

KUZEYBATI ANADOLU GRANİTİK PLUTONLARI İÇİNDEKİ Ti, P, Zr, Mn, V un TAYİNİ VE DAĞILIMI

Yılmaz BÜRKÜT

İ.T.Ü. *Mailen Fakültesi*

ÖZET. — Bu yazıda, Kuzeypatı Anadolu ve Trakya bölgesinde yer alan granitik karakterli plutonlardaki titanyum, fosfor, zirkonyum, manganez ve vanadyumun tayin metotları ile dağılımları üzerinde durulmuştur. Elde edilen bulgular SiO_2 in fonksiyonu olarak grafiklerle ifade edilmiştir. Sonuçların mukayesesi neticesinde, bahis konusu kayaların aynı kökenden geldiği kanısına varılmıştır.

GİRİŞ

Kuzeypatı Anadolu granitik plutonları içinde bulunan ve ikincil (tali) olarak nitelendirilen bu elementlerin tayini ve dağılımlarının incelenmesi sonucunda oldukça önemli neticelere ulaşılmıştır. Bahis konusu plutonlar, belirtildiği gibi Kuzeypatı Anadolu'da yer almaktadır. Fakat biz, mukayese imkânı temin etmek maksadıyla çalışmaya Trakya bölgesinde bulunan Demirköy plütönünü da dahil ettik. Etüt bölgesinde 16 pluton bulunmaktadır. Bu plutonlara ait, alınan en az 20 karakteristik ve ayrışmamış numune eşit miktarlarda karıştırılmış, önce çeneli kırıcıdan, sonra diskli değirmen ve agat öğütücüde öğütülmüştür. Elde edilen öğütülmüş kısımdan dörtlemeler yapılarak 50 gr kadar bir kısım ayrılmıştır. Bu kısmın tümü tekrar agat havanda ezilerek 200 meşlik elekten geçirilmiştir. Analizlerde kullanılacak elenmiş kısım, numune kapları içinde etüve konarak 105°C de dört saat bırakıldıktan sonra desikatör içinde muhafaza edilmiştir.

Tablo - 1

Numunelerin alınmış olduğu plutonların ortalama petrografik bileşimleri ve coğrafi yerleri*

<i>İsim</i>	<i>Kayaç türü</i>	<i>Coğrafi yeri</i>
Uludağ	Muskovit ve biyotitli granodiyorit	Bursa güneyi
Sancaktepe	Biyotitli kuvars monzonit	Gebze kuzeypatısı
Oylat	Hornblend ve biyotitli granodiyorit	Bursa güneydoğusu
Kazdağ (Katrandağ)	Hornblend ve biyotitli granodiyorit	Edremit kuzeyi (Bayramiç)
Kazdağ (Eybekdağ)	Hornblend ve biyotitli granodiyorit	Edremit kuzeyi
Kozak	Hornblend ve biyotitli granodiyorit	Kozak (Ayvalık doğusu)
Demirköy	Hornblend ve biyotitli granodiyorit	Demirköy (Trakya)
Çavuşbaşı	Hornblend ve biyotitli granodiyorit	Polonezköy (İstanbul)
Boğazova	Hornblend ve biyotitli granodiyorit	Uludağ güneyi (Bursa-Keles arası)
Ilıca	Hornblend ve biyotitli granodiyorit	Balıkesir kuzeyi
Kapıdağı (batı)	Hornblend ve biyotitli granodiyorit	Kapıdağı yarımadası
Eğrigöz	Hornblend ve biyotitli granodiyorit	Emet batısı
Çataldağ	Muskovit ve biyotitli kuvars monzonit	M. Kemalpaşa batısı
Kapıdağı (doğu)	Hornblend ve biyotitli granodiyorit	Kapıdağı yarımadası
Armutlu	Hornblend ve biyotitli granodiyorit	Armutlu yarımadası
Orhaneli	Hornblend ve biyotitli tonalit	Orhaneli güneyi

* Yukarıda bahis konusu edilen granitik plutonların jeolojik durumları ve petrografik deskripsiyonları ayrıntılarıyla daha önce yapılmıştır (Bürküt, 1966 ve 1969).

