

## Eosen yaşlı Kışlaköy volkanitlerinin petrografisi, mineral kimyası ve kristallenme koşulları, Erzurum, KD Türkiye

*Petrography, mineral chemistry and cristallization conditions of eocene aged Kışlaköy volcanics, Erzurum, NE Turkey*

Emre AYDINÇAKIR<sup>\*1,a</sup>, Hande GÜNGÖR<sup>1,b</sup>, Cem YÜCEL<sup>2,c</sup>, Özgür BİLİCİ<sup>3,d</sup>, Emel ABDİOĞLU YAZAR<sup>4,e</sup>

<sup>1</sup>Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 29100, Gümüşhane

<sup>2</sup>Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 29100, Gümüşhane

<sup>3</sup>Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 25030, Erzurum

<sup>4</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon

• Geliş tarihi / Received: 26.03.2021

• Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form: 20.05.2021

• Kabul tarihi / Accepted: 03.06.2021

### Öz

Bu çalışmada Eosen yaşlı Kışlaköy (Narman/Erzurum) volkanik kayaların mineralojik, petrografik ve mineral kimyası analizleri incelenmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda magmaların kristallenme esnasında etkili olan sıcaklık, basınç gibi fizikokimyasal özellikleri ile fizikokimyasal verileri jeolojik verilerle birleştirilerek bu kayaları oluşturan magmaların kabuktaki gelişimleri irdelenmiştir. Çalışma alanındaki başlıca birimler Eosen yaşlı Kışlaköy Volkaniti, Oligo-Miyosen yaşlı Oltu Formasyonu, Oligo-Miyosen yaşlı Alabalık Formasyonu ve Alüvyonlardan oluşmaktadır. Kışlaköy volkanik kayaları volkanik fasiyes özelliklerine göre piroklastitler, dayklar ve lavlar olmak üzere üç başlıkta incelenmiş, genellikle bazalt bileşiminde ve başlıca plajiyoklaz ( $An_{49-85}$ ), klinopiroksen ( $Wo_{40-46} En_{41-50} Fs_{5-18}$ ), olivin ( $Fo_{68-75}$ ) ve Fe-Ti oksit minerallerden oluşmaktadır. Bu kayalar genel olarak hyalo-mikrolitik porfirik, glomeroporfirik, glomerofirik, mikrolitik porfirik, poikilitik, intersertal doku sergilemektedirler. İncelenen volkanitler; plajiyoklaz fenokristallerinde halkalı zonlanma, elek dokusu ve kemirilme; klinopiroksenlerdeki yenme, kemirilme ve kalıntı merkezler gibi dengesizlik dokuları gözlenmiştir. Termobarometre hesaplamalara göre volkaniklerin kristallenme sıcaklığı 489-1247 °C arasında, basınç 0.5-4.7 kbar arasında değişmekte olup, bütün bu verilere bakılarak incelenen volkanik kayaların orta-sığ kıtasal kabuk (~4-12 km) içerisinde yerleştiği söylenebilir.

**Anahtar kelimeler:** Jeotermobarometre, Kışlaköy volkaniti, Mineral kimyası, Narman, Petrografi

### Abstract

This study was examined mineralogical, petrographic and mineral chemistry analyzes of Eocene aged Kışlaköy volcanic rocks (Narman / Erzurum). The data obtained suggest that the physicochemical properties of the magmas such as temperature, pressure, which are effective during crystallization, and physicochemical data were combined with geological data, and the development of the magmas forming these rocks in the crust was examined. The main units in the study area are Eocene aged Kışlaköy Volcanite, Oligo-Miocene aged Oltu Formation, Oligo-Miocene Trout Formation and Alluviums. Kışlaköy volcanic rocks have been examined under three headings as pyroclastics, dykes and lavas according to their volcanic facies characteristics, have compositionally basalt and mainly consist of plagioclase ( $An_{49-85}$ ), clinopyroxene ( $Wo_{40-46} En_{41-50} Fs_{5-18}$ ), olivine ( $Fo_{68-75}$ ) and Fe-Ti oxide. These minerals generally exhibit hyalomicrolytic porphyritic, glomera porphyritic, cumulative porphyritic, microlitic porphyritic, poikilitic, intersertal textures. The studied volcanics rocks, disequilibrium texture are observed such as oscillatory zoning, sieve texture and corrosion in plagioclase phenocrysts, zoning, resorbed cores and mantles, rounded crytals, and embayed rims in clinopyroxenes. According to thermobarometric calculations, volcanics have crystallization temperature and pressure values ranging from 489 to 1247 °C, 0.5 to 4.7 kbar respectively. It can be concluded that the studied volcanics were emplaced at mid to shallow crustal depths (~4-12 km).

**Keywords:** Geothermobarometry, Kışlaköy volcanite, Mineral chemistry, Narman, Petrography

\*a Emre AYDINÇAKIR; aydincakir61@gmail.com, Tel: (0462) 233 10 00, orcid.org/0000-0001-8704-8485

<sup>b</sup> orcid.org/0000-0003-4531-2019

<sup>c</sup> orcid.org/0000-0001-7220-9397

<sup>d</sup> orcid.org/0000-0002-8810-9662

<sup>e</sup> orcid.org/0000-0001-5196-8060

## 1. Giriş

Alpin-Himalaya orojenik kuşağında yer alan Doğu Pontidler (KD Türkiye), volkanik ve plütonik kayaların yaygın olarak gözlemlendiği önemli alanlardan biridir. Doğu Pontidler, Jura, Kretase ve Eosen olmak üzere başlıca üç farklı zaman periyodunda gelişen volkanik kayalar tarafından temsil edilmektedir (Arslan vd., 1997; Şen, 2007; Aydın vd., 2008; Kaygusuz vd., 2011; Arslan vd., 2013; Aydınçakır ve Şen, 2013; Yücel vd., 2017; Dokuz vd., 2019; Aydın vd., 2020; Aydınçakır vd., 2020). Çalışma alanının da içerisinde yer aldığı Doğu Pontid Orojenik Kuşağı (KD Türkiye), Türkiye'nin jeolojik olarak şekillenmesinde önemli bir rol oynayan Alp-Himalaya orojenezinin etkisi ile oluşmuş olup farklı türde magmatik kayaları içermesi bakımından önemli bir alan konumundadır. Karadeniz havzasının güneydoğu kıyısı boyunca yaklaşık 500 km uzunluğunda ve 100 km genişliğinde bir orojenik kuşağı meydana getiren bu bölge, Geç Mesozoyik sırasında kuzeye yiten okyanusal litosfer üzerinde gelişmiş ve iyi korunmuş bir ada yayı olarak bilinmektedir (Şengör ve Yılmaz, 1981).

Çalışma alanı ve çevresinde yapılan önceki çalışmalarda detay genel jeoloji, tüm kayaların jeokimyası ile sınırlı sayıda izotopik çalışmalar yapılmıştır (Bayrakturan, 1994; Keskin, 1994; Keskin vd., 1998; Konak, 2001). Ancak, volkanik kayaların mineraloji ve mineral kimyası kullanarak irdeleyen çalışmalar jeotermobarometrik hesaplamalar magmatik kayaların oluştuğu ergiliğin jeokimyasal özellikleri ile evrimleşme süreci ve koşulları, kayaları oluşturan mineral toplulukları ve minerallerin kimyasal içerikleri ile yakından ilgilidir (Abbott, 1985).

Bu çalışmada, Doğu Anadolu Bölgesinde yer alan Kışlaköy (Narman-Erzurum) çevresinde yüzeyleme veren ve önceki çalışmalarda yaş Eosen kabul edilen Kışlaköy volkanik kayaların mineralojik, petrografik ve mineral kimyası analizleri incelenmiştir. Bu çalışma ile Kışlaköy (Narman) yöresinde gözlenen volkanik kayaların detaylı petrografisi ve mineral kimyası analizleri sonuçlarına göre, volkanik kayaları oluşturan magmanın kristallenme koşulları, bölgesel jeoloji ile beraber yorumlanarak kayaları oluşturan magmaların kabuktaki gelişim süreçlerinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışma alanı 1/25.000 ölçekli Erzurum-H47-b3 H48-a4 pafta sınırları içerisinde bulunmaktadır. Bunun yanında volkanitlerin yerleşim koşullarına yönelik bir çalışmanın yapılmaması bu çalışmanın önceki çalışmalardan en önemli farkıdır.

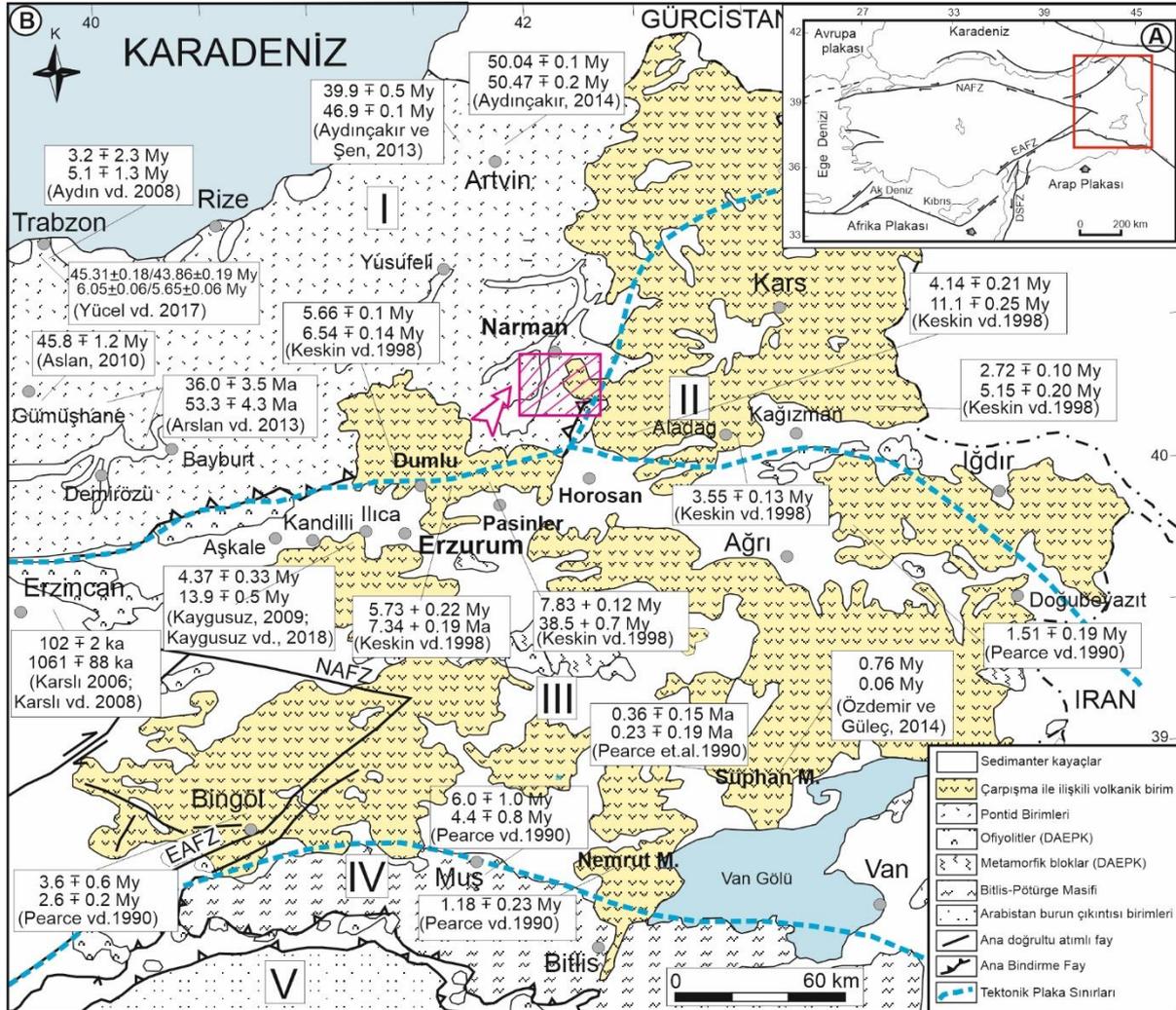
## 2. Bölgesel jeoloji

Doğu Anadolu Bölgesi, çarpışmayla ilişkili volkanizmanın dünyada en iyi görüldüğü alanlardan biri olması ve bölgenin kuzeydoğusunda yer alan Erzurum-Kars platosu çarpışma kökenli volkanik aktivitenin yaygın gözlemlendiği alan olması nedeniyle birçok araştırmacının dikkatini çekmiştir.

Bölgede genel jeoloji, tektonik ve volkanizma konularında pek çok çalışma yapılmıştır (Lambert vd., 1974; Innocenti vd., 1976, 1982; Gülen, 1980a, b; Şengör, 1980; Şaroğlu ve Güner, 1981; Yılmaz vd., 1987; Pearce vd., 1990; Ercan vd., 1990; Keskin, 1994, 2003, 2007; Keskin vd., 1998, 2006, 2008; Şengör vd. 2003; Özdemir vd., 2006, 2011, 2014; Oyan vd., 2016). Anadolu ve Arap levhaları arasında meydana gelen çarpışma Kuzey ve Doğu Anadolu Fayları ile Anadolu bloğunun yanal olarak magmatizma üretmesine sebep olmuştur. Çarpışma sonucu oluşan volkanizma ürünleri bazalttan riyolite kadar farklı bileşimde kayaların oluşumuna imkân sağlamıştır. Bununla birlikte bu çarpışma sonucunda doğu ve güneydoğu Türkiye de kalk-alkali ve alkali volkanizma gelişmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Innocenti vd., 1982; Dewey vd., 1986; Pearce vd., 1990; Buket ve Temel, 1998; Güleç, 1991; Keskin vd., 1998, 2006; Karlı vd., 2008; Kürüm vd., 2008; Kaygusuz, 2009; Keskin vd., 2006; 2012; Aydınçakır ve Şen, 2013; Sipahi ve Sadıklar, 2014; Sipahi vd., 2014; Özdemir ve Güleç, 2014; Lebedev vd., 2016a, 2016b; Yücel vd., 2017; Kaygusuz vd., 2018). Bölgedeki volkanikler üzerine yapılan çalışmalarda (Ercan vd., 1990; Pearce vd., 1990; Keskin, 1994, 2007; Notsu vd., 1995; Keskin vd., 2006; Lustrino vd., 2012; Lebedev vd., 2013; Özdemir ve Güleç, 2014) yaygın volkanizmanın Anadolu ve Arap levhaları arasında meydana gelen bir çarpışma ile oluştuğu düşünülmektedir (Şengör vd., 2003) (Şekil 1A). Doğu Anadolu Platosu coğrafik olarak, Orta Anadolu ile Orta İran arasında yerleşmiş ve kuzey de Doğu Pontid Yay ve güneyde de Arap Platformu arasında uzanmaktadır. Doğu Anadolu da yer alan bölge, dört ana tektonik bloğa ayrılmıştır (Şengör vd., 2003) (Şekil 1B). (1) Doğu Pontid yay magmatik kayaları ve onlarla ilişkili sedimanter kayalar tarafından temsil edilen Pontid temel kayaları (Okay ve Şahintürk, 1997; Aydın vd., 2008; Kaygusuz ve Aydınçakır, 2009, 2011; Aslan, 2010; Dilek vd., 2010; Arslan vd., 2013; Aydınçakır ve Şen, 2013; Aslan vd., 2014; Aydınçakır, 2014; Şengör ve Yılmaz, 1981; Aydınçakır, 2016; Yücel vd., 2017; Sipahi vd. 2018; Kaygusuz vd., 2021); (2) Doğu Anadolu Yığılma Karmaşığı (Üst Kretase

yada daha genç yaşlı ofiyolitik melanj ve filişik kayaçlar, Şengör vd., 2003), (3) Anadolu temeli (yüksek-orta dereceli kabuksal metamorfik kayaçlar, Şengör vd., 2003), (4) Doğu Anadolu yığışım kompleksi ve Anadolu temeline ait olan Neojen yaşlı sedimanter ve volkanik kayaçlar (Şekil 1A, B). Arap ve Anadolu kıtaları arasındaki çarpışmanın yaşı hakkında hala bir görüşbirliği yoktur. Çarpışma, bölgede yoğun sisimik aktiviteye, doğrultu atımlı faylara (Doğu ve Kuzey Doğu Anadolu Fay Zonları) ve yaygın bir volkanizmaya sebep olmuştur (Özdemir ve Güleç, 2014). Çarpışmanın yaşı, Geç Kretase den (Hall, 1976), Geç Eosen-Oligosen (35-25 My; Jolivet ve Faccenna, 2000; Agard vd., 2005; Allen ve Armstrong, 2008), ve Miyosen'e kadardır (Şengör vd., 2008; Dewey vd., 1986; Yılmaz, 1993; Robertson vd., 2007). Son zamanlarda, Okay vd. (2010), Bitlis-Zagros Sütür Zonu'ndaki Eosen yaşlı kumtaşları ve metamorfik kayaçlardan yapılan apatit fusion track yaşlarına dayanarak

Arap ve Avrupa plakalarının arasındaki son okyanusal litosferin Erken Miyosende (~ 20 My) tükendiğini savunmuşlardır. Doğu Anadolu Platosu, Geç Kretase – Erken Tersiyer döneminde birçok mikro-kıtaların birbirine eklenmesi sonucu oluşmuştur (Şengör, 1990). Bu mikro-kıtalar ofiyolit kuşakları ve yığışım karmaşık komplekleri tarafından ayrılabilirler. Temel kayaçlar, Geç Senozoyik çarpışma ile ilişkili volkanik kayaçlar ve Oligosen-Miyosen yaşlı sığ denizel sedimanlar tarafından uyumsuz olarak örtülmektedirler. Çarpışma sonrası volkanizma ürünleri, kuzeyde Erzurum-Kars Platosu, güneyde ise Arap kıtasına büyük kalkan volkanları (Tendürek, Karacadağ) ve strato-volkanlar (Ağrı, Nemrut, Süphan, Etrüks) şeklinde yayılır (Yılmaz vd., 1987, 1998; Pearce vd., 1990; Notsu vd., 1995; Keskin vd., 1998; Keskin, 2003, 2007; Karaoğlu vd., 2005; Özdemir vd., 2006, 2011; Özdemir ve Güleç, 2014; Oyan vd., 2016; Lustrino vd., 2012; Lebedev vd., 2016a,b).



**Şekil 1. A) Türkiye ve çevresinin tektonik haritası (Şengör vd. 2003), B) Doğu Anadolu Bölgesinde çarpışma ile ilişkili volkanik kayaçların ayrımı. I: Rodop-Pontid parçası, II: Kuzeybatı İran parçası, III: Doğu Anadolu Yığışım Karmaşığı, IV: Bitlis-Pötürge Masifi, V: Arabistan burnu.**

Bu çalışma ile Eosen yaşlı Kışlaköy Volkanitlerinin ilk defa detaylı petrografik ve mineral kimyası verileri irdelenerek; 1) magma (lar)ın kristallenme sırasında etkili olan sıcaklık ve basınç gibi fizikokimyasal özellikleri, 2) fizikokimyasal verileri jeolojik veriler ile birleştirerek bu kayaları oluşturan magma (lar) ın kabuktaki gelişimlerinin irdelenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

Arazi çalışması Erzurum İli, Narman İlçesi, Kışlaköy ve civarındaki Kilimli, Serinsu ve Pınaryolu köylerini kapsamaktadır. Saha çalışmaları sırasında, inceleme alanındaki çalışma konusunu oluşturan volkanik kayalardan ve bu kayalarla ilişkili olan çevre kayalar dan GPS aleti kullanılarak tam lokasyon ile sistematik kayaç örnekleri alınmış ve önemli görülen yüzlekler fotoğraflanarak belgelenmiştir. Yapılan tüm bu arazi çalışmalardan elde edilen veriler ışığında bölgenin 1/25000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmıştır (Şekil 2). Çalışma alanından alınan volkanik kayaç örneklerinin mineralojik ve petrografik özelliklerinin tespit edilmesi için ince kesitleri hazırlanmıştır. İnceleme için kayalardan alınan 0.5x2x4 cm boyutunda plakacıklar, bir yüzeylerinin pürüzlülüğü giderildikten sonra 1mm kalınlığındaki 2.5x5 cm boyundaki cam üzerine kanada balzamu kullanılarak yapıştırılmıştır. Cam üzerine yapışmış olan kayaç, aşındırıcılar yardımıyla 0,025 mm kalınlığına kadar inceltilerek petrografik incelemek için hazır hale getirilmiştir. İnce kesit örnekleri Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit laboratuvarında yapılmıştır.

Kışlaköy volkanik kayalarına ait olan 4 adet kayaç örneğinin mineral kimyası analizleri plajiyoklaz, klinopiroksen, olivin ve opak minerallerden yapılmıştır. Mikroprob analizleri, Universite de Bretagne Occidentale (Brest, Fransa) Geoscience Marines (IFREMER) Elektron Mikroprob Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Karbon kaplı parlak kesitler üzerindeki mineral kimyası çalışmaları, CAMECA-SX-100 WDS marka bir elektron mikroprob aleti ile gerçekleştirilmiştir. Aletin çalışma şartları 15 kV voltaj ve 20 nA'dır. Analizler 10 µm'lik bir ışın çapında yapılmış ve Si, Al, Ti, Fe, Mn, Mg, Ca, Na ve K elementleri için sayılma zamanı 10 sn olarak belirlenmiştir. 1 µm'lik bir nokta ışını piroksen, hornblend ve Fe-Ti

oksit analizleri için kullanılmıştır. Feldispat ve mika analizlerinde sodyum buharlaşması nedeniyle oluşacak kayıpları önlemek için çok hafif defokuslanmış (10 µm) ışın kullanılmıştır. Analizlerdeki doğal mineral standartları forsterit, diyopsit, ortoklas, albit, anortit, biyotit, apatit, vollastonit ve magnetittir. Analitik hata ana elementler için %1'den ve iz elementler için ise 200 ppm den daha azdır.

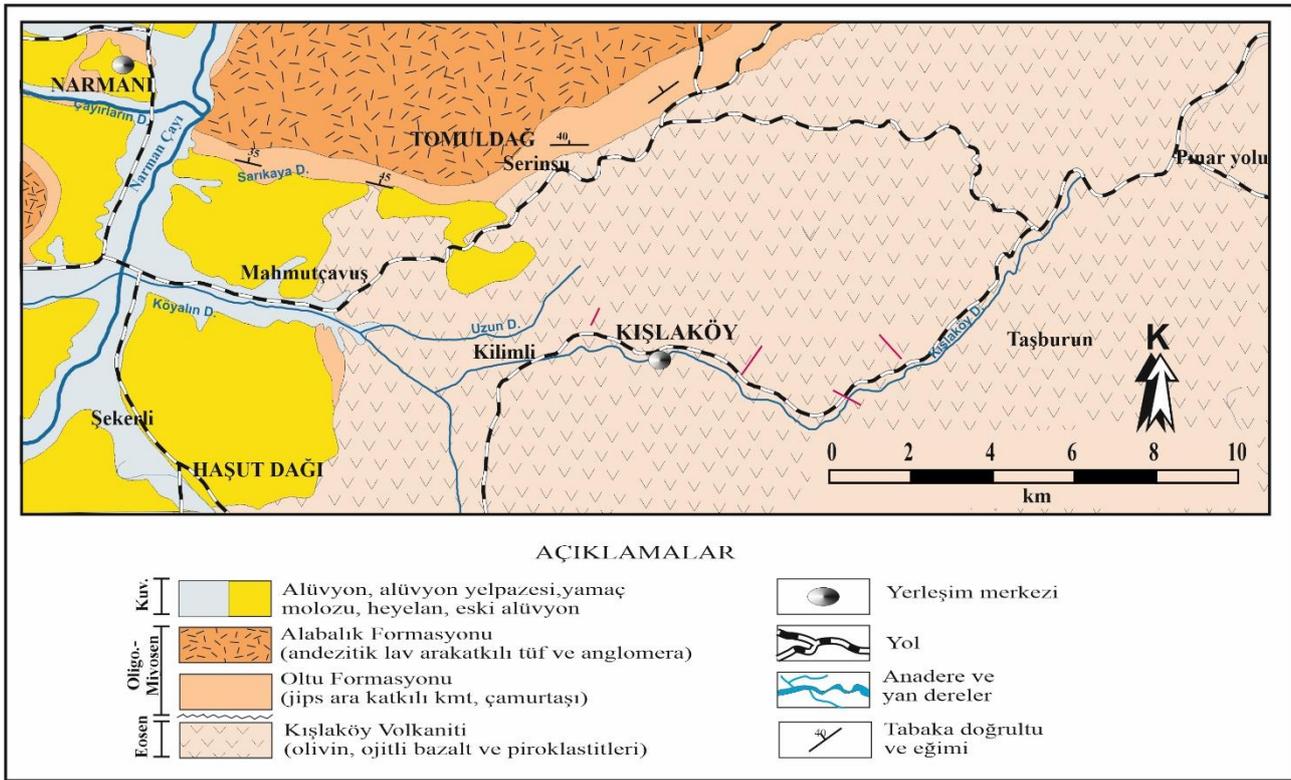
Volkanik kayalara ait 4 adet örneğin ana ve iz element analizleri ACME analitik laboratuvarında (Kanada) yapılmıştır. Ana oksit ve iz elementler ICP, nadir toprak elementler ise ICP-MS ile analiz yöntemi ile incelenmiş olup, toz örneklerden 0.2 g alınarak 1.5 g LiBO<sub>2</sub> ile karıştırılmış, %5 HNO<sub>3</sub> içeren bir sıvı içinde çözündürülmüştür. Toz örneklerden 0.250 g dört farklı asit içinde çözündürülmüş ve ppm olarak nadir toprak element analizleri gerçekleştirilmiştir. Ana elementler % ağırlık, iz elementler ppm olarak ölçülmüş olup veriler uygun bir şekilde düzenlenmiştir.

