

Amfibolleri Kimyasal Bileşimlerine Göre Standart Sınıflandırma ve Adlandırma

Osman YILMAZ, Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Beytepe, ANKARA.

GİRİŞ :

Amfibol grubu mineralleri magmatik ve metamorfik kayalarda yaygın olarak bulunmaktadır. Kristal yapıları bakımından ino (zincir) silikatlar grubuna giren amfibollerde, diğer silikatlarda olduğu gibi, temel yapısal unsur $(\text{SiO}_4)^{-4}$ kompleks anyonudur. Kompleks anyondaki 40^{-2} kristal uzayında düzgün bir tetraedr oluşturacak şekilde paketlenmişlerdir ve oluşturdukları tetraedrik boşlukta daha küçük olan Si^{+4} katyonu yer almaktadır (Flint ve Skinner, 1974: Şekil 4.11 a,b). Bu bakımdan $(\text{SiO}_4)^{-4}$ kompleks anyonu $(\text{SiO}_4)^{-4}$ tetraedri olarak adlandırılmaktadır (Hurlbut, 1959: Şekil 531). Ancak amfibollerde, bu tetraedr içerisindeki Si^{+4} yerine Al^{+3} gelebilir. Bu yüzden tetraedrik alüminyum yansıtmak amacıyla, tetraedrin bileşimini $[(\text{Si}, \text{Al}) \text{O}_4]$ şeklinde yazmak uygundur (Deer ve diğ., 1967). $[(\text{Si}, \text{Al}) \text{O}_4]$ tetraedri yapı içerisinde sonsuz çift zincirler şeklinde iskeleti meydana getirdikleri amfibol tipi bir kristal yapısı ortaya çıkarken bu piroksen tipi bir kristal yapısını oluşturan tek zincirden ikisinin birleşmiş durumudur (Deer ve diğ., 1967: Şekil 52 a,b). Diğer taraftan, yapı içerisinde yer alan oktaedrik boşluklarda, altılı koordinasyon yapan Al iyonları da bulunmaktadır. Yapıya giren Al atomlarıyla bozulan elektrotatik denge, pozitif değerli diğer iyonların yapıda yer almasına neden olmaktadır. Bu yüzden amfibol grubunun pek çok sayıda üyesi bulunmaktadır ve bunların değişik yazarlar tarafından farklı farklı adlandırılmaları yapılmaktadır.

AMFİBOLLERİ SINIFLANDIRMA :

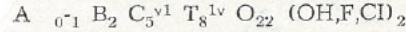
Amfibol grubu minerallerini adlandırmada ortaya çıkan sorunları aşabilmek amacıyla Uluslararası Mineraloji Birliği (IMA)* tarafından bir Amfiboller Altkomitesi oluşturulmuştur. Altkomitenin bu konuda hazırladığı kesin rapor Uluslararası Mineraloji Birliğince kabul edilmiş ve böylece amfiboller için yeniden hazırlanan sınıflamaya göre adlandırılmaları uluslararası düzeyde standartlaştırılmıştır (Leake, 1978).

Standart Amfibol Formülü :

Leake (1978) tarafından tümlenerek yayınlanan amfibollerin adlandırılması, bütünüyle kristal kimyasına dayandırılmaktadır. Zira, optik ve diğer fiziksel yöntemler ve dolayısıyla XRD tekniği ile amfibol minerallerini kendi aralarında gereği gibi ayırma olanağı yoktur. Bununla beraber adlandırmada ortorombik ve monoklinik üyeler yer yer benimsenmiştir.

Amfibollerin sınıflamasında benimsenen stan-

dart amfibol formülü 8 tetraedrik birimli olup aşağıdaki gibidir:



Standart amfibol formülü içerisinde (T), (C), (B) ve (A) olarak gösterilen değerler, Deer ve diğ. (1967: Şekil 53) tarafından amfibol tipi kristal yapısındaki $\text{M}_1, \text{M}_2, \text{M}_3, \text{M}_4$ ve A boşlukları ile ilişkilidir. Bunlardan (T) tetraedrik boşlukları; (C), M_1, M_2 ve M_3 boşluklarının tümünü; (B) M_4 boşlukları ve (A) ise A konumundaki boşlukları belirtmektedir. Standart amfibol formülü $\text{O}_{22} (\text{OH}, \text{F}, \text{Cl})_2$ bazına göre (T), (C), (B) ve (A) sırası gözetilerek hesaplanmaktadır.

