

HINIS-VARTO-KARLIOVA (ERZURUM-MUŞ-BİNGÖL) DOLAYINDAKİ NEOJEN VOLKANİTLERİNİN JEOLJİSİ VE PETROLOJİSİ

Niyazi TARHAN*

ÖZ. - Çalışma alanı ve yakın dolayındaki Neojen volkanizması Orta Miyosen yaşlı Bingöl dağı grubunu oluşturan volkanitlerle başlar. Bu volkanitleri, Üst Miyosen yaşlı Varto grubu uyumsuzlukla örter. Her iki grubu da, Alt Pliyosen yaşlı Hamurpet lavı ve yatay tabakalı Orta/Üst Pliyosen yaşlı formasyonlar uyumsuzlukla örter. Bölgede, Alt Miyosen sonrası çarpışmaya (veya sıkışmaya) bağlı olarak gelişmiş, K-G sıkışma kuvvetleri kıta kabuğu kalınlaşmasına, ekaylı ve bindirmeli yapıların gelişmesine neden olmuştur. Bu olaylar sonucunda, kıta kabuğu derine gömülerek, yatay gerilim fayları (detachment faults) gelişir. Yatay gerilim faylarına koşut olarak, alt kabukta basınç azalması ve kısmi ergime gerçekleşir. Aynı zamanda, Neojen magmatizmasının yüzeye çıkarılmasını sağlayacak, zayıflık zonları gelişir. Volkanitlerin farklı çıkış merkezlerinde bileşimsel farklılık göstermesine ek olarak, aynı çıkış merkezli lavlarda da zaman boyutunda farklılaşma görülür. Bu durum, kısmi ergimeye uğramış kabuğun cinsine bağlanmıştır. Volkanitler, genellikle andezitik bileşimde olup, kalkalkalin ile zayıf alkalin arasında değişen bir affinite gösterir. Neojen volkanitlerinin tümü yalnızca güncel aktif Doğu ve Kuzey Anadolu Fay sistemlerine bağlı, doğrudan atımlı faylardan etkilenmiştir.

GİRİŞ

Çalışma alanı, Varto-Hınıs-Tekman-Karlıova-Solhan ilçeleri arasında, Bingöl dağı (Serpulaş dağı) dolaylarında yer alır (Şek. 1).

Karlıova'nın yakın doğusunda Kuzey Anadolu (KAF) ve Doğu Anadolu Fay (DAF) zonları üçlü kesişme oluşturur (Allen, 1969; Arpat ve Şaroğlu, 1975; Şengör, 1979, 1980). Çalışma alanı, Kuzey ve Doğu Anadolu transform fayları tarafından sınırlandırılmış levhaların birbirlerinden koştukları alanlar içerisinde bulunması ve kalın volkanik örtülerin tabanında daha yaşlı birimlerin (Paleozoyik-Mezozoyik-Tersiyer) yüzeylenimlerinin gözlemlendiği yer olması nedeniyle önem taşır (Şek. 2). Çünkü, geniş bir jeolojik zaman aralığını temsil eden kaya stratigrafi birimleri arasında kurulacak yapısal ve stratigrafik ilişkiler bölgenin jeodinamik evrimine ışık tutacaktır.

Çalışma alanı ve dolayında, gerek bölgenin jeolojisine ve gerekse volkanizmasına ilişkin önemli kalkılan olmuş, birçok öncel araştırmacının çalışması vardır (Abich, 1895; Tchiatcheff, 1869; Suess, 1885, Oswald, 1910; Pamir ve Baykal, 1943; Tanoğlu, 1947; Lahn, 1950; Erinc, 1953; Altınlı, 1966; Şenalp, 1966; Şaroğlu ve Güner, 1981).

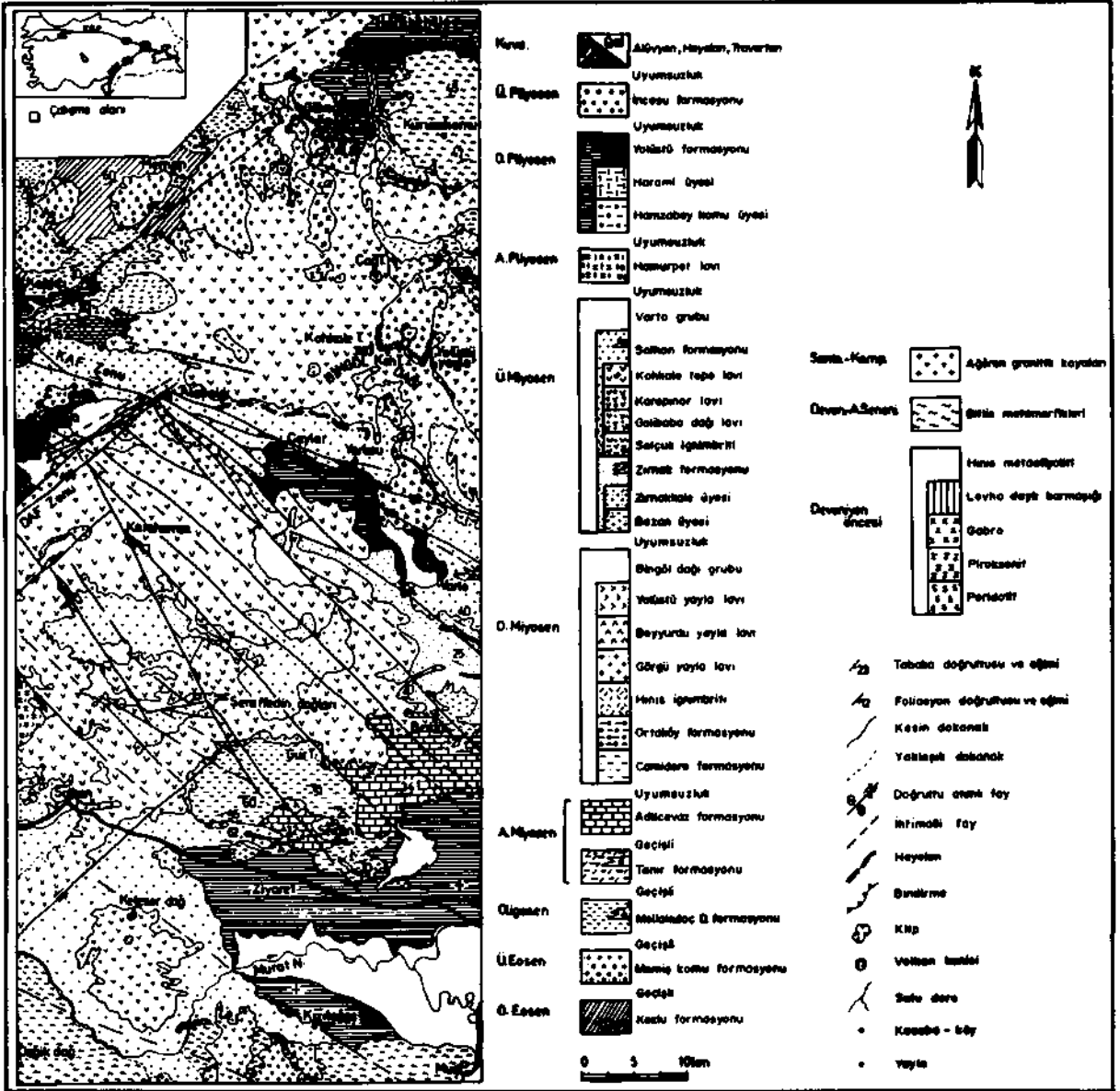
Bu yazının konusunu, Neojen yaşlı volkanitlerin yaş, stratigrafi, kaya birimleri ve petroloji özellikleri oluşturduğundan, söz konusu volkanitlerin temel kayalarına yalnızca stratigrafi bölümünde kısaca değinilmiştir (Şek. 2). Neojen volkanitleri, Orta Miyosen yaşlı Bingöl dağı grubu ve Üst Miyosen yaşlı Varto grubu başlıkları altında tanımları yapılmıştır.

STRATİGRAFİ

Çalışma alanında yüzeyleyen birimlerin tabanında Alt Paleozoyik yaşlı Hınıs metaofiyoliti yer alır (Şek. 2). Hınıs metaofiyoliti; peridotit, piroksenit, gabro ve levha dayk karmaşığından oluşur. Metaofiyolitleri, tektonik dokanakra Permiyen-Türoniyen yaşlı Bitlis metamorfitleti üzerlemiştir. Metamorfitleti; gnays, granitik gnays, amfibolit, amfibolit şist, iki mikali gnays, mikaşist, kuvarsit şist, mermer, serisit-klorit şist, kalkışist ve fillatlardan oluşur. Konyasiyen-Kampaniyen yaşlı Ağören granitik kayaları ise Hınıs metaofiyoliti ve Bitlis metamorfitletinden türemiştir. Söz konusu kayalarla düşey ve yanal geçişlidir. Granodiyorit, diyorit, monzodiyorit, monzonit ve siyenit türü kayalardan oluşurlar.

Üst Mestrihtiyen-Alt Miyosen aralığında çökelmiş sedimanter birimler birbirleriyle düşey ve yanal geçişli olup. düzenli bir istif gösterirler. Bu zaman aralığında çökelmiş kaya birimlerini; Mestrihtiyen yaşlı Tendürek ve Ağması yayla formasyonları, Alt Paleosen yaşlı Tırkiş andeziti, Divanhüseyin formasyonu. Orta Paleosen yaşlı Demirci, Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Toraman, Otta Eosen yaşlı Kozlu, Üst Eosen yaşlı Memiş komu, Oligosen yaşlı Mollakulaç dere, Alt Miyosen yaşlı Tanır ve Adilceva formasyonları oluşturur. Söz konusu formasyonların hâkim kaya birimlerini çakıtaşı, kumtaşı, tüfit, kalkarenit, kireçtaşı, kıltaşı ve marnlar oluşturur. Yer yer bordo renkli çakıtaşı, çamurtaşı, kumtaşı ve yer yer de bazaltik andezit, andezit, tüfit ve aglomera kaya birimlerinin arakatki, kama ve merceklerini içerirler.

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



Şek. 1 - Varto-Karlıova dolayının jeoloji haritası.

Çalışma alanında, Mestrihtiyen-Alt Miyosen zaman aralığında çökelmiş formasyonlar, metaofiyolit, metamorfit ve granitik kayalarını aşılal uyumsuzlukla örter. Söz konusu birimler ise Orta Miyosen yaşlı çökel ve volkanitleri tarafından uyumsuzlukla örtölürler (Şek. 1; 2).

BİNGÖL DAĞI GRUBU (Mih)

Çalışma alanı ve dolayında çalışmış öncel araştırmacılar (Pamir ve Baykal, 1943; Kıraner, 1957; Baykal, 1960; Altınlı, 1966; Tokel, 1966; Erdoğan, 1967; Özcan, 1967; Sungurlu, 1967; Tütüncü, 1967; Özocak, 1967; Özyeğin, 1968; Birgili, 1968; Wallace, 1968; Lebküchner, 1968; Elnaif, 1969; Ünal, 1970; Soytürk, 1973; Erdoğan ve Soytürk, 1974; Şaroğlu ve Güner, 1981; Türkünal, 1985; Buket ve Görmüş, 1986; Tutkun, 1987) volkanik kayaların tümünü tek formasyon kapsamına koyarak Üst Miyosen-Pliyosen, Pliyosen ve Kuvaterner gibi değişik yaşlarla tanımlamışlardır. Bazı araştırmacılar ise Bingöl dağı grubunu oluşturan volkanitleri adlamıştır. Orta-Üst Miyosen yaşlı Solhan ve Pliyosen yaşlı Karlıova volkanitleri (Yıl-

maz, 1984; Şaroğlu ve Yılmaz, 1986; Yılmaz ve diğerleri, 1988, 1988a), Pliyosen yaşlı Solhan formasyonu (Akay ve diğerleri, 1988; 1989) gibi farklı yaş ve adlarla tanımlanmışlardır.