## 3. Bulgular

### 3.1. Stratigrafi

Doğu Anadolu Bölgesinde, Kışlaköy (Narman, Erzurum) yöresinde yer alan çalışma sahasındaki birimlerin temelini bazalt, andezit ve piroklastitlerden oluşan Eosen yaşlı Kışlaköy Volkanitleri (Konak vd., 2001) oluşturur (Şekil 2). Bu birim, Oligo-Miyosen yaşlı beyaz renkli gips ve kireçtaşı ara katmanları ile kömür damarları içeren, sarı-kırmızı-yeşil renkli, çakıltası, kumtaşı ve çamurtaşlarından oluşan Oltu Formasyonu (Konak vd., 2001) tarafından uyumsuz olarak üzerlenmektedir. Oltu Formasyonu üzerine uyumlu olarak yine aynı yaşlı lav, aglomera, sarı-yeşil renkli tüf ve epiklastik seviyelerden oluşan Alabalık Formasyonu (Konak vd., 2001) gelmektedir (Şekil 2). Kuvaterner yaşlı alüvyonlar en genç birimdir.

İlk kez Konak vd. (2001) tarafından tanımlanan Kışlaköy Volkanitinin inceleme alanı başlıca, Narman ilçesinin doğusunda Kışlaköy ve çevresinde, Pınaryolu köyünün batısında, Mahmutçavuş köyü ile Haşut dağının doğusunda ve Güvenlik köyünün güneyinde, Kilimli ve Taşburun köylerini de kapsayan bir alanda yüzeyleme vermektedir (Şekil 2). Keskin vd., (1998) tarafından birimin yaşının K/Ar yöntemi ile Eosen (38.5 ± 0.7 My) olarak verilmiştir.



Şekil 2. Çalışma alanının jeoloji haritası.

### 3.2. Petrografi

Kışlaköy Volkaniti olarak tanımlanan birim içerisinde yüzeyleme veren volkanik kayalar volkanik fasiyes özelliklerine göre, 1) Piroklastitler, 2) Bazaltik Dayklar ve 3) Bazaltlar olmak üzere üç başlıkta incelenmiştir.

#### 3.2.1. Piroklastitler

Piroklastik kayaların büyük çoğunluğu piroklastik breş olmakla beraber yer yer küçük lokasyonlarda aglomeralar da gözlenmektedir. Çapları, 2 cm'den blok boyutuna kadar değişen köşeli kayaç parçalarından oluşmaktadır. Kayaç içerisindeki breş çakıllarının bağlayıcısı genelde tuf olup, breş çakıllarının oranı yaklaşık olarak % 70'e kadar ulaşmaktadır (Şekil 3a, b). Taze kırık yüzeyi koyu gri-siyah renktedir. Bol miktarda mafik mineral fenokristalleri içermektedirler.

**Bazaltik Volkanik Breşler;** genellikle hyalo-mikrolitik porfirik, glomeroporfirik doku göstermektedirler. Petrografik bileşimi pl + kpir + ol + opak mineral şeklindedir (Şekil 3c, d). Plajiyoklazlar, genellikle özsekilli fenokristaller halinde ve hamurda mikro taneler halinde görülür. Tek nikelde renksiz, polarizan rengi gri olup albit ikizi sunmaktadır. Merkez kısımlarda süngerimsi

doku gelişmiştir. Nadiren zonlanma gösterirler (Şekil 3c, d). Klinopiroksenler, öz ve yarı öz şekilli fenokristaller halinde görülürler. Tek nikelde renksiz ya da çok açık yeşil, çapraz nikelde II. sıranın canlı renklerinde ve zonlanmalar görülür. Genellikle opak ve olivin kapanımları içerirler. Bazıları ise kırıkları ve kenarları boyunca kloritleşme gösterirler (Şekil 3c, d). Olivinler genellikle iddingsitleşmiş olivine olarak hamurda ve klinopiroksenler içerisinde kapanım olarak bulunurlar (Şekil 3c). Opak mineraller, genellikle hamurda mikro taneler halinde ve klinopiroksenler içerisinde kapanımlar halinde göze çarpmaktadırlar. İkincil mineral olarak ise ferromagnezyen minerallerden itibaren kloritleşme göze çarpmaktadır.

#### 3.2.2. Bazaltik dayklar

Çalışma alanında hemem hemen her yerde yüzeyleme veren bazaltik dayklar, bazalt ve piroklastları kesmiştir (Şekil 4a). Daykların çoğu taze bir görünüme sahip olup, ayrışma yüzeyleri genelde açık kahve-bej, taze kırık yüzeyleri ise koyu gri-siyah renktedir. Dayklar özellikle masif yapı sunarlar ve doğrultuları genellikle KD-GB olarak belirlenmiştir. Daykların genişlikleri 30 cm'den 2-3 m'ye kadar değişmektedir (Şekil 4b).



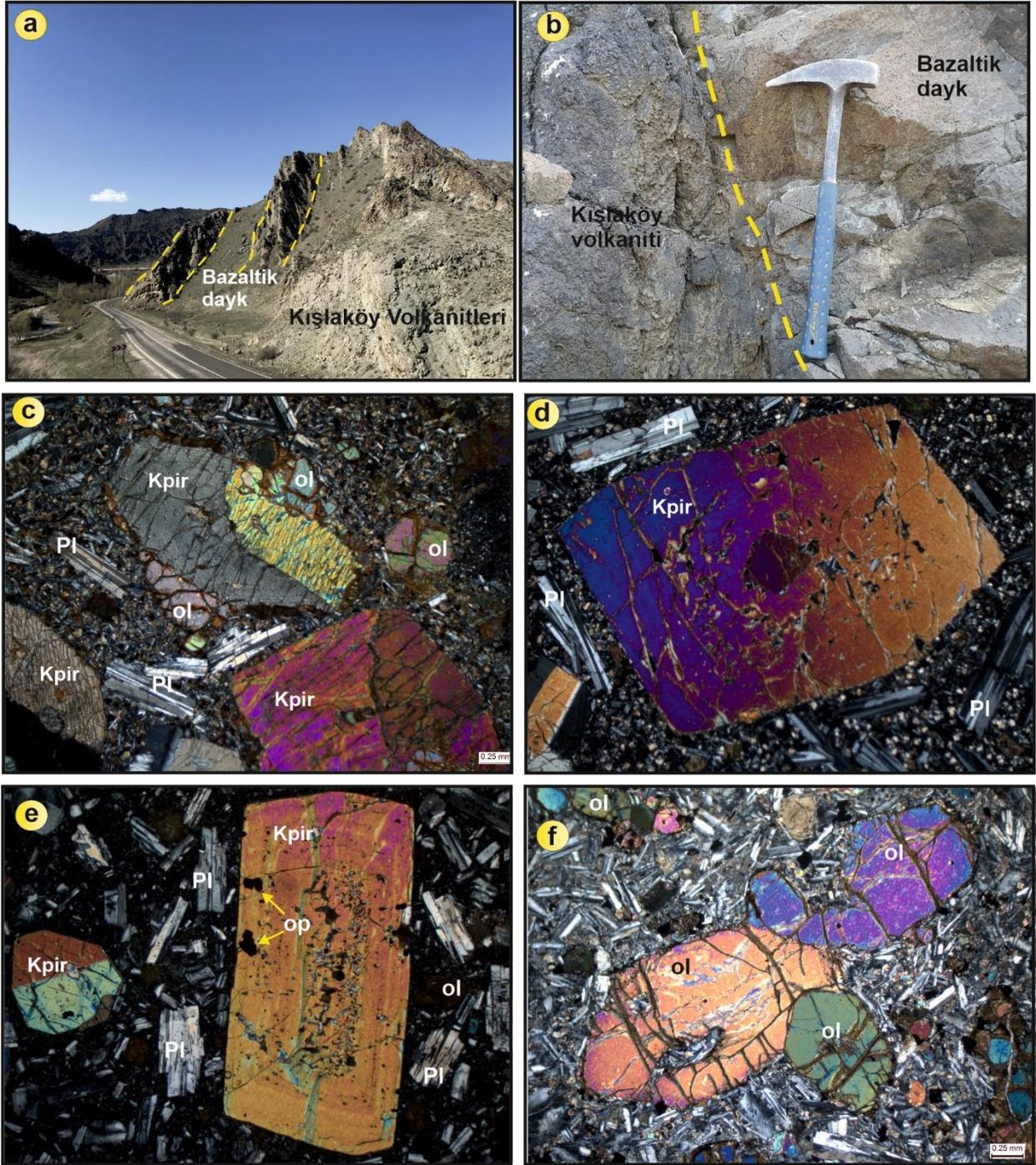
**Şekil 3.** (a, b) Kışlaköy Volkaniti içerisinde yer alan volkanik breşlerin görünümü (Kilimli köyü civarı), (c ve d) Bazaltik bileşimli volkanik breş çakıllarının mikroskobik görünümü. (Örnek No: N-22) (Ç.N.; Kpir: Klinopiroksen, Pl: Plajiyoklaz, ol: olivin, op: Opak mineral).

Bazaltik daykları oluşturan kayaçların petrografik bileşimleri, kpir + ol + plj + opak mineral şeklindedir. Bunlar genellikle mikrolitik porfirik, poikilitik, intersertal ve yer yer glomerofirik (Şekil 4c-f) dokular sergilerler. Klinopiroksenler genellikle özşekilli den özşekilsiz kadar değişir. Genelde mega ve fenokristaller halinde gözlenen klinopiroksenler, hamurda ise öz şekilsiz mikro taneler halinde bulunur. Bu kristaller hamur tarafından yenme, elek dokusu, kalıntı merkezler gösterirken çoğunlukla opak ve olivin kapanımları içerirler (Şekil 4c-f). Olivinler, genellikle özşekilli ve yarı özşekilli olarak bulunur. Tek nikelde renksiz, çapraz nikelde II. ve III. serinin canlı renklerindeirler (Şekil 4c). Kısmen ve tamamen kırık ve kenarları boyunca iddingisitleşmişlerdir (Şekil 4f). Bazen klinopiroksenler içerisinde kapanım olarak gözlemlenen olivinler bazen de klinopiroksenlerle beraber kümülofrik dokuyu oluştururlar (Şekil 4f). Plajiyoklazlar, genellikle özşekilli fenokristaller ve mikro fenokristaller halinde bulunur. Tipik olarak albit ikizi gösterirler. Yer yer kırılmalar gözlemlenir. Bazı mikro fenokristallerde hafif zonlanmalar göze çarpar (Şekil 4e, f). Opak mineraller, genellikle yarı

özşekilli ve özşekilsiz kristaller halinde ferromagnezyen minerallerin çevresinde, klinopiroksenler içerisinde kapanım olarak ve hamurda mikro taneler halinde yer alırlar (Şekil 4). İkincil mineraller, genellikle boşluk dolgusu şeklinde gelişen zeolit mineralleri ve ferromagnezyen minerallerden itibaren gelişen kloritlerdir.

### 3.2.3. Bazaltlar

Kışlaköy Volkanitlerini oluşturan kayaçlar arasında yayılımı en geniş olan birimdir. Özellikle Narman ile Kışlaköy civarında masif yapılı bazaltlardan oluşmaktadır (Şekil 5a). Çalışma alanında özellikle tortul bir istif olan Olu Formasyonu üzerine gelen arazide oldukça sarp kısımları temsil eder. Masif yapılı bazaltlar makroskobik olarak porfirik dokulu olup, iri ojit ve plajiyoklaz fenokristalleri rahatlıkla tanınabilmektedir (Şekil 5b). Bol gaz boşlukludur ve bu boşluklar karbonat ve silis ile dolmuştur. Bazaltlar, genellikle siyah-mor renkli ve kalın bazalt düzeylerinden oluşmaktadır.



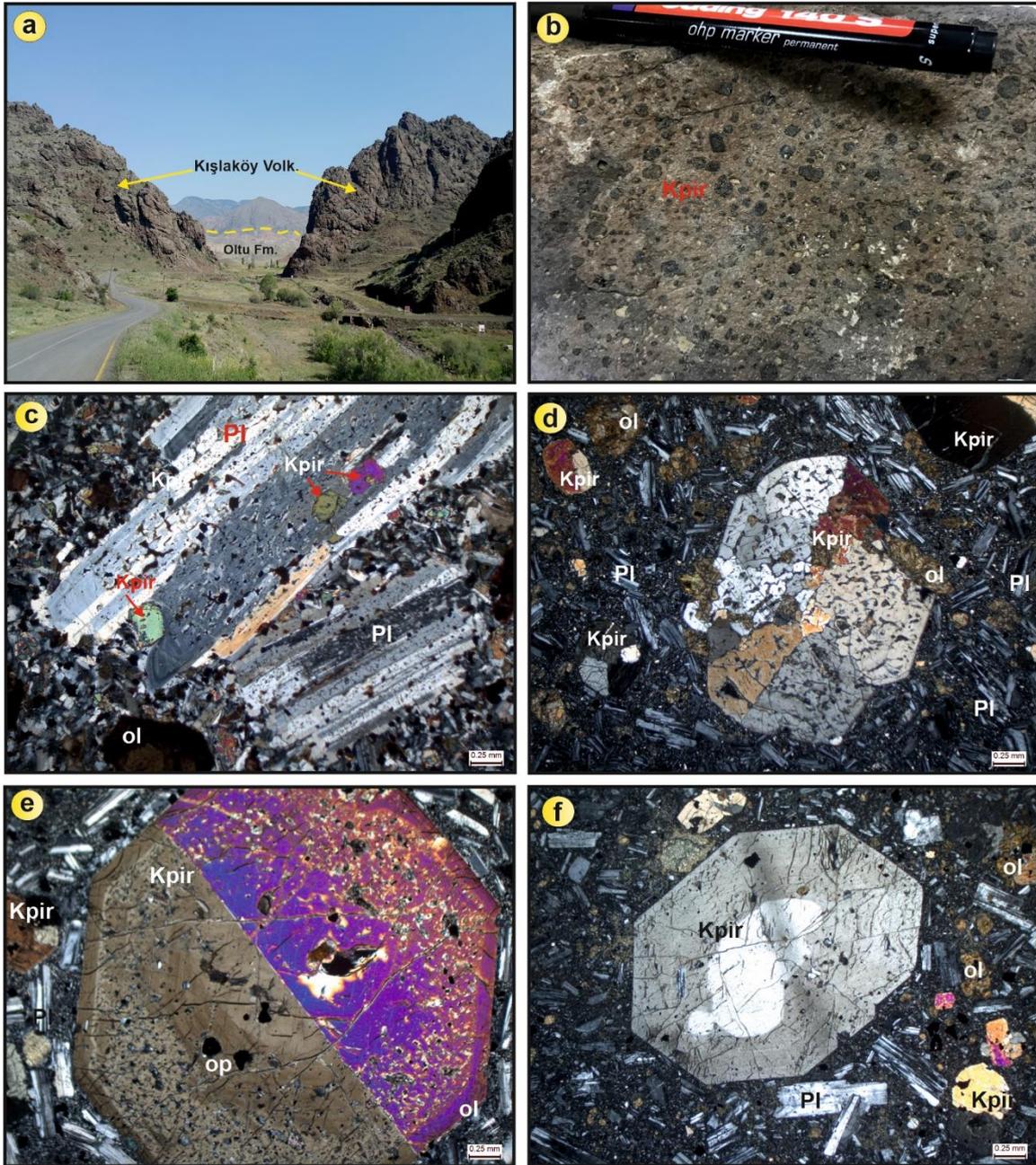
**Şekil 4.** Bazaltik daykların arazi görünüşleri, a, b) Kilimli mevkiinde Kışlaköy volkanitini KD-GB istikametinde kesen bazaltik dayklar (Örnek No: N-5), (c,d) bazaltik dayklar içerisindeki kenarları yenmiş, kalıntı merkez içeren klinopiroksen ve öz şekilsiz olivin mineralleri (ÇN), e) zonlanma ve elek dokusu gösteren klinopiroksen minerali (ÇN), f) öz şekilli olivin fenokristalleri ve glomerofirik doku (ÇN), (Örnek No: N-5, N-8 ve N-33; kpir: klinopiroksen, ol: olivin, pl: plajiyoklaz, op: opak mineral).

Bazaltları oluşturan kayaçların petrografik bileşimleri, kpir + plj + ol + opak mineral şeklindedir. Bunlar genellikle mikrolitik porfirik, hyalo- mikrolitik porfirik, elek dokusu ve glomerofirik (Şekil 5c-f) dokular sergilerler. Klinopiroksen mineralleri çoğunlukla megakristal ve fenokristal olarak gözlenmektedir (Şekil 5d-f). Hamurda ise mikrolitler halinde bulunmaktadır. Klinopiroksenler özşekilli ve yarı özşekillidir ve

dik iki yönlü dilinim sistemine sahiptir. Tek nikelde açık yeşil; çapraz nikelde mavi, sarı, kırmızı renkte gözlenirler. Sönme açıları 35°-39° arasında değişmektedir. Bol olarak plajiyoklaz, opak mineral ve olivin kapanımları içermektedir. Klinopiroksenlerde zonlanma yaygın olarak görülmektedir. (Şekil 5e). Ayrıca, bazı klinopiroksenler hamur tarafından yenmiş ve kaba elek dokusu gösterirler (Şekil 5d). Çoğu

klinopiroksen ve opak mineralin bir araya gelmesiyle glomerofirik doku oluşturdukları gözlenmiştir. Klinopiroksenler, bol çatlaklı ve kırıklı olup, kırıkları boyunca kalsitlemişlerdir. Alterasyona uğramış olanlarında kloritleşme gözlenmektedir. Plajiyoklazlar, hem yarı özşekilli fenokristal hemde hamurda mikro-fenokristaller olarak gözlenmektedirler (Şekil 5c, d). Genellikle albit ikizlenmesi gösterirler. Süngerimsi doku ve hamur tarafından yenmeler oldukça yaygındır.

Süngerimsi doku içerisindeki boşluklar cam tarafından doldurulmuştur. Bazı kristallerde hem ikizlenme hem de zonlanma görülürken bazı kristallerin en dış kısımlarında yeniden büyüme zarfı bulunmaktadır. Olivinler, genellikle özşekilli olup ve fenokristaller halinde bulunurlar (Şekil 5d, f). Tek nikolde renksiz, çapraz nikolde II. ve III. sıranın canlı renklerinde dirler. Karakteristik olarak içerdikleri kırıklar ve kenarlar boyunca iddingsitleşmeler yaygın olarak gözlenir.



**Şekil 5.** a) Bazaltların yayılımı ve volkanitlerin arazi görünümü, b) iri klinopiroksenlerin makroskopik görünümü (Kışlaköy, Pınaryolu mevki), c) klinopiroksen kapanımları içeren albit ikizli plajiyoklaz fenokristalleri ve elek dokusu (Örnek No: N-53), d) mikrolitik porfirik dokulu kayalardaki elek dokusu gösteren klinopiroksen fenokristali (Örnek No: N-50), e) öz şekilli ve zonlanma gösteren mega klinopiroksen minerali (Örnek No: N-21), f) kenarında elek dokusu gelişmiş ve kalıntı merkez içeren klinopiroksen fenokristali ve iddingsitleşmiş olivin mineralleri (Örnek No: N-50), (Kpir: klinopiroksen, ol: olivin, pl: plajiyoklaz, op: opak mineral).

### 3.3. Mineral kimyası

Kışlaköy Volkanitleri'ni oluşturan bazalt ve bazaltik dayklara ait ana mineraller klinopiroksen, plajiyoklaz, olivin ve Fe-Ti oksit mineralleridir. Bu minerallerin, genel mineralojik ve kimyasal özellikleri bu bölümde özetlenmiştir.

#### 3.3.1. Klinopiroksen

Klinopiroksen mineralleri inceleme alanında yüzeyleyen volkanik kayaç türlerinden bazaltik lav ve bazaltik dayk örneklerinde mevcuttur. Çoğunlukla öz ve yarı öz şekilli olan bu mineraller iri, orta ve küçük boyutlu kristaller halinde bulunurlar. Bazik kayaçlarda iri kristalli ve öz şekilli klinopiroksenler genellikle zonlanma ve yer yer de elek dokusu gösterirler.

Klinopiroksen mineralleri salınımlı zonlanma, normal ve ters zonlanma göstermektedirler (Şekil 6a, b). Bu zonlanma tiplerini hem optiksel hem de kimyasal olarak görmek mümkündür. Salınımlı zonlanmada her zonun kalınlığı genellikle farklıdır (Şekil 6a, b). Klinopiroksenlerin yapısal formülleri 6 oksijene göre hesaplanmıştır (Ek Tablo 1). Kimyasal analizlerden elde edilen toplam demirin,  $Fe^{+2}$  ve  $Fe^{+3}$  ayrımı Droop (1987)'a göre yapılmıştır.

Bazaltlar ve bazaltik dayk örnekleri içerisindeki klinopiroksenlerin kimyasal bileşimleri Ek Tablo 1'de verilmiştir. Bazaltlara ait örnekler Morimoto vd. (1988)'ne göre ojit olarak adlandırılmaktadır (Şekil 6c). Ojitler  $Wo_{40-45}En_{41-50}Fs_{9-18}$  bileşimindedir ve  $Mg/(Mg+Fe^{+2})$  oranı 0.70-0.84 arasındadır. Normal zonlanma gösteren örneklerin merkezleri  $Wo_{40-45}En_{42-50}Fs_{9-16}$  bileşimli ojit iken, kenarları  $Wo_{40-44}En_{41-44}Fs_{15-18}$  bileşimli ojittir.  $Mg/(Mg+Fe^{+2})$  oranları merkezde 0.73 ile 0.84 arasında iken, kenarda 0.70 ile 0.75 arasında değişmektedir. Ters zonlanma gösteren örneklerde ise merkez bileşimi  $Wo_{41-44}En_{41-43}Fs_{14-16}$  ojit iken, kenar  $Wo_{42-44}En_{42-44}Fs_{13-15}$  bileşimi ojittir.  $Mg/(Mg+Fe^{+2})$  oranları merkez kısımlar için 0.73-0.75 arasında iken, kenar kısımlarda bu oran 0.74-0.78 arasında değişmektedir (Ek Tablo 1).

Bazaltik Dayklara ait örnekler içerisindeki klinopiroksenlerin kimyasal bileşimleri (Ek Tablo 1) Morimoto vd. (1988)'ne göre ojit bileşimindedir sadece iki örnek diyopsit olarak adlandırılmaktadır (Şekil 6d). Örneklerden 6 tanesinde ters zonlanma görülürken diğer örneklerde normal zonlanma mevcuttur. Klinopiroksen minerallerinden ojitler genel olarak  $Wo_{40-45}En_{40-50}Fs_{5-17}$  bileşimindedir ve  $Mg/(Mg+Fe^{+2})$  oranı 0.72-0.91 arasındadır.

Diyopsitler  $Wo_{46}En_{47}Fs_7$  bileşiminde olup,  $Mg/(Mg+Fe^{+2})$  oranı 0.87 arasındadır. Normal zonlanma gösteren örneklerin merkezleri  $Wo_{40-46}En_{41-50}Fs_{5-16}$  ojit bileşimindeyken, kenarları  $Wo_{41-45}En_{40-47}Fs_{8-17}$  ojit bileşimindedir. Örneklerin  $Mg/(Mg+Fe^{+2})$  oranları merkezde 0.73-0.91 arasında iken, kenar kısımlarda 0.72-0.86 arasında değişmektedir. Ters zonlanma gösteren örneklerde merkez bileşimi  $Wo_{41-43}En_{41-44}Fs_{14-16}$  ojit iken, kenar bileşimi  $Wo_{43-44}En_{42-46}Fs_{11-15}$  ojittir ve  $Mg/(Mg+Fe^{+2})$  oranı merkezde 0.73-0.76 iken, kenar da 0.74-0.81 dir (Ek Tablo 1).

