

## **GÜMELİ (İvrindi-BALIKESİR) TALK OLUŞUMLARININ MİNERALojİK, JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

Fazlı ÇOBAN

**ÖZET:** *Batı Anadolu'da metasedimanter seriler ile ilişkili çeşitli talk oluşumları bulunmaktadır. İnceleme alanında, Triyas yaşlı epimetamorfik birimin (kristalize kireçtaşı-fillit arakatlı metakirintililer ve metatüfler) hidrotermal alterasyonu ile meydana gelen gelen talk oluşumlarının mineralojik-kimyasal özellikleri belirlenmiş; talk oluşumu sırasında ana ve eser elementlerin davranışı incelenmiştir. Jeolojik incelemeler ve mineralojik-kimyasal çalışmalara göre Gümeli talk oluşumlarında gri-sarımsı demirli talk, yeşil karbonatlı talk ve yeşil saf talk olarak 3 tip talk belirlenmiştir. Talklar ideal kristal yapıdadır ve epimetamorfik birimin bileşiminde bulunan Mg-kloritlerin alterasyonu ile oluşmuştur. Talk oluşumlarında; tipik olarak "talk + klorit + dolomit + manyezit + manyetit" mineral topluluğu izlenir. Talk örneklerinin tüm kayaç kimyasal analizleri, epimetamorfikler ile karşılaştırıldığında talk oluşumu sırasında  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $Na_2O$ ,  $K_2O$ ,  $TiO_2$ ,  $P_2O_5$  ve  $MnO$  kayıpları; buna karşın  $SiO_2$ ,  $MgO$  ve  $Cr_2O_3$  kazançları olmuştur. Benzer olarak epimetamorfik kayaçtan talka geçişte Ba, Sr, Zr, Y ve Nb kayıpları; Ni ve Co kazancı meydana gelmiştir. Talklardaki toplam REE (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) miktarı ortalama 11.295 ppm olarak belirlenmiştir. Gümeli talkları REE değerleri, normalize edilmiş PAAS (Post-Archean Australian Shales) değerlerine göre bir fakirleşme gösterir.*

**ANAHTAR KELİMELELER:** *Gümeli (İvrindi-Balıkesir), Epimetamorfikler, Mg-klorit, Alterasyon, Talk.*

## **MINERALOGICAL-GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF GÜMELİ (İvrindi-BALIKESİR) TALC OCCURRENCES**

**ABSTRACT:** *Various talc occurrences, associated with metasedimentary series are found in Western Anatolia. In the studied area, the mineralogical and chemical features of Gümeli talc occurrences, which are derived from Triassic epimetamorphic series (metaclastics and metatuffs intercalations with phyllite and crystallized limestone) by hydrothermal alteration, have been determined. In addition, behaviour of major and trace elements were examined during formation of talc. According to the geological investigation, chemical and mineralogical studies three talc types were determined in Gümeli talc occurrences. Talc types are as follows; 1) Yellowish-gray ferrous talc, 2) Green, carbonate-bearing talc, 3) Green pure talc. Talcs were produced by the alteration of Mg-chlorites within the composition of epimetamorphic rocks and were formed ideal crystal structure. The talc occurrences characterized by the assemblages talc + chlorite + dolomite + magnesite + magnetite.*

*Whole-rock chemical analyses of samples of talc, by comparison with epimetamorphic rocks, represent a net gain  $SiO_2$ ,  $MgO$  and  $Cr_2O_3$  and, a net loss of  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $Na_2O$ ,  $K_2O$ ,  $TiO_2$ ,  $P_2O_5$  and  $MnO$  during formation of talc. Similarly, lossing of Ba, Sr, Zr, Y and Nb and gaining of Ni and Co have been determined when we compared epimetamorphic rock with talcs. The amount of total REE's (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) are the average of 11.295 ppm. In comparison with the normalized PAAS (Post-Archean Australian Shales) pattern, Gümeli talcs show a depletion in REE.*

**KEYWORDS:** *Gümeli (İvrindi-Balıkesir), Epimetamorphics, Mg-chlorite, Alteration, Talc.*

*Balıkesir Üniversitesi, Müh.-Mim Fak., Jeoloji Müh. Böl., Çağış Kampüsü BALIKESİR*

## ***I. GİRİŞ***

Gümel-Haydarköy (İvrindi-Balıkesir) güneyinde Triyas yaşlı epimetamorfik kayaçların içinde talk oluşumları bulunmaktadır. İnceleme alanını da içine alan başlıca bölgesel jeolojik çalışmalar Akyürek ve Soysal [1], Ercan ve diğ. [2], Akyürek [3], Okay ve Siyako [4] tarafından; inceleme alanındaki talk yataklarının değerlendirilmesine yönelik çalışmalar ise Yıldırım [5], Codd [6] ve Okut ve diğ., [7] gibi çeşitli araştırmacılar tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada bölgedeki talk oluşumlarının ayrıntılı mineralojik, kimyasal özellikleri incelenmiş ve talk oluşum mekanizması hakkında yeni bilgiler elde edilmeye çalışılmıştır.

## ***II. ÇALIŞMA YÖNTEMLERİ***

Harita alanında belirlenen 3 adet talk oluşumu ve ilişkili kayaçlardan toplam yirmi beş adet örnek alınmış; bu örnekler üzerinde optik mikroskop, x-ışınları difraksiyonu (XRD), diferansiyel termik analiz (DTA-TG), infrared spektrometre (IR) incelemeleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca karakteristik 5 adet talk örneğinin tüm kayaç ana, eser ve nadir toprak element; kil boyutu ana element kimyasal analizleri ile 4 adet epimetamorfik kayaç örneğinin tüm kayaç ana, eser element kimyasal analizleri yapılmıştır.

XRD kayıtları Georgia Üniversitesi (Amerika) Jeoloji Bölümü laboratuvarlarında SCINTAG XDS 2000 model difraktometre ile Co K $\alpha$  radyasyonu kullanılarak 35 mA, 40KV şartlarında; DTA-TG kayıtları MTA Genel Müdürlüğü laboratuvarlarında Rigaku Thermal Analyzer cihazı ile ısıtma hızı: 20°C/dakika, kağıt hızı: 10 mm/dakika şartlarında; IR çekimleri Balıkesir Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Laboratuvarında KBr tekniği kullanılarak Perkin-Elmer Spektrum Bx-II cihazı ile elde edilmiştir. Talk ve

epimetamorfik kayaa örneklerine ait ana, eser ve nadir toprak element ièerikleri ise Acme Analytical Laboratories Ltd. (Kanada) laboratuvarlarında incelenmiŒtir.