Bu grubu oluşturan volkanitler, Bingöl volkanının kuzey bölümünde görülür. Güneyinde ise Varto grubunu oluşturan kalın volkanik örtü yüzeyler (Varto-Solhan-Karlıova-Hamurpet dağı). Bingöl volkan konisinin kuzeyinde yaygın ve tip yüzeylemleri olan volkanitler farklı bileşim, doku ve yapı gösterirler. Kalınlık ve yayılımı fazla olan bu volkanitlerin ilk kez formasyonlar düzeyinde adlamaları yapılarak haritalanmışlardır (Şek. 1). Söz konusu formasyonların ise ilk kez Bingöl dağı grubu başlığı altında tanımları yapılmıştır. Bingöl dağı grubu altı formasyona ayrılmıştır. Aşağıda bunların saha ve petrografi özelliklerine değinilmiştir. Bingöl dağı grubu Alt Miyosen ve öncesi birimlerini uyumsuzlukla örter. Üst Miyosen yaşlı Varto grubu ve Pliyosen yaşlı volkanit ile çökel birimler tarafından uyumsuzlukla örtülür (Şek. 2). Grubun stratigrafik konumundan ötürü, Orta Miyosen yaşı verilmiştir.

Camidere formasyonu (Mibc)

Hınıs'ın yakın kuzeyinde Camidere, Ortaköy dolayında yüzeyleir. Tip yeri Hınıs-Camidere mahallesidir. Camidere formasyonu olarak adlanmıştır.

Formasyon, kumtaşı, çakıtaşı, çamurtaşı, marn, kireçtaşı, killi-çörtlü gösel kireçtaşı, kalkarenit, lapilli, aglomera, tüfit, tüflü kireçtaşı, tüflü marn, silttaşı kaya birimlerinden oluşur. Yer yer kömür arakatıklarını içerir. Formasyon ince-orta katmanlıdır. Yaklaşık 150-200 m kalınlık gösterir. Gösel ortamda çökelmiştir. Formasyon, Hınıs metaofiyoliti, Bitlis metamorfikleri (O. Yılmaz, 1975; Boray, 1975; Göncüoğlu ve Turhan, 1983) ve Mestrihtiyen-Alt Miyosen aralığında çökelmiş kaya birimlerini uyumsuzlukla örter. Bingöl dağı grubunu oluşturan formasyonların en yaşlı birimidir. Bu nedenle, stratigrafik ilişkilerden dolayı Camidere formasyonu Orta Miyosenin alt bölümlerine karşılık gelmektedir. Grubu oluşturan diğer formasyonlara ise Camidere formasyonu ile göreceli olarak, stratigrafik dizilimdeki yerlerine göre yaş verilmiştir.

Ortaköy formasyonu (Mibo)

Formasyonun tip yüzeylenenleri Ortaköy, Başköy, Camidere mahallesi ve Yolüstü-Mollakulaç deresi dolayında görülür. Adını tip yeri olan Ortaköy'den almıştır.

Tüfit, kül, tuf, lapilli, aglomera ve lav (bazalt, bazaltik andezit, andezit, latit, riyolit) arakatıklarından oluşur. Orta-kalın katmanlıdır. Yaklaşık kalınlığı 30-40 metredir. Formasyon, tabanındaki Camidere formasyonu ile geçişlidir. Üst doka-nağı Hınıs ignimbritine düşey ve yanal geçişlidir. Karasal-kıyı ortamında çökelmiştir. Orta Miyosen yaşlıdır.

Hınıs ignimbriti (Mibh)

Hınıs, Yolüstü (Bazo-Balıca-Mollakulaç-Hınıs dereleri), Başköy, Gökoğlan dolayında yüzeyleir. Tip yüzeylenimleri Hınıs deresinde görülür. Hınıs ignimbriti olarak adlanmıştır.

İgnimbritlerin içerdiği kırıntıların uzun eksenler boyunca yataya yakın dizimleri hamurda bir çizgisellik oluşturur. Düzensiz soğuma kenarlı soğuma sütun ve eklemleri gösterirler. Bazı yerlerde tek seviye (2-35 m), bazı yerlerde ise volkanik kırıntılarla ardalanma gösterir. Amorf ve laminasyonlu bir hamurda cüruf, obsidiyen, tuf, lav, granit, riyolit ile mineral kristallerinin (kuvars, biyotit, piroksen, hornblend, mikroklin, plajiyoklaz) kırıntı ve parçaların içerir.

Görgü yayla lavı (Mibg)

Yüzeylenimi Görgü (Kurçık), Çaltı köyleri ve Görgü yaylada görülür. Adını tip yeri olan Görgü yayladan almıştır.

Görgü yayla lavları, iri kristalli, porfirik dokuludur, iri kristallerini kuvars ve plajiyoklazlar oluşturur. Yastık yapıyla diğer lavlardan kolayca ayrılır. Bu lavlar, Hınıs ignimbritini ve daha yaşlı birimleri uyumsuzlukla örter. Orta Miyosen yaşlıdır.

Beyyurdu yayla lavı (Mibb)

Beyyurdu yayla, Kozlu yayla, Mozek, Suvaran ve Meydan köyleri dolayında yaygın yüzeylenimleri görülür. Beyyurdu yayla lavı olarak adlanmıştır.

Grimsi-siyah, griboz-pembemsi renklerde gözlenir. Tablamsı bir yapı gösterirler. Petrografi ince kesitlerinde hiyalopilitik doku gösterirler. Amorf hamur, plajiyoklaz late ve mikrolitlerinden oluşur. Üst üste gelen ve farklı yönlerde akmış ince lav akıntıları, sedimanter birimlerde olduğu gibi değişik şekilli çapraz tabakalanmalar geliştirmiştir. Plajiyoklazların farklı yönlerde dizilişi ile çizgisellik, yapraklanma ve gözlü yapılar gelişmiştir. Bu yapılar ile diğer lavlardan kolayca ayırtanırlar. Amfibolit (olasılıkla gabro kökenli) kaya parçaları ile bunların kırılmış, parçalanmış plajiyoklaz, hornblend fenokristallerini içerir. Bazalt, bazaltik andezit, andezitik bazalt, hornblend-biyotit andezit kaya tipleri tanımlanmıştır. Bu lavlar akıcılığı nedeniyle çok geniş alanlara yayılmıştır. Tabanındaki Görgü yayla lavını ve daha yaşlı birimleri uyumsuzlukla örter. Orta Mi-yosen yaştadır.

Yolüstü yayla lavı (Mıby)

Mollakulaç, Demirci, **Yolüstü** yaylaları ve Bingöl kraterlerinin çevresinde yüzeyler. Adını tip yeri olan Yolüstü yay-ladan alır.

Yolüstü yayla lavları koyu-siyah, grimsi-pembemsi turuncu renkli, gaz gözenekli, bloklu lavlardan oluşurlar. Petrog-rafi ince kesitlerinde, amorf bir hamur içinde genellikle aynı boyda feldispat leleleri ile plajiyoklaz ve piroksen fenokristalle-rini içerir. Amfibolit kaya (gastro kökenli) ile bunların kristal kırıntı ve parçalarını içerir. Beyyurdu yayla lavlarından kuvars içerikliği, gaz gözenekli, bloklu ve az akışkan yapısıyla ayırtanırlar. Tabanındaki bazaltik Beyyurdu yayla lavlarını uyum-suzlukla örter. Bloklu oluşları nedeniyle topografyada taş yığılımları (yaklaşık kalınlık 600-700 m) şeklinde gözlenir. Bu özellikleriyle krater çevresinde, Derik yaylası ve Serikan köyünde (Varto) yüzeylenen Üst Miyosen yaşlı Varto grubu kaya-ları ile aralarında çok belirgin bir uyumsuzluğun oluşumuna neden olmuşlardır. Yolüstü yayla lavları, Bingöl dağı grubunu oluşturan formasyonların en üst düzeyini oluştururlar. Bu nedenle. Orta Miyosenin üst bölümlerine karşılık gelir.

VARTOGRUBU (Miv)

Bu grubu oluşturan kaya birimlerinin gerek çalışma alanında ve gerekse Doğu Anadolu'da yaygın yüzlekleri görülür. Varto, Solhan, Karlıova dolayında yüzeylenen volkanik ve çökel kaya birimleri ilk kez Varto grubu olarak adlanmış ve tanımlanmıştır. Varto grubu hâkim kaya birimlerine dayanarak iki formasyon ve altı üyeye ayırtlanmıştır. Söz konusu for-masyonlar birbirleriyle düşey, yanal geçişli ve giriktir. Varto grubu stratigrafik dizilimdeki konumundan ötürü Üst Miyosen yaşlıdır. Grubu oluşturan formasyonları Hınıs, Varto, Karlıova, Bulanık, Tekman, Erzurum ve Pasinler-Horasan dağlar arası havzalarda yüzeyleyen Orta-Üst Pliyosen yaşlı, yatay tabakalı çökel birimleri ile Alt Pliyosen yaşlı Hamurpet lavları uyum-suzlukla örter.

Zırnak formasyonu (Mivz)

Formasyonun yüzeylenimleri Zırnak, Zırnakkale, Mışkan, Hamurpet dağı (Karaçoban), Karaağıl (Bulanık), Karaköy-Bezan-Çerkezayna-Tepköy (Varto) dolayında görülür. Bezan-Tepeköy arasındaki Bezan deresi formasyon için tip yerdir. Zırnak formasyonunu ilk kez ilker (1966) adlamıştır. Bu adı kullanan öncel araştırmacılar arasında bir birliktelik yoktur. Gerek çalışma alanında ve gerekse yakın dolayında Zırnak adını, karışıklıklara neden vermeme için tip yüzeylenimleri Bezan dere-sinde görülen bu formasyon Zırnak adı altında tanımlanmıştır. Başka bir deyişle Zırnak formasyonunun tip yüzeylenimleri Zırnak'ta değil, Bezan-Tepeköy arasındaki Bezan deresinde (Varto) görülür. Bu çalışmada, Bezan ve **Zırnakkale** adı ile iki üye ayırtlanmıştır.

Formasyon, tüfit, tüflü mam, mam, kıltaşı, çamurtaşı, kumtaşı, çakıltaşı, kalkarenit, silttaşı, silisifiye lüf, çört, traver-len kalker, gösel kireçtaşı ve killi kireçtaşından oluşur. Bunların yanı sıra, yer yer formasyon içinde lav (bazalt, bazaltik ande/c/il, andezit, dasit, ignimbrit) ile volkanik kırıntı (aglomera, volkanik breş, tuf, lapilli) kama, mercek ve arakatıkları izlenir.

Bezan üyesi (Mivzb). Bezan, Akpınar, Çerkezayna, Tepeköy (Varto) dolayında yaygın yüzeylenimleri görülür. Adını tip yeri olan Bezan köyünden alır.

Hâkim kaya birimlerini kıltaşı, mam, tüflü marn oluşturur. Yaklaşık kalınlığı 500-600 metredir, ince-orta kat-manlıdır. Zırnak formasyonunun alt seviyelerine karşılık gelir. Kömür arakatıkları genellikle bu üye içinde gözlenir (Zırnak-Mışkan/Karaçoban; Karlıova-Sancaktar/Bingöl kömürleri).

*Zırnakkale üyesi (Mivzz).*_ Adını tip yeri olan Zırnak senklinalinde yer alan, Zırnakkale'sinden alır. Çakıllı-kumlu travertenlerden oluşur. Orta-kalın katmanlıdır. Formasyonun üst seviyelerine karşılık gelir.

