



RAHMANLAR KÖYÜ (Selendi-Manisa) Cu-Pb-Zn CEVHERLEŞMESİ VE FLOTASYON İLE ZENGİNLEŞTİRİLMESİ

İlyas NUHOĞLU * & Ahmet AYDIN** & Mustafa ÇINAR***
Mehmet DEMİRBİLEK****

*Dumlupınar Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Kütahya, nuhoglu@dumlupinar.edu.tr

**Dumlupınar Üniversitesi, Maden Müh. Bölümü, Kütahya, ay@dumlupinar.edu.tr

***Dumlupınar Üniversitesi, Maden Müh. Bölümü, Kütahya, çinar@dumlupinar.edu.tr

****Dumlupınar Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Kütahya, demirbilek@dumlupinar.edu.tr

Geliş Tarihi: 02.01.2008

Kabul Tarihi: 16.09.2008

ÖZET

Bu çalışmada Ege Bölgesi, Manisa İline bağlı Selendi ilçesi Rahmanlar Köyü'ne yaklaşık 1,5 km uzaklıkta bulunan Cu-Pb-Zn yatağının mineralojisi, stratigrafisi ve tektoniği incelenerek cevher yatağının zenginleşme yöntemi belirlenmiştir.

Rahmanlar Cu-Pb-Zn cevherleşmesi Kuzeybatı Anadolu'daki en önemli maden yataklarından birisidir. Söz konusu yatak ile ilgili birçok çalışma çeşitli araştırmacılar tarafından yapılmıştır. Yapılan araştırmalarda Mendere Masifinin en az iki metamorfizma geçirdiği saptanmıştır. Ayrıca yatağın sedimanter metamorfik kökenli olduğu belirlenmiştir.

Yatağın cevherleşmesi; Prekambriyen'e ait gnays ve mikaşistlerin içinde yer almaktadır. Cevher yatağında metalik mineraller sfalerit, kalkoprit, pirit ve az miktarda galenitten meydana gelmiştir. Bu mineraller genellikle kuvars ve az miktarda klorit, gang mineralleri içerisinde oluşmuştur.

Cevher yatağına ait bulgulardan, cevherin flotasyon yöntemiyle zenginleştirilmesinin uygun olduğu belirlenmiştir. Bu düşünceden hareketle, yapılan deneysel çalışmalarda tane boyutu, pH, toplayıcı ve köpürtücü reaktiflerin etkileri araştırılmış, en uygun flotasyon şartlarının pH: 10.5, KAX:250 glt, etil alkol 1.5 glt reaktif kullanılarak elde edildiği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Flotasyon, maden yatağı, zenginleştirme*

ABSTRACT

In this study, the mineralogy, geology, stratigraphy, and tectonics of the Cu-Pb-Zn oredeposit which is 1.5 km away from Rahmanlar Village in Manisa Selendi, in Aegean Region was examined and the mineral beneficiation method was determined.

Cu-Pb-Zn research Rahmanlar is one of the most important oredeposits in Northeastern Turkey. A lot of researches were conducted related with the mentioned oredeposit and it was found out that Mendere Massive underwent at least two metamorphisms and that the oredeposit had a sedimentary metamorphic base.

The beneficiation of the orebed took place in gnays and micaschist belonging to the Precambrian. The metallic minerals in the orebody were composed of sphalerite, chalcopryrite, pyrite, and a small amount galen. These minerals were generally formed in quartz, and some chlorite and gang minerals.

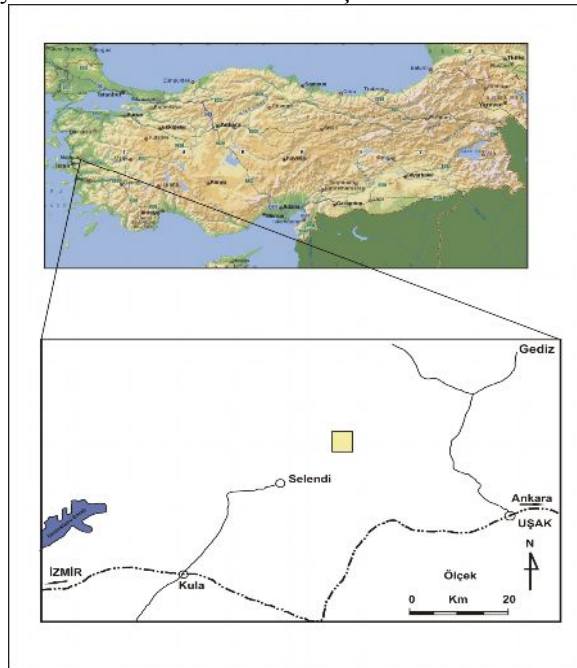
Depending on the findings regarding the orebody, it was decided that the flotation method would be suitable for the mineral beneficiation.

For this reason, the effects of particle size, pH, collector and frother reactivities were examined, and it was found out that the optimum flotation conditions were obtained when pH:10.5, KAX:250 glt, ethyl alcohol:1.5 glt reactivities were used.

Key Words: *Flotation, ore deposit, enrichment*

1. GİRİŞ

Çalışma alanı Ege bölgesinde, Manisa İline bağlı Selendi İlçesi Rahmanlar Köyü'nün yaklaşık bir buçuk kilometre kuzeybatısında bulunan (Şekil 1.1) Cu - Pb – Zn yatağını ve çevresinin jeolojisini, stratigrafisini ve tektoniğini kapsamaktadır. Bölge genelde bitki örtüsü yönünden fakirdir. Maden yatağına ulaşım Selendi İlçesine kadar asfalt daha sonra stabilize yolla sağlanır. Rahmanlar Cu -Pb- Zn cevherleşmesi Kuzeybatı Anadolu'daki en önemli maden yatağıdır. Bölge Menderes masifinin çeşitli araştırmacılarca [1,2,3,4] çekirdek birimler olarak adlandırılan bölümünde yer alır. Menderes masifine ilişkin ilk bilimsel çalışmayı Hamilton ve Strickland yapmıştır[5]. Menderes masifinin çekirdeğinin granitten olduğunu ve yanlara doğru geçiş gösterdiğini belirtmişlerdir. Philipso[6], Menderes masifinin yaşlı bir masif olduğuna değinmiş ve ilk olarak " Menderes Masifi" terimini kullanmıştır. Ketin[7] masifin Kaledoniyen ve Hersiniyen orojenezlerinden etkilendiği ve gnayslarla şistler arasında uyumlu bir geçiş olduğuna değinmiştir. İzdar[8,9,10] Menderes masifinin kuzey bölümünde yaptığı çalışmalarda bölgeyi birçok metamorfik fasiyeslere ayırmıştır. Araştırmacı 1975 yılında yaptığı ayrıntılı çalışmada, Menderes kristalin masifinin dom yapısı gösterdiğini, örtü şistleri ile çekirdek arasındaki diskordans izlerinin Alp orojenezi ile silindiğini belirtir. Başarır[11] Bafa Gölü'nün doğusunda yaptığı çalışmalarda çekirdeğin dom yapısı sunan gözlü ve ince taneli gnayslardan meydana geldiğini ileri sürer. Aynı araştırmacı 1975 yılında yaptığı çalışmada kristalizasyon ve tektonik arasındaki ilişkiden giderek Menderes masifinin en az iki metamorfizma geçirdiğini belirtir. Dora[12,13], Menderes masifindeki gözlü gnayslardaki ortoklas-mikroclin transformasyonlarını inceler ve son metamorfizma ısısının 550 °C'yi aşmadığını belirtir. Akkök[14], Menderes masifi Alaşehir yöresinde yaptığı incelemede kayaların litolojik ve yapısal özelliklerine göre üç ana grup altında toplamakta ve bu kayaların kökenleri hakkında çeşitli varsayımlar ileri sürmektedir. Nuhoglu[15], Menderes masifisinin Demirtepe'deki (Söke-Aydın) demir yatağı ve çevresinin jeolojisini ve demir yatağının jenetik incelemesini yaparak yatağın sedimanter metamorfik kökenli olabileceğini saptamıştır. Kun[16], Çine dolaylarında yaptığı jeolojik araştırmasında çekirdek birimleri ve volkanik kayaların oluşumu hakkında çeşitli varsayımlar ileri sürmektedir. Ercan ve diğerleri[17,18] Uşak civarında yaptıkları çalışmalarda Tersiyer'de bu bölgede beş ayrı volkanik evrenin oluştuğunu ileri sürerler. Ercan[19] Gördes volkanitlerinin petrokimyasal incelemesini yapmıştır. Ercan ve Öztunalı[20] Demirci ve Selendi civarındaki çalışmalarında bölgedeki volkanitlerin kökenine ilişkin çeşitli görüşler ileri sürmüşlerdir. Candan[21] Gördes masifi metamorfizmasını, bunları tektonik olarak üstleyen allokton birimleri ve tüm bu birimleri uyumsuz olarak üstleyen volkanitleri ve sedimanları ele almış ve metamorfizması fasiyes ve kökensel olarak incelemiştir.



