

# Niggli - Magmatik Kayaçların Niggli Parametrelerini Hesaplayan ve Değerlendiren İnteraktif Quickbasic Programı

## Niggli-An Interactive Quickbasic Program For Calculating And Evaluating the Niggli Parameters of Magmatic Rocks

Fuat YAVUZ

*I.T.Ü. Maden Fakültesi Maden Yatakları  
Jeokimya Anabilim Dalı Maslak-İSTANBUL*

Yılmaz BÜRKÜT

*I.T.Ü. Maden Fakültesi Maden Yatakları  
Jeokimya Anabilim Dalı Maslak-İSTANBUL*

Murat BUDAKOĞLU

*I.T.Ü. Maden Fakültesi Maden Yatakları  
Jeokimya Anabilim Dalı Maslak-İSTANBUL*

### ÖZ

*Mağmatik kayaçların asli element kimyasal analiz sonuçları, bir takım basit hesaplama teknikleri ile petrolojik değerlendirmeler açısından doyurucu bilgiler sunan formlara dönüştürülebilir. Niggli değerleri olarak tanımlanan parametreler, asli element kimyasal analizi yapılan kayaçların diferansiyasyon seyirlerini, ait oldukları magmatik provenslere, alkali özelliklerini ve söz konusu kayaçların ne tür bir magmadan türemiş olduğu konusunda somut veriler ortaya koyar. QUICKBASIC programlama dilinde yazılan NIGGLI programı, mağmatik kayaçların asli element kimyasal analiz sonuçlarından Niggli parametrelerini hesaplar, petrokimyasal açıdan değerlendirir ve değişimlerini grafiksel olarak sunar. Derlenmiş şekli yaklaşık 356 kilobayttır. Program, VGA grafik karta sahip IBM uyumlu kişisel bilgisayarlarda işlevini sürdürür.*

### ABSTRACT

*Using some simple calculation techniques, the major chemical analyses results of magmatic rocks can be transformed into the parameters which present useful informations about petrological determinations. The parameters which were also named as Niggli values achieve the differentiation trends of magmatic rocks, their magmatic provinces and alkali characters of chemically analysed rocks. They also give important informations about the then type of magmas which rocks are derived. NIGGLI which was written in QUICKBASIC calculates the Niggli parameters of major chemical analyses, evaluates the results in terms of petrochemistry and presents their variations as graphics. The compiled form of program is approximately 356 kbyt. This program operates under the IBM compatible personal computers have a VGA graphics card.*

### GİRİŞ

Magmatik kayaçların asli element analiz jeokimyasal analizlerini dikkate alarak geliştirilen çok sayıda petrokimyasal hesaplama teknikleri mevcuttur. Katyonik hesaplamalara dayalı bu tür uygulamalar, yerbilimlerinin farklı disiplinlerine 19. yüzyıldan itibaren kullanım alanı teşkil etmiştir. Cross ve diğerlerinin (1902)

geliştirdiği CIPW normu, normatif mineraller bazında bir kayacın kimyasal analiz sonucunun yüzde oranı olarak da anılır. CIPW normatif değerleri kayaç adlamasında, onların kristalizasyon-diferansiyasyon seyirlerinin belirlenmesinde ve özellikle granitoid mağmalarının kristalizasyon basınçları ile ilişkili verilerin elde edilmesinde petrografik determinasyonlar ile birlikte fayda-

lı bilgiler sunar. Pearce (1968) tarafından geliştirilen ve Stanley and Russel (1989) tarafından kompüterize edilen Pearce element oran diyagramları (PER), bir sahada yayılım gösteren kayaların eş kökenli olup olmadığını ortaya koyar. Mevcut kayaların diferansiyasyon süreçlerinde hangi minerallerinin etken rol oynadığı ve bunların dağılımlarının söz konusu diferansiyasyon işlemini ne oranda etkilediği, Pearce element katsayıları ile anlam kazanır. En basit şekliyle PER diyagramları, A/w'ye karşılık oluşturulan B/w eksen takımlarından oluşur. Burada A ve B % oksit cinsinden kayacın kimyasal andizini, element veya molar fraksiyonları veya CIPW normatif değerlerini gösterir. w'nin seçiminde genelde P, K, Ti gibi uyumsuz elementler göz önünde bulundurulur.

