



**Tablo 1**  
Nadir elementler için kullanılan çalışma şartlarının listesi

	W. Tube		Kolimatör (= collimator)	Vac(Spin)	Sayıcı (= counter)	Kristal (= crystal)	b. g. 1	Pik (= peak)	b. g. 2	Std. kayaç
	kV	mA								
Ti	50	40	Fine	Evet	Flow (F)	Lif (200)	85.14	86.14	—	T. 21
Mn	50	40	Fine	Evet	Flow (F)	Lif (200)	—	62.95	65.90	T. 21
V	50	40	Fine	Evet	Flow (F)	Lif (220)	120.87	123.17	—	T. 21
Cr	50	40	Fine	Evet	Flow (F)	Lif (220)	106.10	107.10	—	T. 21
Rb	90	20	Fine	Evet	Scint. (S)	Lif (220)	—	37.96	34.04	K 2202
Sr	90	20	Fine	Evet	Scint. (S)	Lif (220)	34.84	35.80	36.72	K 2202
Zr	90	20	Fine	Evet	Scint. (S)	Lif (220)	30.90	32.02	33.20	K 2202
Ni	60	32	Fine	Evet	Scint. (S)	Lif (200)	49.27	48.62	50.50	T. 21

## II. ÇALIŞMANIN GAYELERİ

Çoğunluğu serpantinden müteşekkil kayaçlarda yapılan nadir element determinasyonları, başlıca aşağıdaki hususları ortaya çıkarmak gayesiyle yapılmıştır:

1. Çalışılan sahadaki ultrabazik masifte nadir elementlerin doğurduğu herhangi bir dağılım düzeni (distribution pattern) olup olmadığını meydana çıkarmak. Ultrabazik kayaçlar üzerine bir unconformity ile oturan kalın bir sedimenter örtünün varlığı sebebiyle ultrabazik masifin geometrik şekli tespit edilememektedir. Herhangi bir nadir element zonlaşması veya dağılım düzeninin, masifin genel şeklini tespitinde yardımcı olacağı düşünülmüştür. Nadir element determinasyonları maalesef yukarıda belirtilen karakterleri teyit etmemiştir.

2. Faust ve Fahey (1962) tarafından da açıklandığı üzere, ultrabazik kayaçların orijinlerinin magmatik veya sedimenter olup olmadığının araştırılması.

3. Çalışılan sahadaki kayaçların krom muhteviyatlarının tespit edilmesi, zira bu nadir element üst mantodaki (upper mantle) bölgesel değişimin işaretleridir. Meselâ, serpantinitler Batı Alpler'de krom yatakları ihtiva etmeyip ve krom bakımından zengin olmadığı halde, bunun aksi bir karakterde olduğu Doğu Alpler'de müşahede edilir.

4. Ultrabazik ve diğer bazik kayaçların nadir element muhteviyatlarının, literatürde kaydedilen ve başlıca orojenik kuşaklardan alınmış ofiyolitik kayaçlardaki determinasyon değerleri ile mukayesesi.

### III. NADİR ELEMENT DETERMİNASYON DEĞERLERİNİN ELEŞTİRİLMESİ VE İNTERPRETASYONU

#### 1. Nikel değerleri

<i>Kayaç tipi</i>	<i>Kayaç adedi</i>	<i>Ortalama (ppm)</i>	<i>Standart deviasyon</i>	<i>Variasyon (ppm)</i>
Serpantinitler.....	39	2011	489	444-2659
Piroksenitler.....	2	180	71	130- 231
Gabrolar.....	1	44	28	28- 105
Doleritler.....	5	24	12	18- 44
Bazaltlar .....	6	25	21	8- 66
Rodinjit damarları .....	2	304	252	126- 483

Literatürde tespit edilen ultramafik kayalara ait nikel değerleri aşağıda verilmiştir :

2000 ppm, Turekian (1963) ve Vinogradov (1962) tarafından bir grup ultramafik kayalarda;

2000 ppm, Wedehpohl (1963) tarafından peridotit intruzyonunda 1700 ppm, Edel'shtein (1963) tarafından Urallar'daki dünit, peridotit intruzyonundan;

Wyllie (1968), ultramafik kayaların nikel muhteviyatlarının 1000-4000 ppm arasında değiştiğini bildirip, eldeki mevcut nikel verilerinin bu varyasyon arasında kesin bir rakam verilmesine imkân vermediğini bildirir.

Bu çalışmadaki serpantinitlerin nikel varyasyonu 444-2659 ppm arasında değişir. Bu kayaların standart deviasyonu 489 olup, bu değere göre 1766-2256 ppm arasında bir varyasyon gösterirler. Bu en son değerler, yukarıdaki paragrafta belirtildiği gibi muhtelif araştırmacıların verdikleri değerlerle anlaşılmaktadır.