Şekil 1.1 Bölgenin yer bulduru haritası

Cevherleşmenin ince tanelerden ibaret olduğu ve bu nedenle flotasyon yöntemiyle zenginleştirilmesinin mümkün olduğu belirlenmiştir. Köpük flotasyonu endüstriyel hammaddelerin ve metalik cevherlerin zenginleştirilmesinde

fiziko-kimyasal ayırma prosesi şeklinde çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Flotasyonun yüksek ayırma verimliliği ve maliyet etkinliğinden dolayı minerallerin büyük bir çoğunluğu bu yöntemle zenginleştirilmektedir. Bu proseste hidrofobik parçacıklar pülp zonu üst kısmına yükselen hava kabarcıkları tarafından tutularak köpük zonundan alınırken, hidrofilik parçacıklar pülp içerisinde kalır ve artık olarak atılır. Parçacık boyutunun flotasyona olan etkisini anlamak için iri ve ince parçacıklarla ayrı ayrı flotasyon yapılmalıdır. Köpük flotasyonu sadece dar boyut grubu aralığında ki (10-100 mikron) mineral parçacıklarına iyi cevap vermekte ve onun dışında flotasyona cevabı oldukça düşük olmaktadır[22,23,24,25]. Bu boyut aralığındaki çeşitli minerallerle ve reaktif şartlarında köpük flotasyonunda örneğin galen için 6-70 mikron, sfalerit için 8-90 mikron, kalkopirit için 15-60 mikron ve pirit için 20-150 mikron'dur[22]. İnce tanelerin flotasyonunda ana problem onların düşük kütleleri ve yüksek yüzey alanıdır. Bunlarda hava kabarcığı parçacıkların çarpışma ve yapışma olasılığının azalmasına yol açar. İri parçacıkların flotasyon verimindeki düşüşün ana nedeni ise, kabarcık yüzeyinden parçacıkların ayrılma olasılığının yüksek olmasıdır[26,27,28,29,30,31,32,33]. Ancak, diğer faktörler yüzey kompozisyonu, oksidasyon, minarolojik değişim ve çözünmüş iyon konsantrasyonuna[34,35] atfedilebilir. Çoğu cevherde tane serbestleşme sağlanması için ince öğütme gerekmekte olup bu işlem mikron mertebesindeki ince parçacıkların büyük miktarda üretimine neden olmaktadır. Flotasyonda parçacık boyutunun etkisi üzerine yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğu ince parçacıklar üzerine yoğunlaşmış olup iri parçacıkların flotasyonu gözden kaçmıştır[36,37,38,39,40].

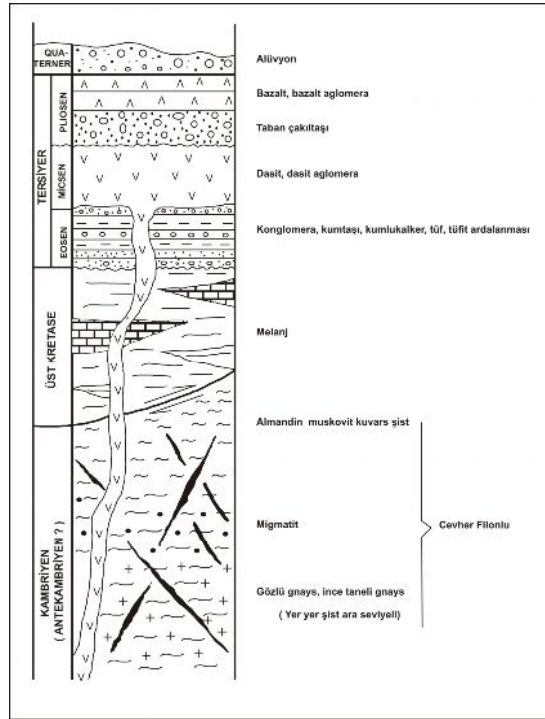
Sfalerit en yaygın çinko minerali olup onun flotasyonu toplayıcı olarak alkil ksantatların kullanılmasıyla 20. yüzyılın başından beri dünyada yapılmaktadır. Sfalerit flotasyonu için yeni toplayıcılar geliştirilmesine rağmen alkil ksantatlar bugün hala endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır. Flotasyon mekanizmasının sfalerit yüzeylerine alkil ksantatların kimyasal adsorpsiyonuyla ve onları hidrofob yaparak meydana geldiğine inanılmaktadır[41,42]. Sfalerit flotasyonu pH tarafından oldukça büyük oranda etkilenmektedir. Kolektör olarak amil ksantatın kullanıldığı ortamlarda sfalerit flotasyonu ksantat konsantrasyonuna bağlı olarak zayıf asidik ve zayıf alkalın şartlardan etkilenir[44]. Bundan başka flotasyon için gerekli ksantat konsantrasyonu kolektörün zincir uzunluğuna bağlıdır. Kısa zincir uzunluğuna sahip ksantatlarla daha yüksek konsantrasyonlara ihtiyaç duyulur. Song vd.,[27] tarafından sfalerit cevherinin etil ve amil ksantatla yapılan flotasyonu'nun ksantat miktarındaki artışa bağlı olarak artan hidrofobiklikten, kullanılan yüzey aktifin hidrokarbon zincir uzunluğundan (kısa hidro karbon zincirine sahip yüzey aktif maddenin güçlü bir hidrofobikliğe neden olmakta) ve parçacık boyutundan etkilendiği görülmüştür.

Bu çalışmada Rahmanlar bölgesi kurşun-bakır-çinko yatağındaki cevherleşmenin oluşumu ve cevherin oluşumuna bağlı zenginleştirme yöntemi olarak seçilen flotasyon yöntemi ile zenginleştirilebilir olanağının araştırılmasını içermektedir. Yöntemde etkin çeşitli parametrelerin (öğütme süresi, pH, toplayıcı miktarı ve cinsi, köpürtücü miktarı) etkisi araştırılmıştır.

2. STRATİGRAFİ VE PETROGRAFİ

İnceleme alanının stratigrafisi, litostratigrafik ve litodemik birim ayırtlama kuralları (Türkiye Stratigrafi Komitesi Stratigrafi Sınıflama ve Adlama Kuralları, 1986) [45]' izlenerek yapılmıştır. Araştırmacılar Menderes masifini oluşturan birimleri genelde iki grup halinde ele alırlar. Birinci grup temeli oluşturan kristalin birimlerin meydana getirdiği çekirdek, ikinci grup ise çekirdek birimleri üzerine gelen örtü birimleridir. Ayrıca bunları üstleyen çok genç gölsel tortular oluşmuştur.

Rahmanlar bölgesi, başlıca kristalin birimler, kuvars damarları, ofiyolit karmaşığı (melanj), gölsel tortullar ve alüvyon oluşuklarla temsil edilmektedir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Rahmanlar bölgesinin genelleştirilmiş dikme kesiti[48].

2.1 Kristalin birimler

Bölgede en fazla yayılım gösteren kristalin birimler gnays, migmatit ve şistlerden meydana gelmiştir. Bu birimler 1 / 25.000 ölçekli jeoloji harita yapımı çalışmalarında tek birim olarak ele alınmıştır. Birbiriyle yatay ve düşey dereceli geçişli olarak gözlenmektedir (Şekil 2.1.1).

2.1.1 Gnays

Litolojik birimlerin en alt seviyesidir (Şekil 2.1.1). Gözlü gnayslar ve ince taneli gnayslar şeklinde gözlenirler. Gnayslar kirli sarı renkte altere kısımları kirli beyaz renktedir. Üzerlerinde yer yer kaolinize zonlar izlenir. Gözlü gnayslardaki gözler 1 - 4 cm arasında değişen büyüklüktedir. Çok kaba foliasyon oluşmuştur. Mineral lineasyonları yol yarmalarında ve galeri girişlerinde daha belirgindir. İğne şeklinde gözlenen feldspat porfiroplastlarını iri ve ince kristalli kuvars tanecikleri sarar. Dokanak sınırları ince taneli gnayslarla yan ve düşey dereceli geçişlidir. Gözlü gnaysların hemen her kesiminde değişik kalınlıklarda şist bantları ve ince taneli gnays seviyeleri izlenebilmektedir. Mikroskopik incelemelerde kuvars, potasyum feldspat (ortoz, mikroklin), muskovit, biotit (az), turmalin gibi ana minerallerin yanında çok az plajiyoklas aksesuar olarak zirkon ve apatit opak minerallerden manyetit ve pirit gözlenir. Ayrışma ürünü olarak kloritleşme ve serisitleşme vardır, mirmekitik yapılar olağandır. Mirmekitik oluşum eksolüsyon kökenlidir[46]. Kayacın karakteristik özelliği kuvvetli deformasyon göstermesidir. Plajiyoklaslar parçalanmış, kuvars kristalleri dalgalı sönmelidir. Bazen iri ve ince taneli kuvars kristalleri ardışıklı dizinimlidir. K-feldspatlardaki monoklin - triklin dönüşümü için 500 °C bir sıcaklık ve 2 – 5 Kbar arasında bir basınç gereklidir [13,53].

2.1.2 Migmatit

Gözlü gnayslarla dokanakları dereceli geçişli ve foliasyonları uyumludur. Bantlar açık ve koyu renkli mineral dizinimlerinden meydana gelmiştir. Mikroskopik olarak kuvars, plajiyoklas (albit, oligoklas) ortoz, biotit, turmalin ve granat daha az apatit, zirkon ve opak mineraller gözlenmiştir.

2.1.3 Almandin-Muskovit-Kuvars Şist

Bölgede gnayslar içerisinde gnayslarla düşey ve yanal dereceli geçişli mercek şeklinde ara seviyelerde bulunurlar. Mikroskopik olarak kuvars, muskovit, granat (almandin) mineralleri gözlenir. Yer yer kuvars kristalleri ile muskovit kristalleri ardışıklı seviyeler şeklinde izlenir.

2.2 Kuvars Damarları

Bölgedeki kuvars damarları cevher filonlarının doğrultuları ile uyumlu KD - GB yönünde uzanan filonlar şeklindedirler. Özellikle Küçüksoğanlı tepenin kuzey sırtlarında 1-1.45 metre kalınlığında devamlılık

göstermeyen filonlardır. Yapılan ayrıntılı arazi çalışmaları sonucu damarların hidrotermal oluşumdan çok metamorfizmanın artık ürünü olarak kırıklara yerleşmiş olabileceği izlenimi vermiştir.

