yöresinde Kuvaternerde ise Boran formasyonu ve adlandırılmamış eski, yeni alüvyonlar, heyelan ve travertenler oluşmuştur (Şek. 3). Boran formasyonu alüvyon yelpazesi niteliğinde olup, Karlıova düzlüğü ile sınırlı bir yayılım gösterir ve yaşı eski Kuvaterner, olasılıkla Pleyistosen olarak kabul edilmiştir.

Yaş	Fm.	Kalınlık	Litoloji	Açıklama
Bünümüz				Alüvyon: Kum, çakıl, kil
Pleistosen	Boran.	100		Kumtaşı, çakıltaşı, silt taşı
Pliyosen	Zırnak Formasyonu	1500		Bazalt
				Tüf-tüfit
				Killi kireçtaşı- marn
				Çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı ardalanması.
				Andezi- bazalt, tüf, aglomera
				Çakıltaşı, silttaşı, kumtaşı
Üst Miyosen	Solhan Volkanitleri	1000		Çakıltaşı
Alt Miyosen	Adilcevaz Kireçtaşı	200		Kireçtaşı, killi, bol fosilli, denizel
Miyosen Önce	Temel			Ayrılanmamış temel

Şek. 3 - Bingöl-Karlıova yöresinin genelleştirilmiş stratigrafi kesiti.

Bu istiften anlaşıldığı gibi yöre, Alt Miyosenden sonra kara haline gelmiştir. Neotektonik dönemin en yaşlı birimi Solhan volkanitleridir. Solhan volkanitleri, karasal ortamda gelişmiş çökel kayalarla arakatlıdır. Pliyosen çökellerinin DAF'nın her iki blokunda da yer almış olması, fayın yaşının Zırnak formasyonundan genç olabileceğini gösterir. Pleyistosende gelişen Boran formasyonu ise Karlıova havzasının açıldığını işaret etmektedir.

## Muş yöresi

Bu bölge, çalışma alanının güneydoğusunda yer almakta olup, Tersiyer çökellerinin yaygın olduğu birimler arasındaki yaş ilişkilerinin belirlendiği ilginç bir bölge görünümündedir. Güneyde Bitlis dağları ile sınırlı olan bu havza, yaklaşık doğu-batı uzanımlıdır. Kuzeyde Bingöl yanardağı ve Hamurpet yükselimi ile Hınıs havzasından, Nemrut yanardağı ile de Ahlat-Adilcevaz-Van gölü havzalarından ayrılmaktadır (Şek. 2). Muş havzasında istif şöyledir (Şek. 4); Alt Miyosen yaşlı Adilcevaz kireçtaşları, Akitaniyen yaşlı Abulbahar formasyonunun üzerinde, geçişli bir dokanakla yer alır (Ünal 1970). Muş düzlüğünün kuzey bölümünde yaygın olan birimde, batıda kireçtaşları, buna karşılık doğuda killi ve kumlu kireçtaşları egemendir. Burdigaliyen yaşlı olan birim denizel fasiyestedir.

Yas	Fm	Kalınlık m	Litoloji	Açıklama
Kuvaterner	Anzar Fm.	300		Alüvyon, heyelan, bazalt
				Çakıltı, kumtaşı, tuf, aglomera ve tutturulmamış kil, kum Yasit riyoitleri, bazalt
Pliyosen	Zırnak Formasyonu	1500		Bazalt,
				Aglomera, tuf, tüfit
				Killi kireçtaşı, marn
				Çakıltı, kumtaşı
Öst Miyosen	Solhan Volkanitleri	1000		Andezit, bazalt, lav ve tuf
				Kumtaşı, çakıltı, silttaşı
Alt Miyosen	Burdigaliyen Adilcevaz Kireçtaşları	900		Kireçtaşı, killi kireçtaşı. Beyaz pembe, sert ve kırılğan yer yer kumlu
				Böl mikro ve makro fosilli, resifal özellikte
Alt Miyosen	Abulbahar Fm.			Killi kireçtaşı, marn

Şek. 4 - Muş yöresinin genelleştirilmiş stratigrafi kesiti (Yılmaz; Şaroğlu ve Güner, 1985 ten).

Adilcevaz kireçtaşları üzerinde uyumsuz bir şekilde yer alan Solhan volkanitleri (Yılmaz ve diğerleri, 1986) yörenin batı bölümünde yaygındır. Murat nehrinin açtığı vadide tipik kesitler vermektedir. Alt düzeylerinde karakteristik olmayan fosillerin bulunduğu birimde ayrıca Alt Miyosen yaşlı kireçtaşı çakılları bulunmaktadır. Ahlat-Adilcevaz yöresindeki Orta Miyosen yaşlı birimlerden farklılığı dikkate alınarak Üst Miyosen yaşlı olduğu düşünülmektedir.

Solhan volkanitlerinin üstünde olasılıkla uyumsuz bir şekilde yer alan Zırnak formasyonu Muş havzasının kuzeyinde yaygındır, istifteki çökeller karasal ortamlarda gelişmiş olup, kireçtaşı düzeyleri gösel fasiyestedir. Birimde derlenen fosiller Üst Miyosen-Pliyosen zaman aralığını karakterize etmektedir.

Muş havzasının günümüz havza sınırları içinde gelişmiş olan Anzar formasyonu (Yılmaz ve diğerleri, 1986) olasılıkla Kuvaterner başındaki bir gölün çökelleridir. Birim Pleyistosen yaşlı olarak kabul edilmiştir.

Muş yöresinde Murat nehri ile diğer yan derelerin sekileri ve bu sekilerle uyumlu olarak yer alan ignimbiritler Pleyistosen olarak düşünülen kaya birimleridir. Nemrut yanardağına ait bazalt, tuf ve dasitler de Kuvaterner yaşlıdır (Güner, 1984).

İstife göre Muş bölgesinde deniz Alt Miyosen sonunda çekilmiştir. Bölgede Orta Miyosen yaşlı kaya birimleri saptanamamıştır. Neotektonik döneme ait çökeller paleotektonik dönem kayalarını açısız uyumsuzlukla örtmektedir. Solhan volkanitleri ile Zırnak formasyonu arasındaki uyumsuzluğun ve yaygın volkanik kayaların varlığı neotektonik dönemde tektoniğin etkin olduğunu belirtmektedir.

#### Ahlat-Adilcevaz yöresi

Van gölünün kuzeyinde (Şek. 2), neotektonik döneme ait yaygın volkanitler bulunmaktadır. Bu volkanitlerin arasından yer yer Tersiyer yaşlı çökeller yüzeylenmektedir. Tersiyer çökellerinin en iyi görüldüğü alan Ahlat ile Adilcevaz arasındadır. Yöredeki kaya birimleri, Alt Miyosen yaşlı Adilcevaz kireçtaşı, Orta-Üst Miyosen yaşlı Aktaş çakıltası ile Develi formasyonu, olasılıkla Pliyosen yaşlı Çukurlarla kireçtaşı ile henüz adlandırılmamış olan volkanitlerdir (Şek. 5). Bu bölgedeki birimleri Demirtaşlı ve Pisoni (1965) adlandırmıştır.

Adilcevaz kireçtaşı bölgenin güney bölümünde yüzeylenmektedir, denizel fasiyeste olup, doğuda Erciş'te, batıda Muş yöresinde aynı özelliktedir. Aktaş çakıltasında fosil bulunamamıştır. Ancak birim alttaki Adilcevaz kireçtaşının çakıllarını bulundurduğu için Alt Miyosenden genç olduğu açıktır. Birimin üstte Orta-Üst Miyosen yaşlı Develi formasyonuna geçişli olması nedeniyle Orta Miyosen yaşlı olabileceği düşünülmektedir. Denizel fasiyeste olan Develi formasyonu, bulunan fosillere göre Orta Miyosen yaşlıdır. Develi formasyonu, üste doğru Çukurlarla kireçtaşlarına geçer. Havzanın kuzeyinde yayılım gösleren Çukurlarla kireçtaşı gösel fasiyestedir. Çukurlarla kireçtaşı üstlerinde yer alan volkanitleriyle birlikte Pliyosen yaşlı düşünülmüştür. Muş havzasında geniş yayılım gösleren Zırnak formasyonuna benzemektedir.

Ahlat-Adilcevaz bölgesinde deniz Orta-Üst Miyosende çekilmiştir. Denizel fasiyeste olan Develi formasyonu ile gösel fasiyeste olan Çukurlarla kireçtaşları arasında bir geçişin izlenmesi, bu alanda denizin yerini gösel bir orlama bırakarak çekildiğini belirtir. Bu deniz çekilmesi olayı, olasılıkla neolekloniğin başlangıcına ait olaylardan kaynaklanan yükselmelere bağlıdır.