### ***III. JEOLojİ-PETROGRAFi***

Balıkesir ili İvrindi ilçesinin 45 km. güneydoğusunda, Balıkesir-J18-b<sub>1</sub> paftasında Haydarköy-Gümeli köyleri güneyinde yaklaşık 15 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kaplayan inceleme bölgesinde; talk oluşumları kapsayan Triyas yaşlı “epimetamorfik birim”, kristalize kireètaşı blokları kapsayan Üst Triyas yaşlı “metakırıntılı kayaaçlar”, Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı “sedimanter kayaaçlar” ve “aglomeralar” bulunmaktadır (Œekil 1).

Şekil 1. İnceleme bölgesinin jeoloji haritası.

### ***III.1 Epimetamorfik Birim (Triyas)***

Talk oluşumları kapsayan sarımsı-açık kahverengimsi boz renkli ve değişik yönlerde şistozite gösteren epimetamorfik birim, ince tabakalı kristalize kireçtaşı ve fillit seviyeleri içeren metatüfler ile metakırıntılı kayalardan meydana gelmiştir. İnceleme bölgesinin güneyinde Emiroluk Tepe, Hacıosman Bayırı yörelerinde tipik yüzlekler veren birim, Akyürek [3] tarafından Bergama-Korucu bölgesinde tanımlanan Alt Triyas yaşlı Çavdartepe Formasyonu'nun litolojik eşdeğeri olup, Okay ve Siyako'nun [4] Kozak Dağı-Savaştepe bölgesinde Nilüfer Birimi (Triyas) olarak tanımladığı litolojik istifin ise orta-üst seviyelerine karşılık gelmektedir.

Mikroskop incelemesi sonucunda; metakırıntılı düzeylerin kuvars-muskovit-klorit şist, serisit-klorit-kuvars şist, klorit-kuvars-albit şist ve albit-klorit şist olarak adlandırılacakları belirlenmiştir. İnce kesitlerdeki kuvars mineralleri kuvvetli dalgalı yanıp sönmeli ve ezik yapılıdır. Özellikle talk oluşumlarının yakın çevresinden alınan örneklerde kloritler ayrışarak talk'a dönüşmüş durumdadır ve zaman zaman da talk şist özelliği göstermektedir. Karbonat ve kuvars yönünden zenginleşme gösteren ve fillit olarak tanımlanan örneklerin mineralojik bileşimi; klorit + kalsit + kuvars şeklindedir. Metatüflerde ise hakim mineral parajenezi klorit + albit + epidot + opak mineraller olarak izlenmektedir. Kalsit ve pirit ise bazı metatüf örneklerinde bileşime giren diğer mineralleri oluşturur. Epimetamorfik birime ait kayaç topluluğu kapsadığı mineral

topluluklarına göre, yeşilşist fasiyesi olarak bilinen metamorfik fasiyesi ile uyum gösterir [8].

### ***III.2 Metakırıntılı Kayaçlar (Üst Triyas)***

Harita alanında geniş yüzlekler veren ve kendisinden yaşlı kireçtaşı blokları kapsayan birim başlıca metakumtaşı ve metaşeyl'ler ile temsil edilmektedir. Açık sarımsı boz, kahverengimsi sarı renkli, üst seviyelerinde belirsiz ince tabakalı olan birim; harita alanında Taşbaşı Tepe, Gümeçal Tepe ve Andıkçalı yöresinde yer yer metamorfize beyazımsı gri renkli kireçtaşı blokları kapsar. Kireçtaşı bloklarının metakırıntılı kayaçlar ile olan dokanakları genellikle faylıdır. Metakırıntılı kayaç topluluğu, Bergama-Savaştepe-Kozak dağı yöresinde Akyürek'in [3] "Kınık Formasyonu"; Okay ve Siyako'nun [4] ise "Hodul Birimi" olarak tanımladıkları litolojik topluluklar ile yaş ve litolojik yönden benzer özellikler göstermektedir.

Genellikle K25-80B, 30-50° KD arasında değişen şistozite ölçülerine sahip birim, Taşbaşı tepe yöresinde birbirine dik yönde gelişen çatlak sistemleri ile yoğun olarak kırılanmış, inceleme alanının güneydoğusunda ise şeyl seviyelerinde belirsiz ince tabakalı özellik göstermektedir.

İnce kesit incelemelerinde metakırıntılı kayaçların ortalama 0.1-0.5 mm. boyutlu tanelerden meydana geldiği ve çoğunlukla metaşeyl, şeyl olarak adlandırılabilir özellikler gösterdikleri görülmüştür. Esas bileşenler olarak kuvars, feldspat ve mika mineralleri izlenir. Bunların dışında kil, opak mineraller ve nadiren izlenen pirit bileşime giren diğer mineralleri oluşturmaktadır. Ortalama % 5-8 oranlarında temsil edilen mikalar çoğunlukla serisitleşmiş ve kloritleşmiştir. Benzer olarak feldspat taneleri de çoğunlukla ayrışarak serisitleşmiştir. Düzensiz dağılımlı kuvars mineralleri dalgalı yanıp sönmeli olup, plütonik (?) tiptir. Opak mineraller yer yer gelişen buruşma

klivajları boyunca izlenir. Çoğunlukla kataklastik dokunun geliştiği izlenen örneklerde çimento malzemesi serisit-klorit karakterlidir.

### ***III.3 Sedimanter Kayaçlar (Üst Miyosen-Pliyosen)***

İnceleme bölgesinde Gümeli köyü güneydoğusunda sınırlı bir alanda yüzlekler veren sedimanter kayaçlar başlıca kumtaşı, yer yer silisifiye olmuş tüfler, ince-orta tabakalı killi kireçtaşı ve seyrek tüfit aralanmasından meydana gelmiştir. Genellikle beyazımsı gri-sarımsı renklerin hakim olduğu birimin, aglomeralar ile olan dokanağı faylıdır. İlgili birim Akyürek ve Soysal [1] tarafından tanımlanan “Soma Formasyonu” nun (Üst Miyosen-Pliyosen) orta-üst seviyelerine karşılık gelmektedir.

### ***III.4 Aglomera (Üst Miyosen-Pliyosen)***

İnceleme alanında özellikle Gümeli köyü çevresinde, Haydarköy kuzeyinde tipik yüzlekleri görülen aglomeralar, çoğunlukla yuvarlak, az köşeli; başlıca andezit, dasit karakterli çakıl ve blok boyutlu volkanik malzemenin tuf matriks ile tutturulmasından meydana gelmiştir. Yer yer tüfit ve silttaşı tabakaları içeren aglomeralar, Akyürek [3] tarafından tanımlanan “Rahmanlar Aglomerası” (Üst Miyosen-Pliyosen) ile eşdeğer özellikler göstermektedir.