2.3 Melanj

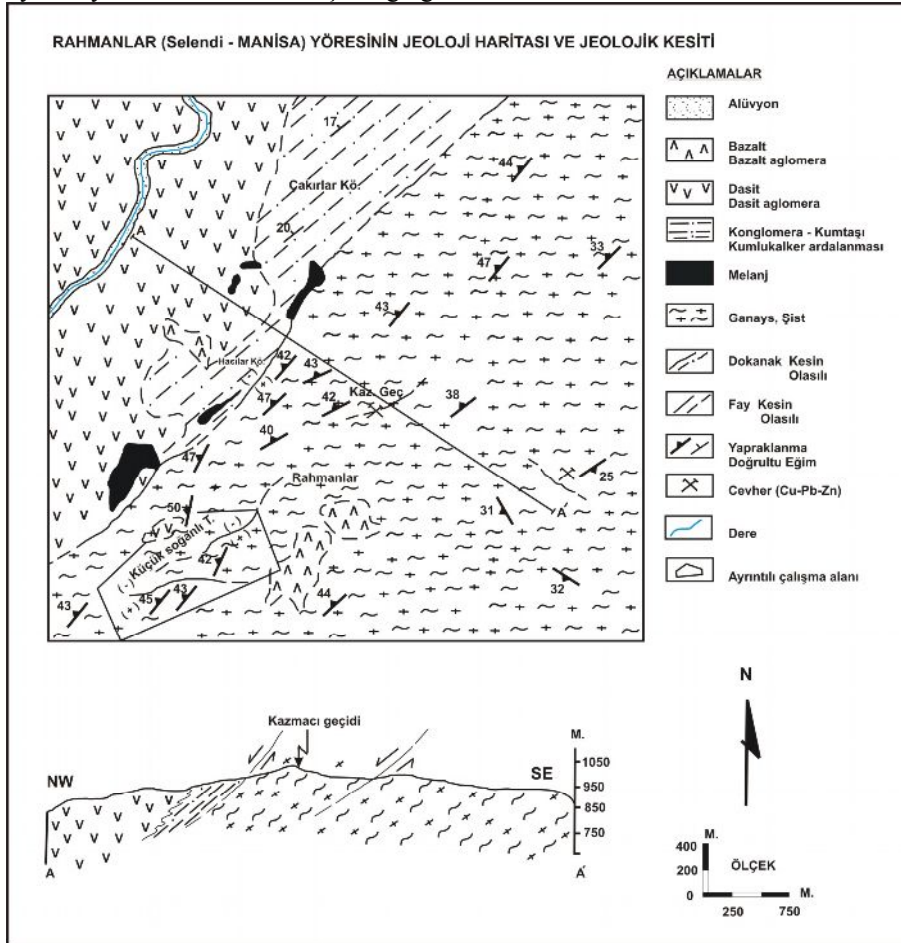
İzmir - Ankara melanj kuşağı (türlü seri) içerisinde yer alan bu karmaşık birim uzaktan yeşil - gri alterasyon renkleri ile rahatlıkla tanınırlar. Mesozoik yaşlı olarak tanımlanan bu birim bazı araştırmacılara göre Orta Permiyen'den Üst Kretase'ye kadar olagelmıştır[47]. Bu zaman süreci içerisinde farklı yaşta değişik özellik ve boyutlardaki yerli ve yabancı kireçtaşı blokları, volkanikler kökenli olistrostromlar ve serpantinleşmiş peridotitlerden oluşur. Çalışma alanında Hacılar fayı (Şekil 2.1.1) boyunca kaymaların etken olduğu serpantinleşmeler gözlenir. Serpantinlerin yüzey sularının alterasyonu ile yer yer limonitleşmeler oluşmuştur. Serpantin örneklerinin mikroskopik incelemelerinde krizotil, olivin, kromit ve manyetit taneciklerinden oluştuğu izlenmiştir. Metamorfitler üzerine tamamen yapısal konumda bulunan bu karmaşık birim bugünkü konumlarına Senoniyen ve öncesinde geldikleri söylenebilir[47].

2.4 Konglomera, Kumtaşı, Kumlukalker, Kıltaşı, Tüf-Tüfit Ardalanması

Neojen yaşlı olarak belirlenen (diğer eşdeğer oluşuklarla kıyaslandığında) bu tortul oluşuklar Rahmanlar bölgesinde Hacılar Mahallesi ve Çakırlar Köyü doğrultusu boyunca mostra verirler. Kristalin birimlerle dokunakları diskordandır. Bu klastik seri iri çakıllı konglomera, iyi pekişmemiş kumtaşı, kumlukalker ve kil taşlarından oluşur. Ardışıklı bu seri içerisinde yer yer kaolinize beyaz renkli tüfit seviyeleri gözlenir. Çakıllarda çoğunlukla gnays ve kuvars parçalarından meydana gelmiştir. Çakıllarda genelde homojen bir boylanma izlenir. İnceleme alanı içerisinde kalınlığı 150 -160 metre civarındadır. Olası yaşı Alt Miyosen olarak belirlenmiştir[19].

2.5 Alüvyonlar

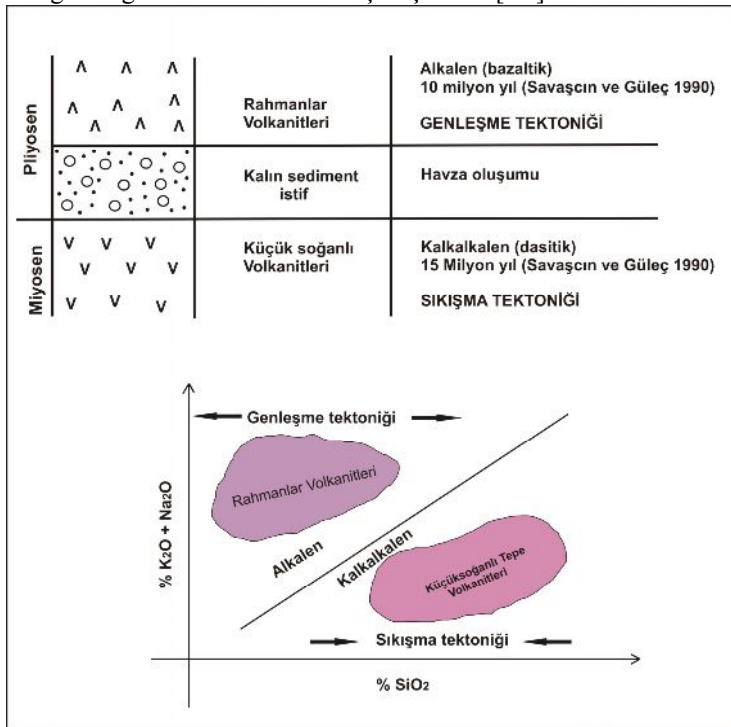
Selendi çayı boyunca yüzlek vermekte ve inşaat agregası olarak kullanılmaktadırlar.



Şekil 2.1.1 Rahmanlar Bölgesinin Jeoloji Haritası ve Jeolojik Kesiti[48].

3. VOLKANİZMA ve VOLKANİZMANIN NEDENİ

Batı Anadolu'da Miyosen'de nedeni çeşitli araştırmacılarca tartışma konusu olan graben havzaları oluşmaya başlamıştır[49,50,51]. Ege Bölgesinde K-G yönlü sıkışmalar sonucu 50 - 60 km kalınlığa ulaşan kıta kabuğu Tortoniyen'de ortaya çıkan gerilme tektoniği ile 30 km kadar incelmıştır[52]. Batı Anadolu'da D-B uzanımlı grabenler Menderes masifini benzer eş masiflere böler[53]. Magmatik olayların nedeni D-B doğrultulu kırıklardır ve magma yüksek büyüme faylarının denetiminde yükselmiştir[54,55]. Batı Anadolu-Midilli arasındaki Miyosen volkanizmasının kökeni çöken bir litosfer parçasına bağlıdır. Okyanus kabuğu, denizel çökeller ve/veya Sial'ik kabuğunun tektonik parçalanmasından oluşmuştur[56]. Batı Anadolu'daki D-B doğrultusunda uzayan faylar doğrultu atımlı, oblik ve doğrultulu atım bileşimine sahip normal faylanma şeklindedir. Aktif faylarda hâkim olan doğrultu GD-KB doğrultusudur ve dik eğimli fay düzlemlili faylardır[57]. Menderes masifinin kuzeybatıya, Sima'tik kabuğun altına doğru dalması Laramik metamorfizması ile birlikte gerçekleşmektedir[58]. Midilli adasındaki şoşonitik volkanitler iki evrede oluşmuş olup, bunların oluşumu manto diapirlerine ve derinliklerdeki magma odaklarının fraksiyonel kristalizasyonuna bağlıdır[59]. Batı Anadolu'daki magmatik kayaçlar kabuksal kökenli olup yer yer üst manto kökenli bir magmanın etkileri gözlenir. Olasılıkla Alt Eosen'den başlayarak Pontitlerle Anatolitlerin çarpışmalarından sonra giderek kalınlaşan kıta kabuğunun derin zonlarında alttan başlayarak, kısmi ergimelere başlamasıyla oluşmuştur[52]. Batı Anadolu'da Miyosen'den itibaren oluşmaya başlayan gerilme tektoniği daha önce kalınlaşmış ve kısmen ergimemiş kıta kabuğunu etkilemiş ve kalkalkalen kıta kabuğu ile alkalem nitelikli manto (alt kabuk) kökenli bir magmanın karışmasına yol açmıştır[60]. Neojen - Kuaterner yaşlı magmatitlerin coğrafik dağılımı graben havzaları ile ilişki içindedir[49].