ANALİZ METOTLARI

Çözünleştirme

200 meş inceltilmiş 105°C de etüvde kurutulmuş numune, desikatörden alınarak hassas terazi-
de ve teflon kapsül içinde 250 mg tartılır. 5 ml HNO₃ P.A. con. iki damla H₂SO₄ P.A. con. ve 15-20
ml P.A. kadar da HF ilâve edilir. Sıcak plaka (hot plate) üzerinde kuruluğa kadar ısıtılır. Kalıntı
1 ml HNO₃ P.A. con. ve 15-20 ml kadar arı su ile alınarak 250 ml lik balon jojeler içine konur. Böy-
lece numuneler çözünleştirilerek analizlere hazır hale getirilmiş olur.

Standartların hazırlanması

Standartların hazırlanışında önce yaklaşık olarak orijinal numunenin bileşimine yakın stan-
dart bir çözelti hazırlanmıştır. Bu çözelti içinde %15.00 Al₂O₃, %1.00 Fe₂O₃, %2.00 FeO, %1.00
MgO, %3.00 CaO, %3.00 Na₂O, %3.00 K₂O olacak şekilde, suda çözünür tuzlan alınarak hazırlan-
mıştır. Ortalama bileşime yakın bu çözelti içine daha sonra tayinleri yapılacak Ti, Zr, P, Mn ve V
eriyik halinde mikrolitreler yardımıyla ilâve edilmiştir. Ölçmelerde kullanılan standart çözeltiler
100 ml lik balon jojeler içinde hazırlanmıştır.

TİTANYUM TAYİNİ

pH 4.7 olan amonyum asetat-asetik asit (eşit hacimde 1 M asetik asit ve amonyum asetat)
çözeltisinden 50 ml alınarak 100 ml lik bir balon joje içine konur. Hazırlanmış olan çözeltilere buna
5 ml ilâve edilir. 130 mg toz halinde tiron (disodyum-1.2-hidroksibenzen-3.5-disülfonat) ilâve
edilir. Demirden mütevellit hâsıl olan mavi-menekşe renk, çözeltiye ilâve edilen toz halindeki (15 mg
kadar) sodyum dithionit ile giderilir. Bir dakika beklemeyi müteakip 430 m. luk dalga boyunca hâ-
sıl olan sarı rengin geçirgenliği (absorbsiyonu) ölçülür. Daha önce, saf metalik titanyum (Johnson
Matthey JM 431) kullanılarak hazırlanmış 900-1000-1100-1200-1300-1400 ug lik çözeltilerle mu-
kayese edilerek sonuçlar hesaplanmıştır (Sandell, 1959).

FOSFOR TAYİNİ

Ayıraçlar: Amonyum molibdatın % 5 lik çözeltisi.

Amonyum vanadatın 2.5 gr ı 500 ml sıcak su içinde çözülür, soğutulur,
20 ml HNO₃ P.A. con. ilâve edilir, 1 lt tamamlanır.

Hassas pipetle 25 ml alınan numune 100 ml lik bir balon joje içine konur. Buna 10 ml 6 N
(1/2) HNO₃ ilâve edilir. Ayrıca 10 ml amonyum vanadat çözeltisi ve 10 ml de amonyum molibdat
çözeltisi ilâve edilir. 100 ml ye tamamlanır. 30 dakika beklenir ve 460 m luk dalga boyunda, hâsıl
olan sarı rengin absorpsiyonu ölçülür. Daha önce trisodyum fosfat çözeltisinden yararlanılarak çıkar-
ılan 400-450-500 g lik standart çözeltilerle mukayeseler yapılır (Charlot, 1964).

ZİRKONYUM TAYİNİ

Ayıraçlar: EDTA: % 4 çözelti.

Sodyum asetat: 272 gr/lit lik çözelti.

Pyrocatechol violesi: 40 mg/100 lük çözelti.

Zirkonyum tayinlerinde kullanılan numunelere ait çözelti, çözünleştirme kısmında bahsedildiği
gibi hazırlanır. Yalnız burada HNO₃ yerine HClO₄ kullanılır. Kuruluğa kadar buharlaştırılan kısımda

1 ml HCl P.A. con. ile alınır. Bu şekilde hazırlanan numunelerden alınan 50 ml lik kısım 100 ml lik bir behere konur. Bunun üzerine 3 ml EDTA ilâve edilip, pH, pH-metre kullanılarak sodyum asetat ile 5.2 ye getirilir. 2 ml Pyrocatechol violesi ilâve edilir. 100 ml lik balon jodelere konularak 100 ml ye tamamlanır. Çözüldüden ahnan takriben 50 ml lik kısım içine 250 mg kadar sodyum flüorür konarak referans çözeltisi olarak ayrılır. Spektro-fotometrik ölçmeler 590 mu luk dalga boyunda ve yarım saat sonra yapılır. Daha önce saf zirkonyum oksit klorit ($ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$) (Johnson Matthey JM 456) kullanılarak çıkartılan 30-35-40 ug lık standartlarla mukayeselere gidilmiştir.

