

# Tavşanlı Domaniç (Kütahya) volkanitlerinin özel sikleri ve Batı Anadolu Senozoyik volkanizmasındaki önemi

Characteristics of the Tavşanlı-Bomame (Kütahya) volcanics and their significance in Western Anatolian Cenozoic volcanism

HALİL BAŞ, Selçuk Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü» Konya

OZ: Tavşanlı-Domaniç volkanizması Orta-üst Miyosen'de dasit-riyolit şeklinde başlar; Pliyosen bunlarla ardalanmalı olarak andezit ve bazaltik andezitleri türetir. Kayaçların tümü subalkali niteliklidir. Volkanizma çöküntü havzası niteliğindeki gösel ortamda gelişmiştir/

Grabenlerle ilgili Batı Anadolu volkanitleri esas olarak manto ve kabuk kökenli olarak iki grupta toplanır. İncelenen volkanitler kabuk kökenli gruba girerler.

Kıta kabuğundan eriyik oluşmasının, grabenler altına yerleşen konveksiyon akımlarıyla ilgili olduğu düşünülmektedir. Konveksiyon akımları kıta kabuğundaki mevcut izotermi yükselterek eriyik oluşturmaktadır.

ABSTRACT; The Tavşanlı-Domaniç volcanism started in the Middle-Late Miocene as the dacite-rhyolite type. In the Pliocene these rocks are alternated with lavas of the andesite and basaltic andesite type. All the rocks are of sub-alkaline character; The volcanism developed in a subsided basin lake environment.

Graben related young volcanism of Western Anatolia essentially belong to two groups, mantle originated and crustal originated. The volcanism here studied belong to the group of crustal origin.

It is considered likely that convection currents beneath the grabens have an effect on the formation of liquid from the continental crust. Convection currents lead to liquid formation by increasing isotherms present in the continental crust.

## GİRİŞ

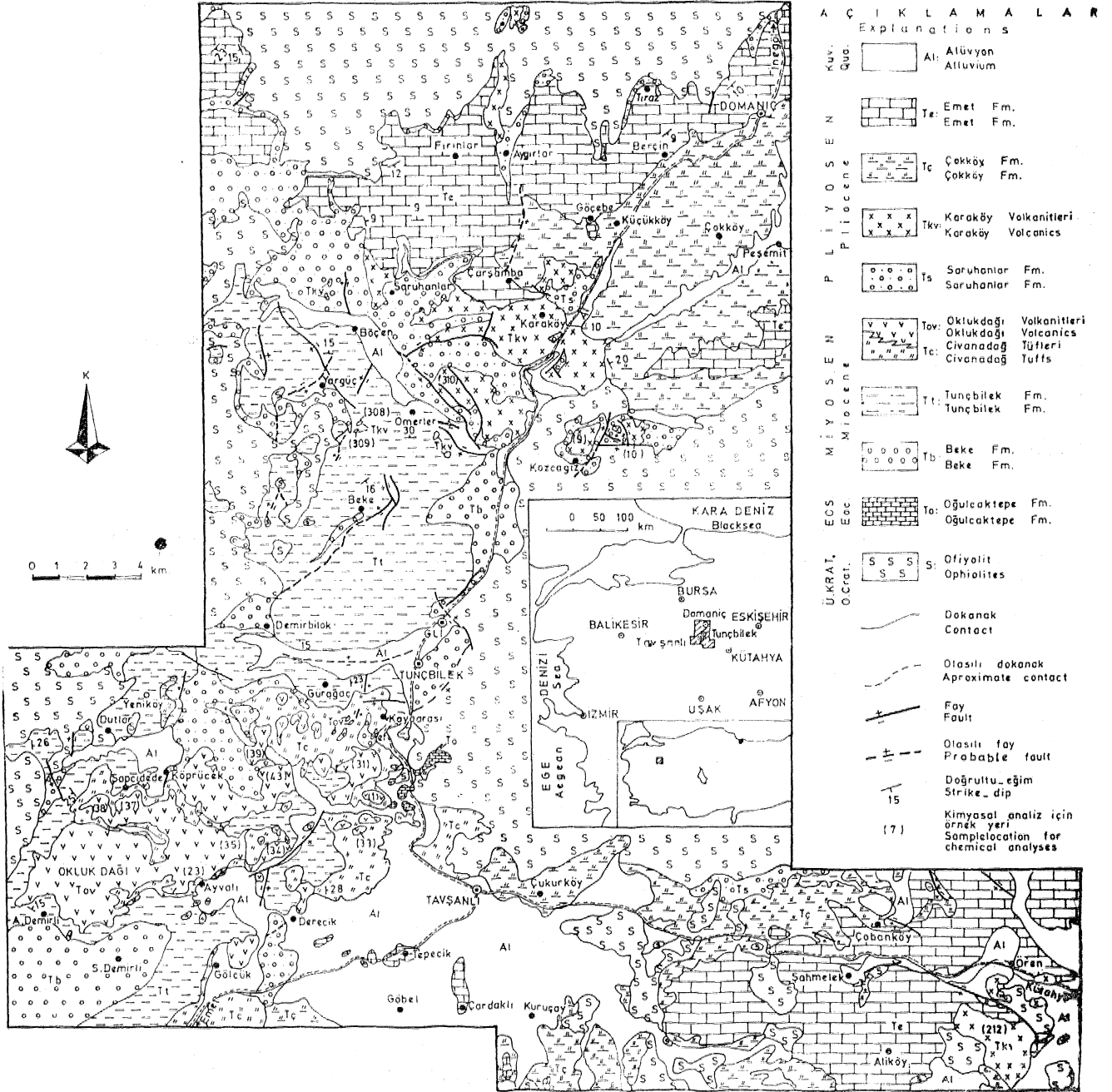
Tavşanlı-Domaniç (Kütahya) ilçeleri sınır içinde yer alan Neojen- yah volkanik kayaçlar Batı Anadolu'da geniş bir yayılıra gösteren Senozoyik yaşlı volkanitlerin bir bölümünü oluşturmaktadır.

İnceleme alanında ve çevresinde Özellikle kömür arama ve işletme amaçlı pek çok çalışma yapılmıştır, Maucher (1936), Pekmezçiler (1953), Von der Breuer. (1955), Lebküchner (1957, 1959) Seyitömer kömür sahasının jeolojik etüdünü, Nebert (1960, 1962) Tunçbilek, Alabarda, Harmancık dolaylarının araştırılmalarını yapmışlardır. Kaya (1972), Okay (1981) Tavşanlı yöresinin ofiyolitlerini; Akdeniz ve Konak (1979) a, 1979 b) çalışma alanının batı ve güneyinde yer alan sahalarda, Akat ve diğ. (1978), Konak (1982) çalışma alanı batısının genel jeolojisini incelemiştir. Bu çalışmanın ana konusu olan volkanitlerin bir bölümü ilk kez Nebert (1960) tarafından ele alınmış,

kayaçlar tuf, andezit, bazalt olarak adlandırılmış ve Neojen yaşlı oldukları belirtilmiştir. Çalışma alanı ile doğu ve güney kesimlerinin Tersiyer jeolojisi Baş (1983, 1986) tarafından ayrıntılı olarak aydınlatılmış ve volkanitlerin özellikleri ortaya konmuştur.

Batı Anadolu'nun diğer kesimlerindeki volkanikler çok sayıda araştırmacıya konu oluşturmuş ve bunların grabenleşmeye bağlı levha içi volkanitleri olduğu görüşü benimsenmiştir.

Çalışmanın yürütülmesinde sahanın çeşitli kesimlerinden derlenen yaklaşık 60 örneğin mikroskopik incelemesi ve bunlardan 18 tanesinin ana element kimyasal analizi yapılmıştır. Kimyasal analizleri MTA laboratuvarlarında gerçekleştirilmiş, CIPW normları Hamburg Üniversitesinde hesaplanmıştır. CIPW normlarının hesabında  $Fe^{2+} : FeO = 0,15$  sabiti kullanılmıştır. Diyagramların çiziminde susuz %  $IGOe$  tamamlanmış değerler alınmıştır.



**Şekil 1 : Tavşanlı-Domaniç yöresinin jeoloji haritası.**

**Figure 1 : Geological map of the Tavşanlı-Domaniç area.**

Bu çalışmayla inceleme alanının 1/25000 ölçekli jeoloji haritası yapılmış, volkanitlerin stratigrafik konumları belirlenmiş, petrografik ve jeokimyasal özellikleri ortaya konmuştur. Ayrıca gerek çalışma alanında ve gerekse Batı Anadolu'daki graben havzalarına bağlı genç volkanitlerin kökensel yorumlamaları yapılmaya çalışılmıştır.

#### STRATİGRAFI

Çalışma alanının temelini Menderes Masifine ait gneys, sist ile Menderes Masifi'nin örtüsü olan şeyi»

kireçtaşı, pelitik sedimanlar; daha genç yaşlı ofiyolitik ve granitik kayalar ile çalışma alanında ilk kez varlığı Baş (1983) tarafından gözlenen Eosen yaşlı kireçtaşları oluşturur (Şekil 1, 2).

Volkanitlerin, içinde yer aldığı Neojen yaşlı birimleri Beke Formasyonu olarak adlandırılan Orta-Üst Miyosen yaşlı, başlıca şarabi renkli, orta kaim tabakalı, çoğunluğunu kaba kırıntılıların oluşturduğu akarsu fasiyesi ile başlar, Birim, üste doğru tane boyu incelenerek, çoğunluğunu gri, yeşilimsi, sarımsı marn ve killerin oluşturduğu gölsel ortamda çöke-

miş Tunçbilek Formasyonuna geçer. Tunçbilek, Seyfötmer ve Alabarda linyit yatakları Tunçbilek Formasyonu içinde yer almışlardır. Formasyonun üst seviyeleri yer yer akarsu çökelleri ve gölsel kireç taşları ile örtülüdür, Beke ve Tunçbilek Formasyonlarında polen, yaprak ve ostrakot fosilleri incelenmiş, Orta-Üst Miyosen yaşı elde edilmiştir,

Volkanizma yörede, Tunçbilek Formasyonunun oluşumunu izleyen dönemde başlamıştır, ilk volkanik ürünler olan tüller, çalışma alanının güney ve batısında araştırma yapan Akdeniz ve Konak (1979 a) tarafından «Civandağ Tüfleri» olarak adlanmıştır. Civandağ Tüfleri çalışma alanındaki Önemli yüzlemleri Olukdağı çevresinde, Tavşanlı Kuzey ve Batısında, Tavşanlı-Harmançık yolu çevresinde verir. Sarımsı, pembe, gri, beyaz renkli olabilen tüfler yer yer Neojen öncesi birimlere ait çakıllar ile kendisiyle yanal ve düşey geçiş gösteren riyolitik-dasitik lav parçaları içerir, Ayvalı köyü batısında olduğu gibi kimi yerde kil ve kimi yerde de kireçtaşı ve konglomera ara düzeyleri gözlenir. Civandağ Tüfleri çoğunlukla masif bir yığılma şeklindedir. Ancak sahanın kimi kesiminde tabakalı bir yapı sunar.

Tane boyu külden bloğa kadar değişmektedir, Gölcük Köyü doğusunda olduğu gibi, taban kesimlerinde yer yer sünger taşları etkin olmaktadır. Tavşanlı-Harmançık yolu üzerinde, Ayvalı köyü doğusunda ve Derecik köyü kuzey doğusunda tüfler aglomeralann bağlayıcı maddesini oluşturmaktadır.

