

## Rapakivi Granitlerinin Jeolojisi, Petrografisi ve Petrolojisi; Finlandiya Rapakivi Granitleri

*Geology, Petrography and Petrology of the Rapakivi Granites; The Rapakivi Granites of Finland*

**'Mehmet ARSLAN,<sup>2</sup>Zafer ASLAN**

*<sup>1</sup>KTÜMüh. Mim. Fak. Jeoloji Müh. Böl, 61080 Trabzon, (e-posta: [marslan@ktu.edu.tr](mailto:marslan@ktu.edu.tr))*

*<sup>2</sup>KTÜ Gümüşhane Müh. Fak. Jeoloji Müh. Böl, 29020 Gümüşhane, (e~posta: [aslan@ktu.edu.tr](mailto:aslan@ktu.edu.tr))*

### ÖZ

İri alkali feldispatm plajiyoklas tarafından çevrelenmesiyle oluşan dokuyu gösteren granitler "Rapakivi Granitleri" olarak adlandırılmaktadır. Çoğunlukla Proterozoyik (1.8-1.0 milyar yıl) yaşlı olan rapakivi granitleri, Ukrayna, Baltık ülkeleri, güney Grönland, orta-kıtasal ve batı ABD, Venezüella, Brezilya, Bostwana ve diğer birçok Prekambriyen kalkanında bulunmakla birlikte Güney Finlandiya tip bölge olarak kabul edilmektedir. Rapakivi granitleri sığ seviye, çok fazlı batolitleri ve stokları şeklinde olup, 10 km'den daha az kalınlıkta yatay levhasal kütleler şeklindedir. Rapakivi granitlerinin magmatik birlikteliği bimodal olup mafik üyeler; diyabaz daykları, gabroyidler ve anortozitler; felsik üyeler ise A-tipi granitler, siyenitler ve riyolitlerdir. En yaşlı rapakivi granitleri genelde hornblend-biyotit granitlerden, daha genç olanlar ise topazlı alkali feldispat granitlerden oluşmaktadır. Plajiyoklas (andezin veya oligoklas), ortoklas, mikroklin, kuvars, hornblend ve biyotit gibi ana minerallerin yanında flüorit, anataz, zirkon ve ilmenit aksesuar mineral olarak bulunur.

Rapakivi granitler, genellikle metalümin veya kenar zonlarında az derecede peralümin kayaçlar olup, yüksek Fe/(Fe+Mg) oranına sahiptirler. Levha içi granitleri ve A-tipi granitlerinin kimyasal özelliklerini gösteren rapakivi granitleri yüksek K ve Na içermektedir. Ayrıca Si, K, F, Rb, Ga, Zr, Hf, Th, U, Zn ve NTE içerikleri ile K/Na, Ga/Al, Fe/Mg oranları granitik kayaçlardan daha yüksek, Ca, Mg, Al, P ve Sr içerikleri ise daha düşüktür. Finlandiya'daki rapakivi granitlerinin oluşumu mafik magmanın kıta kabuğu altına yerleşmesi (underplating) modeliyle açıklanmaktadır. Buna göre, mantodan türeyen mafik magmalar manto-kabuk sınırında alt kabuğa yerleşerek kabuğun yoğun bir şekilde kısmi ergimesine neden olarak rapakivi granitlerini oluşmaktadır. Rapakivi granitlerinin tektonik ortamları, bimodal magmatik birliktelikleri, jeokimya ve izotop bileşimleri mafik magmanın kıta kabuğu altına yerleşmesi modeli ile çok iyi açıklanabilmesine rağmen mantonun kısmi ergimesinin nedeni büyük ölçüde tartışmalıdır.

**Anahtar Sözcükler:** A-tipi granit, Finlandiya, Jeokimya, Magma karışımı, Metalümin, Rapakivi graniti.

### ABSTRACT

*The granites showing textures of plagioclase-mantled alkali feldspar megacryst are known as "Rapakivi Granites". Rapakivi granites are generally Proterozoic (1.8 to 1.0 Ga) in age, and*

*Southern Finland is the type area of the rapakivi granites although they are present in Ukraine, the Baltic countries, South Greenland, mid-continental and western USA, Venezuela, Brazil, Botswana and several other Precambrian shield areas. Rapakivi granites are shallow level, multi-phased batholiths and stocks, having less than 10 km thick horizontal sheet-like bodies. The magmatic association of rapakivi granites is bimodal. The mafic members are represented by diabase dykes, gabbroids and anorthosites and the felsic members by A-type granites, syenites and rhyolites. The oldest rapakivi granites are generally hornblende-biotite granites whereas the youngest ones are topaz-bearing alkali feldspar granites. In these rocks, plagioclase (andesine or oligoclase), orthoclase, microcline, quartz, hornblende and biotite are present as well as accessory fluorite, anatase, zircon and ilmenite.*

*The rapakivi granites are generally metaluminous or marginally peraluminous rocks, and have high Fe/(Fe+Mg). They show chemical characteristics of within-plate granites and A-type granites, and have high K and Na contents. Furthermore, they have higher Si, K, Rb, Ga, Zr, Hf, Th, U, Zn and REE contents and K/Na, Ga/Al, Fe/Mg ratios, and lower Ca, Mg, Al, P and Sr abundances than granite rocks in general. The formation of rapakivi granites of Finland can best be interpreted by the mafic under-plate model. Mantle-derived mafic magmas intruded at the mantle-crust boundary and into lower crust, and caused extensive partial melting of the deep crust, thus forming the rapakivi granites. The tectonic settings, bimodal magmatic association, geochemistry and isotope geology of the rapakivi granites can best be explained by mafic underplating, but the reason for the mantle melting remains largely open.*

**Key Words:** *A-type granite, Finland, Geochemistry, Magma mixing, Metaluminous, Rapakivi granite.*

## GİRİŞ

K"Rapakivi graniti" ve rapakivi dokusu" terimleri uluslararası jeoloji literatürüne J.J. Sederholm (1891) tarafından tanıtılmıştır. O zamandan beri benzer granitler farklı kıtalarda çok sayıda Prekambriyen kratonik alanda tanımlanmakla beraber güney Finlandiya'daki rapakivi granitleri tip bölge olarak kabul edilmektedir. Granitik kayaçların tanımlanmasında ve sınıflandırılmasında önemli bir yer tutan rapakivi granitleri dünyada oldukça geniş bir yayılım alanına sahiptir. Türkiye'de ise rapakivi graniti bulunmamasına

rağmen rapakivi dokusu gösteren granitik kayaçlar (örneğin, Akdağmadeni Ortaköy, Sivrihisar Kaymaz granitleri gibi) mevcuttur. Dolayısıyla rapakivi granitlerinin petrografisi, petrolojisi ve oluşum mekanizmasının ayrıntılı olarak bilinmesi ülkemizdeki granitik kayaçlarla ilgili jeolojik problemlerin irdelenmesi bakımından önemlidir.

Rapakivi granitleri ve ilişkili kayaçların araştırılması ve korelasyonu amacıyla 1991 yılında "International Geological Correlation Programme" çerçevesinde IGCP-373 projesi başlatılmıştır. Altı yıllık bir faaliyet sonunda

(1991-1996), proje kapsamında yedi uluslararası sempozyum ve altı arazi gezisi düzenlenmiştir, International Geological Correlation Programme önderliğinde 2000 yılında Finlandiya'da yapılan "Rapakivi Granites and Associated Mineralization in Finland" konferansı ve arazi çalışmaları dahilinde elde edilen bilgi ve verilerin değerlendirilmesiyle bu çalışma hazırlanmıştır.