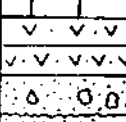
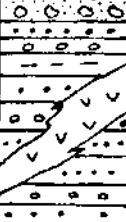



Seri	Fm.	Kalınlık m.	Litoloji	Açıklama
Kuvaterner		20		Treyler çuyluğu
		?	V V V V V V V	Volkanit: Andezit, Riyolit, bazalt, çimentolanmamış tuf, kül
	Çukurlar kireçtaşı	?		Kireçtaşı: sert, yoğun, gösel
Orta-Üst Miyosen	Develi Fm.	800		Kumtaşı, şeyl, marn: 300m.lik taban kesimi. Çapraz tabakalanmalı. Üst kısımları çakıllı ve çok kireçli.
	Aktaş Çakıltısı	200		Çakıltısı: gevsek çimentolu, polijenik
Alt Miyosen	Burdigaliyen	800		Kireçtaşı: Açık renkli, kalın tabakalı ve masif, bol fosilli, tabanında kumlu ve çakıllı, Denizel.
	Adilcevaz Kireçtaşları			
Eosen-Oligosen	Ahlat Çakıltısı			Çakıltısı, kırmızı renkli, kalın tabakalı fosilsiz.

Şek. 5 - Ahlat-Adilcevaz yöresinin genelleştirilmiş stratigrafi kesiti (Demirtaşlı ve Pisoni 1965 ten derlenmiştir).

### Karayazı-Tekman yöresi

Bu havza yaklaşık doğu-batı uzanımlıdır. Kuzeyde Miyosen öncesi ofiyolitik bir melanjdan meydana gelen ve D-B uzanımlı olan bir sırt ile Erzurum-Pasinler havzasından, güneyde ise metamorfik temele ait kayalardan oluşan Akdağlar ile Hınıs bölgesinden ayrılmaktadır. Batı sınırı neotektonik döneme ait volkanitlerle sınırlanmış olan havza doğuya doğru Zırnak havzasına açılmaktadır (Şek. 2). Kuzey ve güney sınırlarının dönem başında belirgin olması, neotektonik döneme ait kayaların yaygın olduğu bu havzada birimler arası uyumsuzlukların da olması, havzaya ayrı bir önem kazandırmaktadır. Bölgede gözlenebilen istif Şekil 6 da verilmiştir.

Karayazı-Tekman yöresinde Alt Miyosen, Haneşdüzü formasyonu ile temsil edilir. Oligosen yaşlı Çığılgan formasyonu üzerinde uyumsuz olarak yer almakta olan Haneşdüzü formasyonu İlker (1966b) tarafından adlandırılmıştır. Denizel fasiyeste kireçtaşlarından meydana gelir ve Burdigaliyeni karakterize eden fosiller kapsar. Haneşdüzü formasyonu üstünde uyumsuz bir şekilde Mescitli formasyonu yer alır. Yanal olarak kalınlığı değişen birim denizel fasiyeste marn ve breşli kireçtaşlarından meydana gelir. Gösel nitelikte olan Mescitli formasyonunun üst düzeyleri volkanitlidir. Bu birimde Orta Miyosen yaşlı fosiller derlenmiştir. Alacalı renkte çakıltısı, marn, kumtaşı tekrarlanmasından meydana gelen Yastıktepe formasyonu, Akkuş (1965) tarafından adlandırılmıştır. Üst düzeyleri volkanitli olan Yastıktepe formasyonunda Üst Miyosen yaşlı fosiller yer almaktadır. Birimin Alt Miyosen denizinin çekilmesinden sonra lagüner ortamda geliştiği düşünülmektedir ve Mescitli formasyonu ile aralarında uyumsuzluk bulunmaktadır.

Yas	Fm	Kalınlık m	Litoloji	Açıklama
Pliyosen	Çullu Fm.	450		Kireçtaşı beyaz renkli Tüf- aglomera tekrarlanması düzenli tabakalı.
Üst Miyosen	Yastıktepe Fm.	850		Aglomera Alıcalı renkte, çakıltası, marn, kumtaşı tekrarlanması, yer yer kireçtaşı bantları bulunur. jipste bulun- maktadır.
Orta Miyosen	Mescitli	600		Marn, beyaz renkli, makro fosilli kireç- taşı, sarımsı, gri renkli çakıllı, breşoid kireçtaşı, üst kısımlarında tüf, aglomera, kumtaşı
Alt Miyosen	Haneşdüzü Fm.	800		Kireçtaşı ; Alt düzeyi kumludur, bol fosillidir.
Oligosen	Cıgırgan			Marn, kumtaşı, çakıltası, kili kireçtaşı, jips.

Şek. 6 - Karayazı-Tekman yöresinin genelleştirilmiş stratigrafi kesiti (ilker, 1966 b; Erdoğan, 1966; Tanrıverdi, 1977 den alınmıştır).

Karayazı-Tekman yöresinde Pliyosen, alttaki birimler üstünde uyumsuz olan Çullu formasyonu ile temsil edilmektedir. Kireçtaşı, tüf ve aglomera tekrarlanmasından meydana gelen Çullu formasyonundaki kireçtaşları, gösel fasiyestedir. Yörede Kuvaterner yaşlı alüvyonlar ve bazalt akıntıları bulunmaktadır.

Karayazı-Tekman yöresinde deniz Orta Miyosende bölgeyi terk etmiştir. Mescitli formasyonunun alt düzeyleri denizel, üst düzeyleri ise lagüner özelliktedir. Bu nitelik denizin bu dönemde çekildiğini belirtmektedir. Alt Miyosen yaşlı Haneşdüzü formasyonunun güney ve kuzeydeki havzalarda da devamlı olması, bu formasyonun oluşumu sırasında söz konusu havza sınırlarının Alt Miyosende henüz belirlenmemiş olduğunu göstermektedir. Buna karşılık Üst Miyosen ve Pliyosen yaşlı kayabirimlerinin komşu havzalarda gelişmeyip bu havzalarda yaşıt fakat farklı özellikteki birimlerin gelişmiş olması, Üst Miyosende bugünkü havza sınırlarının ortaya çıktığını belli etmektedir.

### Hınıs yöresi

Muş havzasının kuzeyinde yer alan bölge batıda Bingöl yanardağı, kuzeyde Akdağ metamorfileri, güneyde Hamurpet yükselimi ile sınırlanmaktadır (Şek. 2). Bu sınırlar içinde özgün bir havza niteliğinde olan Hınıs yöresi doğuda doğal bir sınır olmadan Zırnak havzasına açılmaktadır. Bu alanda neotektonik döneme ait kayalar ile paleotektonik dönemin kayaları arasındaki ilişkiler iyi izlenebilmektedir. Daha kuzeyde yer alan Karayazı-Tekman havzası ile güneyde bulunan Muş havzası arasındaki ilişkiyi kurabilmek açısından bu bölgenin ayrı bir önemi bulunmaktadır.

Hınıs yöresinde neotektonik döneme ait çökeller, Alt Miyosen yaşlı, denizel fasiyeste olan Güzelbaba kireçtaşları üzerinde uyumsuz olarak yer almaktadır (Şek. 7). Güzelbaba kireçtaşları Oligosen yaşlı Aktuzla formasyonuna geçişlidir. Birimin kireçtaşları bölgenin güneyinde Hamurpet yükselimi yakınında Niftlik mevkiinde ve Hınıs-Varto karayolu üzerinde Divanhüseyin köyünde yüzeylenmektedir.

Yaş	Fm.	Kalınlık m	Litoloji	Açıklama
Kuvaterner	Pliyosen	Zırnak Formasyonu	775	Tutturulmamış kum, çakıl, kil
				Bazalt, andezit Tüf, tüfit, kumtaşı, çakıltaşı, kömür Marn, kireçtaşı Çakıltaşı, kumtaşı
Üst Miyosen	Alibonca Formasyonu	1750	1750	Tüfit, kumtaşı, silttaşı Trakitik tüfler Trakit Olivin bazalt, çakıltaşı, kumtaşı tüf, çamurtaşı silttaşı tekrarlanması Volkanik breş Çakıltaşı
				Alt Miyosen Burdigaliyen
Oligosen	Aktuzla			

Şek. 7 - Hınıs yöresinin geliştirilmiş stratigrafi kesiti (Tütüncü, 1967; Özcan, 1967; Erdoğan, 1967; Sungurlu, 1967 den).

Neotektonik dönemin ilk çökelleri Alibonca formasyonu olarak ayrılan çakıltaşı, kumtaşı, tüf ve çamurtaşından meydana gelen kaya birimidir. Alibonca formasyonu havzanın güney ve doğusunda yüzeylenmektedir, karasal ortam ürünüdür, bazalt ve trakit lavlarını kapsamaktadır. Çakıltaşlarının çakıllarından Alt Miyosen yaşlı fosillerin bulunduğu Alibonca formasyonunun Üst Miyosen yaşlı olduğu sanılmaktadır.

Hınıs yöresinde Pliyosen yaşlı olan Zırnak formasyonu daha yaşlı birimleri uyumsuz bir şekilde örtmektedir. Marn, kireçtaşı, tüf, tüfit, bazalt ve andezit akıntılarında meydana gelen Zırnak formasyonunun üstüne Kuvaternerin tutturulmamış çökelleri gelmektedir. Zırnak formasyonu içinde yer alan bazalt ve andezitlerin Bingöl ve Golibaba yanardağından geldikleri düşünülmektedir.