Standart Amfibol Formülünün Hesaplanması :

Kimyasal analizi verilen bir amfibolün standart formülünün hesaplanmasında aşağıdaki yol izlenmelidir:

(1) Eğer, H_2O^+ ve halojen içerikleri veriliyor veya amfibol fiziksel özelliklerine göre bir oksi-amfibol ise formül 24 (O, OH, F, Cl) bazına göre hesaplanmalıdır.

(2) Eğer, H_2O^+ ve halojen içerikleri bilinmiyor ise (örneğin elektron mikroprob analizleri) formül 23 (O) bazına göre hesaplanmalıdır. Bu durumda 2 (OH, F, Cl) varsayılır.

(3) T değeri Si ile veya Si ve Al, ya da Cr^{+3} , ya da Fe^{+3} , ya da Ti^4 eklenerek 8.00 a tamamlanır.

(4) C değeri 3. adımdaki Al, Cr, Ti, Fe^{+3} fazlalığı ile, veya yetmez ise Mg, ya da Fe^{+2} , ya da Mn eklenerek 5.00 a tamamlanır.

(5) B değeri 4. adımdaki Fe^{+2} , Mn, Mg fazlalığı ile veya yetmez ise Ca, ya da Na ile 2.00 a tamamlanır.

(6) A değeri 5. adımdaki Na fazlalığına tüm K eklenerek bulunur. Ancak, toplam A değeri 0.00 ile 1.00 arasında olmalıdır.

Standart Amfibol Grupları :

Standart amfibol formülüne göre IMA, tüm amfibollerin 4 grup altında sınıflandırılmasını benimsemiştir (Leake, 1978). Bu sınıflandırmada $(\text{Ca} + \text{Na})_R$ ve $(\text{Na})_R$ atom sayıları esas alınmaktadır:

1 — $(\text{Ca} + \text{Na})_R < 1.34$ ise Demir-magnezyum-mangenez amfibol grubu

2 — $(\text{Ca} + \text{Na})_R \geq 1.34$ ve $(\text{Na})_R < 0.67$ ise Kalsik amfibol grubu

3 — $(\text{Ca} + \text{Na})_R \geq 1.34$ ve $0.67 \leq (\text{Na})_R < 1.34$ ise Sodik-kalsik amfibol grubu

4 — $(\text{Na})_R \geq 1.34$ ise Alkali amfibol grubu

Fe-Mg-Mn amfibollerin dışında kalan tüm diğer amfibollerin sınıflandırma Smith (1959) tarafından önerilen (8-Si) , $(\text{Na} + \text{K})_A$ ve $(\text{Na})_R$ eksenler sistemine göre yapılmaktadır (Şekil 1).

*IMA (International Mineralogical Association), 1936 PO Box, 183 Stony Brook, N.Y. 11790 U.S.A.

1 — Demir-magnezyum-mangenez amfiboller

Bu grupta yer alan amfibollerin standart formüllerinde $(Ca+Na)_B < 1.34$ dir. Bu grubun ortorombik ve monoklinik formlara göre sınıflaması Şekil 2 de verilmektedir.

Ortorombik Formlar :

(1) Antofillit, $Na_x (Mg, Mn, Fe^{2+})_{7-y} Al_y (Al_{x+y} Si_{8-x-y}) O_{22} (OH, F, Cl)_2$ genel formülüne sahiptir. Burada, $x+y < 1.00$ olmalıdır. Magneziyo-antofillit $[Mg Si_8 O_{22} (OH)_2]$ ve ferro-antofillit $[Fe^{2+}_7 Si_8 O_{22} (OH)_2]$ uç bileşenlerinin dışında (Şekil 2), sodyum-antofillit $[Na(Mg, Fe^{2+})_7 AlSi_7 O_{22} (OH)_2]$ uç bileşeni vardır ki burada $Na \geq 0.50$ olmalıdır.