## ***IV. TALK OLUŞUMLARI***

Harita alanındaki epimetamorfik birim içerisinde Hacıosman dere boyunca merceksel geometriye sahip, değişik boyutlarda ve bir kısmı daha önceden işletilmiş olan (1, 2, 3 no'lu oluşumlar) toplam 15 adet talk oluşumu belirlenmiştir. Bu oluşumların 9 tanesi Hacıosman derenin batısında diğerleri ise doğusunda bulunmaktadır. İnceleme alanındaki tüm talk oluşumları dikkate alındığında yanal ve düşey yönde renk, tane boyu, ayrışma, mineral bileşimi ve mercek geometrisi gibi bazı özellikler dikkati

çekmektedir. Buna göre; değişik boyutlu mercekler şeklinde olan ve şistozite ile uyumluluk gösteren tüm talk oluşumlarında bir ayrışma zonu tespit edilmiş ve ayrışma, mercek geometrisi, tane boyu gibi bazı özelliklerin batıdan doğuya doğru bir değişim gösterdiği belirlenmiştir. Batıdaki talk oluşumlarında yüzeyden itibaren ortalama 3-5 metre kalınlıkta olan ayrışma zonu doğuya doğru incelmekte ve ortalama 0.5-1 metre kalınlık göstermektedir.

Diğer taraftan, batıdan doğuya doğru boyutları büyüyen talk merceklerinde tane boyu ise aynı yönde giderek küçülmektedir. Çoğunlukla açık grimsi-sarımsı renkli olan fazla ayrılmış kesimlerde ayrılmaya bağlı olarak (karbonatların kısmen erimesi ile) talk oranının artabildiği, buna karşın ayrışmanın az olduğu kesimlerde ise renkte bir koyulaşma (koyu yeşil renkli talklar) izlenmektedir. Çoğunlukla açık grimsi-sarımsı renkli talk örnekleri demirli talklar; açık yeşilimsi beyazımsı-gri renkli olan talklar karbonatlı (manezit, dolomit ve kalsit) talklar; koyu yeşil renkli talklar ise en az impüriteli talklar olarak ayırt edilebilmektedir. Herhangi bir oluşumda özellikle düşey yönde bu üç grup talkı bir arada görmek mümkündür. Daha önceden işletilmiş olan 3 adet ana talk oluşumu aşağıda tanıtılmıştır.

#### IV.1. 1 No'lu Talk Oluşumu: üst ocak

Önceden işletilmiş olan Haciosman dere batı yamacındaki mercek şekilli oluşum yaklaşık 10 metre kalınlık ve 200 metre uzunluğa sahiptir. Metakırıntılı birim kantağına en yakın bölgede yüzlekler veren bu talk merceği diğer iki oluşuma göre daha üst kotlarda yer alır. Tipik sarımsı-gri renkli ve ortalama 3.5-4 metre ayrışma zonu kalınlığına sahip olup, diğer oluşumlardan farklı olarak kendi içinde daha fazla kıvrımlanma gösterir. şistozite ile uyumlu olan talk merceğinin gidişi K65B, 35°GB şeklindedir.

#### IV.2. 2 No'lu Talk Oluşumu: alt ocak

Hacıosman dere doğusunda karakteristik koyu bej-açık yeşil renkli, sert ve demirli olan talk merceğinin doğrultusu K50°D, eğimi 20°GD'dur. Mostraları Hacıosman dere tabanına kadar uzanmaktadır. Bol karbonat katkılı olup, 3-15 cm. kalınlığında düzensiz dağılımlı kuvars damarları kapsar. Diğer oluşumlardaki talklara göre daha ince taneli oluşu dikkat çekicidir. Ortalama boyutunun 75 X 15 X 25 m. olduğu hesaplanmıştır.

#### IV.3. 3 No'lu Talk Oluşumu: orta ocak

Hacıosman derenin doğu yamacındaki mercek şekilli bu talk oluşumunun doğrultusu K50B, eğimi ise 30° KD şeklindedir. Yaklaşık 3 metre kalınlığında ayrışma zonu bulunan ve üst seviyelerinde 30-35 cm. kalınlıkta kuvars damarları içeren talklar, açık yeşilimsi, sarımsı-gri renklidir. Özellikle yüzeye yakın seviyelerinde bol miktarda demir (limonit, hematit) kapsar. K20-30°B / 60-70° KD ve K70°D, 60-70° KB yönlü çatlak sistemleri ile parçalanmış durumda olup, diğer oluşumlara göre daha geniş alanlarda yüzlek vermiştir.

## ***V. MİNERALOJİ***

### ***V.1. X-ışınları (XRD) İncelemeleri***

İnceleme konusu talk oluşumlarındaki mineralojik bileşim ile yanal ve düşey yöndeki bileşim değişimlerini belirleyebilmek amacıyla harita alanındaki 3 adet ana talk oluşumunun (1, 2, 3) alt ve üst kesimlerinden (her seviyeden 4 örnek olmak üzere) derlenen toplam 24 adet karakteristik örnek üzerinde x-ışınları toz difraksiyonu (XRD) incelemeleri yapılmıştır. XRD incelemelerinde söz konusu oluşumların tümünde esas mineral olarak talk belirlenmiştir. Talk'a eşlik eden diğer mineraller ise klorit, klorit-vermikülit, illit, kaolinit, dolomit, manyezit, limonit, götit ve manyetit şeklindedir. Örneklerin mineral parajenezi Tablo 1'de verilmiştir.



Tablo 1. İnceleme konusu talk oluşumlarına ait mineral parajenezi

T<sub>1</sub>-Ü: Talk + Klorit + Hematit + \_ Manyetit

T<sub>1</sub>-A: Talk + Klorit + Dolomit + Manyetit + Kalsit

T<sub>2</sub>-Ü: Talk + Klorit + Manyezit + Hematit

T<sub>2</sub>-A: Talk + Klorit + Dolomit + Manyezit + Manyetit

T<sub>3</sub>-Ü: Talk + Klorit + Klorit-Vermikülit + Manyezit + Hematit + Götüt+ İllit

T<sub>3</sub>-A: Talk + Dolomit + Klorit + Manyetit + Kaolinit

(T<sub>1</sub>: 1 no'lu, T<sub>2</sub>: 2 no'lu, T<sub>3</sub>: 3 no'lu oluşuma ait örnekler, A: Alt seviye, Ü: Üst seviye).