Bu tür diyagramlar teşkil edilirken dikkat edilecek en önemli hususlardan birisi, değişkenler arasında oluşturulan lineer regresyon doğrusuna ait korelasyonun 1 veya 1'e yakın değerler almasıdır. Niggli parametreleri, magmatik kayalara vücut veren ana magmaların bileşimi konusunda araştırmacıya somut veriler sağlar. Niggli tarafından geliştirilen bir takım basit hesaplamalar ile kayacın oksit değerlerinin parametrelere dönüştürüldüğü işlemler dizini için literatürde çok sayıda bilgi birikimi mevcuttur (Niggli, 1923; Burri, 1959; De-naeyer, 1967).

Bu makalede sunulan NİGGLİ programı, magmatik kayalara ait asli element analiz sonuçlarından Niggli parametrelerini hesaplar ve bazı petrokimyasal değer-

lendirmeler ile bunların değişimlerini grafiksel olarak gösterir. IBM uyumlu kişisel bilgisayarlarda DOS işletim sistemi ve VGA grafik kartı ortamında çalışan interaktif program, aynı zamanda analizi yapılan örneklerin ne tür bir magma serisinin (kalk alkali, sodik veya potasik) hangi alt bölümünden türemiş olduğunu belirler.

### NİGGLİ PROGRAMI

NİGGLİ programı, birbirleri ile ilişkili üç programdan oluşmaktadır. Niggli. Exe olarak adlandırılan program, değerlendirmelere tabi tutulan verilerin girilmesi amacıyla hazırlanmış bir editördür. Burada kimyasal demir analizleri Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve FeO olmak üzere ayrı ayrı girilmektedir. 16 farklı sembol ve 13 değişik renk tonu ile farklı sahalara ait verilerin bir arada görsel sunumu mümkündür. Nigdeg. Exe programı, oluşturulmuş herhangi bir veri dosyasının okutulması ile hesaplamaların ekran üzerine getirildiği ana programdır. Bu aşamada tüm değerlendirmeler F2 tuşu yardımıyla printer'den alınabilir (Ek 1). Sınıflamaya temel teşkil eden si, al, fm, c, alk, k, mg, ve c/fm parametrelerinin kalk alkali, sodik ve potasik serilere ait alt magma tiplerindeki (Çizelge 1) sınır değerlerinin bir arada değerlendirilmesi ile işleme tabi tutulan örneklerin ne tür bir magmadan türemiş olduğu belirlenir. Hesaplama sonuçlarına göre sınır değerler sınıflama aralıkları içinde yer almıyorsa o zaman program, "Magma tipi Niggli parametreleri dışında" uyarısında bulunur. Niggli tarafından sunulan parametre aralıkları içinde bir örneğin alt magma tipini

**Çizelge 1. NİGGLİ program kapsamında değerlendirilen kalk alkali, sodik ve potasik serilerin alt magma türleri.**

KALK ALKALİ SERİ	SODİK SERİ	POTASİK SERİ
Lökogranitik magma	Alkali granitik magma	Lökosiyenit-granitik magma
Granitik magma	Evisitik magma	Juvitik magma
Granodioritik magma	Foyaitik magma	Arkitik magma
Trodjemitik magma	Lujauritik magma	Siyenit-granitik magma
Kuvars dioritik magma	Subplajyofoyaitik magma	Siyenitik magma
Dioritik magma	Esseksitik magma	Monzonitik magma
Gabro dioritik magma	Sodik siyenitik magma	Sommaitik magma
Gabroidal magma	İjolitik magma	Potasik dioritik magma
Lökogabroidal magma	Teralitik magma	Lamproitik magma
Hornblenditik magma	Sodik gabroidal magma	Şonkinitik magma
Pirosenitik magma	Teralit gabroidal magma	Melaşonkinitik magma
Ortoojitik magma	Melasodik gabroidal magma	Missouritik magma
	Alkalipirobolik magma	

## Niggli Programı

Çizelge 2. Granitoidlere ait çeşitli asli element kimyasal analiz sonuçları.