MANGANEZ TAYİNİ

Numuneye ait 25 ml lik alikot çözelti 100 ml lik bir behere konur. Buna 25 ml su ilâve edilir. Ayrıca 25 ml konsantre nitrik asit P.A. ve 10 ml konsantre fosforik asit P.A. ilâve edilir. Keza 0.3-0.4 gr potasyum periyodat (KIO_3) ilâve edilerek 5-6 dakika sıcak plaka üzerinde $90^\circ C$ civarında ısıtılır, soğutulur, 100 ml lik bir balon jodelere konularak 100 ml ye tamamlanır. Ölçmelerde hâsıl olan menekşe renk (permanganat) için 525 mu luk dalga boyu kullanılır. Daha önce hazırlanan 12-13-14 ug lık standart çözümlerle mukayeseler yapılarak sonuca ulaşılır. Standart hazırlamak için Johnson Matthey JM 815 mangan oksit kullanılmıştır (Charlot, 1964).

VANADYUM TAYİNİ

Hazırlanan numunelerden alınan 100 ml lik kısım 250 ml lik bir behere konur. Takriben 10 ml kalıncaya kadar buharlaştırılır, 1 ml HNO_3 P.A. con. ve 1 ml H_3PO_4 P.A. con. (1/3) ilâve edilir. Buna 0.5 ml 0.5 M(% 16) sodyum tungstat eriyiği konur, kaynatılır, soğutulur ve 25 ml lik balon jodelere konularak kalibre edilir. Hâsıl olan sarı rengin 400 mu luk dalga boyunda absorpsiyonu ölçülür. Daha önce Johnson Matthey JM vanadyum ile hazırlanmış 1-1.5-2-2.5 ug lık standart vanadyum çözümleriyle absorpsiyon mukayeseleri yapılarak sonuca gidilmiştir (Maxwell, 1968).

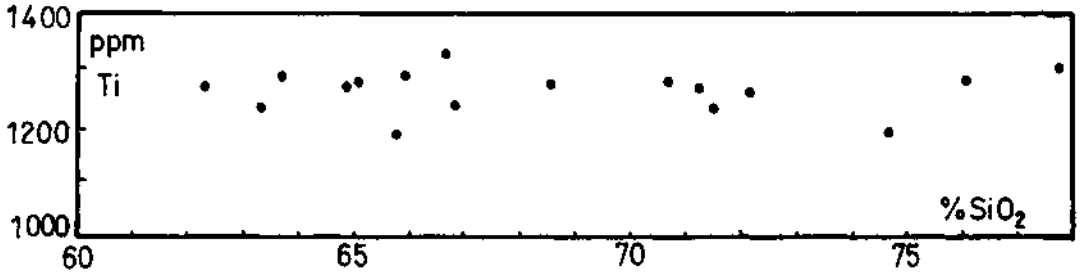
Elementlerin tayininde Carl Zeiss VSU-1 tipi spektro-fotometre kullanılmıştır.

TİTANYUM

Titanyum genellikle granitik kayalar içinde mineral olarak; sfen, titano-manyetit, rutil halinde veya biyotit, hornblend gibi femik mineraller içinde, bu femik minerallerin aslı elementlerinin yerine geçer.

Granitik kayalar içinde titanyum ortalama 2340-3420 ppm dir (Wahlstrom, 1950). Bütün magmatik kayalar içinde ise ortalama 4400 ppm Ti vermektedir (Rankama & Sahama, 1950), Hahn-Weinheimer ve Ackermann'ın (1967), Güney Karaormanlar bölgesinde yer alan granitik plutonlara ait verilerinde, titanyum nispetleri 870-5340 ppm arasında kalmaktadır.