Tablo 1'de de görüldüğü gibi incelenen 3 adet talk oluşumunun alt ve üst seviyelerindeki mineral parajenezleri arasında farklılıklar bulunmaktadır. Talk + klorit birlikteliği tüm seviyelerde izlenirken, alt seviyelerdeki (T<sub>1</sub>-A, T<sub>2</sub>-A, T<sub>3</sub>-A) örneklerde; "talk + klorit" parajenezine özellikle dolomit ve manyetit eşlik etmektedir. Bunlara ilave olarak 1 numaralı oluşumda kalsit, dolomit'e ek olarak alt seviyelerde bileşime girmiştir. Hacıosman derenin batısındaki oluşumlarda alterasyonun daha fazla olması ve buna bağlı olarak yüzeyden itibaren derinlere doğru gelişen alterasyon zonu kalınlığının doğudaki oluşumlara göre fazla olması nedeniyle karbonat mineralleri alt seviyelerde; buna karşın doğudaki oluşumlarda hem üst hem de alt seviyelerde bulunmaktadır. Talk oluşumlarının üst kesimlerinde ise (T<sub>1</sub>-Ü, T<sub>2</sub>-Ü, T<sub>3</sub>-Ü) talk + klorit parajenezine özellikle manyezit, hematit ve götüt gibi mineraller eşlik etmektedir.

XRD incelemelerinde talk'a ait karakteristik pikler 9.33, 4.66, 4.29, 4.12, 4.08, 3.11, 2.60, 2.59, 2.49, 2.33, 1.55 °A olarak verilmekte [9] ve benzer kristal yapıları pirofillit'ten [d<sub>(006)</sub>] aralığının 3.10 °A, [d<sub>(060)</sub>] aralığının ise 1.52 °A olması ile ayrılmaktadır [10]. Bölgedeki talk oluşumlarından derlenen tüm örnekler üzerinde yapılan XRD incelemelerinde talk'a ait karakteristik pikler elde edilmiş (Şekil 2) ve [d<sub>(006)</sub>]

değerlerinin 3.126 °A ile 3.129 °A arasında değiştiği;  $[d_{(060)}]$  değerlerinin de ortalama 1.529 °A olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan yapılan deneysel çalışmalarda talktaki  $[d_{(006)}]$  ve  $[d_{(060)}]$  aralıklarının, Fe/Fe+Mg içeriği ve oksijen fugasitesine bağlı olarak değiştiği; Fe/Fe+Mg oranının yükselmesine bağlı olarak  $[d_{(006)}]$  aralığının büyüdüğü ortaya konmuştur [11].

İncelenen talk oluşumlarının alt kesimlerinden derlenen örneklerde (T<sub>1</sub>-A, T<sub>2</sub>-A, T<sub>3</sub>-A),  $[d_{(006)}]$  aralığı 3.126 °A iken üst kesimlerden derlenen örneklerde (T<sub>1</sub>-Ü, T<sub>2</sub>-Ü, T<sub>3</sub>-Ü) bu oran 3.129 °A'dür. Buna göre alt kesimlerde Fe/Fe+Mg oranı 0.20; üst kesimlerde ise 0.025 olarak belirlenmiştir [11]. Bu değerlendirme sonucunda söz konusu talk oluşumlarındaki demir miktarının alttan üste doğru azaldığını söylemek mümkün görülmektedir. Bu durum talk kimyasal analizlerinde izlenebilmektedir (Tablo: 2). Diğer taraftan XRD incelemelerine göre talk ile birlikte bulunan kloritlerin çoğunlukla magnezyumlu klorit (klinoklor) özelliğinde oldukları belirlenmiştir [9]. Talk ile birlikte izlenen manyezitler sırasıyla 2.72, 2.08 ve 1.69 °A'daki; özellikle alt kesimlerde izlenen dolomitler ise 2.88, 1.80 ve 1.77 °A'daki karakteristik yansımaları ile tespit edilmişlerdir.

Özellikle her üç oluşumun alt kesimlerinde talk ile birlikte bulunan ve genellikle homojen dağılım gösteren manyetit miktarı ortalama % 10; üst seviyelerde izlenen hematit + götit miktarı maksimum % 5-10 oranlarında; alt seviyelerde izlenen dolomit miktarının ortalama % 5-20 oranlarında; manyezitin ise maksimum % 35'lere varan oranda bileşime girebildiği tespit edilmiştir[6]. Diğer taraftan; yanal yöndeki mineral değişimine bakıldığında, herhangi bir yönde oransal olarak talk ve klorit çok fazla değişiklik göstermezken ayrışma ile ilişkili olarak batıdan doğuya doğru karbonat

minerallerinde bir artış izlenmektedir. Benzer olarak illit ve kaolinit gibi kil mineralleri sadece doğu kesimdeki oluşumlarda görülmektedir.

Şekil 2. Talk'a ait x-ışınları difraksiyon kaydı. (rnek No: T<sub>2</sub>-A), T: Talk, K: Klorit, D: Dolomit.

## ***VI. KİMYASAL ÖZELLİKLER***

### ***VI.1. DTA İncelemeleri***

Termal zellikleri yönünden talk; Mg-kloritler ile benzer özellikler gösterir ve 700 °C'ye kadar yapısal kararlılığını korumaktadır. 750-900 °C arasında yapıdaki 1 molekül su dışarı atılır ve yapısal değişiklik 950 °C civarında meydana gelir [13-14]. 700 °C'ye kadar izlenen endotermik pikler ise adsorbe su çıkışı ile ilgilidir [10]. İnceleme konusu

talkların termal özelliklerini belirlemek için tipik bir örnekten (T<sub>3</sub>-A) elde edilen DTA ve TG eğrisi şekil 3'te verilmiştir. DTA eğrisinde 612.3 °C 'de gözlenen sığ ve geniş bir endotermik pik adsorbe suyun çıkışını, 975.1 °C'deki endotermik pik ise yapısal değişikliği yansıtmaktadır. Termogravimetri (TG) eğrisinde 561°C'deki adsorbe suyun çıkışının başlaması ile ilk ağırlık kaybı meydana gelmiş, dekompozisyonun başlaması (yaklaşık 850 °C) ile de ikinci ağırlık kaybı oluşmuştur.

Şekil 3. İnceleme konusu talklara ait DTA ve TG eğrisi (Örnek No: T<sub>3</sub>-A).