Nikel en çok olivin strüktürüne girer. Olivin ve piroksenlerin nikel muhteviyatları diferansiyasyonla azalır (M. Prinz, 1968). Nikel gittikçe azalan miktarlarda manyetit, klinopiroksen ve amfibollerde de zuhur eder. Bu çalışmadaki serpantinitik kayaların ihtiva ettiği olivin ve piroksenlerin hemen hepsi serpantinizasyon olayı dolayısıyla değişmeye uğramıştır. Bu kayalarda rastlanan yüksek nikel konsantrasyonu, serpantinizasyona rağmen serpantinitlerden çok az veya hiç nikel kaybı olmadığına işaret eder. Bu husus Stueber ve Goles (1960) tarafından da zikredilmektedir. Piroksenit ve pegmatitik gabro kontaktlarının 2-3 cm uzağından alınmış serpantin numuneleri 1130 ppm veya daha az bir nikel konsantrasyonu gösterir. Bu karakter serpantinler ve piroksenitler ve aynı zamanda serpantinitler ve pegmatitik gabrolar arasında bir metasomatik olayın mevcudiyetiyle izah edilebilir. Serpantinitlerdeki yüksek nikel konsantrasyonu aynı zamanda bu kayaların magmatik orijinlerine de işaret eder (Faust & Fahey, 1962).

Piroksenitlerin ortalama nikel muhteviyatı Wager ve Mitchell (1951) tarafından 140 ppm olarak verilir. Bu piroksenitler ( $Wo_{47}En_{34}Fs_{19}$ ) Skaergaard intruzyonundan alınmış olup, 130-230 ppm arasında bir varyasyon gösterirler. Edel'shtein (1963), serpantinitik piroksenlerin nikel muhteviyatını 1000 ppm olarak bildirir. Bu çalışmadaki iki piroksenit numunesi 130-231 ppm arasında bir nikel konsan-

trasyonu gösterir ve bu değerlerin ortalaması 180 ppm dir. Bu ortalama değer Wager ve Mitchell'in değerleriyle anlaştığı halde, Edel'shtein'in verisinden bir hayli küçüktür.

Skaergaard intruzyonundan alınan hipersten-olivin gabroların ortalama nikel muhteviyatı 135 ppm olup, bu nikel değerleri 150-210 ppm arasında değişir. Bu çalışmadaki gabro numuneleri 28-105 ppm arasında nikel ihtiva ederler ve bu değerlerin standart deviasyonu 30-58 ppm arasında bir değişme gösterir. Bu en son değerler önemli bir şekilde Skaergaard intruzyonundan alınan değerlerden küçüktür. Bu özellik, üzerinde çalışılan gabroların mineralojik kompozisyonunda olivinin mevcut olmayışı ile izah edilebilir (O. Arda, 1970, s. 129). Nikel gabroik kayaçlarda muhtemelen aktinolitler ve bazı az değişmiş piroksenlerin strüktüründe yer almaktadır.

Literatürde tespit edilen bazaltik kayaçlara ait ortalama nikel değerleri geniş bir değişim gösterir. Meselâ, 160 ppm Vinogradov (1962), 130 ppm Turekian ve Wedehpohl (1961), 300 ppm Edel'shtein (1960) tarafından verilmektedir. Cann (1969), Carlsberg Ridge'deki spilitik kayaçların 120-320 ppm arasında nikel ihtiva ettiğini bildirir. M. Prinz'in çalışmaları 262 bazaltik kayaçtaki nikel konsantrasyonuna ait aritmetik ortalamanın 88-90 ppm olduğunu bildirir. Bu çalışmadaki doleritik kayaçların nikel muhteviyatı 18-44 ppm arasında, standart deviasyondan elde edilen varyasyon 18-30 ppm arasında değişir. Bazaltik kayaçlardaki nikel konsantrasyonu 8-66 ppm arasında bir değişim ve bu değişimin standart deviasyonu 15-35 ppm lik bir varyasyon gösterir.

Dolerit ve bazaltlarda tespit edilen nikel varyasyonları, yukarıda bahsedildiği üzere, literatürden alınan ortalama nikel değerlerine nazaran bu kayaçların çok az konsantrasyonlarda nikel ihtiva ettiğini gösterir. Storm ve Holland (1957) tarafından da belirtildiği veçhile, nikel muhtemelen dolerit ve bazaltlarda titanomanyetik strüktürüne girmektedir (O. Arda, 1970, s. 134-137). Wager ve Mitchell'e (1951) göre, az miktarlardaki nikel konsantrasyonları (2 ppm den daha az) bazik magma ya ait son diferansiyasyon safhasının işaretçisidir. Böylece, doleritik ve bazaltik kayaçların az miktardaki nikel muhteviyatı dolayısıyla bu kayaçların kendilerinden iki misli fazla nikel ihtiva eden gabrolardan sonraki bir diferansiyasyona tekabül ettiği söylenebilir.