### ADLAMA VE TERMİNOLOJİ

"Rapakivi" terimi, genellikle iri ortoklas kristalinin plajiyoklas tarafından çevrelendiği büyük oval tanelerin (ovoidler) bulunmasıyla karakteristik olan granit türü için kullanılmaktadır (Le Maitre, 1989). Terimin literatürde ilk defa 1694 yılında kullanıldığı bilinmektedir. Fince kökenli olan "rapakivi" kelimesi, parçalanmış (disintegrated) veya ufalanmış (crumbly) kayaç anlamındadır ve bazı rapakivi granit tiplerinin kolayca ayrılması gerçeğinden esinlenmektedir (Şekil 1). Böylece kayaç, yüzey alterasyonu sonucu ince taneli matriksten ovoidlerin kolayca ayrılması ve ortaya çıkmasıyla parçalı-ufalanmış bir görünüm kazanır.

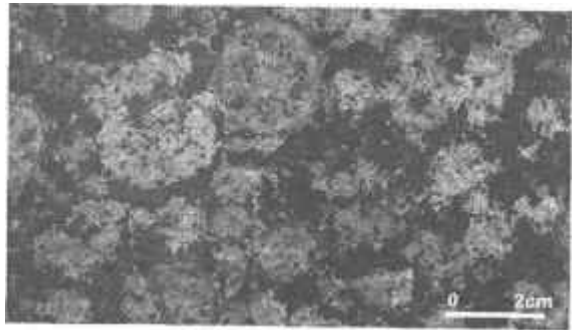


**Şekil 1.** Rapakivi graniti'nin ismini de aldığı Kotka (Finlandiya) yöresindeki parçalanmış görüntüsü.

**Figure 1.** Disintegrated view of the rapakivi granite from the Kokta (Finland) area.

Günümüzde "rapakivi" terimi, kayaçların yaşıyla sınırlandırılmamakta ve basit bir şekilde büyük batolitlerde rapakivi dokusu gösteren granit türlerinin bulunmasıyla karakteristik olan A-tipi granitler için kullanılmaktadır (Haapala ve Ramo, 1992; Ramo ve Haapala, 1995). A-tipi granit terimi, tipik olarak rift zonlarında ve duraylı kıtasal levhaların iç bölgelerinde oluşan granitik kayaçlar için kullanılan genel bir terimdir (Le Maitre, 1989). Yaygın olarak ön ek A, "anorojenik (orojenik olmayan)" için kullanılmıştır (Loiselle ve Wones, 1979) fakat Bowden (1985) aynı zamanda "anhydrous (susuz), alkalın, anorojenik, alüminli" anlamında da bu terimin kullanılabildiğine dikkat çekmiştir.

Rapakivi dokusunun kökeni büyük ölçüde tartışmalıdır, çünkü birincil magmatik mekanizma geç-safha magmatik ve subsolidus olaylarının ürünleriyle örtülebilmektedir. Bununla birlikte, ovoidal alkali feldspat megakristallerinin etrafında plajiyoklas zarfının oluşumu (Şekil 2).



**Şekil 2.** İri ovoidal alkali feldispatların etrafını plajiyoklasların sarmasıyla oluşan rapakivi dokusunun makro görüntüsü (Wiborgite batoliti, Finlandiya).

**Figure 2.** Macroscopic view of the rapakivi texture that ovoidal alkaline feldspars megacrysts are surrounded by plagioclase (from Wyborg batholite, Finland).

Magmadaki fizikokimyasal şartlardaki değişimlerle ilişkilidir. Bu değişimler alkali feldispatın yerine plajiyoklasın duraylı olmasına, alkali feldspat kristali üzerinde plajiyoklasın çekirdeklenmesine izin vermektedir. Deneysel çalışmalar ve petrografik gözlemler, bu dokunun gelişimi için iki farklı mekanizmaya işaret etmektedir;

1) Farklı bileşime sahip iki magmanın karışması (Hibbard, 1981; Wark ve Stimac, 1992),

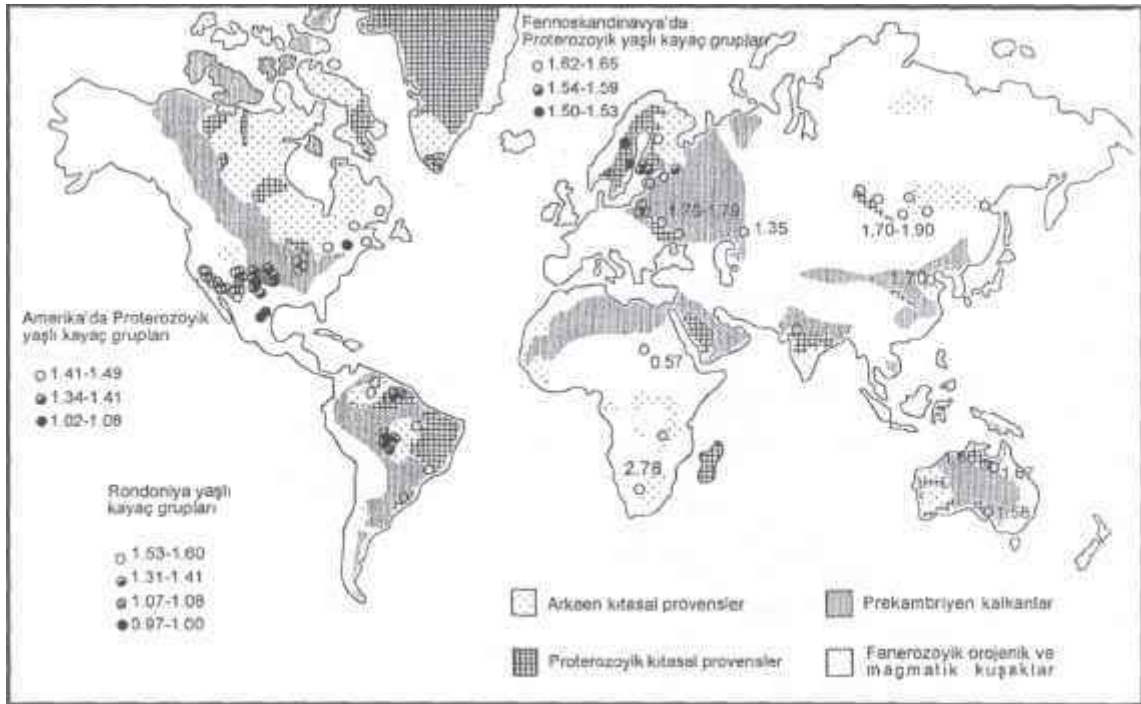
2) Sıcaklıkta küçük değişimlerle birlikte basınçta önemli düşüşlerin olduğu şartlar altında bir granitik ergiyiğin kristallenmesi (Nekvasil, 1991; Eklund ve Shebanov, 1999).

#### GENEL JEOLJİ VE YAYILIMLARI

Rapakivi granitleri 17. yüzyıldan beri İsveç

ve Finlandiya literatüründe yer almaktadır. Sederholm (1891), Finlandiya rapakivi granitlerinin, genellikle porfiritik, kuvars ve feldispatın iki jenerasyonunu içeren, erken evrede oluşan alkali feldispatın sık sık bir oligoklas-andezin zarfı ile çevrelenmiş ovoidal megakristaller şeklinde oluştuğu, potasyumca zengin granitlerin özel bir grubunu oluşturduğunu belirtmiştir.