Kuzeybatı Anadolu granitik plutonları ve Istanca masifi granodiyoritlerinden alınan numunelerde ise; titanyum miktarının 1100 ppm Ti (Oylat) ilâ 1336 ppm Ti (Demirköy) arasında kaldığı, aritmetik ortalamasının da 1263 ppm Ti olduğu saptanmış bulunmaktadır. Bahis konusu kayalarda titanyum miktarı SiO_2 miktarına göre oldukça muntazam değişim göstermektedir (Şek. 1). Alt ve üst sınırların birbirlerine oldukça yakın olmasına rağmen, özellikle % 67 SiO_2 in altında noktalar biraz karışıktır. Ayrıca SiO_2 in artışıyla titanyum miktarında pek değişim görülmez ve noktalar birleştiren hipotetik doğru yaklaşık olarak yataydır.

Şek. 1 - SiO_2 in fonksiyonu olarak Ti değişimi.

FOSFOR

Fosfor, bu tür kayalar içinde genellikle apatit minerali olarak görülür. Bilindiği gibi, bu mineral de zirkon gibi kristal parajenezinde ilk kristalleşen mineraller arasında yer alır.

Magmatik kayalarda fosfor miktarı ortalama 1200 ppm dir. Goldschmidt (1958), granitler içindeki fosfor miktarını istatistiksel olarak vermekte olup, yapılan 340 analizin sonucu ortalama 840 ppm fosfordur. Median ve mod değerlendirmelerinin ise sırasıyla 800 ve 650 ppm fosfor olduğu kaydedilmektedir. Hahn-Weinheimer ve Ackermann(1967) Güney Karaormanlar bölgesinde yer alan granitik plutonlardaki fosfor miktarıyla ilgili çalışmalarında, bu elementin 511-1580 ppm arasında kaldığını göstermektedirler.

Bizim bahis konusu ettiğimiz numunelerde, yapılan analizler sonucunda, fosfor miktarının genel ortalamasının biraz daha altında olduğu tespit edilmiş bulunmaktadır. Alt sınır 446 ppm P (Uludağ, Çavuşbaşı), üst sınır ise 450 ppm P dur (Gebze, Kazdağ, Armutlu). Bu değerlerin tümünün aritmetik ortalaması ise 448 ppm P olarak bulunmuştur. Tablodan görüldüğü gibi değerler birbirine çok yakındır. Hatta birçoğu birbirine eşittir. SiO_2 in fonksiyonu olarak incelendiğinde, noktaların yaklaşık olarak yatay bir doğru üzerinde sıralandıkları görülür. Değişimin SiO_2 in artışıyla de orantılı olmadığı görülmektedir (Şek. 2).

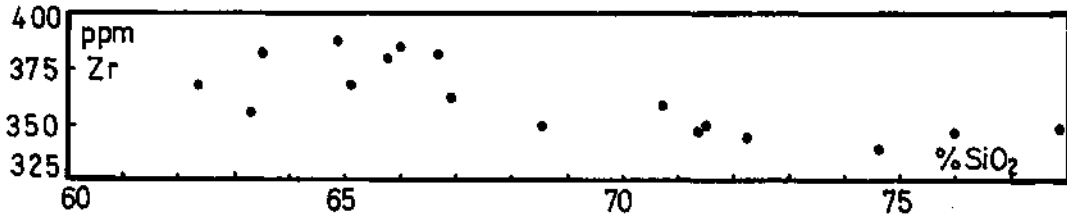
Şek. 2 - SiO_2 in fonksiyonu olarak P değişimi.

ZİRKONYUM

Zirkonyum granitik kayalar içinde genel olarak zirkon (ZrSiO_4) halinde bulunur. Bu mineral refrakter olması nedeniyle ilk olarak teşekkül eder ve eser halinde uranyum, toryum gibi radyoaktif elementleri de kapsar. Yerkabuğunda ortalama 156 ppm Zr bulunduğu tespit edilmiştir (Brooks & Ahrens, 1961). Rankama ve Sahama'nın (1954) verilerine göre, granitik kayalarda zirkonyum miktarı ortalama 460 ppm dir. Diyorit, gabro ve peridotitlere gittikçe bu miktar azalır. Yine aynı konuda Ahrens (1954), Kanada granitleri için, zirkonyum miktarının 50-410 ppm arasında değiştiğini ve dağılımlarının lognormal olduğunu işaret eder. Hahn-Weinheimer ve Ackermann (1967), Güney Kara-

ormanlar bölgesi granitik plutonlarına ait verilerinde zirkonyumun 78-281 ppm arasında kaldığını göstermektedirler.