(2) Gedrit, $Na_x (Mg, Mn, Fe^{2+})_{7-y} Al_y (Al_{x+y} Si_{8-x-y}) O_{22} (OH, F, Cl)_2$ genel formülüne sahiptir. Burada, $x+y \geq 1.00$ olmalıdır. Magneziyo-gedrit $[Mg_5 Al_2 (Si_6 Al_2) O_{22} (OH)_2]$ ve ferro-gedrit $[Fe_5 Al_2 (Si_6 Al_2) O_{22} (OH)_2]$ uç bileşenlerinin dışında (Şekil 2), sodyum gedrit $[Na (Mg, Fe^{2+})_8 Al (Si_6 Al_2) O_{22} (OH)_2]$ uç bileşeni de bulunmaktadır.

(3) Holmkistit, $[Li_2 (Mg, Fe^{2+})_3 (Fe^3, Al)_2 Si_8 O_{22}$

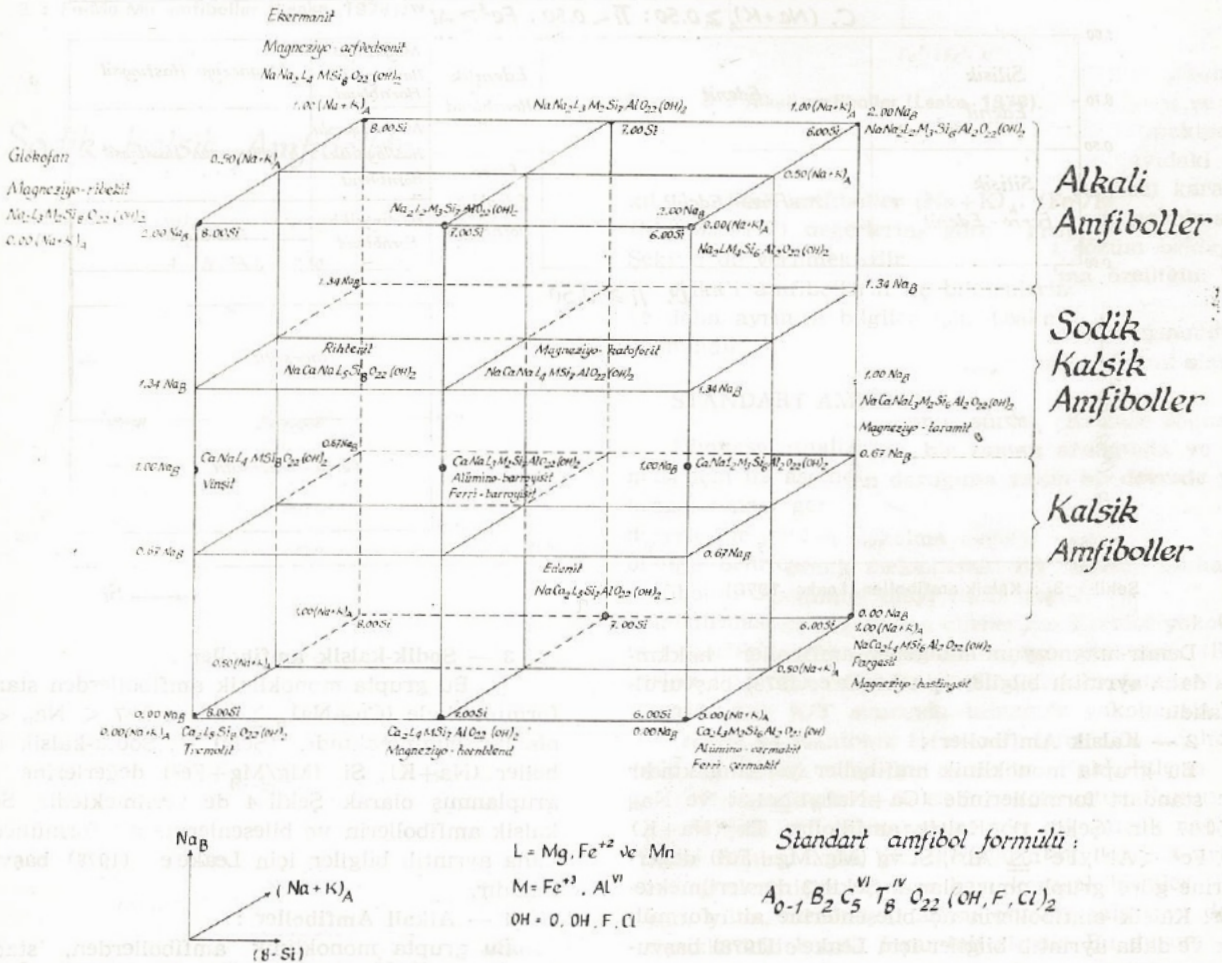
$(OH, F, Cl)_2]$ genel formülüne sahiptir. Yapısal formülünde $Li \geq 1.00$ (yaklaşık % 1.7 $Li_2 O$) olmalıdır. Magneziyo-holmkistit $[Li_2 Mg_3 Al_2 Si_8 O_{22} (OH)_2]$ $(Mg/Fe^{2+}+Mg) \geq 0.90]$ ve ferro-holmkistit $[Li_2 Fe^{2+}_3 Al_2 Si_8 O_{22} (OH)_2; (Fe^{2+}/Mg+Fe^{2+}) \geq 0.90]$ adlarında iki uç bileşeni vardır.