Zırnak formasyonu. Orta Miyosen yaşlı Bingöl dağı grubunu ve daha yaşlı birimleri aşılal uyumsuzlukla örter. Varto grubunu oluşturan volkanik kırıntılı Solhan formasyonuna düşey ve yanal yönde tedrici geçer. Yaklaşık kalınlığı 700-800 m olup, gölsel ortamda çökelmiştir. Innocenti ve diğerleri (1982a) Pasinler yakınından aldığı lavların radyometrik yaş tayinlerinden 8.3 ± 0.1 my almışlardır. Bu lavlar, Varto grubunu oluşturan Solhan ve Zırnak formasyonlarının içindeki lav arakatıklarının eşdeğerleridir. Gerek Innocenti ve diğerlerine (1982a) göre ve gerekse formasyonun stratigrafik konumundan ötürü, formasyona Üst Miyosen yaşı verilmiştir.

Bayı öncel araştırmacılar, Zırnak formasyonunun Pliyosen yaşta olduğuna değinmişlerdir (Rathur. 1965; ilker. 1966; Tokel, 1966; Tütüncü. 1967; Sungurlu. 1967; Yılmaz, 1967; Erdoğan. 1967; Özcan. 1967; Özocak, 1967; Birgili. 1968; Lebküchner. 1968; Şaroğlu ve Yılmaz. 1984. 1986; Y. Yılmaz ve diğerleri. 1987; A. Yılmaz ve diğerleri. 1988). Bölgedeki bazı öncel araştırmacılar ise Zırnak formasyonunu değişik ad ve yaşlarla tanımlamışlardır (ilker. 1966, 1966a; Sungurlu, 1967; Tütüncü. 1967; Rathur. 1969; Erdoğan. 1972; Soytürk. 1973; Erdoğan ve Soytürk, 1974; Koçyiğit, 1985; Şaroğlu ve Yılmaz, 1986; A. Yılmaz ve diğerleri. 1988b).

Solhan formasyonu (Mivs)

Formasyonun yaygın yüzeylenimleri Şeraffedin dağları, Hamurpet dağı. Varto, Karlıova, Solhan, Tekman, Pasinler dolayında görülür. Tip yeri Varto, Solhan ve Şeraffedin dağlarıdır. Formasyonu, ilk kez Şaroğlu ve Yılmaz (1981) Solhan volkanitleri olarak adlamışlar, Akay ve diğerleri (1989) ise birimi Solhan formasyonu olarak tanımlamışlardır. Formasyon aynı ve farklı çıkış yerlerindeki farklı mineralojik bileşimli lav ve volkanik kırıntılardan oluşur. Hâkim kaya birimlerini kırıntılı volkanitler (piroklastik) oluşturmaktadır. Haritalanabilecek düzeyde kalınlığı ve yayılımı olan lav ve ignimbritler, formasyonun üyeleri olarak haritalanmıştır (Şek. 1). Bu çalışmada, formasyonu oluşturan lavların mineralojik bileşimlerine dayanarak dört üye ayırtlanmıştır. Üyelerin belli bir stratigrafik dizilimleri yoktur. Formasyonun farklı düzeylerinde tekrarlanırlar.

Solhan formasyonu volkano-klastik (aglomera, volkanik breş, lapilli, tuf, kül) ile lav (bazalt, bazaltik andezit, andezitik bazalt, andezit, asit, latit), kama, mercek ve arakatıklarından oluşur. Bunların yanı sıra ince-orta katmanlı tüfit, mam. tüflü mam. gölsel kireçtaşı, kumtaşı, aglomera ve silttaşı kaya birimlerini de kapsar. Bölgedeki, Üst Miyosen yaşlı lav ve volkano klâstiklerin bileşimleri çıkış merkezlerine bağlı olarak bazalt-andezit-trakit-dasit türünde değişimler gösterir. Ancak, bazalt türü kayaların çok daha egemen olduğu görülür. Bingöl dağı püskürükleri bazalt-andezit; Golibaba-Bilicandağ. Solhan-Kurucadağ ve Palandöken-Pasinler çıkışları, genellikle bazalt, andezit, trakit ve dasit bileşimli kayalardan oluşur. Yarılsu köyünde formasyonu kesen bazik dayklar (Pamir ve Baykal. 1943) görülür. Formasyon. Zırnak formasyonu ile düşey ve yanal geçişlidir. Orta Miyosen yaşlı Bingöl dağı grubunu ve daha yaşlı birimleri aşılal uyumsuzlukla öner. Yaklaşık kalınlığı 1500-2500 m olup Üst Miyosen yaşlıdır. Karasal ortamda oluşmuştur.

Çalışma alanı ve yakın dolayında çalışan öncel araştırmacıların tanımladıkları Pliyosen yaşlı Zırnak formasyonu (Tokel, 1966; I. Yılmaz 1967; Özocak. 1967; Birgili. 1968). Çobandede bazaltları (Tokel. 1965). Kargapazarı bazaltları (Akkuş. 1965) Havunya dağı bazaltları (Tokel. 1966). Bingöl volkanitleri (Özocak. 1967), Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Aladağlar (Innocenti ve diğerleri, 1976), Orta-Üst Miyosen yaşlı Solhan volkanitleri (Şaroğlu ve Yılmaz, 1984; Y. Yılmaz ve diğerleri, 1987). Üst Miyosen yaşlı Bingöl dağı volkanitleri (A. Yılmaz ve diğerleri. 1988; 1988a), Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Varto formasyonu ile Pliyo-Kuvaterner yaşlı Keleştepe volkaniti (Buket ve Görmüş. 1986), Pliyosen yaşlı Golibaba ve Bilicandağ volkanitleri (Şaroğlu ve Yılmaz, 1984. 1986; Y. Yılmaz ve diğerleri. 1987), Pliyosen yaşlı Solhan ve Orta-Üst Miyosen yaşlı Elçiler formasyonlarını (Akay ve diğerleri, 1988; 1989) oluşturan lav ve volkano-klastikler söz konusu formasyona eşdeğerdir.

*Selçuk ignimbriti (Mivss).*_ Varto ilçesinin kuzeydoğusunda Hotan mahallesi, Selçuk ve Seferek köyleri dolayında yüzeylenir. Selçuk ignimbriti (y) olarak adlanmıştır. Petrografi ince kesitlerinde, amorf bir hamurda cüruf, obsidiyen, lav, granit, metamorfik kaya, kristal (kuvars, biyotit, piroksen, hornblend, mikroklin, plajiyoklaz) kırıntı ve parçalarını içerir, içerdiği mineral toplulukları, Hınıs ignimbritine benzerlik göstermektedir. 15-20 m kalınlıkta tekçe bir ignimbrit akıntısından oluşur. Üst Miyosen yaşlıdır.

*Golibaba dağı lavı (Mivsg).*_ Bu lavların çıkış yeri Golibaba ve Bilican dağlarıdır. Bu çıkış yerlerinden çıkan volkanik kırıntılar (aglomera, lapilli, tuf, kül, volkanik breş) Solhan formasyonunun kapsamına konulmuştur. Golibaba dağı lavı (y) Solhan formasyonunun bir üyesi olarak tanımlanmıştır. Andezit, trakit, latit, kuvars latit türü lavlardan oluşur. Golibaba dağı püskürmesinin son evresinde genellikle trakit, latit ve kuvars latit bileşimli lavlar çıkarmıştır. Bu tip lav akıntıları Golibaba dağı'nın güneydoğu eteğinde Zoro-Yeniköy arasında çok belirgin olarak izlenir.

*Karapınar lavı (Mivska).*_ Çıkış yeri Golibaba dağıdır. Üye, gri-boz renkli, yer yer ayrılmış, bozuşmuş lavlardan (x) oluşur. Genellikle, dasit-riyolit bileşimlidir. Bölgede, farklı çıkış yerlerinden çıkmış, aynı bileşimde ve yaşta lavlar da vardır.

*Kohkale tepe lavı (Mivsk).*_ Bingöl volkan kraterinden başlayıp, volkanın güney eteği boyunca yayılım gösterir. Taşçı, Halefan, Gestemerg, Goşkar, Gomanışkan yaylaları dolayında yüzeylenir. Tip yeri Bingöl volkan kraterinin (Koh ve Kohkale T.) çevresinde görülür. Kohkale tepe lavı (6) olarak adlanmıştır.

Az amorf bir hamur içerisinde gelişigüzel dağılmış ve yer yer akışkan yapı gösteren plajiyoklaz late ve mikrolitlerini içerir. Porfirik ve hiyalopilitik dokuludur. Epidot, hornblend ve piroksen granülleri ile zonlu plajiyoklaz, lav ve amfibolit (gabro kökenli) kalıntıları içerir. Bazalt, bazaltik andezit, andezitik bazalt, andezit kaya tipleri tanımlanmıştır. Bingöl volkanından çıkan bu lavlar, akıcılığı nedeniyle geniş alanlara yayılmıştır. Solhan ve Zırnak formasyonlarını örter. Bu lav yaygısından önceki, aynı bileşimdeki lav çıkıştan Zırnak formasyonunun gösel çökelleri ve Solhan formasyonunun volkanik kırıntıları ile kama, mercek ve arakatkılar yaptığı gözlenir. Bölgede, söz konusu bu lavlarla eşdeğer ve yaşıt farklı çıkış yerlerinden çıkmış lavlarında Solhan ve Zırnak formasyonları içinde arakatkıları egemendir. Solhan formasyonunun hâkim lav türünü bu üye oluşturmıştır.

Kohkale tepe lavı. Pliyosen yaşlı Hamurpet lavı ve Yolüstü formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtülür. Bu üye, Gerek Üst Miyosenin ve gerekse Bingöl volkan kraterinden çıkmış en son lav akıntısını temsil ettiği kanısındayız.

Alt Miyosen yaşlı Havunya dağı bazalttan (Tokel, 1966), Pliyo-Kuvaterner yaşlı Yıldırımdağ bazaltları (Demirtaşlı ve diğerleri, 1965; Aziz, 1971; Gedik, 1985), Üst Miyosen yaşlı Tekman bazaltları (Erdoğan ve Soytürk, 1974) ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı Keleştepe volkaniti (Buket ve Görmüş, 1986) söz konusu lava eşdeğerdir.

Hamurpet lavı (Plh)

Hamurpet gölü, Hamurpet dağı, Serçük, Bayro ve Ağgelin köyleri (Hırus-Varto) dolayında yüzeylenir, ilk kez, Hamurpet lavı olarak adlanmıştır.

Yer yer gaz gözenekli, kuvars amigdaloyidli bloklu lavlar şeklinde, yer yerde düzgün çokgen prizmalar şeklinde soğuma sütunlarından oluşur. Petrografi ince kesitlerinde koyu mineral içeriği fazladır. Az amorf bir hamur içinde plajiyoklaz laleri ve bunlar arasında piroksen, epidot, zonlu plajiyoklaz, ksenomorf hornblend fenokristalleri ile amfibolit kaya (gabro kökenli) kalıntıları izlenir. Bazaltik andezit, andezitik bazalt, andezit, traki-andezit tipi lavlardan oluşur. Üst Miyosen yaşlı Varto grubunu uyumsuzlukla öner. Bulanık, Hınıs havzalarında ise yatay tabakalı Orta Pliyosen yaşlı Yolüstü formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtülür. Bu nedenle, lavın yaşı Alt Pliyosendir.

Hamurpet lavı Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Kaletpe andeziti (Koçyiğit, 1985), Pliyo-Kuvaterner yaşlı Karasu bazaltı (Koçyiğit, 1985a), Pliyosen yaşlı Hamurpet dağı volkanitleri ve Karayazı volkaniti (A. Yılmaz ve diğerleri, 1988), Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı Hamurpet volkanitlerine (Buket ve Görmüş, 1986) eşdeğerdir.