## Zırnak yöresi

Hınıs havzasının doğuya doğru yayılımı çok geniş olduğundan, doğu yönünde birimlerin yanal değişimlerini tanıtabilme açısından bu kesimdeki istif, ayrı bir bölge gibi ele alınıp anlatılacaktır. Zırnak havzasını güneyde Bilican dağı, doğuda Cemalverdi dağı ve kuzeyde Akdağ sınırlamaktadır (Şek. 2). Bu havzada Zırnak formasyonu, karakteristik fosilleriyle tipik kesit vermektedir ve formasyon adı bu yöreden verilmiştir.

Zırnak yöresinde Akitaniyen yaşlı Aktuzla formasyonu üzerine geçişli olarak yer alan Güzelbaba kireçtaşları denizel fasiyeste ve Burdigaliyen yaşlıdır. Havzanın güneybatısı ve kuzeydoğusunda yüzeylenmekte olan birimin üstünde andezitler yer alır (Şek. 8).

Yaş	Fm.	Katn. İlm.	Litoloji	Açıklama
Seydhanlız				Kum, çakıl, tuf
Pliosen	Karaali	125		Çakıltaş, kumtaşı, (zayıf tuffurmuş)
Pliosen Dasiyen	Zırnak Formasyonu	2100		Kırmızı sarı, volkanik elemanlı çakıltaş, kumtaşı, travertenimsi kireçtaşı.
				Çakıltaş, kumtaşı tekrarlanması, kireçtaşı bantlı. Bol fosilli.
				Marn, kumtaşı, killi kireçtaşı, kömür bantlı.
				Kumtaşı, çakıltaş, killikireçtaşı
Üst Miyosen	Alibonca Formasyonu	1750		Bazalt ve bazaltik tuf 1000 metre kısaltılmıştır. Kireçtaşı, killi kireçtaşı Pembemsi çamurtaşı Bazalt bantları
Ait Miyosen Burdigaliyen	Güzelbaba Kireçtaşları	800		Kireçtaşı Sarımsı beyaz yer yer killi, marn, kumtaşı düzeyleri. Bol fosilli ve denizel.
Akitaniyen	Aktuzla			Jips, Kireçtaşı, kumtaşı, kil bantlı.

Şek. 8 - Zırnak yöresinin genelleştirilmiş stratigrafi kesiti (Birgili, 1968; Şenalp, 1966; İlker, 1966a dan derlenmiştir).

Güzelbaba kireçtaşının üstüne uyumsuz olarak Üst Miyosen yaşlı Alibonca formasyonu gelir. Bu birim killi kireçtaşı, çamurtaşı, bazalt, çakıltası ardalanmasından meydana gelir. İlker (1966a) birimi bu bölgeden adlandırmıştır. Karasal ortam ürünü olan birimde fosil bulunamamıştır. Üst Miyosen yaşlı olasıdır.

Alibonca formasyonu üstünde uyumsuz bir şekilde yer alan Zırnak formasyonu diğer bölgelerde olduğu gibi kumtaşı, çakıltası ve killi kireçtaşı ile başlayıp üste doğru kumtaşı ve killi kireçtaşıyla devam eder ve kömür bantları kapsar. Üst düzeylerinde çakıltası, kireçtaşı ve travertenimsi kireçtaşlarına dönüşür. Birim, tipik kesit verdiği Zırnak köyünden İlker (1966a) tarafından adlandırılmıştır. Birimdeki kireçtaşları görsel fasiyestedir ve karakteristik fosillere göre Pliyosen (Dasiyen) yaşlıdır.

İlker (1966a) tarafından adlandırılan Karaali formasyonu çakıltası ve kumtaşından oluşmaktadır. Pleyistosen yaşlı olarak ayrılmıştır.

#### Erzurum-Pasinler-Horasan yöresi

Doğu Anadolu'da neotektonik dönem çökellerinin yüzeleendiği en kuzey yöre bu havzadır. Etrafı Miyosen öncesi kayalarla sınırlı, yaklaşık doğu-batı uzanımlı olan havzayı kuzeyde Kargapazarı dağları sınırlamaktadır. Günümüzde coğrafik olarak birbirlerinden ayrı üç havza şeklinde olan Erzurum, Pasinler ve Horasan havzalarının neotektonik dönem başında birbirleriyle ilişkili bir tek havzada yer aldıklarını gösteren veriler elde edilmiştir. Neotektonik dönem başında tek havza olan bu üç yöre neovulkanizma ve neotektonik deformasyon sonunda birbirlerinden ayrılmışlardır. Bu nedenle Erzurum-Pasinler-Horasan havzaları bir arada incelenmiştir (Şek. 2).

Bu yörede istif alttan üste doğru şöyledir (Şek. 9); Alt Miyosen yaşlı Haneşdüzü formasyonu denizel fasiyeste kireçtaşlarından meydana gelir ve Oligosen yaşlı Çığılğan formasyonu üzerinde uyumsuz olarak yer almaktadır. Üste doğru Mescidi formasyonuna geçer. Mescitli formasyonu marn ve aglomera üyelerine ayrılmıştır, Orta Miyosen yaşlıdır. Üstlerinde uyumsuz olarak yer alan Yastıktepe formasyonu karasal ortam ürünü ve Üst Miyosen yaşlıdır. Pliyosen, Horasan formasyonu ile temsil edilir ve alttaki birimler üzerinde uyumsuz olarak yer alan kumtaşı çakıltası, kil ve marn tekrarlanmasından meydana gelir. Birimi Rathur (1966) adlandırmıştır. Gelinkaya formasyonu tuf, tüfit, bazalt akıntıları ve bunlarla arakatlı kireçli, killi birimlerden oluşmaktadır. Gelinkaya formasyonu Horasan formasyonunun zaman/stratigrafik eşdeğeridir. Bu nedenle Pliyosen yaşlı olduğu düşünülmektedir. Bölgede bazalt lavları ile temsil edilen Karatepe volkanitleri yörenin Pliyo-Kuvaterner yaşlı en genç ürünleridir.

İstiften anlaşıldığı gibi Erzurum-Pasinler-Horasan yöresinde deniz Orta Miyosende çekilmiştir. Üst Miyosende neotektonik döneme özgü karasal çökellerin yer aldığı havzada Pliyosende havzaya özgün formasyonun yer alması havza kenarlarının bu sıralarda yükseldiği, diğer havzalarla irtibatının kesildiğini göstermektedir. Lavlarla ardışıklı bir şekilde olan birimlerin gençleştikçe daha dar alanlara sıkışması, bunların olasılıkla tektonik kökenli, sıkışıp daralan bir havzada geliştiklerine işaret etmektedir.



Bu havzada (Şek. 10), paleotektonik dönemlere ait en genç kayalar çakıltı, kumtaşı, marn, silttaşı ve kireçtaşından meydana gelir ve Eosen yaşlıdır. Neotektonik döneme ait çökme Pliyosende başlamış olup, çökelen birim tuz, jips, çamurtaşı tekrarlanmasından üste doğru çakıltı, kumtaşı düzeylerine kadar değişik kayaları içerir. Tuzluca formasyonu olarak adlandırılmış (Şenalp, 1969) olan Pliyosen yaşlı formasyonunun bazı yüzeylerinin sıg deniz veya göl çökelleri şeklinde olabilecekleri görüşü Şenalp (1969) tarafından ileri sürülmüştür.

Yaş	Fm.	Kalınlık m	Litoloji	Açıklama
Günümüz		100		Alüvyon: kum, çakıl, kil
Pleistosen		500		Aglomera, tuf, tüfit, bazalt
Pliyosen	Tuzluca Formasyonu	4730		Çakıltı-kumtaşı tekrarlanması 3430 metre kısaltılmıştır. Jips, tuz, milttaşı, çamurtaşı tekrarlanması.
Eosen				Kumtaşı, çakıltı, milttaşı, kireçtaşı

Şek. 10 - Kağızman-Tuzluca yöresinin genelleştirilmiş stratigrafi kesiti (Havur, 1968; Şenalp, 1969 ve Yurdakul, 1971 den).

Kağızman-Tuzluca havzasında, Tuzluca formasyonunun üstüne uyumsuz olarak Pleistosen yaşlı aglomera, tuf, tüfit ve bazaltlardan oluşan bir birim yer almaktadır.

İstiften anlaşıldığı gibi (Şek. 10) bu yöre Eosenden Pliyosene kadar çökel kayaları izlenemeyen veya gelişmemiş olan bir kara alanı halindedir. Bu veriye göre Alt Miyosen sırasında Doğu Anadolu'da var olan penepenin kuzey sınırı bu bölgeye ulaşamamıştır. Pliyosende çok hızlı bir çökme söz konusudur. Çökme ile beraber havzayı bölen yanardağların çokluğu dikkati çeker. Olasılıkla Pliyosen başında Doğubayazıt-Gürbulak havzası ile Kağızman-Tuzluca havzasının bu yanardağlar tarafından bölünmüş tek bir havza oldukları söylenebilir.

## BÖLGE STRATİGRAFİSİNİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Yukarıda tanıtımı yapılan bölgenin değişik yörelerindeki istife dayanılarak Doğu Anadolu'nun, genel stratigrafik özellikleri aşağıda anlatılmaya çalışılacaktır. Neotektonik dönemin stratigrafisinin iyi anlaşılması için bölgenin paleotektonik dönemine ait tavan birim anlatılarak konuya girilecektir.