Şekil 3. Rahmanlar bölgesi volkanitlerinin oluşum modeli[48].

3.1 Dasit, Dasit Aglomera

Bölgenin kuzeybatısında geniş yüzlekler verirler. Ayrıca Küçüksoğanlı tepenin güney yamaçlarında da gözlenirler. Arazideki kirli gri renkleri ve alterasyon sonucu kaolinleşmiş beyaz renkleri ile kolaylıkla tanınabilirler. Mikroskopik olarak etraflarında ikincil reaksiyon zonu bulunan kuvars fenokristal ve mikrokristalleri, serisitleşmiş plajiyoklas fenokristal ve mikrokristalleri (oligoglas, andezin), yer yer muskovitleşme gösteren biotit fenokristal ve mikrokristalleri izlenmektedir. Hamur çok fazla killeşmiş olup yer yer altere plajiyoklas mikrokristalleri ile silisleşme sonucu oluşan sekonder kuvars mikrokristalleri içermektedir. Doku porfiriktir.

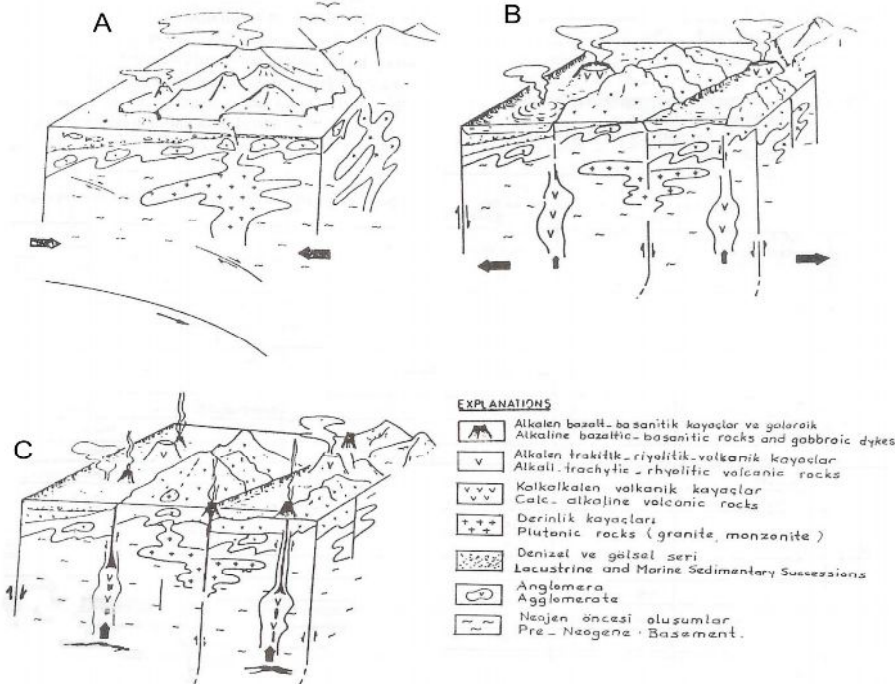
3.2 Bazalt, Bazalt Aglomera

Rahmanlar köyünün güneyinde ve Hacılar Mahallesi'nin batısında yüzeylenmektedirler. Mikroskopik olarak kızıl siyah ve mor renkli olup bazaltik lav akıntıları, tüfler ve aglomeralardan oluşurlar.

Taze kırık yüzeyleri gri yeşilimsi siyah olup altere yüzeyleri kırmızımsı kahverengidir. Boşlukludur, gözenekler ikincil kalsit ve epidot ile doludur. Mikroskopik olarak camsı mikrokristalin hamur içerisinde plajyoklas (andezin, labrador), ojit, olivin fenokristalleri ve nadir olarak da biyotit ve opak mineraller gözlenir. Plajyoklaslar yer yer alterasyon sonucu zeolit ve serisite dönüşmüştür.

3.3 Magmanın Kökeni

Batı Anadolu'nun pek çok kesiminde kıta içi volkanizmasının varlığı gözlenir. Başlangıçta asitik daha sonra ortaç ve bunların ardalanması şeklinde gelişen volkanizma giderek bazikleşmekte ve en son olarak ta Kula tipi alkali volkanitlere dönüşmektedir. Baş[61], Manto kökenli bazik magmanın sorguç yoluyla yükselmesi, yükselen bu magmanın kabukta ergimelere neden olması, ergiyen malzeme ile yer yer karışması asidik ve bazik ürünlerin bir arada oluşmasına neden olduğunu öne sürmüştür[54]. Ancak Ritmann büyük çaplı melez magmaların varlığı görüşüne tamamen karşı çıkmaktadır[62]. Menderes masifi as masiflerinin çekirdeklerini gözlü ve bantlı gnayslar, migmatitler ve granitoidler oluşturur. Bunların bileşimine bakarak bu kayaların Prekambriyen yaşlı grovak ve arkozlardan türedikleri anlaşılır[53]. Batı Anadolu'nun diğer kesimlerindeki volkanitler çok sayıda araştırmacı tarafından incelenmiş ve bunların grabenleşmeye bağlı levha içi volkanitler olduğu görüşü benimsenmiştir. Stronsiyum (Sr) izotop bulguları bu görüşü kanıtlar özelliğindedir[63, 64, 65]. Batı Anadolu magmatit eriyiklerinin kıta kabuğu ve manto'dan türemesi, ultramafik ve kristalin Menderes masifinin alta dalması ile bölümsel ergimesi sonucu olabilir[52]. Tansiyon tektoniğinin, daha önce kalınlaşmış ve kısmen ergimiş olan kıta kabuğunu etkilediği ve kalkalen kıta kabuğunu ile alkalen özellikteki manto kökenli bir magmanın karışarak oluşturduğu hibrid bir volkanizma Batı Anadolu'da birkaç evrede etkin olmuştur[52]. Ege bölgesi volkanitleri'nde 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 olması şeklinde açıklanabilir[61].



Şekil 3.1. Batı Anadolu'daki Eosen magmatiklerinin oluşum evrimi modeli[48].

Batı Anadolu'daki bazik şoşonitik lavlar tipik kıtasal riftlere özgü karbonatitik, hawaitik volkanitlerle istisnai ve türevsel geçiş gösterirler[55]. Yersel olarak aynı alkali bazaltik birim içinde, olası kabuksal etkilemlerin geniş türlerini yansıtan hibridik magmanın ürünleri gözlenir[54]. Bu bulgu ve veriler çalışma alanındaki volkanitlere uygulanıp plaka tektoniği açısından kökensel yorumu yapıldığında; çalışma alanında ilk kez Miyosen'de (Orta Miyosen?) [20] ortaya çıkan Küçüksoğanlı volkanitleri (dasitikler) kıta kabuğu ürünleri olup kalın menderes masifinin anatektik sonucu derinlerde erimesiyle ve Batı Anadolu'da oluşmaya başlayan sıkışma tektoniği (yitim zonu)[66] sonucu gelişen graben sistemlerinin çatlaklarına yükselerek yeryüzüne çıkmasıyla oluşmuştur. Daha sonraki duraksamada sediment istifleri (havza oluşumu) ile tektonik rejim değişerek gençleşme tektoniği ürünü bazaltik birazda andezitik volkanizma ile Rahmanlar volkanitleri oluşmuştur. Ege bölgesi volkanitlerinde gençleşme ile 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[61]. Magmanın evrimleşmesindeki aşamalar öncelikle grabenleşmenin yarattığı konveksiyon akımları ile başlar ve akımların kuvveti grabenin büyüklüğü ile artar[62]. Batı Anadolu'da yapılan ısı haritasında da grabenler boyunca yüksek ısı anomalisinin olduğu belirlenmiştir[67]. Konveksiyon akımlarının etki alanı üst mantonun bir bölümü içinde kalabileceği gibi dış çekirdeğe kadar da uzanabilir[68]. Konveksiyon akımlarına bağlı olarak yükselen izotermeler, bileşime de bağlı olarak kıta kabuğunun çeşitli kesimlerinde ergimelere yol açar. Ergimenin derecesi kabuğun bileşimine ve basınca bağlı olarak değişir. Konveksiyon akımlarının geometrik şekli ve derinliği homojenlik göstermez[61].

4. YAPISAL JEOLJİ

Menderes masifi etkisinde kaldığı çeşitli tektonik etkinliklerin son aşaması olan graben ve horst yapılarının oluşması ile belirlenmiştir. Günümüzde bile kırıklar boyunca hareketlenmenin süre geldiği bu geniş bölgenin tektonik yapısı araştırmacılarca çeşitli alanlarda yapılan incelemelerle ayrıntılı olarak etüd edilmiştir.

4.1 Yapraklanma

Gözlü gnaylarda kaba bir foliasyona karşılık şistlerde belirgin bir yapraklanma oluşmuştur. Her iki litolojik birimin yapraklanması uyumludur. Yapraklanmanın doğrultusu KD - GB, eğimi yaklaşık 35 - 45 derece KB'ya doğrudur.

4.2 Eklem Sistemleri

Cevher filonlarından ve filonların içinde olduğu yan kayaçlardan ölçülen 300 adet çatlakın değerlendirilmesi sonucu çalışma alanındaki eklem sistemlerinin ana doğrultusunun K75 - 85D ve eğimlerinin 40 -50 derece KB'ya doğru olduğu belirlenmiştir.