## ***VI.2. Infrared (IR) Spektrometre Analizi***

Çoğu tabakalı silikatlarda olduğu gibi talk için de yapıdaki OH gerilme ve bükülme titreşimlerine ait absorpsiyon bantları sırasıyla 3400-3750 cm<sup>-1</sup> ve 950-600 cm<sup>-1</sup> bölgelerinde; Si-O bükülme ve gerilme titreşimlerini yansıtan absorpsiyon bantları ise

150-600  $\text{cm}^{-1}$  ile 700-1200  $\text{cm}^{-1}$  bölgelerinde bulunmaktadır [15-16]. İnceleme konusu talk IR grafiğinde 3677, 3660, 1016, 669, 534, 465 ve 449  $\text{cm}^{-1}$  absorpsiyon bantları görülmektedir (Şekil 4, Örnek No: Ta-1A). Bunlardan 3677  $\text{cm}^{-1}$  ve 3660  $\text{cm}^{-1}$  bölgesindeki absorpsiyon bantları talk mineralinin OH bağının gerilme titreşiminden kaynaklanmaktadır. Talk mineralindeki Si-O gerilme titreşimini ve Si-O bükülme titreşimini ifade eden absorpsiyon bantları ise sırasıyla 1014, 46 ve 452  $\text{cm}^{-1}$  bölgelerinde bulunmaktadır. 669  $\text{cm}^{-1}$  bölgesindeki absorpsiyon bandı ise yapıdaki Mg-OH gerilme titreşimini ifade etmektedir [17]. İnceleme konusu talk örneğinde izlenen 1016  $\text{cm}^{-1}$  absorpsiyon bandı Si-O gerilme titreşimini, 465  $\text{cm}^{-1}$  ve 452  $\text{cm}^{-1}$  bölgelerindeki absorpsiyon bantları da Si-O bükülme titreşimlerini ifade etmektedir. 669  $\text{cm}^{-1}$  bölgesindeki absorpsiyon bandı ise Mg-OH bükülme titreşimine aittir.

Diğer taraftan talk mineralinin OH bağının gerilme titreşimini ifade eden 3677  $\text{cm}^{-1}$  bölgesindeki absorpsiyon bandı talkın bileşimine bağlı olarak farklı yerlerde bulunur ve talk bileşiminde kobalt bulunması durumunda ( $\text{Mg}_{64}\text{Co}_{46}$ ); OH absorpsiyon bandı 3677.4  $\text{cm}^{-1}$  bölgesinde, mangan bulunması ( $\text{Mg}_{92}\text{Mn}_8$ ) durumunda ise 3677.1  $\text{cm}^{-1}$  bölgesinde yer almaktadır [17]. İnceleme konusu talk örneği IR grafiğinde ilgili absorpsiyon bandı 3677.16  $\text{cm}^{-1}$  bölgesinde yer almaktadır. Buna göre mangan ve kobalt'ın incelenen Gümeli talklarının yapısına girmiş olduğunu söylemek mümkün görülmektedir.

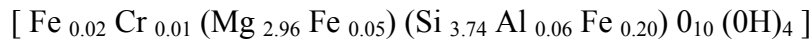
Şekil 4. İnceleme konusu talk IR grafiği (Örnek No: Ta-1A).

### ***VI.3. Kimyasal Analizler***

İnceleme alanında daha önceden işletilmiş olan 3 adet talk oluşumundan derlenen 6 karakteristik talk örneğinin tüm kayaç ana, eser ve nadir toprak element (REE) ile, kil boyutu ana element analizleri; ilişkili epimetamorfik kayaçlardan derlenen 4 adet örneğin ise tüm kayaç ana element analizleri yapılmış; talk oluşumu sırasında bu elementlerin değişimleri incelenmiştir. İnceleme konusu talk ve epimetamorfik kayaç örneklerinin ana ve eser element içerikleri Tablo 2; talk kil boyutu kimyasal analizi Tablo 3, talklara ait nadir toprak element içerikleri de Tablo 4'te verilmiştir.

Değişik oluşum mekanizmaları sonucunda meydana gelen talkların ana element içerikleri farklı değerler gösterir [18-19-20-21]. Metasedimanter serilerin alterasyonu sonucu meydana gelen talk oluşumlarında; element mobilizasyonuna bağlı olarak başlıca MgO zenginleşmesi; buna karşın Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, CaO, Ba, Rb ve Sr kayıpları meydana gelir. Bu süreçte Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> ve TiO<sub>2</sub> miktarlarında ise genellikle çok fazla değişiklik izlenmez [20]. Buradan hareketle inceleme konusu talk örnekleri ile epimetamorfik kayaç örnekleri ana element içerikleri yönünden karşılaştırıldığında; talk oluşumu sırasında Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve MnO kayıplarının; buna karşın, SiO<sub>2</sub>, MgO ve Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> zenginleşmelerinin meydana geldiği görülmektedir (Şekil 5). En fazla kayıp TiO<sub>2</sub> 'te meydana gelmiş, bunu sırasıyla CaO, Na<sub>2</sub>O, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MnO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve K<sub>2</sub>O izlemiştir; talklaşma sonucunda ise talkların ortalama % 33.97 oranında MgO, % 18.83 oranında Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve % 15.29 oranında da SiO<sub>2</sub> kazançları gösterdikleri belirlenmiştir. Benzer olarak talk oluşumu sırasında bazı eser elementlerin değişimi incelendiğinde; talk oluşumu ile birlikte V, Ba, Sr, Zr, Nb ve Y kaybı meydana gelirken Ni ve Co kazanımı gerçekleşmiştir. Bu elementlerden Y en fazla kayba uğramış bunu sırasıyla Zr, Sr, Nb, V ve Ba izlemiştir (Tablo 2, Şekil 5).

Diğer taraftan talk kil boyutu kimyasal analizleri incelendiğinde; tetrahedral katmanda Si yerine Fe (0.13-0.29) ve Al (0.03-0.09) geçmektedir. Oktahedral katmanda ise esas kation olarak sırasıyla Mg (2.91-3.00) ve Fe (0.01-0.09) bulunmaktadır. Talk yapısındaki değişebilir kationlar ise Fe (0.03-0.08), Cr (0.01-0.02) ve Mg (0.01)'dur (Tablo 3). Talklarda toplam yaprak yükü (0.16-0.38), yapraklar arası yük ise (0.03-0.32) arasında değişmektedir. Buna göre inceleme konusu talklar için;



şeklinde ortalama bir yapısal formül yazmak mümkündür. Gerek tetrahedral ve gerekse oktahedral katmandaki Fe miktarları, talk yapısında önemli ölçüde Fe varlığını göstermektedir. Gümeli talkları benzer oluşum mekanizmasına sahip Trimouns (Pireneler-Fransa) talk oluşumları ile yapısal formül açısından karşılaştırıldığında Gümeli talklarının Fe yönünden daha zengin olduğu görülmektedir [20].



Şekil 5. Talk oluşumu sırasında ana elementlerin (A) ve bazı eser elementlerin (B) değişim diyagramları (4 adet epimetamorfik kayaç örneği ortalamasına (kort) göre normalize edilmiştir).