### Alt ve Orta Miyosen

Doğu Anadolu'da paleotektonik dönemin en son çökelleri Alt Miyosen yaşlıdır ve bunlar bölgenin son denizel birimlerini temsil ederler. Bunlar genellikle resifal bir ortamı belirleyen kayalardan oluşurlar. İçlerinde, Burdigaliyeni karakterize eden fosiller derlenmiştir. Paleotektonik dönemi temsil eden bu istif Oligosenden Akitaniyene kadar süreklidir. Ancak, birçok yörede daha alttaki birimler üzerinde uyumsuz olarak durmaktadırlar. İstifin egemen litolojisi genellikle kireçtaşı ve killi kireçtaşlarıdır. Bölgenin kuzeyine doğru kireçtaşları ile birlikte detritikler de vardır ve yer yer detritik kayalar istifte egemen olur. Bu gibi yerlerde istifte evaporit katkılarında da rastlanmaktadır. Alt Miyosen sonunda deniz, bölgeden çekilmeye başlamıştır.

Orta Miyosen yaşlı birimlere Doğu Anadolu'da sınırlı alanlarda rastlanılmaktadır. Çökeller, çoğun denizel fasiyeste ve regresif özelliktedir. Alt Miyosen sonunda başlayan çekilme, bölgeden denizin tümüyle kaybolmasına kadar sürmüştür. Bunun sonucunda istif de denizelden lagünere gelişmiştir. Orta Miyosen istifleri, killi kireçtaşı, marn, kumtaşı, silttaşı gibi kayalardan oluşur. Orta Miyosen birimlerinde fosil seyrekdir. Karakteristik fosillere ise ender olarak rastlanır. Orta Miyosen, Alt Miyosen ile geçişlidir.

Doğu Anadolu'da Alt-Orta Miyosenin denizel fasiyesteki alanlarının saptanabilmesine karşılık, bunların karasal karşılıkları kesin olarak saptanamamıştır. Bölgenin özellikle kuzey kesiminde yer alan karasal fasiyeste olup, evaporit düzeyleri içeren (bu birimler 1:500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Kars paftasında Oligosen olarak gösterilmiştir) kayaların bir kısmının Miyosen yaşlı olduğu ve denizel istiflerin karasal karşılıkları olabilecekleri düşünülmektedir. Bölgede, Alt-Orta Miyosen yaşlı çökel kayalarla yaşıt volkanik kayalar da bulunmaktadır. Bunlar başlıca lav ve piroklastik kayalardan oluşmaktadır. Volkanitler içinde bazalt, trakit, andezit ve piroklastik kayalar en yaygındır. Bunlar çoğunlukla Alt Miyosen yaşlıdır. Patnos-Tutak arasında bu volkanitlerin Alt Miyosen yaşlı kireçtaşları ile arakatlı olduğu görülmektedir. Bundan başka Ağrı-Taşlıçay ilçesinin güneyinde, Aladağlar'ın kuzeyinde bu volkanitlerin Alt Miyosen yaşlı kireçtaşlarının yer yer altında yer aldığı, yer yer ise onların alt düzeylerini pişirerek metamorfize ettiği görülmektedir. O halde gelişmeleri olasılıkla Alt Miyosen sonuna kadar sürmüştür. Çünkü çoğunlukla Orta Miyosen çökelleri ile örtülmektedirler.

Alt Miyosen yaşlı volkanitler bölge çapında ayırt edilemediklerinden, ayrıntılı incelenmeleri de henüz yapılamamıştır. Buna rağmen rejyonel verilerin ışığında bu volkaniklerin adayayı türünde bir volkanizmaya ait oldukları sanılmaktadır (Şengör ve Yılmaz, 1981). Alt Miyosen volkanizmasının çıkış merkezleri aşınmış ve günümüzde volkanlara ait morfolojik unsurlar çoğun kaybolmuştur. Alt Miyosen volkanizmasının genel gidişleri ve yayılımları ile onları kesen ve neotektonik döneme ait olan fayların uzanımları birbirlerine uymamaktadır. Bu dolaylı veriler de volkanizmanın neotektonik dönemden önce yüzeylendiğinin kanıtıdır.

### Üst Miyosen

Doğu Anadolu'da Üst Miyosen kumtaşı, silttaşı, çakıtaşı ile başlar, killi kireçtaşı, tuf, aglomera ve volkanik akıntılar ile devam eder. Üst Miyosen, altındaki birimler üzerinde uyumsuz olarak oturur. Bu uyumsuzluğa ait verileri şöyle sıralayabiliriz; Üst Miyosenin tabanında, genellikle bir tabanda çakıtaşı bulunur. Çok belirgin olmamakla beraber Alt-Orta Miyosen yaşlı kayalar ile aralarında açılabilir uyumsuzluk vardır. Çakıtaşlarının çakıllarından Alt Miyosen yaşlı fosiller derlenmiştir. Çoğu yörelerde Alt-Orta Miyosen birimleri olmaksızın Üst Miyosen birimleri daha yaşlı kayalar üzerinde yer almaktadır. Alt Miyosen üzerinde uyumlu gibi görüldüğü yerlerin çoğunda Orta Miyosene ait

yaşlar saptanamamıştır. Bu nedenlerle Üst Miyosenle altındaki birimlerin arasında stratigrafik boşluk (lagün) olduğu sonucuna varılmıştır. Alt Miyosen yaşlı kayaların denizel olmasına karşılık, Üst Miyosen birimler karasal fasiyestedir. Ayrıca bu dönemin volkanik kayaları da alttakilerden farklıdır.

Üst Miyosen birimleri kıt fosillidir. Bulunan fosiller de karakteristik özellikte değildir. Bunlar lamellibrans, gastropod ve bitki parçaları türündendir. Birimin yaşı, stratigrafik olarak verilebilmektedir.

### Pliyosen

Doğu Anadolu'da Pliyosen birimleri genellikle kumtaşı, silttaşı, marn, çakıltası, tuf, tüfit, aglomera ve gösel kireçtaşları ile temsil edilirler. Kireçtaşı katmanları bol fosilli düzeyler kapsar. Yer yer kavkılı kireçtaşı tanımına uyacak kadar bol kavkı içerir. Bu kayalardan toplanan karakteristik fosiller birime Pliyosen (Dasiyen) yaşını vermiştir. Çökellerle arakatlı olarak ekonomik değeri olan kömür yatakları yer almaktadır. Bu kömürlerden derlenen spor yaşları da Pliyosen yaşını desteklemektedir. Pliyosende gelişen volkanlar bazalt, andezit veya trakiandezit türünde akıntılar çıkarmıştır. Bunlar, altındaki birimler üzerinde diskordan olarak yer alırlar.

### Pleyistosen

Pleyistosende Doğu Anadolu'da karasal fasiyeste birimler gelişmiş olup, bunlar çoğunlukla göl veya akarsu birikimleridir. İyi tutturulmamış kumtaşı, çakıltası ve silttaşı ile kil, kum ve çakıl depoları ile temsil edilir. Yer yer bol fosilli düzeyler kapsamakla birlikte, Pleyistosen kayalarının karakteristik fosil içerenleri azdır. Pleyistosen kayalarının çoğu bugünkü göl veya akarsu yataklarının eski morfolojisini az çok yansıtmaktadır. Bu kayalar alttaki birimlerin çakıllarını kapsar ve açılı bir uyumsuzlukla onların üstlerinde oturmaktadır. Bazı yerlerde, çevrelerindeki yanardağların çıkardıkları gereçlerin türüne göre tuf, tüfit, aglomera ile bazalt, andezit ve riyolit akıntıları da arakatlı olarak içlerinde yer alır. Ayrıca aktivite gösteren Ağrı, Tendürek, Süphan, Nemrut gibi volkanlarda, bu birimlere malzeme vermişlerdir. Fosillerle yaslaması yapılamayan birçok yerde ise stratigrafik olarak birimlere Pleyistosen yaşı verilebilmiştir.