4.3 Faylar

İnceleme alanında cevherleşmeler hidrotermal filoniyen damarlar şeklindedir. Hacılar fayı; Hacılar Mahallesi'nin 300 metre doğusundan geçer ve kuzeydoğu güneybatı yönünde uzanır. Fayın eğimi genelde 30-45 derece KB'ya doğrudur. Yaklaşık 2 - 3 kilometre uzanım gösterir. Fayın ortalama kalınlığı 0,50-1 metre arasında değişir. Hacılar Mahallesi'nin kuzeybatısındaki dere vadisinde fay boyunca Cu - Pb - Zn cevherleşmeleri gözlenir. Küçüksoğanlı fayı ise, Küçüksoğanlı tepesinden geçerek kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda yaklaşık 1 km uzanım gösterir. Eğimi 40-47 derece kuzeybatıya doğrudur. Ana fay olarak da adlandırılabilen ve cevher üretiminin yapıldığı bu faya paralel birçok faylanmalar gözlenir. Bu kırıklarda az çok cevher izlenmiştir. Faylar oblik atımlı normal fay özelliğindedir.

5. CEVHERİN MİNERALJİSİ

Bölgedeki cevher oluşumu, Prekambriyen zamanına ait ve Menderes masif serilerini oluşturan en eski gnays ve mikaşistlerinin içerisinde yer almaktadır. Son derece tipik bir hidrotermal orijine sahip olan bu cevher yatağında metalik mineraller genellikle kuvars ve az miktarda da klorit gang mineralleri içerisinde oluşmuşlardır. Damarın doğrultusu, ENE - SSW doğrultusunda olup, kuzey - batıya doğru 35-42°'lik bir eğime

sahiptir. Kuvars ve şistlerin farklı aşınma özellikleri göstermesi yüzünden yüzeyde 900-950 m boyunca rahatlıkla izlenebilmektedir. Cevher yatağında hidrotermal oluşum esnasında ortaya çıkan kalsit, klorit, epidot, serpantin, kuvars, pirit ve demir mineralleri ile alüminyum silikatlı kayalarda görülen killeşme cevher doğrultusu boyunca 25-30 m kalınlığa varan bir geçiş bölgesi göstermektedir. Bu değişimin etkileri damardan ana kayaca doğru gittikçe azalmaktadır. Değişim bölgesinde mineralizasyonun gerçek kalınlığı 2-4 m arasında ve düzgün olmayan damarcıklar halinde olup, cevherlerin tavan kayacında ve breşten oluşan çimento ile birlikte bir takım damarcıklar halinde bulunmaktadır. Esas metalik mineraller sfalerit, kalkopirit, pirit ve bir miktar da galendir. Cevherdeki kurşun muhtevası derinlere gittikçe azalmakta ve oluşum daha çok bakırlı çinko cevheri halini almaktadır. Damarın yüzeyde verdiği mostra, kolaylıkla 900-950 m izlenebilmektedir.

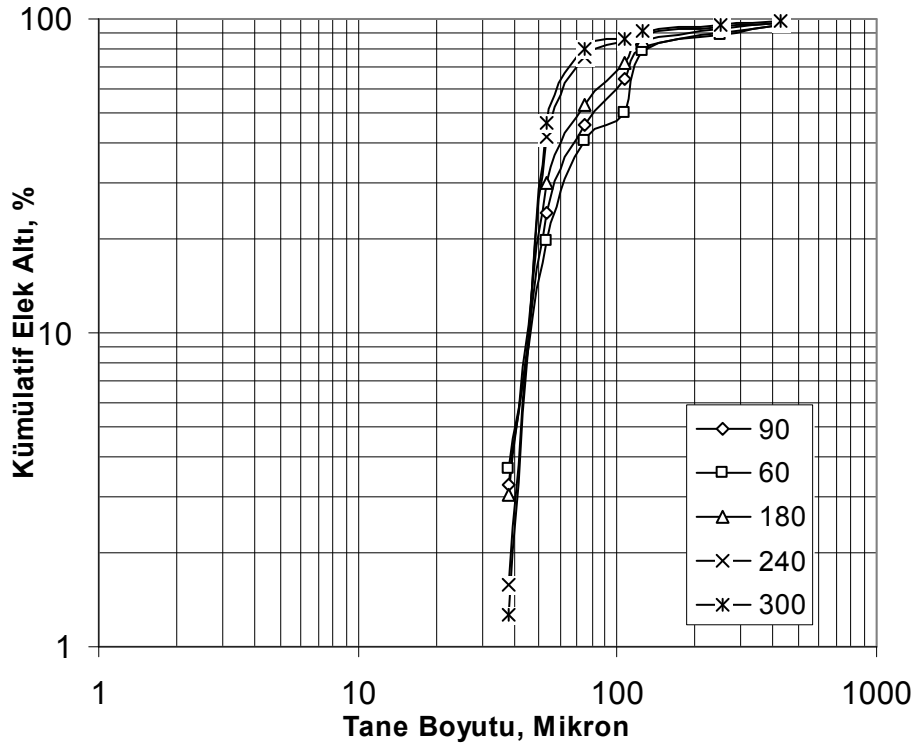
6. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Cevher yatağı ile ilgili yapılan mineralojik bulgulara dayanılarak cevherin flotasyon yöntemiyle zenginleştirilmesine karar verilmiştir.

Bu amaçla; Kurşun-çinko-bakır cevherinin flotasyonla zenginleştirilebilirliğinin araştırılması için öğütme süresi, pH, reaktif miktarı ve karışımına (KAX+KEX) ve köpürtücü miktarına bağlı olarak flotasyon deneyleri yapılmıştır.

Cevherin serbestleşme boyutunun belirlenmesi amacıyla zamana bağlı olarak bilyalı değirmende 60, 90, 180, 240 ve 300 dakika sürelerle öğütme deneyleri yapılmıştır. Öğütme sonrası yapılan elek analizleri sonucu cevherin % 80'ninin geçtiği elek analizleri (Şekil 6.1) değerleri sırasıyla zamana bağlı olarak 60 dakikada 250 mikron, 90 dakikada 125 mikron, 180 dakikada 106 mikron, 240 dakikada 75 mikron ve 300 dakikada 53 mikron'dur.

Yukarıdaki öğütme sürelerinde elde edilen öğütülmüş malzemelerle (Tablo.1) belirtilen şartlarda, cevher için en uygun serbestleşme boyutunu saptamak amacıyla flotasyon deneyleri yapılmıştır. Yapılan flotasyon deneyleri sonucunda, Pb-Zn-Cu flotasyon verim-tenör eğrilerinde de (Şekil 6.2) görüleceği üzere optimum sürenin 280 dakika olduğu bulunmuştur. Şekil 6.1 incelendiğinde Zn için optimum öğütme süresinin yada serbestleşme boyutuna ulaşmak için gerekli öğütme süresinin 90 dakika ve diğerlerine göre daha kısa olduğu görülmektedir. Öğütme süresi arttıkça Zn tenöründeki azalmanın nedeni alınan konsantrasyon miktarının öğütme süresine bağlı olarak artmasından kaynaklanmaktadır. 280 dakikalık optimum öğütme süresi sonrası yapılacak temizleme flotasyonu ile cevherin toplu flotasyonunda daha da fazla tenör ve verim artışı sağlanmıştır.

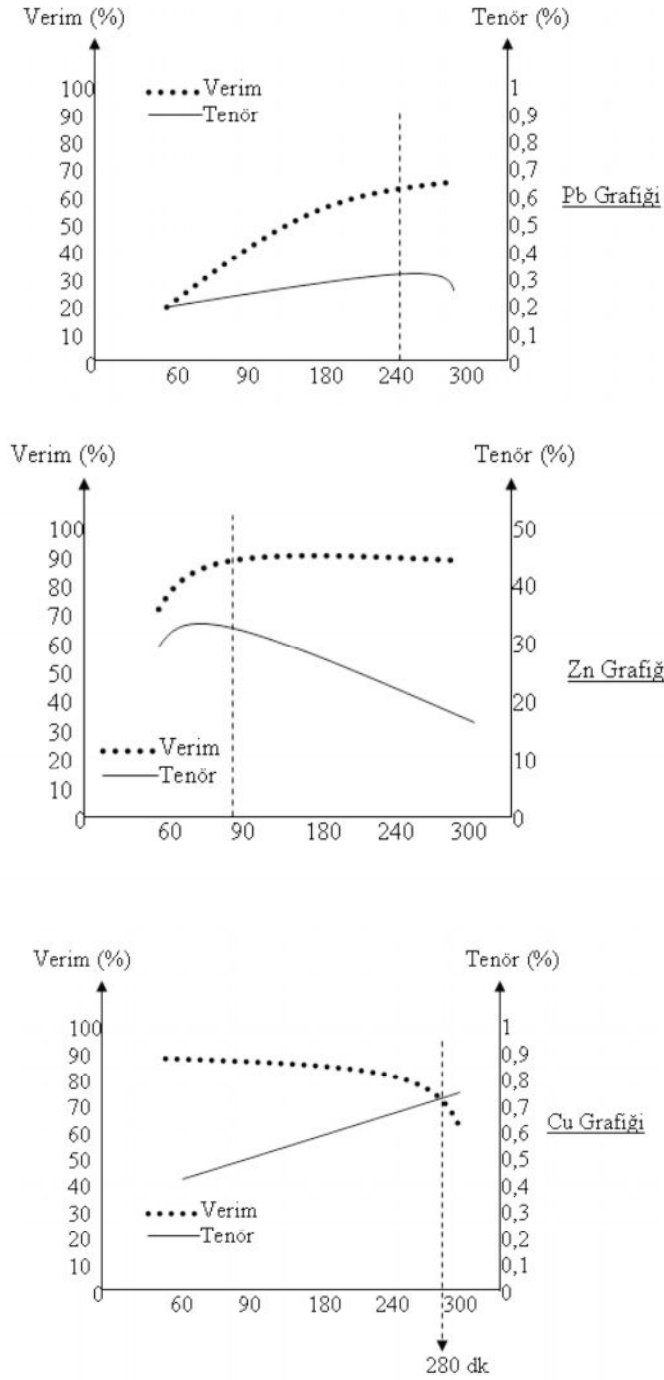


Şekil 6.1 Öğütme sürelerine bağlı olarak elde edilen ürünlerin kümülatif elek altı analizleri.