Tüllerin çökelişi iki yolla oluşmuştur : Bunlardan ilki» patlamalı gerecin doğrudan su içine yığılması M bunlar masif veya çok kalın tabakalı tülleri oluşturmaktadır, diğeri karada çökelmiş veya su yüzeyine çıkmış tüflerin akar sular etkisiyle, yer yer de diğer kırıntılarla birlikte göl ortamına taşınıp çökmesi (resedlmanter tuf, tüfit) şeklindedir.

Civandağ Tüfleri düşey olarak, Olukdağı Volkanitleri olarak adlanan dasitik-riyolitik lavlara geçmektedir. Bu lavlar çalışma alanında Özellikle Olukdağı çevresinde yoğunlaşmaktadır (Şekil 1), Sahha görüşleri çoğunlukla dom ve daha az olarak da dayklar şeklindedir. Kubbe akıntıları önemsiz yer tutar. Çıkış merkezlerinin dağılımları kabaca KD-GB yönünde bir hat oluşturmaktadır\*

Miyosen'de Tunçbilek çevresinde yoğunlaşan gölsel ortam Pliosen-Me özellikle kuzeye, Domaniç çevresine kayar ve burada kalın bir çökel istifini oluşturur. Miyosen birimleri ile Pliosen birimleri arasında çalışma alan sınırları içinde belirgin bir uyumsuzluk gözlenememiştir\* Ancak, çalışma alan güney ve batı kesimlerinde inceleme yapan Akdeniz ve Konak (1979 a), Akat ve diğerleri (1978) bir uyumsuzluğun varlığını saptamışlardır.

Pliosen yaşlı birimler Saruhanlar Formasyonu, Karaköy Volkanitleri, Çökköy ve Emet Formasyonları olarak ayrılmıştır,

Saruhanlar Formasyonu akarsu ve göl ortamlarını yansıtan konglomera, kumtaşı, tuf, tüfit ve kireçtaşlarından oluşmaktadır.

| YAS              |                      | Formasyon |                              | Kalınlık (m)   |                    | LITOLOJİ                                  |  |
|------------------|----------------------|-----------|------------------------------|----------------|--------------------|---|--|
| Age              |                      | Formation |                              | Thickness      |                    | Lithology                                 |  |
| PLİYOSEN         | Pliocene             | Kuv. Qud. | Emet Fm.                     | 200            | [Lithology symbol] | Alüvyon                                   |  |
|                  |                      |           |                              |                |                    | Alluvium                                  |  |
|                  |                      |           |                              |                |                    | Kireçtaşı                                 |  |
|                  |                      |           |                              |                |                    | Limestone                                 |  |
|                  |                      |           |                              |                |                    | Marn - kil - kumtaşı                      |  |
| PLİYOSEN         | Pliocene             | Kuv. Qud. | Çökköy Fm.                   | 200            | [Lithology symbol] | Marn - kil - kumtaşı                      |  |
|                  |                      |           |                              |                |                    | Marl - clay - sandstone                   |  |
|                  |                      |           |                              |                |                    | Bazalt - andezit                          |  |
| PLİYOSEN         | Pliocene             | Kuv. Qud. | Karaköy vol.                 | 100            | [Lithology symbol] | Bazalt - andezit                          |  |
|                  |                      |           |                              |                |                    | Basalt - andesite                         |  |
|                  |                      |           |                              |                |                    | Konglomera - kumtaşı - kireçtaşı          |  |
| PLİYOSEN         | Pliocene             | Kuv. Qud. | Saruhanlar Fm.               | 300            | [Lithology symbol] | Conglomerate - sandstone - limestone      |  |
|                  |                      |           |                              |                |                    | Konglomera - kumtaşı - kireçtaşı          |  |
|                  |                      |           |                              |                |                    | Conglomerate - sandstone - limestone      |  |
| ORTA-ÜST MIYOSEN | Middle-Upper Miocene | Kuv. Qud. | Civandağ tuf. Oklukdağı vol. | 200            | [Lithology symbol] | Dasit - riyodasit - riyolit               |  |
|                  |                      |           |                              |                |                    | Dacite - rhyodacite - rhyolite            |  |
|                  |                      |           |                              |                |                    | Tuf                                       |  |
| ORTA-ÜST MIYOSEN | Middle-Upper Miocene | Kuv. Qud. | Tunçbilek Fm.                | 275            | [Lithology symbol] | Marn - kil - kumtaşı - kömür              |  |
|                  |                      |           |                              |                |                    | Marl - clay - sandstone - coal            |  |
|                  |                      |           |                              |                |                    | Konglomera - kumtaşı                      |  |
| ORTA-ÜST MIYOSEN | Middle-Upper Miocene | Kuv. Qud. | Beke Fm.                     | 150            | [Lithology symbol] | Conglomerate - sandstone                  |  |
|                  |                      |           |                              |                |                    | Konglomera - kumtaşı                      |  |
|                  |                      |           |                              |                |                    | Conglomerate - sandstone                  |  |
| Eosen            | Eocene               | Kuv. Qud. | Oğulcağı tepesi fm.          | 60             | [Lithology symbol] | Kireçtaşı                                 |  |
|                  |                      |           |                              |                |                    | Limestone                                 |  |
| Eosen            | Eocene               | Kuv. Qud. | Temel kayalar                | Basement rocks | [Lithology symbol] | Granit - afiyolitik ve metamorfik kayalar |  |
|                  |                      |           |                              |                |                    | Granit - ophiolitic and metamorphic rocks |  |

Şekil 2 : Tavşanlı-Domaniç yöresinin genelleştirilmiş kesiti.

Figure 2 : Generalized columnar section of the Tavşanlı-Domaniç area.

Mikroskopik incelemelere göre bazaltik-andezitik bileşim veren Karaköy Volkanitleri Tunçbilek-Domaniç arasında ve Tavşanlı doğusunda yayılım gösterir (ŞeMl 1), Volkanizmanın en yoğun olduğu yer Karaköy, Çarşamba ve Güney Köyü çevresidir, Ömerler-Yörgüç köyleri arasında tüflerine rastlanmaktadır,

Volkanizmaya ait lavlar çoğu yerde gölsel çökeltiler arasında akıntılar şeklinde bulunur. Diğer bir görünüş şekli ise dayklar oluşturur, Yastık yapıları Tunçbilek-Domaniç yolu üzerinde ve daha tipik olarak birimin doğudaki uzantısında (Kütahya-Porsuk Baraj yolu üzerinde) gözlenir, Ömerler doğusunda, Kayaarası Köyü güneyinde Miyosen serilerini; Karaköy kuzey ve kuzeybatısında Saruhanlar Formasyonunu kesmiş ve pışme zonlarını oluşturmuştur.

Çökköy Formasyonu marn, kil, killi kireçtaşı, kumtaşı, konglomera ve tüflerin aralanmalarından oluşmaktadır. Açık yeşil rengiyle diğer birimlerden kolaylıkla ayrılmaktadır, Tüfler bu formasyon içinde Saruhanlar Formasyonuna göre bir azalma göstermektedir.

Çökköy formasyonu ile yanal ve düşey geçiş gösteren Emet Formasyonu (Formasyon adı, Akdeniz

ve Konak'tan (1979) alınmış tır) Neojen gölünün en genç istifini oluşturur\* Birim esas olarak killi kireçtaşlarından oluşmakta ve yer yer kii-marn düzeyleri içermektedir, Post volkanik silis gelimi kimi yerde etkili olmuş ve kireçtaşlarını silisleştirmiştir,

Kuvaterner kayaçlarını, Kuvatemer başlarında yoğun sellenmelerle gelişmiş kâba kırıntılılar ile daha genç alüvyonlar oluşturmaktadır,

#### PETROGRAFI

Orta-Üst Miyosen/de başlayan volkanik etkinliğin ilk ürünleri olan Civanadağ Tüfleri doğrudan sulu ortama çökelmiş veya karada çökerek akarsularla göl ortamına taşınmıştır. Tüflerde tipik ignimbiritik doku gelişmemiştir. Tüflerin fenokristallerini genelde biyotit, hornblend, plajiyoklas, ortoklas ve kuvars oluşturmaktadır. Ortoklas ve/veya kuvars kimi örneklerde görülmemektedir. Fenokristalce çok /engin tüfler olduğu gibi çok az fonokristal içeren tüfler de vardır. Hamur fazını camın yarışıra plajiyoklas mikrolitleri, biyotit ve hornblend kristalcikleri ve bazen kil oluşturmaktadır. Kaolinleşme, karbonatlaşma ve kloritleşme yer yer etkin olmaktadır. Biyotit ve hornblend kristalleri çoğu zaman opak mineraller lehine bozuşmuşlardır, Plajiyoklaslarda kaolinleşmenin dışında kloritleşme de etkin olabilmektedir.

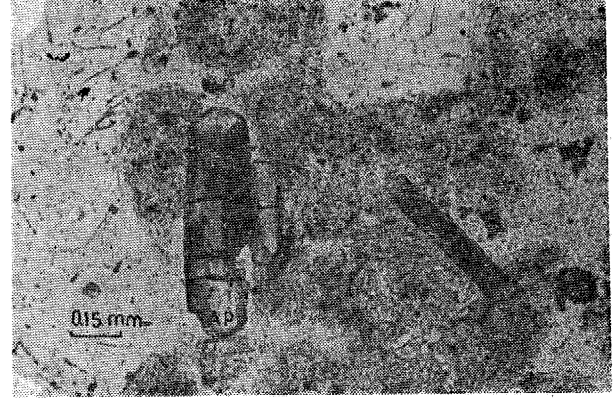
Çokkoy ve Saruhanlar Formasyonları içindeki Lüfler Civanadağ Formasyonu içindeki tüflere oranla genelde daha ince taneli, daha az tutturulmuş ve diğer kırıntılılarla daha az karışıktır, Farklı yaşlardaki bu tüfler benzer petrografik bileşim sunarlar.

Fazla oranda yabancı malzeme içermeleri ve bozuşmanın ileri derecede olması nedeniyle tüflerden kimyasal analiz yapılmamıştır.

Olukdağı VoUcanitleri ana mafik mineralini biyotit oluşturur. İkinci yaygın mafik mineral hornblendir, Klino ve orto-piroksen pek çok örnekte gözlenmektedir, Açık renkli fenokristalleri plajiyoklas, kuvars ile çoğu örnekte ortoklas oluşturmaktadır. Ak-sesuar mineral olarak yer yer apatit (Şekil 3) ve zirkon gözlenir. Hamur bileşimini en çok cam oluşturmaktadır. Volkanik camın, kimi örnekte devitrifikasyona uğradığı ve bazen sferolitik dokunun geliştiği gözlenmektedir (Şekil 4). Plajiyoklas, bazen az oranda biyotit ve hornblend kristalcikleri ile opak mineraller hamur içinde dağılmış durumdadır. Hamur dokusu çoğunlukla vitrofirik, bazen de hiyalopilitiktir.

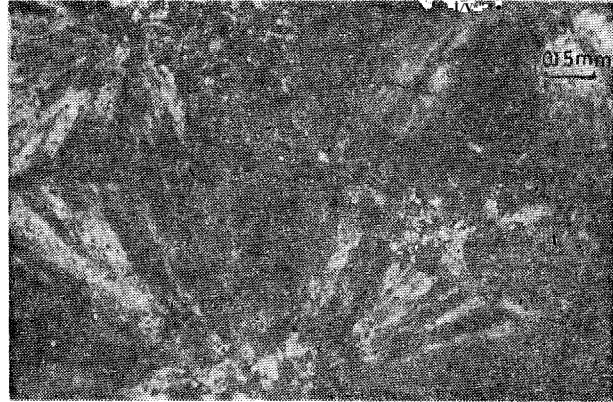
Feldispat ve piroksenlerde genelde hiç bir bozuşma gözlenmezken biyotit ve hornblendlerde yer yer opaklaşma başlamıştır. Kimi örnekte kloritleşme ve karbonatlaşma etkin olabilmektedir. Çoğu kuvars kristalleri magma tik aşınmaya uğramıştır (Şekil 5), Kalkalkali kay açlarda kuvars kristallerinin aşınması magmanın buhar başmandaki değişmelerle ilgilidir (Ewart, 1965). Green ve Ringwood (1968)'un deneysel çalışmaları bu olayın yük basıncındaki değişmelerle de ortaya çıktığını göstermektedir.

