

**GELİBOLU YARIMADASI KUMTAŞLARININ JEOLJİK VE
YAPISAL ÖZELLİKLERİNİN MİMARİDE KULLANIMA
ETKİLERİNİN ANALİTİK YÖNTEMLERLE DEĞERLENDİRMESİ**

DOKTORA TEZİ

Y. Mühendis Haluk YILDIZ

Anabilim Dalı: Mimarlık

Programı: Yapı Fiziği ve Malzeme

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Kemal ÇORAPÇIOĞLU

Tez Eş Danışmanı: Prof. Dr. Bektaş UZ

EYLÜL 2016

**T.C.
MİMAR SİNAN GÜZEL SANATLAR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GELİBOLU YARIMADASI KUMTAŞLARININ JEOLJİK VE YAPISAL
ÖZELLİKLERİNİN MİMARİDE KULLANIMA ETKİLERİNİN ANALİTİK
YÖNTEMLERLE DEĞERLENDİRMESİ**

DOKTORA TEZİ

Y. Mühendis Haluk YILDIZ

Mimarlık Anabilim Dalı


Yapı Fiziği ve Malzeme Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Kemal ÇORAPÇIOĞLU

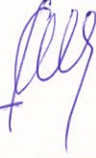
Tez Eş Danışmanı: Prof. Dr. Bektaş UZ

EYLÜL 2016

Haluk YILDIZ tarafından hazırlanan "GELİBOLU YARIMADASI KUMTAŞLARININ JEOLJİK VE YAPISAL ÖZELLİKLERİNİN MİMARİDE KULLANIMA ETKİLERİNİN ANALİTİK YÖNTEMLERLE DEĞERLENDİRMESİ" adlı bu tezin Doktora Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.



Prof. Dr. Kemal ÇORAPÇIOĞLU
Tez Yöneticisi


Bu çalışma, jürimiz tarafından Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.


Başkan: : Prof. Dr. Kemal ÇORAPÇIOĞLU 

Üye : Prof. Dr. Bektaş UZ 

Üye : Prof. Dr. Halit Yaşa ERSOY 

Üye : Prof. Dr. Fahri ESENLİ 

Üye : Doç. Dr. Çiğdem TEKİN 

Üye : Doç. Dr. Mustafa ÖZGÜNLER 

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ali ÇİÇEK 

Bu tez, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ	v
ÇİZELGE LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
FOTOĞRAF LİSTESİ	xv
SEMBOL LİSTESİ	xxi
KISALTMALAR LİSTESİ	xxii
1. GİRİŞ	1
1.1. Giriş	1
1.2. Çalışmanın Amacı	1
1.3. Çalışmanın Alanı	3
1.3.1. Coğrafi Konumu	4
1.3.2. Gelibolu Yarımadası'nın Mimari Tarihçesi	5
1.4. Önceden Yapılmış Çalışmalar	21
1.4.1. Mimari Açıdan Yapılan Araştırmalar	21
1.4.2. Yarımada ve Civarının Jeolojik Araştırmaları	24
2. GELİBOLU YARIMADASI JEOLJİK İNCELEMESİ	28
2.1. Gelibolu Yarımadası Bölgesel Jeolojisi	28
2.2. Kumtaşlarının Sahadaki Jeolojik İncelemesi	30
3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR	46
3.1. Kayaç Örneklerinin Özelliklerinin Belirlenmesi	46
3.1.1. Mineralojik-Petrografik Özelliklerin Belirlenmesi	46
3.1.2. Jeokimyasal Özelliklerin Belirlenmesi	78
3.1.3. Fiziko-Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi	95
3.1.4. Isıl Parametrelerin Belirlenmesi	109
4. ANALİZLERİN İRDELENMESİ VE DEĞERLENDİRMESİ	116
4.1. Gelibolu Yarımadası Kumtaşlarının Bölgesel ve Yerel Saha Bazında Jeolojik Değerlendirmesi	116
4.2. Örneklerin Mineralojik-Petrografik Değerlendirmesi	128
4.3. Örneklerin Kimyasal - Jeokimyasal Değerlendirmesi	135
4.4. Örneklerin Fiziko-Mekanik Parametrelerinin Değerlendirmesi	157
4.5. Grafiksiz Analiz Metoduyla Farklı Deneysel Kategorideki Parametrelerin Korelasyonlarının Değerlendirmesi	180
4.6. Kumtaşlarının Isıl Parametrelerinin Değerlendirmesi	198
4.7. Örneklerin Sınıflandırılmasında Farklı Analiz Yöntemlerinin Kullanımı	199
4.7.1. Gelibolu Kumtaşlarının Jeokimyasal Verilere Göre Sınıflandırılması	199
4.7.1.1. Jeokimyasal Verilere Göre Sınıflandırmada Volkanik (Yüzey) Kayaçlardan Kökenlenme Analizi	203