Yolüstü formasyonu (Ply)

Yolüstü, Karaçoban, Harami. Ovaçevirme ve Ağması köyleri (Hınıs havzası) dolayında yaygın yüzeylenimleri görülür. ilk kez, Yolüstü formasyonu olarak adlanmıştır.

Hınıs havzasında tam seri oluşturur. Formasyon genellikle çakıltı, kumtaşı, siltaşı, çamurtaşı, tüflü mam, mam, aglomera, kıltaşı, tüfit, traverten kalker, gösel kireçtaşı, killi-tüflü kireçtaşı kaya birimlerinden oluşur. Yer yer ince kömür seviyelerini içerir, ince-orta katmanlı, yatay tabakalanmalıdır. iki üye ayırtlanmıştır.

*Hamzabey komu üyesi (Plyh).*_ Yolüstü köyü (Ziyaret T.), Hamzabey ve Zaza komlannda yüzeyleir. Adını tip yeri olan Hamzabey komundan alır. Kızılımsı-kahverenkli, ince-orta katmanlı, gevşek tutturulmuş çakıtaşı, kumtaşı ve çamurtaşı arakatkılarından oluşur. Yaklaşık kalınlığı 40-50 m olup. Yolüstü formasyonunun taban konglomerasına karşılık gelir.

*Harami üyesi (Plyha).*_ Harami. Ovaçevirme. Duman ve Halife komu dolayında yüzeyleir. Gösel kireçtaşı, traverten, killi-tüflü kireçtaşı, tüfit kaya birimlerinden oluşur. Tekman havzasında bu üyenin eşdeğeri Işıklar formasyonudur (Demirtaşlı ve diğerleri, 1965; Aziz, 1971; Gedik, 1985). Yolüstü formasyonu Hınıs havzasında Alt Pliyosen yaşlı Hamurpet lavı, Üst Miyosen yaşlı Varto grubunu ve daha yaşlı birimleri uyumsuzlukla öner. Üst dokanağı düşey yönde incesu formasyonuna tedrici geçer. Formasyondan Pliyosen-Alt Pleyistosen yaşı alınmıştır (Şek. 2). Ancak, stratigrafik konumundan ötürü. Orta Pliyosen yaşı verilmiştir. Gösel ortamda çökelmiştir. Yaklaşık kalınlığı 600-800 metredir.

Orta Pliyosen yaşlı Karlıova havza çökelleri (Nakoman, 1968), Pliyosen yaşlı Horasan formasyonu (Rathur, 1965), Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Hacıömer formasyonu (Erdoğan. 1966; A. Yılmaz ve diğerleri, 1988. 1988a), Pliyosen yaşlı Işıklar formasyonu (Demirtaşlı ve diğerleri, 1965; Aziz, 1971), Pliyosen yaşlı Bulanık formasyonu (Soytürk, 1973), Kuvaterner yaşlı Pasinler, Karasu havza çökelleri (Koçyiğit, 1985a; Koçyiğit ve diğerleri. 1985; A. Yılmaz ve diğerleri. 1988a, 1988b. ve Muş ovası formasyonları (Akay ve diğerleri, 1988; 1989) söz konusu formasyona eşdeğerdir.

incesuformasyonu (PH)

Hınıs havzasında Yolüstü (Ziyaret Srt.), Harami ve Ovaçevirme köylerinde yüzeyleir. Tip yüzeyleimleri Tekman havzasında incesu. Talu. Aşağı Hanbey köylerinde görülür. Formasyonu ilk kez, Demirtaşlı ve diğerleri (1965) adlamıştır.

Formasyon, gevşek tutturulmuş çakıtaşı, kumtaşı, silttaşı, toprağımsı çamurtaşı ile yer yer tuf içerikli ince-orta katmanlı yatay tabakalardan oluşur. Alt dokanağı Yolüstü formasyonu ile uyumlu ve geçişlidir. Güncel-Kuvaterner yaşlı heyelan. yamaç molozu ve alüvyon dolgusu tarafından örtülür. Yaklaşık kalınlığı 50-100 m olup, stratigrafik konumundan ötürü formasyona Üst Pliyosen yaşı verilmiştir.

Pleyistosen yaşlı Karaali formasyonu (ilker, 1966), Pleyistosen yaşlı Anzar formasyonu (Y. Yılmaz ve diğerleri. 1987) ile eşdeğerdir.

JEOKİMYA

Volkanitleri oluşturan magmaların türü ve bunların köken sorunlarını çözmek, sahanın levha tektoniği kuramı ışığında yorumlamasını yapmak için, çalışma alanı ve yakın dolayında yüzeylenen farklı yaştaki lavlardan örnekler alınmıştır. Bu örneklerin MTA Genel Müdürlüğü'nün kimya laboratuvarlarında majör (asal) element analizleri yapılmıştır (Çizelge 1, 2, 3). Örneklerin farklı majör element kimyasal analiz içerikleri, farklı diyagramlarda incelenerek jeokimyasal bileşimleri belirlenmiştir (Şek. 3. 4, 5). Jeokimyasal bileşimlerine dayanarak adlamaları yapılmıştır (Şek. 6. 7).

Volkanitlerin toplam alkalin ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$) ve silis (SiO_2) içeriğine göre sınıflandırılmaları yapılmıştır (Şek. 3, 4, 5). Sınıflandırmalar Kuno (1960), McDonald ve Katsura (1964) ile Irvine ve Baragar'ın (1971) ayrım çizgilerine göre yapılmıştır. Bu ayrım çizgilerine bakıldığında, volkanitlerin büyük çoğunluğunun kalkalkalin ve kalkalkalin-zayıf alkalin geçiş bölgelerinde yoğunlaştığı görülür (Şek. 3, 4, 5). Buna karşın bir kısmında da alkalin alanına düştükleri izlenir. Bingöl dağı grubunu oluşturan Hınıs ignimbriti kalkalkalin-zayıf alkalin geçiş alanına; Yolüstü yayla lavlarının birer örnekleri kalkalkalin, alkalin, diğerlerinin ise kalkalkalin-zayıf alkalin geçiş alanında yoğunlaştıkları izlenir. Beyyurdu yayla lavları alkalin alanına düşmektedir. Kohkale tepe ve Yıldırımadağ (Tekman) lavlarına ait örnekler alkalin özellikler gösterirler. Hamurpet lavları tamamen kalkalkalin bölgeye düşmektedir. Karayazı lavlarının tamamının alkalin özellikte olduktan görülür. Tersiyer (Oligosen) yaşlı birimlerin ve Akdağ metamorfiklerinden ahnan birer adet lav örneklerinin, alkali alanına düştükleri toplam alkali/silis diyagramında (TAS) görülmektedir (Şek. 3).

Çalışma alanından alınan lav örneklerinin toplam alkalin ve silis içeriğine göre Cox ve diğerleri (1979) ile Zanettin'in (1984) diyagramları kullanılarak, örneklerin jeokimyasal bileşimlerine göre adlamaları yapılmıştır (Şek. 6. 7). Alkalin bileşimli örneklerin ($\text{Na}_2\text{O}-1.5$)> veya $<\text{K}_2\text{O}$ durumuna göre sodik ve potasik özellikleri belirlenmiştir. Zanettin'in (1984) diyagramında trakit alanına Uç örnek düşmektedir (Şek. 7). Bu üç örneğin yüzde ağırlık olarak peralkalin indeksleri (P.İ.). $\text{P.İ.} = (1.6 \text{ Na}_2\text{O}+1.06\text{K}_2\text{O})/0.98 \text{ Al}_2\text{O}_3$ formülünden hesaplandığında, peralkalinin birden büyük veya küçük olma durumuna göre

Çizelge 1 - Bingöl dağı grubuna ait volkanitlerin kimyasal analizleri

Örnek no.	364	300	337	294	296	298	311	313	340	344	346
SiO ₂	65.40	60.90	57.00	56.10	55.60	61.80	55.40	53.20	63.30	53.30	52.40
Al ₂ O ₃	13.40	15.30	17.00	14.20	15.80	15.70	15.40	17.90	13.60	15.50	15.30
Fe ₂ O ₃	4.21	2.09	3.19	2.35	2.37	2.15	3.51	3.82	2.14	3.83	4.59
FeO	0.63	2.63	4.34	4.91	5.35	2.30	4.41	4.67	3.12	5.29	5.15
MnO	0.10	0.20	0.20	0.20	0.20	0.10	0.20	0.70	0.10	0.20	0.20
MgO	0.77	0.92	2.10	4.12	4.45	0.85	4.17	4.18	2.53	4.23	4.40
CaO	1.72	2.10	4.80	6.90	7.17	1.99	6.97	6.74	5.10	7.02	7.30
Na ₂ O	4.36	6.80	5.20	4.30	4.00	6.74	4.19	4.19	4.12	4.25	4.25
K ₂ O	4.80	4.86	2.90	2.15	2.15	4.80	2.03	2.18	2.53	1.81	1.77
TiO ₂	0.50	0.90	1.70	1.20	1.30	0.80	1.30	1.50	0.70	1.80	1.80
P ₂ O ₅	<0.10	0.20	0.50	0.30	0.30	0.20	0.30	0.30	0.20	0.40	0.40
H ₂ O	2.66	0.62	0.80	0.80	0.72	0.66	0.42	0.54	0.34	0.40	0.74
CO ₂	0.28	0.45	0.25	1.12	0.25	0.41	0.25	0.50	0.36	0.13	0.50
A.K.	3.42	0.31	0.05	-	0.45	0.56	0.16	-	-	-	-
Toplam	98.93	97.97	99.98	98.65	99.66	98.5	98.55	100.42	98.14	98.16	98.80
Kaya birimleri	Bingöl Dağı Grubu										
	İlins ignim.	Beyyurdu yay. lavı				Yolüstü yayla lavı					
Simgeler	○	■				▲					

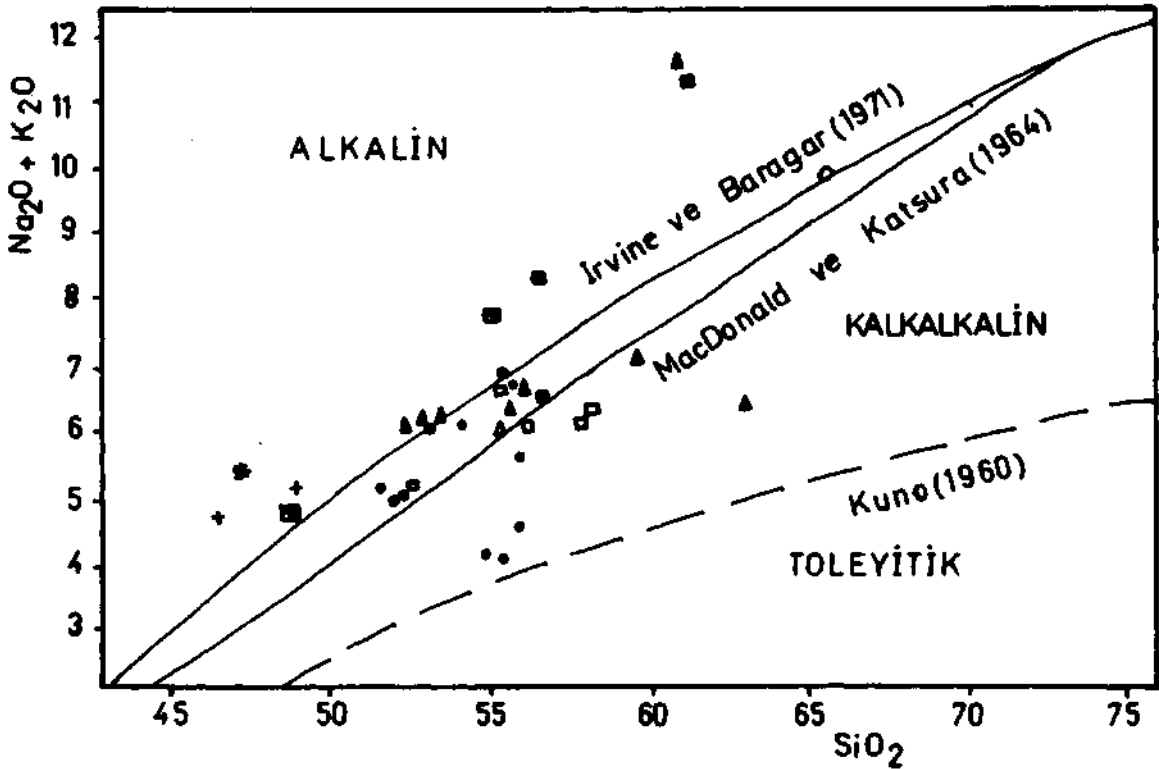
Çizelge 2 - Varto grubuna ait volkanitlerin kimyasal analizleri