Rapakivi granitleri, Ukrayna, Baltık ülkeleri, güney Grönland, orta-kıtasal ve batı ABD, Venezüella, Brezilya, Bostwana ve birçok diğer Prekambriyen kalkanında tanımlanmıştır (Şekil 3). Proterozoyik rapakivi granitleri ve ilişkili anortozitlerin oluşumu kıtasal kabuğun gelişiminde önemli bir tektonomagmatik olay veya dönem olarak ileri sürülmüştür (Emslie, 1978; Anderson, 1983).



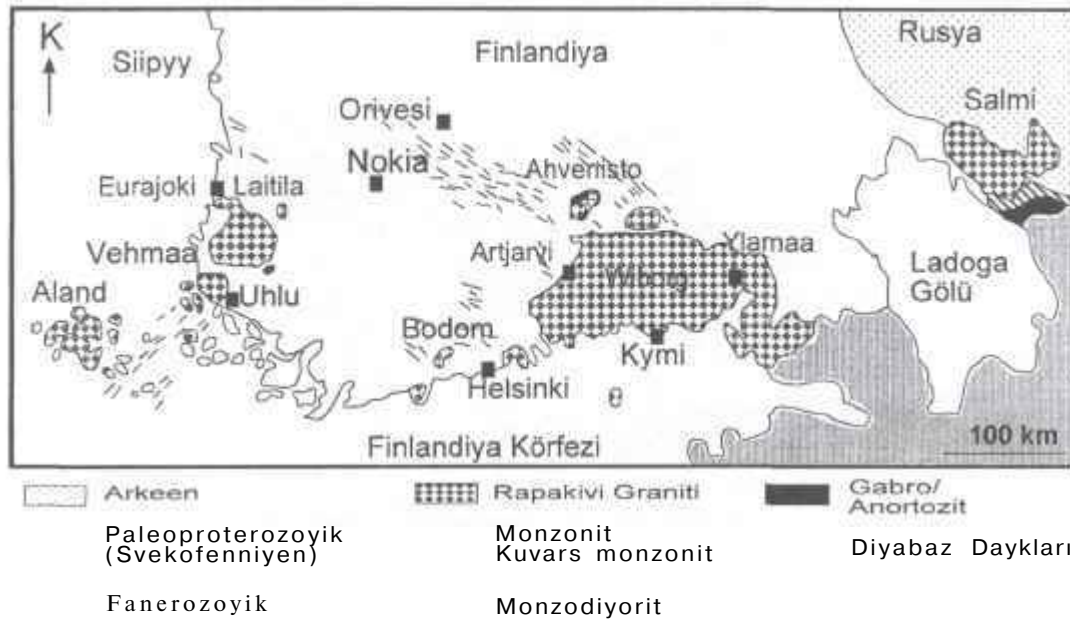
Şekil 3. Rapakivi granitlerinin dünya üzerindeki yayılımı (Ramo ve Haapala, 1996'dan).

Figure 3. Distribution of the rapakivi granites in the earth (from Ramo ve Haapala, 1996).

Rapakivi granitlerin çoğunluğu Proterozoyik (genellikle 1.8-1.0 Ga) yaşlıdır, fakat aynı zamanda bazı Arkeen ve Fanerozoyik yaşlı rapakivi granitler de bulunmaktadır. Farklı kalkanlardaki yaş grupları birbirleri ile kısmen örtüşmektedir. 1.54-1.58 Ga yaş grubu, Fenoskandiya (Salmi, Riga, Aland, Vehmaa, Laitila ve Nordinga batolitleri), Venezüella (Parguaza, Sucucucu ve Mucajai batolitleri) ve Rondonia (Serra da Providencia batoliti ve onun uyduları)'da, 1.31-1.41 milyar yıl ve 1.02-1.08 milyar yıl yaş grupları, Rondonia ve orta kıtasal-batı ABD'de bulunmaktadır. Fenoskandiyan rapakivi granitleri ve bunlarla ilişkili kayalar 1.54-1.65 milyar yıl yaşlı olup, çevresindeki orojenik Svekofenniyan kabuğundan yaklaşık 200-300 milyon yıl daha gençtirler (Haapala ve Ramo, 1992; Ramo ve Haapala, 1995). Güneydoğu

Fennoskandiya rapakivi granitleri, 1.75-1.77 milyar yıl yaşlı Ukrayna kalkını rapakivi granitlerinden daha gençtir. Güneydoğu Fennoskandiya rapakivi granitleri, Ladoga Gölü (Rusya)'ndan güneybatı Finlandiya'ya doğru uzanan yaklaşık doğu-batı uzanımlı bir kuşak boyunca, sığ seviye çok fazlı batolitleri ve stokları şeklinde yerleşmişlerdir. Jeofiziksel çalışmalar rapakivi batolitlerinin 10 km'den daha az kalınlığı olan yarı yatay levhasal kütleler şeklinde olduğunu göstermiştir (Haapala ve Ramo, 1992; Ramo ve Haapala, 1995)

Rapakivi komplekslerinin çevresinde Svekofenniyan kabuğunu kesen genelde BKB veya KB doğrultulu (güneybatı Finlandiya'da ise genelde KD doğrultulu) toleyitik diyabaz day toplulukları bulunmaktadır (Şekil 4).



**Şekil 4.** Güney Finlandiya'nın basitleştirilmiş jeoloji haritası ve rapakivi granitlerinin dağılımı (Ramo ve Haapala, 1996'dan).

*Figure 4. Simplified geological map and distribution of the South Finland rapakivi granites (from Ramo and Haapala, 1996).*

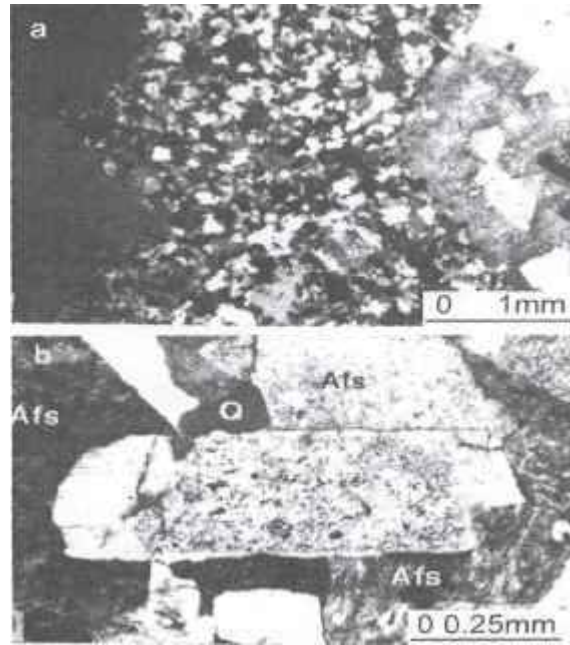
Diyabaz dayklarının radyometrik yaşları rapakivi granitleriyle uyumludur: güneydoğu Finlandiya'da 1.63-1.66 milyar yıl, güneybatı Finlandiya'da 1.58 milyar yıl. Fennoskandiyan rapakivi granitleri, genellikle ekstansiyonel tektonik rejimde yerleşmiş epizonal sokulum kompleksleri şeklinde oluşmuştur. Rapakivi granitlerinin magmatik birlikteliği bimodaldır (mafik-felsik). Mafik üyeler, diyabaz daykları, gabroidler ve anortozitlerle, felsik üyeler ise A-tipi granitler, siyenitler ve riyolitlerle (kuvars-feldspat porfirler) temsil edilirler. Mafik ve felsik magmalar arasında magma karışımı (mixing) ve karışığı (mingling) bir çok yörede tanımlanmakta ve lokal olarak hibrid rtaç (ör: monzodiyorit) üyeler üretmektedir Eklundvedig., 1994; Salonsaari, 1995). Mafik lutonik kayaların, rapakivi komplekslerinin aha alt bölümlerinde bol olduğu gözlenmektedir. Finlandiya'da rapakivi j granitler, beş büyük batolit (Salmi, Wiborg, Aland, Vehmaa ve Laitila) ve bir çok daha küçük batolit veya stok oluştururlar (Şekil 1). 15ü batolitler, sığ seviye, sub-kaldera i ompleksleri şeklinedirler.