## 2. Krom değerleri

<i>Kayaç tipi</i>	<i>Numune adedi</i>	<i>Ortalama (ppm)</i>	<i>Standart deviasyon</i>	<i>Varyasyon (ppm)</i>
<b>Serpantinitle</b> .....	39	1916	485	701-2794
<b>Piroksenitle</b> .....	2	1854	65	1808-1909
<b>Gabrolar</b> .....	7	270	187	81- 520
<b>Doleritler</b> .....	4	58	28	33- 82
<b>Bazaltlar</b> .....	6	114	63	47- 212
<b>Rodinjit damarları</b> .....	2	532	390	256- 808

Literatürde tespit edilen ultramafik kayaçlara ait krom değerleri aşağıda verilmiştir:

1600 ppm, Wedehpohl (1963) tarafından bazaltlar içindeki peridotit inklüzyonlarında;

2000 ppm, Vinogradov (1962) tarafından;

1600 ppm, Turekian (1963) tarafından, eklojit minerallerinde;

2400 ppm, Stueber ve Goles (1966) tarafından, 113 ultramafik kayacın ortalaması olarak. Bu kayaçlar Orta Anadolu'dan toplanan dört serpantin numunesini de ihtiva ederler.

1840 + 60 ppm, Turekian ve Carr (1961) tarafından bir dünit numunesinde;

2500 ppm, Hess ve Otolara (1964) tarafından;

2400 ppm, Wyllie (1968) tarafından ultramafik kayaçlara ait en iyi ortalama krom değeri olarak kabul edilir.

Bu çalışmadaki serpantinik kayaçların krom muhteviyatı 701-2794 ppm arasında değişir. Bu değerlere ait standart deviasyon 1673-2159 ppm arasında değişen değerler verir. Bu en son değerler yukarıda bahsedildiği üzere, Wedehpohl, Vinogradov ve diğerlerinin verdiği ortalama değerlerle anlaştığı halde, meselâ Stueber ve Goles'in verdiği ortalama değerlerden azdır. Serpantinlerde krom başlıca pikotit ve kromitin strüktüründe yerleşmiştir. Turekian'ın da (1963) belirttiği veçhile, olivin kromu bünyesine kabul etmez, fakat genellikle olivinin krom muhteviyatı bünyesindeki krom-spinel kapantılarının varlığı sebebiyle geniş değişimler gösteren değerler verir.

Skaergaard intruzyonundaki Piroksenitlerin ( $Wo_{47}En_{34}Fs_{19}$ ) ortalama krom muhteviyatı (Wager & Mitchell, 1951) 300-400 ppm arasında değişir ve bu değişimin ortalaması 350 ppm dir. Stueber ve Goles (1960), Oregon ve Muskoy N.W.T. piroksenitlerinin krom değerlerinin 920 + 20 ve 3110 + 70 ppm arasında değiştiğini kaydeder. Bu çalışmada kullanılan iki piroksenit numunesinin krom değerleri 1808-1900 ppm arasında değişir. Bu değerler Stueber ve Goles (1960) değerleriyle mukayese edilebileceği halde Skaergaard değerlerinden büyüktür.

Bu çalışmadaki gabroların krom muhteviyatı 81-520 ppm arasında değişmekte olup, bu değişmelerden elde edilen standart deviasyon 177-363 ppm arada değişen değerler verir. Bu en son değerler Skaergaard intruzyonundan alman hipersten-olivin gabroların (Wager & Mitchell, 1951) krom değerleri olan 150-200 ppm ile mukayese edilebilirler. Gabroların yukarıda belirtilen krom muhteviyatı muhtemelen bazı değişmemiş piroksenler ve amfibollerin strüktürlerinde yer almıştır.

Cann'a (1969) göre, Carlsberg Ridge'den alınan spilit ve bazaltların krom muhteviyatı 180-460 ppm arasında değişir. Muhtelif araştırmacılar tarafından tespit edilen bazaltik kayaçlara ait krom değerleri aşağıda verilmiştir:

172 ppm, Turekian ve Carr (1963) tarafından;

200 ppm, Vinogradov (1962) tarafından;

100-140 ppm, Goldschmidt (1954) tarafından;

220 ppm, Fairbairn (1953) ve diğerleri tarafından. M. Prinz (1967) kuvars-normatif (= quartz-normative) bazaltlara ait krom değerlerinin aritmetik ortalamasını 152-153 ppm, olivin-normatif toleitlere ait olan aritmetik ortalamayı 210-218 ppm olarak verir.

Üzerinde çalışılan doleritik kayaçların krom muhteviyatı 33-82 ppm arasında değişir ve bu değerlerin standart deviasyonu 44-72 ppm arasında bir değişim gösterir. Bazaltik kayaçlar 47-212 ppm arasında krom ihtiva ederler ve bu konsantrasyonların standart deviasyonu 83-145 ppm arasında değerler verir. Gerek bazalt ve gerekse doleritik kayaçlar için tespit edilen değerler, Goldschmidt'in neticeleri hariç literatürden alınan diğer verilerden düşüktür. Mamafi Bazalt değerleri (M. Prinz, 1967) tarafından verilen kuvars-normatif bazaltların krom değerlerinin aritmetik ortalamasına yakındır.