Örnek no.	256	257	262	269	271	273	290	315	317	320	323	388	384	328
SiO ₂	54.20	52.90	51.70	52.60	52.20	59.50	55.80	55.20	56.60	48.00	55.90	56.00	54.80	55.10
Al ₂ O ₃	13.60	14.10	15.00	16.00	15.80	15.00	15.70	15.50	16.00	17.40	16.50	15.30	16.10	15.40
Fe ₂ O ₃	3.99	3.62	4.32	2.99	4.41	3.16	4.37	4.80	4.75	6.32	4.74	3.32	5.47	2.77
FeO	4.07	6.02	4.76	5.06	4.41	2.56	4.99	4.96	3.56	4.67	3.00	4.76	2.37	4.99
MnO	0.20	0.20	0.10	0.20	0.10	0.20	0.10	0.20	0.30	0.20	0.10	0.20	0.20	0.20
MgO	2.76	3.65	4.78	3.45	3.80	2.48	2.37	3.02	3.25	4.68	3.77	4.44	4.12	4.06
CaO	8.50	7.76	7.78	8.43	8.15	7.93	5.98	6.10	6.48	9.50	7.10	7.25	9.00	7.02
Na ₂ O	4.20	4.19	3.75	3.49	3.49	4.25	4.50	4.75	4.36	4.13	3.72	3.90	3.84	4.00
K ₂ O	1.89	1.85	1.50	1.50	1.55	2.82	2.34	2.34	2.16	1.76	1.95	2.00	1.84	1.89
TiO ₂	1.60	1.70	1.50	1.50	1.40	0.80	1.80	1.80	1.40	1.60	1.40	1.20	1.20	1.20
P ₂ O ₅	0.30	0.40	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.40	0.30	0.30	0.30	0.30
H ₂ O	0.96	1.18	1.02	0.84	1.10	1.12	1.04	0.46	0.38	0.88	0.74	1.04	0.76	0.92
CO ₂	2.30	1.65	1.12	1.29	0.87	0.33	0.33	0.33	0.41	0.25	0.25	0.13	0.50	0.50
A.K.	2.46	1.73	1.89	2.17	1.17	0.18	1.19	-	0.18	0.66	0.41	0.11	0.22	0.25
Toplam	98.57	99.22	97.72	97.65	97.58	100.45	99.62	99.76	99.95	99.79	99.47	99.84	100.4	98.25
Kaya birimleri	Varto Grubu													
	Kohkale tepe lavı											Yıldırımadağ lavı		
Simgeler	●											Δ		

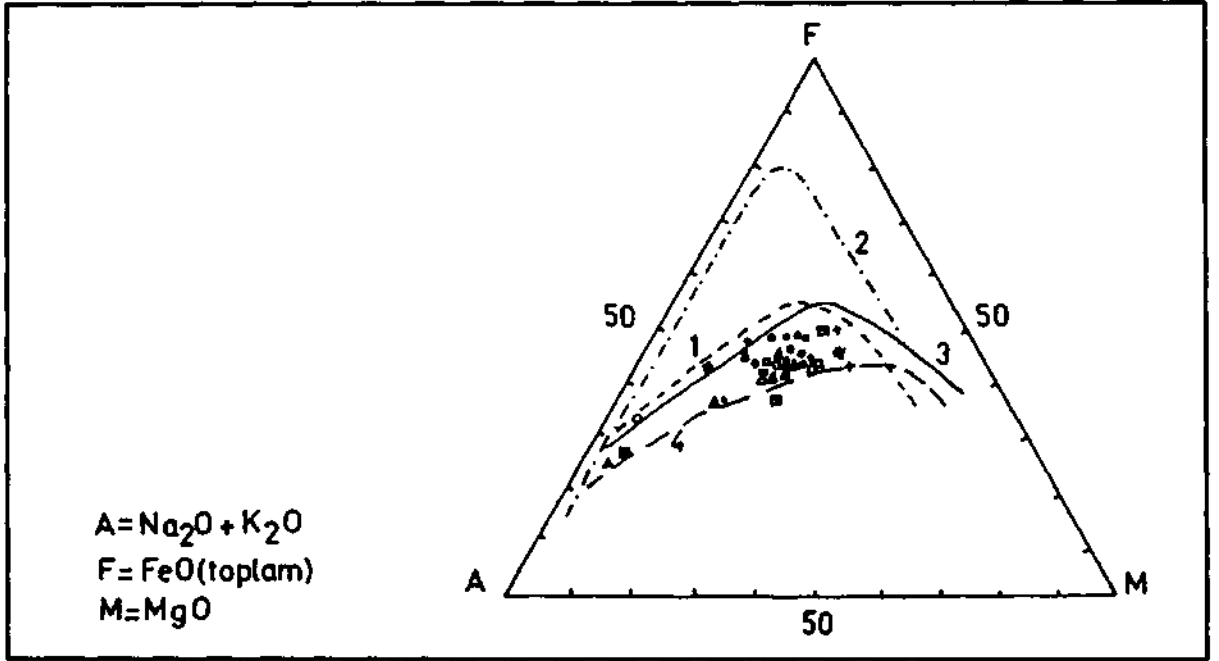
Çizelge 3 - Çalışma alanı ve yakın dolayına alt volkanitlerin kimyasal analizleri

Örnek no.	259	263	309	366	383	402	404	373	410	377
SiO ₂	57.90	57.70	52.20	56.00	55.20	46.40	49.00	47.60	48.50	49.90
Al ₂ O ₃	15.90	14.70	14.70	15.30	15.80	17.00	15.20	14.00	13.00	17.70
Fe ₂ O ₃	3.33	3.05	2.39	3.08	3.65	4.42	5.03	6.12	5.83	7.03
FeO	4.30	4.01	6.68	5.25	4.82	7.55	5.20	5.30	6.73	0.07
MnO	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.10
MgO	3.40	3.35	6.03	4.41	3.72	7.02	7.54	7.72	6.63	2.54
CaO	6.22	6.01	8.19	7.02	6.70	9.00	9.10	9.00	7.20	5.35
Na ₂ O	4.15	4.10	3.93	4.12	4.24	3.86	3.71	4.00	4.45	4.02
K ₂ O	2.05	2.16	1.35	2.00	2.17	0.91	1.49	1.50	0.51	3.80
TiO ₂	1.20	1.20	1.50	1.40	1.50	1.80	1.30	1.90	2.90	0.80
P ₂ O ₅	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.40	0.40	0.30
H ₂ O	0.96	0.60	0.98	0.82	0.74	0.72	0.48	1.12	0.60	1.08
CO ₂	0.33	0.33	0.25	0.28	0.33	0.41	0.33	0.41	0.58	0.50
A.K.	0.48	0.34	-	-	-	-	0.11	0.89	3.29	2.28
Toplam	100.24	97.71	98.70	100.18	99.36	99.59	98.88	99.27	97.53	97.19

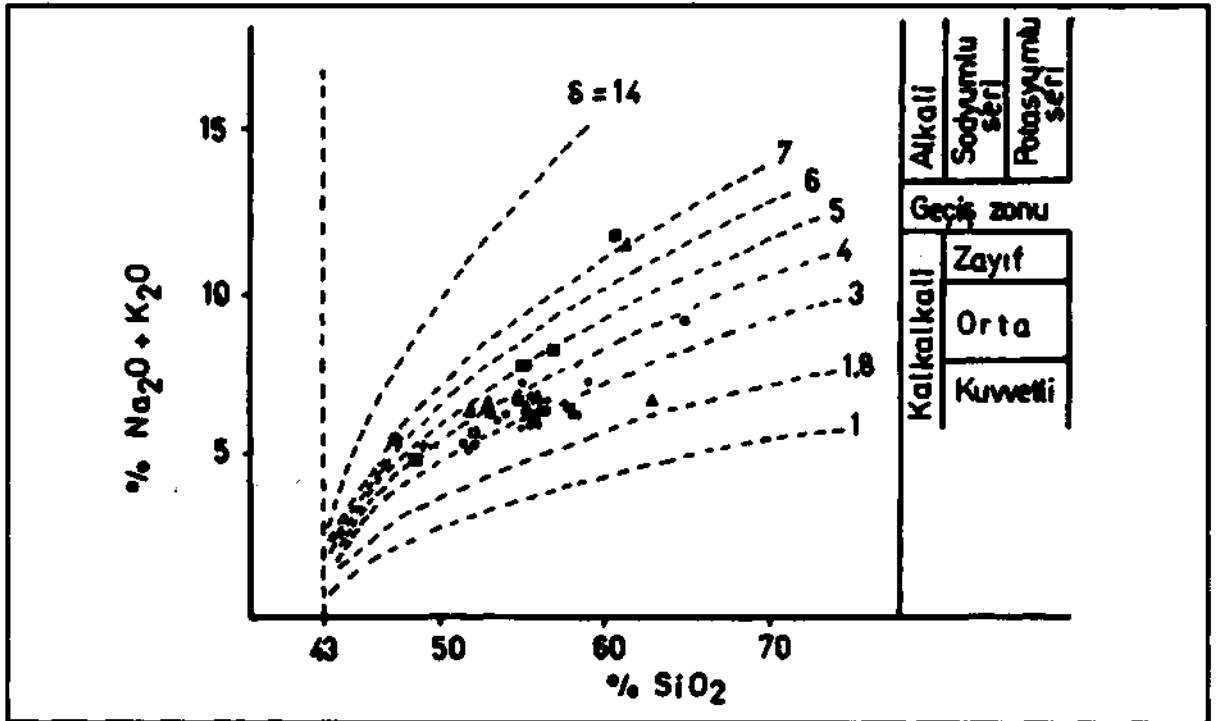
Kaya		Karayazı	Mollakulaç	Akdağ
birimleri	Hamurpet lavı	lavı	D. form.	metamorfikleri
Simgeler	□	+	*	■