Mineralilerin oluşum sıraları da magmada basınç, sıcaklık ve/ya kimyasal bileşim açısından bazı değişikliklerin okluğunu göstermektedir. Plajiyoklaslar biyotitten önce veya sonra kristalleşebilmiştir. Kimi



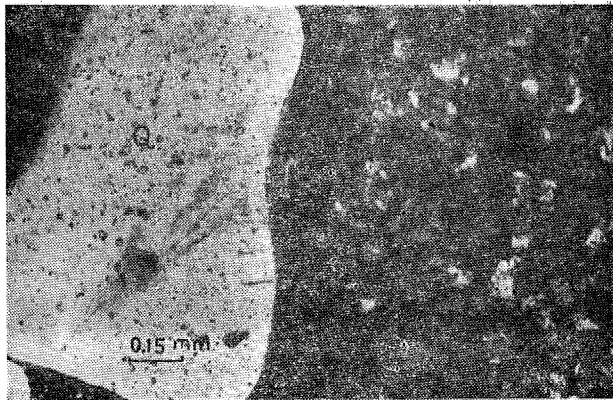
Şekil 3 : Dasitler içinde apatit kristalleri, tek nikol. Ap : apatit.

Figure 3 : Apatites in dacite, one nicol. Ap : apatite,



Şekil 4 : Dasitlerde volkanik camın devitrifikasyonu, + .nikol.

Figure 4 : Devitrification of volcanic glass, in dacite, -f nicols\*



Şekil 5 i Dasitler içinde aşınmış kuvars kristali, -f idkol, Q t kuvars,

Figure 5 : Corroded quartz in dacite, + nleoli, Q : quartz.

| Nr         | %SiO <sub>2</sub> | Fenokristal fazı (Phenocrysts) |     |     |                            |    |     |    |     |    |        | Hamur fazı (Matrix) |    |     |    |     | Doku (Textur)            |
|------------|-------------------|--------------------------------|-----|-----|----------------------------|----|-----|----|-----|----|--------|---------------------|----|-----|----|-----|--------------------------|
|            |                   | Ol                             | Opx | CPx | Hbl                        | Bi | Pl  | Or | Q   | Op | Ak     | Op                  | Fx | Hbl | Bi | Pl  |                          |
| OKLUK DAĞI |                   |                                |     |     |                            |    |     |    |     |    |        |                     |    |     |    |     |                          |
| 3          | 64,88             |                                |     |     | az                         | x  | xx  | az |     | x  | Zirkon |                     |    | x   |    | xxx | Vitrofirik, rekristalize |
| 1          | 65,31             |                                |     |     | x                          | xx | xxx |    |     | x  |        |                     | x  | x   | x  | xxx | Hyalopolitik             |
| 33         | 66,18             |                                |     |     | x                          | x  | xx  | x  |     | az |        |                     |    |     |    | xxx | Vitrofirik               |
| 23         | 66,27             |                                |     |     | x                          | x  | xx  | x  |     | x  |        | x                   |    |     |    | xxx | Vitrofirik               |
| 31         | 67,33             |                                |     |     | az                         | xx | xx  |    | x   | az |        |                     |    |     |    | xxx | Vitrofirik               |
| 43         | 68,09             |                                |     |     |                            | xx | xx  | az |     | x  |        |                     |    |     |    | xxx | Vitrofirik               |
| 34         | 68,41             |                                |     |     |                            |    | xx  |    |     |    | Zirkon |                     |    |     |    | xxx | Vitrofirik, rekristalize |
| 37         | 68,72             |                                |     |     |                            | x  | xx  | az |     | az |        |                     |    |     |    | xxx | Vitrofirik               |
| 35         | 70,14             |                                |     |     | x                          | x  | xx  |    |     |    |        |                     |    |     |    | xxx | Vitrofirik               |
| 38         | 75,69             |                                |     |     | x                          | x  | xx  |    |     |    |        |                     |    |     |    | xxx | Vitrofirik               |
| KARAKÖY    |                   |                                |     |     |                            |    |     |    |     |    |        |                     |    |     |    |     |                          |
| 308        | 55,37             |                                |     |     | az                         |    | xx  |    |     |    |        | x                   |    | x   | xx |     | Hyalopolitik             |
| 48         | 56,51             |                                |     |     | x                          |    | xx  |    |     |    |        | x                   |    | x   | xx |     | Hyalopolitik             |
| 10         | 58,30             | x                              | x   |     | x                          |    | xx  |    |     |    |        | x                   | az | xx  | x  |     | Hyalopolitik             |
| 9          | 59,01             |                                | az  |     |                            |    | xx  |    |     |    |        | x                   | az | xx  | x  |     | Hyalopolitik             |
| 21         | 59,03             |                                |     |     | x                          |    | xx  |    |     | x  |        |                     |    | xx  | x  |     | Hyalopolitik             |
| 212        | 60,51             |                                | az  |     | x                          |    | xx  |    |     | x  |        |                     |    | x   | x  |     | Hyalopolitik, fluıdal    |
| 310        | 60,59             |                                |     |     | az                         |    | xx  |    | (x) |    |        |                     |    | x   | x  |     | Hyalopolitik             |
| 309        | 68,23             |                                |     |     | bozuşmuş tüf (altered tüf) |    |     |    |     |    |        |                     |    |     |    |     |                          |

**Çizelge 1 : Analizi yapılan örneklerin petrografik bileşim ve hamur dokuları. Ol : olivin, OPx : ortopiroksen, CPx : klinopiroksan, Hbl : hornblend, Bi : biyotit, Pl : plajiyoklas, Or : ortoklas, Q : kuvars, Op : opak mineral, Ak : aksesuar mineral, px : Piroksen, cam : volkanik cam.**

hornblend kristallerinde biyotit kapanımlarına sahiptir (ŞeMİ 6).

Çizelge Vde Mmyasal analizi yapılan Örneklerin petrografik bileşim ve özellikleri verilmiştir. Çizelge'deki «x» işareti sayısı ilgili bileşenin yaklaşık miktarını vermektedir.

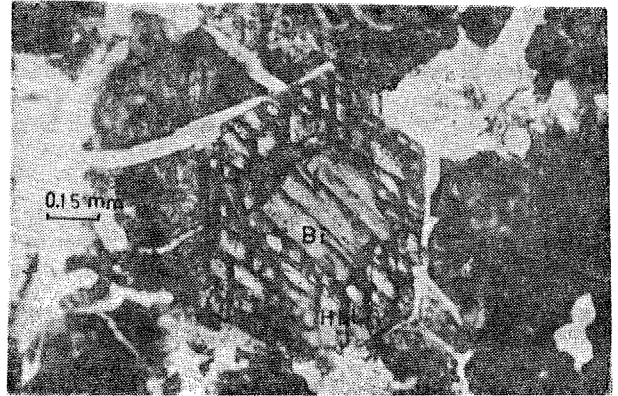
Bazaltik-andezitik bileşim gösteren Karaköy Volkanitleri akıntı ve dayklaréan oluşmaktadır. Volkanizmanın tüfleri dar alanlarda yayılım gösterir,

Karaköy Volkanitlerinin mafik bileşenlerini klinopiroksen, ortopiroksen ve kimi örnekte olivin oluşturmaktadır. Plajiyoklas tek basma açık renkli mineral fazını oluşturur. Kuvarsa ise boşluk dolgusu minerali olarak rastlanabilmektedir. Volkanizmanın tüflerinde tüm mafik mineraller ile çoğu plajiyoklaslar bozuşmuş durumdadır. Bozuşma ürünlerinin geometrik şekillerinden bozuşan mafik minerallerin hornblend olduğu anlaşılmaktadır,

Kayaçların hamur fazını volkanik camın yanısıra plajiyoklas mikrolitleri, kısmen de piroksen ve opak mineraller oluşturmaktadır. Hamur dokusu vitrofirik, hiyalopolitik, hiyalopolitik-fluıdal ve pilotakslıktır.

Table 1 : Petrographical compositions *matrix* textures of the analysed samples, Ol : olivine, HPx : orthopyroxene, CPs : clinopyroxene, Hbl : hornblende, Bi : biotite, Pl : plagioclase. Or : orthoclase, Q : quartz, Op : opaque mineral, Ak : accessory mineral, P : Pyroxene, cam : volcanic glass, vitrofirik : vitrophytic, MyoCH politik : hyalopolitic, rekristalize : recrystallised.

Bozuşmadan pek etkilenmeyen lav örneklerinde sadece olivinler kısmen veya tamamen iddingsite dönüşmüştür. Kimyasal analizi yapılan örneklerin petrografik bileşimleri aşağıdaki gibidir.



Şekil 6 : Dasitlerde hornblend içinde biyotit kapanımı, tek nikol. Hbl : hornblend Bi : biyotit,

Figure 6 : Biotite inclusion in hornblende of dacite, one nicol. Hbl : hornblende. Bi : biotite.

rografik özellikleri çizelge 1'de verilmiştir. Boşluk dolgusu mineraller parantez içinde gösterilmiştir.

İnceleme alan ve çevresindeki Neojen havzalarında silisleşme çok etkili olabilmektedir. Kütle ve tabaka şeklinde yığılımlar bulunabildiği gibi kireçtaşı ve tüfler de yer yer silisifiye olmuş durumdadır, Renk çok çeşitli olabilmektedir\* Simav güneyinde mücevhercilikte kıymetli olabilecek ateş opalleri meydana gelmiştir.