Cr/Ni oranı doleritik kayaçlarda 2.04, bazaltik kayaçlarda ise 4.03 tür. Doleritik kayaçlar için bulunan değer, M. Prinz (1967) tarafından toleitik kayaçlar için tespit edilen Cr/Ni oranı olan 2.06 ya çok yakındır.

### 3. Vanadyum değerleri

<i>Kayaç tipi</i>	<i>Numune adedi</i>	<i>Ortalama (ppm)</i>	<i>Standart deviasyon</i>	<i>Variasyon (ppm)</i>
<b>Serpantinitler</b> .....	—	—	—	—
<b>Piroksenitler</b> .....	2	185	31	163-207
<b>Gabrolar</b> .....	7	193	45	157-278
<b>Doleritler</b> .....	5	241	47	186-311
<b>Bazaltlar</b> .....	6	164	18	144-182
<b>Rodinjit damarları</b> .....	2	125	26	107-144

Vanadyum olivin strüktürüne ve magmadan ilk kristalize olan minerallerin strüktürüne çok az miktarda girdiği için (M. Prinz, 1967), vanadyumun serpantinitlerde çok az miktarda tezahür ettiği bilinmektedir. Mamafih, serpantinitlerin X-Ray spektrografi ile determinasyonları sırasında VK(3 Cr Ka ya olan tesiri sebebiyle bu kayaçların vanadyum miktarları ölçülmüştür. Netice olarak, iki numune hariç, diğer serpantinitik kayaçlarda vanadyumun eser halinde mevcut olduğu ve bahsedilen tesirin ihmal edilebilir derecede olduğu tespit edilmiştir. Sözü edilen iki serpantinit numunesi serpantin-gabro kontaktlarının 2-3 cm lik zonu içinden alınmış olup, her ikisi de 139 ppm lik bir vanadyum konsantrasyonu gösterirler. Bu değer Turekian ve Wedehpohl (1963) ve diğerleri tarafından verilen 40 ppm lik ortalama vanadyum miktarından çok daha yüksektir. Bu karakterin serpantin ve gabrolar arasındaki kontakt-metamorfizmanın bir delili olabileceği ileri sürülmüştür.

Skaergaard intruzyonundan alınan piroksenlerin ( $Wo_{42}En_{84}Fs_{19}$ ) vanadyum muhteviyatı 200-300 ppm arasında değişir. Bu değişim bu çalışmadaki piroksenitlerden elde edilen 163-278 ppm lik değerlerle mukayese edilebilirler.

Gabroik kayaçlardaki vanadyum miktarı 157 ilâ 278 ppm arasında değişmekte olup, bu değerlerden elde edilen standart deviasyondan 176 ilâ 216 ppm arasında bir değişim elde edilir. Bu en son rakamlar Skaergaard intruzyonundaki olivin-hipersten gabrolardan elde edilen 200-250 ppm lik değerlerle mukayese edilebilirler.

Bazaltik kayaçların vanadyum muhteviyatına ait en aktüel verilerin listesi aşağıdadır:

200 ppm, Vinogradov (1962) tarafından;

250 ppm, Turekian ve Wedehpohl (1961) tarafından;

247 ppm, 257 bazaltik kayacın aritmetik ortalaması olarak, M. Prinz (1967) tarafından;

320-380 ppm, Cann (1969) tarafından, Carlsberg Ridge'deki splitik kayalardan;

Doleritik kayalar 186-311 ppm arasında vanadyum ihtiva ederler ve bu değerlerin standart deviasyonu 224-270 ppm arasında değerler verir. Bazaltik kayalar 144-182 ppm arasında bir değişim gösterip, bu değerlerin standart deviasyonundan 155-173 ppm arasında bir değişim elde edilir. Doleritik kayalar için elde edilen değerler yukarıda listesi verilen literatür değerleriyle mukayese edilebildiği halde, bazaltik kayaç değerleri her ne kadar Vinogradov'un verisine yakınsa da, geri kalan bütün literatür değerlerinden daha azdır.

Wager ve Mitchell (1951) ve Wilkinson (1954) manyetit ve piroksenlerdeki vanadyum miktarının orta fraksiyon safhasında artıp, son fraksiyon safhasında daha azaldığına dikkat etmişlerdir. M. Prinz de (1967) aynı noktayı ileri sürer. Gabro-dolerit grubu kayalarının vanadyum muhtevisiyatının istatistik olarak bazaltik kayalara doğru azalması sebebiyle, ilk grup kayaların orta safhadaki diferansiyasyonu temsil ettiği halde, son grup kayaların diferansiyasyonun son safhasını temsil ettiği söylenebilir.