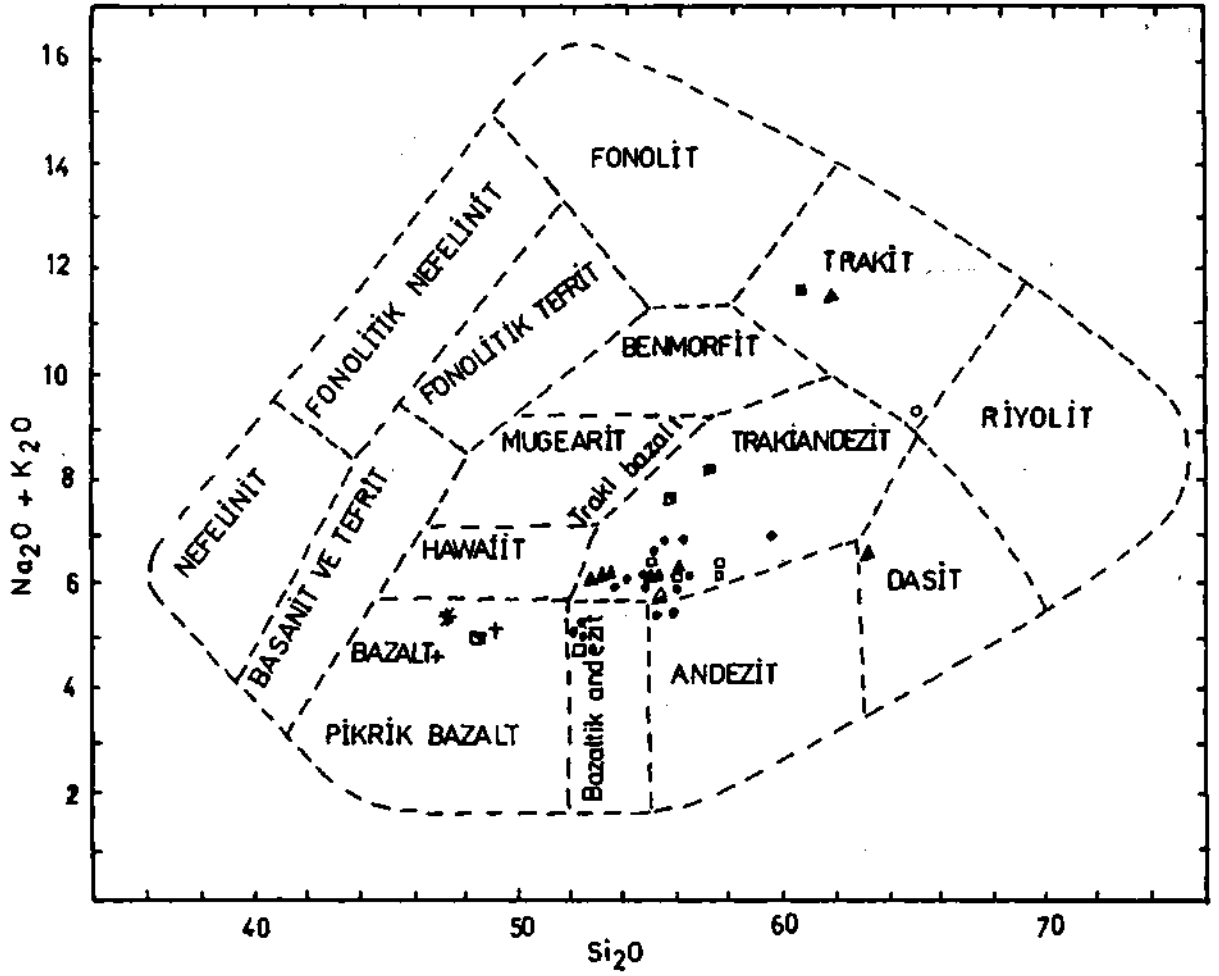
Şek. 3 - Volkanitlerin alkali/silis içeriğine göre dağılımı.



Şek. 4 - Volkanitlerin AFM diyagramı: 1 - Toleyitik (üst) ve kalkalkalin (alt) sınıfı (Irvine ve Baragar, 1971); 2 - Skaergaard toleyitik gidişi (Wager, 1960); 3 - Hawai alkalin gidişi (MacDonald ve Katsura, 1964); 4 - Cascade kalkalkalin gidişi (Turner ve Werhoogen, 1960).



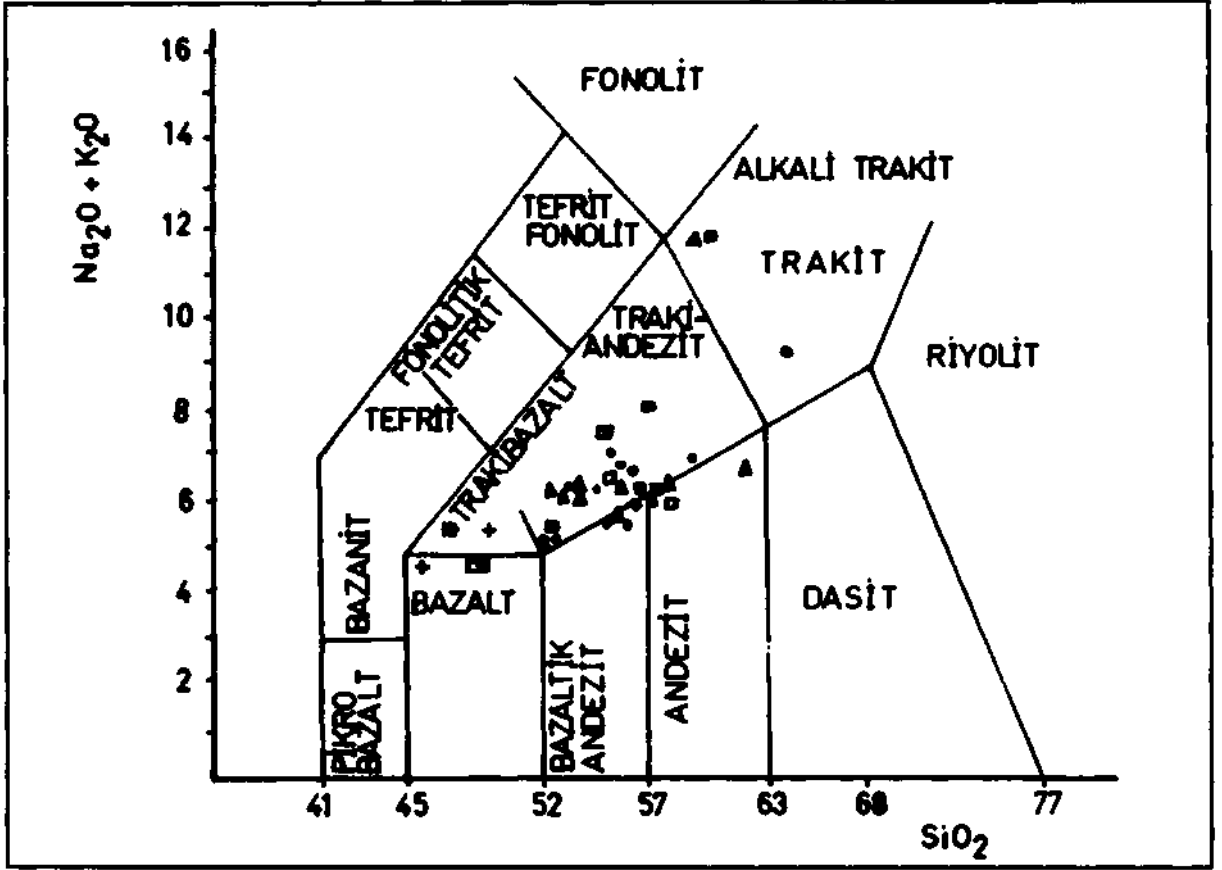
Şek. S - Volkanik kayalarının Rittmann (1962) diyagramına göre soy özelliklerinin belirlenmesi.



Şek. 6 - Volkanitlerin Cox ve diğerlerine (1979) göre adlandırılması.

belirlenmiştir. Bu duruma göre, Beyyurdu yayla lavlarının bir tanesinin alkalin trakit alanına düştüğü görülür. Yolüstü yayla lavlarına ait örneklerin bir tanesi andezit, diğerleri ise trakiandezit (şoşonitik) alanına düşmektedir. Kohkale tepe lavları çoğunlukla trakiandezit (şoşonitik, latit) olup, bir kısmı da bazaltik andezit alanına düşer. Yıldırımadağ (Tekman) lavlarına ait örnek bazaltik andezit alanına düşmektedir. Hamurpet lavı trakiandezit (şoşonitik); Karayazı lavından alınan iki örnekten birisi bazalt (alkali bazalt ve olivin-hipersten normativ kuvars normativ bazalt), diğeri sodik trakibazalt (hawaiit) alanlarına düşmektedir. Tersiyer (Oligosen) lavı sodik trakibazalt aralığına düşmektedir. Akdağ metamorfiklerinden alınan lav örneği ise trakiandezit (şoşonitik) alanına karşılık gelir. Ayrıca, Çizelge 1, 2 ve 3 teki örneklerin jeokimyasal bileşimlerine dayanarak yapılmış başka bir adlama Şekil 7 de görülür. Rittmann (1962), kayaların soy özelliklerinin tayininde Rittmann indisleri (Q) = $(Na_2O + K_2O)^2 / (SiO_2 - 43)$ formülünden hesaplandığında, dörtten büyük değerlerin alkalin, küçük değerlerin ise kalkalkalin özellikler taşıdıklarını belirtmiştir. Her bir örnek için (Çizelge 1, 2, 3) Rittmann indisleri hesaplandığında çoğunlukla dörtten küçük oldukları görülür (Şek. 5). Başka bir deyişle kalkalkalin özellikler gösterir. Buna karşın, bazı örneklerin ise kalkalkalin-alkalin geçiş ve alkalin alanlarına düştükleri görülür. Volkanitlerin AFM üçgen diyagramlarında genel olarak kalkalkalin özellikler gösterdiği izlenir (Çizelge 1, 2, 3).

Petrokimyasal veriler, gerek çalışma alanı ve gerekse Doğu Anadolu'da farklı stratigrafik konumdaki volkanik faaliyetleri beslemiş magmatizmanın bu denli düzensiz bir jeokimyasal bileşim (veya tekrarlanmalar) göstermesi, volkanizmanın çıkış bölgesindeki alt kabuk kayalarının cinsine bağlıdır. Başka bir deyişle, volkanizmayı oluşturan magmanın türü, o mag-



Şek. 7 - Volkanitlerin Zanettin'e (1984) göre adlandırılması.

manın türediği kayacın cinsi ile doğrudan ilişkilidir. Çünkü, verilerimiz Doğu Anadolu'daki volkanik faaliyetlerin birbirine bağlı magma odalarından beslenmediğini ortaya koymuştur. Her bir volkanik faaliyet birbirlerinden bağımsız olarak kısmî ergime ile oluşmuş magmaların yüzeylenmesi olarak tanımlanabilir. Başka bir deyişle, volkanizmayı besleyen magmaların türü, miktarı ve evrimleri süresince gösterdiği bileşimsel değişikliği denetleyen faktörler, yanardağların tabanında bu magmaların, oluşumlarına neden olmuş kısmî ergime miktarına ve kısmî ergimenin geliştiği yerdeki kayaların kökenine bağlı olarak değişmektedir.

Doğu Anadolu'daki Neojen volkanitlerinin kökenlerine ilişkin görüşleri Uç grupta toplayabiliriz:

1 - Çarpışma sonucu oluşan riftleşmeye bağlı olarak manto kökenli (Tokel, 1984);

2 - Çarpışma sonucu gelişmiş K-G sıkışma kuvvetlerinin oluşturduğu K-G açılma patlaklarına bağlı olarak, kıtasal kabuk veya manto kökenli (Şengör ve Kidd, 1979; Şengör, 1980; Şaroğlu ve Güner, 1981; Y. Yılmaz, 1984; Şaroğlu ve Yılmaz, 1984, 1986; Y. Yılmaz ve diğerleri, 1987);

3 - Yitim kökenli (Innocenti ve diğerleri, 1976; 1980; 1982; 1982a).

Doğu Anadolu'da ortalama kabuk kalınlığı yaklaşık 45 kilometredir (Canitez ve Toksöz, 1980). Doğu Anadolu ve Kafkaslar'daki depremlerin sığ odaklı olduğu ve yitim zonuna bağlı olmadığı belirlenmiştir (Nawrooz, 1971, 1972; McKenzie, 1972; Alptekin, 1973; Ghalib ve Alsanawi, 1974; Eyidoğan, 1973; Osmaşahin ve diğerleri, 1986). Bu bilgiler ile jeo-kimyasal verilerimiz, Doğu Anadolu'daki Neojen volkanizmasının kabuk kalınlaşmasına bağlı olduğunu göstermektedir.