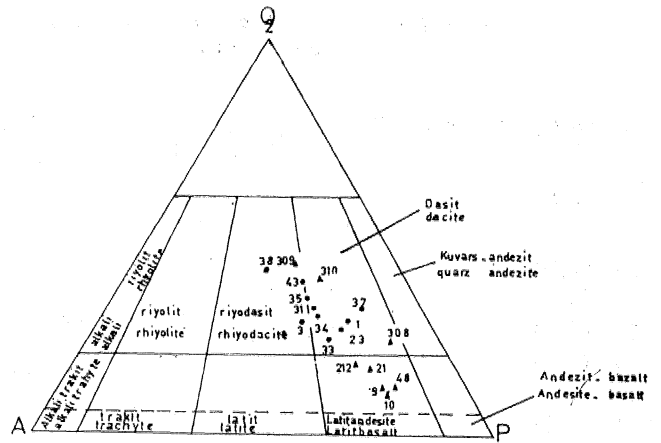
Organik silisin sudaki çözünürlüğü çok az olduğundan bölgedeki büyük çaplı bu silis oluşuklarını kökeni ancak post volkanik silisli sulara bağlanabilir, Nebert (1959) Soma linyit sahası sondajlarında yaptığı incelemede her tuf eksplozyonunu sakin bir silis gelişiminin izlediğini gözlemiştir,

## JEOKİMYA

incelenen volkanitlerden 18 Örneğin ana element analizi yapılmıştır\* Bunlardan 10 tanesi Öklukdağı, 8 tanesi Karaköy Volkanitlerine aittir. Analiz sonuçları ve CIPW normları çizelge 2 ve 3'de verilmiştir. Fazla oranda bozuşmuş olan 309 nolu tuf örneği diyagramlarda verilmekle yetinilmiş adlama ve yorumlamaya katılmamıştır,

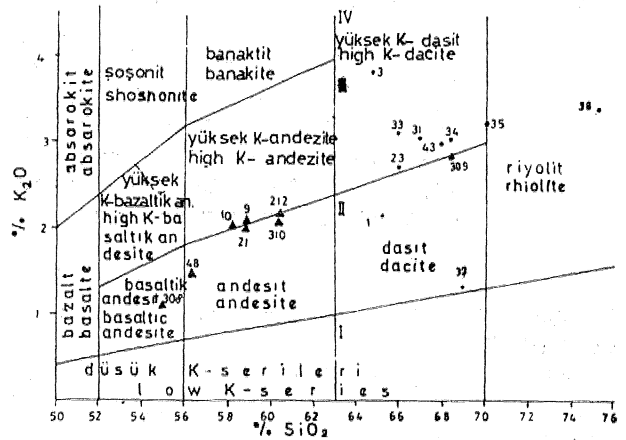
Strackeisen'a (1967) göre yapılan sınıflamada Oklukdağı grubu kayaları dasit alanında, Karaköy kayaları ise latitandezit-latitbazalt alanlarında bulunmaktadır (Şekil 7), Peccerillo ve Taylor'm (1975, 1976)  $K_2O$  ve  $SiO_2$  yüzdeleri kullanarak geliştirdikleri diyagrama göre Oklukdağı volkanitleri dasit ve yüksek potasyumlu dasit; Karaköy volkanitleri bazaltik andezit, andezit ve yüksek potasyumlu andezit olarak adlanmaktadır (Şekil 8), Aynı diyagram bir başka açıdan ele alınırsa incelenen tüm örneklerin kalkalkali özellik gösterdikleri anlaşılmaktadır. Toplam alkali ve  $SiO_2$  oranları göz önüne alınarak Zanettin (1984) tarafından geliştirilen sınıflama da yukarıdaki sınıflamaya benzer sonuçlar vermektedir (Şekil 9),

Magmatik soyu belirlemek için toplam alkali ve  $SiO_2$  oranları tekrar kullanılmış ve örneklerin genelde kalkalkali özelliği burada da gözlenmiştir (Şekil 10). Subalkali kayaların sınıflanması için Irvine ve Baragar (1971) tarafından geliştirilen diyagramda Öklukdağı örneklerinin dasit ve andezit Karaköy örneklerinin andezit ve bazalt oldukları görülmektedir (eŞkil 11). Subalkali örneklerin ayırımında kullanılan  $Al_2O_3$  ve normatif plajiyoklas bileşimlerine göre örnekler kalkalkali ve kısmen de hafif toleyitik özellik gösterir (Şekil 12), AFM diyagramında da  $MgO$  değerleri çok düşük olan üç örnek dışında kalan diğer örnekler kalkalkali bölüme düşmektedir (Şekil 13), Bileşimsel ve kökensel açıdan bir karşılaştırma yapılacak olursa Öklukdağı volkanitlerinin ortalama  $FeO/(FeO^*+MgO)$  değeri (0,73) Baş (1979) tarafından verilen ve üst kabuk kökenli olduğu belirtilen Erzincan riyolitleri ile özdeştir, Aynı değer Karaköy volkanitleri için 0,65 tir, Bu değer de aynı araştırmacı tarafından alt kabuk ergimesi veya üst manto kısmi ergimesi sonucu oluştuğu öne sürülen Reşadiye-Niksar volkanitleri ile uyumludur, Gottini (1968)



Şekil 7 : Örneklerin QAP diyagramında Streckelsen (1967).a göre sınıflanması. Noktalar Olukdağı, üçgenler Karaköy örneklerini göstermektedir.

Figure 7 : Classification of the samples in QAP diagram after Streckelsen (1967). Dots show Olukdağı samples, threecangles show Karaköy samples.



Şekil 8 :  $K_2O/SiO_2$  diyagramı. I : toleyitik seri, II : kalkalkali seri, III : yüksek potasyumlu kalkalkali seri, IV : soşonitik seri (Peccerillo ve Taylor, 1975, 1976).

Figure 8 :  $K_2O/SiO_2$  diagram. I : tholeiitic series, II : calo-alkaline series, III : high K- calo-alkaline series, IV : shoshonitic series (Peccerillo and Taylor, 1975, 1976).

magmatik kökeni belirleme  $T_r = (Al_2O_3 - Na_2O / TiO_2)$  değerlerini kullanmış ve 9 un üzerindeki değerlerin sialik, altındakilerin simatik kökeni yansıttığını belirtmiştir. incelenen örneklerin tümünde bu değer 9 un üzerindedir. Logx ve log 8 arasındaki ilişki kullanılarak pek çok araştırmacı simatik kökeni sialik kökenin sınırını belirlemiştir (Şekil 14), Öklukdağı kayalarının Karaköy kayalarına göre kuvvetli sialik özellikte oldukları vurgulanmaktadır,

Çizelge 4'te incelenen volkanitlerin ortalama kimyasal bileşimleri ada yayı bazalt, andezit; alt kıtasal kabuk, üst kıtasal kabuk ve granit ortalamaları ile karşılaştırılmıştır, Karaköy örnekleri ortalama değerlerinin Pasifik tipi andezit değerleriyle genelde bir uyumluluğu gözlenmektedir, Karaköy Volkanitlerinin, Pasifik tipi yayların tersine kıtasal kabuk üzerinde geliştiği ve bölgenin jeolojik tarihçesinde ada yayı gelişimini sağlayacak tektonizmanın varlığının görülmediği göz önüne alınırsa bunların kökenini alt kabuk veya mantoda aramak gerekmektedir, Alt kabuk ortalama bileşimini  $SiO_2$  yüzdesine göre bazaltik andezit olarak kabul edersek Karaköy kayaçlarının alt kabuğun ergimesiyle veya üst mantonun bölümsel ergimesiyle oluşabileceği anlaşılmaktadır\* Alt kabuğun heterojen bileşime sahip olabileceğini, yer yer bazik, ultrabazik sokulumlar bulundurabileceğini gözden uzak tutmamak gerekir, Bu tür sokulumlar-

dan da bölümsel ergime oranına bağlı olarak Karaköy lavları gibi ortaç-bazik eriyikler türeyebilir,

Oklukdağı volkanitlerinin petrografik ve kimyasal bileşimleri ile diyagramlardaki dağılımları Karaköy volkanitlerinden tamamen farklı olduklarını göstermektedir. Bunların ortalama kimyasal bileşim değerleri üst kıta kabuğu ile karşılaştırılabilir durumdadır (Çizelge 4), Üst kıta kabuğundan türeyen eriyikler yer yer önemli oranda kristalleşme yoluyla farklılaşmaya uğramış olabilir. Nitekim 38 nolu örnekte (Çizelge 2) diğer örneklerle göre ferromagnezyum elementlerinde bir fakirleşme,  $SiO_2$  ve  $K_2O$  de bir zenginleşme söz konusudur\*

Batı Anadolu'nun diğer kesimlerindeki Neojen yaşlı kalkalkali kayaçlardan yapılan Sr izotop tayinleri tüm bu volkanitlerde kıtasal kabuğun etkin rol oynadığını vurgulamaktadır (Borsi ve diğerleri, 1972; Innocent ve diğerleri, 1977; Ercan ve diğerleri, 1985).

| Örnek Nr.<br>Sample Nr. | 3     | 1     | 33    | 31    | 23    | 43    | 37    | 34    | 35    | 38     |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $SiO_2$                 | 61,50 | 62,00 | 62,35 | 63,50 | 64,00 | 64,60 | 65,50 | 65,90 | 67,15 | 75,00  |
| $Al_2O_3$               | 15,50 | 17,00 | 16,00 | 16,50 | 16,40 | 13,90 | 14,15 | 14,50 | 14,80 | 12,75  |
| $Fe_2O_3$               | 3,04  | 4,39  | 2,46  | 3,60  | 4,93  | 3,72  | 4,66  | 3,90  | 2,55  | 1,81   |
| FeO                     | 1,76  | 0,06  | 0,04  | 0,90  | 0,07  | 0,08  | 0,07  | 0,30  | 0,65  | 0,04   |
| MnO                     | 0,07  | 0,08  | 0,11  | 0,11  | 0,11  | 0,07  | 0,07  | 0,04  | 0,06  | 0,05   |
| MgO                     | 2,00  | 1,00  | 2,50  | 1,10  | 1,10  | 1,50  | 1,50  | 2,10  | 1,60  | 0,10   |
| CaO                     | 3,75  | 4,50  | 4,20  | 3,50  | 4,90  | 4,60  | 4,20  | 3,40  | 2,60  | 1,10   |
| $Na_2O$                 | 3,30  | 3,00  | 3,00  | 2,80  | 3,20  | 3,20  | 3,40  | 3,00  | 3,00  | 3,00   |
| $K_2O$                  | 3,50  | 2,20  | 3,10  | 3,00  | 2,60  | 2,90  | 1,50  | 3,00  | 3,10  | 4,30   |
| $TiO_2$                 | 0,50  | 0,50  | 0,50  | 0,50  | 0,55  | 0,50  | 0,60  | 0,50  | 0,40  | 1,11   |
| $P_2O_5$                | 0,18  | 0,20  | 0,22  | 0,20  | 0,25  | 0,20  | 0,17  | 0,17  | 0,10  | 0,03   |
| $SO_3$                  | 0,08  | 0,05  | 0,03  | 0,05  | 0,05  | 0,10  | 0,03  | 0,05  | 0,03  | 0,03   |
| $H_2O$                  | 0,56  | 1,92  | 2,69  | 2,13  | 0,96  | 1,07  | 3,43  | 1,02  | 1,84  | 0,74   |
| $CO_2$                  | 0,05  | 0,23  | 0,18  | 0,27  | 0,18  | 0,73  | 0,18  | 0,05  | 0,27  | 0,18   |
| Top.                    | 95,79 | 97,14 | 97,28 | 97,16 | 98,30 | 97,17 | 99,43 | 97,83 | 98,15 | 100,24 |
| Tot.                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| <b>CIPW - norm</b>      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| Q                       | 16,67 | 24,69 | 21,37 | 28,46 | 12,33 | 24,86 | 28,55 | 25,96 | 30,38 | 39,14  |
| Or                      | 21,81 | 13,65 | 19,44 | 18,73 | 11,70 | 17,91 | 9,28  | 18,35 | 19,09 | 25,59  |
| Ab                      | 29,45 | 26,66 | 26,91 | 25,05 | 28,26 | 28,35 | 30,12 | 26,32 | 26,40 | 25,56  |
| An                      | 18,04 | 20,58 | 19,42 | 15,15 | 21,89 | 15,69 | 19,48 | 16,02 | 11,02 | 4,17   |
| Di                      | —     | —     | —     | —     | —     | 1,66  | —     | —     | —     | —      |
| Hy                      | 11,55 | 8,85  | 9,35  | 6,03  | 17,71 | 7,66  | 9,58  | 10,37 | 8,10  | 0,95   |
| Mt                      | 0,93  | 0,90  | 0,46  | 0,84  | 1,33  | 0,68  | 0,86  | 0,74  | 0,59  | 0,32   |
| İl                      | 1,01  | 1,01  | 1,01  | 1,01  | 1,29  | 0,99  | 1,20  | 0,99  | 0,80  | 2,13   |
| Ap                      | 0,45  | 0,50  | 0,55  | 0,50  | 0,45  | 0,50  | 0,43  | 0,43  | 0,24  | 0,07   |
| Cc                      | 0,11  | 0,55  | 0,43  | 0,66  | 3,80  | 1,73  | 0,43  | 0,11  | 0,64  | 0,41   |
| C                       | 0,01  | 2,64  | 1,07  | 3,60  | 1,25  | —     | 0,14  | 0,69  | 0,75  | 1,66   |

Çizelge 2 : Oklukdağı volkanitlerinin kimyasal bileşim ve CIPW normları.