ÖRNEK	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O
Sdf1	62.20	0.70	16.60	1.40	4.50	0.06	2.70	5.70	3.40	1.60	0.09	0.65
Sdf2	66.92	0.47	15.19	1.45	2.52	0.08	1.74	3.79	3.16	3.82	0.18	0.68
Sdf3	75.40	0.10	13.30	0.30	0.74	0.08	0.12	0.48	4.10	4.50	0.01	0.87
Sdf4	62.60	0.78	15.65	1.92	3.08	0.10	2.02	4.17	3.73	4.06	0.25	1.64
Sdf5	57.48	0.95	16.67	2.50	4.92	0.12	3.71	6.58	3.54	1.76	0.29	1.48
Sdf6	61.52	0.73	16.48	1.83	3.82	0.08	2.80	5.42	3.63	2.07	0.25	1.37
Sdf7	71.70	0.31	14.32	1.21	1.64	0.05	0.71	1.84	3.68	4.07	0.12	0.75
Sdf8	72.59	0.25	14.57	0.64	1.33	0.06	0.55	0.93	3.17	4.44	0.21	0.86
Kozak	66.99	0.33	15.86	1.03	2.71	0.00	1.63	3.66	3.43	3.99	0.00	0.36
Çav-ka	65.99	0.40	15.96	1.64	2.43	0.00	1.66	4.27	3.55	3.85	0.00	0.25
Uluğün	64.90	0.22	17.43	1.31	2.84	0.00	1.43	5.12	4.37	2.06	0.000	0.32
Sdf9	73.85	0.14	13.93	0.32	0.93	0.03	0.17	0.48	3.08	5.87	0.19	0.74
Sdf10	73.98	0.26	13.51	0.33	1.43	0.05	0.36	1.45	3.05	4.71	0.15	0.52
Sdf11	72.20	0.35	13.74	0.80	1.15	0.02	0.64	1.50	3.38	4.80	0.14	0.76
Göy7	68.56	0.27	15.18	3.40	0.66	0.03	1.08	4.38	3.47	1.78	0.13	1.06
Göy16	68.72	0.30	15.07	2.69	1.20	0.11	1.21	4.86	3.31	1.77	0.13	0.63
Göy18	60.03	0.45	17.05	4.80	1.74	0.20	3.04	6.33	3.56	1.44	0.13	1.23
Sdf12	69.94	0.19	15.41	0.44	1.15	0.04	0.45	1.48	2.61	7.12	0.06	0.63

saptamak her zaman mümkün olamamaktadır. Çok sayıda veri üzerinde yaptığımız değerlendirmelere göre denebilirki, şayet bir saha içindeki örneklemeler aynı litolojiden gerçekleştirilmişse ve diyelimki on adet örnekten en az birinde alt mağma tipi saptanabilmişse inceleme alanındaki kayaçların alt mağma adlanması yapılabilir ölçütler içindedir denebilir.

Niggli. Dat kütüğünün Nigplot. Exe tarafından kullanılması ile, anlam bütünlüğü taşıyan bazı Niggli parametreleri ikili diyagramlarda (k-mg, al-alk, al-fm, si-al, si-fm, şı,alk, si-c, qz-S, Si<sup>o</sup>-Az<sup>o</sup> si-ti, si-al+alk, si-c+fm, al+alk-c+fm, si-ti+p+w) grafiksel olarak sunulur. Niggli. Dat, programın her çalıştırılmasında eskisi silinerek yeniden yaratılan bir yardımcı dosya özelliği taşımaktadır. Tüm programlar uygun adımlarda kullanıcıya kapsamış olduğu yardım menüleri ve hata kodları ile yardımcı olur. Menü seçimli ve kullanımı kolay program kapsamında yer alan çeşitli değerlendirme sonuçları ve ikili Niggli parametrelerine ait grafikler, Çi-

zelge 2'de yer alan kimyasal analiz sonuçlarının (Bürküt, 1966; Örgün, 1992; Yavuz ve Gültekin, 1994) kullanılması ile Çizelge 3, 4, 5 ve Şekil 1, 2, 3'de gösterilmiştir. Grafiklerin tümü ekran çıktılıdır. Graphics. Com'un yüklenmesi ile ekran görüntüleri PrintScreen ile yazıcıdan alınabilir. Bu makalede yer alan şekiller PCXDUMP programından faydalanılarak önce uzantıları PCX olan dosyalar yaratılmış daha sonrada Windows ortamında Microsoft Word'den yazıcıya aktarılmıştır. NIGGLI programının derlenmiş bir kopyası formatsız iki adet 3.5 disket gönderilmesi karşılığında ilk yazardan temin edilebilir.