SONUÇLAR

Çalışma alanında Orta Miyosen yaşlı Bingöl dağı grubunu oluşturan Hınıs ignimbriti zayıf alkalın-kalkalkalin, Beyyurdu yayla lavı alkalın ve Yolüstü yayla lavı zayıf alkalın ile kalkalkalin özellikler göstermektedir. Buna göre, farklı evrelerde püskürmüş (erüpsiyon) Bingöl dağı grubunu oluşturan volkanizma zayıf alkalın, alkalın ve kalkalkaline doğru bir evrim geçirmiştir (Şek. 3, 4, 5). Üst Miyosen yaşlı Kohkale tepe ve Yıldırımadağ (Tekman/Erzurum) lavları kalkalkalin özellikler göstermektedir. Alt Pliyosen yaşlı Hamurpet lavı kalkalkalin özellik gösterirken, bunlarla yaşıt olan Karayazı lavı ise genellikle alkalın özellikte olduğu görülür. Tersiyer yaşlı çökellerle arakatki yapan lavlar ile Akdağ metamorfiklerine ait lavların (bazalt, trakibazalt) tümü alkalın özellikler gösterir (Şek. 4, 5).

Saha, petrografik ve jeokimyasal veriler, çalışma alanında ve yakın dolayında yüzeylenen yaşıt volkanik kayaların, birbirine yakın çıkış yerlerinden beslendiğini gösterir. Aynı veriler, gerek farklı çıkış merkezlerinde ve gerekse her çıkışın kendi içinde farklı mineralojik ve düzensiz bir jeokimyasal bileşim sunduklarını ortaya koymuştur. Volkanik kayalar kısmen veya tamamen alkalın, kalkalkalin ve alkalın-kalkalkalin arası geçişler gösteren melez (hibrid) magma çıkışlarından oluşmuştur.

Jeokimyasal olarak alkalın özellikler gösteren lavların (alkali bazalt) ince kesitlerinde (petrojenez bölümüne bkz.) gabro kökenli amfibolitlerin, kalık kristal veya kaya kırıntılarını içerdiği ilk kez bu çalışmada belirlenmiştir (Beyyurdu ve Yolüstü yayla lavları ile Karayazı lavı). Kalkalkalin özellikler gösteren volkanitlerin (andezit, trakiandezit, trakibazalt, trakit, dasit, kuvars porfir) ince kesitlerinde ise genellikle sedimanter ve volkanik kaya kökenli metamorfillerin (amfibolit, amfibol şist, gnays, granitik gnays, mikaşist) kalık kaya ve kristal kırıntılarının varlığı izlenmiştir (Görgü yayla, Kohkale tepe, Hamurpet lavları). Kalkalkalin-alkalın arası kayalarının ince kesitlerinde ofiyolit, volkanik ve sedimanter kökenli metamorfik kayaların kalık kristal ve kaya parçaları izlenmiştir (Hınıs ignimbriti ve Yolüstü yayla lavı).

Saha ve petrokimyasal verilerin ışığında, çalışma alanında ve Doğu Anadolu'da yaygın Neojen volkanitlerinin oluşumunun bir yitim kuşağına bağlı (Innocenti ve diğerleri, 1976; 1980; 1982; 1982a) olarak bir dalma-batma zonu üzerinde gelişmediği kanısındayız. Bunlar, Alt Miyosen sonrası çarpışma (veya sıkışma) hareketlerinin Doğu Anadolu'da oluşturdıkları kabuk kalınlaşması sonucunda gelişmişlerdir (Şengör ve Kidd, 1979; Şengör, 1980; Şaroğlu ve Güner, 1981; Y. Yılmaz, 1984; Şaroğlu ve Yılmaz, 1984; Şaroğlu ve Yılmaz, 1986; Y. Yılmaz ve diğerleri, 1987). Çünkü Doğu Anadolu'daki kabuk kalınlaşması izostatik dengelenme (Moore, 1971) nedeniyle kabuğun gömülmesine neden olmuştur. Turcotte (1983), çarpışma sırasında bölgesel sıkışma kuvvetlerinin bölgesel gerilim kuvvetlerinin gelişmesini doğuracağını böylece, zayıflık zonlarının oluşacağını matematiksel bir modelde açıklamıştır. Osmanşahin ve diğerlerinin (1986) yaptıkları grafiklerde, Doğu Anadolu'daki depremlerin yıllara göre sayılan ve şiddetleri izlenmiş ve kabuğun derin kısmında oluşan zayıflık zonlarının magma çıkışlarını sağladığı kanısına varılmıştır.

Bölgedeki Tersiyer ve daha yaşlı birimler genellikle naplı ve ekaylı yapılar oluşturmıştır. Bu nedenle, bölgedeki alkalın özellikteki volkanitlerin sığ konumlu okyanus kabuğuna (ofiyolit topluluğu kayaları) ait kayaların kısmi ergimleri sonucunda gelişmiş magmaların ürünleri oldukları kanısındayız. Kıta kabuğu kalınlaşması sonucu derine gömülen kabuğun temelini oluşturan okyanusal ve kıtasal kayaların ayrı veya birlikte ergimesi sonucu farklı bileşimde magmalar oluşmaktadır. Kökenleri farklı kayaların ayrı veya birlikte çeşitli oranlarda kısmi ergimleri ile alkalın, kalkalkalin ve alkalın-kalkalkalin arası melez (hibrid) magmalar oluşmuştur. Bu magmalar, kıta kabuğunun kalınlaşması sonucu gelişmiş, yatay gerilim kuvvetlerinin oluşturduğu zayıflık zonları boyunca veya açılma çatlaklarından yukarı çıkarak, farklı bileşimdeki volkanik püskürme veya lav çıkışlarını oluşturmıştır.

KATKI BELİRTME

Yazar, çalışma sahasına bizzat gelerek jeolojik sorunları yerinde görüp, bunların çözümünde değerli görüş ve katkılarından ötürü Hocam, Prof. Dr. Mehmet Akartuna'ya, saha çalışması sırasındaki yardımlarından ötürü Doç. Dr. Ali Yılmaz, Şükrü Uysal ve ismail Terlemez'e, paleontolojik determinasyonları yapan mikropalcontolog Dr. Sefer Örcen, Erdoğan İnal, Kemal Erdoğan, Aynur İnal ve Meral Erkan'a teşekkürlerini sunar.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Abich, II., 1859, Vergleichende geologische Grundzüge der kaukasischen Gebirge: Mem. A. Cad. Inop., Sene G. Math. et Phys. Bd. VII (IX), St. Petersburg.
- Akay, E.; Göncüoğlu, M.C. ve Turhan, N., 1988, Muş-1133 paftası: MTA Genel Müdürlüğü 1:100.000 ölçekli açın-sama nitelikli Türkiye jeoloji haritaları serisi, Ankara.
- _____, Erkan, E. ve Ünay, E., 1989, Muş Tersiyer havzasının stratigrafisi: MTA Derg., 109, 59-76, Ankara.
- Akkuş, M. F., 1965, Pasinler (Hasankale) havzasının 1:25 000 ölçekli detay petrol etüdü raporu: MTA Rap., 4037 (yayımlanmamış), Ankara.
- Allen, C.R., 1969, Active faulting in northern Turkey: Contr. 1577, Div. Geol. Sciences, Calif. Inst. Tech., 32s.
- Alptekin, Ö., 1973, Focal mechanism of earthquakes in Western Turkey and their tectonic implications: Ph. D. Thesis New Mexico Inst. of Mining and Tech., Socorro, New Mexico.
- Altınılı, İ.E., 1966, Doğu ve Güneydoğu Anadolu'nun Jeolojisi: MTA Derg., 66, 35-74, Ankara.
- Arpat, E. ve Şaroğlu, F., 1975, Türkiye'deki bazı önemli genç tektonik olaylar: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 18/1, 91-101, Ankara.
- Aziz, A., 1971, Erzurum İ46_d ve İ46c paftalarının detay jeolojisi ve petrol olanakları: MTA Rap., 5222 (yayımlanmamış), Ankara.
- Baykal, F., 1960, Şeraffedin ve Çotela dağlarındaki jeolojik görüşler: MTA Rap., 2212 (yayımlanmamış), Ankara.
- Birgili, Ş., 1968, Muş bölgesi 1:25 (XX) ölçekli Karaköse J48_d, d₁ ve Muş K47_b paftalarının detay petrol etüdü hakkında rapor: MTA Rap., 4027 (yayımlanmamış), Ankara.
- Boray, A., 1975, Bitlis dolayının yapısı ve metamorfizması: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 18/1, 81-84, Ankara.
- Buket, E. ve Görmüş, S., 1986, Varto (Muş) havzasındaki Tersiyer yaşlı istifin stratigrafisi: Hacettepe Yerbilimleri Derg., 13, 17-29, Ankara.
- Canitez, N. ve Toksöz, M.N., 1980, Crustal structure beneath Turkey: EOS Transactions, A.G.U., 61/17, 290.
- Cox, R.R.; Bel, J.D. ve Pankhurst, R.J., 1979, The interpretation of igneous rocks: George Allen and Unwin Ltd., 450, London.
- Demirtaşlı, E.; Tütüncü, K. ve Gedik, A., 1965, Tekman havzasının 1:25 000 ölçekli jeoloji haritası: MTA Enerji Dairesi Arşivi, Ankara.
- Elnaif, S., 1969, Muş kuzey sahasının petrol etüdü raporu (1:25 000 ölçekli Erzurum-J47_d, Muş-K47a_a; K47_b, b₁; K47a₃; K46a₃, b₃, b₄; K47_d; K48a₄, d₁ paftaları): MTA Rap., 4296 (yayımlanmamış), Ankara.
- Erdoğan, T., 1966, Erzurum-Karayazı bölgesi İ47c₂, c₃ ve İ48d₄ paftalarına ait jeolojik rapor: MTA Rap., 4193 (yayımlanmamış), Ankara.
- _____, 1967, Erzurum-Hınıs bölgesi 1:25 000 ölçekli Erzurum-J47_d, d- paftalarının detay petrol etüdü: MTA Rap., 4340 (yayımlanmamış), Ankara.
- _____, 1972, Erzurum-Karayazı bölgesi ve petrol imkanları (Erzurum-İ47c₂, c₃, İ48d₄, d₄): MTA Rap., 4845 (yayımlanmamış), Ankara.
- _____-ve Soytürk, N., 1974, Tekman baseni jeolojisi ve hidrokarbon imkanları raporu: TPAO Arama Grubu Başkanlığı, Jeoloji Müdürlüğü, Rap., 870, Ankara.
- Erinç, S., 1953, Doğu Anadolu Coğrafyası: İst. Üniv. Coğrafya Enstitüsü Yayl., 15, 1245, İstanbul.
- Eyidoğan, H., 1983, Bitlis-Zağros bindirme ve kıvrımlı kuşağının sismotektonik özellikleri: Doktora Tezi, İTÜ Maden Fak., İstanbul.
- Gedik, A., 1985, Tekman (Erzurum) havzasının jeolojisi ve petrol olanakları: MTA Derg., 103/104, 1-24, Ankara.
- Ghalib, A.A. ve Alsanawi, S.A., 1974, Seismotectonics of the Arabian Peninsula a global tectonic approach: Bült. Geol. Sci., 15.
- Göncüoğlu, M.C. ve Turhan, N., 1983, Bitlis metamorfiklerinde yeni yaş bulguları: MTA Derg., 95/96, 44-48, Ankara.
- Innocenti, F.; Mazzuoli, R.; Pasquare, G.; Serri, G. ve Villari, L., 1980, Geology of the volcanic area north of Lake Van (Turkey): Geol. Rundsch., 69, 292-322.
- _____, Mazzuoli, R.; Pasquare, G.; Radicati di Brozolo, F. ve Villari, L., 1976, Evolution of volcanism in the area of interaction between the Arabian, Anatolian and Iranian plates (Lake Van, Eastern Turkey): J. Volcanol. Geotherm. Res., 1, 103-112.
- _____, Manetti, P.; Mazzuoli, R.; Pasquare, G. ve Villari, L., 1982, Anatolia and Northwestern Iran: In. R.S. Thorpe (editör), andesites: orogenic andesites and related rocks, Wiley, New York, N.Y.; 327-349.