Monoklinik Formlar :

(1) Kümmingtonit, $(Mg, Fe^{2+}, Mn)_7 Si_8 O_{22} (OH)_2$ genel formülüne sahiptir. Magneziyo-kümmingtonit $[Mg_7 Si_8 O_{22} (OH)_2]$ ve grünerit $[Fe^{2+}_7 Si_8 O_{22} (OH)_2]$ uç bileşenlerinin dışında (Şekil 2), tirodit $[Mn_2 Mg_5 Si_8 O_{22} (OH)_2; (Mn/Mn+Mg+Fe) \geq 0.10$ ve $Mg \geq Fe]$ ve dannemorit $[Mn_2 Fe_5 Si_8 O_{22} (OH)_2; (Mn/Mn+Fe+Mg) \geq 0.10$ ve $Mg < Fe]$ iki uç bileşeni de bulunmaktadır.

(2) Klinoholmkistit, $Li_2 (Mg, Fe^{2+}, Mn)_3 (Fe^3, Al)_2 Si_8 O_{22} (OH, Cl)_2$ genel formülüne sahiptir. Yapısal formülünde $Li \geq 1.00$ olmalıdır. Ortorombik holmkistite benzer formüllü, magneziyo-klinoholmkistit ve ferro-klinoholmkistit adlarında iki uç bileşeni bulunmaktadır.