### DEĞİNİLEN BELGELER

- Burri, C., 1964, Petrochemical Calculations Based on Equivalents, Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 304 p.
- Bürküt, Y., 1966, Kuzeybatı Anadolu'da yer alan Plü-

Çizelge 3. Örneklerin program kapsamında hesaplanan Niggli parametreleri.

ÖRNEK	al	fm	alk	c	si	k	mg	ti	p	w	si'	qz	Si'	Az'	c/fm	S	100/S
Sdf1	33.62	30.56	14.83	20.99	213.78	0.24	0.46	1.81	0.13	0.22	159.34	54.44	1.34	0.68	0.69	484.28	0.21
Sdf2	36.73	24.04	22.57	16.66	274.60	0.44	0.45	1.45	0.31	0.34	190.27	84.33	1.44	0.73	0.69	405.62	0.25
Sdf3	48.12	6.70	42.02	3.16	462.95	0.42	0.17	0.46	0.03	0.27	268.10	194.86	1.73	0.82	0.47	271.08	0.37
Sdf4	34.14	26.34	22.97	16.54	231.77	0.42	0.43	2.17	0.39	0.36	191.89	39.87	1.21	0.70	0.63	449.57	0.22
Sdf5	29.72	35.18	13.78	21.33	173.91	0.25	0.48	2.16	0.37	0.31	155.11	18.79	1.12	0.63	0.61	550.14	0.18
Sdf6	33.29	30.21	16.59	19.91	210.91	0.27	0.48	1.88	0.36	0.30	166.36	44.55	1.27	0.68	0.66	485.50	0.21
Sdf7	42.29	16.95	30.88	9.88	359.31	0.42	0.32	1.17	0.25	0.40	223.54	135.77	1.61	0.78	0.58	332.14	0.30
Sdf8	47.83	16.73	32.89	5.55	404.39	0.48	0.34	1.05	0.50	0.30	231.57	172.81	1.75	0.80	0.40	298.78	0.33
Kozak	37.98	22.23	23.85	15.93	272.24	0.43	0.44	1.01	0.00	0.25	195.42	76.83	1.39	0.73	0.72	409.57	0.24
Çav-ka	36.71	22.41	23.02	17.86	257.61	0.42	0.43	1.17	0.00	0.38	192.08	65.54	1.34	0.72	0.80	426.36	0.23
Ulughtn	38.33	20.49	20.71	20.47	242.19	0.24	0.39	0.62	0.00	0.29	182.84	59.34	1.32	0.71	1.00	446.03	0.22
Sdf9	49.01	7.75	40.18	3.07	440.92	0.56	0.20	0.63	0.48	0.24	260.71	180.21	1.69	0.82	0.40	278.78	0.36
Sdf10	45.50	11.56	34.06	8.88	422.80	0.50	0.27	1.12	0.36	0.17	236.26	186.54	1.79	0.81	0.77	291.24	0.34
Sdf11	43.59	13.64	34.12	8.65	388.68	0.48	0.38	1.42	0.32	0.38	236.48	152.21	1.64	0.80	0.63	309.18	0.32
Göy7	39.09	20.74	19.66	20.51	299.63	0.25	0.34	0.89	0.24	0.82	178.65	120.98	1.68	0.75	0.99	380.85	0.26
Göy16	38.03	21.09	18.58	22.30	294.33	0.26	0.37	0.97	0.24	0.67	174.31	120.02	1.69	0.75	1.06	388.62	0.26
Göy18	32.45	31.54	14.11	21.90	193.87	0.21	0.47	1.09	0.18	0.71	156.44	37.42	1.24	0.66	0.69	515.39	0.19
Sdf12	46.01	10.12	35.83	8.03	354.41	0.64	0.34	0.72	0.13	0.26	243.33	111.08	1.46	0.78	0.79	328.47	0.30

Çizelge 4. Örneklerin program kapsamında hesaplanan katyonik içerikleri.