Geniş hacimli, 1.64-1.65milyar yıl yaşlı mpakivi granitlerinin yerleşiminden sonra, güneydoğu Fennoskandiyanın temeli metamorfik olaylardan etkilenmemiştir. Az rriktardaki geç safha magmatik aktivite; Rusya'da Ladoga Gölü'nün kuzeydoğu kıyısında bulunan Jotnian kumtaşlarını kesen diyabaz daykları ve porfirleri ile, güneybatı Finlandiya'da ise Jotnian kumtaşıyla doldurulmuş grabenle ilişkili olan 1.26 milyar yıl yaşlı diyabaz dayklarını üreten Jotnian toleyitik bazaltlarının sokulumu ve lavlarıyla temsil edilmektedir. Son yıllardaki sismik

çalışmalar, rapakivi granitleri ve diyabaz dayk kümelerinin, göreceli olarak düşük kıtasal kabuğun doğu-batı uzanımlı kuşağında yerleştiğini ortaya koymuştur (Haapala ve Ramo, 1992; Ramo ve Haapala, 1995).

#### PETROGRAFI VE JEOKİMYA

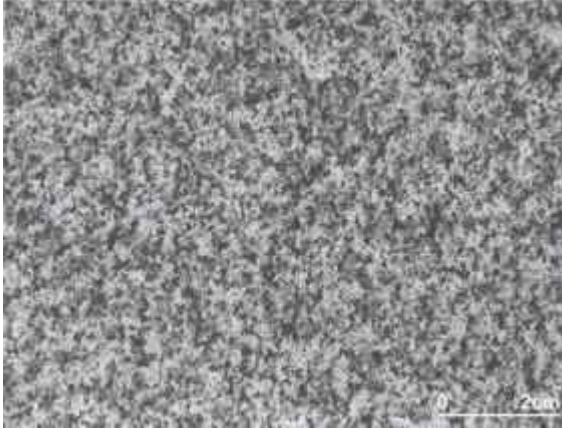
Geleneksel olarak hala yaygın biçimde kullanılan terminoloji, rapakivi granitlerinin çeşitli petrografik türlerini ayırt etmektedir. Rapakivi komplekslerinin en mafik (ve genellikle en erken oluşan) granitik kayaları fayalit içeren hornblend-biyotit granitler olup, bunlar eş-taneli (Trilit, Tarkki graniti) veya ovoidal alkali feldspat mega kristallerinin plajiyoklasla çevrelendiği porfiritik dokuda olabilmektedir (Şekil 5a ve b).



**Şekil 5.** Porfiritik topaz granit (a), albiti çevreleyen alkali feldispatlar(b) (Afs: Alkali feldispat, Q: Kuvars) (Haapala, 1997'den).

**Figure 5.** Porphyritic topaz granite (a), albite surrounded by alkaline feldspars (b) (Afs: Alkaline feldspar, Q: Quartz) (from Haapala, 1997).

Wiborgite (alkali feldispat ovoidleri plajiyoklasla çevrelenmiş hornblend-biyotit granit) ve Pyterlíte (çoğu alkali feldispat ovoidlerin plajiyoklasla çevrelenmediği biyotit veya biyotit-hornblend granit) büyük batolitlerde hakim olan granit türleridir, fakat çok sayıda küçük plütonlarda bunlar ikinci derecede bulunurlar veya yoktur. Eş taneli veya porfiritik biyotit granitler genellikle hornblendli granitleri kesmektedir. Çoğu rapakivi komplekslerinde son sokulum fazı, koyu renkli bileşen olarak sadece siderofillit (< %5) içeren topazlı alkali feldspat granittir (Reidervediğ., 1996) (Şekil 6).



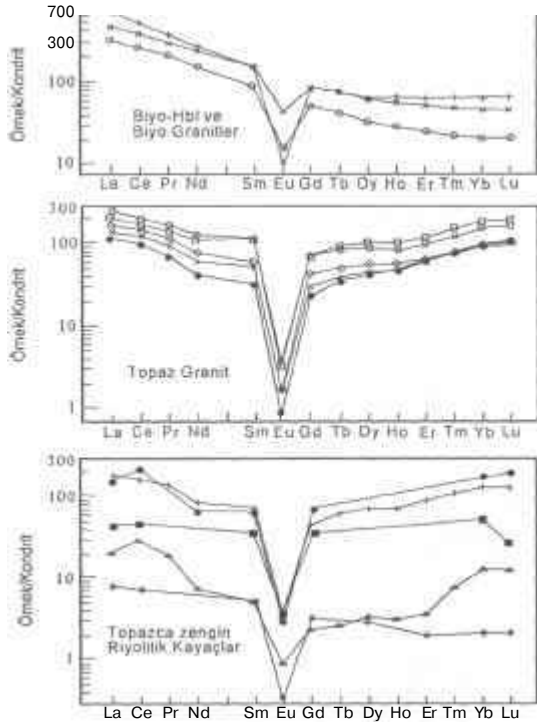
**Şekil 6.** Topaz granitin makro görüntüsü.  
**Figure 6.** Macroscopic view of topaz granite.

Ferromagnezyen silikatlar (biyotit, hornblend, fayalit) oldukça yüksek Fe/(Fe+Mg) içerirler. Plajiyoklas, rapakivi granitlerinde genellikle andezin veya oligoklas, topaz granitlerde ise albitbileşimindedir. Alkali feldispat, erken ve ana sokulum fazlarında kötü düzenlenmiş olmasına rağmen geç safha granitlerinde mikrokline yakındır (Vorma, 1971; Haapala, 1977). Tüm rapakivi granitlerinde flüorit, anataz, zirkon ve ilmenit tipik aksesuar minerallerdir. Daha mafik

granitlerde apatit yaygın aksesuar mineral olup, bunlarda kuvars, fayalit ve magnetitin bulunması granitlerin oluşumu esnasında düşük oksijen iügasitesine işaret etmektedir. Finlandiya rapakivi granitlerinde ilmenit magnetitten daha yaygın olarak bulunduğundan, bunlar Ishihara'nın ilmenit serisine aittirler. Miarolitik boşluklar, zayıf subsolidus reaksiyonlar, hornblend ve biyotitin geç kristalleşmesinin nadir oluşu, rapakivi granitlerin genel olarak su açığı olan magmalardan kristallendiğine işaret etmektedir. Sadece geç-safha granit magmaları suya doygunur. Topaz granitler, tipik aksesuar mineral olarak monazit, bastnasit, ksenotim, Nb ve Ta'ca zengin kasiterit, kolumbit ve torit içermektedir (Haapala ve Ramo, 1990; Ramo, 1991).