Table 2 : Chemical composition of the Oklukdağı volcanics and CIPW-norms.

| Örnek Nr.<br>Sample Nr.        | 48    | 308   | 310   | 10    | 21    | 9     | 212   | 309    |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| SiO <sub>2</sub>               | 53,50 | 53,85 | 54,85 | 55,45 | 55,60 | 56,00 | 58,45 | 64,50  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 16,20 | 17,15 | 14,30 | 16,50 | 16,20 | 16,75 | 15,10 | 15,25  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 3,60  | 4,90  | 2,30  | 5,36  | 4,95  | 5,36  | 5,90  | 5,94   |
| FeO                            | 3,80  | 4,20  | 3,40  | 1,64  | 2,20  | 1,34  | 1,50  | 0,06   |
| MnO                            | 0,17  | 0,16  | 0,14  | 0,13  | 0,15  | 0,10  | 0,13  | 0,07   |
| MgO                            | 4,50  | 3,00  | 3,60  | 3,50  | 3,20  | 2,30  | 3,80  | 0,10   |
| CaO                            | 7,40  | 7,35  | 6,40  | 6,40  | 6,50  | 6,50  | 6,50  | 3,05   |
| Na <sub>2</sub> O              | 3,40  | 4,30  | 2,80  | 3,50  | 3,20  | 3,70  | 2,75  | 2,60   |
| K <sub>2</sub> O               | 1,40  | 1,20  | 1,90  | 1,90  | 1,90  | 2,00  | 2,10  | 2,50   |
| TiO <sub>2</sub>               | 0,75  | 1,40  | 0,92  | 1,05  | 0,65  | 1,05  | 0,80  | 0,85   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,37  | 0,26  | 0,20  | 0,25  | 0,18  | 0,35  | 0,18  | 0,20   |
| SO <sub>3</sub>                | 0,05  | 0,03  | 0,02  | 0,03  | 0,10  | 0,03  | 0,05  | 0,03   |
| H <sub>2</sub> O               | 0,87  | 0,46  | 1,07  | 1,50  | 0,94  | 1,24  | 1,22  | 6,04   |
| CO <sub>2</sub>                | 2,25  | 0,27  | 5,50  | 0,15  | 1,60  | 0,33  | 0,27  | 1,08   |
| Top.                           | 98,23 | 98,51 | 97,39 | 97,03 | 97,28 | 97,05 | 98,71 | 102,25 |
| Tot.                           |       |       |       |       |       |       |       |        |
| <b>CIPW - norm</b>             |       |       |       |       |       |       |       |        |
| Q                              | 8,96  | 2,65  | 21,82 | 7,94  | 12,33 | 9,33  | 13,87 | 35,12  |
| Or                             | 8,51  | 7,27  | 11,70 | 11,76 | 11,70 | 12,41 | 12,82 | 15,42  |
| Ab                             | 29,70 | 37,32 | 24,71 | 31,06 | 28,26 | 32,92 | 24,03 | 23,02  |
| An                             | 20,75 | 24,57 | 13,56 | 24,91 | 21,89 | 24,34 | 23,38 | 7,31   |
| Di                             | —     | 7,79  | —     | 5,62  | —     | 4,11  | 5,70  | —      |
| Hy                             | 21,28 | 14,74 | 9,83  | 15,25 | 17,71 | 11,93 | 16,19 | 7,32   |
| Mt                             | 1,39  | 1,70  | 1,09  | 1,31  | 1,33  | 1,25  | 1,35  | 1,09   |
| İlm                            | 1,46  | 2,74  | 1,82  | 2,09  | 1,29  | 2,09  | 1,58  | 1,69   |
| Ap                             | 0,90  | 0,64  | 0,50  | 0,62  | 0,45  | 0,88  | 0,45  | 0,50   |
| Cc                             | 5,28  | 0,64  | 12,01 | 0,36  | 3,80  | 0,80  | 0,64  | 2,57   |
| C                              | 1,77  | —     | 2,98  | —     | 1,25  | —     | —     | 5,97   |

Çizelge 3 : Karaköy volkanitlerinin kimyasal bileşim ve CIPW normları.  
Table 3 : Chemical composition of the Karaköy and CIPW-norms.

|                                | 1    | 2    | 3     | 4    | 5    | 6     | 7    |
|--------------------------------|------|------|-------|------|------|-------|------|
| SiO <sub>2</sub>               | 48,9 | 60,1 | 54,10 | 54,0 | 66,0 | 64,04 | 71,2 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 15,7 | 17,2 | 16,02 | 19,0 | 16,0 | 15,41 | 14,7 |
| FeO                            | 10,7 | 6,1  | 6,49  | 9,0  | 4,5  | 3,69  | 3,2  |
| MgO                            | 8,7  | 3,5  | 3,41  | 4,1  | 2,3  | 1,38  | 0,6  |
| CaO                            | 10,8 | 7,1  | 6,72  | 9,5  | 3,5  | 3,34  | 2,0  |
| Na <sub>2</sub> O              | 2,3  | 3,4  | 3,37  | 3,4  | 3,8  | 3,12  | 3,5  |
| K <sub>2</sub> O               | 0,7  | 1,3  | 1,77  | 0,6  | 3,3  | 2,75  | 4,2  |
| TiO <sub>2</sub>               | 1,8  | 0,7  | 0,94  | 0,9  | 0,6  | 0,55  | 0,5  |

Çizelge 4 : Oklukdağı (6), Karaköy (3) volkanitlerinin ortalama kimyasal bileşimi ve bunların ada yayı bazalt (1), andezit (2) ile alt kıta kabuğu (4), üst kıta kabuğu (5) ve granit (7) ortalamaları ile karşılaştırılması.

1,2,7 : Taylor ve White (1966); 4,5 : Taylor ve Maclennan (1979).

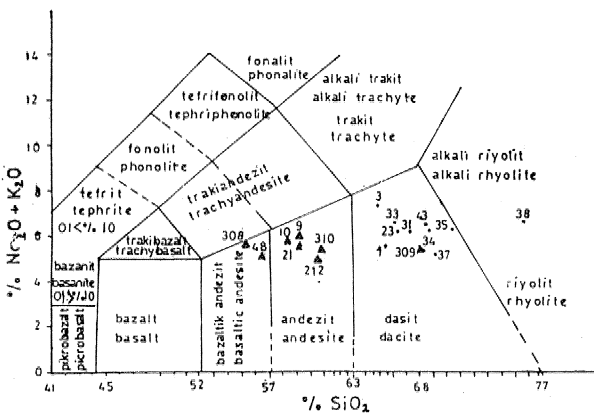
Table 4 : Means of the Oklukdağı (6) and Karaköy (3) volcanics and their comparison with the island-arc basalt (1), andesite (2), lower-crust (5) and granit (7). 1,2,7 : after Taylor ve White (1966); 4,5 : Taylor ve Maclennan (1979).



## TARTIŞMA

Üst Krete'den tarih öncesi devirlere kadar etkili olan volkanizma Batı Anadolu'da geniş alanlar kaplamaktadır. Bunlardan Kuzeybatı Anadolu'daki Üst Kratase-Miyosen volkanizması (Boccaletti ve diğerleri, 1974; Ercan ve diğerleri, 1985) ile Pliyosen ve sonrasında etkili olan Ege adaları ve Yunanistan'daki volkanizma (Fytikas ve diğerleri 1976; Ercan, 1982) ayrı tutulursa Batı Anadolu'nun pek çok kesiminde kıta içi volkanizmasının varlığı gözlenmektedir. Tavşanlı-Domaniç volkanitleri bu grup içinde yer almaktadır.

Batı Anadolu'daki Neojen-Kuvaterner volkanizması çok sayıda araştırmacı tarafından çeşitli yöntemlerle incelenmiş ve kökenlerine ait görüşmeler ortaya konmuştur. Borsi ve diğerleri (1972) İzmir güneyindeki alkali asidik kayalarından çok yüksek Sr izotop oranları elde etmişler ve kabuksal malzemenin anateksisini vurgulamışlardır. Aynı yazarlar Urla çevresindeki alkali nitelikli bazik-ortaç lavların esas olarak mantodan türediklerini belirtmişlerdir, Innocenti ve Mazzuoli (1972), Innocenti ve diğerleri (1977), Savaşçın (1982) İzmir çevresindeki Miyosen volkanitlerinin kabuk ve manto ilişkileriyle oluştuğunu vurgulamışlardır. Bodrum çevresinde Pe ve Gredhill (1975) tarafından Sr izotop oranına dayanılarak kabuksal malzemenin etkisine işaret edilmiştir, Ercan ve diğerleri (1979) Uşak volkanitlerini incelemişler ve yörede Orta Miyosen-Pliyosen aralığında kalkalkali, asidik-ortaç bileşimli volkanitlerin yayıldığını belirtmişlerdir. Afyon yöresinde kalkalkali asidik-ortaç kayaların yanısıra alkali bazik kayaların da varlığı belirtilmektedir (Keller ve Villan, 1972), Çalışma alanı güneyinde kalan Simav çevresi genç volkanitlerinin Jeokimyasal İncelemesi Ercan ve diğerleri (1982) tarafından yapılmış, volkanitlerde gençleşmeye paralel olarak bir birleşme ve alkalileşmenin varlığı saptanmıştır. Denizli doğusunda Ercan ve diğerleri (1983) tarafından kalkalkali ve şoşonitik lavların varlığı belirtilmektedir.



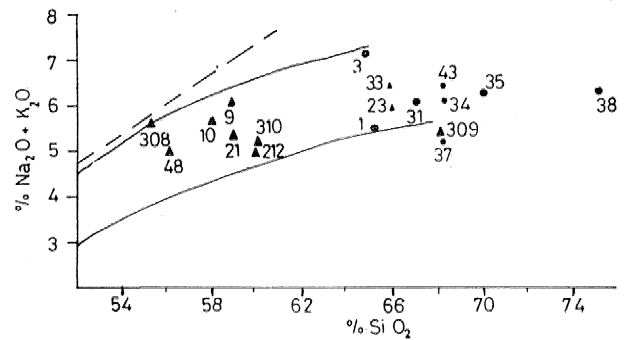
Şekil 9 : ALK/SiO<sub>2</sub> diyagramı (Zanettin, 1984).  
Figure 9 : ALK/SiO<sub>2</sub> diagram (Zanettin, 1984).

Savaşçın (1978, 1981, 1982) Batı Anadolu'da bir volkanizma ve plutonizma beraberliğinden söz eder ve bu kayalar arasında dereceli geçişlerin olduğunu belirtir. Ayrıca yazar, volkanizmada gençleşmeyle birlikte dereceli ve ardalanmalı bir birleşmenin belirginliğini vurgular.