ÖRNEK	si+4	al+3	fe+3	fe+2	mg+2	ca+2	na+	k+	ti+4	p+5
Sdf1	58.68	18.46	0.99	3.55	3.80	5.76	6.22	1.93	0.50	0.07
Sdf2	62.99	16.85	1.03	1.98	2.44	3.82	5.77	4.59	0.33	0.14
Sdf3	70.83	14.72	0.21	0.58	0.17	0.48	7.47	5.39	0.07	0.01
Sdf4	59.15	17.43	1.37	2.43	2.84	4.22	6.83	4.89	0.55	0.20
Sdf5	54.29	18.56	1.78	3.89	5.22	6.66	6.48	2.12	0.67	0.23
Sdf6	58.04	18.32	1.30	3.01	3.94	5.48	6.64	2.49	0.52	0.20
Sdf7	67.27	15.83	0.85	1.29	0.99	1.85	6.69	4.87	0.22	0.10
Sdf8	68.87	16.29	0.46	1.06	0.78	0.95	5.83	5.37	0.18	0.17
Kozak	62.57	17.46	0.72	2.12	2.27	3.66	6.21	4.75	0.23	0.00
Çav-ka	61.55	17.54	1.15	1.90	2.31	4.27	6.42	4.58	0.28	0.00
Ulugün	60.27	19.08	0.92	2.21	1.98	5.09	7.87	2.44	0.15	0.00
Sdf9	69.80	15.52	0.23	0.74	0.24	0.49	5.64	7.08	0.10	0.15
Sdf10	69.98	15.06	0.23	1.13	0.51	1.47	5.59	5.68	0.18	0.12
Sdf11	68.38	15.34	0.57	0.91	0.90	1.52	6.21	5.80	0.25	0.11
Göy7	65.17	17.01	2.43	0.52	1.53	4.46	6.39	2.16	0.19	0.10
Göy16	65.06	16.81	1.92	0.95	1.71	4.93	6.08	2.14	0.21	0.10
Göy18	56.71	18.98	3.41	1.37	4.23	6.41	6.52	1.74	0.32	0.10
Sdf12	65.97	17.13	0.31	0.91	0.63	1.50	4.77	8.57	0.13	0.05

Çizelge 5. Örneklerin NIGGLI tarafından saptanan ana ve alt mağma tipleri.

ÖRNEK	MAGMA TIPLERİ
Sdf1	Mağma tipi Niggli parametreleri dışında
Sdf2	KALKALKALİ-Granitik Mağma
Sdf3	Mağma tipi Niggli parametreleri dışında
Sdf4	KALK ALKALİ-Granitik Mağma
Sdf5	Mağma tipi Niggli parametreleri dışında
Sdf6	Mağma tipi Niggli parametreleri dışında
Sdf7	Mağma tipi Niggli parametreleri dışında
Sdf8	Mağma tipi Niggli parametreleri dışında
Kozak	KALK ALKALİ- Granitik Mağma
Çav-ka	KALK ALKALİ- Granitik Mağma
Ulugün	KALK ALKALİ-Granodioritik Mağma
Sdf9	Mağma tipi Niggli parametreleri dışında
Sdf10	Mağma tipi Niggli parametreleri dışında
Sdf11	Mağma tipi Niggli parametreleri dışında
Göy7	KALK ALKALİ- Granodioritik Mağma
Göy16	KALK ALKALİ- Granodioritik Mağma
Göy18	KALK ALKALİ-Kuvars Dioritik Mağma
Sdf12	Mağma tipi Niggli parametreleri dışında

tonların Mukayeseli Jenetik Etüdü, Doktora Tezi. İ.T.Ü. Matbaası.

Cross, C.W., Iddings, I.P., Pirsson, L.V., Washington, H.S., 1902, A Quantitative Chemico-mineralogical Classification and Nomenclature of Igneous Rocks, J. Geology, v.10, p. 555-690.