4.7.1.2. Jeokimyasal Verilere Göre Sınıflandırmada Plütonik (Derinlik) Kayaçlardan Kökenlenme Analizi	208
4.7.2. Çok Değişkenli Data Analiziyle Sınıflandırma	217
4.7.2.1. Temel Bileşen Analizi (TBA)	218
4.7.2.2. Temel Bileşen Analizi İle Örneklerin Özelliklerinin Analitik Olarak Değerlendirmesi	219
4.7.2.3. Kümeleme Analizi	239
4.7.2.4. Kümeleme Analizine Göre Örneklerin Benzerlik Oranlarının Değerlendirmesi	239
4.8. Gelibolu Yarımadası'ndaki Yapıların Mimarisinde Kumtaşlarının Rolü	244
4.9. Bölgesel Ölçekte Kumtaşlarının Rezerv Potansiyelinin Değerlendirmesi	246
4.9.1. Kumtaşlarının Rezerv ve Potansiyeli, Bölgenin Mimari Tarihinde Dünü ve Bugünü	246
4.9.2. Kumtaşlarının Saha ve Laboratuvar Bazında Öne Çıkan Parametrelerinin Mimaride Kullanıma Etkileri	247
4.9.3. Kumtaşlarının Yapı Mimarisinde Ülke Bazında, Geleceğe Dönük Kullanımının Önemi	248
5. SONUÇLAR	250
KAYNAKLAR	253
EKLER	259
İNCELEME ALANI JEOLJİK HARİTASI – ENİNE KESİTLERİ	273
ÖZGEÇMİŞ	281

GELİBOLU YARIMADASI KUMTAŞLARININ JEOLJİK VE YAPISAL ÖZELLİKLERİNİN MİMARİDE KULLANIMA ETKİLERİNİN ANALİTİK YÖNTEMLERLE DEĞERLENDİRMESİ

(Doktora Tezi)

Haluk YILDIZ

MİMAR SİNAN GÜZEL SANATLAR ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Eylül 2016

ÖZET

Gelibolu Yarımadası'nda dağılım gösteren kumtaşı, geçmişten günümüze kadar başta Gelibolu merkez olmak üzere diğer yerleşimlerde de mimari yapılarda kullanılmaktadır. Gelibolu kumtaşlarının yapı taşı olarak kullanımlarının yaygınlığı, mekanik özelliklerinin yüksek dayanımlı olması, sert ve aynı zamanda kolay işlenebilirliği, ayrıca ayrışmaya karşı dirençli oluşu ile renk ve görsel değer bakımından çeşitlilik sunmasından kaynaklanmaktadır. Gelibolu yarımadasında jeolojik açıdan yaygın yüzey veren kumtaşlarının saha ve yapısal özelliklerinin ortaya konması, mimari kullanımdaki yerinin ve öneminin analitik yöntemlerle belirlenmesi bu çalışmanın esas amacıdır. Bu bağlamda, kumtaşlarının jeolojik ve yapısal, mineralojik-petrografik, jeokimyasal, fizikomekanik özellikleri ve ısı parametreleri tespit edilmiş olup tüm bu özelliklerin birbirleriyle olan ilişkileri, benzerlik ve farklılıkları jeokimyasal sınıflandırma yöntemleri, temel bileşen analizi, kümeleme analizi ve regresyon analizleri ile ortaya konularak Gelibolu kumtaşlarının mimaride kullanım olanaklarına olan etkileri değerlendirilmiştir.