Eurajoki rapakivi graniti ve riyolitik dayklarına ait tüm-kayaç kimyasal analizleri Çizelge 1 ve 2'de verilmiştir. Rapakivi granitler, genellikle metalümin veya kenar zonlarında, özellikle geç safha rapakivi granitlerinde az derecede peralümin karakterli ve yüksek Fe/(Fe+Mg) içeriğine sahip olup, A-tipi granitler ve levha içi granitlerinin kimyasal karakteristiklerini yansıtırlar. Rapakivi granitler, alkalın granitlere de geçiş göstermekte (yüksek K ve Na içermekte) fakat güneydoğu Fennoskandiyan sokulumlarında alkalın granitlere rastlanılmamaktadır. Bununla beraber, Suomenniemi batolitinde az yayımlı peralkalinhipersolvus sokulum fazı (egirin-ojit alkali feldspat siyenit) bulunmaktadır (Ramo, 1991). Pearce ve diğ. (1984)'nin tektonomagmatik diyagramlarında, güneydoğu Fennoskandiyan rapakivi granitleri, bunlarla ilişkili felsik dayklar ve alkali feldispat

siyenitler, hemen hemen bütünüyle levha-içi granitleri alanında yer almaktadırlar (Haapala ve Ramo, 1990; Ramo, 1991). Yüksek Ga/Al oranları (10.000\*Ga/Al değeri genellikle 3 den 4 kadar değişmekte) ile Whalen ve diğ. (1987)'nin ayırtman diyagramında A-tipi granitler olarak ayrılmaktadır. Bunlar, genel granitik kayalardan daha yüksek Si, K, F, Rb, Ga, Zr, Hf, Th, U, Zn ve NTE (Eu hariç) içerikleri, K/Na, Ga/Al, Fe/Mg oranları ve daha düşük Ca, Mg, Al, P ve Sr içeriklerine sahiptirler (Vorma, 1976; Haapala, 1977; Ramo, 1991) (Şekil 7). Wiborgitik granit türleri, %65-70 SiO<sub>2</sub> ve %1.7-3.1 CaO içeren biyotit-hornblend granitler, tipik pyterlitler ise %75-77 SiO<sub>2</sub> ve %0.8-1.0 CaO içeren biyotit granitlerdir.



Şekil 7. Eurajoki stoğundaki granit ve riyolitik dayklara ait nadir toprak element dağılımları (Haapala, 1997'den)..

Figure 7. Kare earth element spider diagrams of Eurajoki granite and rhyolite dayks (from Haapala, 1997).

Rapakivi granit komplekslerinin en genç sukulum fazlarını oluşturan topazlı alkali feldspat granitler, normal rapakivi granitlerinden farklılık göstermekte olup, Fanerozoik kalay granitlerinin jeokimyasal özelliklerini gösterirler; anormal derecede yüksek Sn (100 ppm'e kadar), Li, Rb (1000 ppm'e kadar), Ga (60 ppm'e kadar), Nb ve F (%1.5'a kadar), düşük Ba (<100 ppm), Sr (10 ppm), Ti ve Zr içerikleri, K/Na oranı, kuvvetli negatif Eu anomalisi ile temsil olunan düz bir nadir toprak element dağılımı (Haapala, 1977, 1988 ve 1997). Topaz granitleriyle ilişkili, Sn-Be-W-Zn'lu grayzen ve kuvars damarları bulunmaktadır (Eurajoki, Kymi, Ahvenisto, Artjarvi). Skarn tipi Sn-polimetallik yatakları, Salmi batolitinin topaz granitleriyle ilişkilidir (Amelin ve diğ., 1991).

## JEOTEKTONİK ORTAM VE PETROJENEZ

Rapakivi granitleri, tek bir rapakivi olayından ziyade Geç Arkeen'den Tersiyere kadar devam eden çeşitli çok sayıda magmatik olaylarla oluşmuştur. Fakat rapakivi magmatizması, 1.0 ve 1.8 milyar yıl arasında en büyük hacimlerde gelişmiştir. Başarısız riftleşme, çoğu anorojenik granit topluluklarının tektonik ortamı olarak ileri sürülmektedir. Rapakivi magmatizması sırasında ekstansiyonel jeotektonik ortamın varlığına işaret eden deliller; rapakivi-yaşlı genel olarak KB doğrultulu (Aland arhipelago'da KD-doğrultulu) diyabaz ve porfiri dayklarının yoğun bir şekilde yarı paralel kümelenmeleri (Haapala ve Ramo, 1990), graben yapıları (Haapala, 1988), listrik faylar (Korja ve Heikkinen, 1995) ve rapakivi



granitlerinin bulunduğu yörelerde kabuğun özellikle de alt kabuğun incelenmesi (Luosto, 1991, 1997; Haapala ve Ramo, 1992). Aynı zamanda 1.7 milyar yıl yaşlı Shachang rapakivi kompleksleri (Beijing, Çin), düzenli graben yapıları ve incelenmiş kabukla ilişkilidirler (Yu ve diğ., 1996). Fennoskandiya'da olduğu gibi benzer yapısal özellikler ve magmatik birliktelikler, rapakivi granitlerinin Miyosen ekstansiyonuyla ilişkili olduğu güney-batı kuzey Amerikanın Basin ve Range Provensi'nde bilinmektedir (Haapala ve diğ., 1995; Calzia ve Ramo, 1997). İsveç'in 1.68-1.70 milyar yıl yaşlı Dala granitoidleri kompresiyondan ekstansiyonel tektonik rejime geçişi temsil etmektedir. 1.79 milyar yıl yaşındaki Jarna granitoidleri, yitim ilişkili Svekofenniyen magmatizmasının son, post-orojenik ürünlerini, 1.68-1.70 milyar yıl yaşlı Siljan ve Garberg granitleri ise duraylı kraton içinde gelişen ekstansiyonel magmatizmanın ilk ürünlerini temsil ederken, bunları 1.5 milyar yıl yaşlı rapakivi granitlerinin oluşumu takip etmiştir (Ahi ve diğ., 1999). Yaş, magmatik birliktelik, petrografi ve jeokimya açısından Jarna granitoidleri güney Finlandiya'nın post-orojenik (post-kinematik) granitoidlerine benzemektedir (Nurmi ve Haapala, 1986).

Fennoskandiyan rapakivi granitleri ve bunlarla ilişkili kayalar (diyabaz ve porfiri dayklar, grabroyidler, anortozitler) üç yaş grubuna bölünmektedir (Lindh ve Johansson, 1996; Ahi ve diğ., 1997).

1.62-1.65 milyar yıl, Finlandiya ve Estonya'da Wiborg batoliti ve onun uyduları,

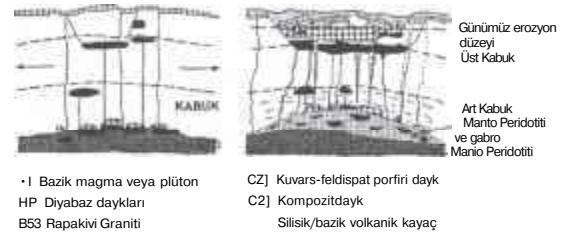
1.54-1.59 milyar yıl, Rusya Karelia'sında Salmi batoliti ve onun uyduları,

1.5-1.53 milyar yıl, Orta İsveç'in Ragunda

ve diğer rapakivi kompleksleri.

Bimodal rapakivi magmatizması, hem manto kökenli mafik ve hem de kabuk kökenli felsik magmaları içermektedir. Ramo (1991)'nin izotopik ve jeokimyasal modellemelerine göre Finlandiya rapakivi granitlerinin kaynağı Svekofenniyen Palaeoproterozoyik felsik-ortaç bileşimli kabuktur. Salmi rapakivi granitinin ana magma kökeni Arkeen kaynak bileşenine sahiptir.