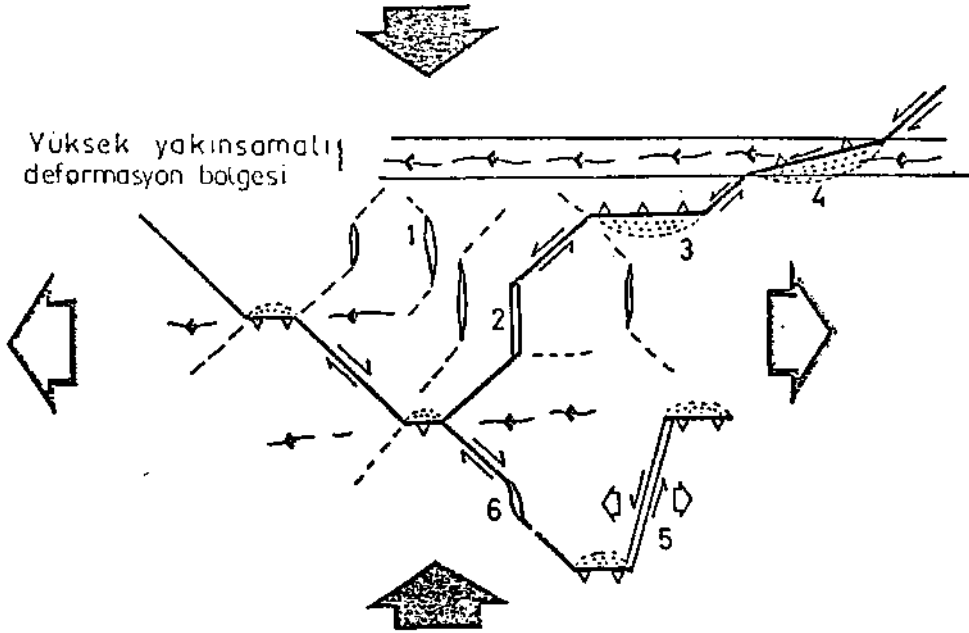
Pleyistosen birimlerinin en iyi görüldüğü yerlerden Muş havzasında bu kayalara Anzar formasyonu adı verilmiştir. Anzar formasyonu 300 m kalınlıktadır. Hınıs-Zırnak bölgesinde ise bu dönemin kayaları Karaali formasyonu ile temsil edilir. Bu yörede Pleyistosen istifi 125 m kalınlıktadır. Doğubayazıt-Kars yöresinde adlandırılmamış olan Pleyistosen 500 m kalınlıktadır. Tutak-Patnos havzasında ve Van gölü çevresinde gösel niteliktedir. Tutak-Patnos havzasında 200 m kalınlığı olan Pleyistosen çökelleri de, Alt Kuvaterner (Çavda) olarak yaşlandırılmıştır. Doğu Anadolu'da yukarıda sayılan sahalardan ayrı çoğu havzaların tabanlarında yer alan eski akarsu yatakları, askıda duran sekiler de Pleyistosen yaşlı olmalıdır.

### Holosen

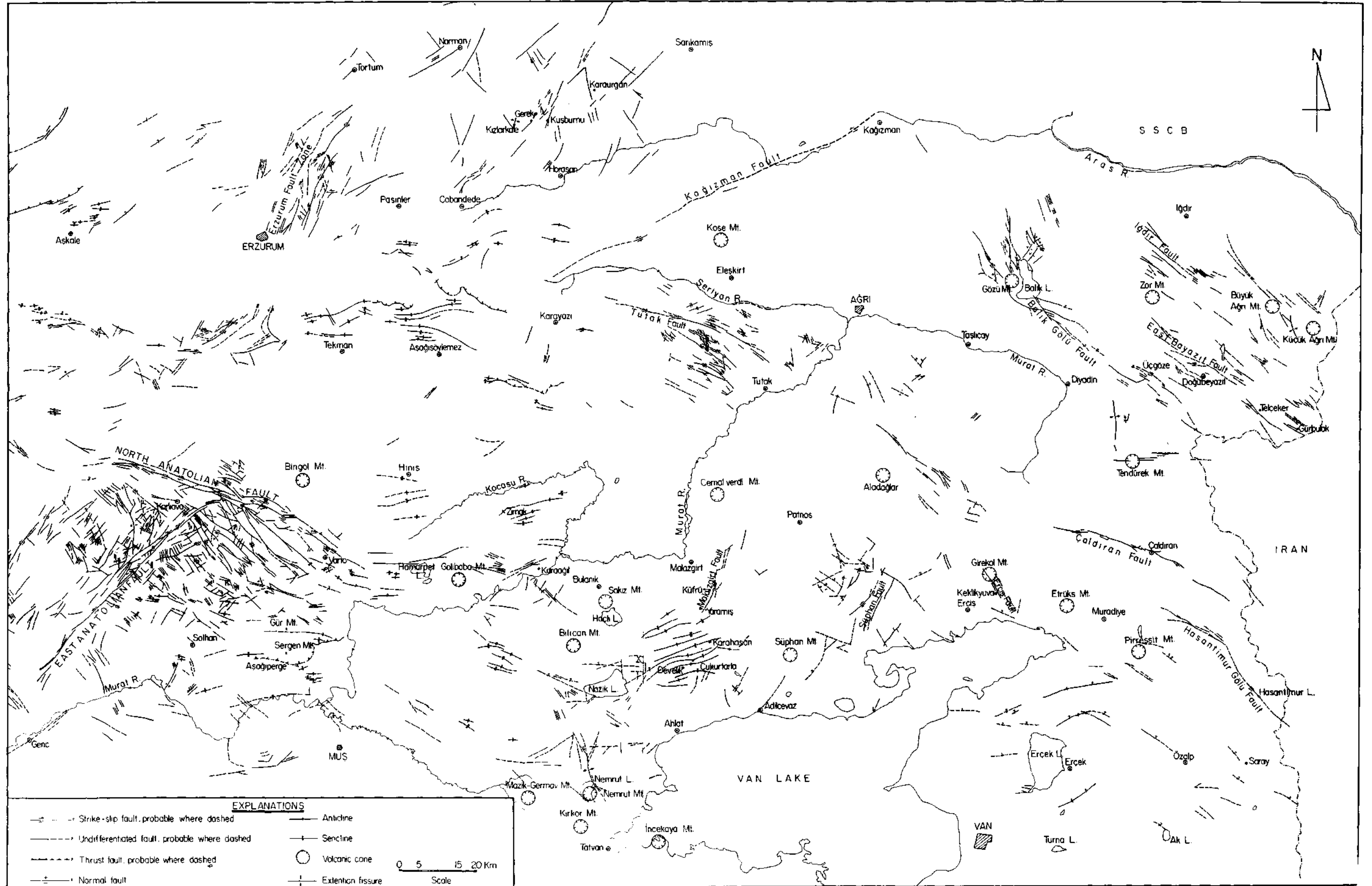
Günümüz akarsuları ve göllerinin çökelleri ile temsil edilir. Ayrıca heyelanlar, buzul ve morrenler Doğu Anadolu'da önemli sayılacak kadar gelişmişlerdir. Günümüz çökelleri yer yer Pleyistosen yaşlı çökellerle geçişlidir. Çoğu yerde birbirlerinden ayırlanamamaktadır. Bu gibi yerlerde iki dönem arasında günümüz akarsu ve göllerinin taşkın alanları sınır olarak kabul edilmiştir.

### NEOTEKTONİK DÖNEMDE GELİŞEN HAVZALARIN VE YAPILARIN İLİŞKİLERİ

Doğu Anadolu'da neotektonik dönemde, kıvrımlar, bindirme, açılma çatlakları, sağ ve sol yönlü doğrultu atımlı faylar gelişmiştir (Şek. 11). Şekil 11 de haritada dikkati çeken diğer bir unsur doğrultu atımlı fayların aralı aşmalı (en echelon) olduğu yerlerde sıçrama yapan fay parçalarının birbirleriyle olan geometrik ilişkilerine göre gelişen yapısal şekillerdir. Bu kesimlerde çek-ayır (pull-apart) havzaları veya kıvrımlar gelişmiş, ayrıca yapılar arasında ve bu yapılarla ilişkili olarak yanardağlar gelişmiştir. Doğu Anadolu'nun neotektonik haritasında görülen yapısal şekiller incelendiğinde, bölgede genel olarak D-B doğrultu kıvrım ve yüksek açılı bindirmelerin, K-G doğrultulu açılma çatlaklarının, KD-GB doğrultulu sol yönlü ve KB-GD doğrultulu sağ yönlü doğrultu atımlı fayların geliştiği söylenebilir (Şek. 12). Bölgede doğrultu atımlı faylar arasında çek-ayır türünde havzalar gelişmektedir. Doğu Anadolu'da gelişen diğer bir havza türü de senklinallere karşılık gelen, D-B uzanımlı ve kenarları bazen bindirmeli olabilen, antiklinallere karşılık gelen sırtlarla sınırlı dağarası havzalardır (Şek. 13). Doğu Anadolu'da sıkışma tektonik rejimi altında kalın çökel istiflerinin biriktiği alanlar oluşmuştur. Ayrıca açılma çatlakları arasında gelişmiş alanlar da vardır. Ancak bunlar küçük boyutlardadır. O halde Doğu Anadolu'da neotektonik dönem çökelleri daha ziyade dağarası ve çek-ayır tipi havzalarda çökelmişlerdir. Doğu Anadolu'da neotektonik dönemde gelişen volkanizmaya göz atacak olunursa (Şek. 14), günümüze kadar, birçok yanardağın geliştiği anlaşılmaktadır. Bu yanardağların yapısal şekillerle yakın ilişkileri olduğu görülmektedir. Volkanizmanın tabiatı ise tektoniğin etkisinde gelişen kıta kabuğunun evrimiyle bağlantılı olarak zaman içinde değişimler geçirmiştir (Yılmaz ve diğerleri, 1986).



Şek. 12 - Doğu Anadolu daralma bölgesinin tüm deformasyon örneklerini gösteren şematik diyagram. Numaralar bu bölgede oluşan havza türlerini gösterir. 1-Açılma çatlakları; 2 ve 6-Dağarası havza; 4 ve 5-Birden fazla yapı denetiminde gelişen havza (Şengör ve diğerleri, 1985).



Şek. 11 - Doğu Anadolu'nun neotektonik haritası.