#### 4. Titanyum değerleri

<i>Kayaç tipi</i>	<i>Numune adedi</i>	<i>ortalama (%)</i>	<i>Standart deviasyon</i>	<i>Variasyon (%)</i>
Serpantinler .....	2	0.0147	0.0033	0.0124-0.0171
Piroksenitler .....	2	0.0174	0.0042	0.0144-0.0204
Gabrolar .....	7	0.2145	0.4995	0.0160-1.3474
Doleritler .....	5	0.7042	0.5052	0.0334-1.4421
Bazaltlar .....	6	2.3879	0.1022	2.2518-2.4991
Rodinjit damarları .....	2	0.0183	0.0028	0.0163-0.0203

Ultramafik kayaların titanyum muhtevisiyatı Ti KB nın VKa olan tesirini düzeltmek gayesiyle determine edilmiştir ve bu elementin konsantrasyonları yüzde olarak titanyum oksit cinsinden hesaplanmıştır. TiO<sub>2</sub> in serpantin ve diğer bazik kayalardaki ortalama yüzde miktarları bu oksidin bu kayalarda ıslak kimya metotlarıyla elde edilen değerleriyle uyusmaktadır.

#### 5. Rubidyum değerleri

<i>Kayaç tipi</i>	<i>Numune adedi</i>	<i>Ortalama (ppm)</i>	<i>Standart deviasyon</i>	<i>Variasyon (ppm)</i>
Serpantinler .....	5	Eser	—	—
Piroksenitler .....	2	Eser	5	—
Gabrolar .....	2	16	5	12-20
Doleritler .....	5	Eser	—	—
Bazaltlar .....	3	23	11	12-35
Rodinjit damarları .....	2	Eser	—	—

Rubidyum serpantin, piroksenit ve doleritlerde çok az miktarlarda zuhur etmektedir.

Her ne kadar yukarıdaki tabloda verildiği üzere iki gabro numunesine ait ortalama rubidyum değeri 16 ppm ise de, determinasyon sırasında beş numune kullanılmış ve bunlardan üçünde rubidyum eser halinde zuhur ettiğinden genel ortalama 7 ppm ye inmiştir.

Bazaltik kayalara ait yukarıdaki tabloda verilen 13 ppm, genel rubidyum ortalaması olmayıp, esasında bu değer 11 ppm dir; çünkü determinasyon sırasında altı numune kullanılmış olup, bunlardan üçünde rubidyum eser halinde zuhur ettiğinden genel ortalama 11 ppm ye düşmüştür. Bu 11 ppm lik değer Cann'ın (1969) spilitik kayalar için verdiği rubidyum varyasyonu olan 1-8 ppm ile ve Prinz'in (1967) verdiği 18-33 ppm lik aritmetik ortalamalarla mukayese edilebilirler. Rubidyum Prinz'e (1967) göre, feldispat ve feldispatoitlerde tespit edilebilir miktarlarda zuhur eder. Wager ve Mitchell (1951) bir miktar rubidyumun Skaergaard intruziyonunda en son safhada kristalize olan piroksenlerde varlığını ortaya koymuştur ve Heier (1962) rubidyumun K-feldispatları plâjioklazlar tercih ettiğini ileri sürer.

## 6. Stronsiyum değerleri

<i>Kayaç tipi</i>	<i>Numune adedi</i>	<i>Ortalama (ppm)</i>	<i>Standart deviasyon</i>	<i>Varyasyon (ppm)</i>
<b>Serpantinitler</b> .....	2	<b>Eser</b>	—	—
<b>Piroksenitler</b> .....	2	<b>Eser</b>	—	—
<b>Gabrolar</b> .....	7	<b>2199</b>	<b>2787</b>	<b>30-6612</b>
<b>Doleritler</b> .....	5	<b>1368</b>	<b>973</b>	<b>181-2874</b>
<b>Bazaltlar</b> .....	6	<b>3352</b>	<b>718</b>	<b>1997-3966</b>
<b>Rodinit damarları</b> .....	2	<b>Eser</b>	—	—

Dört serpantinit numunesi üzerinde stronsiyum muhteviyatlarını tespit için araştırma yapılmış ve bunlardan ikisinde bu elementin eser miktarda zuhur ettiği anlaşılmıştır. Geri kalan numunelerden biri serpantin-sediment kontaktından alınmış olup, 1034 ppm lik bir stronsiyum konsantrasyonu gösterir. Diğer numune serpantin-gabro kontaktından alınmış olup, 11 ppm lik bir stronsiyum ihtiva eder. İlk numunedeki yüksek stronsiyum değeri şüphesiz serpantin içinde mevcut kalkerli konglomeratik bir maddenin varlığından ileri gelmektedir, ikinci numunedeki stronsiyum miktarından 4 ppm lik bir genel ortalama değeri elde edilir ve bu değer Wedehpohl (1963) tarafından ileri sürülen 1 ppm lik ultrabazik kayalara ait ortalama değerle mukayese edilebilirler. Mamafih, bu değer Wyllie (1967) tarafından ileri sürülen 20 ppm lik ortalama değerinin altındadır.