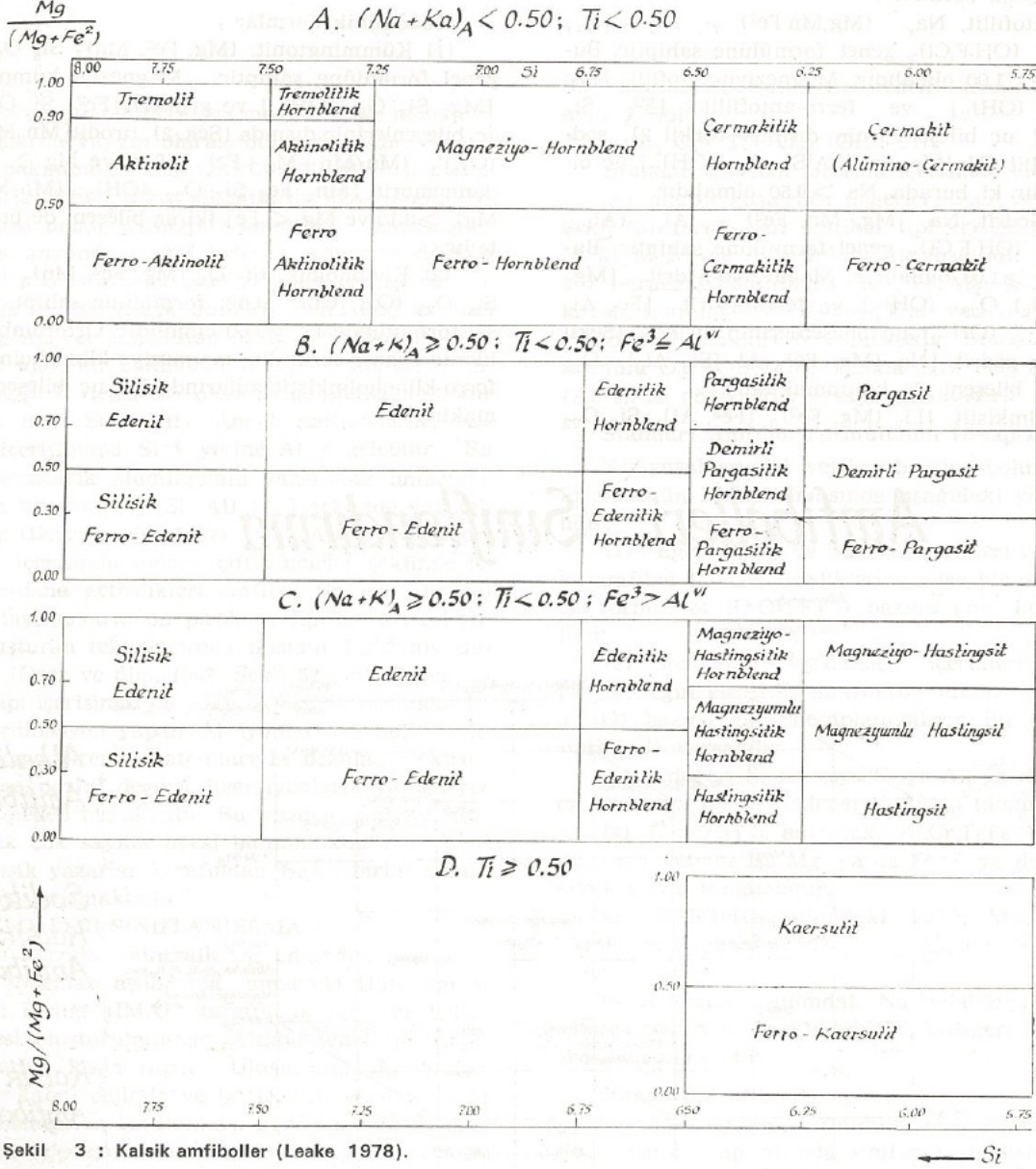
Amfibolleri Sınıflandırma



Şekil 1 : Amfibolleri sınıflandırma. Bu sınıflandırma, Fe Mg-Mn amfibolleri kapsamamaktadır (Leake, 1978).

Kalsik Amfiboller

$$(Ca+Na)_B \geq 1.34 ; Na_B < 0.67$$



Şekil 3 : Kalsik amfiboller (Leake 1978).

Demir-magnezyum-mangenez amfiboller hakkında daha ayrıntılı bilgiler için Leake'e (1978) başvurulmalıdır.

2 — Kalsik Amfiboller :

Bu grupta monoklinik amfiboller yer almaktadır ve standart formüllerinde $(Ca+Na)_B \geq 1.34$ ve $Na_B < 0.67$ dir (Şekil 1). Kalsik amfiboller Ti, $(Na+K)_A$, $Fe^3 < Al^{VI}$, $Fe^3 \geq Al^{VI}$, Si ve $(Mg/Mg+Fe^2)$ değerlerine göre gruplanmış olarak Şekil 3 de verilmektedir. Kalsik amfibollerin uç bileşenlerine ait formüller ve daha ayrıntılı bilgiler için Leake'e (1978) başvurulmalıdır.