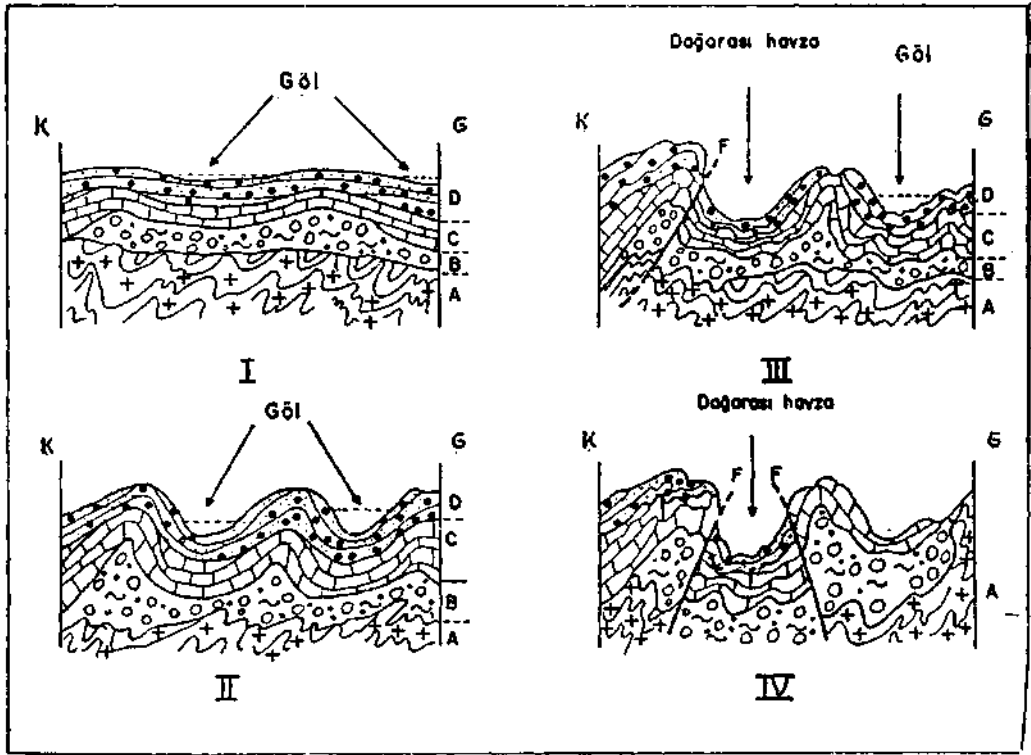
**NEOTEKTONİK DÖNEMİN JEOLJİK EVRİMİ**

Doğu Anadolu'da yer alan havzaların stratigrafisi, havzaların birbirleriyle olan korelasyonu (Şek. 3,4,5,6,7,8,9), bölgenin volkanizması (Şek. 14) ve yapı unsurları birlikte değerlendirildiğinde bölgenin jeolojik evrimi aşağıdaki gibi açıklanabilir:

Alt Miyosen sonunda Doğu Anadolu'da peneplene yakın bir paleomorfoloji gelişmiştir. Peneplenen güneyde Bitlis dağları, kuzeyde ise Tuzluca-Kağızman-Karaurgan-Tortum çizgisi ile sınırlanmaktadır (Şek. 2). Peneplenenin doğu ve batı sınırları bölge sınırları dışına uzanmaktadır. Orta Miyosende bölge K-G kompresif bir tektonizmanın etkisi altında sıkışmaya başlayınca kıvrım ve kırıklar kazanarak topografya hızla dalgalanmaya ve değişmeye başlamıştır. Buna bağlı olarak peneplenen yerini regional bir yükselmeye bırakmıştır. Bu yükselme nedeniyle deniz bölgeden çekilmeye başlamıştır. Hafif dalgalanmalara bağlı olarak gelişen sırtlar birbirinden ayrı havzaların belirlenmesine yol açmıştır. Birbirlerinden ayrılmaya başlayan bu havzalardan Ahlat-Adilcevaz'da Develi formasyonu, Erzurum-Pasinler-Horasan havzasında Yastıktepe formasyonu, Karayazı-Söylemez'de Mescitli formasyonu kayaları çökelmiştir. Üst Miyosende deniz bölgeden tamamen çekilmiştir. Bu sırada gelişen K-G açılma çatlaklarından volkanlar çıkmaya başlamış, bunlar göl veya akarsulara eşlik etmiştir. Güneyde Solhan volkanitleri, Hınıs-Zırnak bölgesinde Alibonca formasyonu, Erzurum-Pasinler-Horasan-Tekman-Karayazı arasında Yastıktepe formasyonu bu dönemde çökelmiş; bu çökeller volkanik unsurlara ait katkılar almışlardır. Akdağ ve Sakaltutan dağları bu dönemde yüksek sırtlar olarak, adı geçen havzaların sınırlarını oluşturmuştur. Üst Miyosen sonunda ortaya çıkan yeni morfoloji bölgede geniş alanlar kaplayan göllerin oluşumuna neden olmuştur. Bu göllerin çökelleri arasında Aladağ, Bingöl ve Pirreşit volkanları ürün vermiştir. Güneydeki gölün sınırı Bitlis dağlarından Akdağ'a, Ahlat-Erciş'ten Bingöl-Karlıova'ya kadar uzanmaktadır. Bu gölde Zırnak formasyonu, daha kuzeyde Akdağ-Sakaltutan dağları arasında Çullu formasyonu, Sakaltutan dağları ile Kargapazarı dağları arasında Horasan formasyonu, Ahlat-Adilcevaz yöresinde Çukurlarla kireçtaşı çökelmiştir. Kıta kabuğunun sıkışma, kıvrılma sonucunda kalınlaşmış olması, doğrultu atımlı fayların gelişmesine neden olmaya başlamıştır. Buna bağlı olarak kuzeydoğuda, Tuzluca-Kağızman-İğdır-Doğubayazıt-Gürbulak arasında yanallı atımlı faylarla kontrol edilen yeni bir havza açılmıştır. Bu havzada Tuzluca formasyonu çökelmiştir. Aynı sürede bölgede Etrüsk, Bilican, Cemalverdi, Gözü, Zor, Köse ve Sakız dağı volkanları oluşmuş, bu yanardağlar gelişmiş olan büyük havzaları daha da bölmeye başlamıştır. Bilican ile Sakız dağı, Muş-Varto yöresini Ahlat-Adilcevaz'dan, Cemalverdi dağı, Patnos-Tutak havzasını Malazgirt havzasından ayırmıştır. Kuzeyde Gözü ve daha sonra Zor dağı Kağızman-Tuzluca ile Doğubayazıt-Gürbulak ve İğdır havzalarını ayırmıştır. Tektonik rejimin sürekliliği bölgede sıkışan havzaların daralmasına, sırtların yükselmesine ve volkanizma ile beraber bu havzaların bölünmesine neden olmuştur. Pliyosen ortalarında doğrultu atımlı faylar bölgenin en önemli yapı öğeleri haline gelmiştir. Batıda KAF ile DAF birleşmişler, buna bağlı olarak Karlıova ve daha güneyde Bingöl düzlükleri ortaya çıkmıştır. Kuzeyde ise doğrultu atımlı fayların birbirlerine yakınsadığı Kars yöresinde gelişen şiddetli volkanizma Kars platosunu oluşturmuştur. Bu arada Hamurpet ve Şerafettin dağları gibi yükseltiler belirerek aralarından yeni bazı havzalar belirlemeye başlamıştır. Muş-Van havzası Üst Pliyosende şekillenmiştir. Kuvaterner başlarına doğru Ağrı, Süphan, Nemrut, Tendürek gibi yanardağlar çıkarak bölgedeki havzaların günümüzdeki şekillerini almasına neden olmuştur. Kuvaterner başında Muş havzasında Anzar formasyonu, Karlıova havzasında Boran formasyonu, Zırnak yöresinde Karaali formasyonu ve diğer havzalarda adlandırılmamış diğer birimler çökelmiştir. Depremlerle de kanıtlandığı gibi günümüzde bu morfoloji aktif bir değişim süreci içindedir.

Yapı şekilleri ile olan ilişkileri değerlendirildiğinde Doğu Anadolu'nun önemli havzaları aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir. Muş-Ahlat-Adilcevaz ve Karayazı-Tekman havzaları dağarası havza görünümündedirler. Önceleri aynı havzanın birer kesimiyken ilkin Gözü, sonra Zor ve daha

sonra Ağrı dağı tarafından bölünen Tuzluca-Kağızman-Iğdır-Doğubayazıt-Gürbulak havzası ise bir çek-ayır havza olarak değerlendirilebilir. Erzurum-Pasinler-Horasan havzası, sol yönlü doğrultu atımlı fayların da etkili olduğu bir dağarası havzadır. Karlıova-Bingöl havzası, sol yönlü doğrultu atımlı Doğu Anadolu fayı ile sağ yönlü doğrultu atımlı Kuzey Anadolu fayının denetimlerinde açılan bir havza halinde gelişmektedir. Hınıs ve Zırnak bölgeleri aslında tek bir havza olup, birden fazla yapı tipinin denetiminde gelişen oldukça geniş bir havzadır.