Finlandiya rapakivi granitlerinin oluşumu en iyi mafik magmanın kabuk altına yerleşim modeliyle açıklanmaktadır. Buna göre, mantodan türeyen mafik magmalar manto-kabuk sınırında ve alt kabuğa yakın yerleşerek kabuğun yoğun bir şekilde kısmi ergimesine neden olmuş ve rapakivi granitlerinin ana magmasını oluşturmuştur. Bu olaylar, ekstansiyonel levha-içi tektonik ortamda gerçekleşmiştir (Şekil 8).



**Şekil 8.** Finlandiya'daki bimodal rapakivi granit komplekslerinin kökeni ve yerleşimini gösteren şematik model (Ramo ve Haapala, 1996).

**Figure 8.** Schematic model of source and emplacement of the bimodal rapakivi granite complexes in Finland (Ramo and Haapala, 1996).

Finlandiya rapakivi granitlerinin kökeni için iki safhalı bir model önerilmiştir. Manto yükselimi (upwelling) ve mafik magmanın kabuk altına yerleşimi (underplating)

Fennoscandiyan kalkanının farklı bölgelerinde farklı Zamanlarda yer alarak, 150 milyon yıla varan yaş farklılıkları sunan rapakivi granitlerini üretmiştir. Rapakivi granit magmatizması esnek-kırılgan sınır düzeyinde (0.3-0.5 GPa) gelişmiş, eski magma odalarının yenilenmesiyle önceden kristallenmiş olan iri alkali feldispatların yeni ergiyiklerle karışmasına neden olmuştur (Bonin, 1996).

Son yıllardaki çalışmalar, rapakivi granitlerinin oluşum modeli ve magmatik birlikteliği kadar kimyasal ve mineralojik özelliklerinin subalkalin A-tipi granitlerin özelliklerine uyduğunu ve ayrıca rapakivi granitlerinin dünya üzerindeki flüor içeren A-tipi granitlerle benzerliğini ortaya koymuştur. Pb ve Sm izotopik verileriyle birlikte iz element içerikleri bunları desteklemesine rağmen bazı araştırmacılar rapakivi-granit-anortozit birlikteliğinin A-tipi granitlerin farklı bir alt grubu olduğunu kabul etmektedir (Pitcher, 1993). Özellikle Sm/Nd izotopik oranları kabuk ergimesini içine alan bir gelişimi ortaya çıkarmasına rağmen rapakivi granitleri levha-içi alanına yerleştirilmektedir (Pitcher, 1993). Bu bütünüyle Wiborg ve Laitila batolitlerinin, Proterozoyik Svekofenniyen kabuk ayaçlarıyla temsil edildiği düşük Sm/Nd'lu abuk kaynağının kısmi ergimesiyle oluşan bir jnodelle uyumludur. Buna karşın, Salmi atolitinin izotopik bileşimi, Proterozoyik alzemeye Arkeen kökenli bir kaynağın arştığını göstermektedir. Bu da Salmi ompleksinin doğu Fennonskandiya'da roterozoyik ve Arkeen temellerinin tektonik dYanağında yerleşmesiyle bütünlük teşkil e:mektedir. Ergimenin (muhtemelen

*granodiyorit protolit*) izotonik olarak primitif gabrolarla temsil olunan manto kökenli magmaların kabuğu ısıtmasıyla olduğu düşünülmektedir.

Grönland'da erken Proterozoyik yaşlı alanlarda rapakivi dokulu kristal yığınları, elastik ekstansiyonel yırtılma zonları boyunca levhasal kütleler şeklinde yükselmişlerdir. Buna ilaveten, bunların ısısal dengede oldukları sedimanter kökenli migmatitlerin yüksek sıcaklık metamorfik ortamları olan derinlerdeki yerlerinden, kontak zonlarının geliştiği sığ kabuk düzeylerine yükseldikleri görülebilmektedir.

Haapala (1988)'nın ana ve iz element modellemesi, metasedimanter bir kaynağa işaret etmektedir. Bununla beraber, metasedimanter kaynak geçerli olsa bile hacimsel olarak büyük miktarlarda ergimenin verileri doğrudan gözlenmemektedir. Bu nedenle, gerekli sıcaklık koşulları (850-870°C) biyotitin parçalanmasını kapsayan susuz ergime oluşumu için gereken şartlara yakın ve hatta içinde yer almaktadır. Böyle sıcaklıklara kabukta, sadece mafik magmaların sinorojenik yerleşimiyle ulaşılır ve rapakivi granitleri kaynak magmalarını temsil edecek noritleriyle birlikte bulunur (Pitcher, 1993).

Rapakivi komplekslerinin felsik ve mafik kayaçlarındaki izotopik veriler, kabuğun ortalama bileşimiyle uyumluluk göstermektedir (Ramo ve Haapala, 1995). Felsik kayaçlar, genel olarak alt kıtasal kabuğun suca fakir, yüksek-sıcaklık kısmi ergiyiklerini temsil eder. Bunlar restitee fakir olup, düşük basınçta, düşük su ve oksijen

**Çizelge 1.** Eurajoki rapakivi graniti ve riyolitik dayklarına ait tüm-kayaç ana (% ağırlık) ve iz (ppm) element analizleri (Haapala, 1997'den).

**Table 1.** Whole-rock major (wt. %) and trace element (ppm) analysis of Eurajoki rapakivi granite and rhyolitic daks (fmm Haapala, 1997).

	Biyo- hbl granit	Biyo- hbl granit	Biyo- hbl granit	Topaz granit	Topaz granit	Topaz granit	Topaz granit	Topaz granit	Riyolit daykı	Riyolit daykı
SiO <sub>2</sub>	66.00	72.92	74.5	75.4	73.9	74.0	74.94	74.83	73.1	75.46
TiO <sub>2</sub>	0.74	0.33	0.20	0.02	0.02	0.04	0.02	0.02	0.016	0.02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.10	19.93	11.8	13.1	14.3	13.5	13.77	14.06	14.9	13.77
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.87	3.03	0.95	0.37	0.44	0.62	1.07	1.17	0.61	1.21
FeO	5.20		0.8	0.1	0.6	0.40	-	-	-	-
MnO	0.08	0.04	0.01	0.01	0.05	0.01	0.05	0.04	0.03	0.02
MgO	0.43	0.38	0.06	0.01	0.01	0.01	0.09	0.06	0.01	0.12
CaO	2.21	0.74	0.75	0.82	0.70	0.76	0.68	0.64	0.02	0.60
Na <sub>2</sub> O	2.37	2.64	1.81	3.45	3.31	3.44	3.65	3.67	5.20	4.19
K <sub>2</sub> O	5.17	5.60	6.84	5.61	4.66	4.97	4.78	4.34	4.54	4.41
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.26	0.13	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
F <sup>2-</sup>	0.18	-	0.40	0.60	1.40	0.96	1.06	0.90	0.33	-
S <sup>1-</sup>	0.06	0.01	0.009	0.01	0.08	0.009	0.01	0.00	0.009	-
H <sub>2</sub> O <sup>w</sup>	1.1	-	0.7	0.4	0.50	.050	0.40	0.5	0.4	-
-Ö=2F	-0.08	-	-0.17	-0.25	-0.59	-0.40	-0.45	-0.38	-0.14	-
Toplam	98.689	98.75	98.68	99.66	99.39	98.83	100.08	99.86	99.05	99.81
Be	4	.	7	4	4	13	-	-	4	-
Li	22	-	18	42	375	153	240	480	235	-
Rb	205	336	365	894	1050	756	1058	963	1050	-
Cs	4	3.4	2	3	7	5	7.6	5.5	6	4.6
Sr	178	86	80	17	13	12	28	5	12	28
Ba	1290	521	356	60	50	56	155	129	104	174
Ga	27	-	26	45	55	48	-	-	79	-
Y	90	65	97	130	76	132	71	63	4	81
Sc	19	8.4	8	5	8	9	10	8.9	8	9.9
<b>Zr</b>	619	260	328	467	93	113	58	30	76	52
Sn	8	.	32	28	93	41	36	100	182	-
Nb	26	11	22	53	57	42	60	61	70	53
Ta	2.5	2.7	1	9.8	14	8.4	23	28	49	14.6
W	3	-	0.8	15	22	5	-	-	7	6.6
Th	17	32	51	24	21	28	28	19	13	28
U	3.8	3.4	8.8	6.4	8.4	7.5	7.6	3.6	7.8	12
Hf	14	9.2	11	7	6.2	7	6.2	5	6.8	6.4
Ni	7	-	6	6	3	6	-	-	6	-
Cu	13	-	2.5	8.6	3.3	1.1	-	-	14	-
Zn	184	85	138	34.6	184	102	159	175	65	65
Cd	0.6	-	1.5	1	2.9	1.5	-	-	5	-
Cr	22	-	18	44	24	12	-	-	20	-
V	13	-	2	2	2	2	-	-	2	-
Mo	15	-	1	1	1	4	-	-	2	-
Pb	27	-	68	31	13	65	-	-	27	-