Denaeyer, M.E., 1967, Tableaux de Petrographie (Deuxieme edit.), Editions Lamarere-Poina, Paris, 108p.

Niggli, P., 1923, Gesteins-und Mineralprovinzen I., Berlin, Bontrager.

Örgün, Y., 1992, Topuk-Göynükbelen (Orhaneli-Bursa) Yöresi Nikel Oluşumlarının Kökensel İncelenmesi, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü,

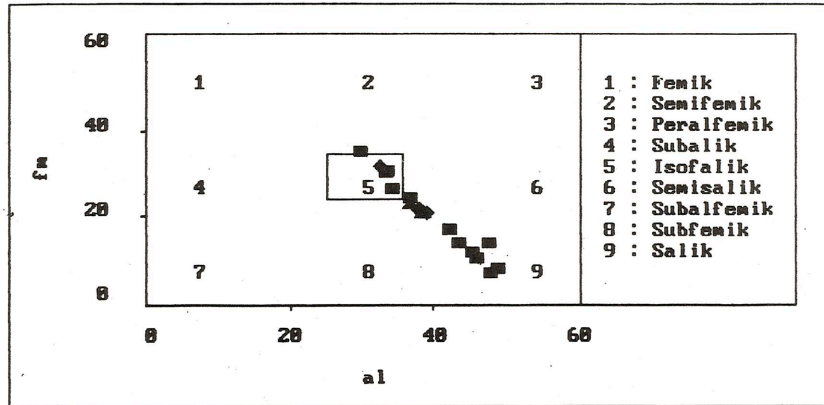
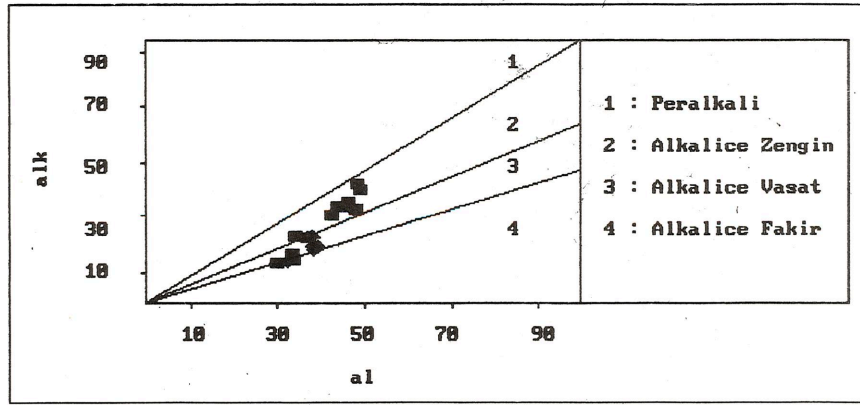
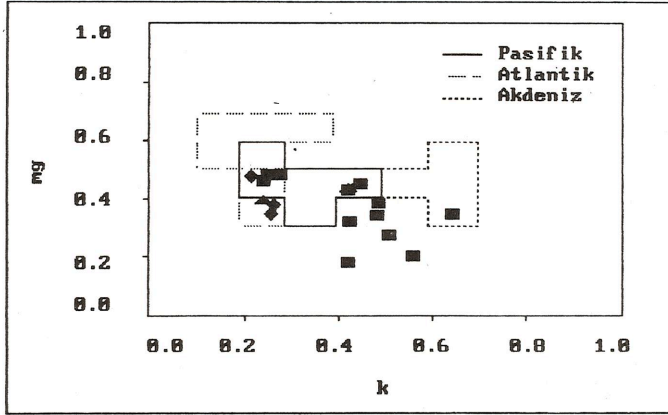
sü, 216 s.

Pearce, T.H., 1968, A Contribution to the Theory of Variation Diagrams, Contrib. Mineral. Petrol., 19, p. 142-157.