Stronsiyum, bu çalışmada bahsedilen iki piroksenit numunesinde eser miktarda zuhur eder.

Gabroik kayalar ihtiva ettikleri stronsiyum muhteviyatına göre üç gruba ayrılırlar:

1. 6612 ppm lik bir stronsiyum ihtiva eden porfiritik-gabro numunesi.
2. 2159-5628 ppm arasında stronsiyum ihtiva eden iki adet pegmatitik gabro numunesi.
3. 30-553 ppm arasında stronsiyum ihtiva eden dört adet ortadan iri dereceli taneliye doğru değişen gabro numunesi.

Üçüncü gruptaki gabroların stronsiyum konsantrasyonu Skaergaard intruziyonundaki gabroların stronsiyum değeri olan 700 ppm ile mukayese edilebileceği

halde, bir ve ikinci gruptaki gabroik kayalar Skaergaard değerlerinin çok üzerindedirler. Heier (*in* Wager & Mitchell 1962), Plajiyoklazların oligoklazlabradorit serisi içinde 898-1130 ppm arasında değişen yüksek stronsiyum değerlerine haiz olduğunu keşfetmiştir. Bu yönden birinci ve ikinci gruba ait gabrolarda yüksek stronsiyum muhteviyatı, bu kayalardaki plajiyoklazın oligoklaz-labradorit menşeli olduğuna işaret eder. Bu husus, bu kayaların petrografik etütlerinden elde edilen verilerle de hemfikirdir (Arda, 1970, s. 130).

Bazaltik kayaların stronsiyum muhteviyatlarına ait literatürden alınan en yeni değerler aşağıda belirtilmiştir:

- 440 ppm, Faura ve Harley (1963) tarafından;
- 440 ppm, Vinogradov (1962) tarafından;
- 465 ppm, Turekian ve Wedehpohl (1961) tarafından;
- 64-220 ppm, Cann (1969) tarafından, Carlsberg Ridge'deki spilitik kayalarda;
- 544 ppm, M. Prinz (1967) tarafından bazaltik kayalara ait bir aritmetik ortalama olarak.

Bu çalışmadaki doleritik kayaların stronsiyum varyasyonu 181-2874 ppm arasında değişir ve bu değerlerin standart deviasyonundan 881-1854 ppm lik bir varyasyon elde edilir. Bazaltik kayaların stronsiyum konsantrasyonu 1997-3966 ppm arasında değişir ve bu değişimin standart deviasyonundan 2998-3716 ppm arasında değerler elde edilir. Bu çalışmada bahsi geçen bazalt ve doleritlerdeki stronsiyum konsantrasyonu yukarıdaki çeşitli araştırmacılar tarafından verilen değerlerin çok üzerindedir. Stronsiyum bazaltik kayalardaki Kalsiyumca-zengin minerallerinin bünyesinde toplanmıştır; meselâ, plajiyoklaz, klinopiroksen, K ihtiva eden mineraler (K-feldispatlar, feldispatoitler gibi; M. Prinz, 1967 ve Goldschmidt, 1954). Dolerit ve bazaltlardaki yüksek stronsiyum konsantrasyonu aşağıdaki özelliklerle izah edilebilirler:

a) K-feldispatların varlığı. Meselâ, bu mineral doleritlerin normatif kompozisyonunda % 0.18-3.84 arasında, bazaltlarda % 5-9 arasında değişen yüzdelerde mevcuttur.

b) Numune hazırlanması sırasında kayacın tozunun iyi homojenize edilmemesi, bazı sert minerallerin çok iyi ezilmemesi gibi faktörler bazı hatalı neticelerin husule gelmesine sebep olabilirler.

Üç bazalt numunesine ait Rb/Sr oranları 0.01-0.002 arasında değişir. Bu katsayılar Prinz (1967) tarafından bazaltik kayalar için verilen katsayıların hiç biri ile anlaşmamaktadır.

## 7. Zirkonyum değerleri

<i>Kayaç tipi</i>	<i>Numune adedi</i>	<i>Ortalama (ppm)</i>	<i>Standart deviasyon</i>	<i>Varyasyon (ppm)</i>
Serpantinler.....	5	Eser	—	—
Piroksenitler.....	2	Eser	—	—
Gabrolar.....	5	408	651	1 - 1544
Doleritler.....	5	561	828	137 - 2041
Bazaltlar.....	5	1427	292	1133 - 1915
Rodinjit damarları.....	2	Eser	—	—

Zirkonyum serpantin ve piroksenitlerde eser miktarda zuhur eder.

Aşağıda belirtildiği veçhile gabroik kayaçlar zirkonyum muhteviyatlarına göre üç gruba ayrılırlar:

1. 1554 ppm lik zirkonyum ihtiva eden porfirik-gabro numunesi.
2. 101-376 ppm arasında zirkonyum ihtiva eden iki adet pegmatitik gabro numunesi.
3. 1-22 ppm lik zirkonyum ihtiva eden iki adet orta ve iri taneli gabro numunesi.