#### 3.3.2. Plajiyoklaz

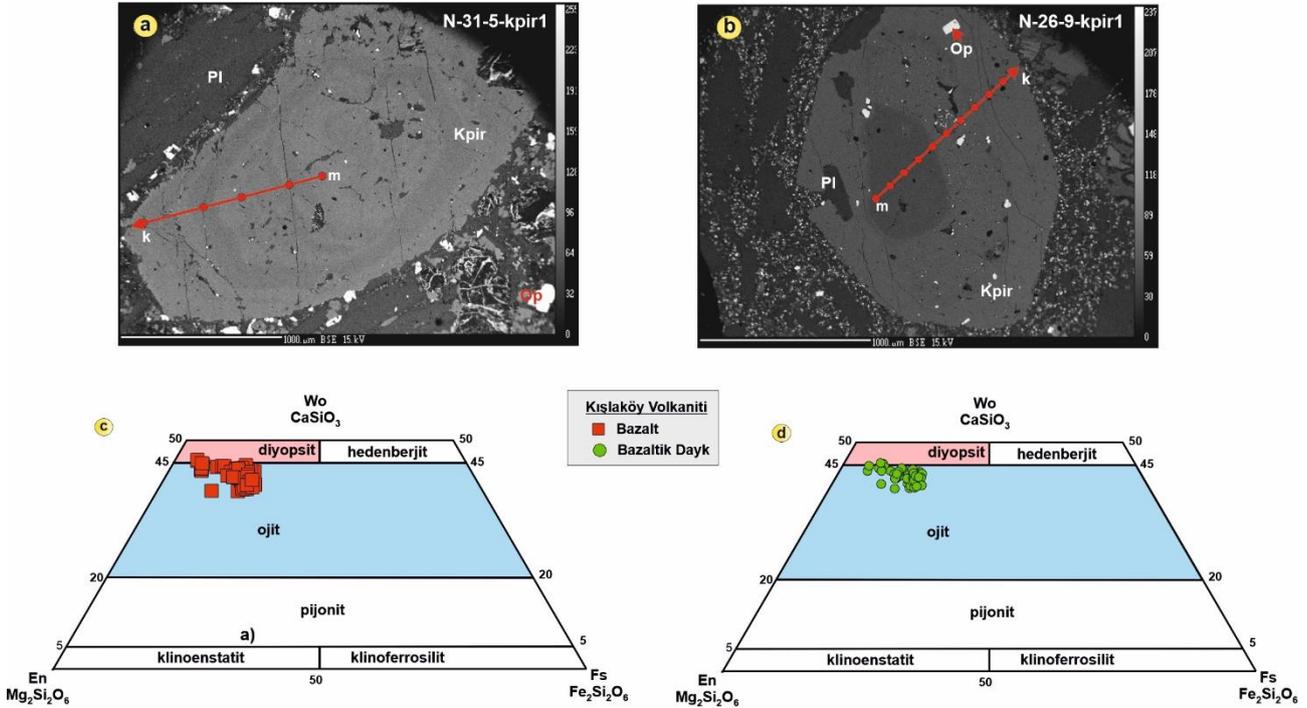
Kışlaköy (Erzurum) volkanik kayaçlarını oluşturan kayaç türlerinin hepsinde plajiyoklaz mineraline sıkça rastlanmıştır. Plajiyoklaz mineralleri çoğunlukla ince-uzun ve öz şekilli kristalcikler halinde olup (Şekil 7a), 0,1-1 mm arasında değişmektedir. Plajiyoklaz mineralleri hem iri fenokristaller hem de mikrolitler şeklinde bütün kayaçlarda bulunmaktadır (Şekil 7b). Ayrıca örneklerde hem normal hem de ters zonlu plajiyoklazlar yaygındır. Kapanımlar şeklinde başka minerallerin içinde fenokristal ve mikrolit olarak görülürler. Plajiyoklazlar ayrıca albit ikizlenmesi ve elek dokusu yaygındır.

Bazaltlar içerisinde fenokristal olarak bulunan plajiyoklazların analiz sonuçlarına göre zonlanma göstermeyenlerinin bileşimi genelde labradordur. Analiz edilen plajiyoklazların yedi tanesinde normal zonlanma gözlenmektedir. Mikrolitlerin bileşimi labradordur (Ek Tablo 2, Şekil 7c). Plajiyoklaz fenokristallerinden labrador olanların bileşimi merkezde  $An_{59}Ab_{28}Or_2$  ile  $An_{71}Ab_{37}Or_4$  arasında kenarda  $An_{59}Ab_{31}Or_2$  ile  $An_{67}Ab_{38}Or_3$  arasında değişmektedir. Normal zonlanma gösteren plajiyoklaz fenokristalinin merkezlerinin bileşimli  $An_{64}Ab_{28}Or_2$  ile  $An_{71}Ab_{34}Or_2$  arasında ve kenarları ise  $An_{59}Ab_{33}Or_2$  ile  $An_{65}Ab_{38}Or_3$  arasında olduğu belirlenmiştir. Labrador bileşiminde olan mikrolitler ise  $An_{59}Ab_{31}Or_2$  ile  $An_{67}Ab_{38}Or_3$  arasındadır.

Bazaltik dayk içerisinde fenokristal olarak bulunan plajiyoklazların bileşimleri genellikle labrador ve bitovnitir (Ek Tablo 2, Şekil 7d). Analiz edilen plajiyoklaz minerallerinin bazılarında normal zonlanma görülmektedir. Normal zonlanma gösterenlerin merkez bileşimi çoğunlukla bitovnit, kenar bileşimi ise çoğunlukla labradordur. Üç örnek ters zonlanma göstermektedir. Analiz edilen mikrolitlerin bileşimi ise andezin, labrador ve bitovnitir (Şekil 7d). Labrador olanların bileşimi merkezde  $An_{69}Ab_{26}Or_2$  ile  $An_{72}Ab_{29}Or_3$  arasında

kenarda  $An_{55}Ab_{23}Or_2$  ile  $An_{72}Ab_{41}Or_6$  arasında değişmektedir. Bitovnit olanların bileşimi ise merkezde  $An_{73}Ab_{14}Or_1$  ile  $An_{85}Ab_{25}Or_2$  arasında kenarda  $An_{73}Ab_{21}Or_1$  ile  $An_{77}Ab_{25}Or_2$  arasında değişmektedir. Normal zonlanma gösteren plajiyoklaz fenokristalinin bitovnit olan merkezlerinin bileşimli  $An_{73}Ab_{14}Or_1$  ile

$An_{85}Ab_{25}Or_2$  arasında ve labrador olan kenarları ise  $An_{55}Ab_{23}Or_2$  ile  $An_{72}Ab_{41}Or_6$  arasında değişmektedir. Andezin olan mikrolitin bileşimi  $An_{49}Ab_{45}Or_5$ , labrador mikrolitlerinin bileşimi  $An_{63}Ab_{30}Or_2$  ile  $An_{68}Ab_{35}Or_3$  arasında ve bitovnit bileşiminde olanlar ise  $An_{74}Ab_{24}Or_1$  ile  $An_{75}Ab_{24}Or_2$  arasındadır.

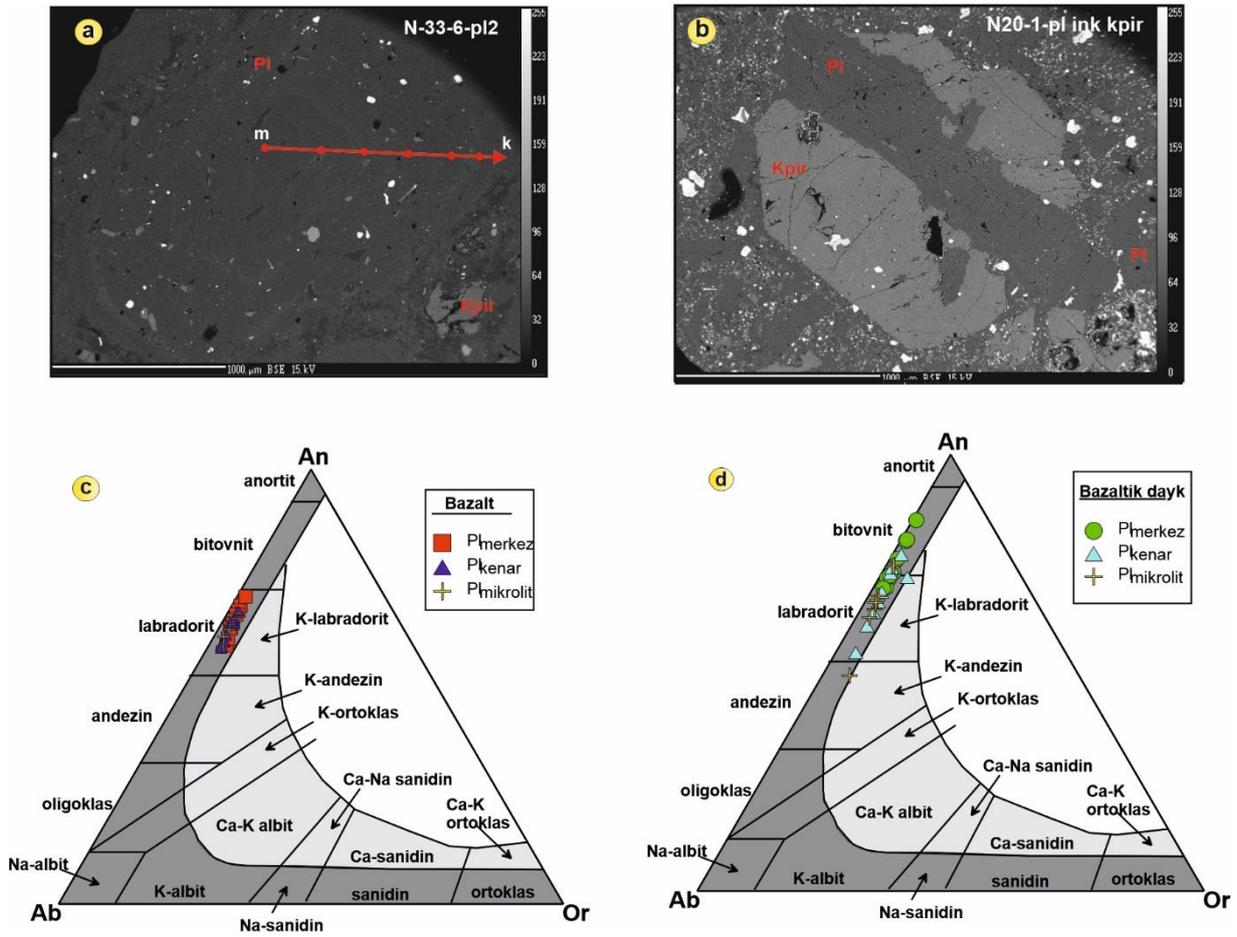


**Şekil 6.** Bazalt ve bazaltik dayk örneklerine ait a) normal zonlu klinopiroksen fenokristali, b) opak mineral ve plajiyoklaz minerali içeren kalıntı merkezli, salınımlı zonlanma gösteren iri klinopiroksen mineraline ait “BSE (Back-scattered electron)” görünüşleri (Op: opak mineral, Kpir: Klinopiroksen, Pl: Plajiyoklaz, m: merkez, k: kenar, Örnek No: N-31 ve N-26), c, d) Bazaltik lav ve dayk örneklerine ait klinopiroksen minerallerinin, Wo-En-Fs üçgen diyagramındaki (Morimoto vd., 1988) bileşimleri.

### 3.3.3. Olivin

Kışlaköy (Erzurum) volkanik kayaların oluşturan kayaç türlerinden bazaltik lav, bazaltik volkanik breş ve bazaltik dayk örneklerinde rastlanmıştır. Bazaltik dayk ve bazaltik lav örneklerindeki olivin mineralleri özşekli olup, fenokristaller halinde bulunurlar. Ayrıca, hamurda mikro taneler halinde ve klinopiroksenler içerisinde kapanımlar halinde göze çarpmaktadırlar. Karakteristik olarak içerdikleri kırıklar ve kenarlar boyunca iddingsitleşmeler yaygın olarak gözlenir.

Bazaltik lav örnekleri içerisinde yer alan olivinler üzerinde yapılan elektron mikroprop analiz sonuçlarına göre olivinler hyalosiderit ve krizolit olarak isimlendirilmiştir. Hyalosideritlerin bileşimleri  $Fo_{58}$  ‘dir. Krizolitlerin bileşimleri  $Fo_{69}$  ile  $Fo_{75}$  arasındadır. (Ek Tablo 3). Bazaltik dayklar içerisinde yer alan olivinler üzerinde yapılan elektron mikroprop analiz sonuçlarına göre olivinlerin çoğunluğu krizolit bileşiminde olup, sadece iki örnek hyalosiderit olarak isimlendirilmiştir. Hyalosideritlerin bileşimleri  $Fo_{68}$  ile  $Fo_{69}$  arasında değişim gösterirken, krizolitlerin bileşimleri  $Fo_{69}$  ile  $Fo_{86}$  arasındadır. (Ek Tablo 3).



**Şekil 7.** İncelenen volkanitlerdeki bazı plajiyoklazların “BSE” görünüşleri, a) bazaltik kayalardaki zonlu plajiyoklaz (Pl) kristalleri, b) klinopiroksen içerisinde yer alan zonlu plajiyoklaz minerali (Örnek no: N-33, N-20), c, d) Bazaltlara ve bazaltik dayklara ait plajiyoklazların Ab-An-Or üçgen diyagramı.

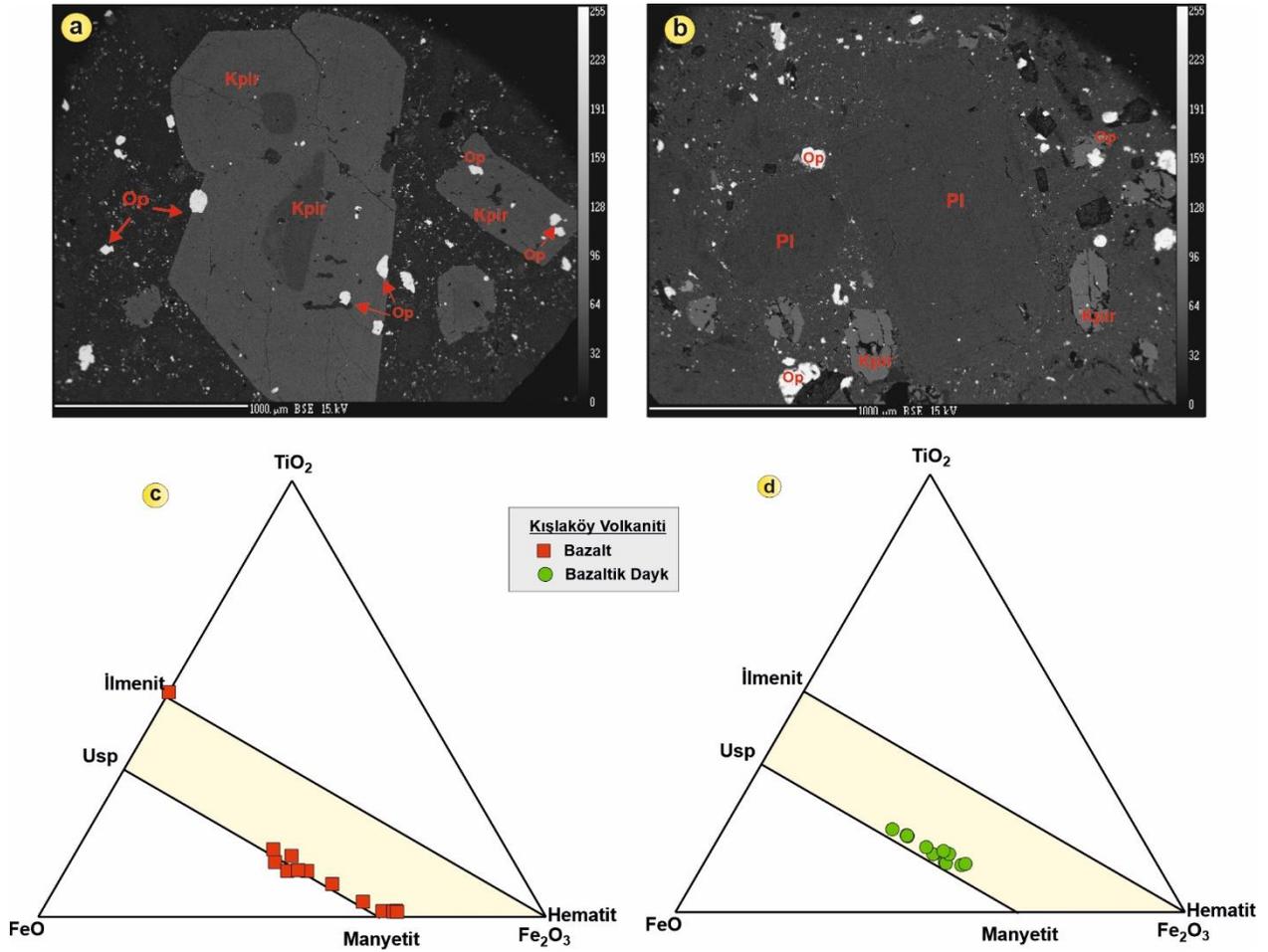
### 3.3.4. Fe-Ti oksit

Fe-Ti oksit mineralleri inceleme alanında yüzeyleyen bazaltik lav ve bazaltik dayk örneklerinde mevcuttur. Volkanik kayalarda genellikle ortaç-küçük ve öz-yarı öz şekilli kristaller halinde bulunurlar. Dokusal olarak Fe-Ti oksit minerallerinin klinopiroksenlerle birlikte bulunması ve yer yer onların içinde özşekilli kapanımlar halinde görülmesi, göreceli olarak daha erken kristallenmeyi işaret eder (Şekil 8a,b). Fe-Ti oksit minerallerinin kimyasal analizlerinden yapısal parametreleri ve formülleri elde etmek için, 32 oksijene göre normalleştirilmiş katyonlardan itibaren hesaplamalar yapılmıştır (Ek Tablo 4).

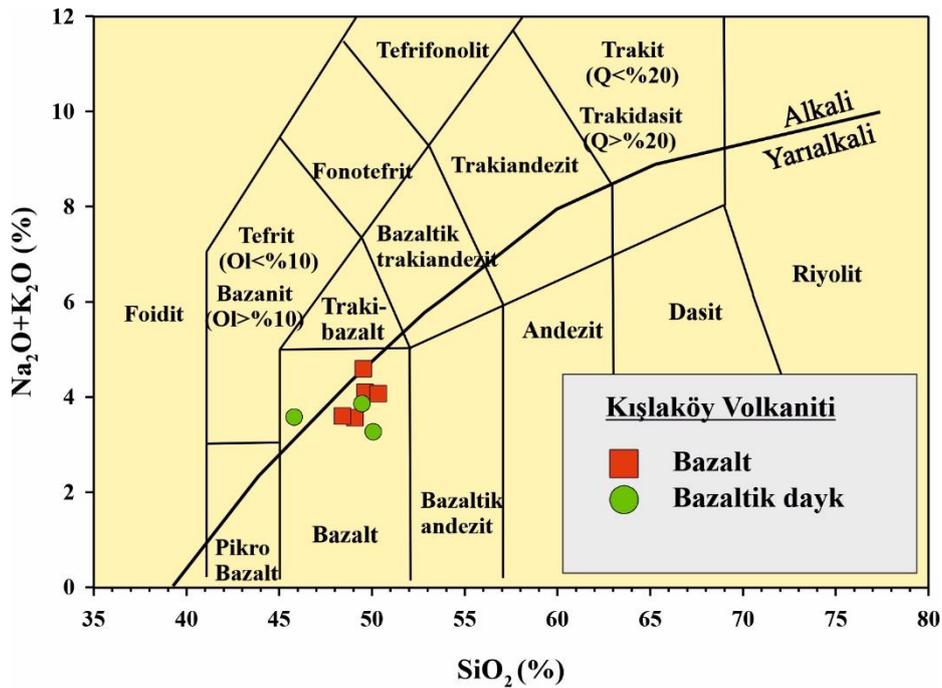
Bazaltlarda gözlenen opak mineraller genel olarak magnetit ve titano-magnetit ve bir tanesi ilmenit bileşimindeyken (Şekil 8c), bazaltik daykları oluşturan bazaltlarda, magnetit ve titano-magnetit bileşimindedir (Ek Tablo 4, Şekil 8d).

### 3.4. Kimyasal sınıflandırma

Le Maitre vd. (1989)'nin  $\text{SiO}_2$ 'ye karşı  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$  (TAS) diyagramına göre bazaltik lav ve bazaltik dayk örneklerinin hepsi bazalt alanına düşmektedir (Şekil 9). Ayrıca, yine bu diyagram üzerinde Irvine ve Baragar (1971)'in alkali-yarıalkali ayrımına göre incelenen volkanik kayalardan 1 tane bazaltik dayk örneği alkali alana düşerken diğer bütün örnekler yarıalkali alanda yer almaktadır. (Tablo 1).



**Şekil 8.** İncelenen volkanitlerdeki bazı Fe-Ti oksitlerin “BSE” görüntüleri, a ve b) Bazaltlardaki klinopiroskenlerde kapanım halinde olan öz-yarı öz şekilli Fe-Ti oksitler (Op), Klinopirosken (Kpir), (Örnek no: N-5, N-20), c, d) Bazaltlara ve bazaltik dayk örneklerine ait Fe-Ti oksit bileşimini gösteren üçgen diyagram (Bacon ve Hirschmann, 1988).



**Şekil 9.** Kışlaköy volkanik kayaların  $SiO_2$ 'ye karşı  $Na_2O+K_2O$  (TAS) sınıflama diyagramındaki konumları (Le Maitre vd., 1989). Alkali- yarıalkali eğrisi (Irvine ve Baragar, 1971).

**Tablo 1.** Kışlaköy Volkanitlerine ait kayaçların tüm kayaç ana (%) ve iz (ppm) element analiz sonuçları

Birim	Bazaltik Dayk			Bazaltik Lav				
	Örnek No	A5	A8	A33	N-20	N-26	N-30	N-36
SiO <sub>2</sub> (%)	45.80	50.06	49.46	49.52	49.07	49.62	50.34	48.40
TiO <sub>2</sub>	0.69	0.76	0.86	1.17	1.04	0.89	0.86	0.92
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.57	12.96	14.22	15.20	15.40	15.26	14.85	12.67
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.04	8.61	8.31	9.91	9.61	8.67	8.54	8.85
MnO	0.17	0.21	0.16	0.18	0.17	0.15	0.16	0.15
MgO	6.20	8.26	9.84	6.77	5.83	6.98	7.05	11.43
CaO	14.54	11.63	9.65	10.30	10.25	9.49	10.34	9.93
Na <sub>2</sub> O	2.20	1.97	2.20	2.66	2.46	2.48	2.41	2.22
K <sub>2</sub> O	1.38	1.30	1.66	1.93	1.10	1.62	1.66	1.38
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.04	0.08	0.09	0.04	0.03	0.03	0.04	0.12
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.21	0.19	0.19	0.30	0.20	0.19	0.19	0.20
A.K.	6.0	2.6	2.1	0.70	3.50	3.3	2.3	2.3
Toplam	99.75	99.68	99.69	99.8	99.81	99.73	99.73	99.67
Zr (ppm)	51.2	63.4	77.9	108.7	81.8	79.4	76.2	74.8

#### 4. Tartışmalar

##### 4.1. Volkanitleri oluşturan magmanın kristallenme koşulları (P-T)

Kışlaköy volkanik kayaç örneklerinin mineral kimyası (Ek Tablo 1) ile tüm kayaç analiz sonuçları kullanılarak (Tablo 1) termobarometre hesaplamaları yapılmıştır. Böylece incelenen volkanitlerin kristallenme şartları (P-T) belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, incelenmiş olan volkanitlerin oluşmasını sağlayan ve gelişimlerdeki süreçlerin etkisi araştırılarak, bu ortamlar yorumlanmaya çalışılmıştır.

##### 4.1.1. Jeotermobarometre

Lindsley (1983) ile Lindsley ve Andersen (1983)'in önermiş olduğu, piroksen jeotermometresindeki, Di-Hd-En-Fs piroksen dörtyüzlüsü üzerinde farklı sıcaklık değerlerinin gösterildiği izoterm eğrileri çizilmek koşuluyla bir abak tasarlanmıştır (Şekil 10). Buna ek olarak, söz konusu diyagram üzerine düşürülen piroksen bileşimlerinin belirlenebilmesi için  $Wo+En+Fs \geq 90$  şartının sağlanması gereklidir. Klinopiroksen mineral bileşimleri söz konusu diyagrama düşürüldüğü zaman; klinopiroksenlerin katılma sıcaklıkları genellikle Kışlaköy Volkanitini temsilen Bazaltik Daykları oluşturan bazaltlar için 600-1000 °C iken, Bazaltik Lavlar için ise 550-1050 °C arasında değişkenlik göstermektedir (Şekil 10).

Klinopiroksen ve ergiyik arasında oluşan dengeyle ilgili, kayaçlarda kristallenme sırasındaki basınç ve

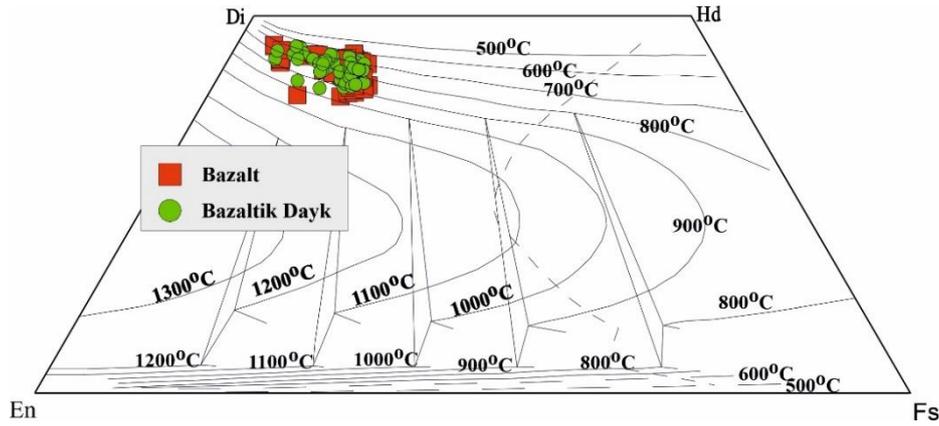
sıcaklığın hesaplanabilmesi için Putirka vd. (1996, 2003) ve Putirka (1999, 2005, 2008) tarafından yapılan çalışmalar bulunmaktadır. Putirka (2008), yaptığı deneysel gözlemler yardımıyla, klinopiroksen ve ergiyik arasındaki denge halini test edebilmek için, Fe-Mg değişim sabiti  $KD(Fe-Mg)_{kpir-erg} = 0.27 \pm 0.03$  hesaplaması yapmıştır. Klinopiroksen kristallenme sıcaklığının hesaplanabilmesi için, klinopiroksen ile denge halindeki ergiyik bileşiminin bilinmesi gereklidir. Klinopiroksen bileşimine yönelik minerallerin elektron mikroprop analiz sonuçlarından yararlanılarak (Ek Tablo 1), ergiyik bileşimi için mikroprop analizi değerlerinden bulunan camın bileşimi veya tüm kayaç analizleri (Tablo 1) sonuçlarından hesaplanan değerler kullanılabilir.