Batı Anadolu'daki en genç magmatitlere, ilk kez Washington (1894) tarafından ele alınan ve Ercan (1982) tarafından ayrıntılı incelemesi yapılan Kula volkanitleri örnek verilebilir. Kuvaterner yaşlı bu volkanitlerin alkali olivin bazalt türünde oldukları ve yer yer sulu mineraller (hornlend) içerdikleri Ercan (1982) tarafından belirtilmektedir,

Orta Miyosen'de Batı Anadolu'da, nedeni çeşitli yazarlarca (Bingöl, 1976; Dewey ve Şengör, 1979; Koçyiğit, 1984) tartışılmış graben havzaları oluşmaya başlamıştır. Batı Anadolu'daki Neojen ve Kuvaterner yaşlı magmatitlerin coğrafik dağılımları bu graben havzalarıyla ilişkiindedir. Başlangıçta asidik, daha sonra ortaç ve bunların ardalanması şeklinde olan volkanizma giderek bazikleşmekte, en son olarak da Kula tipi alkali volkanitlere dönüşmektedir, Kimyasal analiz sonuçları asidik-ortaç kayaların kıta kabuğu kökenini veya mantodan türeyen eriyiklerin kıta kabuğundan etkilendiğini, Kula tipi alkali bazik lavların doğrudan manto kökenli olduklarını göstermektedir.

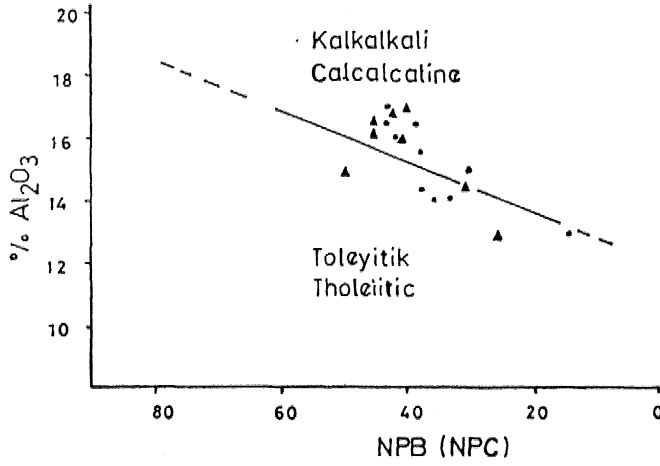
Son zamanlardaki tartışmalar kıta kabuğu veya mantodan eriyiklerin nasıl türediği konusunda yoğunlaşmıştır. Kaya (1981) ultramak ve kristalin Menderes Masifinin alta dalması ve bölümsel - ergimasi sonucu Batı Anadolu magma türlerinin oluşabileceği görüşünü ileri sürmüştür. Savaşçın (1982) bu görüşü benimsemeyerek böyle bir dalma sonucu kristalin Menderes Masifinin kısa sürede eriyerek tüke-



Şekil 10 : ALK/SiO<sub>2</sub> diyagramı. Çizgiler toleyitik (alt), kalkalkali (orta) alanları ayırmaktadır (Kuno, 1966). Kesikli çizgi subalkali (alt), alkali (üst) alanları ayırmaktadır (Irvine ve Baragar, 1971).

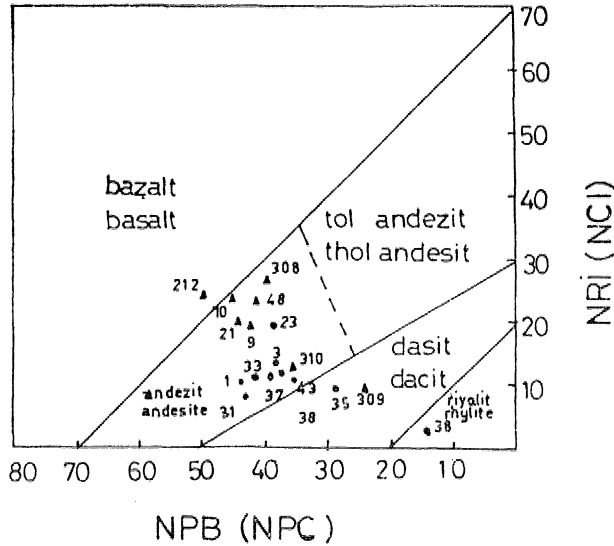
Figure 10 : ALK/SiO<sub>2</sub> diagram. The lines classify the tholeiitic (lower) calc-alkaline (middle) and alkaline (upper) series (Kuno, 1966). The dashed line classifies the subalkaline (lower) and alkaline (upper) series (Irvine and Baragar, 1971).

neceği tezini savunmuştur. Yılmaz ve Şengör (1982) Ege Bölgesinde, K-G yönlü sıkışmalar sonucu 50-60 km kalınlığa erişen kıta kabuğunun, Tortoniyen'de ortaya çıkan gerilme tectomüğüyle 30 km.'ye kadar incelendiğini, sıkışma tektoniğini kahnaşan kabuktan ortaya çıkan eriyiklerin, genişleme sonucu türeyen manto kökenli alkali eriyiklerle karışarak kalkalkali volkanizmayı verdiği görüşündedirler. Bu araştırmacılar ayrıca oluşan bu eriyiklerin çıkararak tükendiği ve o zamandan bu yana da normal rift tipi alkali



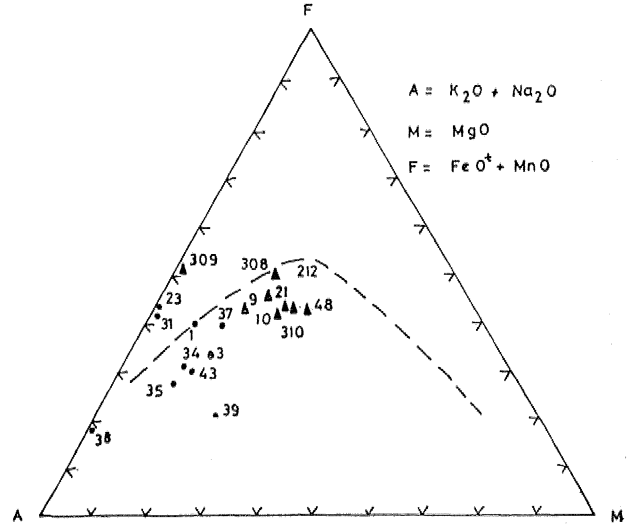
Şekil 11 :  $Al_2O_3$ /normatif plajiyoklas bileşimi (NPB) diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971).

Figure 11 :  $Al_2O_3$ /normative plagioclase composition (NPC) diagram (Irvine and Baragar, 1971).



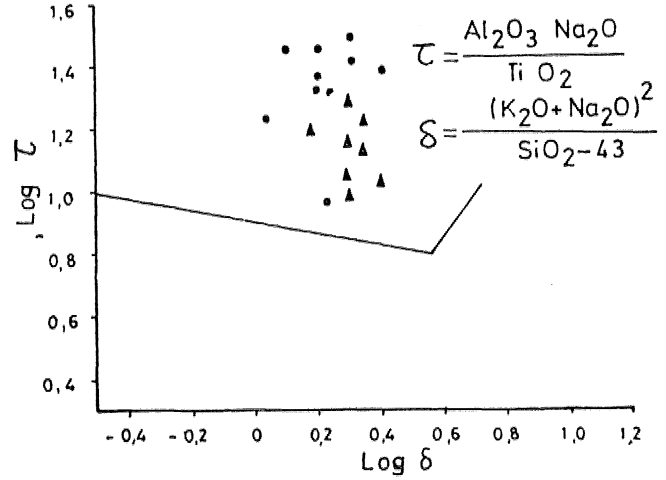
Şekil 12 : Normatif renk indeksi (NRI)/normatif plajiyoklas bileşimi (NPB) diyagramı (Irvine ve Barager, 1971).

Figure 12 : Normative color index (NCI)/normative plagioclase composition (NPC) diagram (Irvine and Baragar, 1971).



Şekil 13 : AFM diyagramı. Kesikli çizgi toleyitik (üst) ve kalkalkali (alt) alanları ayırmaktadır. (Irvine ve Baragar, 1971).

Figure 13 : AFM diagram. The dashed line classifies the tholeiitic (upper) and calc-alkaline fields (Irvine and Baragar, 1971).



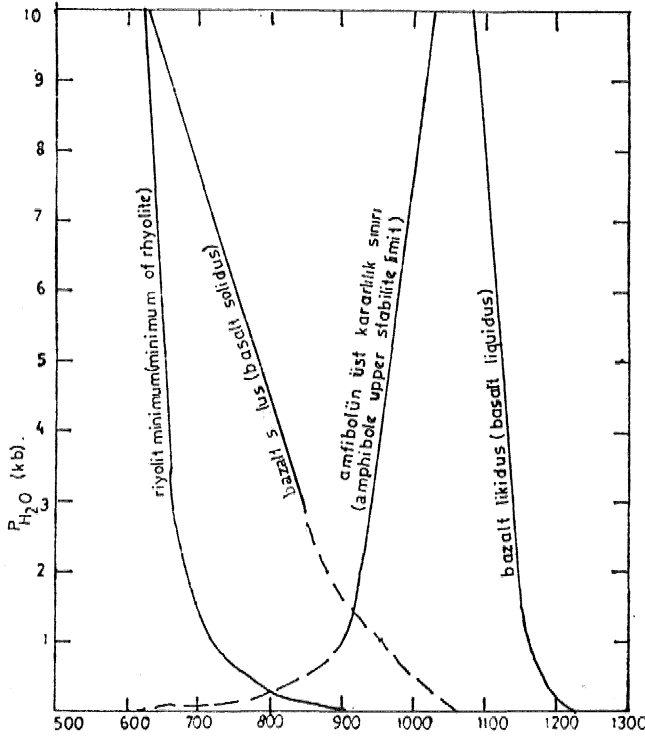
Şekil 14 :  $\log \tau / \log \delta$  diyagramı.

Figure 14 :  $\log \tau / \log \delta$  diagram.

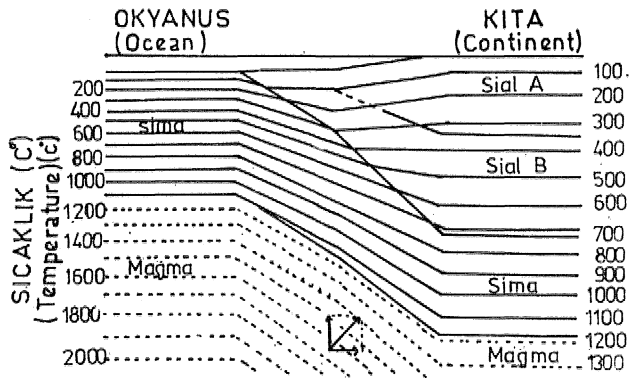
magmatizmanın hüküm sürdüğü kamsıdadırlar. Savaşçın ve diğerlerine (1979) göre manto kökenli bazik magmanın sorguç yoluyla yükselmesi, yükselen bu magmanın kıtasal kabukta ergimelere neden olması ve ergiyen malzemeye yer yer karışması asidik ve bazik ürünlerin biraradalığını açıklayabiliriz.