Yalnızca yukarıdaki üçüncü gruba giren gabroların Zr muhteviyatı, Skaergaard intruzyonundan alınan 30-40 ppm arasında zirkonyum ihtiva eden hipersten-olivin gabrolarla mukayese edilebilirler. Wilkinson (1959) zirkonyumun ilk ve orta dife-ransiyasyon safhalarındaki piroksenlerin bünyesine girdiğini ve magmanın son dife-ransiyasyon safhasında arttığını kaydeder. Cornwall ve Rose (1957) piroksenlerin granofir ve pegmatit safhasındaki zirkonyum muhteviyatının önemli miktarda arttığını kaydeder. Bilhassa son ifade edilen görüş, yukarıda (1) ve (2) gabro grupla-rında müşahede edilen yüksek zirkonyum muhteviyatını izah edebilir.

Literatürden alınan bazaltik kayaçların zirkonyum muhteviyatına dair en yeni veriler aşağıdadır :

- 110 ppm, Vinogradov (1962);
- 140 ppm, Turekian ve Wedehpohl (1961) ;
- 110 ppm Degenhardt (1957);
- 96-220 ppm, arasında Cann (1969) ;
- 116 ppm lik bir aritmetik ortalama M. Prinz (1967) tarafından.

Bu çalışmadaki doleritik kayaçların zirkonyum muhteviyatı 137-2041 ppm arasında değişmekte olup, bu değerlerin standart deviasyonu 147-975 ppm arasında değerler verir. Bazaltik kayaçların zirkonyum varyasyonu 1133-1915 ppm arasında değişir ve bu değişimin standart deviasyonundan 1281-1573 ppm lik değerler elde edilir. Bu bahsedilen değerler literatürden alınan değerlerle mukayese edildiğinde, doleritlerdeki zirkonyum konsantrasyonu Cann (1969) ve diğerlerinin değerleriyle kısmen anlaştığı halde, bazaltlardaki zirkonyum miktarının literatürden alınan de-ğerlerden yüksek olduğu ortaya çıkmaktadır. Feldispat, olivin, ilmenit ve manyetitler genellikle zirkonyum ihtiva etmezler (M. Prinz, 1967). Apatit, zirkon kristalle-riyle zenginleştiği için önemli miktarda zirkonyum ihtiva eder ve kifayetli derecede homojenize olmamış numuneler, kısmen hatalı neticeler verebilir. Doleritlerin nor-matif kompozisyonundaki apatit yüzdesi % 0.07-0.19 arasında ve bazaltlarda ise bu yüzde, % 1.2-1.4 arasında olduğu için bu kayaçların istisnaî derecede yüksek stronsiyum muhteviyatları yukarıda belirtilen faktörlerle izah edilebilir.

#### IV. NETİCELER

1. Serpantinitik kayaçların krom ve nikel konsantrasyonları bu kayaçların magmatik orijinli olduğunu, dolomit ve kireçtaşlarından husule gelmediğini ortaya koyar (Faust ve Fahey, 1962). Bu karakter serpantinik kayaçların kimyasal etütle-riyle de teyit edilmiştir (Arda, 1970, s. 153).

2. Doleritik ve bazaltik kayaçların nikel konsantrasyonu gabroik kayaçlara nispeten daha azdır. Bu husus, Wager ve Mitchell (1951) ve Lundegardh tarafından

açıklandığı üzere dolerit ve bazaltların, gabroik kayalardan sonraki bir diferansiyasyon safhasına ait olduğunu ortaya koyar. Her ne kadar bazalt numuneleri farklı bir stratigrafik seviyeden alınmışlarsa da, yukarıda bahsedilen özellik bu kayaların kimyasal çalışmasından elde edilen değişim diyagramlarından da ortaya çıkmaktadır (Arda, 1970, s. 167).

3. Doleritik kayalara ait Cr/Ni oranı 2.04 olup, aynı oran bazaltik kayalar için 4.03 tür. İlk oran Prinz (1967) tarafından toleitik kayalar için verilen 2.06 lık oranla anlaşılmaktadır.

4. Gabro-dolerit grubu ve bazaltik kayaların vanadyum muhteviyatları arasında mevcut olan istatistik değişim, ilk bahsedilen kayaların magmada orta safha fraksiyonuna, en son sözü geçen kayaların ise, son safha fraksiyonuna tekabül ettiğini gösterir (Wager ve Mitchell, 1951 ve M. Prinz, 1967). Yukarıda, netice (2) de belirtildiği veçhile, doleritlerin nikel muhteviyatları sebebiyle gabrolardan sonraki bir diferansiyasyon safhasına tekabül etmesi yüzünden gabroların, netice (4) e göre, magmanın orta safha fraksiyonuna, doleritlerin orta-geç safha fraksiyonuna ve nihayet bazaltların son safha fraksiyonuna işaret ettiği ileri sürülebilir.