Yapılan bu çalışmada, Putirka (2008) tarafınca susuz magmalar için önerilmiş olan, klinopiroksen ve ergiyik bileşimine dayanarak kalibre edilen termobarometre kullanılmak suretiyle elde edilen sonuçlar Tablo 2'de gösterilmiştir. Putirka (2008)'e göre hesaplanmış olan kristallenme sıcaklık değerleri, Kışlaköy volkanitlerini oluşturan bazaltik dayklar için 1174-1247 °C arasında iken, bazaltik lav örnekleri için bu değer 1139-1178 °C arasında değişmektedir (Tablo 2).

Putirka (2008)'deki yöntemle göre, Kışlaköy (Erzurum) volkanitlerine ait klinopiroksenlerden elde edilen kristallenme basınç (P-kbar) değişimleri; bazaltik dayklarda 0.5-4.7 kbar arasında, bazaltik lav örneklerinde ise 0.1-4.4 kbar arasında değişmektedir. (Tablo 2). Elde edilen ortalama klinopiroksen basınç değerlerine (0.5-4.7 kbar arasında) karşılık gelen kristallenme derinliği

4.1-11.8 km'dir (kıtasal kabuk için 1 kbar = 3.7 km, Tulloch ve Challis, 2000). Bu değerler, volkanik

kayaçların orta-sığ kıtasal kabuk (~4-12 km) içerisinde yerleştiğini göstermektedir.



**Şekil 10.** Kışlaköy (Erzurum) volkanitlerinin içerdiği klinopiroksen bileşimlerine ait Di-Hd-En-Fs piroksen dörtyüzlüsü. İzoterm eğrileri 100 °C aralıklarla ve 1 atm basınç altında oluşturulmuştur (Lindsley, 1983; Lindsley ve Anderson, 1983).

**Tablo 2.** Kışlaköy Volkanitlerini oluşturan kayaçlarda Putirka (2008)'e göre hesaplanan klinopiroksen-ergiyik jeotermobarometresi

		Putirka (2008)							Tulloch ve Callis, 2000
		Sıcaklık T (°C)			P (32a, kbar)			Derinlik (km)	
Kışlaköy Volkaniti	Örnek No	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort		
		Bazaltik Dayk (n=8)	N-5	1174	1195	1183±10	0.5	2.2	
N-33	1201		1247	1217±21	1.0	4.7	3.2±2.1	11.8	
Bazaltik Lav (n=13)	N-20		1139	1197	1173±19	0.1	4.3	2.3±1.7	8.5
	N-26		1161	1178	1168±7	1.0	4.4	2.5±1.1	9.3

\* n= analiz sayısı, 1 kbar=3.7 km olarak alınmıştır ( Tulloch ve Callis, 2000).

Kışlaköy volkanitlerini oluşturan bazaltik dayk ve bazaltik lav örneklerine ait tüm-kayaç analizlerinden (Tablo 1) yararlanılarak zirkon (Miller vd., 2003) ve apatit (Harrison ve Watson, 1984) doygunluk sıcaklıkları hesaplanmıştır (Tablo 3). Zirkon doygunluk sıcaklıkları, bazaltik

dayk örnekleri için 513-611 °C arasında iken, bazaltik lav örnekleri için 582-628 °C arasındadır (Tablo 3). Apatit doygunluk sıcaklıkları ise bazaltik dayk örnekleri için 489-716 °C arasında iken, bazaltik lav örnekleri için 550-721 °C dir.

**Tablo 3.** Kışlaköy Volkanitlerine ait tüm kayaç analiz sonuçları kullanılarak hesaplanmış zirkon ve apatit doygunluğu için hesaplanan sıcaklık değerleri

Kışlaköy Volkanitleri	Zirkon doygunluk sıcaklığı Miller vd. (2003)	Apatit doygunluk sıcaklığı Harrison ve Watson (1984)
<b>Bazaltik dayk (n=3)</b>		
Min.	513	489
Max.	611	716
Ort.	562	621
<b>Bazaltik Lav (n=5)</b>		
Min.	582	550
Max.	627	721
Ort.	604	622

#### 4.2. Dengesizlik parametreleri

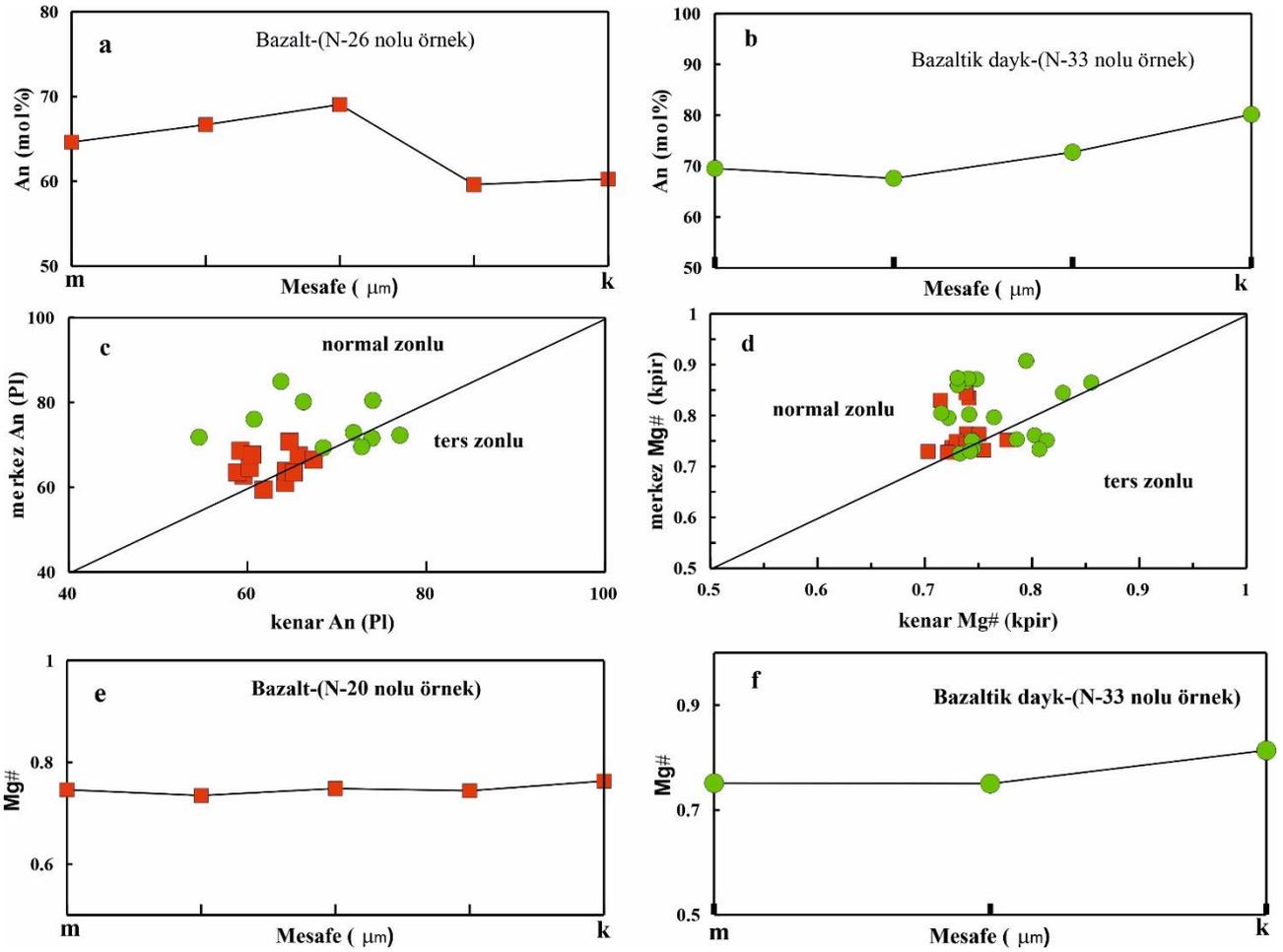
Kayaçların dokusal özellikleri ve mineral bileşimlerinin, magma oluşumu sırasındaki dengesizliklerle bağlantılı oldukları bilinmektedir. Magmanın karışımındaki mineraller, soğuma veya basıncın aniden düşmesi; sıcaklık, basınç ve bileşiminin değişmesindeki tetikleyici faktörler arasındadır. Bahsedilen etkenlerin sonucunda ise denge halindeki magma dengesiz hale gelebilmektedir (Nixon 1988; Simonetti vd., 1996; Rutherford ve Hill 1993; Perugini vd., 2003). Dengesiz kristallenmenin işareti olan dokusal özellikler arasında, salınımlı zonlanma gösteren plajiyoklaz kristallerinde elek dokusunun görülmesi (Dungan ve Rhodes, 1978), ters ve normal plajiyoklazların birlikte aynı kayaçta bulunmaları (Venezky ve Rutherford, 1997; Stimac ve Pearce, 1992) ve kemirilmiş minerallerin görülmesi söylenebilir (Stimac ve Pearce, 1992). Aynı örneğin içerisinde bulunan minerallerdeki normal ve ters zonlanmanın birlikte görülmelerinin bilimsel bir kriter olduğu söylenebilir (Sakuyama, 1981; Yücel vd., 2014).

Kışlaköy Volkanitleri'nde gözlenen dokusal, petrografik ve mineral bileşim özellikleri dengesiz kristallenmelerin varlığını göstermiştir. İncelenmiş örneklerde bulunan plajiyoklazlar içerisindeki zonlanma ile birlikte gözlenmiş olan elek dokusunun, dengesizlik olduğunu belirten başkaca dokusal özellikler arasında olduğu söylenebilir. Ayrıca plajiyoklaz minerallerindeki ters ve normal zonlu plajiyoklaz minerallerinin birlikte yer alması kristallenmenin dengesiz olduğunu göstermektedir (Şekil 11a-c). Bunun yanı sıra, plajiyoklazlar poikilitik olarak olivin ve opak mineralleri içermekte ve gözlemlenen bu dokusal özellik de dengesiz kristallenmenin olduğuna işaret eden başka bir veridir.

Plajiyoklazlardaki normal zonlanmanın açıklanmasında fraksiyonel kristallenme kullanılırken, ters zonlanmada ise farklı görüşler öne sürülmektedir: (i) Basınç ve sıcaklığın, suya doygun koşullarda artmaları (Blundy ve Cashman 2001), (ii) Suyu doygun magmaların yükselmesi

esnasında sıcaklık artışının olması (Blundy vd., 2006) ve (iii) magma odalarındaki oluşan yeni karışımlar (back mixing) (Couch vd., 2001) ve daha sıcak bir magma ile yenilenme sonucunda, magma odası sıcaklığının artması (Streck, 2008). Kışlaköy volkanik kayaçlarındaki plajiyoklazların kenar An bileşim değerleri geniş bir aralıkta değişiklik ( $An_{55-77}$ ) göstermektedir. Aynı kayaçtaki plajiyoklazların kenarlarında görülen bileşimsel değişimler magma karışımından ötürü kompleks bir kökene işaret etmektedir (Wallace ve Carmichael, 1994).

İncelenen Kışlaköy volkanitlerine ait kayaçlardaki klinopiroksenler tipik olarak normal ve ters zonlanma, hamur tarafından yenme, kemirilme, kalıntı merkezler gösterirken çoğunlukla opak ve olivin kapanımları içermeleri gibi dengesizlik dokuları gösterirler (Şekil 4, 5). İncelenen klinopiroksenler aynı örnekte hem normal zonlu hemde ters zonlanma göstermektedir (Şekil 11 d-f). Bazaltik lavlardaki klinopiroksenlerde normal zonlanma gösteren örneklerin  $Mg/(Mg+Fe^{+2})$  oranları merkezde 0.73 ile 0.84 arasında iken, kenarda 0.70 ile 0.75 arasında değişmektedir. Ters zonlanma gösteren örneklerde ise  $Mg/(Mg+Fe^{+2})$  oranları merkez kısımlar için 0.73-0.75 arasında iken, kenar kısımlarda bu oran 0.74-0.78 arasında değişmektedir. Bazaltik dayklardaki klinopiroksenlerde ise normal zonlanma gösteren örneklerin  $Mg/(Mg+Fe^{+2})$  oranları merkezde 0.73-0.91 arasında iken, kenar kısımlarda 0.72-0.86 arasında değişmektedir. Ters zonlanma gösteren örneklerde  $Mg/(Mg+Fe^{+2})$  oranı merkezde 0.73-0.76 iken, kenar da 0.74-0.81 dir (Şekil 11 d-f). Anderson (1974)'a göre normal ve ters zonlu klinopiroksenlerin aynı örnekte bulunması magma karışımıyla açıklanmaktadır ve bu durum Kışlaköy volkanitlerinde de görülmektedir. Ayrıca magma karışımına bir delil de Şekil 11a'da An içeriği önce artıyor daha sonra başlangıç değerinden daha fazla azalarak An değeri düşüyor. Bu örnek bize sisteme daha mafik bir magmanın girdiğinin göstergesi olarak yorumlanabilir ve bu da ancak magma karışımı ile açıklanabilir.



**Şekil 11.** Eosen yaşlı Kışlaköy volkanitleri içerisinde yer alan (a-c) normal ve ters zonlu plajiyoklazların merkez-kenar An değişimi, (d-f) normal ve ters zonlanma gösteren klinopiroksenlerin merkez-kenar Mg numarası (Mg#) değişimi (semboller Şekil 10'daki gibidir, m: merkez, k: kenar).

## 5. Sonuçlar

Bu çalışma ile Kışlaköy (Narman) yöresinde gözlenen volkanik kayaların detaylı petrografik ve mineral kimyası verileri irdelenerek; magmaların kristallenme sırasında etkili olan sıcaklık ve basınç gibi fizikokimyasal özellikleri ile jeolojik verilerle birleştirilerek bu kayaları oluşturan magmaların kabuktaki gelişim süreçleri ortaya konmuş ve elde edilen sonuçlar ana hatları ile aşağıda özetlenmiştir:

- Eosen yaşlı Kışlaköy Volkaniti çalışma alanının en yaşlı birimi olup, üzerine uyumsuz olarak, jips ara katkılı kumtaşı ve çamurtaşından oluşan oligo-miyosen yaşlı Oltu Formasyonu, onun da üzerine andezitik lav ve arakatlı tuf ve aglomerardan oluşan Alabalık Formasyonu (Oligo-Miyosen) gelmektedir.

- Kışlaköy Volkanik kayaları volkanik fasiyes özelliklerine göre piroklastit (bazaltik volkanik breş), bazalt ve bazaltik dayk başlıkları altında incelenmiş olup, bazalt ve bazaltik daykları

oluşturan kayaların başlıca plajiyoklaz ( $An_{49-85}$ ), piroksen ( $Wo_{40-46} En_{41-50} Fs_{5-18}$ ), olivin ( $Fo_{68-75}$ ) ve Fe-Ti oksit mineralleri içermektedirler.

-Kışlaköy volkanik kayaları petrografik olarak incelendiğinde genel olarak hyalo-mikrolitik porfirik, glomeroporfirik, glomerofirik, mikrolitik porfirik, poikilitik ve intersertal doku göstermektedirler.

-Volkanik kayalarda görülen salınımlı zonlanma gösteren plajiyoklaz kristallerinin elek dokusu göstermesi, normal ve ters zonlanmalı plajiyoklazların ve piroksenlerin aynı kayada birlikte bulunması dengesiz kristallenme olduğunu göstermekte ve bu dengesizlik parametrelerinden magma karışımı ile açıklanabilir.

-Volkanik kayaların jeotermobarometre hesaplamalarına göre sıcaklık 489-1247 °C arasında, basınç 0.5-4.7 kbar arasında değişmektedir. Elde edilen tüm veriler göz önüne alındığında incelenmiş olan volkanik kayaların

orta-sığ kıtasal kabuk (~4-12 km) içerisinde yerleştiği görülmektedir.

### Katkı Belirtme

Bu çalışma, ikinci yazarın Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında yapmış olduğu yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir. Ayrıca, bu çalışma TÜBİTAK tarafından 118Y258 numaralı proje ile maddi olarak desteklenmiştir. Makalenin inceleme ve değerlendirme aşamasında yapmış oldukları katkılardan dolayı Baş Editör Serhat DAĞ, Alan Editörü Ferkan SİPAHİ ve Hakemlere teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

- Agard, P., Omrani, J., Jolivet, L. and Mouthereau, F., (2005). Convergence history across Zagros (Iran): constraints from collisional and earlier deformation. *International Journal of Earth Sciences*, 94, 401-419. <https://doi.org/10.1007/s00531-005-0481-4>
- Allen, M. and Armstrong, H.A., (2008). Arabia- Eurasia collision and the forcing of mid-cenozoic global cooling. *paleogeography, paleoclimatology, palaeoecology*, 265, 52-58. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2008.04.021>
- Anderson, A.T., (1974). Evidence for apicritic, volatile-rich magma beneath Mt. Shasta, California. *Journal of Petrology*, 15, 243-267. <https://doi.org/10.1093/petrology/15.2.243>
- Arslan, M., Tüysüz, N., Korkmaz, S. and Kurt, H. (1997). Geochemistry and petrogenesis of the eastern Pontide volcanic rocks, Northeast Turkey. *Chemie der Erde*, 57, 157-187.
- Arslan, M., Temizel, İ., Abdioğlu, E., Kolaylı, H., Yücel, C., Boztuğ, D. and Şen, C. (2013). <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar dating, whole-rock and Sr-Nd-Pb isotope geochemistry of post-collisional Eocene volcanic rocks in the southern part of the Eastern Pontides (NE Turkey): implications for magma evolution in extension-induced origin. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 166, 113-142. <https://doi.org/10.1007/s00410-013-0868-3>
- Aslan, Z., (2010). U-Pb zircon SHRIMP age, geochemical and petrographical characteristics of tuffs within calcalkaline Eocene volcanics around Gümüşhane (NE Turkey), Eastern Pontides. *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, 187(3), 329-346. <https://doi.org/10.1127/0077-7757/2010/0181>
- Aslan, Z., Arslan, M., Temizel, I. and Kaygusuz, A., (2014). K-Ar dating, whole-rock and Sr-Nd isotope geochemistry of calc-alkaline volcanic rocks around the Gümüşhane area: implications for post-collisional volcanism in the Eastern Pontides, Northeast Turkey. *Mineralogy and Petrology*, 108, 245-267. <https://doi.org/10.1007/s00710-013-0294-2>
- Aydın, F., Karlı, O. and Chen, B., (2008). Petrogenesis of the Neogene alkaline volcanics with implications for post collisional lithospheric thinning of the Eastern Pontides, NE Turkey. *Lithos*, 104, 249-266. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2007.12.010>
- Aydın, F., Oğuz Saka, S., Şen, C., Dokuz, A., Aiglsperger, T., Uysal, İ., Kandemir, R., Karlı, O., Sarı, B. and Başer, R., (2020). Temporal, geochemical and geodynamic evolution of the late Cretaceous subduction zone volcanism in the Eastern Sakarya Zone, NE Turkey: implications for mantle-crust interaction in an arc setting. *Journal of Asian Earth Sciences*. 192, 104-217. <https://doi.org/10.1016/j.jseaeas.2019.104217>
- Aydınçakır, E. and Şen, C., (2013). Petrogenesis of the postcollisional volcanic rocks from the Borçka (Artvin) area: implications for the evolution of the Eocene magmatism in the Eastern Pontides (NE Turkey). *Lithos*, 172-173, 98-117. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2013.04.007>
- Aydınçakır, E., (2014). The Petrogenesis of Early-Eocene non-adakitic volcanism in NE Turkey: constraints on geodynamic implications. *Lithos*, 208, 361-377. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2014.08.019>
- Aydınçakır, E., (2016). Subduction-related Late Cretaceous high-K volcanism in the Central Pontides orogenic belt: constraints on geodynamic implications. *Geodinamica Acta*, 28 (4), 379-411. <https://doi.org/10.1080/09853111.2016.1208526>
- Aydınçakır, E., Gündüz, R. and Yücel, C., (2020). Emplacement conditions of magma(s) forming Jurassic plutonic rocks in Gümüşhane (Eastern Pontides, Turkey). *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 162, 175-196. <https://doi.org/10.19111/bulletinofmre.649808>
- Bacon, C.R. and Hirschmann, M.M., (1988). Mg/Mn partitioning as a test for equilibrium between coexisting Fe-Ti oxides. *American Mineralogist*, 73, 57-61.
- Bayraktutan, S., (1994). Narman-Gaziler bölgesinin Tersiyer'deki volkano-tektonik evrimi. 47. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri.
- Blundy, J. and Cashman, K., (2001). Ascent driven crystallization of dacite magmas at Mount St. Helens, 1980-1986. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 140, 631-650. <https://doi.org/10.1007/s004100000219>

- Blundy, J., Cashman, K. and Humhreys, M., (2006). Magma heating by decompression-driven crystallization beneath andesite volcanoes. *Nature*, 443, 76–80. <https://doi.org/10.1038/nature05100>
- Buket, E. and Temel, A., (1998). Major-element, trace element, and sr-nd isotopic geochemistry and genesis of Varto (Muş) volcanic rocks, Eastern Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85, 405-422. [https://doi.org/10.1016/S0377-0273\(98\)00064-X](https://doi.org/10.1016/S0377-0273(98)00064-X)
- Couch, S., Sparks, R.S.J. and Carroll, M.R., (2001). Mineral disequilibrium in lavas explained by convective self-mixing in open magma chambers. *Nature*, 411, 1037–1039. <https://doi.org/10.1038/35082540>
- Dewey, J.F., Hempton, M.R.S., Kidd, W.S.F., Saroğlu, F. and Şengör, A.M.C., (1986). Shortening of continental lithosphere: the neotectonics of Eastern Anatolia, a young collision zone in: Coward, M.P., Ries, A.C. (Eds.), *Collision Zone Tectonics*. Geological Society of London Special Publication, 19, 3–36.
- Dokuz, A., Aydın, F. And Karsli, O., (2019). Postcollisional transition from subduction-to intraplate-type magmatism in the eastern Sakarya zone, Turkey: Indicators of northern Neotethyan slab breakoff, *Geology Society of American Bulletin*. 131, 1623–1642. <https://doi.org/10.1130/B31993.1>
- Droop, G.T.R., (1987). A general equation for estimating Fe<sup>3+</sup> concentrations in ferromagnesian silicates and oxides from microprobe analysis, using Stoichiometric criteria. *Mineralogical Magazine*, 51, 431-437. <https://doi.org/10.1180/minmag.1987.051.361.10>
- Dungan, M.A. and Rhodes, J.M., (1978). Residual glasses and melt inclusions in basalts from DSDP legs 45 and 46: evidence for magma mixing. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 67, 417–431. <https://doi.org/10.1007/BF00383301>
- Ercan, T., Fujitani, T., Matsuda, J.L, Notsu, K., Tokel, S. ve Di, T., (1990). Doğu ve Güneydoğu Anadolu neojen-kuvaterner volkanitlerine ilişkin yeni jeokimyasal, radyometrik ve izotopik verilerin yorumu. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 110, 143-164.
- Gülen, L., (1980a). Strontium isotope geochemistry of mount Ararat and mount Süphan volcanics, Eastern Turkey. *EOS*, 61, 17, 412.
- Gülen, L., (1980b). Sr, Nd and Pb isotope systematics of Ararat and Süphan volcanoes, Eastern Turkey. *EOS*, 63, 45, 1145.
- Güleç, N., (1991). Crust-mantle interaction in western Turkey: implications from Sr and Nd geochemistry of Tertiary and Quaternary volcanics. *Geological Magazine*, 128, 417-435. <https://doi.org/10.1017/S0016756800018604>
- Hall, R., (1976). Ophiolite emplacement and the evolution of the Taurus Suture Zone, Southeastern Turkey. *Geological Society of America Bulletin*, 87, 1078-1088. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1976\)87<1078:OEATEO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1976)87<1078:OEATEO>2.0.CO;2)
- Harrison, T.M. and Watson, E.B., (1984). The behaviour of apatite during crustal anatexis: equilibrium and kinetic considerations. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 48, 1467-1477. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(84\)90403-4](https://doi.org/10.1016/0016-7037(84)90403-4)
- Innocenti, F., Mazzuoli, R., Pasquare, G., Redicat di Brozolo, F. and Villari, L., (1976). Evolution of the volcanism in the area of interaction between the Arabian, Anatolian and Iranian Plates (Lake Van, Eastern Turkey). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 1, 103–112. [https://doi.org/10.1016/0377-0273\(76\)90001-9](https://doi.org/10.1016/0377-0273(76)90001-9)
- Innocenti, F., Mazzuoli, R., Pasquare, G., Radicati Di Brozolo, F. and Villari, L., (1982). Tertiary and Quaternary Volcanism of the Erzurum-Kars area (Eastern Turkey). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 13, 223–240. [https://doi.org/10.1016/0377-0273\(82\)90052-X](https://doi.org/10.1016/0377-0273(82)90052-X)
- Jolivet, L. and Faccenna, C., (2000). Mediterranean extension and the Africa-Eurasia Collision. *Tectonics*, 19, 1095-1106. <https://doi.org/10.1029/2000TC900018>
- Karslı, O., Chen, B., Uysal, I., Aydın, F., Wijbrans, J.R. and Kandemir, R., (2008). Elemental and Sr- Nd-Pb isotopic geochemistry of the most recent Quaternary Volcanism in the Erzincan basin, Eastern Turkey: framework for the evaluation of basalt-lower crust interaction. *Lithos*, 106, 55–70. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2008.06.008>
- Kaygusuz, A., (2009). K/Ar ages and geochemistry of the collision related volcanic rocks in the Ilıca (Erzurum) area, eastern Turkey. *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, 186 (1), 21–36. <https://doi.org/10.1127/0077-7757/2009/0134>
- Kaygusuz, A. and Aydınçakır, E., (2009). Mineralogy, whole-rock and Sr-Nd isotope geochemistry of mafic microgranular enclaves in cretaceous Dağbaşı Granitoids, Eastern Pontides, NE Turkey: evidence of magma mixing, mingling and chemical equilibration. *Chemie der Erde*, 69, 247-277. <https://doi.org/10.1016/j.chemer.2008.08.002>
- Kaygusuz, A. and Aydınçakır, E. (2011). Petrogenesis of a Late Cretaceous composite pluton from the