Bilim Kodu :

Anahtar Kelimeler : Gelibolu yarımadası, kırsal mimari, mimari kullanım, kumtaşı, sınıflandırma, mineraloji, petrografi, fizikomekanik, ısı parametreler, kümeleme analizi, temel bileşen analizi, regresyon analizi

Sayfa Adedi : 281

Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Kemal ÇORAPÇIOĞLU

Eş Danışman : Prof. Dr. Bektaş UZ

**EVALUATION OF THE EFFECTS OF USING IN ARCHITECTURAL OF
STRUCTURAL AND GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF GALLIPOLI
PENINSULA SANDSTONES BY ANALYTICAL METHODS**

(Ph.D. Thesis)

Haluk YILDIZ

MIMAR SINAN FINE ARTS UNIVERSITY

INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

September 2016

ABSTRACT

The sandstones distributed on the Gallipoli Peninsula has been used for architecture primarily in the center of Gallipoli as well as other settlements from past to present day. The prevalence of the use of Gallipoli sandstones as building block is due to the high strength mechanical properties, rigid and at the same time easy workability, resistance to decomposition as well as presenting diversity in terms of color and visual value. The main purpose of this study is to put forth the field and structural properties of geologically common sandstones in Gallipoli peninsula; and to determine the place and importance of the use of Gallipoli sandstones in architecture by analytical methods. In this respect, geological and structural, mineralogical-petrographical, geochemical, physico-mechanical properties as well as thermal parameters of sandstones were determined; then the effects on the possible use of Gallipoli sandstones in architecture was evaluated by revealing the relationship, similarities and differences among all these features through geochemical classification methods, principal component analysis, cluster analysis and regression analysis.

Science Code :

Key Words : Gallipoli peninsula, rural architecture, architectural use, sandstone, classification, mineralogy, petrography, physico-mechanical, thermal parameters, cluster analysis, principal component analysis, regression analysis.

Page Number : 281

Supervisor : Prof. Dr. Kemal ÇORAPÇIOĞLU

Co-Supervisor : Prof. Dr. Bektaş UZ

ÖNSÖZ

Gelibolu Yarımadası, geçmişten günümüze birçok medeniyete ev sahipliği yapan, bu medeniyetlerin kurduğu irili ufaklı antik şehirleri bünyesinde barındıran tarihi ile mimarlık tarihi açısından da coğrafi olarak da önemli bir konumda bulunmaktadır. Tarih boyunca burada kurulan antik şehirler, uğradığı istilalar, savaşlar, afetler vb. sebepler ile kısmen yıkılmış veya tamamen kaybolmuş olsa da bu yarımada yıllar sonrasında günümüze kadar ulaşabilen önemli eserler bulunmaktadır. Geçmişten günümüze kadar ayakta kalabilen bu eserler gerek Gelibolu İlçe merkezinde, gerekse de Gelibolu yarımadasındaki kırsal yerleşimlerde mevcuttur. Çok uzun süre ayakta kalmış bu yapıların gerek taşıyıcı sistemlerinin gerekse de yapılarda kullanılan malzemelerinin ayrıntılı biçimde incelenmesi ve kullanılan malzemelerin standartlarının tespiti, mevcut yapılarla ve malzemelerle karşılaştırılması bakımından önem arz etmektedir. Kalıcı eserlerin yapılması, korunması ve bu eserlerin gelecek nesillere güvenle devredilmesi, sürdürülebilirliklerinin sağlanması açısından, yapılarda kullanılan malzemelerin mimarideki ekonomi, emniyet ve estetik ihtiyaçlarına cevap vermesi gerekmektedir. Gelibolu İlçe merkezinde ve kırsalında geçmişten günümüze ulaşan eserlerin büyük çoğunluğunun esas malzemesi kumtaşlarıdır. Bunda Gelibolu Yarımadası'nın jeolojik formasyonu etkindir.