Tablo.1 Flotasyon deneyleri şartları

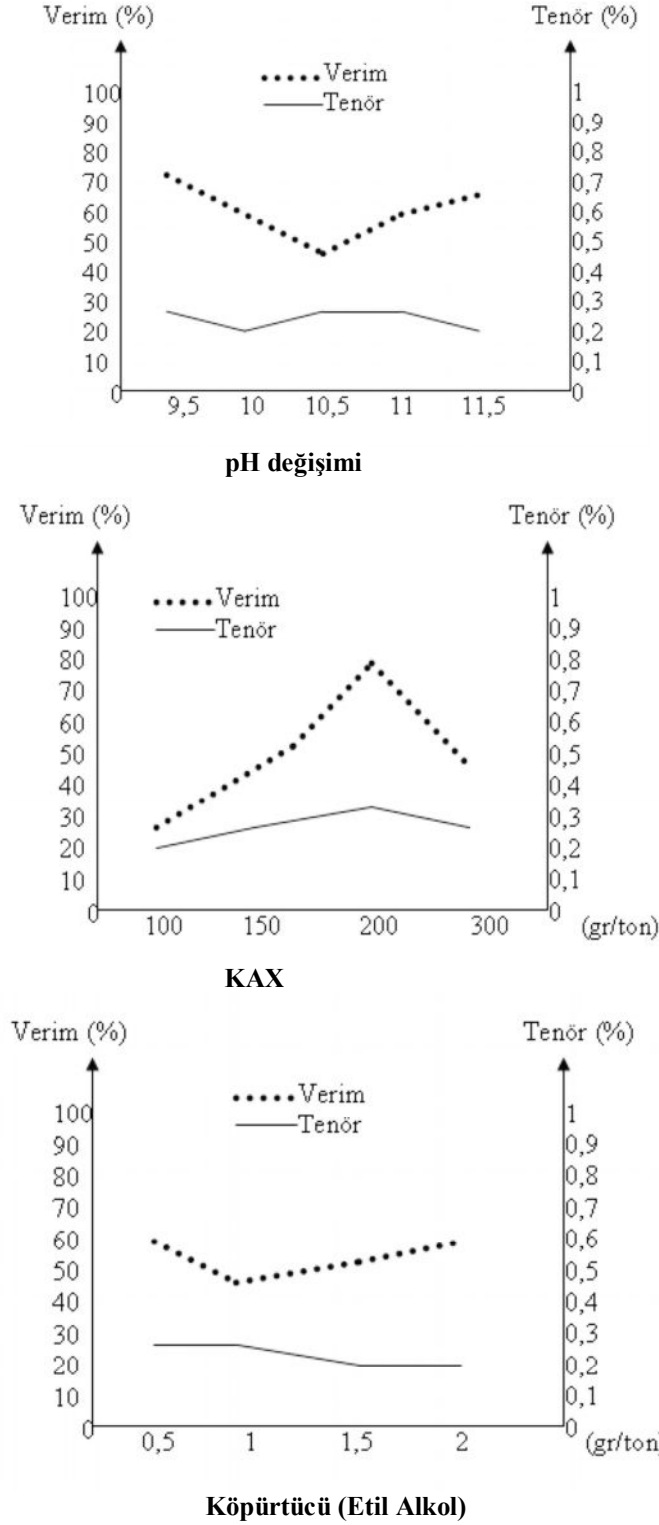
Deney Şartları	Reaktif cinsi	Miktar (g/ton)	Koşullandırma süresi (dakika)
Katı Kons. (%)	20	-	5
pH	Kireç	-	2
Dağıtıcı	Na ₂ SiO ₃	50	3
Toplayıcı	KAX	300	10
Köpürtücü	Etil Alkol	50	1

pH, KAX ve köpürtücü miktarına bağlı olarak yukarıdaki şartlarda ayrı ayrı yapılan flotasyon deneyleri sonucu elde edilen ürünlerin flotasyon sonuçları sırasıyla Pb için Şekil 6.3'de, Zn için Şekil 6.4'de ve Cu için Şekil 6.5 'de görülmektedir. Cevher kurşun yönünden değerlendirildiğinde, flotasyon için optimum deney şartlarının pH 9.5, KAX miktarının 200 g/t ve köpürtücü miktarının 0.5 g/t olduğu, çinko için bu değerlerin sırasıyla, 10.5, 250 g/t, 15 g/t ve Cu içinde sırasıyla 10, 250 g/t, 1.5 g/t şeklinde değiştiği görülmektedir.

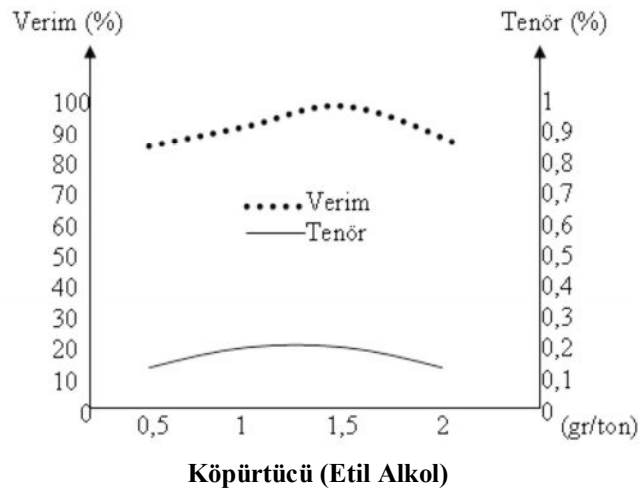
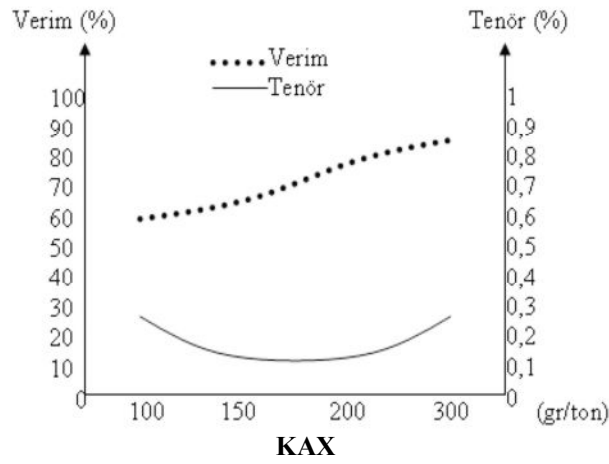
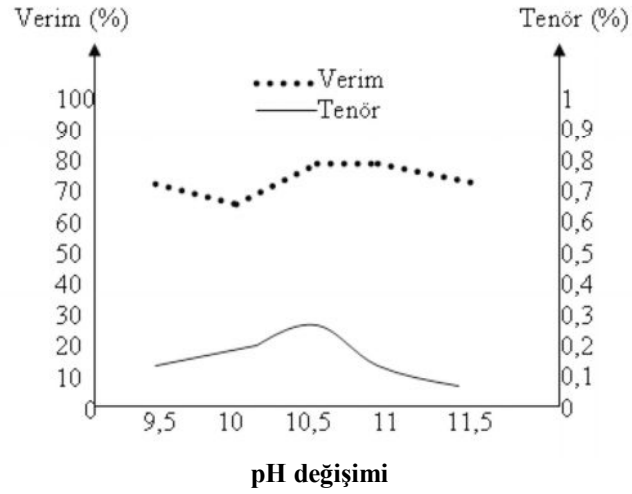


Şekil 6.2. Öğütme süresine bağlı olarak cevherin Pb, Zn ve Cu tenör ve verimlerindeki değişim.

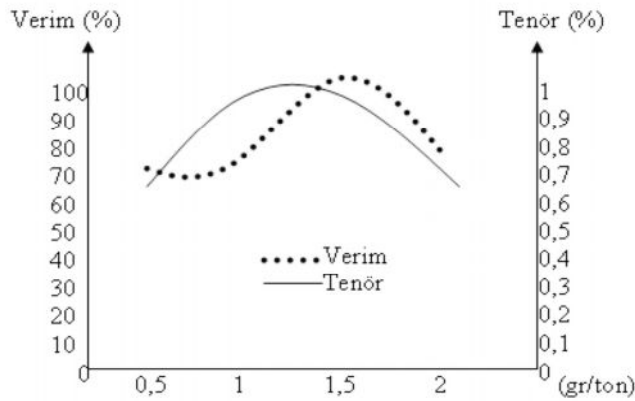
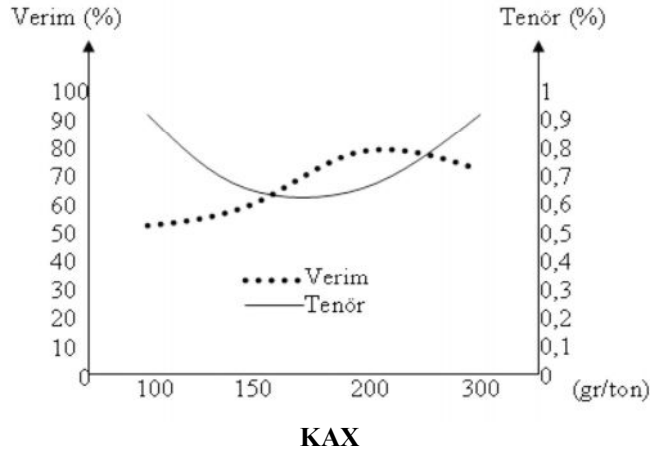
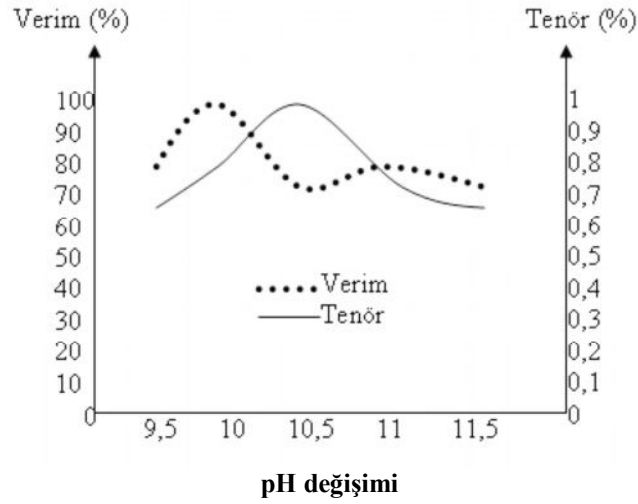
Bu cevherin toplu flotasyonu bu üç değişen parametrenin Pb, Zn ve Cu tenör-verim yönünden değerlendirildiğinde optimum flotasyon şartının pH 10.5, KAX miktarının 250 g/t ve köpürtücü miktarının 1.5 g/t olduğu zaman elde edildiği görülmektedir.