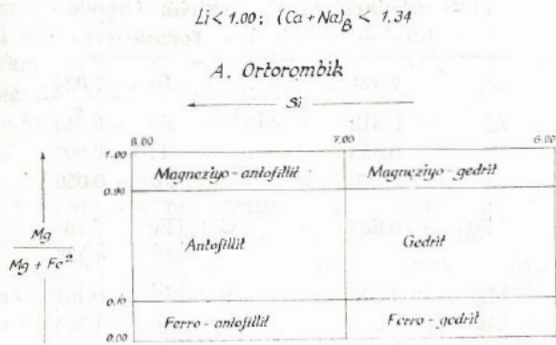
3 — Sodik-kalsik amfiboller .

Bu grupta monoklinik amfibollerden standart formüllerinde $(Ca+Na)_B \geq 1.34$ ve $0.87 < Na_B < 1.34$ olanlar bulunmaktadır (Şekil 1). Sodik-kalsik amfiboller $(Na+K)$, Si, $(Mg/Mg+Fe^2)$ değerlerine göre gruplanmış olarak Şekil 4 de verilmektedir. Sodik-kalsik amfibollerin uç bileşenlerine ait formüller ve daha ayrıntılı bilgiler için Leake'e (1978) başvurulmalıdır.

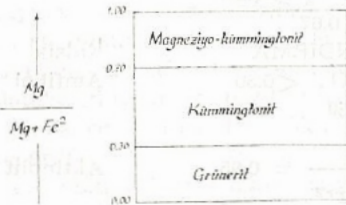
4 — Alkali Amfiboller :

Bu grupta monoklinik amfibollerden, standart formüllerinde $Na_B \geq 1.34$ olanlar bulunmaktadır (Şe-

Demir - Magnezyum - Manganez Amfiboller

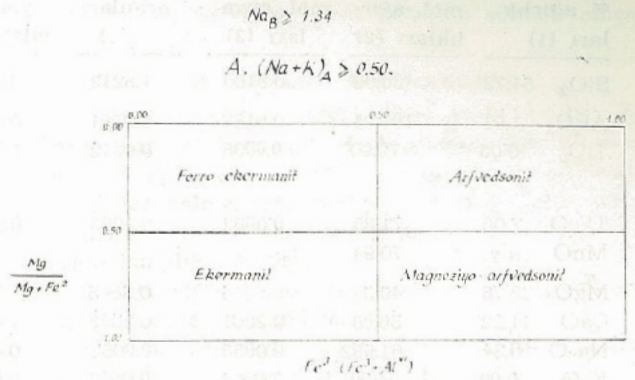


B. Monoklinik

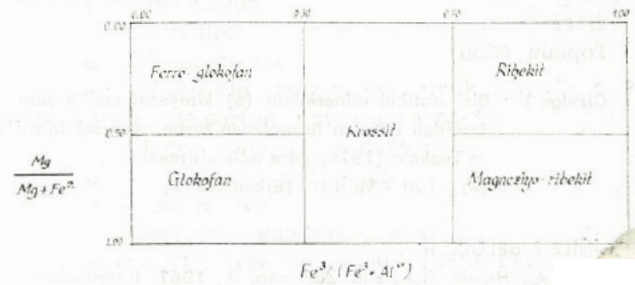


Şekil 2 : Fe-Mg-Mn amfiboller (Leake, 1978).

Alkali Amfiboller

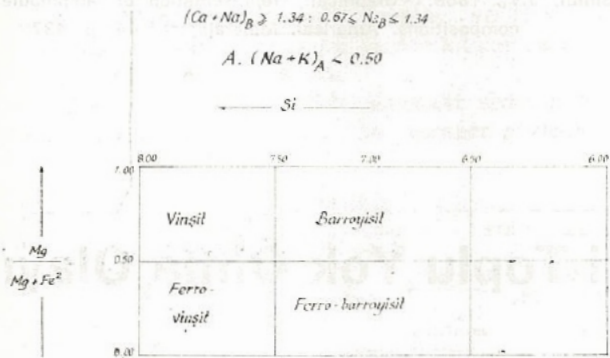


B. $(Na + K)_A < 0.50$

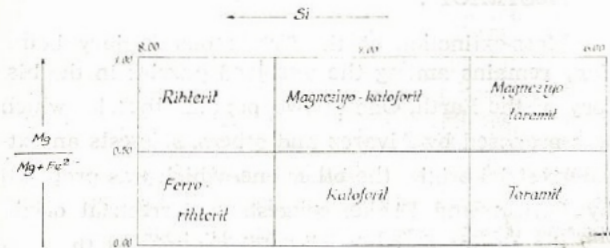


Şekil 5 : Alkali amfiboller (Leake, 1978).