5. Gabroik kayaların yüksek vanadyum konsantrasyonu Plajiyoklazların labradoritik bir kompozisyonda olmamalarıyla izah edilmiştir (Heier, 1962). Bazaltik ve doleritik kayalardaki yüksek stronsiyum konsantrasyonu bu kayaların normatif kompozisyonunda önemli miktarda K-feldispatların mevcut olmasıyla izah edilebilir.

6. Gabroik kayaların zirkonyum muhteviyatları, Cornwall ve Rose'un (1957) belirttiği gibi, bu kayaların pegmatitik ve porfirik bir oluşmada olmasıyla izah edilebilir. Bu elemanın doleritik kayalarda çok yüksek bir konsantrasyonda olmasında aşağıdaki faktörlerin rol oynadığı düşünülmüştür.

- a. Bu kayaların normatif kompozisyonunda önemli miktarlarda apatit mineralinin mevcudiyeti.
- b. Numune hazırlanması sırasında toz halindeki numunenin iyi homojenize edilmemesi.

7. Serpantinit-piroksenit, serpantinit-gabro kontaktlarına çok yakın mesafelerden alınmış serpantin numuneleri diğer serpantinitlere nazaran daha az konsantrasyonlarda nikel ve krom ihtiva ederler. Aynı zamanda gabro-serpantin kontaktlarından 2-3 cm uzaktan alınmış serpantin numuneleri çok yüksek konsantrasyonlarda vanadyum ihtiva ederler. Bu karakterler, serpantinit ve diğer bazik kayalar arasında mevcut bir metasomatik olay neticesinde husule gelebilir.

*Neşre venildiği tarih, 31 aralık 1970*

## B İ B L İ Y O G R A F Y A

- ARDA, O. (1970): The geology and petrology of the Northern Amanos Mountains in Southern Turkey. *Ph. D. Tezi, Sheffield University, England.*
- CANN, J.R. (1969) : Spilites from the Carlsberg Ridge, Indian Ocean. *Journal of Petrology*, vol. 10, part I, pp. 1-19.
- CORNWALL & ROSE (1957) : *in* PRINZ, M., 1968, Geochemistry of basaltic rocks, etc.
- DEGENHARDT (1957) : *İbid.*

- EDEL'SHTEİN (1963) : in WYLLIE, P., 1967-68, Ultramafic and related rocks.
- FAİRBAİRN (1953) : in PRİNZ, M., 1968, Geochemistry of basaltic rocks, etc.
- FAURA & HURLEY (1963) : *Ibid.*
- FAUST, G.T. & FAHEY, J.J. (1962): The Serpentine group minerals. *U.S. Geol. Survey Prof. Paper* 384-A.
- GOLDSCMIDT, V.M. (1954): Geochemistry, p. 549, *Oxford Univ. Press*, London.
- HEİER (1962) : in PRİNZ, M., 1968, Geochemistry of basaltic rocks, etc.
- HESS, H.H. & OTALORA, G. (1964): Mineralogical and chemical Composition of the Mayaguez Serpentine cores. *Nar. Acad. Sci. America, Nat. Research Council Publ.* 1188.
- LUNDEGARDH (1947): in WAGER, L.R. & MITCHELL, R.L., 1951, The distribution of trace elements during Strong fractionation of basic magma, etc.
- PRİNZ, M. (1968): Geochemistry of basaltic rocks: Trace elements, in Basalts, vol. I, pp. 271-323, *Hess & Poldervaart, J. Wiley*, New York.
- STORM & HOLLAND (1967): in PRİNZ, M., 1968, Geochemistry of basaltic rocks, etc.
- STUEBER & GOLES (1967): Abundances of Na, Mn, Cr, Sc, and Co in ultramafic rocks. *Geochimica et Cosmochimica*, vol. 31, pp. 75-93.
- TUREKİAN, K.K. & WEDEHPOHL, K.K. (1961): Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. *Geol. Soc. America Bull.*, 72, pp. 175-192.
- & CARR (1963) : in PRİNZ, M., 1968, Geochemistry of basaltic rocks, etc.
- TUREKİAN (1963): in WYLLIE, P., 1967-68, Ultramafic and related rocks.
- VİNOGRADOV, A.P. (1962) : Average contents of chemical elements in the principal types of igneous rocks of the earth's crust. *Geochemistry*, 7, pp. 641-664.
- WAGER, L.R. & MITCHELL, R.L. (1951): The distribution of trace elements during Strong fractionation of basic magma—A further study of the Skaergaard intrusion, East Greenland, *Geochim. et Cosmochim. Acta*, vol. I.
- WEDEHPOHL (1963): in WYLLIE, P., 1967-68, Ultramafic and related rocks.
- WILKINSON (1959): in PRİNZ, M., 1968, Geochemistry of basaltic rocks, etc.
- WYLLIE, P. (1967-68) : Ultramafic and related rocks. *Wiley*, New York.