Şekil 6.3 pH, KAX ve köpürtücü (Etil Alkol) miktarlarına bağlı olarak cevherin Pb tenör ve verim değışımi.



Şekil 6.4 pH, KAX ve köpürtücü miktarlarına bağlı olarak cevherin Zn tenör ve verim değişimi.



Köpürtücü (Etil Alkol) *10
Şekil 6.5 pH, KAX ve köpürtücü miktarlarına bağı olarak cevherin Cu tenör ve verim değışı.

KAX ve KEX ile farklı oranlarda (%75 KAX + % 25 KEX, % 50 KAX + % 50 KEX ve % 25 KAX + % 75 KEX) hazırlanan karışımının cevherin flotasyon davranışı üzerinde olan etkisi araştırmak için yapılan flotasyon deneyleri KAX'ın KEX ile karıştırılmasının cevherin flotasyon verimi üzerinde pozitif etkisi olmamış hatta

azalmaya neden olduğundan sonuçlar buraya alınmamıştır. Ana minerali sfalerit olan cevherler[27,28] tarafından amil ve etil ksantatla yapılan çalışmada da kısa zincir uzunluğuna sahip amil ksantatın etil ksantata göre sfalerit flotasyonunda daha etkin olduğu görülmüştür. Sfalerit uzun zincirli ksantatlarla yüzen bir mineraldir. KEX kısa zincirli olduğu için etkili olmaz.

7. SONUÇLAR

Yapılan çalışmalarda cevher yatağının ana minerallerinin sfalerit, kalkopirit, pirit, galen ve kuvarstan oluştuğu saptanmıştır. Flotasyon deneylerinde;

- Tane boyutu değişimi üzerinde yapılan deneylerden cevherin serbestleşme boyutunun -75 mikron olduğu,
- pH değerinin: 10.5
- Dağıtıcı miktarının (Na_2SiO_3): 50 glt,
- Toplayıcı miktarı: 250glt,
- Köpürtücü miktarının (Etil Alkol): 15 glt

olduğu belirlenmiştir.

Rahmanlar kurşun-çinko-bakır cevherinin flotasyonla zenginleştirilmesinin yapılan flotasyon deneyleri sonucunda mümkün olduğu görülmüştür.

Öğütme deneyleri sonucu elde edilen cevherlerle yapılan flotasyon deneyleri sonucu cevherin tane serbestleşme boyutunun (d_{80}) -75 mikron olan cevhere denk geldiği bulunmuştur.

KAX ile KEX'in belirli oranlarda karıştırılarak yapıldığı flotasyon deneyleri sonucu elde edilen flotasyon ürünlerinin tek başına KAX ile elde edilen ürünlerle verim-tenör yönünden karşılaştırıldığında KAX'ın flotasyon etkinliğinin azaldığı görülmüştür.

KAYNAKÇA

- [1] Graciansky, P. De, 1965a, Menderes masifinin güney kıyısı boyunca (Türkiye'nin güneybatısı) gölünün metamorfizması hakkında açıklamalar: M.T.A Der no 64, s. 8-21
- [2] 1965b, Menderes masifi (Türkiye'nin güneybatısı) metamorfik kayalarındaki grenaların yapısı hakkında: M.T.A. Der. no 65, s. 11-20
- [3] 1966a, Le massif cristallin du Menderes (Taurus occidental, Asie mineure) un exemle possible de vieux socle granitique remobilise: Rev Geor. Phys. Geol. Dyn. 8, s.289-306
- [4] 1966b, La symetrie des feldspaths potasique dans les gneiss du massif de Menderes (Asie mineure): Bull. Soc. Française de Mineralogie et de Cristallographie. Tome LXXXIX, s. 362-366
- [5] Hamilton, W.U. ve Strickland, H.E., 1941, On the geology of Western part on Asia Minar, transaction of the Geol. Soc. of London 2,6.
- [6] Philippson, A., 1918, Kleinasien-Handbuch der regionalen geologie: Bd. 5,2, Heidelberg 1959, Die gnechischen landsc haften landschaften., Bd IV das Aegaeische Meer und seine Inseln. 412. Vittorio Klostermann, Frankfurt. Main
- [7] Ketin, İ., 1959, Türkiye'nin orojenik gelişmesi: M.T.A. Bul., 53, s. 82-88
Ketin, İ., 1968, Türkiye'nin genel tektonik durumu ile başlıca deprem bölgeleri arasındaki ilişki: M.T.A. Der. 71, s. 129-134
- [8] İzdar, K.E., 1969, Menderes kristalin masifi kuzey kısmının jeolojik yapısı, petrografisi ve metamorfizması hakkında: Doçentlik Tezi, E.Ü. Fen F.
- [9] İzdar, K.E., 1971, Introduction to geology and metamorphism of the Menderes massif of western Turkey: Petr. Expl. Soc. Libya (Geology and History of Turkey, Ed. A.S. Cambell), 493-500
- [10] İzdar, K.E., 1975, Batı Anadolu'nun jeotektonik gelişimi ve Ege denizi çevresine ait üniteleri ile karşılaştırılması: E.Ü. Müh. Bil. Fak. yayın no 8
- [11] Başarır, E., 1970, Bafa Gölü doğusunda kalan Menderes masifi güney kanadının jeolojisi ve petrografisi: E.Ü. ilmi raporlar serisi no 102
1975, Çine güneyindeki metamorfitlerin petrografisi ve bireysel indeks minerallerinin doku içerisindeki gelişimleri: Doçentlik tezi, yayınlanmamış, E.Ü. Fen. Fak
- [12] Dora, O. Ö., 1981, Menderes masifinde petroloji ve feldspat incelemeleri. H.Ü. Yerbilimleri Derg. V. 7, 54-63.
- [13] Dora, O.Ö., 1975, Menderes masifinde alkali feldispatların yapısal durumları ve bunların petrojenetik yorumlarda kullanılması: T.J.K. Bül. 18, s. 111-126
- [14] Akkök, R., 1982, Menderes masifinin Alaşehir yöresindeki gnays ve şistlerin jeokimyası: Tübitak yayın no 552
- [15] Nuhoglu, İ., 1989, Çavdar-Demirtepe (Söke-aydın) demir yatağının jenetik incelenmesi, Anadolu Üniversitesi Yayınları, no:46, 130 s.
- [16] Kun, N., 1988, Çine dolayının petrografisi ve Menderes Masifinin güney kesimine ait petrografik bulgular. DEÜ Müh. Fak., M.M/Jeo. Yayını, 86, AROOJ Bornova/İzmir.
- [17] Ercan, T., Dinçel, A., Melin S., Türkccan A., ve Günay E., 1978, Uşak yöresindeki Neojen havzalarının jeolojisi, Türkiye Jeoloji Kurumu Bül. 21,97-106.
- [18] Ercan, T., Dinçel, A., ve Günay E., 1979, Uşak volkanitlerinin petrolojisi ve plaka tektoniği açısından Ege Bölgesindeki yeri. Türkiye Jeoloji Kurumu Bült. V., 22, 185-198.
- [19] Ercan, T., 1982, Gördes volkanitleri, Türkiye Jeoloji Kurumu Bült. V. 26,41-48.
- [20] Ercan, T., ve Öztunalı, Ö., 1983, The Ağcan Region petrology and original implication of the Cenosoic volcanites around Demirci-Selendi (Manisa) area. H. Ü. izotopik ve radyometrik verilerin yorumu. Türkiye Jeoloji Kurumu Bült., 28/2, 121-136.
- [21] Candan, O., 1989, Petrology, and mineralogy of the region located between Demirci-Borlu towns. DEÜ, FBE/Geo-89, Ar-0.57, Doktora tezi, Bornova/İzmir.
- [22] Trahar, W. J. and Warren, L. J., 1976; The floatability of very fine particles-A review, *International Journal of Mineral Processing*, 3, 103-131
- [23] King, R. P. (King, R. P. eds.) (1982) Flotation of fine particles. *Principles of Flotation* South African Institute of Mining and Metallurgy, Johannesburg
- [24] Collins, G. L. and Jameson, G. L., Experiments on the flotation of fine particles, the influence of particle size and charge, *Chemical Engineering Science*, 1976, 31, 985