Tablo 2. Talkların tüm kayaç (%) ve eser element (ppm) kimyasal analiz sonuçları

Örnek	Ta-1A	Ta-1Ü	Ta-2A	Ta-2Ü	Ta-3A	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>ort</sub>
SiO <sub>2</sub>	57.76	53.84	39.80	35.67	55.77	66.33	24.24	44.13	29.87	41.14
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.13	0.62	0.88	0.64	0.92	7.93	17.85	0.87	2.78	7.36
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.88	4.41	7.22	5.89	6.47	9.50	21.79	5.73	7.52	11.14
MgO	30.10	31.34	42.10	38.26	30.63	6.60	23.62	28.14	32.72	22.77
CaO	0.06	0.43	0.18	0.29	0.30	4.48	0.92	5.83	2.78	3.50
Na <sub>2</sub> O	0.06	0.04	0.04	0.03	0.03	1.64	0.04	0.05	0.08	0.45
K <sub>2</sub> O	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.10	0.04	0.04	0.04	0.06
TiO <sub>2</sub>	0.03	0.01	0.01	0.01	0.03	1.22	3.16	0.01	0.04	1.11
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.02	0.05	0.07	0.04	0.05	0.16	0.67	0.06	0.03	0.23
MnO	0.03	0.03	0.10	0.08	0.02	0.51	0.25	0.08	0.14	0.25
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.224	0.226	0.299	0.289	0.268	0.059	0.093	0.332	0.364	0.212
A.Z.	5.5	8.8	9.0	18.5	5.3	1.2	7.1	14.5	23.4	11.55
Toplam	99.96	99.96	99.95	99.2	99.98	99.79	99.88	99.96	99.96	99.77
<b>Eser Element (ppm)</b>										
Ni	1693	1506	1726	1437	1786	220	487	775	1527	752.2
Ba	3.3	7.5	0.5	1.8	1.2	38	12	5	8	15.75
Sr	1.2	4.5	0.7	0.7	0.7	115	26	10	84	58.75
Zr	2.1	3	0.5	0.5	0.5	61	177	10	11	64.75
Nb	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	10	10	10	10	10
Y	0.9	0.9	0.3	0.3	0.1	16	66	10	10	25.5
Co	73.9	64	69.3	58	63.9	25.1	22.9	47.9	8.2	26.02
V	19	8	11	7	5	57	16	120	125	79.5

Tablo 3. Talkların kil boyutu kimyasal analizi (%) ve yapısal formülü

Örnek	Ta-1A	Ta-1Ü	Ta-2A	Ta-2Ü	Ta-3A
SiO <sub>2</sub>	57.86	59.27	54.84	58.14	55.25
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.60	0.42	1.20	0.32	0.74
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.51	4.65	7.51	4.71	4.97
MgO	29.97	30.16	30.61	30.75	31.09
CaO	0.06	0.09	0.07	0.07	0.17
Na <sub>2</sub> O	0.05	0.05	0.05	0.05	0.08
K <sub>2</sub> O	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
TiO <sub>2</sub>	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.03	0.07	0.04	0.06	0.03
MnO	0.03	0.01	0.01	0.04	0.04
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.264	0.080	0.358	0.091	0.218
A.Z.	5.40	5.00	5.0	5.51	7.20
Toplam	99.98	99.77	99.97	99.97	99.97
<b>Tetraedral Katyonlar</b>					
Si	3.79	3.84	3.62	3.76	3.70
Al	0.05	0.03	0.09	0.06	0.06
Fe	0.16	0.13	0.29	0.18	0.24
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T.Y	0.21	0.16	0.38	0.24	0.30
<b>Oktaedral Katyonlar</b>					
Fe	0.08	0.09	0.00	0.00	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Mg	2.92	2.91	3.00	2.99	2.98
T.O.K.	3.00	3.00	3.00	3.00	2.99
O.Y.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Değişebilir Katyonlar</b>					
Fe	0.03	0.00	0.08	0.00	0.00
Cr	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01
Mg	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Y.A.Y.	0.11	0.00	0.32	0.03	0.03
T.Y.Y.	0.21	0.16	0.38	0.24	0.30

A.Z: Ateş Zayıtı, Ta-1:1 no'lu talk oluşumu, Ta-2: 2 no'lu talk oluşumu, Ta-2: 3 no'lu talk oluşumu, A: Alt seviye, Ü: Üst seviye örneği. T.Y.: Tetraedral Yük, T.O.K: Toplam Oktaedral Katyon, O.Y.: Oktaedral Yük, Y.A.Y.: Yapraklar arası Yük, T.Y.Y.: Toplam Yaprak Yüğü.

Tablo 4. Talklara ait nadir toprak element (REE) içerikleri

Örnek	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Ta-1A	0.9	1.2	0.29	6.3	0.7	0.05	0.11	0.02	0.37	0.05	0.14	0.05	0.08	0.01
Ta-1Ü	0.5	0.5	0.39	22.1	1.8	0.05	0.12	0.03	0.43	0.05	0.2	0.05	0.05	0.01
Ta-2A	0.3	0.5	0.14	6.6	0.8	0.05	0.09	0.02	0.30	0.05	0.06	0.05	0.05	0.01
Ta-2Ü	0.5	0.5	0.1	3	0.6	0.05	0.05	0.02	0.35	0.05	0.05	0.05	0.05	0.01
Ta-3A	0.5	0.5	0.1	3.4	0.4	0.05	0.15	0.02	0.17	0.05	0.05	0.05	0.05	0.01

Ta-1:1 no'lu talk oluşumu, Ta-2: 2 no'lu talk oluşumu, Ta-3: 3 no'lu talk oluşumu. A: Alt seviye, Ü: Üst seviye örneği.

Diğer taraftan inceleme konusu talkların nadir toprak element (REE) içerikleri ve PAAS (Post-Archean Australian Shales; [22]) REE içerikleri; kondritler ile karşılaştırılmıştır. PAAS'a göre belirgin bir fakirleşme gösteren Gümeli talk örnekleri normalize kondritler ile karşılaştırıldığında, LREE (Hafif Nadir Toprak Elementleri) yönünden bir zenginleşme (Ce ve Pr'deki bağıl fakirleşme hariç); HREE (Ağır Nadir Toprak Elementleri) yönünden ise bir fakirleşme (Dy ve Tm'deki bağıl zenginleşmeler hariç) göstermektedir. Maksimum zenginleşme Nd için, maksimum tüketilme ise Lu için gerçekleşmiştir (Şekil 6).