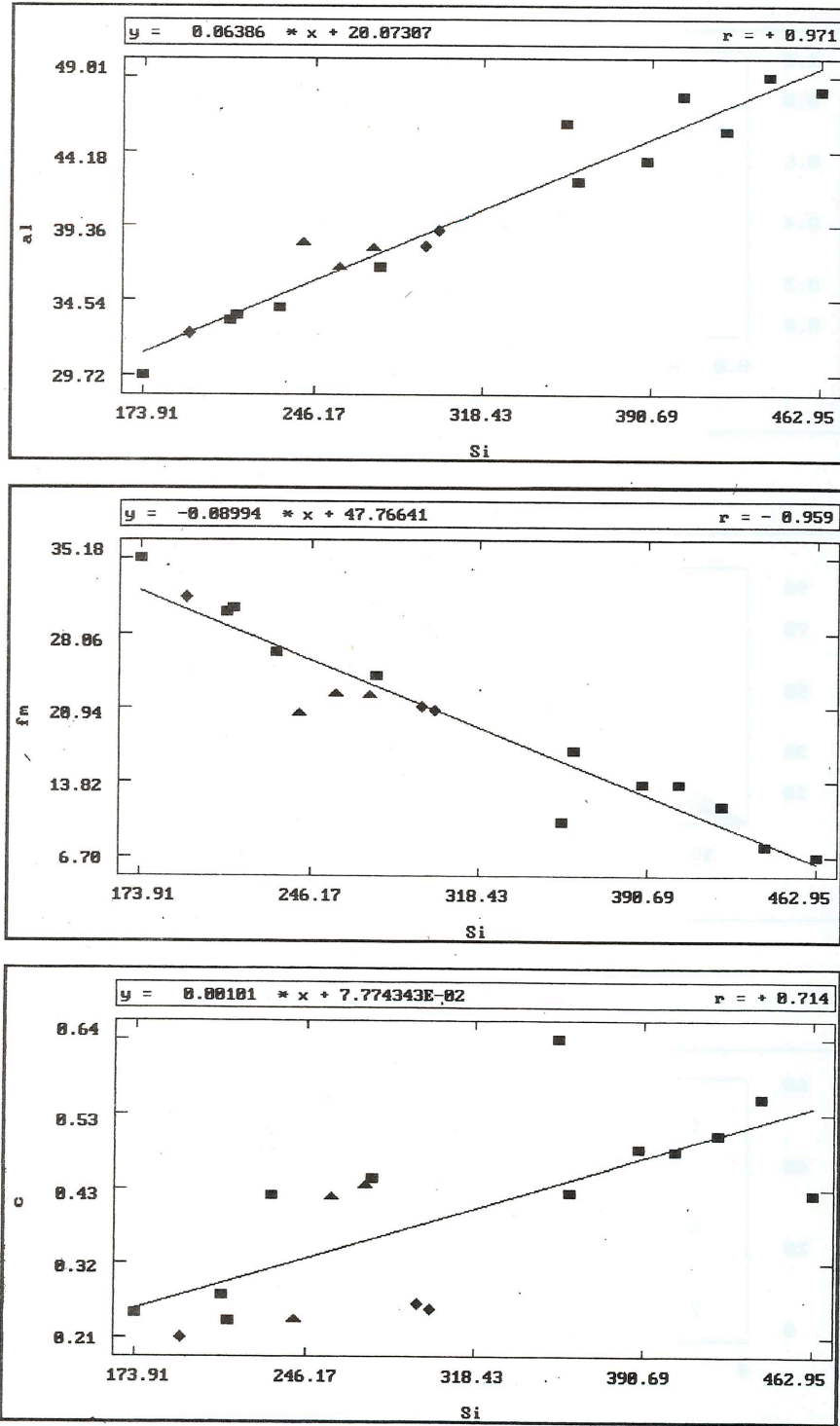
Stanley, C.R., Russell, J.K., 1989, Pearce. Plot: A Turbo-Pascal Program for the Analysis of Rock Compositions with Pearce Element Ratio Diagrams, Comters & Geosicences, vol.5, no.6, p. 905-926.

Yavuz, F., Gültekin, A.H., 1994, Grpet: Granitoidlerde Grafiksel Ağırlıklı Bilgisayar Uygulamaları, Geosound, sayı 24, 67-82 s.