aktivitelerinde kristallenmişlerdir (Ramo, 1991; Frost ve Frost, 1997). Rapakivi birliklerinin mafik kayaçları mantodan türemiştir. Nd izotopik bileşimleri, bunların kondritik veya az derecede tüketilmişden (Finlandiya, Grenville Provensi) zenginleşmiş (orta İsveç, Rus Karelia, Nain Provensi) kadar değişen kıta altı mantodan türediklerini göstermektedir. Bununla beraber bu izotopik bileşimler, manto kökenli magmanın kabuk kontaminasyonu da açıklanabilir.

Proterozoyik rapakivi kompleksleri, tipik olarak rapakivi magmatizmasından birkaç yüz milyon yıl önce oluşan metamorfik alanlara yerleşmiştir (Ramo ve Haapala, 1996). Bununla beraber, rapakivi granitleri ve çevreleyen kabuk arasındaki yaş aralığı önemli ölçüde değişmektedir. Güney Grönland'ın 1.75 milyar yıl yaşlı rapakivi-dokulu monzonitleri bölgesel metamorfizmanın en genç doruk noktasından sonra 50 milyon yıldan daha fazla olmayan zamanda yerleşmiştir (Brown ve diğ., 1992). Güney Brezilya Itu Provensinin 0.59 milyar yıl yaşlı rapakivi granitleri sinorojenik kalk-alkalin Braziliano magmatizmasıyla çakışmakta veya kısa bir süre sonra gerçekleşmiştir (Wernick ve diğ., 1997).

Rapakivi magmatizmasının orojenik olaylarla ilişkisi bir çok araştırmada tartışılmıştır. İleri sürülen modeller üç ana grupta toplanmaktadır:

Manto kökenli mafik magmalar tarafından kabuğun ergitilmesini içine alan mafik magmanın kıta kabuğu altına yerleşmesi (Bridgwater ve diğ., 1974; Emslie, 1978; Anderson, 1983; Haapala ve Ramo, 1990; Ramo ve Haapala, 1995),

Kalınlaşmış bir orojenik kabuğun ergimesi (Vorma, 1976; Windley, 1991),

Kraton kenarlarında orojenizasyonla ilişkili intrakratonik magmatizma (Teixeira ve diğ., 1989; Bettencourt ve diğ., 1999).

Mafik magmanın kıta kabuğu altına yerleşme modelinde mantonun kısmi ergimesi; aktif veya pasif riftleşmeyle, orojenin ekstansiyonel çökmesiyle, derin manto plumlarıyla veya levha hareketlerine bağlı olarak gelişen mantodaki duraysızlıklarla ilişkili olabilir. Rapakivi granitlerinin tektonik ortamları, bimodal magmatik birliktelikleri, jeokimyasal ve izotopik bileşimleri en iyi "mafik magmanın kıta kabuğu altına yerleşmesiyle" açıklanabilir fakat mantonun kısmi ergime nedeni büyük ölçüde tartışmaya açıktır.

**Çizelge 2.** Eurajoki rapakivi graniti ve riyolitik dayklarma ait tüm-kayac, nadir toprak element (ppm) analizleri (Haapala, 1997'den).

**Table 2.** Whole-rock rare earth element (ppm) analysis of Eurajoki rapakivi granite and rhyolitic dykes (from Haapala, 1997).

	Biyo- hbl granit	Biyo- hbl granit	Biyo- hbl granit	Topaz granit	Topaz granit	Topaz granit	Topaz granit	Topaz granit	Riyolit daykı	Riyolit daykı
La	109	77.1	158	49.2	32.6	59	39	27.8	4.7	41.6
Ce	227	161.2	303	104	76	126	90	60	18.8	100
Pr	27.8	20.3	34.3	14	9	15.8	11	6.6	1.9	13
Nd	111	71.1	119	52	29	59	36	20	3.5	38.6
Sm	23.7	13.5	23.9	18	8.5	18.2	9.6	5	0.8	11.5
Eu	2.64	0.92	0.64	0.1	0.10	0.23	0.20	0.05	0.05	0.23
Gd	17.8	11.1	17.8	15.3	6.4	15.3	9	5	0.5	9.6
Tb	2.8	1.7	2.9	3.6	1.50	3.3	2	1.4	0.1	2.4
Dy	16.4	9.0	17.3	27.5	12.2	23.8	15	11.2	0.9	19
Ho	3.23	1.7	3.64	6	2.83	5	3.4	2.9	0.18	4.3
Er	9	4.5	10.9	20.8	10.5	17.4	12	11	0.6	15.4
Tro	1.3	0.60	1.7	4.2	2.2	3.4	2.1	2.2	0.2	3
Yb	8.2	3.8	11.6	34.5	19.2	28.6	17	18.3	2.3	23
Lu	1.25	0.58	1.72	5.42	3.11	4.67	2.8	3	0.35	3.5

## SONUÇLAR

"Rapakivi" Fince kökenli bir terim olup, parçalanmış veya ufalanmış kayac anlamındadır. Finlandiya'daki bazı granitlerin yüzey alterasyonu ile kolayca ayrılabilmesi özelliğinden esinlenmektedir. "Rapakivi" terimi ön ek olarak, hem doku "rapakivi dokusu" ve hem de kayac tanımlaması "rapakivi graniti" şeklinde kullanılmaktadır. Rapakivi dokusu, iri alkali feldispat kristalinin plajiyoklas kristali ile çevrelenmesiyle oluşmaktadır. Rapakivi dokusunu yaygın olarak gösteren granitlere de genel anlamda rapakivi granitleri denilmektedir. Rapakivi granitlerin A-tipi karakteri jeotektonik ortamını ve magmaların kökenini, buna karşın rapakivi dokusu ise kristallenme şartlarını yansıtmaktadır.

Ülkemizde "rapakivi granit" olmamasına

karşın rapakivi dokusu gösteren ve A-tipi pek çok granitoid bulunmaktadır. Söz konusu ülkemiz granitoidleriyle rapakivi granitlerinin petrografik, jeokimyasal ve oluşum koşullarını aydınlatmaya yönelik çalışmalarla karşılaştırılmasında yarar görülmektedir.