Sodik - Kalsik Amfiboller



B. $(Na + K)_A > 0.50$



Şekil 4 : Sodik - kalsik amfiboller (Leake, 1978).

Sepkoski,

Oksitlerin % ağırlık- ları (1)	Oksitlerin mol. ağır- lıkları (2)	Oksitlerin mol. oran- ları (3)	Oksijenin atomik oranları (4)	(23 (O) bazına göre an- yon sa- yıları (5)	Birim yapısal formüldeki iyon sayıları (6)	Leake'e (1978) göre hesaplanan birim yapısal formül (7)	
SiO ₂	54.72	60.08	0.9103	1.8212	5.248	Si 7.624	T : Si — 7.624
Al ₂ O ₃	1.91	101.94	0.0187	0.0561	0.470	Al 0.313	Al — 0.313
TiO ₂	0.05	79.90	0.0006	0.0012	0.010	Ti 0.005	Ti — 0.005
							T . Fe — 0.058
TFeO	7.06	71.85	0.0983	0.0983	0.823	TFe 0.823	C : TFe 0.765
MnO	a.y.	70.94					Mg 4.235
MgO	22.76	40.32	0.5645	0.5645	4.726	Mg 4.726	B : Mg 0.491
CaO	11.22	56.08	0.2001	0.2001	1.675	Ca 1.675	Ca 1.675
Na ₂ O	0.34	61.982	0.0055	0.0055	0.046	Na 0.092	A : Na 0.092
K ₂ O	0.02	94.20	0.0002	0.0002	0.0025	K 0.005	K 0.005
P ₂ O ₅	a.y.			2.7471			
H ₂ O							
CO ₂	a.y.			23/2.7471 = 8.3725			
diğer							
Toplam	98.30						

Çizelge 1 : Bir amfibol mineralinin (a) kimyasal analiz sonuçlarından itibaren hesaplanan birim yapısal formülü ve Leake'e (1978) göre adlandırması.
(a) : I-Al AMFİBOL (Erkan 1977)

SINIFLANDIRMA

(Ca+Na)_n > 1.34

Na_n < 0.67

ADLANDIRMA

(Na+K)_A < 0.50

Ti < 0.50

Mg

———— = 0.85

Mg+Fe⁺²

Kalsik

Amfibol

Aktinolit

GİNİLEN BELGELER

- W. A., Howie, R.A. and Zussman, J., 1967. Introduction to the rock-forming minerals. Longmans, Green and Co. Ltd., London, 528 p.
1977. Orta Anadolu masifinin güneybatısında (Kır-
bir bölgesinde) etkili rejyonal metamorfizma ile am-
fil minerallerinin bileşimi arasındaki ilişkiler. Yer-
bilim, 3(1-2), 41-46.

- Flint, R.F. ve Skinner, B. J. 1974. Physical geology. John
Wiley and Sons Inc. New York 497 p.
- Hurlbut C.H., 1959. Dana's manual of mineralogy. John Wiley
and Sons, Inc. New York, 609 p.
- Leake, B.E., 1978. Nomenclature of amphiboles. American Mi-
neralogist, 63, 1023-1052.
- Smith, J.V., 1959. Graphical representation of amphibole
compositions. American Mineralogist., 44, p. 437.

er Sınırındaki Toplu Yok Olma Olayı

Department of Geology, Tallahassee, Florida.

ABSTRACT :

Mass-extinction at the Cretaceous-Tertiary bound-
ary remains among the unsolved puzzles in the his-
tory of the Earth. One of two popular theories which
was proposed by Alvarez and others, suggests an ext-
raterrestrial origin, the other one, which was proposed
by Officer and Drake, suggests a terrestrial origin
the causes of environmental changes at the Cre-
Tertiary boundary.