## Niggli Programı

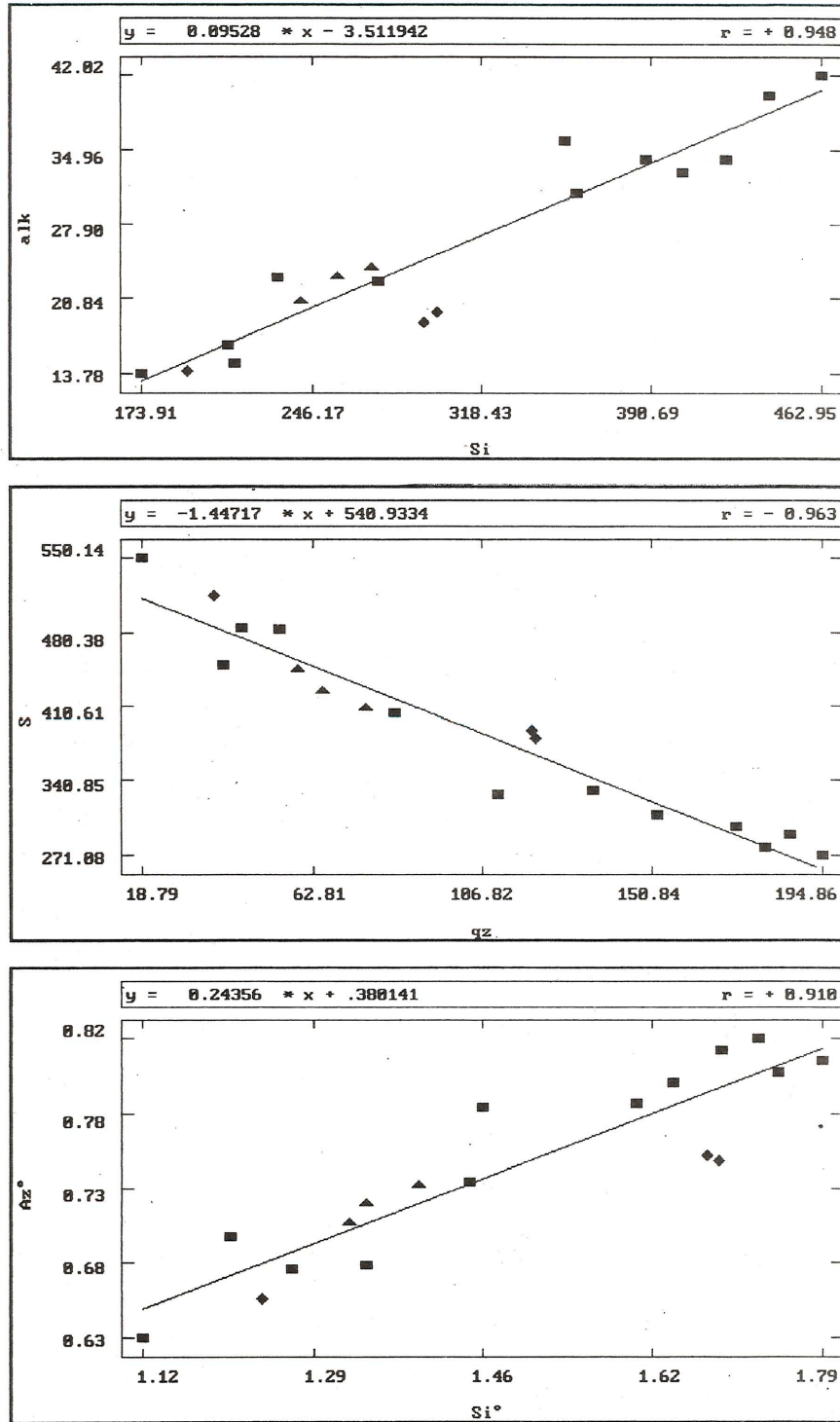


Şekil 1. Çizelge 1'de yer alan kimyasal analiz sonuçlarının a) k-mg, b) al-alk, c) al-fm parametre diağramlarında dağılımları.



Şekil 2. Örneklerin a) si-a1, b) si-fm, c) si-c parametre diagramlarında yayılımları. (■ Yavuz ve Gültekin, 1994; ▲ Bürküt, 1966; ◆ Örgün, 1992).





Şekil 3. Örneklerin a) si-alk, b) qz-S, c) Si°-Az° parametre diagramlarında değişimleri.