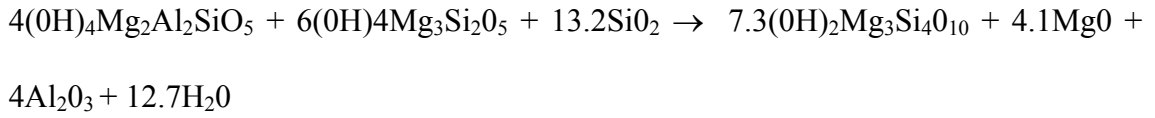
Şekil 6. Gümeli talk ve PAAS REE değerlerinin kondrit normalize diyagramı. Kondrit ve PAAS değerleri Taylor ve McLennan'dan [22] alınmıştır.

## ***VII. SONUÇLAR VE TARTIŞMA***

Bir magnezyum hidrosilikat [ $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$ ] olan talk başlıca; ultramafik kayaların alterasyonu, silis içeren magnezyumlu karbonatların alterasyonu ve metasedimanter

serilerin alterasyonu sonucunda meydana gelmektedir [23-10-24-25-20]. Bunların dışında sedimanter süreçlere bağlı olarak talk meydana geldiği de bilinmektedir [26].

Metasedimanter serilerle ilişkili talk oluşumları, metazomatik oluşumlar olarak adlandırılır ve çoğunlukla mercek şekilli geometriye sahiptirler. Düşük sıcaklık ve basınç altında (400°C, 1kbar) yeşilist fasiyesinde metamorfizmaya uğramış sedimanter serilerin hidrotermal etkilerle ayrışması sonucunda meydana gelen bu talklar alterasyona bağlı olarak belirgin bir mineral zonlanması gösterirler [20].



şeklinde verilebilen reaksiyona göre metasedimanter seriler içindeki Mg-kloritler ayrılarak talk meydana gelir [10]. Oluşan talk düşük sıcaklıklarda stabilitesini koruyamayarak CaO ve CO<sub>2</sub> metazomatizması ile manyezite döner [27]. Talk ve klorit bu yatakların esas minerallerini oluşturur. Manyezit ve dolomit bunlara eşlik eder.

İnceleme bölgesindeki talklar üzerinde yapılan bu çalışmada bölgedeki talk oluşumlarının Triyas yaşlı epimetamorfik birim içinde şistozite ile uyumlu mercekler şeklinde olduğu belirlenmiştir. Yapılan petrografik incelemeler; talk kapsayan epimetamorfik birim (Triyas) ve metakırıntılı kayaç topluluğunun (Üst Triyas) yeşilist fasiyesinde metamorfizma geçirdiğini işaret etmektedir. Mineralojik incelemelere göre talk oluşumlarındaki esas mineraller talk ve klorit'tir. XRD verileri kloritlerin Mg-klorit (klinoklor) özelliğinde olduğunu göstermiştir. Mineral parajenezi bütün olarak değerlendirildiğinde ilgili talk oluşumlarında mineral zonlanmasından söz etmek mümkündür. Buna göre; doğudaki oluşumlarda talk + klorit parajenezine oluşumların üst kesimlerinde manyezit, alt kesimlerinde ise (dolomit + manyetit) eşlik etmektedir. Petrografik incelemeler epimetamorfik birimden talk yataklarına doğru sırasıyla

(kuvars + muskovit + klorit), (kuvars + klorit + albit), (klorit + talk) parajenezlerinin varlığını göstermiştir.

XRD, DTA-TG ve IR verileri talkların ideal kristal yapıda olduğunu, talk yataklarındaki demir içeriğinin alttan üste doğru azaldığını ve talk kristal yapısında Co ve Mn bulunabileceğini göstermiştir. Kimyasal analiz sonuçları talkların bileşimindeki demir miktarının alttan üste doğru azaldığını ve bileşimde Co ile Mn varlığını desteklemektedir.

Kimyasal açıdan bakıldığında metasomatik talkların oluşumu sırasında gerçekleşen kimyasal değişime bağlı olarak altere ürün (talk), Ca, Na, K, Ba, Rb ve Sr yönünden fakirleşirken, Mg yönünden zenginleşmekte, Si ve Al ise bu süreçte değişik davranabilmektedir. Erken alterasyon evresinde genellikle immobil,olan Al, ileri alterasyon evresinde ise mobilize olarak özellikle yüksek basınç koşullarında altere malzemede zenginleşebilmektedir Diğer taraftan alterasyonla birlikte talkların, ana kayalardaki yüksek içeriklere bağlı olarak  $TiO_2$ ,  $Cr_2O_3$ , V ve Ni yönünden zenginleştikleri bilinmektedir [28-20]. Ayrıca, altere olan ana kayacın bileşimindeki mika, amfibol gibi silikatlı minerallerin alkali ortam şartlarında bozuşması sonucunda bu minerallerin yapısındaki Ti mobilize olarak sistemden taşınabilmektedir.

İnceleme konusu talk oluşumlarının kimyasal analizleri ile farklı bileşimdeki epimetamorfik kayalara ait örneklerin analizleri incelendiğinde; talkların epimetamorfik kayaç örneklerine göre  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ , CaO,  $Na_2O$ ,  $K_2O$ ,  $TiO_2$  ve MnO yönünden fakirleştikleri,  $SiO_2$ , MgO ve  $Cr_2O_3$  yönünden ise zenginleştikleri görülmektedir. Buna göre; gerek talk oktaedral yapısındaki ana katyonun Mg olması ve gerekse talk oluşumlarındaki manyezit ve dolomit minerallerinin varlığı, epimetamorfiklerin bileşimindeki Mg-kloritlerin ayrışması ile açığa çıktığı düşünülen

Mg'un büyük bir kısmının talk yapısında tutulmuş olduğunu, geriye kalan Mg'un ise dolomit ve manyezit yapımında kullanıldığını göstermektedir. Diğer taraftan epimetamorfik birim içindeki serbest kuvars dissolüsyonu ile ilişkili olarak talklarda % 15.29 oranında SiO<sub>2</sub> kazancı gerçekleşmiştir. Talklaşma sırasında meydana gelen Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>'teki kayıp, demir oksit minerallerinin oluşumunda kullanılmış olmalıdır. Talk oluşumlarında % 5-10 oranlarında bileşime giren manyetit, hematit minerallerinin varlığı bu görüşü desteklemektedir.