- eastern Pontides: the Dağbaşı pluton, NE Turkey. *Neues Jahrbuch für Mineralogie (Abhandlungen)*, 188, 211–233. <https://doi.org/10.1127/0077-7757/2011/0201>
- Kaygusuz A, Aslan Z, Siebel W. and Şen, C., (2011) Geochemical and Sr-Nd isotopic characteristics of post-collisional calc-alkaline volcanics in the Eastern Pontides (NE Turkey). *Turkish Journal Earth Sciences*, 20, 137–159. doi:10.3906/yer-1002-8
- Kaygusuz, A., Aslan, Z., Aydınçakır, E., Yücel, C., Gücer, M.A. and Şen, C., (2018). Geochemical and Sr-Nd-Pb isotope characteristics of the Miocene to Pliocene volcanic rocks from the Kandilli (Erzurum) area, Eastern Anatolia (Turkey): implications for magma evolution in extension-related origin. *Lithos*, 296/299, 332-351. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2017.11.003>
- Kaygusuz, A., Arslan, M., Temizel, İ., Yücel, C. and Aydınçakır, E., (2021). U–Pb zircon ages and petrogenesis of the Late Cretaceous I-type granitoids in arc setting, Eastern Pontides, NE Turkey. *Journal of African Earth Sciences*, 174, 10404. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2020.104040>
- Keskin, M., (1994). Genesis of Collision-Related Volcanism On The Erzurum-Kars Plateau, Northeastern Turkey. Ph. D. Thesis (Doktora Tezi), University of Durham, U.K.
- Keskin, M., Pearce, J.A. and Mitchell, J.G., (1998). Volcano-stratigraphy and geochemistry of collision volcanism on the Erzurum–Kars Plateau, Northeastern Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85, 355–404. [https://doi.org/10.1016/S0377-0273\(98\)00063-8](https://doi.org/10.1016/S0377-0273(98)00063-8)
- Keskin, M., (2003). Magma generation by slab steepening and breakoff beneath a subduction–accretion complex: an alternative model for collision-related volcanism in Eastern Anatolia, Turkey. *Geophysical Research Letters*, 30, 24, 8046. <https://doi.org/10.1029/2003GL018019>
- Keskin, M., Pearce, J.A., Kempton, P.D. and Greenwood, P., (2006). Magma-crust interactions and magma plumbing in a postcollisional setting: geochemical evidence from the Erzurum-Kars volcanic plateau, Eastern Turkey in: Dilek, Y., Pavlides, S. (Eds.), *postcollisional tectonics and magmatism in the Mediterranean Region and Asia*. Geological Society of America, Special Publication, 409, 475–505. [https://doi.org/10.1130/2006.2409\(23\)](https://doi.org/10.1130/2006.2409(23))
- Keskin, M., (2007). Eastern Anatolia: a hotspot in a collision zone without a mantle plume. in: foulger, G.R., Jurdy, D.M. (Eds.), *plates, plumes, and planetary processes*. Geological Society of America, Special Publication, 430, 693–722. [https://doi.org/10.1130/2007.2430\(32\)](https://doi.org/10.1130/2007.2430(32))
- Keskin, M., Genç, Ş. C. and Tüysüz, O., (2008). Petrology and geochemistry of postcollisional middle eocene volcanic units in North-Central Turkey: evidence for magma generation by slab breakoff following the closure of the Northern Neotethys Ocean. *Lithos*, 104, 267–305. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2007.12.011>
- Konak, N. and Hakyemez, H.Y., (2001). Tectonic units of the easternmost part of the Pontides: stratigraphical and structural implications, proceedings of the 2nd Int. Symp. on the petroleum geology and hydrocarbon potential of the Black sea area. *Turkish Association of Petroleum Geologists, Spec. Publ.*, 4, 93-103.
- Kürüm, S., Önal, A., Boztuğ, D., Spell, T. and Arslan, M., (2008). <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar Age and geochemistry of the post-collisional Miocene Yamadağ Volcanics in the Arapkir area (Malatya Province), Eastern Anatolia, Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences*, 33, 229–251. <https://doi.org/10.1016/j.jseae.2007.12.001>
- Le Maitre, R.W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre, J., Le Bas, M.J., Sabine, P.A., Schmid, R., Sorensen, H., Strekeisen, A., Woolley, A.R. and Zanettin, B., (1989). A classification of igneous rocks and glossary of terms: recommendations of the international union of geological sciences, subcommission on the systematics of igneous rocks (No. 552.3 CLA), Blackwell, 193p. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511535581>
- Lebedev, V.A., Sharkov, E.V., Ünal, E. and Keskin, M., (2016a). Late Pleistocene Tendürek Volcano (Eastern Anatolia, Turkey). I. geochronology and petrographic characteristics of igneous rocks. *Petrology*, 24, 2, 127–152. <https://doi.org/10.1134/S0869591116020041>
- Lebedev, V.A., Chugaev, A.V., Ünal, E., Sharkov, E.V. and Keskin, M., (2016b). Late Pleistocene Tendürek Volcano (Eastern Anatolia, Turkey). II. geochemistry and petrogenesis of the rocks. *Petrology*, 24, 3, 234–270. <https://doi.org/10.1134/S0869591116030048>
- Lebedev, V.A., Chernyshev, I.V. and Shatagin, K.N., (2013). Geochronology, isotope Sr-Nd characteristics and origin of Quaternary volcanic rocks within Geghama Highland (Lesser Caucasus, Armenia). *Journal of Volcanology and Seismology*, 7, 3, 204–229. <https://doi.org/10.1134/S0742046313030044>
- Lambert, R.J. and Holland, J.G., (1974). Yttrium geochemistry applied to petrogenesis utilizing calcium-yttrium relationships in minerals and rocks. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 38,

- 1393-1414. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(74\)90095-7](https://doi.org/10.1016/0016-7037(74)90095-7)
- Lindsley, D.H., (1983). Pyroxene thermometry. *American Mineralogist*, 68, 477-493.
- Lindsley, D.H. and Andersen, D.J., (1983). A two-pyroxene thermometer. *Journal of Geophysical Research*, 88, A887-A906. <https://doi.org/10.1029/JB088iS02p0A887>
- Lustrino, M., Keskin, M., Mattioli, M. and Kavan, O., (2012). Heterogeneous mantle sources feeding the volcanic activity of Mt. Karacadag. *Journal of Asian Earth Sciences*, 46, 120–139. <https://doi.org/10.1016/j.jseas.2011.11.016>
- Miller, C.F., McDowell, S.M. and Mapes, R.W., (2003). Hot and cold granites?: Implications of zircon saturation temperatures and preservation of inheritance. *Geology*, 31, 529-532. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(2003\)031%3C0529:HACGIO%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(2003)031%3C0529:HACGIO%3E2.0.CO;2)
- Morimoto, M., Fabries, J., Ferguson, A.K., Ginzburg, I.V., Ross, M., Seifert, F.A., Zussman, J., Aoki, K. and Gottardi, G., (1988). Nomenclature of pyroxenes. *Mineralogical Magazine*, 52, 535-550. <https://doi.org/10.1180/minmag.1988.052.367.15>
- Nixon, G.T., (1988). Petrology of the younger andesites and dacites of Iztaccihuatl Volcano, Mexico: disequilibrium phenocryst assemblages as indicators of magma chamber processes. *Journal of Petrology*, 29, 213–264. <https://doi.org/10.1093/ptrology/29.2.213>
- Notsu, K., Fujitani, T., Ui, T., Matsuda, J. and Ercan, T., (1995). Geochemical features of collision related volcanic rocks in Central and Eastern Anatolia, Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 64, 171–192. [https://doi.org/10.1016/0377-0273\(94\)00077-T](https://doi.org/10.1016/0377-0273(94)00077-T)
- Okay, A.I., Zattin, M. and Cavazza, W., (2010). Apatite fission-track data for the Miocene Arabia-Eurasia collision. *Geology*, 38, 35-38. <https://doi.org/10.1130/G30234.1>
- Okay, A.I. and Şahintürk, O., (1997). Geology of the Eastern Pontides, In: A. G. Robinson, (Ed.), *Regional and Petroleum Geology of The Black Sea and Surrounding Region*. American Association of Petroleum Geologist Memoir, 68, 291-311. <https://doi.org/10.1306/M68612C15>
- Oyan, V., Keskin, M., Lebedev, V.A., Chugaev, A.V. and Sharkov, E.V., (2016). Magmatic evolution of the Early Pliocene Etrusk stratovolcano, Eastern Anatolian Collision Zone, Turkey. *Lithos*, 256-257, 88–108. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2016.03.017>
- Özdemir, Y., Karoğlu, O., Tolluoğlu, A. U. and Güleç, N., (2006). Volcanostratigraphy and petrogenesis of the Nemrut Stratovolcano (East Anatolian High Plateau): The most recent post-collisional volcanism In Turkey. *Chemical Geology*, 226, 189-211. <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2005.09.020>
- Özdemir, Y., Blundy, J.D. and Güleç, N., (2011). The importance of fractional crystallization and magma mixing in controlling chemical differentiation at Suphan Stratovolcano, Eastern Anatolia, Turkey. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 162, 573-597. <https://doi.org/10.1007/s00410-011-0613-8>
- Özdemir, Y. and Güleç, N., (2014). Geological and geochemical evolution of the Quaternary Süphan stratovolcano, Eastern Anatolia, Turkey: evidence for the lithosphere–asthenosphere interaction in post-collision volcanism. *Journal of Petrology*, 55, 37–52. <https://doi.org/10.1093/ptrology/egt060>
- Papike, J.J., Cameron, K.L. and Baldwin, K., (1974). Amphiboles and pyroxenes: characterization of other than quadrilateral components and estimates of Ferric Iron from microprobe data. *Geology Society of America*, 6, 1053-1054.
- Pearce, J.A., Bender, J.F., De Long, S.E., Kidd, W.S.F., Low, P.J., Güner, Y., Şaroğlu, F., Yılmaz, Y., Moorbath, S. and Mitchell, J.J., (1990). Genesis of collision volcanism in Eastern Anatolia Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 44, 189-229. [https://doi.org/10.1016/0377-0273\(90\)90018-B](https://doi.org/10.1016/0377-0273(90)90018-B)
- Perugini D., Poli G., Christofides G. and Eleftheriadis G., (2003). Magma mixing in the sithonia plutonic complex, Greece: evidence from mafic microgranular enclaves. *Mineralogy and Petrology*, 78, 173-200. <https://doi.org/10.1007/s00710-002-0225-0>
- Putirka, K.D., Johnson, M., Kinzler, R. and Walker, D., (1996). Thermobarometry of mafic igneous rocks based on clinopyroxene-liquid equilibria, 0-30 kbar. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 123, 92-108. <https://doi.org/10.1007/s004100050145>
- Putirka, K.D., (1999). Clinopyroxene+liquid equilibrium to 100 kbar and 2450 K. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 135, 151-163. <https://doi.org/10.1007/s004100050503>
- Putirka, K.D., Ryerson, F.J. and Mikaelian, H. (2003). New igneous thermobarometers for mafic and evolved lava compositions, based on

- clinopyroxene+liquid equilibria. *American Mineralogist*, 88, 1542–1554. <https://doi.org/10.2138/am-2003-1017>
- Putirka, K.D., (2005). Igneous thermometers and barometers based on plagioclase+liquid equilibria: tests of some existing models and new calibrations. *American Mineralogist*, 90, 336–346. <https://doi.org/10.2138/am.2005.1449>
- Putirka, K.D., (2008). Thermometers and barometers for volcanic systems. in Putirka, K.D., Tepley, F.E. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 69, 61120.
- Robertson, A.H.F., Parlak, O., Rızaoğlu, T., Ünlügenç, Ü., Inan, N., Taşlı, K. and Ustaömer, T., (2007). Tectonic evolution of the South Tethyan Ocean: evidence from The Eastern Taurus Mountains (Elazığ Region, SE Turkey). in: Ries, A. C., Butler, R. W. H. & Graham, R. H. (eds) *Deformation of Continental Crust*. Geological Society, London, Special Publications, 272, 231–270. <http://dx.doi.org/10.1144/GSL.SP.2007.272.01.14>
- Rutherford, M.J. and Hill, P.M., (1993). Magma ascent rates from amphibole breakdown: an experimental study applied to the 1980–1986 Mount St. Helens eruptions. *Journal of Geophysical Research*, 98, 19667–19685. <https://doi.org/10.1029/93JB01613>
- Sakuyama, M., (1981). Petrological study of the Myoko and Kurohime volcanoes, Japan: crystallization sequence and evidence magma mixing. *Journal of Petrology*, 22, 553–583. <https://doi.org/10.1093/petrology/22.4.553>
- Schmid, R., (1981). Descriptive nomenclature and classification of pyroclastic deposits and fragments: recommendations of the IUGS subcommission on the systematics of igneous rocks. *Geology*, 9, 41–43. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1981\)9%3C41:DNACOP%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1981)9%3C41:DNACOP%3E2.0.CO;2)
- Simonetti, A., Shore, M. and Bell, K., (1996). Diopside phenocrysts from Nephelinite lavas, Napak Volcano, Eastern Uganda: evidence for magma mixing. *Canadian Mineralogist*, 34, 411–421.
- Sipahi, F. and Sadıklar, M.B., (2014). Geochemistry of dacitic volcanics in the eastern pontides (NE Turkey), *Geochemistry International*, 4, 329–349. <http://dx.doi.org/10.7868/S0016752514040086>
- Sipahi, F., Sadıklar, M.B. and Şen, C., (2014). The geochemical and Sr-Nd isotopic characteristics of Murgul (Artvin) volcanics in the Eastern Black Sea Region (NE Turkey), *Chemie der Erde/Geochemistry*, 74, 331–342. <https://doi.org/10.1016/j.chemer.2013.08.005>
- Sipahi, F., Kaygusuz, A., Saydam Eker, Ç., Vural, A. and Akpınar, İ., (2018). Late Cretaceous arc igneous activity: the Eğrikar Monzogranite example. *International Geology Review*, 60/3, 382–400. <https://doi.org/10.1080/00206814.2017.1336120>
- Stimac, J.A. and Pearce, T.H., (1992). Textural evidence of mafic–felsic magma interaction in dacite lavas, Clear Lake, California. *American Mineralogist*, 77, 795–809.
- Streck, M.J., (2008). Mineral textures and zoning as evidence for open system processes. in: Putirka KD, Tepley III FJ (eds) *minerals, inclusions and volcanic processes*. Mineralogical Society of America and Geochemical Society, *Review Mineral*, 69, 1, 595–622. <https://doi.org/10.2138/rmg.2008.69.15>
- Şen, C., (2007). Jurassic volcanism in the eastern Pontides: is it rift related or subduction related, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 16, 523–539.
- Şengör, A.M.C., (1980). Türkiye'nin neotektoniğinin esasları. *Türkiye Jeoloji Kurumu, Konferans Serisi*, 2, 40.
- Şengör, A.M.C. and Yılmaz, Y., (1981). Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181241.
- Şengör, A.M.C., (1990). Plate tectonics and orogenic research after 25 Years: a Tethyan perspective. *Earth-Science Reviews*, 27, 1–2, 1–201. [https://doi.org/10.1016/0012-8252\(90\)90002-D](https://doi.org/10.1016/0012-8252(90)90002-D)
- Şengör, A.M.C., Özeren, S., Genç, T. and Zor, E., (2003). East Anatolian high plateau As a mantle supported, north–south shortened domal structure. *Geophysical Research Letters*, 30, 24, 8045. <https://doi.org/10.1029/2003GL017858>
- Şaroğlu, F. ve Güner, Y., (1981). Doğu Anadolu'nun jeomorfolojik gelişimine etki eden öğeler, jeomorfoloji, tektonik, volkanizma ilişkileri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 24, 39–52.
- Venezky, D.Y. and Rutherford, M.J., (1997). Preeruption conditions and timing of dacite–andesite magma mixing in the 2.2 Ka eruption at mount Rainier. *Journal of Geophysical Research*, 102, 20069–20086. <https://doi.org/10.1029/97JB01590>
- Wallace, P.J. and Carmichael, I.S.E., (1994). Petrology of volcan tequila, jalisco, Mexico: disequilibrium phenocryst assemblages and evolution of the subvolcanic magma system. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 117, 345–361. <https://doi.org/10.1007/BF00307270>

- Yılmaz, Y., Saroğlu, F. and Güner, Y., (1987). Initiation of the neomagmatism in East Anatolia. *Tectonophysics*, 134, 177–199. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(87\)90256-3](https://doi.org/10.1016/0040-1951(87)90256-3)
- Yılmaz, C., (1993). Doğu pontid güney zonu'nun stratigrafik denestirmesi ve paleo coğrafik evrimi, Akdeniz Üniversitesi. Isparta Mühendislik Fakültesi Dergisi, 7, 199-214.
- Yücel, C., Arslan, M., Temizel, İ. and Abdioğlu, E., (2014). Volcanic facies and mineral chemistry of Tertiary volcanics in the northern part of the Eastern Pontides, northeast Turkey: implications for pre-eruptive crystallization conditions and magma chamber processes. *Mineraogy and Petrology*, 108-3, 439–467. <https://doi.org/10.1007/s00710-013-0306-2>
- Yücel, C., Arslan M., Temizel, İ., Abdioğlu, Y. and Ruffet, G., (2017). Evolution of K-rich magmas derived from a net veined lithospheric mantle in an ongoing extensional setting: geochronology and geochemistry of eocene and miocene volcanic rocks from Eastern Pontides (Turkey). *Gondwana Research*, 45, 65–86. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2016.12.016>

Ek Tablo 1. Kışlaköy (Erzurum-Narman) yöresi Eosen yaşlı volkanik kayalara ait klinopiroksen minerallerinin mikroprob analiz sonuçları

Birim Adı	Bazalt																								
	Örnek No	N-20 kpir 1 feno m	N-20 kpir 1 feno o	N-20 kpir 1 feno k	N-20 kpir 1 feno m	N-20 kpir 1 feno o1	N-20 kpir 2 feno o2	N-20 kpir 1 feno o3	N-20 kpir 1 feno k	N-20 kpir 1 feno m	N-20 kpir 1 feno o1	N-20 kpir 1 feno o2	N-20 kpir 1 feno o3	N-20 kpir 1 feno k	N-20 kpir 2 feno m	N-20 kpir 2 feno k	N-20 kpir 1 feno m	N-20 kpir 1 feno o1	N-20 kpir 1 feno o2	N-20 kpir 1 feno k	N-20 kpir 1 feno m	N-20 kpir 1 feno o1	N-20 kpir 1 feno o2	N-20 kpir 1 feno k	N-20 kpir 1 feno m
SiO <sub>2</sub> (%)	50.83	49.51	49.12	49.86	49.98	51.03	49.94	50.23	49.74	50.22	49.46	49.35	48.55	53.04	48.76	49.78	49.57	49.77	49.23	50.23	50.46	50.40	50.27	52.28	50.26
TiO <sub>2</sub>	0.68	0.97	1.00	0.88	0.87	0.83	0.88	0.70	0.86	0.88	1.04	1.01	1.07	0.29	1.08	0.84	0.96	0.92	0.84	0.64	0.76	0.73	0.80	0.23	0.85
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.64	3.69	3.97	3.17	3.17	2.37	3.21	2.62	3.44	3.09	3.79	3.51	4.14	1.67	4.13	3.97	3.72	3.60	3.79	3.37	2.69	2.57	3.38	2.16	3.20
FeO*	8.58	8.99	9.32	8.87	8.75	8.82	9.08	8.08	9.00	8.81	9.34	9.45	9.40	6.38	8.93	9.00	9.54	8.81	9.02	8.54	9.58	8.58	9.07	5.52	9.05
MnO	0.31	0.25	0.27	0.28	0.27	0.29	0.28	0.31	0.30	0.28	0.24	0.28	0.25	0.23	0.20	0.27	0.34	0.24	0.23	0.28	0.29	0.27	0.25	0.13	0.27
MgO	15.60	14.92	14.81	15.06	15.05	15.50	14.81	15.74	15.08	15.38	14.38	14.50	14.27	18.04	14.33	14.83	14.84	14.73	14.71	15.44	16.20	15.52	15.28	16.81	15.03
CaO	20.93	21.28	20.80	21.35	20.99	21.00	21.20	21.03	21.28	20.55	21.18	21.28	21.26	19.78	21.49	21.10	20.51	20.96	21.30	20.90	19.57	20.92	20.34	22.42	21.12
Na <sub>2</sub> O	0.30	0.34	0.36	0.29	0.32	0.32	0.35	0.33	0.36	0.29	0.39	0.31	0.30	0.36	0.30	0.35	0.38	0.30	0.33	0.33	0.31	0.24	0.34	0.29	0.28
<b>Toplam</b>	<b>99.86</b>	<b>99.94</b>	<b>99.66</b>	<b>99.76</b>	<b>99.40</b>	<b>100.15</b>	<b>99.76</b>	<b>99.05</b>	<b>100.06</b>	<b>99.50</b>	<b>99.83</b>	<b>99.68</b>	<b>99.25</b>	<b>99.78</b>	<b>99.22</b>	<b>100.15</b>	<b>99.86</b>	<b>99.33</b>	<b>99.45</b>	<b>99.73</b>	<b>99.85</b>	<b>99.24</b>	<b>99.72</b>	<b>99.86</b>	<b>100.08</b>
Si	1.90	1.86	1.85	1.87	1.88	1.90	1.87	1.89	1.86	1.88	1.86	1.86	1.84	1.94	1.84	1.86	1.86	1.87	1.85	1.88	1.89	1.89	1.88	1.92	1.88
Ti	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.01	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02
Al	0.12	0.16	0.18	0.14	0.14	0.10	0.14	0.12	0.15	0.14	0.17	0.16	0.18	0.07	0.18	0.17	0.16	0.16	0.17	0.15	0.12	0.11	0.15	0.09	0.14
Fe <sup>+3</sup>	0.11	0.14	0.15	0.13	0.11	0.10	0.13	0.13	0.15	0.10	0.13	0.13	0.15	0.07	0.14	0.13	0.13	0.10	0.15	0.12	0.13	0.11	0.10	0.09	0.11
Fe <sup>+2</sup>	0.16	0.14	0.14	0.14	0.16	0.17	0.16	0.12	0.13	0.17	0.16	0.16	0.15	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.13	0.14	0.16	0.16	0.18	0.08	0.17
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
Mg	0.87	0.83	0.83	0.84	0.84	0.86	0.83	0.88	0.84	0.86	0.81	0.81	0.81	0.99	0.81	0.83	0.83	0.83	0.83	0.86	0.90	0.87	0.85	0.92	0.84
Ca	0.84	0.85	0.84	0.86	0.85	0.84	0.85	0.85	0.85	0.82	0.85	0.86	0.86	0.78	0.87	0.84	0.82	0.84	0.86	0.84	0.78	0.84	0.81	0.88	0.85
Na	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Toplam	4.03	4.04	4.05	4.04	4.03	4.03	4.04	4.04	4.05	4.03	4.04	4.04	4.05	4.01	4.04	4.04	4.04	4.03	4.04	4.04	4.04	4.03	4.02	4.04	4.04
Al <sup>(IV)</sup>	0.10	0.14	0.15	0.13	0.12	0.10	0.13	0.11	0.14	0.12	0.14	0.14	0.16	0.06	0.16	0.14	0.14	0.13	0.15	0.12	0.11	0.11	0.12	0.08	0.12
Al <sup>(VI)</sup>	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.00	0.01	0.03	0.01	0.02
Mg <sup>#</sup>	0.76	0.75	0.74	0.75	0.75	0.76	0.74	0.78	0.75	0.76	0.73	0.73	0.73	0.83	0.74	0.75	0.73	0.75	0.74	0.76	0.75	0.76	0.75	0.84	0.75
Wo	42.26	43.28	42.62	43.24	42.93	42.33	43.22	42.55	43.05	41.96	43.58	43.45	43.77	39.55	44.32	43.15	42.04	43.24	43.54	42.48	39.36	42.38	41.67	44.67	42.88
En	43.85	42.22	42.22	42.44	42.81	43.46	42.02	44.32	42.44	43.69	41.18	41.21	40.89	50.19	41.14	42.19	42.32	42.30	41.87	43.66	45.32	43.74	43.56	46.61	42.47
Fs	13.9	14.5	15.2	14.3	14.3	14.2	14.8	13.1	14.5	14.4	15.2	15.3	15.3	10.3	14.5	14.7	15.6	14.5	14.6	13.9	15.3	13.9	14.8	8.7	14.6

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindedir. Fe<sup>+2</sup> toplam Fe olarak alınmıştır. Mg<sup>#</sup> (Mg-numarası) = Mg / (Mg + Fe<sup>+2</sup>+Fe<sup>+3</sup>), m: kristal merkezi, k: kristal kenarı,

o: orta, kpir: Klinopiroksen, Yapısal parametreler 6 oksijene göre hesaplanmıştır.