Mantodan türeyen ve kabuk içine sokulan eriyiklerin, kabukta meydana getirdiği eriyiklerle karışması inceleme alanındaki Öklukdağı volkanitleri-tin ve Pliyosen yaşlı tüflerin kökenini açıklamada yetersiz kalmaktadır. Zira adı geçen bu volkanitler oldukça asidik bileşimlidir ve Özellikle Öklukdağı volkanizmasının etkinlik döneminde hiçbir bazik ve

ya ortaç kayaca rastlanmamıştır. Yılmaz ve Şengöri (1982)'nin kabullendiği, kıta kabuğunun alt kesimlerinde ortaya çıkan eriyiklerin mantodan türeyen eriyiklerle karışması da ancak bazaltik bileşime yakın eriyikle ortaya çıkarılabilir. Ayrıca, bu tür karışımların homojen bir duruma gelmesi pek kolay olmaktadır. Fyfe (1978) yoğun şekilde bir magma karışımının ancak kabuğun en alt kesimlerinde mümkün olabileceğini belirtir, Rittmann (1981) ise büyük çaplı melez (hibrid) magmaların varlığı görüşüne



**Şekil 15 : Riyolit ve bazaltın ergime eğrisi ile amfibolün kararlılık eğrisi (Yoder, 1970).**  
**Figure 15 : The melting curves of rhyolite and basalt and stability curve of the amphibole (Yoder, 1970).**



**Şekil 16 : Yer içindeki izotermilerin genel dağılımı (Rittmann, 1981).**  
**Figure 16 : The general distribution of isotherms in the Earth (Rittmann, 1981).**

tamamen karşı çıkmaktadır. Yazar ayrıca difüzyon yoluyla da dikkate değer melez magma oluşamayacağını belirtmektedir.

Çalışma alanında Pliyosen başında çok asidik ürünlerle aralanmış olarak birdenbire bazaltik andezitler kendini göstermektedir. Böyle tamamen bimodal bileşimli kayaçların biraradalığı da kontaminasyon olasılığın azaltmaktadır. Kristalizasyon yoluyla farklılaşma sürecinin de büyük kütleler şeklinde asidik ürünler üretemeyeceği bilinmektedir,

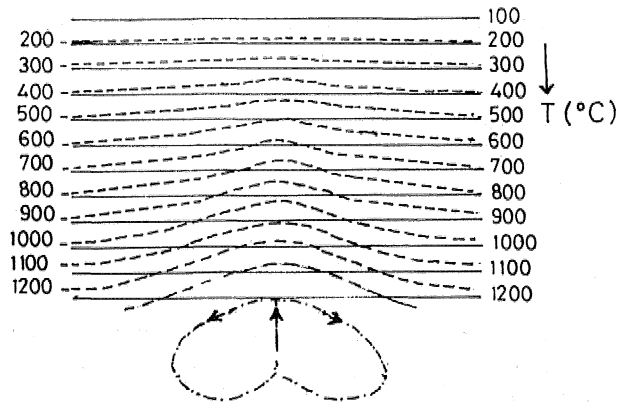
Çalışma alanı ve Ege Bölgesinin diğer kesimlerindeki kıta içi volkanitlerin oluşumunu sağlayan jeolojik ve fizikokimyasal koşulların açıklanmasında akla gelebilecek yollar şunlardır :

1 — Genleşme tektoniğine bağlı olarak basınç (yük basıncı) azalması (Kula ve Denizli tipi) manto kökenli kayaçların türetmiştir» Kula kayaçlarında hornblend, Denizli kayaçlarında biyotit gibi sulu minerallerin fenokristal fazında bulunması mantoda yeterli oranda su buharı basıncına işaret etmektedir, Amfibollerin bazaltik eriyiklerle dengede bulunması 1,5 kb'a kadar su buharı basıncının varlığını göstermektedir Yoder (1970) (Şekil 15). Bilindiği üzere uçucu fazların mantoya ilavesi bölümsel ergimeyi kolaylaştıran faktörlerden biridir. Bu uçucu fazın da aşağıda açıklanacağı gibi mantoya, konveksiyon akımlar yardımıyla kabuktan taşındığı düşünülmektedir.

2 — Mantoda türeyen eriyiklerin çok sınırlı hacimlerde kalmak koşuluyla kabuktan oluşan eriyiklerle karışması veya kabuk malzemesi asimile etmesi Savaşçın'ın (1978) belirttiği bazı melez magmaların oluşumunu sağlamış olabilir. Bu tür melez magmalar belki de bir karışımdan ziyade bazı elementlerin (Sr gibi) kabuktan difüzyon yoluyla magma içine göç etmesiyle ortaya çıkmaktadır. Çok asidik volkanitlerin ise bu tür melezleşmelerle bir ilişkisi yoktur,

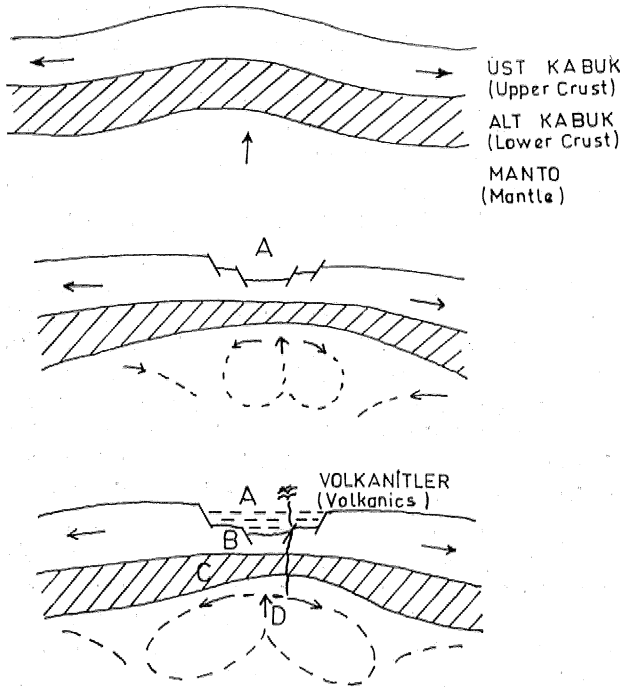
3 — Kıta kabuğunun ergimesi ve mantoya uçucu bileşenlerin katışmasının konveksiyon akımlarıyla ilgili olduğu düşünülmektedir, Grabenler altında ortaya çıkan konveksiyon akımları mantonun derin kesimlerinden yukarıya doğru ısı transfer etmektedir. Bu yüksek ısı üst mantodaki bölümsel ergimeyi kolaylaştırdığı gibi kabuktaki mevcut izotermi (Şekil 16) de yükseltmektedir (Şekil 17). Bu akımların, aynı zamanda kabukla teması sonucu kabuktan mantoya uçucu bileşen taşıdığı düşünülmektedir, Green ve Ringwood (1968), Ringwood (1975) Konveksiyon atalarının olduğu yerlerde mantoya uçucu bileşenlerin karışabileceğini belirtmişlerdir,

Rittmann (1981) grabenleşmenin konveksiyon akımlarını yarattığını, akımların kuvvetinin grabenin büyüklüğü ile arttığını belirtir. Yazar ayrıca grabenler altında ısı izotermilerinin yüksekliğini vurgular, Foster (1975) kıtasal rift bölgelerindeki kıta kabuğunda gözlenen yüksek ısı akımlarının mantodan kaynaklandığını belirtir, Sowkins ve diğerleri (1974) Afrika rift sisteminin devamı olan Kızıldeniz açılımı zommdaM yüksek ısı akışına işaret eder, Tezcan (1979) Batı Anadolu'da yapılan ısı haritasında gra-



Şekil 17 : İzotermilerin konveksiyon akımlarıyla yükselişi.

Figure 17 : Rise of the isotherms by the convection currents.



Şekil 18 : Genişleme tektoniğine bağlı olarak manto ve kabuk yükselimi ile grabenleşme ve volkanizma ilişkisi. A : graben, B : üst kabukta ergime, C : alt kabukta ergime, D : mantada ergime.

Figure 18 : The relation between the rise of mantle and crust, the formation of graben and magmatism as a result of tensional tectonics. A : graben, B : melting of upper crust, C : melting of lower crust, D : melting of mantle.

benler boyunca yüksek ısı anomalisinin varlığını ortaya koymuştur\* Bu grabenlerde jeotermik gradyanın yüksek olduğu daha Önceleri Bingöl (1976) tarafından da vurgulanmıştır. Konveksiyon akımlarının

etki alanı üst mantonun bir bölümü içinde kalabileceği gibi dış çekirdeğe kadar da uzanabilir, (Foster, 1975; Smith, 1977),

Şekil 17 ve 18 de şema-tize edilmeye çalışıldığı gibi konveksiyon akımlarına bağlı olarak yükselen izoterm, bileşime de bağlı olarak kıta kabuğunun çeşitli kesimlerinde ergimelere yol açabilir. Üst kıta kabuğunun bileşimini granit (riyolit) bileşimine yakın kabul edersek yeterli su buharı basıncında bunun ergimesi 640°C ye kadar düşmektedir (Şekil 15). Alt kabuğun bileşimi kesin olarak bilinmemektedir\* Taylor ve MacLennan (1979) alt kabuk için ortalama % 54 SiO<sub>2</sub> vermişlerdir. Ringwood (1975), Green ve Ringwood (1968) alt kabuğun amfibolit bileşimine yakın olduğunu, bunun 10 kb, İlk basınç altında (30-40 km) sulu şartlarda eriyebileceğini belirtir ve böyle bir ergimenin başlangıçta riolyolitik, sonra andezitik ve bazaltik ürünler vereceğini savunurlar, Böyle dereceli geçişler Örneğin Simav volkanitlerinde gözlenmektedir (Ercan ve diğerleri, 1984 b) çalışma alanındaki Oklukdağı ve Karaköy volkanitleri gibi iki bimodal grubun farklı derinliklerden, Oklukdağı volkanitlerinin üst kabuktan, Karaköy volkanitlerinin alt kabuktan türedikleri akla daha yakındır.

Konveksiyon akımları gerek geometrik şekil, gerekse derinlik açısından bir homojenlik gösteremez, Eğer bir homojenlik düşünülseydi bütün grabenlerin aynı şiddette magmatik etkinlik göstermesi beklenirdi. Bu etkinlik farkı kısmen de kabuğun bileşimsel yapısının bölge farklılığından kaynaklanabilir.

Ege Bölgesi volkanitlerinde gençleşmeyle birlikte genelde bir bazikleşmenin gözlenmesi Üst kıta kabuğunun zaman açısından daha çabuk ergimesi, alt kabuktan oluşan eriyiklerin Önce asidik eriyikler vermesi ve mantodan yeterli hacimli eriyik türemesinin çok daha uzun zaman alması şeklinde açıklanabilir,

#### SONUÇLAR:

1 — İnceleme alanında volkanizmanın Orta-Üst Miyosende başladığı ve Pliyosen sonuna kadar etkili olduğu saptanmıştır.

2 — Miyosen volkanitleri dasit-riyolit bileşimlidir, Andezit-bazaltik andezit bileşimi! Pliyosen volkanitleri asidik tüflerle aralanmıştır. Tüm kayalar subalkali özellik gösterir,

3 — Völcantlerin coğrafik dağılımı çöküntü havzalarıyla sınırlıdır,

4 — Miyosen yaşlı dasit-riyolitlerinin kimyasal bileşimi üst kıta kabuğuna, Pliyosen andezitlerinininki alt kıta kabuğuna uymaktadır,

5 — Batı Anadolu'da kabuk ergimesini sağlayan ısı kaynağının grabenler altına yerleşen konveksiyon akımları olduğu görüşü benimsenmiştir,

#### KATKI BELİETME

Saha çalışmalarında her türlü olanağı sağlayan M.T.A. Genel Müdürlüğü Jeoloji Etüdüleri Dairesi yetkililerine ve kimyasal analizleri yapan Laboratuvar-

İar Dairesi elemanlarına, çizimleri yapan S, Ü, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Bölümü Araştırma Görevlisi Sedat Temur'a teşekkürü borç bilirim.