Diğer taraftan talklardaki Fe, Cr, Ni ve Co içeriklerinin yüksek olması, altere olan epimetamorfiklerin bu elementler yönünden zengin olduğunu desteklemektedir. Elde edilen jeolojik, petrografik, mineralojik ve kimyasal veriler; yeşilist fasiyesinde metamorfizma geçiren Triyas yaşlı epimetamorfik birimin değişik seviyelerindeki merceksel geometrili talk yataklarının metasomatik kökenli olduğuna işaret etmektedir. Buna göre özellikle epimetamorfik birim içindeki farklı seviyelerin bileşiminde bulunan Mg-kloritler ayrışarak Gümelî demirli talkları meydana gelmiş ve talklar bu dönüşüm sürecinde nadir toprak elementleri yönünden (Post-Archean Australian Shales- PAAS'e göre) belirgin bir fakirleşme göstermiştir. Mg-klorit'ten talk'a dönüşümde; gerek meteorik sular ve gerekse bölgede bulunan faylar yoluyla getirilen solüsyonlar önemli rol oynamış olmalıdır.

## **KAYNAKLAR**

[1] B.Akyürek ve Y. Soysal, "Biga Yarımadası güneyinin (Savaştepe-Kırkağaç-Bergama-Ayvalık) temel jeoloji özellikleri". *MTA Dergisi*, 95/96, ss:1-12, 1982.

[2] T. Ercan, E. Günay ve A. Türkecan, "Edremit-Korucu yöresinin (Balıkesir) Tersiyer stratigrafisi, magmatik kayaçların petrolojisi ve kökensel yorumu". *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, Cilt: 27, Sayı: 1, ss: 21-30, 1984.



- [3] B. Akyürek, "1:100.000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye jeoloji haritaları serisi, Balıkesir-G<sub>4</sub> paftası". *MTA Yayını* (121 sayfa), 1989.
- [4 ] A.İ. Okay ve M. Siyako, "İzmir Balıkesir arasında İzmir Ankara neo-tetis kenedinin yeni konumu". *Ozan Sungurlu Sempozyumu*, ss: 333-355, 1991.
- [5] M. Yıldırım, "Geoteknik-Yalazı talk cevherinin zenginleştirme çalışmaları". *MTA Teknoloji Dairesi Başkanlığı Cevher Zenginleştirme Servisi*, Rapor No : 1, 27 sayfa, 1983.
- [6] D.E.L Codd, *Ökten Madencilik Balıkesir-İvrindi Gümeli talk yatağının zenginleştirme raporu*. 41 sayfa. Concord Madencilik, İngiltere, 1989.
- [7] M. Okut, E. Çelik, M. Elmacı ve N. Demir, "Balıkesir ili İvrindi, Havran, Edremit ilçeleri; Çanakkale ili Bayramiç, Yenice ilçeleri ve dolayları talk prospeksiyon raporu". *MTA Raporu* No: 669, 64 sayfa. (1992).
- [8] H.G.F.Winkler, "*Petrogenesis of metamorphic rocks*," 3rd Edn, New York-Springer-Verlag, 320 p.,1974.
- [9] S.W. Bailey, *Structures of layer silicates. In: Crystal structures of clay minerals and their identification* (Ed: G.W Brindley and G. Brown), pp: 495, Mineralogical Society, London, 1984.
- [10]W.A. Deer, R.A. Howie ve M..A. Zussman, *Rock forming minerals*. Vol.: 3, Springer Verlag,1971.
- [11] C.W. Forbes, "Unit-cell parameters and optical properties of talc on the join  $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2-Fe_3Si_4O_{10}(OH)_2$ ". *The American Mineralogist*, 54, 1399-1408, 1969.
- [12] S.W. Bailey, *Chlorites: Structures and crystal chemistry*. In: Hydrous phyllosilicates. Reviews in Mineralogy, (Ed: Bailey, S.W.), Vol., 19, Mineralogical Society, London, 1988.
- [13] A.R Lawrence, "Talc and pyrophyllite". *Industrial Minerals and Rocks*. 4th edition A.I.M.E. 1127-1147, 1975.
- [14] W. Smykatz-Kloss, *Differential thermal analysis application and results in mineralogy*. Springer-Verlag Berlin, p: 185, 1974.
- [15] V.C. Farmer, "The infrared spectra of talc, saponite and hectorite". *Mineral Magazine*. 31/829, p: 845, 1958.
- [16] V.C. Farmer, "The layer silicates". In: V.C. Farmer (ed). *Infrared Spectra of Minerals*. Mineral Soc. Great Britain. Monography. pp: 331-363, 1974.

- [17] B.W. Evans ve S. Guggenheim, "Talc, pyrophyllite and related minerals".In: *Hydrous Phyllosilicates* (Ed: Bailey, S.W) Reviews in mineralogy, Vol.: 19, pp: 225-294, 1988.
- [18]W.B. Evans ve P. A, "Misch, quartz-aragonite-talc schist the lower Skagit Valley, Washington". *American Mineralogist*. 61, pp: 1005-1008, 1976.
- [19] G. W. Brindley, D. L. Bish, H. M. Wan, "The nature kerolite, its relation to talc and stevensite". *Mineralogical Magazine*, 41, pp: 443-452, 1977.
- [20] B. Moine, P. J. Fortune, P. Moreau ve F. Viguiet, "Comperative mineralogy, geochemistry, and conditions of formation of two metasomatic talc and chlorite deposits: Trimouns (Pyrenees, France) and Rabenwald (eastern Alps, Austria)". *Economic Geology*, 84, pp: 1398-1416, 1989.
- [21] H. Yalçın ve Ö. Bozkaya, "Sivas havzası güney kesimi talk oluşumlarının mineralojisi ve kökeni". *10. Ulusal Kil Sempozyum Kitabı*. pp: 314-326, 2001.
- [22] S.R. Taylor ve S.M. McLennan, *The continental Crust: Its Composition and Evolution*. Blackwell, Oxford, p: 312, 1985.
- [23 ]A.J. Naldrett, "Talc-carbonate alteration of some serpentized ultramafic rocks south of Timmins, Ontario". *Journal Petrology*, 7, pp: 489-499, 1966.
- [24] A.M. Blount ve A.H..Vassiliou, "The mineralogy and origin of the talc deposits near Winterboro, Alabama". *Economic Geology*, 75, pp: 107-116, 1980.
- [25 ] A.M. Blount, D. Williams, J. Jenkins ve B. Warner, "Expandable layer silicates associated with the hydrothermal talc deposits of Murphy, North Carolina". *Economic Geology*. 78, pp: 486-497, 1983.
- [26] P.B. Owen, N.H. Wayne ve D.G. William, "The stability of talc". *The American Mineralogist*. 58, pp: 64-72, 1973.
- [27] F. J. Turner, "Mineralogical and structural evolution of the metamorphic rocks". *Geological Society of America, Memuar*, 30, p: 132, 1948.
- [28] H. Shinohara, J.T. Ilyama ve S. Matsuo, "Comportement du chlore dans le systeme magma granitique-eau": Academie Science (paris) *Comptes Rendus*, 288/2, pp: 741-743, 1984.