Ek Tablo 1'in devamı

Birim Adı	Bazalt																								
	Örnek No	N-20 c7	N-20 c8	N-20 c8	N-20 c9	N-20 c9	N-20 c9	N-20 c9	N-20 c9	N-26 c1	N-26 c1	N-26 c1	N-26 c2	N-26 c2	N-26 c4	N-26 c4	N-26 c4	N-26 c4	N-26 c5	N-26 c5	N-26 c6	N-26 c6	N-26 c7	N-26 c7	N-26 c7
	kpir 1 feno k	kpir 1 feno m	kpir 1 feno k	kpir 1 feno m	kpir 1 feno o1	kpir 1 feno o2	kpir 1 feno o3	kpir 1 feno k	kpir 1 feno m	kpir 1 feno o	kpir 1 feno k	kpir 1 feno m	kpir 1 feno k	kpir 1 feno m	kpir 1 feno k	kpir 1 feno o1	kpir 1 feno o2	kpir 1 feno k	kpir 1 feno m	kpir 1 feno k	kpir 1 feno m	kpir 1 feno k	kpir 1 feno m	kpir 1 feno k	kpir 2 feno m
SiO <sub>2</sub> (%)	49.57	48.71	49.50	49.28	49.67	48.49	48.56	48.71	51.3	50.8	50.6	50.7	49.9	52.0	51.4	50.0	49.0	50.4	50.3	49.6	50.1	50.6	50.3	50.3	49.7
TiO <sub>2</sub>	0.96	1.11	0.97	0.86	0.90	1.26	1.13	1.18	0.6	0.6	0.6	0.7	0.8	0.3	0.4	0.5	0.8	0.7	0.6	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.8
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.01	4.19	3.89	3.58	3.38	4.34	3.86	4.10	2.3	2.4	2.7	3.2	3.5	2.2	3.1	4.3	4.1	2.8	3.1	3.9	3.3	2.6	2.5	3.4	
FeO*	9.08	9.09	9.20	8.62	9.48	9.84	9.50	9.10	9.9	9.6	10.2	9.1	10.0	6.0	6.2	7.3	10.5	9.8	8.9	9.8	10.1	9.3	9.8	9.7	
MnO	0.26	0.28	0.29	0.26	0.32	0.27	0.29	0.25	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2
MgO	14.38	14.10	14.62	14.72	14.57	13.82	14.25	14.60	15.6	15.5	15.1	15.3	15.1	16.4	16.0	15.6	14.8	15.1	15.3	14.7	14.7	15.1	15.5	14.7	
CaO	21.38	21.19	21.34	21.04	20.92	20.95	21.53	21.33	19.6	19.5	19.4	20.8	19.5	22.6	22.2	21.4	19.8	20.1	20.8	19.9	19.9	20.5	20.0	20.5	
Na <sub>2</sub> O	0.33	0.39	0.36	0.29	0.34	0.36	0.34	0.40	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	
<b>Toplam</b>	<b>99.97</b>	<b>99.06</b>	<b>100.18</b>	<b>98.66</b>	<b>99.59</b>	<b>99.33</b>	<b>99.46</b>	<b>99.67</b>	<b>99.80</b>	<b>98.93</b>	<b>99.30</b>	<b>100.25</b>	<b>99.43</b>	<b>99.88</b>	<b>99.77</b>	<b>99.63</b>	<b>99.67</b>	<b>99.54</b>	<b>99.57</b>	<b>99.25</b>	<b>99.42</b>	<b>99.19</b>	<b>99.14</b>	<b>99.23</b>	
Si	1.86	1.84	1.85	1.87	1.87	1.83	1.83	1.83	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	2.0	1.9	1.9	1.8	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
Ti	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Al	0.18	0.19	0.17	0.16	0.15	0.19	0.17	0.18	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Fe+3	0.12	0.13	0.14	0.12	0.12	0.06	0.10	0.16	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Fe+2	0.16	0.15	0.15	0.15	0.17	0.25	0.20	0.13	0.1	0.2	0.2	0.0	0.2	-0.1	-0.1	0.0	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mg	0.80	0.80	0.82	0.83	0.82	0.78	0.80	0.82	0.9	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8
Ca	0.86	0.86	0.86	0.85	0.84	0.84	0.87	0.86	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Na	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Toplam</b>	<b>4.04</b>	<b>4.04</b>	<b>4.04</b>	<b>4.04</b>	<b>4.04</b>	<b>4.02</b>	<b>4.03</b>	<b>4.05</b>	<b>4.05</b>	<b>4.02</b>	<b>4.03</b>	<b>4.08</b>	<b>4.04</b>	<b>4.10</b>	<b>4.10</b>	<b>4.08</b>	<b>4.04</b>	<b>4.04</b>	<b>4.05</b>	<b>4.03</b>	<b>4.03</b>	<b>4.03</b>	<b>4.03</b>	<b>4.03</b>	<b>4.02</b>
Al(IV)	0.14	0.16	0.15	0.13	0.13	0.17	0.17	0.17	0.07	0.09	0.09	0.09	0.12	0.04	0.06	0.12	0.15	0.10	0.10	0.13	0.11	0.09	0.11	0.13	
Al(VI)	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.00	0.02	0.03	0.02	0.03	0.05	0.03	0.06	0.07	0.07	0.03	0.02	0.03	0.04	0.03	0.02	0.00	0.02	
Mg#	0.74	0.73	0.74	0.75	0.73	0.71	0.73	0.74	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Wo	43.98	44.10	43.54	43.48	42.90	43.64	44.00	43.65	39.8	40.1	39.9	42.1	40.2	44.9	44.9	43.6	40.6	41.1	42.3	41.2	41.0	41.9	40.5	42.1	
En	41.17	40.84	41.52	42.32	41.57	40.07	40.54	41.56	44.2	44.2	43.4	43.2	43.4	45.5	45.1	44.5	42.2	42.9	43.3	42.6	42.3	43.0	43.7	42.0	
Fs	14.9	15.1	14.9	14.2	15.5	16.3	15.5	14.8	16.0	15.7	16.7	14.8	16.4	9.5	10.0	11.9	17.2	16.0	14.4	16.2	16.7	15.0	15.8	15.8	

Ek Tablo 1'in devamı

Birim Adı	Bazalt												Bazaltik dayk									
	Örnek No	N-26 c7	N-26 c9	N-26 c9	N-26 c9	N-26 c9	N-26 c9	N-26 c9	N-26 c9	N-26 c9	N-26 c9	N-26 c9	N-26 c9	N-8 c1	N-8 c1	N-8 c1	N-8 c1	N-8 c3	N-8 c3	N-8 c3	N-8 c3	N-8 c3
	kpir 2	kpir 1	kpir 1	kpir 1	kpir 1	kpir 1	kpir 1	kpir 1	kpir 1	kpir 1	kpir 1	kpir 1	kpir 1	kpir 1	kpir 1	kpir 2	kpir 2	kpir 1	kpir 1	kpir 1	kpir 1	kpir 1
	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno
	k	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	m	k	m	k	m	o1	o2	o3	k	
SiO <sub>2</sub> (%)	49.0	52.9	53.5	53.2	53.3	53.6	53.7	53.5	53.4	53.4	53.7	53.6	54.16	53.45	53.48	51.41	53.13	51.62	51.38	51.49	51.06	
TiO <sub>2</sub>	0.8	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.09	0.09	0.15	0.42	0.18	0.26	0.33	0.36	0.50	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.7	1.8	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.2	1.24	1.17	1.73	3.11	1.54	2.46	3.54	2.81	3.18	
FeO*	10.6	3.7	3.8	3.9	4.0	3.8	3.8	3.9	3.8	3.7	2.8	2.8	3.86	3.68	3.99	6.22	4.26	6.74	7.17	7.41	8.46	
MnO	0.3	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.14	0.14	0.12	0.19	0.15	0.21	0.23	0.23	0.25	
MgO	14.1	17.9	18.3	18.4	18.2	18.2	18.1	18.3	18.3	18.1	18.2	18.1	17.52	17.62	17.16	15.60	17.63	16.40	16.55	16.11	15.96	
CaO	19.3	23.1	22.5	22.7	22.3	22.8	22.5	22.7	22.9	22.6	23.5	23.5	21.84	22.51	22.28	21.87	21.81	21.06	19.47	19.95	19.58	
Na <sub>2</sub> O	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.23	0.20	0.20	0.22	0.21	0.23	0.31	0.20	0.25	
<b>Toplam</b>	<b>98.00</b>	<b>99.91</b>	<b>99.91</b>	<b>99.77</b>	<b>99.31</b>	<b>99.93</b>	<b>99.56</b>	<b>99.91</b>	<b>99.97</b>	<b>99.36</b>	<b>99.84</b>	<b>99.43</b>	<b>99.08</b>	<b>98.86</b>	<b>99.12</b>	<b>99.03</b>	<b>98.92</b>	<b>98.98</b>	<b>98.98</b>	<b>98.56</b>	<b>99.26</b>	
Si	1.8	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.00	1.97	1.97	1.89	1.96	1.90	1.89	1.90	1.88	
Ti	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
Al	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.05	0.05	0.08	0.14	0.07	0.11	0.15	0.12	0.14	
Fe+3	0.0	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.13	0.12	0.13	-0.02	0.13	0.01	0.03	-0.08	-0.03	
Fe+2	0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.3	-0.4	-0.4	-0.01	-0.01	-0.01	0.21	0.01	0.20	0.20	0.31	0.29	
Mn	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	
Mg	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.96	0.97	0.94	0.86	0.97	0.90	0.91	0.89	0.88	
Ca	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.86	0.89	0.88	0.86	0.86	0.83	0.77	0.79	0.77	
Na	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	
Toplam	3.96	4.15	4.15	4.14	4.12	4.15	4.13	4.15	4.15	4.12	4.16	4.14	4.02	4.01	4.01	3.98	4.01	3.98	3.99	3.95	3.97	
Al(IV)	0.16	0.01	-0.01	0.00	-0.01	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	0.00	0.02	0.02	0.10	0.04	0.09	0.10	0.10	0.11	
Al(VI)	0.01	0.07	0.07	0.06	0.06	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.08	0.07	0.06	0.03	0.05	0.04	0.03	0.02	0.05	0.03	0.03	
Mg#	0.7	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.89	0.90	0.88	0.82	0.88	0.81	0.80	0.79	0.77	
Wo	40.8	45.3	44.1	44.1	43.9	44.5	44.4	44.3	44.5	44.4	46.0	46.2	44.28	45.02	45.14	45.05	43.81	42.71	40.33	41.30	40.30	
En	41.4	48.9	49.9	49.8	49.9	49.5	49.6	49.7	49.5	49.6	49.6	49.5	49.42	49.04	48.37	44.69	49.29	46.30	47.72	46.39	45.72	
Fs	17.8	5.8	6.0	6.1	6.2	6.0	6.0	6.0	5.9	5.9	4.4	4.3	6.3	5.9	6.5	10.3	6.9	11.0	11.9	12.3	14.0	

Ek Tablo 1'in devamı

Birim Adı	Bazaltik dayk										Bazaltik dayk									
	Örnek No	N-8 c4 kpir 1 feno m	N-8 c4 kpir 1 feno o1	N-8 c4 kpir 1 feno o2	N-8 c4 kpir 1 feno o3	N-8 c4 kpir 1 feno k	N-8 c4 kpir 2 feno m	N-8 c4 kpir 2 feno k	N-8 c5 kpir 1 feno m	N-8 c5 kpir 1 feno o	N-8 c5 kpir 1 feno k	N-8 c5 kpir 2 feno m	N-8 c5 kpir 2 feno o1	N-8 c5 kpir 2 feno o2	N-8 c5 kpir 2 feno k	N-8 c6 kpir 1 feno m	N-8 c6 kpir 1 feno k	N-8 c8 kpir 1 feno m	N-8 c8 kpir 1 feno o1	N-8 c8 kpir 1 feno o2
SiO <sub>2</sub> (%)	51.27	50.94	51.83	51.10	51.99	51.74	50.96	51.38	50.33	53.18	51.88	51.70	50.09	52.07	51.98	51.83	52.45	52.10	51.77	51.97
TiO <sub>2</sub>	0.47	0.34	0.38	0.45	0.4	0.32	0.39	0.45	0.49	0.17	0.38	0.29	0.62	0.33	0.38	0.40	0.23	0.23	0.40	0.36
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.97	2.77	2.75	2.92	2.1	2.37	2.99	3.06	3.95	2.29	2.43	2.87	3.63	2.03	2.25	2.14	2.28	2.30	2.28	2.29
FeO*	8.19	8.26	7.09	8.59	8.6	8.03	8.79	7.98	9.12	6.36	8.03	7.97	9.34	8.47	8.03	9.51	6.03	6.25	8.54	7.66
MnO	0.26	0.23	0.21	0.24	0.2	0.23	0.26	0.23	0.26	0.16	0.22	0.23	0.24	0.30	0.25	0.32	0.18	0.19	0.26	0.22
MgO	15.99	16.11	16.02	15.73	16.20	16.27	15.67	15.85	15.51	17.08	16.30	16.27	15.27	16.72	16.33	16.37	16.53	16.27	16.41	16.42
CaO	19.95	19.50	20.13	19.86	19.4	19.44	19.43	20.47	19.71	20.19	20.07	19.64	19.26	19.16	19.57	18.53	21.36	21.64	19.85	19.68
Na <sub>2</sub> O	0.23	0.25	0.23	0.20	0.2	0.23	0.28	0.23	0.30	0.24	0.27	0.25	0.25	0.19	0.24	0.20	0.23	0.26	0.25	0.22
<b>Toplam</b>	<b>99.33</b>	<b>98.40</b>	<b>98.64</b>	<b>99.09</b>	<b>99.04</b>	<b>98.63</b>	<b>98.77</b>	<b>99.64</b>	<b>99.67</b>	<b>99.67</b>	<b>99.56</b>	<b>99.22</b>	<b>98.69</b>	<b>99.27</b>	<b>99.02</b>	<b>99.30</b>	<b>99.28</b>	<b>99.23</b>	<b>99.76</b>	<b>98.82</b>
Si	1.89	1.88	1.91	1.88	1.9	1.91	1.88	1.89	1.86	1.96	1.91	1.91	1.85	1.92	1.92	1.91	1.93	1.92	1.91	1.92
Ti	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Al	0.13	0.12	0.12	0.13	0.1	0.10	0.13	0.13	0.17	0.10	0.11	0.12	0.16	0.09	0.10	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10
Fe+3	-0.02	-0.12	-0.07	-0.07	-0.1	-0.10	-0.11	0.03	-0.02	0.11	0.02	-0.02	-0.16	-0.02	-0.05	-0.07	0.05	0.03	0.02	-0.06
Fe+2	0.27	0.38	0.29	0.34	0.3	0.35	0.38	0.22	0.30	0.09	0.23	0.27	0.45	0.28	0.30	0.37	0.14	0.16	0.24	0.29
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	0.88	0.89	0.88	0.86	0.9	0.89	0.86	0.87	0.85	0.94	0.90	0.89	0.84	0.92	0.90	0.90	0.91	0.89	0.90	0.90
Ca	0.79	0.77	0.79	0.78	0.8	0.77	0.77	0.81	0.78	0.80	0.79	0.78	0.76	0.76	0.77	0.73	0.84	0.85	0.78	0.78
Na	0.02	0.02	0.02	0.01	0.0	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
<b>Toplam</b>	<b>3.98</b>	<b>3.94</b>	<b>3.96</b>	<b>3.96</b>	<b>3.96</b>	<b>3.95</b>	<b>3.95</b>	<b>3.99</b>	<b>3.98</b>	<b>4.02</b>	<b>3.99</b>	<b>3.98</b>	<b>3.93</b>	<b>3.98</b>	<b>3.97</b>	<b>3.96</b>	<b>4.00</b>	<b>3.99</b>	<b>3.99</b>	<b>3.96</b>
Al(IV)	0.10	0.12	0.08	0.11	0.1	0.09	0.12	0.10	0.14	0.03	0.08	0.09	0.15	0.07	0.08	0.08	0.06	0.07	0.09	0.08
Al(VI)	0.02	0.00	0.04	0.02	0.0	0.02	0.01	0.03	0.03	0.07	0.02	0.04	0.01	0.01	0.02	0.01	0.04	0.03	0.01	0.02
Mg#	0.78	0.78	0.80	0.77	0.8	0.78	0.76	0.78	0.75	0.83	0.78	0.78	0.74	0.78	0.78	0.75	0.83	0.82	0.77	0.79
Wo	40.90	40.18	41.84	40.83	39.8	40.07	40.25	41.85	40.56	41.17	40.82	40.36	40.15	38.90	40.14	37.85	43.42	43.90	40.07	40.44
En	45.62	46.20	46.35	45.02	46.2	46.67	45.15	45.09	44.42	48.47	46.12	46.52	44.30	47.24	46.63	46.52	46.75	45.94	46.11	46.96
Fs	13.5	13.6	11.8	14.1	14.0	13.3	14.6	13.1	15.0	10.4	13.1	13.1	15.5	13.9	13.2	15.6	9.8	10.2	13.8	12.6

Ek Tablo 1'in devamı

Birim Adı	Bazaltik dayk																							
	Örnek No	N-8 c9	N-8 c9	N-8 c9	N-8 c10	N-8 c10	N-33 c1	N-33 c1	N-33 c2	N-33 c2	N-33 c3	N-33 c3	N-33 c4	N-33 c4	N-33 c4	N-33 c4	N-33 c5	N-33 c5	N-33 c7	N-33 c7	N-33 c7	N-33 c10	N-33 c10	N-33 c10
	kpir 1 feno m	kpir 1 feno m	kpir 1 feno k	kpir 1 feno m	kpir 1 feno k	kpir 1 feno m	kpir 1 feno k	kpir 1 feno m	kpir 1 feno k	kpir 1 feno m	kpir 1 feno k	kpir 1 feno m	kpir 1 feno k	kpir 2 feno m	kpir 2 feno k	kpir 1 feno m	kpir 1 feno k	kpir 1 feno m	kpir 1 feno o	kpir 1 feno k	kpir 1 feno m	kpir 1 feno o	kpir 1 feno k	kpir 1 feno k
SiO <sub>2</sub> (%)	53.79	50.48	51.24	49.71	51.83	53.50	51.02	51.28	51.33	51.89	51.09	52.11	51.98	50.36	50.78	51.78	51.09	51.19	50.91	51.80	48.91	49.08	49.08	51.69
TiO <sub>2</sub>	0.13	0.55	0.5	0.65	0.42	0.06	0.58	0.59	0.40	0.43	0.56	0.27	0.40	0.75	0.72	0.34	0.51	0.7	0.68	0.51	0.89	0.70	0.39	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.31	3.80	2.9	3.87	2.22	1.52	2.83	2.85	3.10	2.44	2.56	2.57	2.97	3.47	3.30	3.12	3.82	2.9	3.39	2.94	5.78	6.19	2.47	
FeO*	4.06	8.95	7.9	9.66	7.89	3.26	7.26	8.57	7.02	7.49	8.34	4.60	4.93	8.64	7.37	5.63	5.87	9.1	8.98	6.52	9.32	7.98	6.97	
MnO	0.14	0.25	0.2	0.22	0.20	0.14	0.19	0.24	0.19	0.23	0.23	0.12	0.16	0.23	0.21	0.20	0.13	0.3	0.27	0.18	0.22	0.21	0.21	
MgO	17.69	15.68	16.03	14.22	16.37	17.92	15.74	15.33	15.98	16.47	15.18	16.54	16.32	14.79	15.15	17.21	15.93	15.42	15.14	15.97	14.41	14.77	16.32	
CaO	22.18	19.74	20.4	20.47	19.77	21.96	21.09	20.05	20.77	19.66	20.48	22.66	21.94	20.75	21.22	20.17	21.35	19.6	19.69	21.31	19.66	20.03	21.04	
Na <sub>2</sub> O	0.22	0.28	0.2	0.34	0.23	0.20	0.27	0.28	0.22	0.20	0.32	0.19	0.17	0.30	0.30	0.15	0.18	0.2	0.30	0.21	0.37	0.39	0.22	
<b>Toplam</b>	<b>99.50</b>	<b>99.73</b>	<b>99.33</b>	<b>99.15</b>	<b>98.95</b>	<b>98.56</b>	<b>98.98</b>	<b>99.21</b>	<b>99.00</b>	<b>98.82</b>	<b>98.75</b>	<b>99.06</b>	<b>98.85</b>	<b>99.28</b>	<b>99.05</b>	<b>98.60</b>	<b>98.89</b>	<b>99.32</b>	<b>99.35</b>	<b>99.43</b>	<b>99.56</b>	<b>99.34</b>	<b>99.31</b>	
Si	1.98	1.86	1.9	1.83	1.91	1.97	1.88	1.89	1.89	1.91	1.88	1.92	1.92	1.86	1.87	1.91	1.88	1.9	1.88	1.91	1.80	1.81	1.91	
Ti	0.00	0.02	0.0	0.02	0.01	0.00	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.0	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	
Al	0.06	0.17	0.1	0.17	0.10	0.07	0.12	0.12	0.13	0.11	0.11	0.11	0.13	0.15	0.14	0.14	0.17	0.1	0.15	0.13	0.25	0.27	0.11	
Fe+3	0.17	0.01	0.0	-0.15	-0.05	0.14	-0.05	-0.09	-0.01	-0.05	-0.15	0.10	0.07	-0.09	-0.05	0.05	0.02	-0.1	-0.08	0.04	-0.05	0.00	0.02	
Fe+2	-0.05	0.27	0.2	0.45	0.29	-0.04	0.27	0.35	0.22	0.28	0.40	0.04	0.08	0.36	0.28	0.13	0.16	0.4	0.36	0.16	0.34	0.24	0.20	
Mn	0.00	0.01	0.0	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
Mg	0.97	0.86	0.9	0.78	0.90	0.98	0.87	0.84	0.88	0.90	0.83	0.91	0.90	0.81	0.83	0.95	0.88	0.8	0.83	0.88	0.79	0.81	0.90	
Ca	0.88	0.78	0.8	0.81	0.78	0.87	0.83	0.79	0.82	0.78	0.81	0.89	0.87	0.82	0.84	0.80	0.84	0.8	0.78	0.84	0.78	0.79	0.83	
Na	0.02	0.02	0.0	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.0	0.02	0.01	0.03	0.03	0.02	
<b>Toplam</b>	<b>4.04</b>	<b>3.99</b>	<b>3.98</b>	<b>3.94</b>	<b>3.97</b>	<b>4.01</b>	<b>3.97</b>	<b>3.96</b>	<b>3.97</b>	<b>3.96</b>	<b>3.94</b>	<b>4.00</b>	<b>3.99</b>	<b>3.95</b>	<b>3.96</b>	<b>3.99</b>	<b>3.98</b>	<b>3.96</b>	<b>3.96</b>	<b>3.99</b>	<b>3.97</b>	<b>3.98</b>	<b>3.99</b>	
Al(IV)	0.01	0.13	0.1	0.16	0.08	0.02	0.11	0.10	0.10	0.08	0.11	0.07	0.08	0.14	0.12	0.09	0.11	0.1	0.12	0.08	0.19	0.19	0.09	
Al(VI)	0.05	0.03	0.0	0.01	0.01	0.04	0.01	0.02	0.03	0.02	0.00	0.04	0.05	0.01	0.02	0.05	0.06	0.0	0.03	0.04	0.06	0.08	0.02	
Mg#	0.89	0.76	0.8	0.72	0.79	0.91	0.79	0.76	0.80	0.80	0.76	0.87	0.86	0.75	0.79	0.84	0.83	0.8	0.75	0.81	0.73	0.77	0.81	
Wo	44.31	40.51	41.6	42.7	40.5	44.33	43.22	41.55	42.73	40.47	42.43	45.91	45.14	43.01	44.03	41.46	44.31	40.6	41.05	43.72	41.70	42.65	42.65	
En	49.16	44.79	45.5	41.3	46.6	50.33	44.89	44.22	45.74	47.16	43.76	46.65	46.72	42.67	43.74	49.21	46.00	44.4	43.94	45.59	42.54	43.77	46.02	
Fs	6.5	14.7	12.9	16.0	12.9	5.3	11.9	14.2	11.5	12.4	13.8	7.4	8.1	14.3	12.2	9.3	9.7	15.1	15.0	10.7	15.8	13.6	11.3	