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Akat, U., Çağlayan, A. ve Ivak, M., 1978, Dursunbey-Orhaneli-Susurluk-Kepsut arasındaki bölgenin jeolojisi : MTA Rapor No ; 6618 (Yayınlanmamış).
- Akdeniz, N. ve Konak, N., 1979 a, Simav-Emet-Dur..sunbey-Demirci yörelerinin Jeolojisi : MTA Rapor No : 6547 (Yayınlanmamış),
- Akdeniz, N. ve Konak, N., 1979 b, Menderes Masifi'nin Simav dolaylarındaki kaya birikimleri ve metabazik metatramafik kayaların köşümü : Türkiye Jeo. Kur, Bült., 22/2, 175484,
- Baş, H., 1979, Petrologisch und geochemische Untersuchungen an subrezenten Vulkaniten der nordanatolischen Störungszone (Abschnitt, Erzincan-Niksar), Türkei: Doktora tezi, Hamburg Üniversitesi, 116 s, (Yayınlanmamış).
- Baş, H., 1983, DomamçırTavşanlı-Gediz-Kütahya yörelerinin Tersiyer jeolojisi ve volkanitlerinin petrolojisi t MTA Rapor No : 7293 (Yayınlanmamış)\*
- Baş, H., 1986, Domaniç-Tavşanlı-Gediz-Kütahya yörelerinin Tersiyer jeolojisi : Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 27, 11-18,
- Bingöl, E., 1976, Batı Anadolu'nun Jeotektonik evrimi : MTA Dergisi, B6, 14-34,
- Boccaletti, M., Manetti, P., Peccerillo, A., 1974, Hypothesis on the plate tectonic evolution of the Carpatho-Balkan arcs : Earth, Planet, Sei, Lett, 23, 193498,
- Borsi, S., Ferrara, G., Innocenti F. ve Mazzuoli, R., 1972 : Geochronology and-petrology of recent volcanics in the Eastern Aegean Sea : Bull Volcano!, 36/3, 473496.
- Dewey, J.F., ve Şengör, A.M.C, 1979, Aegean and surrounding regions; Complex multi-plate and continuum tectonics in a convergent zone : Geol. Soc. Amer. Bull., 90, 84-92,
- Ercan, T., Dinçel, A. ve Günay, E., 1979, Uşak volkanitlerinin petrolojisi va plaka tektoniği açısından Ege Bölgesi'ndeki yeri : Türkiye Jeol Kur, Bült., 22/2, 185498.
- Ercan, T., 1982, Kula yöresinin jeolojisi ve volkanitlerinin petrolojisi : İstanbul Yer Bilimleri Dergisi/ 3, 77424,
- Ercan, T., Günay, E., Baş, H., 1983, Denizli volkanitlerinin petrolojisi ve plaka tektoniği açısından bölgesel yorumu : Türkiye Jeol. Kur, Bült, 26/2, 153460.
- Ercan, T. ve Günay, E., 1984 a, Kuzeybatı Anadolu, Trakya ve Ege adalarındaki Oligo-Miyosen yaşlı volkanizmasının gözden geçirilişi : Türkiye Jeol. Kurultayı Bülteni (baskıda),
- Ercan, T., Günay, E. ve Savaşın Y., 1984 b, Simav ve çevresindeki Senozoyik yaşlı volkanizmanın bölgesel yorumlanması : MTA Dergisi, 97/98, 86401.
- Ercan, T., Satır, M., Kreuzer, H., Türkecan A, Günay, E., Çevikbaş, A., Ateş, M. ve Can, B., 1985, Batı Anadolu Senozoyik volkanitlerine ait yeni kimyasal, izotopik ve radyometrik verilerin yorumu : Türkiye Jeol. Kur, Bült., 28/2, 121436,
- Eward, A., 1965 Mineralogy and petrology of the Whakamaru ignimbrite in the Maraeti area of the Taupo volcanic zone, New Zealand J. Geol. Geophys., 8, 611-677,
- Fyfe, W.S., 1978, The evolution of the earth's crust : Modern plate tectonics to ancient hot spot tectonics : Chem. Geol, 23, 89414,
- Foster, R., J., 1975, Physical Geology: Charles E, Merrill Publishing Company, Columbus, Ohio, 421 s.
- Fytikas, M., Guiliani, O., Innocenti, F., Marineili, G. ve Mazzuoli, R., 1976, Geochronological data on recent magmatism of the Aegean Sea : Tectonophysics., 31, 2944,
- Green, T.H. ve Ringwood, A.E., 1968, Genesis of the calc-alkaline igneous rock suite : Contr Mineral and Petrol, 18, 105462.
- Gottini, V.G., 1968, The T102 frequency in volcanic rocks: Geol. -Rensch., 57> 930-935.
- Innocenti, F. ve Mazzuoli, R., 1972, Petrology of the Izmir-Karaburun volcanic area : Bull, Volcano!, 36/1, 83403.
- Innocenti L. F., Manetti, P., Mazzuoli, R., Peccerillo, A. ve Poli, G., 1977, REE Distribution in Tertiary and Quaternary volcanic rocks from Central and Western Anatolia / 6, Ege Ülkeleri Kolokiyumu Tebliğler kitabı, İzmir (Baskıda),
- Irvine, T.N., Baragar, W, A., 1971, A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks : Canadian Journ, Earth Sei., 8, 523-548,
- Kaya, O., 1972, Tavşanlı yöresi ofiyolit sorununun ana çizgileri : Türkiye Jeol/Kur. Bült., 1, 26-108.
- Kaya, O., 1981, Batı Anadolu altabindirmesi; Utramafik birim ve Menderes Masifi'nin jeolojik köşümü : Doğa Bilim Dergisi, 5, Atatürk Özel sayısı, 15\*36\*
- Keller, J. ve Villan, R., 1972, Ryolitic ignimbrite in the region of Afyon (Central Anatolia) : Bull, Volcano., 36, 342-358.
- Köçyiğit, R., 1984, Güneybatı Türkiye ve yakın dolayında levha içi yeni tektonik gelişim : Türkiye Jeol. Kur. Bült., 271/1, 146,

- Konak, N., 1982, Simav dolayının jeolojisi ve meta» morf Savaşların evrimi : istanbul Yer Bilinileri Derg.,1-2, 313-337,
- Kuno, H., 1966/ lateral variation of basalt magma type across continental margins and island arcs : Bull-Volcanol., 29, 195422.
- Lebkühner, R.F., 1957, Linyit bulunması muhtemel Ayvalı (Kütahya) sahasında yapılan jeolojik ve madencilikle ilgili etüdlerin neticesi hakkında rapor : MTA Rapor No : 2984 (Yayınlanmamış).
- Lebkühner, R.F., 1959, Seyitömer-Kütahya Neojen sahasında jeoloji ve linyit yatakları ile ilgili olarak yapılan etüdlere hakkında rapor : MTA Rapor No: 2985 (Yayınlanmamış).
- Maucher, A., 1936, Seyitömer linyit havzasının petrografik rapora : MTA Rapor No2; 108 (Yayınlanmamış).
- Nebert, K., 1959, Anadolu'da sima magmatizmasına ait silis teşekkülleri : MTA Dergisi 53, 1-30.
- Nebert, K., 1960, Tavşanlı batı ve kuzeyindeki linyit ihtiva eden Neojen sahasının mukayeseli stragtigrafisi ve tektoniği : MTA Dergisi, 54, 7-35.\*
- Nebert, K., 1962, Serpantin kitleleri arasında sıkışmış bir Neojen blokuna misal olmak üzere Alabarda (Tavşanlı) linyit bölgesi : MTA Dergisi, 58,-31-37.
- Okay, A. 1981, Kuzeybatı Anadolu'da» ofiolitlerin jeolojisi ve mavişist metamorfizması (Tavşanlı-Kütahya) : Türkiye Jeol. Kur. Bült., 24/1, 85-
- Pe, G.G. ve Gledhiü, A., 1975, Strontium isotope ratios in" volcanic "rocks, from the south eastern part of the Hellenic area : Lithos, 8, 209-214.
- Peccerillo, A. ve Taylor, S.R., 1975, Geochemistry of Upper Cretaceous volcanic rocks from the Pontide Chain, Northern Turkey : Bull, Volcanol, 39/4, 557=569,
- Pecerillo, A. ve Taylan. S.R., 1976, Geochemistry of Eocene calcalkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey : Contr, Mineral Petrol., 68, 63-81,
- Pekmezçiler, S., 1953, Seyitömer linyit havzası hakkında rapor : MTA Rapor No, 2025 (Yayınlanmamış).
- Ringwood, A.E., 1975, Composition and petrology of the Earth's mantle : MacGraw-Hill, I no., New York, 6181.
- Rittann., A. 1981, Vulkane und ihre Taetigkeiit, 3, Aufl.: Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 399 s,
- Savaşçın, MX, 1978, Foça-tJrla Neojen volkanitlerinin mineralojik, Jeokimyasal incelenmesi ve yorumu : Doçentlik tezi, Ege Üniversitesi 65 s (Yayınlanmamış),
- Savaşçın, M.Y., Birsoy, R. ve Dora, O.Ö., 1979, Batı Anadolu'daki genç magmatik evrime yeni yaklaşımlar : Türkiye Jeol, Kurultayı Bildiri Özetleri, s. 57,
- Savaşçın, MX, 1981, Late Tertiary extentional tectonics and alkali basaltic magmatism in West-Anatolian coast : International symposium on the Hellenic arc and trench (H.EAT) özetler 90-91.
- Savaşçın, M.Y., 1982, Batı Anadolu Neojen magmatizmasının yapısal ve petrografik öğeleri : «Batı Anadolu'nun genç tektoniği ve magmatizması» da : Türkiye Jeoloji Kurumu yayım, 22-38,
- Swkins, F.V., Shase, G.G., ve Rapp R., 1974, The evolving earth : Mac Million Publishing Co, Inc., New York, 477 s.
- Smith, H.J., 1977, The return of Whole-Mantle convection : Nature, 268, 687-688,
- Streckeisen, A., 1967, Classification and nomenclature of igneous rocks ; N, Jb. Mineral Abh.,107, 144-240.
- Takran, JML, 1972 Geologie, Petographie und Geochemie der Magmatite süilich von Ardestan (Zentral Iran) : Doktora tezi Hamburg Üniversitesi, 176 s, (Yayınlanmamış).
- Taylor, S.it ve White, A.J.R., 1966, Trace element abundances in andésites : Bull Volcano., 29, 172494.
- Taylor, S.R. ve MacLennan, SIVL, 1979, Discussion on chemistry, thermal gradients and evolution of the lower continental crust : Geol, Soc, London, 136, 497-500.
- Tezcan, A.K, 1979, Geothermal studies, their present status and conrrribution to heat flow contouring in Turkey : Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Von der Breuer, G., 1955, Seyitömer 10, sondajının damar profilinin mikropalontolojik tetkiki ; MTA Rapor No : 2339 (Yayınlanmamış),
- Yılmaz, Y. ve Şengör, A.M.C., 1982, Egedeki kabuk evrimi ve neo-magmatizmanın kökeni : Türkiye Jeol, Kur, Bildiri Özetleri, 64-65,
- Washington, H.8., 1894, On the basalts of Kula : Amer. Jour. Sei, 48, 144423,
- Yoder, H.S., 1970, Experimental petrology contemporaneous rhyolite and basalt : Annual Report of Direktor Geophysical Laboratory Canegie Institution, 141-145,
- Zanettin, B., 1984, Proposed new chemical classification of volcanic rocks: Episode, 7/4, 19-20.

Yazmm geliş tarihiMî 1L2.1986  
Düzeltilmiş yazmm geliş tarihi: 6.İİ.BM  
Yayma veriliş tarihi: 20.8,İf87