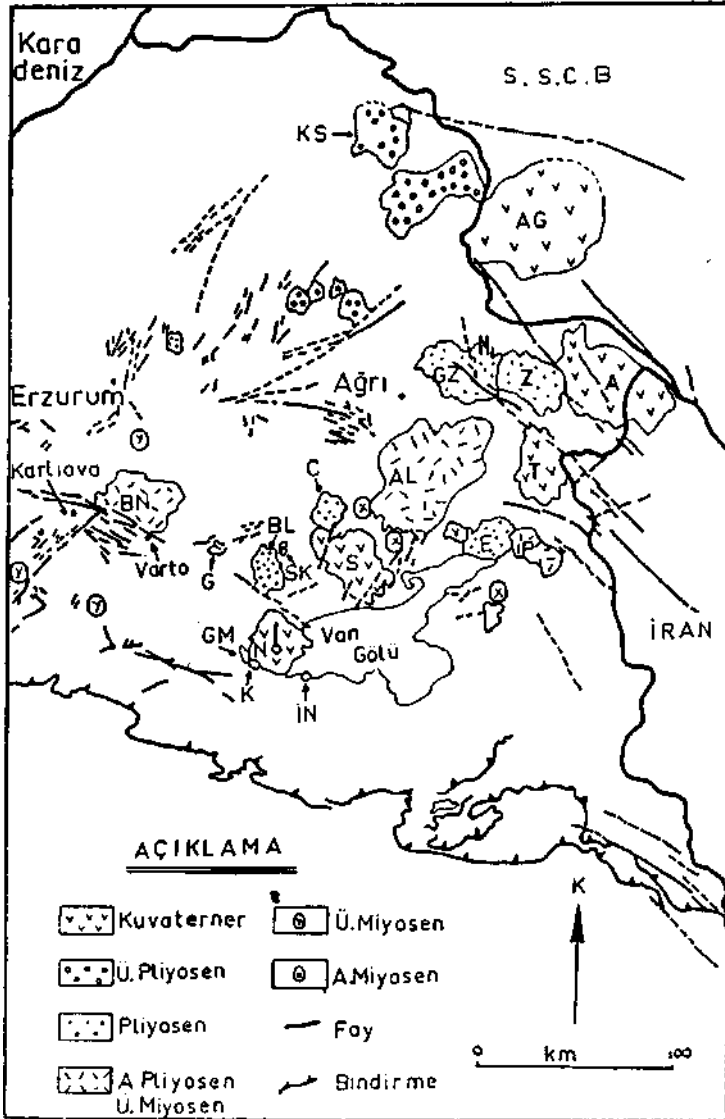


Şek. 13 - Doğu Anadolu'da dağarası havzaların gelişimini gösteren şematik kesitler (Şaroğlu ve Güner, 1981).

Yukarıda geniş bir alandaki gözlemlerin ışığında denenen bölge havzalarının konumu, tür ve gelişmeleri üzerindeki bu ilk görüş ve yaklaşımların bu alanlarda gerçekleştirilecek ayrıntılı çalışmalarla geliştirilecekleri kuşkusuzdur.

### NEOTEKTONİK DÖNEMDEKİ JEOLJİK EVRİMİN BÖLGENİN PETROL POTANSİYELİ İLE İLİŞKİLERİ

Doğu Anadolu'da bazı petrol sızıntılarının bulunduğu uzun bir süreden beri bilinmektedir. Bu sızıntıların varlığı Doğu Anadolu'da petrol araştırmalarının başlatılmasına neden olmuştur. Bölgenin stratigrafisinin anlatıldığı önceki bölümlerde değinilen kaynak ve yayınlanmamış raporların çoğu bu amaçla yapılan çalışmalara aittir. Bu çalışmaların sonucunda tespit edilen bazı yapısal kapanlar üzerinde petrol sondajları yapılmıştır. Bu sondajların kuyu raporları elimizde yoktur. Bu nedenle ulaşılan sonuçlar üzerinde ayrıntılı bir değerlendirme yapma imkânımızın bulunmadığı açıktır. Ancak bu araştırmaların hemen tümünde paleotektonik dönemlere ait kaya birimleri ve özellikle Alt Miyosen kireçtaşları hedef alınmış, neotektonik dönem kaya birimleri genellikle potansiyel olarak değerlendirilmemiştir.



Şek. 14 - Doğu Anadolu'nun neotektonik döneminde gelişmiş olan yanardağlar. AG- Alagöz dağı; KS- Kısır dağı; BN- Bingöl dağı; T- Tendürek dağı; A- Ağrı dağı; AL- Alagöz dağı; İN- İncekaya; C- Cemalverdi dağı; P- Pirreşit dağı; E- Etrüsk dağı; S- Süphan dağı; SK- Sakız dağı; BL- Bilican dağı; G- Golibaba dağı; GZ- Gözü dağı; GM- Germav dağı.

Doğu Anadolu'nun petrol potansiyelinin tartışıldığı bugünlerde, soruna bir yararı olur amacıyla tektonik amaçlı olan bu araştırmadan elde edilen bazı yorumlar aşağıda anlatılmaya çalışılacaktır: Doğu Anadolu'da neotektonik dönemde bazı alanlarda beşbin metreye ulaşan çökeltme olmuştur. Etkin tektonizma ve volkanizma ile birlikte hızlı bir çökeltme gelişmiştir. Bölgede bu dönemde kabukta ısı akısının yüksek olduğu bellidir (Dewey ve diğerleri, 1986) ve yanardağların çıkış yerlerine yakın alanlarda bu değer daha da fazla olacağı açıktır. Ayrıca lav akıntılarının hem ısı iletici hem de geçirimsiz örtü görevi yapabileceği düşünülmektedir. Pliyosen yaşlı kayalarda fosilce çok zengin düzeyler

bulunmaktadır. Bölgede bulunan petrol sızıntılarının bir kısmı neotektonik dönemlerde çökelmiş kaya toplulukları içinde yer alır veya onlarla yakın ilişkilidir. Pliyosen yaşlı birimlerin içinde bitümlü şeyl düzeyleride gözlenmiştir. Bütün bunlar, petrol geliştiren şartların ve ortamın Doğu Anadolu'da neotektonik dönemde gelişmiş olabileceğini göstermektedir. Bu düşünüş doğru ise, neotektonik dönemde gelişen havzaların, petrol olanakları açısından dikkate alınmasında yarar olduğu sonucu doğrulanacaktır.

## SONUÇLAR

1. Doğu Anadolu'da paleotektonik dönemin en genç çökelleri Alt Miyosen yaşlıdır. Sığ denizel kireçtaşları ile temsil edilen bu çökeller tüm Doğu Anadolu'da yaygınca yer almakta olup, o dönemde, bölgenin sığ bir denizle kaplı olduğunu göstermektedir.

2. Doğu Anadolu'da neotektonik dönem Orta Miyosende başlamıştır.

3. Orta Miyosen, alt düzeyleri denizel, üste doğru karasal ortam ürünü bir istifte temsil edilir. Regresif özellikteki istif Orta Miyosende denizin bölgeden çekilmesinin, bölgenin sıkışmaya başlamasıyla gelişen reyonel yükselmeye yakın ilişkisini göstermektedir.

4. Neotektonik dönemin çökelleri Üst Miyosende, günümüze kadar devam eden bir istif oluşturmuştur. Bunlar karasal fasiyeste ve etkin bir tektonik rejim içinde volkanizmayla iç içe gelişmiştir. Bu istifte yerel uyumsuzluklar, yanal geçişler ve çökelmemelikler olağandır.

5. Doğu Anadolu'da neotektonik dönem başında gelişen penepenin sınırları güneyde Bitlis dağları, kuzeyde ise Tuzluca-Kağızman-Karaorgan-Tortum çizgisi güneyinden geçmektedir. Penepenin doğu ve batı sınırları bölge dışına kadar uzanmaktadır.

6. Neotektonik dönemde gelişen havzalardan Muş, Ahlat-Adilcevaz, Karayazı-Tekman havzaları dağarası tipi havzalardır. Kağızman-Tuzluca, Doğubayazıt-Gürbulak ve İğdır havzaları çek-ayır türündedir. Dağarası havza türünde olan Erzurum-Pasinler-Horasan havzası ayrıca doğrudan atımlı fayların da denetiminde gelişmiştir. Hınıs ve Zırnak havzaları değişik yapı denetimleri altındadır. Karlıova-Bingöl havzası ise farklı özellikte olan doğrudan atımlı fayların etkisinde açılmaktadır.

## KATKI BELİRTME

Bu çalışma MTA Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmekte olan «Türkiye Neotektoniği ve Diri Fayları Haritası» projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bize bu çalışma olanağını sağlayan MTA Genel Müdürlüğüne teşekkür ederiz. Ayrıca çalışmalar esnasında görüşlerinden yararlandığımız Sayın O. Sungurlu, Sayın Y. Güner ve Sayın Dr. A.M.C. Şengör'e teşekkür etmeyi bir borç biliriz.

*Yayına verildiği tarih, 1 Aralık 1986*

## DEĞİNİLEN BELGELER

Akkuş, M.F., 1965, Pasinler havzasının 1:25 000 ölçekli detay petrol etüdü raporu: MTA Rap., 4087 (yayımlanmamış), Ankara.