- Innocenti, F.; Mazzuoli, P.; Pasquare, G.; Radicali di Brozolo, F. ve Villari, L., 1982a, Tertiary and Quaternary volcanism of the Erzurum - Kars area (Eastern Turkey): Geochronological data and geodynamic evolution: *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 13, 223-240.
- Irvine, TN. ve Baragar, W.R.A., 1971, A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks: *Can. J. Earth Sci.*, 8, 523-548.
- İlker, S., 1966, Erzurum-Muş bölgesinde Karaköse-J48 a₄, d₁ paftalarının 1:25 000 ölçekli detay petrol etüdü hakkında rapor: MTA Rap., 4177 (yayımlanmamış). Ankara.
- , 1966a Erzurum bölgesinde Erzurum-147c₁, c₄, d₂, d₃ paftalarının detay petrol etüdü hakkında rapor: MTA Rap., 4236 (yayımlanmamış). Ankara.
- Kıraner, F., 1957, Van gölü, Muş kuzeyi petrol istikşaf etüdü: MTA Rap., 2558 (yayımlanmamış). Ankara.
- Koçyiğit, A., 1985, Karayazı fayı: *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 28, 67-72.
- , 1985a Muralbağ-Balaban (Horasan) arasında Çobandede fay kuşağının jeo-tektonik özellikleri ve Horasan-Narman depremi yüzey kırıkları: *Cumhuriyet Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Derg.*, 2, 17-33, Sivas.
- ; Öztürk, A.; İnan, S. ve Gürsoy, H., 1985, Karasu havzasının (Erzurum) tektonomorfolojisi ve mekanik yorumu: *Cumhuriyet Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Derg.*, 2, 3-16, Sivas.
- Kuno, H., 1960, High-alumina basalt: *J. of Petrology*, 1, 121-145.
- Lahn, E., 1950, Erzurum havalisinin jeolojik bünyeleri: MTA Derg., 2/19, 233-243, Ankara.
- Lebküchner, R.F., 1968, Erzurum-Hınıs Camidere linyit zuhuru hakkında rapor: MTA Rap., 3994 (yayımlanmamış), Ankara.
- MacDonald, G.A. ve Katsura, J., 1964, Chemical Composition of Hawaiian lava: *Journal of Petrology*, 5, 82-133.
- McKenzie, D.P., 1972, Active tectonics of the Mediterranean region: *Geophys. J. R. Astr. Soc.*, 30, 109-185.
- Moore, J.G., 1971, Relationship between subsidence and volcanic load Hawaii: *Bull. Volcanol.*, 562-576.
- Nakoman, E., 1968, Karlıova-Halifan linyitlerinin sporo-pollinik etüdü: *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, XI/1-2, 68-90, Ankara.
- Nawrooz, A.A., 1971, Seismotectonics of the Persian Plateau, Eastern Turkey, Caucasus and Hindukush region: *Bull. Seism. Soc. Amer.*, 61, 317-341.
- ; 1972, Focal mechanism of earthquakes in Persia, Turkey, West Pakistan and Afghanistan and plate tectonics of the Middle East: *Bull. Seism. Soc. Am.*, 62, 828-850.
- Osmanşahin, İ.; Ekşi, F. ve Alptekin, Ö., 1986, Doğu Anadolu ve Kafkasya bölgesinin deprem selliği ve aktif tektoniği: *Deprem Araş. Bült.*, 52, 5-41, Ankara.
- Oswald, F., 1910, Zur tectonischen Entwicklungsgeschichte des Armenischen Hochlandes: *Petermanns Mitteilungen*, 1, 8, 67, 1126.
- Özcan, A., 1967, Erzurum-Hınıs bölgesinde Erzurum-J47a₃ a₄ paftalarının detay petrol etüdü: MTA Rap., 4128 (yayımlanmamış), Ankara.
- Özocak, R., 1967, Erzurum-Hınıs bölgesinde 1:25 000 ölçekli Erzurum-J47d₁, d₄ paftalarının detay petrol etüdü: MTA Enerji Dairesi Arşivi, Rap., 73, Ankara.
- Özyeğin, G., 1968, Muş bölgesi 1:25 000 ölçekli Erzurum-J47d; Muş-J47a₂ paftalarının detay petrol etüdü hakkında rapor: MTA Rap., 4129 (yayımlanmamış), Ankara.
- Pamir, H.N. ve Baykal, F., 1943, Bingöl bölgesi ile buranın şimal ve cenubundaki jeolojik yapı: MTA Rap., 1447 (yayımlanmamış), Ankara.
- Rathur, A.Q., 1965, Pasinler-Horasan (Erzurum) sahasına ait genel jeolojik rapor (H47c₃, c₄; H48c₄, d₃; 147b₁, b₂, b₃; 148a₁, a₂, b₁): MTA Rap., 4168 (yayımlanmamış), Ankara.
- , 1969, Pasinler-Horasan (Erzurum) sahasına ait genel jeolojik rapor: MTA Rap., 52 (yayımlanmamış), Ankara.
- Rittmann, A., 1962, *Volcanoes and their activity*: John Wiley and Sons, 305s.
- Soytürk, N., 1973, Murat baseni jeolojisi ve hidrokarbon imkanları: TPAO Rap., 791/1-2 (yayımlanmamış), Ankara.
- Sungurlu, O., 1967, Erzurum-Hınıs bölgesinde 1:25 000 ölçekli Erzurum-J47b₃, b₄ paftalarına ait jeolojik detay rapor: MTA Rap., 4176 (yayımlanmamış), Ankara.
- Suess, E., 1985, *Das Antlitz der Erde*: 1. Tempus Wien, 779s.

- Şaroğlu, F. ve Güner, Y., 1981, Doğu Anadolu'nun jeomorfolojik gelişimine etki eden öğeler: jeomorfoloji, tektonik volkanizma ilişkileri: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 24/2, 39-50.
- _____, Yılmaz, Y., 1984, Doğu Anadolu'nun Neotektoniği ve ilgili magmatizması: Türkiye Jeol. Kur. İhsan Ketin Simpozyumu Özel Sayısı, 149-162.
- _____, 1986, Doğu Anadolu'da neotektonik dönemdeki jeolojik evrim ve havza modelleri: MTA Derg., 107,73-94, Ankara.
- Şenalp. M., 1966, Erzurum-Muş bölgesi 1:25 000 ölçekli Erzurum-J47a₂, b₁ ve Karaköse-J48c, b₃ paftalarının detay petrol etüdü: MTA Rap., 4188 (yayımlanmamış), Ankara.
- Şengör. A.M.C. ve Kidd, W.S.F., 1979, Post-Colisional tectonic of the Turkish-Iranian plateau and a comparison with Tibet: Tectonophysics, 55, 361-367.
- _____, 1979, The North Anatolian transform fault: its age, offset and tectonic significance: Jour. Geol. Soc., 136, 269-282.
- _____, 1980, Türkiye'nin neotektoniğinin esasları: Türkiye Jeol. Kur. Yayl., Ankara.
- Tanoğlu, A., 1947, Zones d'altitude de la Turquie: determination et interpretation: Türk. Coğrafya Derg., 3, 37-55.
- Tchihatcheff, P., 1869, Asie Mineure, 4 partie: Geologie, 11, Paris.
- Tokel, S., 1965, Erzurum-Hasankale bölgesi Erzurum-I46b ; Tortum-II46c₃ paftalarına ait jeolojik rapor: MTA Rap., 4118 (yayımlanmamış), Ankara.
- _____, 1966, Erzurum-Muş bölgesi 1:25 000 ölçekli Erzurum-J46c₃ c₄ paftalarına ait jeolojik rapor: MTA Rap., 4175 (yayımlanmamış), Ankara.
- _____, 1984, Doğu Anadolu'da kabuk deformasyonunun mekanizması ve genç volkanitlerin petrojenezi: Türkiye Jeol. Kur. İhsan Ketin Simpozyumu özel Sayısı, 121-130.
- Turcotte, D.L., 1983, Mechanisms of Crustal deformation: J. Geol. Soc., 140, 701-724, London.
- Turner, F.J. ve Verhoogen, J., 1960. Igneous and metamorphic petrology: McGraw Hill Book Company, New York, 694s.
- Tutkun, S.Z., 1987, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Eşil (Erzincan) ve Karlıova (Bingöl) arasındaki kesiminin tektonostratigrafisi: Melih Tokay Jeoloji Simpozyumu, Bildiri özlery, ODTÜ, Ankara.
- Türkunal, S., 1985, Doğu ve Güneydoğu Anadolu'nun jeolojisi: Jeol. Müh. Odası Yayl., 8, Ankara.
- Tütüncü, K., 1967, Erzurum-J47c paftalarına ait genel jeoloji ve petrol imkanları: MTA Rap., 4120 (yayımlanmamış), Ankara.
- Ünal, A., 1970, Muş bölgesi 1:25 000 ölçekli Erzurum-J47c₄; Muş-K47b₄ c₁,c₂ paftalarını detay petrol etüdü: MTA Rap., 4754 (yayımlanmamış), Ankara.
- Wager, L.R., 1960, The major element variation of the layers series of the Skaeragaard intrusion: J. of Petrology, 1, 364-398.
- Wallace, E., 1968, 19 Ağustos 1966 tarihinde Doğu Anadolu, Varto'daki deprem: MTA Rap., 4057 (yayımlanmamış), Ankara.
- Yılmaz, A.; Terlemez, I. ve Uysal, Ş., 1988, Hınıs (Erzurum güneydoğusu) dolaylarının bazı stratigrafik ve tektonik özellikleri: MTA Derg., 108, 38-56, Ankara.
- _____, Uysal, Ş., 1988a Erzurum-F32 paftası: MTA Genel Müdürlüğü 1:100 000 ölçekli açınama nitelikli Türkiye jeoloji haritaları serisi, Ankara.
- _____, Terlemez, I. ve Uysal, Ş., 1988b Erzurum-F33 paftası: MTA Genel Müdürlüğü, 1:100 000 ölçekli açınama nitelikli Türkiye Jeoloji haritaları serisi, Ankara.
- Yılmaz, İ., 1967, Hınıs-Varto bölgesi 1:25 000 ölçekli Erzurum-J47d d₄ paftalarının detay petrol etüdü: MTA Rap., 4226 (yayımlanmamış), Ankara.
- Yılmaz, O., 1975, Cacas bölgesi (Bitlis masifi) kayaçlarının petrografik ve stratigrafik incelenmesi: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 18/1, 33-40.
- Yılmaz, Y., 1984, Türkiye'nin jeolojik tarihinde magmatik etkinlik ve tektonik evrimle ilişkisi: Türkiye Jeol. Kur. Bült., İhsan Ketin Simpozyumu Özel Sayısı, 63-81, Ankara.
- _____, Şaroğlu, F. ve Güner, Y., 1987, Initiation of the neomagmatism in East Anatolian: Tectonophysics, 134, 177-199.
- Zanettin, B., 1984, Proposed chemical classification of volcanic rocks: 7/4, 19-20.