Kuzeybatı Anadolu'da ve Istranca masifinde yer alan plutonik kayalarda yapılan zirkonyum tayinleri, alt ve üst sınırlarının 345 ppm Zr (Kazdağ) ilâ 382 ppm Zr (Kapıdağı) arasında kaldığını göstermektedir. Bu miktarlar verilen değerlere yakındır. Keza hesaplanan aritmetik ortalamanın da 361 ppm Zr olduğu saptanmıştır. Zirkonyum tenörleri SiO_2 in fonksiyonu olarak ifade edildiğinde, noktaların diğer elementlere nazaran biraz daha karışık olduğu görülmektedir. Fakat kayacın asitleş-tikçe az da olsa zirkonyumca fakirleştiği gözlenmektedir (Şek. 3). Özellikle % 62-67 SiO_2 arasında zirkonyum nispeten yüksek değerlere ulaşmaktadır.



Şek. 3 - SiO_2 in fonksiyonu olarak Zr değişimi.

Manganez granitik kayalar içinde belli başlı bir mineral teşkil etmemektedir. Buna mukabil, özellikle femik minerallerin içindeki bazı elementlerin yerine geçer (örneğin Fe, Ni, Mg gibi). Bununla beraber Wager ve Mitchell (1951), plajiyoklazlar içindedeki Mn bulunduğunu tespit etmişlerdir. Granitik kayalar içindeki ortalama manganez miktarı Rankama ve Sahama (1950) tarafından, 965 ppm olarak verilmektedir.

Kuzeybatı Anadolu ve Istranca masifi granitik kayalarındaki manganez miktarı yukarıda verilen ortalamadan daha altındadır ve birbirine çok yakın değerler göstermektedir. Burada tespit edilen alt sınır 126 ppm Mn (Uludağ), üst sınır ise 129 ppm Mn dir (birçok plutonda).

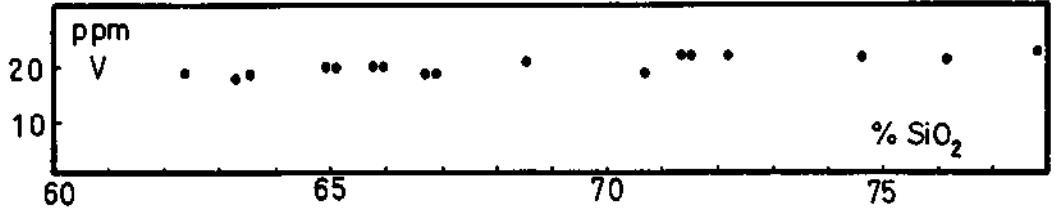
Manganez, SiO_2 in fonksiyonu olarak incelendiğinde, gelişimin son derece muntazam olduğu görülmektedir (Şek. 4). Takriben, SiO_2 yüzdelерinin işaretlendiği absise paralel bir doğruya kolayca indirgenebilir.



Şek. 4 - SiO_2 in fonksiyonu olarak Mn değişimi.

VANADYUM

Yapılan araştırmalar vanadyumun granitik kayalar içindeki hornblend, biyotit gibi femik minerallere bağlı olduğunu ve bahis konusu mineraller içindeki Fe, Al ve Ti un yerine geçtiğini göstermektedir. Rankama ve Sahama'nın (1950) verilerine göre, granit ve granodiyoritler içindeki vanadyu-

Şek. 5 - SiO₂ in fonksiyonu olarak V değişimi.

mun miktarı (Lentwein'e- 1941-atfen) 1-20 ppm V arasında kalmaktadır. Ahrens'in (1954) verilerine göre, granitik kayalarda vanadyum 5.5-630 ppm arasında değişmektedir (Kanada granitlerinde) ve lognormal dağılım göstermektedir. Brooks ve Ahrens (1961) ise, yerkabuğunda ortalama 120 ppm vanadyum bulunduğunu kaydetmektedirler. Tabiiyle bu ortalamanın yüksek oluşu, Sedimenter kayaların ortalamaya girmesinden ileri gelmektedir.

Kuzeybatı Anadolu ve Istranca masifinde yer alan granitik plutonlarda ise, vanadyum yüzdesi 18 ppm ile 21 ppm arasında kalmakta, yani birbirine çok yakın değerler göstermektedir (Tablo 2 ye bkz.). Keza, sonuçların daha önce verilen ortalamalara da uyduğu gözlenmektedir. On yedi plutona ait numunelerin aritmetik ortalamalarının da 19 ppm V olduğu hesaplanmış bulunmaktadır. Vanadyumun SiO₂ e göre dağılımı manganezde olduğu gibi çok muntazamdır.