- Allen, C.R., 1969, Active faulting in northern Turkey: Contr. 1577, Div. Geol. Sciences, Calif. Inst. Tech., 32 pp.
- Arpat, E. ve Şaroğlu, F., 1972, Doğu Anadolu Fayı ile ilgili bazı gözlemler ve düşünceler: MTA Derg., 78, 44-50, Ankara.
- Birgili, Ş., 1968, Muş bölgesi 1:25 000 ölçekli Karaköse J48-d3-d<sub>4</sub> ve Muş K47-b2 paftalarının detay petrol etüdü hakkında rapor: MTA Rap., 1707 (yayımlanmamış), Ankara.
- Boray, A., 1975, Bitlis dolayının yapısı ve metamorfizması: TJK Bült., 18/1, 81-84.
- Çağlayan, M.A.; İnal, R.N.; Şengün, M. ve Yurtsever, A., 1983, Structural setting of Bitlis Massif: Tekeli O. ve Göncüoğlu, C. ed., Geology of the Taurus belt da., International Symposium, 245-254.
- Demirtaşlı, E. ve Pisoni, C., 1965, Ahlat-Adilcevaz bölgesinin jeolojisi (Van Gölü kuzeyi): MTA Derg., 64, 22-36, Ankara.
- Dewey, J.S.; Hempton, W.R.; Kidd, W.S.; Şaroğlu, F. ve Şengör, A.M.C., 1986, Shortening of Continental lithosphere: the neotectonics of Eastern Anatolian-a young collision zone: Coward Ries, eds., Collision Tectonics da., Geological Society Special Publication, 19, 3-36.
- Erdoğan, T., 1966, Erzurum-Karayazı bölgesi I47-C2 I47-C3, I48-d3 paftalarına ait jeolojik rapor: MTA Rap., 4193 (yayımlanmamış), Ankara.
- , 1967, Erzurum-Hınıs bölgesi 1:25 000 ölçekli Erzurum J47-dj ve J47-d2 paftalarının detay petrol etüdü: MTA Rap., 4340 (yayımlanmamış), Ankara.
- Göncüoğlu, M.C. ve Turhan, N., 1983, Geology of the Bitlis metamorphic belt: Tekeli, O. ve Göncüoğlu, C., eds., Geology of the Taurus belt da., International Symposium, 237-244.
- Güner, Y., 1984, Nemrut yanardağının jeolojisi, jeomorfolojisi ve volkanizmasının evrimi: Jeomorfoloji Derg., 12, 23-65.
- Havur, E., 1968, Kötek-Kağızman (Kars) çevresinin 1:25 000 ölçekli detay petrol etüdü raporu: MTA Rap., 4271 (yayımlanmamış), Ankara.
- İlker, S., 1966a, Erzurum-Muş bölgesinde Karaköse J48-a4 ve J48-d<sub>4</sub> paftalarının 1:25000 ölçekli detay petrol etüdü hakkında rapor: MTA Rap., 4177 (yayımlanmamış), Ankara.
- , 1966\*, Erzurum bölgesinde I47-C1, I47-C4, I47-d2 ve I47-da paftalarının detay petrol etüdü hakkında rapor: MTA Rap., 4236 (yayımlanmamış), Ankara.
- Ketin, I., 1966, Anadolu'nun tektonik birlikleri: MTA Derg., 66, 23-34, Ankara.
- , 1977, Van gölü ile İran sınırı arasındaki bölgede yapılan jeoloji gözlemlerinin sonuçları hakkında kısa bir açıklama: TJK Bült., 20/2, 79-85.
- McKenzie, D.P., 1972, Active tectonics of the Mediterranean region: Geophys. J.R. Astr. Soc., 30, 109-185.
- Nakoman, E., 1968, Karlıova-Halifan linyitlerinin sporo-pollinik etüdüleri: TJK Bült., 11/1-2, 68-90.
- Özcan, A., 1967, Erzurum-Hınıs bölgesinde Erzurum J47-a3-a4 paftalarının detay petrol etüdü: MTA Rap., 4128 (yayımlanmamış), Ankara.
- Perinçek, D., 1980, Bitlis metamorfiteğinde volkanitli Triyas: TJK Bült., 23/2, 201-211.
- ve Özkaya, I., 1981, Arabistan levhası kuzey kenar tektonik evrimi: Yerbilimleri, 8, 91-101.
- Rathur, Q., 1966, Pasinler-Horasan (Erzurum) sahasına ait genel jeolojik rapor: MTA Rap., 4168 (yayımlanmamış), Ankara.
- Seymen, I. ve Aydın, A., 1972, Bingöl deprem fayı ve bunun Kuzey Anadolu Fay Zonu ile ilişkisi: MTA Derg., 79, 1-8, Ankara.
- Sungurlu, O., 1967, Erzurum-Hınıs bölgesinde 1:25 000 ölçekli Erzurum J47-ba-b4 paftalarına ait jeolojik detay petrol etüdü raporu: MTA Rap., 4176 (yayımlanmamış), Ankara.

- Şaroğlu, F., 1985, Doğu Anadolu'nun neotektonik dönemde jeolojik ve yapısal evrimi: İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora tezi, (yayımlanmamış).
- ; Güner, Y.; Kidd, W.S.F. ve Şengör, A.M.C., 1980, Neotectonics of Eastern Turkey: New evidence for crustal shortening and thickening in a collision zone: EOS, 51, 17, 360.
- ve———, 1981, Doğu Anadolu'nun jeomorfolojik gelişimine etki eden öğeler: Jeomorfoloji, tektonik, volkanizma ilişkileri: TJK Bült., 24, 39-50.
- ve Yılmaz, Y., 1984, Doğu Anadolu'nun neotektoniği ve ilgili magmatizması: Ketin Simpozyumu bildirileri, 149-162.
- Şenalp, M., 1966, Erzurum-Muş bölgesi 1:25 000 ölçekli Erzurum J47-32, J47-b<sub>1</sub> ve Karaköse J48-c<sub>1</sub>, c<sub>2</sub>, c<sub>3</sub>, c<sub>4</sub>, J48-b<sub>3</sub> paftalarının detay petrol etüdü: MTA Rap., 4288 (yayımlanmamış), Ankara.
- , 1969, Tuzluca (Kars) havzasının 1:25 000 ölçekli detay petrol etüdü raporu: MTA Rap., 4084 (yayımlanmamış), Ankara.
- Şengör, A.M.C., 1979, The North Anatolian transform fault: its age, offset and tectonic significance: Jour. Geol. Soc., 136, 269-282, London.
- 1980, Türkiye'nin neotektoniğinin esasları: TJK Yayl.
- ; White, G.W. ve Dewey, J.F., 1979, Tectonic evolution of the Bitlis suture, southeastern Turkey: implications for the tectonics of eastern Mediterranean: Rapp. Comm. Int. Mer Médit., 25/26-2a, 95-97.
- ve Yılmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach: Tectonophysics, 75, 181-241.
- ; Görür, N. ve Şaroğlu, F., 1985, Strike slip faulting, and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study; Strike-slip deformation, basin formation and sedimentation, Biddle and Christie-Blick, ed., Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication, 37, 227-264.
- Tanrıverdi, K., 1971, Erzurum (Söylemez) yöresinin jeolojisi ve petrol olanakları: MTA Rap., 6239 (yayımlanmamış), Ankara.
- Toker, S., 1965, Erzurum-Hasankale bölgesi, Erzurum 146-b<sub>2</sub>, Tortum H46-C3 paftalarına ait jeolojik rapor: MTA Rap., 4118 (yayımlanmamış), Ankara.
- Tütüncü, K., 1965, Erzurum ovası kuzey ve güneyinin genel jeolojisi ve petrol imkânları: MTA Rap., 4297 (yayımlanmamış), Ankara.
- , 1967, 1:25 000 ölçekli Erzurum J47-c<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> paftalarına ait genel jeoloji ve petrol imkânları: MTA Rap., 4120 (yayımlanmamış), Ankara.
- Ünal, A., 1970, Muş bölgesi 1:25 000 ölçekli Erzurum J47-c<sub>4</sub>, Muş K47-b<sub>4</sub>-c<sub>1</sub>-c<sub>2</sub> paftalarının detay petrol etüdü raporu: MTA Rap., 4754 (yayımlanmamış), Ankara.
- Ürgün, S., 1961, Muş-Nazik gölü-Murat nehri arasındaki sahanın detay jeolojisi: MTA Rap., 4730 (yayımlanmamış), Ankara.
- Yılmaz, Y., 1984, Türkiye'nin jeolojik tarihinde magmatik etkinlik ve tektonik evrimle ilişkisi: TJK Ketin Simpozyumu bildirileri, 63-81.
- ; Dilek, Y. ve Işık, H., 1981, Gevaş (Van) ofiyolitinin jeolojisi ve sinkinematik bir makaslama zonu: TJK Bült., 24/1, 37-44.
- ; Şaroğlu, F. ve Güner, Y., 1986, Initiation of neomagmatism in the Eastern Anatolia (baskıda).
- Yurdagül, M., 1971, Kağızman doğusunun (Kars H50-c<sub>1</sub> paftası) jeolojisi ve petrol olanakları: MTA Rap., 4828 (yayımlanmamış), Ankara.