- [25] Arbiter, N., Problems in sulfide ore processing, in *Beneficiation of Mineral Fines-Problems and Research Needs*, ed. P. Somasundaran and N. Arbiter, AIME, Inc., Ann Arbor, 1979, pp. 139-152
- [26] Öteyaka, B. ve Soto, H., 1995. *Modelling of Negative Bias Column for Coarse Particles Flotation*, Minerals Engineering, Vol.8, 91-100.
- [27] Song, S., Lopez-Valdivieso, A., Reyes-Bahena, J. L., and Lara-Valenzuela, C., Floc flocculation of galena and sphalerite fines, *Minerals Engineering*, 2001, 14, 87-98
- [28] Song, S., Lopez-Valdivieso, A., Reyes-Bahena, J. L. Reyes-Bahena, J. L. and Bermejo-Perez, H. I., Hydrophobic flocculation of galena fines in aqueous suspensions induced by ethyl and amyl xanthates, *Journal of Colloid Interface Science A*, 2001, 181, 159-169.
- [29] Song, S., Lopez-Valdivieso, A., Reyes-Bahena, J. L., Bermejo-Perez, H. I. and Trass, O., Hydrophobic flocculation of galena fines in aqueous suspensions, *Journal of Colloid Interface Science*, 2000, 227, 272-281
- [30] Drzymala, J. (1994) Characterization of materials by Hallimond tube flotation. Part 2: maximum size of floating particles and contact angle. *Int. J. Miner. Process.* 42 , pp. 153-167.
- [31] Yoon, R. -H., Luttrell, G. G., Adel, G. T. and Mankosa, M. J. (Chander, S. eds.) (1989) Recent advances in fine coal flotation. *Advances in Coal and Mineral Processing Using Flotation* pp. 211-218. Society of Mining Engineers , Littleton, CO - Chap 23
- [32] Ralston, J. and Dukhin, S. S. (1999) The interaction between particles and bubbles. *Colloid. Surface.* 151 , pp. 3-14.
- [33] Yoon, R. -H. (2000) The role of hydrodynamic and surface forces in bubble-particle interaction. *Inter. J. Miner. Proces.* 58 , pp. 128-143.
- [34] Somasundaran, P. (1980), Principles of Flocculation, Dispersion and Selective Flocculation, *Fine Particles Processing, Somasundaran (ed), 2* (48): pp. 317-331.
- [35] Somasundaran, P., Role of surface chemistry of fine sulphides in their flotation, in *Complex Sulphide Ores*, ed. M. J. Jones, The Institute of Mining and Metallurgy, 1980, pp. 38-47
- [36] Behl, S. and Moudgil, B.M., 1992. Mechanisms of polyethylene oxide interactions with dolomite and apatite. *Journal of Colloid and Interface Science* 161, pp. 443-449
- [37] Moudgil, B. M. (1992) *Enhanced Recovery of Coarse Particles During Phosphate Flotation*, Final Report to Florida Institute of Phosphate Research - Publication Number 02-067-099
- [38] Van Der Spuy, R. C. M. and Ross, V. E. (1991) The recovery of coarse minerals by agglomeration and flotation. *Miner. Eng.* 4:7-11 , pp. 1153-1166.
- [39] Maksimov, I. I., Otrozhdenova, L. A., Borokin, A. D., Yemelyanov, M. F., Koltunova, T. Y., Malinovskaya, N. D. and Nechay, L. A. (1993) An investigation to increase the efficiency of coarse and fine particle flotation in ore processing of non-ferrous metals. *Proceedings of XVIII International Mineral Processing Congress* pp. 685-687.
- [40] Kohmuench, J., Luttrell, G. H. and Mankosa, M. (Zhang, P., Elshall, H. and Wiegel, R. eds.) (1999) Testing of the hydrofloat separator for recovery of coarse phosphate. *Beneficiation of Phosphates, Advances in Research and Practice* pp. 215-226. SME Inc. , Littleton, CO
- [41] Fuerstenau, D.W., Fuerstenau, M.C., 1982, *The Flotation of Oxide and Silicate Minerals, Principles of Flotation*, ed. R.P. King, South African Institute of Mining and Metallurgy. Johannesburg.
- [42] Fuerstenau, D. W., Activation in the flotation of sulphide minerals, in *Principles of Flotation*, ed. R. P. King, South Africa Inst. Min. Metall., Johannesburg, 1982, pp.183-198
- [43] Fuerstenau, D W ve Williams, MC 1987 *A New Method for Characterization of the Surface Energy of Hydrophobic Particles*. Part Charact., 4: 7-13.
- [44] M.C. Fuerstenau, K.L. Clifford, M.C. Kuhn, Intern. J. Miner. Process. 1 (1974) 307-313
- [45] Türkiye Stratigrafi Komitesi, 1986. Stratigrafi Sınıflama ve Adlama Kuralları; MTA Genel Md. Yayınları, Ankara.
- [46] İzdar, K. E. 1969; Menderes kristalin masifi kuzey kısmının jeolojik yapısı, petrografisi ve metamorfizması hakkında, Doçentlik tezi E.Ü. Fen Fak.
- [47] Servais, M., 1982, Collision et suture tethysienne en Anatolia Centrale etude structurale et metamorphique (Hp-LT) de la zone nord Kütahya: Doktora tezi (yayımlanmamış), Paris Univ., Fransa.
- [48] Nuhoğlu, İ., 1992, Rahmanlar (Selendi-Manisa) Cu-Pb-Zn yatağının çevresindeki volkanitlerin petrojenetik incelenmesi, Türkiye Jeoloji Bül. C.35,51-62
- [49] Bingöl, E., 1976, Batı Anadolu'nun jeotektonik evrimi MTA Dergisi, 86,14-34.

- [50] Kaya, O., 1981, Batı Anadolu alta bindirmesi, ultramafik birim ve Menderes Masifiin jeolojik konumu, *Doğa Bilim Derg.*, 5, Atatürk Özel Sayısı, 15-36.
- [51] Koçyiğit, R., 1984, Güneybatı Türkiye ve yakın dolayında levha içi yeni tektonik gelişim., *Türkiye Jeoloji Kurumu Bült.* 27/1,1-16.
- [52] Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey aplate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- [53] Dora O.Ö.,ve Savaşçın, M.Y., 1981,Alibey-Maden Adası (Ayvalık) bölgesi magmatizması.- *Tübitak VII. Bilim Kong.* 11-35.
- [54] Savaşçın, M.Y., 1981, Late Tertiary extentional teetonics and alkali bazaltic magnetism in West Anatolian coastal zone., *International symposium on the Hellcnic Arc. and Trench (H.E.A.T.) Procceding*, Vol. II, P. 183-212 (Athens 1981-1982).
- [55] Savaşçın, M.Y., 1982, Batı Anadolu Neojen magmatizmasının yapısal ve petrografik öğeleri "Batı Anadolu'nun genç tektoniği ve volkanizması" paneli *Türkiye Jeoloji Kurumu*, 22-38.
- [56] Borsi, S., Ferrera, G., Innocenti, F., ve Mazzuoli R., 1972, Geochronology and petrology of recent Volcanics in the Eastem Aegean Sea., *Bull. Volcanol* 36/3,473-496.
- [57] Kocafe, S.S. ve Ataman G., 1982, Batı Anadolu'nun aktüel tektoniği. *H.Ü. Yerbil. No.* 9,149-162.
- [58] Kaya, O., ve Savaşçın, M.Y., 1981, Petrologic signifi-cance of the Miocene volcanic rocks in Menemen, West Anatolia *Aegean Earth Science*, 1,45-58.
- [59] Pe-Piper, G., Panagos, A., ve Varnavas, S., 1981a., The volcanic roeks of Melioloni (Lacris, Greece): *N.J. Miner.Abh*, 143,102-111.
- [60] Yılmaz, Y., ve Şengör, A.M.C, 1982, Ege'deki kabuk evrimi ve neo. magnetizmasının kökeni. *Türkiye Jeoloji Kurumu bildiri özetleri* 64-65.
- [61] Baş, H., 1987, Tavşanlı-Domaniç (Kütahya) volkanitlerinin özellikleri ve Batı Anadolu Senezoyik volkanizmasının Önemi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bül. C.* 30, 67-80.
- [62] Ritmann, A., 1981, *Vulkane und ihre taetigkeit.*, 3. Aufl. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 399 s.
- [63] Borsi, S., Ferrara, G., innocent, F., ve Mazzuoli, R., 1972, Geochronology and petrology of recent volcanics of Eastern Aegean Sea : *Bulletin Volcanologique*, 36 -1>473-496.
- [64] Innocenti, F., Manetti, P., Mazzuoli, R., Peccerillo, A., Poli, G., 1977, Distribution in Tertiary and Quaternery volcanic rocks from Central and Western Anatolia. 6. *Ege Ülkeleri Kollokyumu Tebliğler Kitabı*, İzmir.
- [65] Ercan, T., Satır.M., Kreuzer.H., Türkecan, A., Günay. E., Çevikbaş, A., Ateş, M., ve Can, B., 1985, Batı Anadolu Senezoyik volkanitlerine ait yeni kimyasal izotopik ve radyometrik verilerin yorumu. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bült.*, 28/2, 121-136.
- [66] Savaşçın, M.Y., and Güleç, N., 1990, Neogene volcanism of Western Anatolian, *IIESCAPublication* Nr. 3.
- [67] Tezcan, A.K., 1979, *Geothermal studies, their present status and contribution to heat flow controuring in Turkey.* Springer Velag, Berlin Heidelberg.
- [68] Foster, R.J., 1975, *Physical Geology*, Charlase Merilli Publishing Company, Clumbus, Chio, 421 s.