Tablo - 2

Pluton	SiO ₂ (%)	Ti (ppm)	Zr (ppm)	P (ppm)	Mn (ppm)	V (ppm)
Uludağ (kenar)	74.76	1190	365	446	126	21
Uludağ (iç)	71.40	1270	380	447	128	21
Sancaktepe	77.76	1300	379	450	127	22
Oylat	65.80	1180	360	449	128	19
Kazdağ (Katrandağ)	65.99	1290	350	450	129	19
Kazdağ (Eybekdağ)	62.43	1270	345	450	129	18
Kozak	66.99	1240	346	449	128	19
Demirköy	66.75	1336	348	448	128	18
Çavuşbaşı	63.42	1230	366	446	128	17
Boğazova	65.13	1280	375	449	128	19
Ilıca	63.58	1290	370	449	128	18
Kapıdağı (batı)	70.81	1280	382	448	128	18
Eğrigöz	71.42	1230	350	448	128	21
Çataldağ	76.15	1280	348	449	128	20
Kapıdağı (doğu)	68.55	1270	349	447	129	20
Armutlu	72.27	1260	355	450	128	21
Orhaneli	64.90	1270	375	449	129	19

SONUÇLAR

Kuzeybatı Anadolu ve Istranca masifinde yer alan granitik karakterli plutonların içinde mevcut Ti, P, Zr, V ve Mn gibi ikincil elementlerin ortalama değerleri, daha önce bulunmuş değerlerle mukayese edilmiş, özellikle vanadyum ve zirkonyumda uygunluk gösterdiği, manganez, fosfor ve tanyumda genel ortalamaların biraz daha altında kaldığı saptanmıştır.

Bu elementler SiO₂ in fonksiyonu olarak incelendiğinde, bilhassa vanadyum, manganez ve fosforun muntazam dağılım gösterdikleri, ancak titanyumda % 67 SiO₂ e kadar az da olsa bir gayri muntazamlığın gözleendiği, keza zirkonyum içinde bu davranışın bahis konusu olduğu görülmüştür.

Petrojenik bakımdan da elementlerin dağılımlarının muntazamlığı, Kuzezybatı Anadolu yöresinde yer alan plutonların aynı magmatik kökene veya başka bir deyimle aynı magmatik fasiyese ait olduklarını kanıtlamaktadır.

Yayına venldiği tarih, 10 mart 1975

BİBLİYOGRAFYA

- AHRENS, L.H. (1954): The lognormal distribution of the elements, *Geochim, et Cos. Acta*, vol. 5, no. 2, pp. 49-53.
- BROOKS, R.R. & AHRENS, L.H. (1961): Some Observations on the distribution of thallium, cadmium and bismuth in silicate rocks and the significance of covalency on their degree of association With other elements. *Geochim, et Cos. Acta*, vol. 23, nos. 1-2, pp. 100-115.
- BÜRKÜT, Y. (1966): Kuzezybatı Anadolu'da yer alan plutonların mukayeseli jenetik etüdü. *İ.T.Ü. Maden Fak. Yayınl.*, İstanbul.
- (1969): Istranca kristalin masifinin petrojenezi. *Madencilik*, cilt VIII, sayı 4, s. 165-180.
- CHARLOT, G. (1964): Colorimetric determination of elements. *Elsevier Publ. Co.*
- GOLDSCHMİDT, V.M. (1958): Geochemistry. *Oxford Univ. Press.*
- HAHN-WEINHEIMER, P. & ACKERMANN, H. (1967): Geochemical investigation of differentiated granite plutons of the Southern Black Forest—II. *Geochim, et Cos. Acta*, vol. 31, no. 11, pp. 2197-2218.
- MAXWELL, J.A. (1968): Rock and mineral analysis. *Interscience Publishers.*
- RANKAMA, K. & SAHAMA, G. (1950): Geochemistry. *The University of Chicago Press.*
- SANDELL, E.B. (1959): Colorimetric determination of trace of metals. *Interscience Publishers.*
- WAHLSTROM, E.E. (1950): introduction to theoretical igneous petrology. *Wiley.*
- WAGER, L.R. & MITCHELL, R.L. (1951): The distribution of trace elements during Strong fiactation of basic magma—a further study of the Skaergaard intrusion, East Greenland. *Geochim, et Cos. Acta*, vol. 1 no. 3, pp. 129-208.