Ek Tablo 2. Kışlaköy (Erzurum-Narman) yöresi Eosen yaşlı volkanik kayalara ait plajiyoklaz minerallerinin mikroprob analiz sonuçları

Birim Adı	Bazalt																							
	Örnek No	N-36 c1	N-36 c1	N-36 c3	N-36 c3	N-36 c3	N-36 c4	N-36 c4	N-36 c5	N-36 c5	N-36 c5	N-36 c5	N-36 c7	N-36 c8	N-36 c8	N-36 c8	N-20 c1	N-20 c1	N-20 c4	N-20 c5	N-20 c5	N-20 c7	N-20 c7	N-20 c8
	plaj-1	plaj-1	plaj-1	plaj-1	plaj	plaj-1	plaj-1	plaj-1	plaj-1	plaj-2	plaj-2	plaj	plaj	plaj-1	plaj-1	plaj	plaj-1	plaj-1	plaj	plaj-1	plaj-1	plaj	plaj	plaj-1
	feno	feno	feno	feno	mik1	feno	feno	feno	feno	feno	feno	mik2	mik3	feno	feno	mik4	feno	feno	mik1	feno	feno	mik2	mik3	feno
	m	k	m	k	m	m	k	m	k	m	k	m	m	m	k	m	m	k	m	k	m	m	m	m
<b>SiO<sub>2</sub> (%)</b>	52.67	52.73	49.01	52.26	52.26	53.71	52.00	52.94	52.08	50.25	52.56	51.44	50.66	52.11	52.11	51.46	52.65	52.45	52.78	52.68	51.78	51.54	51.10	51.98
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	29.14	29.09	32.09	29.33	29.35	26.77	29.93	29.20	29.49	30.89	29.39	30.02	30.82	29.55	29.27	30.09	28.65	29.31	29.49	29.00	29.63	29.81	30.31	29.60
<b>FeO*</b>	0.87	0.80	0.74	0.79	0.88	0.98	0.82	0.88	0.91	0.86	0.84	0.82	0.87	0.88	1.29	0.91	0.95	1.02	1.03	0.99	1.07	1.12	1.12	0.91
<b>CaO</b>	12.39	12.56	15.60	12.87	12.49	10.77	13.00	12.52	12.92	14.20	12.88	13.07	13.83	12.89	12.53	13.53	12.26	12.91	12.64	12.63	13.18	13.20	13.96	12.95
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	3.99	4.05	2.52	3.96	3.98	3.34	3.76	3.85	3.85	3.08	3.75	3.70	3.27	3.75	3.83	3.53	4.22	4.15	4.15	4.10	3.87	3.85	3.62	3.96
<b>K<sub>2</sub>O</b>	0.57	0.56	0.27	0.52	0.56	3.61	0.53	0.58	0.51	0.42	0.51	0.48	0.38	0.52	0.67	0.42	0.61	0.40	0.36	0.53	0.29	0.34	0.29	0.43
<b>Toplam</b>	<b>99.62</b>	<b>99.78</b>	<b>100.23</b>	<b>99.73</b>	<b>99.53</b>	<b>99.18</b>	<b>100.04</b>	<b>99.95</b>	<b>99.75</b>	<b>99.70</b>	<b>99.93</b>	<b>99.54</b>	<b>99.83</b>	<b>99.70</b>	<b>99.70</b>	<b>99.95</b>	<b>99.34</b>	<b>100.23</b>	<b>100.45</b>	<b>99.93</b>	<b>99.82</b>	<b>99.85</b>	<b>100.40</b>	<b>99.83</b>
<b>Si</b>	9.63	9.63	8.98	9.56	9.57	9.96	9.48	9.64	9.53	9.23	9.58	9.43	9.28	9.53	9.55	9.41	9.66	9.55	9.58	9.62	9.47	9.44	9.32	9.50
<b>Al(t)</b>	6.28	6.26	6.93	6.32	6.33	5.85	6.43	6.27	6.36	6.68	6.31	6.49	6.65	6.37	6.32	6.48	6.20	6.29	6.31	6.24	6.39	6.43	6.52	6.38
<b>Fe<sup>+2</sup></b>	0.13	0.12	0.11	0.12	0.14	0.15	0.13	0.13	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.20	0.14	0.15	0.16	0.16	0.15	0.16	0.17	0.17	0.14
<b>Ca</b>	2.43	2.46	3.06	2.52	2.45	2.14	2.54	2.44	2.53	2.79	2.52	2.57	2.71	2.53	2.46	2.65	2.41	2.52	2.46	2.47	2.58	2.59	2.73	2.54
<b>Na</b>	1.41	1.43	0.90	1.40	1.41	1.20	1.33	1.36	1.37	1.10	1.33	1.31	1.16	1.33	1.36	1.25	1.50	1.46	1.46	1.45	1.37	1.37	1.28	1.40
<b>K</b>	0.13	0.13	0.06	0.12	0.13	0.85	0.12	0.13	0.12	0.10	0.12	0.11	0.09	0.12	0.16	0.10	0.14	0.09	0.08	0.12	0.07	0.08	0.07	0.10
<b>Toplam</b>	<b>20.01</b>	<b>20.03</b>	<b>20.04</b>	<b>20.04</b>	<b>20.03</b>	<b>20.15</b>	<b>20.03</b>	<b>19.97</b>	<b>20.04</b>	<b>20.03</b>	<b>19.99</b>	<b>20.04</b>	<b>20.02</b>	<b>20.01</b>	<b>20.05</b>	<b>20.03</b>	<b>20.06</b>	<b>20.08</b>	<b>20.04</b>	<b>20.05</b>	<b>20.05</b>	<b>20.07</b>	<b>20.09</b>	<b>20.06</b>
<b>% An</b>	61.08	61.12	76.14	62.31	61.35	51.00	63.64	62.07	63.05	70.00	63.49	64.27	68.50	63.53	61.86	66.24	59.45	61.81	61.45	61.08	64.23	64.19	66.92	62.77
<b>% Ab</b>	35.56	35.64	22.30	34.67	35.35	28.64	33.27	34.51	33.99	27.52	33.49	32.91	29.28	33.41	34.21	31.31	37.01	35.93	36.48	35.87	34.11	33.86	31.41	34.72
<b>% Or</b>	3.36	3.24	1.56	3.02	3.30	20.36	3.09	3.41	2.96	2.47	3.02	2.82	2.22	3.05	3.94	2.45	3.54	2.26	2.07	3.04	1.66	1.95	1.67	2.51

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindedir. % An, Ab ve Or: Sırasıyla anortit, albit ve ortoklas yüzdeleri, Fe<sup>+2</sup> toplam Fe olarak alınmıştır. Plaj-plajiyoklaz, feno-fenokristal, m: kristal merkezi, o: orta, k:kristal kenarı. Yapısal parametreler 32 oksijene göre hesaplanmıştır.

Ek Tablo 2'nin devamı

Birim Adı	Bazalt																									
	Örnek No	N-20 c8	N-26 c1	N-26 c1	N-26 c1	N-26 c2	N-26 c2	N-26 c2	N-26 c3	N-26 c3	N-26 c3	N-26 c3	N-26 c3	N-26 c3	N-26 c3	N-26 c4	N-26 c4	N-26 c4	N-26 c5	N-26 c5	N-26 c8	N-26 c8	N-26 c8	N-26 c8	N-26 c9	N-26 c9
	plaj-1 feno k	plaj-1 feno m	plaj-1 feno k	plaj-1 mik m	plaj-2 mik m	plaj-2 feno m	plaj-1 feno k	plaj-1 feno m	plaj-1 feno o1	plaj-1 feno o2	plaj-1 feno o3	plaj-1 feno k	plaj-2 feno m	plaj-2 feno k	plaj-1 feno m	plaj-1 feno k	plaj-1 mik m	plaj-1 feno m	plaj-1 feno k	plaj-1 feno m	plaj-1 feno k	plaj-1 feno m	plaj-1 feno k	plaj-2 feno k	plaj-1 feno m	plaj-1 feno k
SiO <sub>2</sub> (%)	52.546	51.77	52.07	51.44	52.50	51.58	52.57	51.99	50.88	50.55	53.17	52.62	50.67	53.22	51.14	51.34	53.11	50.90	52.74	51.21	51.62	50.64	50.71	49.84	51.90	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28.862	29.44	29.38	29.61	29.10	29.03	28.67	29.64	29.73	30.11	28.21	28.68	30.33	28.77	30.07	30.00	28.47	30.29	28.54	28.88	29.67	29.86	29.37	30.60	29.14	
FeO*	1.0651	0.96	0.98	1.02	0.96	0.97	1.08	0.92	0.95	0.88	0.92	1.11	0.94	1.01	0.94	0.96	1.06	0.96	1.02	0.89	0.97	0.94	0.96	0.91	1.03	
CaO	12.517	13.29	13.08	13.54	12.93	13.14	12.34	13.23	13.71	14.40	12.26	12.29	14.22	12.43	13.93	13.67	12.32	13.87	12.53	13.20	13.39	13.81	13.76	14.48	13.61	
Na <sub>2</sub> O	4.4221	3.90	3.76	3.65	3.93	3.90	4.45	3.75	3.56	3.38	4.28	4.17	3.40	4.42	3.49	3.71	4.34	3.44	4.23	3.94	3.73	3.61	3.46	3.12	3.84	
K <sub>2</sub> O	0.4293	0.38	0.38	0.36	0.40	0.41	0.49	0.38	0.35	0.29	0.47	0.47	0.30	0.48	0.33	0.34	0.50	0.34	0.44	0.39	0.34	0.34	0.33	0.29	0.40	
<b>Toplam</b>	<b>99.84</b>	<b>99.76</b>	<b>99.65</b>	<b>99.62</b>	<b>99.83</b>	<b>99.03</b>	<b>99.60</b>	<b>99.93</b>	<b>99.18</b>	<b>99.61</b>	<b>99.31</b>	<b>99.35</b>	<b>99.85</b>	<b>100.33</b>	<b>99.90</b>	<b>100.03</b>	<b>99.79</b>	<b>99.80</b>	<b>99.49</b>	<b>98.51</b>	<b>99.72</b>	<b>99.21</b>	<b>98.59</b>	<b>99.24</b>	<b>99.92</b>	
Si	9.61	9.49	9.53	9.44	9.59	9.52	9.64	9.50	9.39	9.30	9.75	9.66	9.29	9.67	9.37	9.39	9.70	9.33	9.67	9.50	9.46	9.35	9.41	9.49	9.50	
Al(t)	6.22	6.36	6.34	6.41	6.27	6.31	6.19	6.38	6.46	6.53	6.09	6.20	6.56	6.16	6.49	6.47	6.13	6.54	6.16	6.32	6.41	6.50	6.42	6.87	6.29	
Fe <sup>+2</sup>	0.16	0.15	0.15	0.16	0.15	0.15	0.17	0.14	0.15	0.14	0.14	0.17	0.14	0.15	0.14	0.15	0.16	0.15	0.16	0.14	0.15	0.15	0.15	0.14	0.16	
Ca	2.45	2.61	2.57	2.66	2.53	2.60	2.42	2.59	2.71	2.84	2.41	2.42	2.79	2.42	2.73	2.68	2.41	2.72	2.46	2.63	2.63	2.73	2.74	2.95	2.67	
Na	1.57	1.39	1.33	1.30	1.39	1.39	1.58	1.33	1.27	1.21	1.52	1.48	1.21	1.56	1.24	1.32	1.54	1.22	1.50	1.42	1.32	1.29	1.24	1.15	1.36	
K	0.10	0.09	0.09	0.08	0.09	0.10	0.12	0.09	0.08	0.07	0.11	0.11	0.07	0.11	0.08	0.08	0.12	0.08	0.10	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	0.09	
<b>Toplam</b>	<b>20.11</b>	<b>20.07</b>	<b>20.01</b>	<b>20.05</b>	<b>20.02</b>	<b>20.07</b>	<b>20.11</b>	<b>20.02</b>	<b>20.06</b>	<b>20.07</b>	<b>20.02</b>	<b>20.04</b>	<b>20.07</b>	<b>20.08</b>	<b>20.05</b>	<b>20.08</b>	<b>20.06</b>	<b>20.05</b>	<b>20.05</b>	<b>20.09</b>	<b>20.04</b>	<b>20.09</b>	<b>20.04</b>	<b>20.68</b>	<b>20.08</b>	
% An	59.52	63.85	64.34	65.83	63.02	63.53	58.84	64.62	66.68	69.03	59.61	60.27	68.62	59.21	67.51	65.72	59.28	67.68	60.51	63.48	65.16	66.53	67.39	70.72	64.69	
% Ab	38.05	33.96	33.46	32.10	34.65	34.11	38.36	33.16	31.31	29.34	37.66	36.96	29.66	38.09	30.61	32.31	37.85	30.36	36.98	34.28	32.85	31.50	30.66	27.56	33.06	
% Or	2.43	2.20	2.20	2.07	2.33	2.36	2.80	2.23	2.01	1.63	2.73	2.77	1.73	2.70	1.88	1.97	2.87	1.96	2.51	2.24	1.99	1.97	1.95	1.71	2.25	

Ek Tablo 2'nin devamı

Birim Ad	Bazaltik dayk																							
	Örnek No	N-8 c1	N-8 c1	N-8 c2	N-8 c2	N-8 c2	N-8 c2	N-8 c2	N-8 c3	N-8 c4	N-8 c4	N-8 c6	N-8 c6	N-8 c7	N-8 c7	N-8 c7	N-8 c7	N-8 c7	N-8 c9	N-8 c9	N-8 c10	N-33 c1	N-33 c1	N-33 c3
	plaj-1	plaj-1	plaj-1	plaj-1	plaj-2	plaj-2	plaj	plaj	plaj-1	plaj-1	plaj-1	plaj-1	plaj-1	plaj-1	plaj-1	plaj-2	plaj-2	plaj	plaj-1	plaj-1	plaj-1	plaj	plaj	plaj
	feno	feno	feno	feno	feno	feno	mik1	mik2	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	mik3	feno	feno	mik4	mik1	mik2	mik3
	m	k	m	k	m	k	m	m	m	k	m	k	m	k	m	k	m	m	m	k	m	m	m	m
<b>SiO<sub>2</sub> (%)</b>	52.23	51.23	50.81	50.31	50.78	50.80	53.33	51.90	51.53	51.81	51.89	50.97	50.72	51.27	50.73	51.73	52.68	49.80	51.32	52.24	51.27	50.76	48.92	
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	29.25	30.09	30.45	30.81	30.26	30.93	28.75	29.56	29.60	29.47	29.81	30.22	30.48	30.15	30.92	29.88	29.41	30.83	30.30	29.55	29.96	30.29	31.47	
<b>FeO*</b>	0.87	0.94	0.78	0.93	0.90	0.89	1.30	1.01	0.88	1.07	0.84	0.96	0.95	0.94	0.92	0.93	1.02	0.86	0.93	0.97	1.02	1.16	1.02	
<b>CaO</b>	12.86	13.41	13.82	14.20	14.21	14.36	12.11	13.26	13.25	13.37	13.29	13.96	14.24	13.86	14.38	13.74	12.96	14.71	13.94	13.15	13.43	13.58	15.21	
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	3.60	3.51	3.14	3.13	3.17	3.04	4.16	3.54	3.62	3.55	3.71	3.40	3.25	3.42	3.09	3.30	4.01	2.87	3.28	3.81	3.47	3.37	2.75	
<b>K<sub>2</sub>O</b>	0.50	0.43	0.38	0.35	0.36	0.32	0.62	0.48	0.42	0.42	0.44	0.40	0.35	0.41	0.37	0.41	0.49	0.28	0.40	0.48	0.38	0.35	0.24	
<b>Toplam</b>	<b>99.32</b>	<b>99.62</b>	<b>99.38</b>	<b>99.73</b>	<b>99.68</b>	<b>100.33</b>	<b>100.27</b>	<b>99.75</b>	<b>99.31</b>	<b>99.69</b>	<b>99.98</b>	<b>99.91</b>	<b>99.99</b>	<b>100.05</b>	<b>100.41</b>	<b>100.00</b>	<b>100.57</b>	<b>99.35</b>	<b>100.17</b>	<b>100.21</b>	<b>99.54</b>	<b>99.50</b>	<b>99.62</b>	
<b>Si</b>	9.58	9.40	9.33	9.23	9.32	9.26	9.70	9.50	9.47	9.49	9.47	9.34	9.29	9.37	9.25	9.45	9.56	9.18	9.36	9.52	9.70	9.33	9.03	
<b>Al(t)</b>	6.32	6.50	6.59	6.67	6.55	6.64	6.16	6.38	6.41	6.36	6.41	6.52	6.58	6.50	6.64	6.43	6.29	6.70	6.52	6.35	6.68	6.56	6.84	
<b>Fe<sup>+2</sup></b>	0.13	0.14	0.12	0.14	0.14	0.14	0.20	0.15	0.14	0.16	0.13	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.16	0.13	0.14	0.15	0.16	0.18	0.16	
<b>Ca</b>	2.53	2.63	2.72	2.79	2.79	2.80	2.36	2.60	2.61	2.63	2.60	2.74	2.79	2.71	2.81	2.69	2.52	2.91	2.73	2.57	2.72	2.67	3.01	
<b>Na</b>	1.28	1.25	1.12	1.11	1.13	1.07	1.47	1.25	1.29	1.26	1.31	1.21	1.15	1.21	1.09	1.17	1.41	1.03	1.16	1.35	1.27	1.20	0.98	
<b>K</b>	0.12	0.10	0.09	0.08	0.08	0.08	0.14	0.11	0.10	0.10	0.10	0.09	0.08	0.10	0.09	0.09	0.11	0.07	0.09	0.11	0.09	0.08	0.06	
<b>Toplam</b>	<b>19.96</b>	<b>20.03</b>	<b>19.97</b>	<b>20.03</b>	<b>20.01</b>	<b>19.99</b>	<b>20.03</b>	<b>20.00</b>	<b>20.02</b>	<b>20.00</b>	<b>20.03</b>	<b>20.05</b>	<b>20.04</b>	<b>20.03</b>	<b>20.02</b>	<b>19.97</b>	<b>20.05</b>	<b>20.01</b>	<b>20.00</b>	<b>20.04</b>	<b>20.64</b>	<b>20.03</b>	<b>20.07</b>	
<b>% An</b>	64.39	66.14	69.29	70.01	69.73	70.93	59.42	65.55	65.26	65.89	64.73	67.80	69.33	67.46	70.44	68.01	62.33	72.71	68.49	63.75	66.57	67.59	74.27	
<b>% Ab</b>	32.63	31.32	28.46	27.95	28.20	27.16	36.95	31.63	32.29	31.67	32.71	29.87	28.63	30.14	27.40	29.59	34.88	25.66	29.20	33.46	31.17	30.35	24.31	
<b>% Or</b>	2.99	2.54	2.25	2.04	2.08	1.91	3.63	2.82	2.45	2.44	2.56	2.33	2.03	2.40	2.16	2.40	2.79	1.63	2.31	2.80	2.26	2.06	1.42	

Ek Tablo 2'nin devamı

Birim Ad	Bazaltik dayk																				
	Örnek No	N-33 c5	N-33 c5	N-33 c8	N-33 c8	N-33 c8	N-33 c11	N-33 c11	N-33 c11	N-5 c1	N-5 c1	N-5 c3	N-5 c3	N-5 c5	N-5 c5	N-5 c5	N-5 c6	N-5 c7	N-5 c7	N-5 c8	N-5 c8
	plaj-1	plaj-1	plaj-1	plaj-1	plaj	plaj-1	plaj-1	plaj-1	plaj-1	plaj-1	plaj	plaj	plaj-1	plaj-1	plaj	plaj	plaj-1	plaj-1	plaj-1	plaj-1	plaj-1
	feno	feno	feno	feno	mik4	feno	feno	feno	feno	feno	mik1	mik2	feno	feno	mik	mik4	feno	feno	feno	feno	feno
	m	k	m	k	m	m	orta	k	m	k	m	m	m	k	m	m	m	k	m	k	k
<b>SiO<sub>2</sub> (%)</b>	49.39	49.77	50.57	49.37	48.99	50.80	50.89	48.97	47.94	50.90	51.99	55.61	47.58	49.09	51.71	52.19	49.93	54.45	49.61	48.61	
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	31.53	27.16	30.91	31.64	31.26	30.17	30.18	31.11	33.01	30.35	29.98	27.88	33.19	30.94	30.52	29.63	31.15	28.38	31.37	31.73	
<b>FeO*</b>	0.64	3.31	0.84	0.88	1.03	0.84	1.06	0.93	0.80	0.71	0.64	0.73	0.74	1.13	0.67	0.77	0.80	0.70	0.72	0.89	
<b>CaO</b>	14.70	12.74	14.33	15.15	15.33	14.29	13.90	14.75	16.61	13.69	13.17	10.04	16.81	14.74	13.54	13.18	14.80	11.29	14.91	15.70	
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	2.76	2.22	2.92	2.76	2.71	3.17	3.40	2.85	2.15	3.56	3.69	5.08	2.12	2.71	3.60	4.04	3.03	4.73	2.95	2.39	
<b>K<sub>2</sub>O</b>	0.39	0.82	0.35	0.29	0.26	0.43	0.43	0.30	0.19	0.45	0.47	0.93	0.21	0.23	0.37	0.48	0.28	0.70	0.33	0.30	
<b>Toplam</b>	<b>99.41</b>	<b>96.01</b>	<b>99.91</b>	<b>100.09</b>	<b>99.59</b>	<b>99.70</b>	<b>99.86</b>	<b>98.91</b>	<b>100.69</b>	<b>99.66</b>	<b>99.94</b>	<b>100.27</b>	<b>100.64</b>	<b>98.84</b>	<b>100.41</b>	<b>100.29</b>	<b>99.99</b>	<b>100.25</b>	<b>99.89</b>	<b>99.62</b>	
<b>Si</b>	9.10	9.56	9.25	9.05	9.05	9.33	9.33	9.09	8.77	9.34	9.48	10.03	8.72	9.11	9.39	9.50	9.15	9.86	9.11	8.97	
<b>Al(t)</b>	6.84	6.15	6.67	6.84	6.80	6.53	6.52	6.80	7.12	6.56	6.44	5.93	7.17	6.77	6.53	6.36	6.73	6.05	6.79	6.90	
<b>Fe<sup>+2</sup></b>	0.10	0.53	0.13	0.13	0.16	0.13	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.11	0.11	0.18	0.10	0.12	0.12	0.11	0.11	0.14	
<b>Ca</b>	2.90	2.62	2.81	2.98	3.03	2.81	2.73	2.93	3.26	2.69	2.57	1.94	3.30	2.93	2.63	2.57	2.91	2.19	2.93	3.10	
<b>Na</b>	0.99	0.82	1.03	0.98	0.97	1.13	1.21	1.03	0.76	1.27	1.30	1.78	0.75	0.97	1.27	1.42	1.08	1.66	1.05	0.85	
<b>K</b>	0.09	0.20	0.08	0.07	0.06	0.10	0.10	0.07	0.04	0.11	0.11	0.21	0.05	0.06	0.09	0.11	0.06	0.16	0.08	0.07	
<b>Toplam</b>	<b>20.02</b>	<b>19.88</b>	<b>19.97</b>	<b>20.05</b>	<b>20.07</b>	<b>20.02</b>	<b>20.06</b>	<b>20.06</b>	<b>20.07</b>	<b>20.07</b>	<b>20.01</b>	<b>20.00</b>	<b>20.10</b>	<b>20.02</b>	<b>20.02</b>	<b>20.09</b>	<b>20.05</b>	<b>20.03</b>	<b>20.06</b>	<b>20.04</b>	
<b>% An</b>	72.91	71.86	71.57	73.92	74.59	69.54	67.61	72.76	80.16	66.24	64.52	49.36	80.47	74.00	66.06	62.61	71.78	54.58	72.25	77.04	
<b>% Ab</b>	24.77	22.61	26.34	24.37	23.90	27.95	29.90	25.48	18.74	31.16	32.72	45.21	18.36	24.60	31.80	34.69	26.63	41.41	25.85	21.20	
<b>% Or</b>	2.32	5.54	2.08	1.71	1.51	2.50	2.49	1.76	1.10	2.60	2.76	5.43	1.18	1.40	2.14	2.70	1.59	4.01	1.90	1.76	

Ek Tablo 2'nin devamı

Birim Ad	Bazaltik dayk					
	Örnek No	N-5 c8	N-5 c8	N-5 c8	N-5 c8	N-5 c10
	plaj-2	plaj-2	plaj-3	plaj-3	plaj-1	plaj-1
	feno	feno	feno	feno	feno	feno
	m	k	m	k	m	k
<b>SiO<sub>2</sub> (%)</b>	46.47	51.78	50.41	50.90	48.86	52.76
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	34.02	30.06	30.97	30.91	32.40	29.34
<b>FeO*</b>	0.78	0.65	0.70	0.69	0.68	0.64
<b>CaO</b>	17.47	12.94	14.33	13.82	15.64	12.48
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	1.63	3.74	3.27	3.27	2.55	4.10
<b>K<sub>2</sub>O</b>	0.13	0.50	0.36	0.37	0.26	0.54
<b>Toplam</b>	<b>100.50</b>	<b>99.67</b>	<b>100.03</b>	<b>99.96</b>	<b>100.39</b>	<b>99.86</b>
<b>Si</b>	8.54	9.47	9.22	9.30	8.94	9.61
<b>Al(t)</b>	7.37	6.48	6.68	6.65	6.98	6.30
<b>Fe<sup>+2</sup></b>	0.12	0.10	0.11	0.11	0.10	0.10
<b>Ca</b>	3.44	2.53	2.81	2.70	3.07	2.44
<b>Na</b>	0.58	1.33	1.16	1.16	0.90	1.45
<b>K</b>	0.03	0.12	0.08	0.09	0.06	0.13
<b>Toplam</b>	<b>20.08</b>	<b>20.02</b>	<b>20.06</b>	<b>20.00</b>	<b>20.05</b>	<b>20.02</b>
<b>% An</b>	84.95	63.74	69.33	68.48	76.05	60.74
<b>% Ab</b>	14.30	33.35	28.62	29.32	22.45	36.12
<b>% Or</b>	0.75	2.92	2.05	2.21	1.50	3.14

Ek Tablo 3. Kışlaköy (Erzurum-Narman) yöresi Eosen yaşlı volkanik kayalara ait olivin minerallerinin mikroprob analiz sonuçları.