## KATKİ BELİRTME

Yazarlar bu derlemeyi, katıldıkları IGCP Project 373 kapsamında Finlandiya'da düzenlenen "Rapakivi Granites and Associated Mineralization" konferansı ve arazi çalışmalarından esinlenerek hazırlamışlardır. Bu nedenle yazarlar, konferansın gerçekleşmesinde emeği geçen ve rapakivi granitlerine yıllarını veren Helsinki Üniversitesi Jeoloji Bölümü Başkanı Prof. Dr. Ilmari Haapala'ya ve ayrıca Dr. Sari Lukkari'ye teşekkür ederler.

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Mİ, M., Andersson, U.B., Landqvist, T. ve Sundblad, K. (Eds.), 1997. Rapakivi granites and related rocks in central Sweden. Sveriges Geologiska Undersökning series Ca 87,99p.
- Ahi, M., Sundblad, K. ve Schöberg, H., 1999. Geology, geochemistry, age and geotectonic evolution of the Dala granitoids, central Sweden. *Precambrian Research*, 95,147-166.
- Amelin, Y., Beljaev, A., Larin, A., Neymark, L. ve Stepanov, K. 1991. Salmi batholith and Pitkaranta ore field in Soviet Karelia. IGCP 315 Symposium rapakivi granites and related rocks, Excursion Guide. Geological Survey of Finland Guide 33, 1-57.
- Anderson, J.L., 1983. Proterozoic anorogenic granite plutonism of North America, in: Medaris, L.G., Jr, Byres, C.W., Mickelson, D.M., Shanks, W.C. (Eds.), *Proterozoic Geology: Selected papers from an International Proterozoic Symposium*. Geol. Soc. Am. Mem., 161, 133-154.
- Bettencourt, J.S., Tosdal, R.W., Leite Jr., W.B. ve Payolla, B.L., 1999. Mesoproterozoic rapakivi granites of the Rondonia Tin Province, southwestern border of the Amazonian craton, Brasil: 1. Reconnaissance U-Pb geochronology and regional implications. *Precambrian Research*, 95,41-67.
- Bonin, B., 1996, A-type granite ring complexes: mantle origin through crustal filters and the anorthosite-rapakivi magmatism connection. in: Demaiffe, D., (Ed.), *Petrology and Geochemistry of Magmatic Suites of Rocks in the Continental and Oceanic Crusts*. A volume dedicated to Professor Jean Michot, Université Libre de Bruxelles-Royal Museum for Central Africa (Tervuren), 201-218.
- Bowden, P., 1985. The geochemistry and mineralization of alkaline ring complexes in Africa (a review). *Journal of African Earth Science*, 3,17-39.
- Bridgwater, D., Sutton, J. ve Watterson, J., 1974. Crustal down-folding associated with igneous activity. *Tectonophysics*, 21,57-77.
- Brown, P.E., Dempster, T.J., Harrison, T.N. ve Hutton, D.H.W., 1992. The rapakivi granites of S. Greenland-crustal melting in response to extensional tectonics and magmatic underplating. *Trans. R. Soc. Edinburgh Earth Sci.*, 83,173-178.
- Calzia, J.P., Ramo, O.T., 1997. The granite of Kingston Peak: petrogenesis of a middle Miocene post-subduction granite in the southern Death Valley region, California. *TerraNova* 9, EUG9 Abstract, 458
- Eklund, O., ve Shebanov, A.D., 1999. Origin of the rapakivi texture by sub-isothermal decompression. *Precambrian Research*, 95,129-146.
- Eklund, O., Fröjdö, S. ve Lindberg, B., 1994. Magma nvbeing, the petrogenetic link between anorthositic suites and rapakivi granites, Åland, SW Finland. *Mineralogy and Petrology*, 50,3-19.
- Emslie, R.F., 1978. Anorthosites, rapakivi granites, and Late Proterozoic rifting of North America. *Precambrian Research*, 7,61-69.
- Frost, C.D. ve Frost, B.R., 1997. Reduced rapakivi-type granites: the tholeiite

**Çizelge 2.** Eurajoki rapakivi graniti ve riyolitik dayklarına ait tüm-kayaç nadir toprak element (ppm) analizleri (Haapala, 1997'den).

**Table 2.** Whole-rock rare earth element (ppm) analysis of Eurajoki rapakivi granite and rhyolitic dikes (from Haapala, 1997).

	Biyo- hbl granit	Biyo- hbl granit	Biyo- hbl granit	Topaz granit	Topaz granit	Topaz granit	Topaz granit	Topaz granit	Riyolit daykı	Riyolit daykı
La	109	77.1	158	49.2	32.6	59	39	27.8	4.7	41.6
Ce	227	161.2	303	104	76	126	90	60	18.8	100
Pr	27.8	20.3	34.3	14	9	15.8	11	6.6	1.9	13
Nd	111	71.1	119	52	29	59	36	20	3.5	38.6
Sm	23.7	13.5	23.9	18	8.5	18.2	9.6	5	0.8	11.5
Eu	2.64	0.92	0.64	0.1	0.10	0.23	0.20	0.05	0.05	0.23
Gd	17.8	11.1	17.8	15.3	6.4	15.3	9	5	0.5	9.6
Tb	2.8	1.7	2.9	3.6	1.50	3.3	2	1.4	0.1	2.4
Dy	16.4	9.0	17.3	27.5	12.2	23.8	15	11.2	0.9	19
Ho	3.23	1.7	3.64	6	2.83	5	3.4	2.9	0.18	4.3
Er	9	4.5	10.9	20.8	10.5	17.4	12	11	0.6	15.4
Tm	1.3	0.60	1.7	4.2	2.2	3.4	2.1	2.2	0.2	3
Yb	8.2	3.8	11.6	34.5	19.2	28.6	17	18.3	2.3	23
Lu	1.25	0.58	1.72	5.42	3.11	4.67	2.8	3	0.35	3.5

## SONUÇLAR

"Rapakivi" Fince kökenli bir terim olup, parçalanmış veya ufalanmış kayaç anlamındadır. Finlandiya'daki bazı granitlerin yüzey alterasyonu ile kolayca ayrılabilmesi özelliğinden esinlenmektedir. "Rapakivi" terimi ön ek olarak, hem doku "rapakivi dokusu" ve hem de kayaç tanımlaması "rapakivi graniti" şeklinde kullanılmaktadır. Rapakivi dokusu, iri alkali feldispat kristalinin plajiyoklas kristali ile çevrelenmesiyle oluşmaktadır. Rapakivi dokusunu yaygın olarak gösteren granitlere de genel anlamda rapakivi granitleri denilmektedir. Rapakivi granitlerin A-tipi karakteri jeotektonik ortamını ve magmaların kökenini, buna karşın rapakivi dokusu ise kristallenme şartlarını yansıtmaktadır.

Ülkemizde "rapakivi granit" olmamasına

karşın rapakivi dokusu gösteren ve A-tipi pek çok granitoid bulunmaktadır. Sözkonusu ülkemiz granitoidleriyle rapakivi granitlerinin petrografik, jeokimyasal ve oluşum koşullarını aydınlatmaya yönelik çalışmalarla karşılaştırılmasında yarar görülmektedir.

## KATKI BELİRTME

Yazarlar bu derlemeyi, katıldıkları IGCP Project 373 kapsamında Finlandiya'da düzenlenen "Rapakivi Granites and Associated Mineralization" konferansı ve araz çalışmalarından esinlenerek hazırlamışlardır. Bu nedenle yazarlar, konferansın gerçekleşmesinde emeği geçen ve rapakivi granitlerine yıllarını veren Helsink Üniversitesi Jeoloji Bölümü Başkanı Prof. Dr. Ilmari Haapala'ya ve ayrıca Dr. Sari Lukkari'ye teşekkür ederler.