Birim Adı	Bazalt																				
	Örnek No	N-38 c1	N-38 c1	N-38 c2	N-38 c2	N-38 c2	N-38 c2	N-38 c2	N-38 c2	N-38 c4	N-38 c4	N-38 c4	N-38 c5	N-38 c6	N-38 c6	N-38 c6	N-38 c6	N-38 c7	N-38 c7	N-38 c8	N-38 c8
	ol1	ol1	ol1	ol1	ol2	ol2	ol3	ol3	ol1	ol1	ol2	ol1	ol1	ol1	ol2	ol2	ol1	ol1	ol1	ol1	
	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno
	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	m	m	k	m	k	m	k	m	k	
<b>SiO<sub>2</sub> (%)</b>	39.65	37.84	40.06	38.45	40.22	38.74	40.19	39.85	40.09	37.42	39.77	39.87	41.16	38.80	40.98	39.47	39.05	38.13	39.96	37.94	
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.01	0.04	0.03	0.05	0.02	0.04	0.06	0.09	0.02	0.02	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.02	0.02	0.07	0.01	0.03	
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.08	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.04	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<b>FeO</b>	16.21	24.73	14.97	22.65	13.85	18.84	13.87	16.14	13.57	25.82	16.70	17.76	8.53	20.55	10.79	18.73	19.13	24.09	15.95	25.76	
<b>MnO</b>	0.24	0.48	0.26	0.41	0.24	0.36	0.26	0.26	0.25	0.54	0.25	0.31	0.09	0.42	0.14	0.34	0.32	0.46	0.30	0.55	
<b>MgO</b>	43.11	36.52	44.10	38.70	44.93	40.80	44.84	43.53	45.34	35.74	42.87	42.33	49.34	39.83	47.65	41.27	41.51	38.02	43.96	35.85	
<b>NiO</b>	0.22	0.21	0.25	0.16	0.26	0.21	0.19	0.22	0.29	0.13	0.27	0.18	0.44	0.26	0.31	0.15	0.25	0.14	0.20	0.16	
<b>CaO</b>	0.33	0.24	0.21	0.28	0.23	0.30	0.27	0.19	0.28	0.24	0.23	0.22	0.10	0.23	0.12	0.25	0.23	0.25	0.25	0.25	
<b>Toplam</b>	<b>99.78</b>	<b>100.12</b>	<b>99.90</b>	<b>100.71</b>	<b>99.75</b>	<b>99.36</b>	<b>99.69</b>	<b>100.30</b>	<b>99.86</b>	<b>99.91</b>	<b>100.14</b>	<b>100.69</b>	<b>99.75</b>	<b>100.13</b>	<b>100.07</b>	<b>100.23</b>	<b>100.50</b>	<b>101.17</b>	<b>100.63</b>	<b>100.54</b>	
<b>Si</b>	1.00	1.00	1.01	1.00	1.01	1.00	1.01	1.00	1.00	0.99	1.01	1.01	1.01	1.00	1.01	1.01	1.00	0.99	1.00	1.00	
<b>Ti</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<b>Al</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<b>Cr</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<b>Fe(ii)</b>	0.34	0.54	0.31	0.49	0.29	0.41	0.29	0.34	0.28	0.57	0.35	0.37	0.17	0.44	0.22	0.40	0.41	0.52	0.33	0.57	
<b>Mn</b>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
<b>Mg</b>	1.63	1.43	1.65	1.49	1.68	1.57	1.68	1.63	1.69	1.42	1.62	1.59	1.80	1.53	1.75	1.57	1.58	1.47	1.64	1.41	
<b>Ni</b>	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	
<b>Ca</b>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
<b>TOTAL</b>	<b>3.00</b>	<b>3.00</b>	<b>2.99</b>	<b>3.00</b>	<b>2.99</b>	<b>3.00</b>	<b>2.99</b>	<b>3.00</b>	<b>3.00</b>	<b>3.01</b>	<b>2.99</b>	<b>2.99</b>	<b>2.99</b>	<b>3.00</b>	<b>2.99</b>	<b>2.99</b>	<b>3.00</b>	<b>3.01</b>	<b>3.00</b>	<b>3.00</b>	
<b>Mg #</b>	0.83	0.72	0.84	0.75	0.85	0.79	0.85	0.83	0.86	0.71	0.82	0.81	0.91	0.78	0.89	0.80	0.79	0.74	0.83	0.71	
<b>Fo</b>	82.37	72.08	83.77	74.95	85.03	79.11	84.97	82.55	85.40	70.74	81.85	80.68	91.08	77.20	88.60	79.41	79.18	73.40	82.83	70.84	
<b>Fa</b>	17.37	27.38	15.95	24.60	14.70	20.49	14.74	17.17	14.34	28.66	17.88	18.98	8.83	22.34	11.26	20.22	20.46	26.09	16.86	28.54	

Formül 4 oksijene göre hesaplanmıştır, Mg#=Mg/(Mg+Fe+2), Fe+2 toplam Fe olarak hesaplanmıştır. k: kenar, m: merkez, feno: fenokristal, ol:olivin

Ek Tablo 3'ün devamı

Birim Ad	Bazalt																						
	Örnek No	N-38 c8	N-38 c8	N-38 c10	N-36 c3	N-36 c4	N-36 c5	N-36 c5	N-36 c5	N-36 c5	N-36 c7	N-36 c7	N-36 c8	N-26 c1	N-26 c2	N-26 c3	N-26 c3	N-26 c5	N-26 c7	N-26 c1	N-26 c2	N-26 c3	N-26 c3
	ol2	ol2	ol1	ol1	ol	ol1	ol1	ol1	ol	ol1	ol2	ol1	ol	ol1	ol1	ol1	ol2	ol	ol1	ol	ol1	ol1	ol2
	feno	feno			ink	feno	feno		ink				ink					ink	ink				
	m	k	m	m	m	m	k	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
<b>SiO<sub>2</sub> (%)</b>	39.87	38.38	39.31	37.59	37.99	38.07	37.75	38.91	50.58	37.93	37.17	37.26	50.52	37.66	37.44	37.29	50.51	37.90	50.52	37.66	37.44	37.29	
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.67	0.00	0.00	0.04	0.55	0.01	0.00	0.00	0.57	0.00	0.55	0.01	0.00	0.00	
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.05	0.06	0.03	0.06	0.05	0.01	0.00	1.27	3.77	0.04	0.01	0.05	3.10	0.04	0.05	0.01	2.63	0.06	3.10	0.04	0.05	0.01	
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	
<b>FeO</b>	14.53	21.95	18.57	27.95	25.89	24.71	26.45	29.06	9.16	27.79	27.76	27.96	8.63	26.55	26.78	26.39	9.11	26.28	8.63	26.55	26.78	26.39	
<b>MnO</b>	0.25	0.42	0.35	0.51	0.43	0.43	0.47	0.56	0.26	0.48	0.49	0.51	0.24	0.53	0.52	0.54	0.28	0.49	0.24	0.53	0.52	0.54	
<b>MgO</b>	44.60	38.71	41.53	34.32	35.81	36.40	35.07	31.41	14.52	33.98	34.16	33.93	15.45	35.08	35.45	35.52	15.33	35.75	15.45	35.08	35.45	35.52	
<b>NiO</b>	0.30	0.15	0.20	0.06	0.15	0.20	0.08	0.12	0.03	0.07	0.06	0.09	0.08	0.00	0.07	0.05	0.03	0.07	0.08	0.00	0.07	0.05	
<b>CaO</b>	0.20	0.23	0.19	0.27	0.29	0.13	0.25	1.50	20.37	0.29	0.33	0.33	21.02	0.23	0.27	0.28	20.00	0.31	21.02	0.23	0.27	0.28	
<b>Toplam</b>	<b>99.81</b>	<b>99.91</b>	<b>100.17</b>	<b>100.75</b>	<b>100.60</b>	<b>99.96</b>	<b>100.07</b>	<b>102.92</b>	<b>99.51</b>	<b>100.58</b>	<b>99.99</b>	<b>100.15</b>	<b>99.67</b>	<b>100.10</b>	<b>100.58</b>	<b>100.09</b>	<b>98.47</b>	<b>100.85</b>	<b>99.67</b>	<b>100.10</b>	<b>100.58</b>	<b>100.09</b>	
<b>Si</b>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.26	1.01	1.00	1.00	1.26	1.00	0.99	0.99	1.27	1.00	1.26	1.00	0.99	0.99	
<b>Ti</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	
<b>Al</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.11	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	
<b>Cr</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<b>Fe(ii)</b>	0.31	0.48	0.40	0.62	0.57	0.54	0.59	0.63	0.19	0.62	0.62	0.63	0.18	0.59	0.59	0.59	0.19	0.58	0.18	0.59	0.59	0.59	
<b>Mn</b>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
<b>Mg</b>	1.67	1.50	1.58	1.36	1.41	1.43	1.39	1.22	0.54	1.35	1.36	1.35	0.57	1.39	1.40	1.41	0.58	1.40	0.57	1.39	1.40	1.41	
<b>Ni</b>	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<b>Ca</b>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.04	0.54	0.01	0.01	0.01	0.56	0.01	0.01	0.01	0.54	0.01	0.56	0.01	0.01	0.01	
<b>TOTAL</b>	<b>3.00</b>	<b>3.00</b>	<b>3.00</b>	<b>3.00</b>	<b>3.00</b>	<b>3.00</b>	<b>3.00</b>	<b>2.96</b>	<b>2.67</b>	<b>2.99</b>	<b>3.00</b>	<b>3.00</b>	<b>2.68</b>	<b>3.00</b>	<b>3.01</b>	<b>3.01</b>	<b>2.68</b>	<b>3.00</b>	<b>2.68</b>	<b>3.00</b>	<b>3.01</b>	<b>3.01</b>	
<b>Mg #</b>	0.85	0.76	0.80	0.69	0.71	0.72	0.70	0.66	0.74	0.69	0.69	0.68	0.76	0.70	0.70	0.71	0.75	0.71	0.76	0.70	0.70	0.71	
<b>Fo</b>	84.32	75.51	79.64	68.25	70.81	72.07	69.89	65.40	73.31	68.17	68.31	67.99	75.62	69.78	69.83	70.16	74.43	70.42	75.62	69.78	69.83	70.16	
<b>Fa</b>	15.41	24.02	19.98	31.17	28.71	27.44	29.57	33.94	25.96	31.28	31.13	31.43	23.70	29.62	29.59	29.24	24.81	29.03	23.70	29.62	29.59	29.24	

Ek Tablo 3'ün devamı

Birim Adı	Bazalt									Bazaltik dayk															
	Örnek NN-26 c5	N-26 c7	N-26 c7	N-26 c8	N-26 c8	N-26 c9	N-26 c9	N-26 c9	N-26 c9	N-26 c9	N-33 c1	N-33 c1	N-33 c3	N-33 c3	N-33 c3	N-33 c3	N-33 c4	N-33 c4	N-33 c4	N-33 c6	N-33 c6	N-33 c6	N-33 c6	N-33 c9	N-33 c9
	ol	ol1	ol2	ol1	ol2	ol	ol1	ol2	ol3	ol1	ol1	ol1	ol1	ol1	ol2	ol	ol1	ol1	ol1	ol1	ol1	ol2	ol2	ol1	ol1
	ink					ink				feno	feno	feno	feno	feno	feno	ink	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno	feno
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	k	k	k	k	k	m	m	k	k	m	k	k	k	m	k
<b>SiO<sub>2</sub> (%)</b>	50.51	37.90	37.74	37.38	37.91	38.75	37.65	50.67	37.75	39.00	38.16	40.04	38.61	39.70	38.74	39.23	38.30	37.81	39.12	37.58	38.99	37.27	40.90	38.66	
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	0.05	0.04	0.00	0.00	0.01	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	2.63	0.06	0.03	0.06	0.02	3.07	0.05	0.02	0.05	0.04	0.10	0.05	0.05	0.00	0.01	0.04	0.04	0.00	0.08	0.03	0.03	0.09	0.03	0.03	
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>FeO</b>	9.11	26.28	25.78	20.45	26.37	9.66	26.39	19.36	14.74	20.25	24.98	16.27	23.34	15.24	21.99	19.72	23.74	26.65	19.06	27.61	20.58	26.14	12.64	21.53	
<b>MnO</b>	0.28	0.49	0.49	0.53	0.53	0.32	0.54	0.32	0.15	0.42	0.50	0.24	0.45	0.24	0.39	0.32	0.46	0.57	0.35	0.61	0.39	0.58	0.20	0.41	
<b>MgO</b>	15.33	35.75	35.60	35.47	35.82	40.50	36.05	15.31	35.50	40.22	36.70	43.41	38.33	44.18	39.06	41.12	37.57	35.06	40.80	34.41	39.52	34.08	46.16	39.04	
<b>NiO</b>	0.03	0.07	0.05	0.08	0.07	0.03	0.03	0.14	0.22	0.13	0.12	0.20	0.14	0.27	0.18	0.13	0.07	0.11	0.11	0.12	0.08	0.11	0.26	0.12	
<b>CaO</b>	20.00	0.31	0.24	0.21	0.26	20.17	0.31	0.29	0.21	0.31	0.24	0.13	0.21	0.17	0.16	0.15	0.28	0.27	0.20	0.25	0.29	0.29	0.26	0.22	
<b>Toplam</b>	<b>98.47</b>	<b>100.85</b>	<b>99.95</b>	<b>94.17</b>	<b>100.98</b>	<b>113.17</b>	<b>101.01</b>	<b>86.15</b>	<b>88.66</b>	<b>100.37</b>	<b>100.80</b>	<b>100.35</b>	<b>101.14</b>	<b>99.82</b>	<b>100.53</b>	<b>100.72</b>	<b>100.47</b>	<b>100.48</b>	<b>99.77</b>	<b>100.61</b>	<b>99.86</b>	<b>98.56</b>	<b>100.44</b>	<b>100.01</b>	
<b>Si</b>	1.27	1.00	1.00	0.99	1.01	1.03	1.00	1.34	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.01	1.01	1.00	
<b>Ti</b>	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<b>Al</b>	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<b>Cr</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<b>Fe(ii)</b>	0.19	0.58	0.57	0.45	0.58	0.21	0.59	0.43	0.23	0.43	0.55	0.34	0.50	0.32	0.48	0.42	0.52	0.59	0.41	0.61	0.44	0.59	0.26	0.47	
<b>Mn</b>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
<b>Mg</b>	0.58	1.40	1.41	1.40	1.42	1.60	1.42	0.61	0.55	1.54	1.43	1.63	1.48	1.66	1.51	1.56	1.46	1.38	1.56	1.36	1.52	1.37	1.70	1.51	
<b>Ni</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	
<b>Ca</b>	0.54	0.01	0.01	0.01	0.01	0.57	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
<b>TOTAL</b>	<b>2.68</b>	<b>3.00</b>	<b>3.00</b>	<b>2.87</b>	<b>3.03</b>	<b>3.53</b>	<b>3.03</b>	<b>2.40</b>	<b>1.80</b>	<b>3.00</b>	<b>3.00</b>	<b>2.99</b>	<b>3.00</b>	<b>3.00</b>	<b>3.00</b>	<b>3.00</b>	<b>3.00</b>	<b>3.00</b>	<b>2.99</b>	<b>3.00</b>	<b>2.99</b>	<b>2.99</b>	<b>2.99</b>	<b>3.00</b>	
<b>Mg #</b>	0.75	0.71	0.71	0.76	0.71	0.88	0.71	0.59	0.71	0.78	0.72	0.83	0.75	0.84	0.76	0.79	0.74	0.70	0.79	0.69	0.77	0.70	0.87	0.76	
<b>Fo</b>	74.43	70.42	70.72	75.09	70.36	87.85	70.47	58.10	70.45	77.63	71.97	82.41	74.17	83.57	75.68	78.53	73.46	69.65	78.93	68.49	77.06	69.45	86.50	76.03	
<b>Fa</b>	24.81	29.03	28.73	24.28	29.06	11.75	28.94	41.20	29.26	21.92	27.48	17.33	25.34	16.17	23.89	21.12	26.03	29.70	20.68	30.82	22.51	29.88	13.29	23.52	

Ek Tablo 4. Kışlaköy (Erzurum-Narman) yöresi Eosen yaşlı volkanik kayalara ait Fe-Ti oksit minerallerinin mikroprob analiz sonuçları

Birim Adı	Bazalt																	
	Örnek No	N-36 c8 opak-1	N-36 c8 opak-2	N-36 c8 opak-3	N-36 c10 opak-4	N-20 c1 opak-1	N-20 c4 opak-1	N-20 c7 opak-2	N-20 c7 opak-3	N-20 c7 opak-4	N-20 c8 opak-5	N-26 opak-1	N-26 c4 opak-2	N-26 c4 opak-1	N-26 c6 opak-3	N-26 c7 opak-1	N-26 c9 opak-1	N-26 c9 opak-1
	kpir-1 içinde									kpir-1 içinde			kpir-2 içinde			kpir-1 içinde	ol-1 içinde	
<b>SiO<sub>2</sub></b>	0.19	0.17	0.26	0.24	0.08	0.14	0.02	0.02	0.10	0.05	0.15	0.14	0.18	0.09	0.12	0.41	0.08	
<b>TiO<sub>2</sub></b>	18.64	18.66	18.17	16.95	1.22	3.12	1.32	46.53	1.19	1.15	11.41	12.67	9.38	14.20	9.30	6.28	9.36	
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	1.79	1.91	1.74	1.82	2.16	3.34	2.02	0.90	1.86	2.04	3.95	4.09	5.21	3.12	5.70	8.49	5.40	
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.02	0.03	0.03	0.04	0.33	0.93	0.28	0.03	0.09	0.44	0.84	0.96	0.74	1.27	0.58	0.79	0.78	
<b>FeO</b>	73.76	74.29	74.56	75.89	86.36	81.35	84.32	43.76	85.62	85.34	75.46	73.96	75.44	73.93	74.73	72.71	74.29	
<b>MnO</b>	0.54	0.61	0.71	0.51	0.83	0.96	0.70	0.10	0.61	0.69	0.43	0.40	0.35	0.52	0.38	0.51	0.40	
<b>MgO</b>	0.69	0.65	0.51	0.52	1.03	1.14	3.13	3.58	2.60	3.22	1.94	2.48	2.52	1.50	3.39	4.15	3.39	
<b>CaO</b>	0.09	0.06	0.11	0.14	0.07	0.06	0.06	0.04	0.10	0.02	0.02	0.04	0.07	0.08	0.11	0.14	0.02	
<b>Toplam</b>	95.77	96.47	96.15	96.22	92.18	91.13	91.98	94.97	92.26	93.02	94.20	94.78	93.90	94.75	94.41	93.52	93.78	
<b>Si</b>	0.06	0.05	0.08	0.07	0.02	0.04	0.01	0.01	0.03	0.01	0.04	0.04	0.05	0.03	0.03	0.12	0.02	
<b>Ti</b>	4.23	4.20	4.11	3.82	0.28	0.72	0.30	10.75	0.27	0.26	2.55	2.83	2.10	3.17	2.08	1.40	2.09	
<b>Al</b>	0.64	0.68	0.62	0.64	0.78	1.22	0.72	0.33	0.66	0.72	1.38	1.43	1.82	1.09	2.00	2.97	1.89	
<b>Cr</b>	0.00	0.01	0.01	0.01	0.08	0.23	0.07	0.01	0.02	0.10	0.20	0.23	0.17	0.30	0.14	0.18	0.18	
<b>V</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<b>Fe(iii)</b>	6.79	6.81	7.00	7.55	14.53	13.02	14.60	0.00	14.71	14.63	8.17	8.69	8.68	7.91	9.42	10.12	9.00	
<b>Fe(ii)</b>	11.81	11.79	11.74	11.49	7.60	7.97	6.70	0.00	6.94	6.66	10.59	9.70	10.07	10.47	9.16	7.96	9.47	
<b>Mn</b>	0.14	0.16	0.18	0.13	0.22	0.25	0.18	0.02	0.16	0.17	0.11	0.10	0.09	0.13	0.10	0.13	0.10	
<b>Mg</b>	0.31	0.29	0.23	0.23	0.47	0.53	1.41	1.64	1.17	1.43	0.86	1.10	1.12	0.67	1.50	1.84	1.50	
<b>Ca</b>	0.03	0.02	0.04	0.05	0.02	0.02	0.02	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.05	0.01	
<b>Toplam</b>	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	25	24	

Fe+2 ve Fe+3 ayırımı stokiometrik olarak hesaplanmıştır. Formül 32 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.

Ek Tablo 4'ün devamı

Birim Adı	Bazaltik dayk												
	Örnek No	N-33 c2 opak-1	N-33 c2 opak-2	N-33 c2 opak-3	N-33 c2 opak-4	N-5 c1 opak-1	N-5 c2 opak-1	N-5 c4 opak-1	N-5 c4 opak-2	N-5 c5 opak-	N-5 c5 opak-3	N-5 c6 opak-4	N-5 c9 opak-1
						kpir-1 içinde	kpir içinde						kpir-3 içinde
<b>SiO<sub>2</sub></b>	0.06	0.09	0.05	0.07	0.12	0.11	0.06	0.15	0.07	0.17	0.09		0.10
<b>TiO<sub>2</sub></b>	11.01	12.69	10.73	14.01	15.99	9.57	9.82	17.41	12.20	16.18	16.29		12.57
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	2.33	1.73	2.33	2.29	2.74	3.39	2.70	2.17	2.05	2.54	2.49		2.98
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.03	0.05	0.05	0.02	0.09	0.99	1.90	0.10	0.62	0.17	0.11		0.57
<b>FeO</b>	79.92	78.77	80.74	76.29	72.86	74.79	74.50	71.45	75.20	72.52	73.44		73.27
<b>MnO</b>	0.45	0.55	0.34	0.54	0.58	0.59	0.47	1.31	0.46	0.58	0.61		0.52
<b>MgO</b>	1.08	0.93	0.82	1.85	1.98	3.14	4.03	0.84	3.58	2.09	1.89		3.79
<b>CaO</b>	0.02	0.05	0.08	0.02	0.00	0.17	0.11	0.05	0.06	0.02	0.04		0.05
<b>Toplam</b>	94.92	94.96	95.21	95.21	94.36	92.83	93.61	93.49	94.41	94.32	95.10		93.99
<b>Si</b>	0.02	0.03	0.01	0.02	0.04	0.03	0.02	0.05	0.02	0.05	0.03		0.03
<b>Ti</b>	2.49	2.88	2.42	3.15	3.62	2.16	2.19	4.03	2.72	3.66	3.67		2.80
<b>Al</b>	0.83	0.61	0.82	0.80	0.97	1.20	0.94	0.79	0.72	0.90	0.88		1.04
<b>Cr</b>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.23	0.45	0.03	0.15	0.04	0.03		0.13
<b>V</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00
<b>Fe(iii)</b>	10.16	9.56	10.29	8.85	7.70	10.18	10.19	7.04	9.64	7.63	7.71		9.16
<b>Fe(ii)</b>	9.90	10.33	9.96	10.20	10.62	8.58	8.28	11.33	9.03	10.62	10.69		9.01
<b>Mn</b>	0.11	0.14	0.09	0.14	0.15	0.15	0.12	0.34	0.12	0.15	0.15		0.13
<b>Mg</b>	0.48	0.42	0.37	0.82	0.89	1.41	1.78	0.39	1.58	0.94	0.85		1.68
<b>Ca</b>	0.01	0.02	0.03	0.01	0.00	0.05	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01		0.02
<b>Toplam</b>	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24		24