Bu çalışmada, Çanakkale İli, Gelibolu Yarımadası'ndaki geçmiş iki-üç yüzyıl içerisinde gerek kırsal mimaride gerekse de yerleşim merkezlerindeki yapılarda sezgisel yaklaşımla kullanılan kumtaşlarının jeolojik ve yapısal özelliklerinin öneminin analitik yöntemlerle değerlendirilmesi amacıyla köylerde ve ilçe merkezindeki yapılar görsel olarak yerinde incelenmiştir. Bu yapılar yerinde incelenirken yöre halkından yapılar ve yapı taşları hakkında bilgi edinilmiş, edinilen bilgiler doğrultusunda yapıda kullanılan kumtaşlarının çıkarıldıkları taş ocakları tespit edilmeye çalışılmıştır. İnceleme alanında coğrafi koordinat sistemine göre GPS cihazıyla tespitler ve ölçümler yapılarak, Harita Genel Komutanlığı'nın sağladığı haritalardan da faydalanılarak sahadan temin edilen örnekler İ.T.Ü. Maden Fakültesi Kaya Mekaniği ve Doğaltaş Laboratuvarı, Jeokimya Araştırmaları Laboratuvarı ile İ.T.Ü. Makine Fakültesi Termodinamik Laboratuvarları'nda hassas testlere tabi tutulmuştur.

Çalışmalarım süresince engin bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, her konuda bana yardımcı olan Danışman Hocam Prof. Dr. Kemal ÇORAPÇIOĞLU ve Eş Danışman Hocam Prof. Dr. Bektaş UZ'a teşekkürü bir borç bilirim. Çalışmam süresince bana her türlü desteği sağlayan çok kıymetli aileme ve eşim Nihan YILDIZ'a teşekkür ediyorum.

Çalışmalarım esnasında, İ.T.Ü. Maden Fakültesi Laboratuvarlarını kullanmama yardımcı olan Maden Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Orhan KURAL Hocama ve Jeoloji Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. R. Fahri ESENLİ Hocama, İ.T.Ü. Maden Fakültesi Jeokimya Araştırmaları Laboratuvarlarını kullanmama yardımcı olan Sayın Doç. Dr. Mustafa KUMRAL Hocama, İ.T.Ü. Makine Fakültesi Termodinamik Laboratuvarlarını kullanmama yardımcı olan Sayın Doç. Dr. Yakup Erhan BÖKE Hocama ve Sayın Yrd. Doç. Dr. İsmail Yalçın URALCAN Hocama, arazideki jeolojik harita kesitleri ölçümlerinin bilgisayar ortamına aktarılmasındaki yardımlarından dolayı İ.T.Ü. Jeoloji Mühendisliği Öğretim Üyesi Sayın Yrd. Doç. Dr. Şenel ÖZDAMAR Hocama, çok değerli katkılarından dolayı İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Gıda Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlisi kardeşim Gıda Y. Müh. Sayın Semanur YILDIZ'a, Gelibolu yarımadasına ait haritalardan faydalanmam konusunda gerekli olanakları sağlayan Harita Genel Komutanlığı'na, karot çalışmalarındaki yardımlarından dolayı İ.T.Ü. Maden Fakültesi Kaya Mekaniği ve Doğaltaş Laboratuvarı teknisyeni Sayın Hurşit BOLAT'a, tezimin baskı aşamasındaki hassas çalışmalarından dolayı İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Matbaası Teknisyeni Sayın İsmail AYDEMİR ile matbaa görevlileri Sayın Nilüfer POLAT ve Şükrü YÜCEL'e, arazi çalışmalarındaki desteklerinden dolayı Gelibolu İlçesi Bayramiç Köyü Muhtarı Sayın Aziz GÖÇ'e teşekkür ederim.

Eylül, 2016

Haluk YILDIZ

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 2.1.	: Çalışma alanı arazi inceleme GPS nokta koordinatları ve mevkiileri	29
Çizelge 3.1.	: 1 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi	48
Çizelge 3.2.	: 2 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi	49
Çizelge 3.3.	: 3 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi	51
Çizelge 3.4.	: 4 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi	52
Çizelge 3.5.	: 5 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi	53
Çizelge 3.6.	: 6 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi	54
Çizelge 3.7.	: 7 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi	56
Çizelge 3.8.	: 8 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi	57
Çizelge 3.9.	: 9 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi	58
Çizelge 3.10.	: 10 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi	60
Çizelge 3.11.	: 11 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi	61
Çizelge 3.12.	: 12 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi	62
Çizelge 3.13.	: 13 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi	64
Çizelge 3.14.	: 14 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi	65
Çizelge 3.15.	: 15 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi	66
Çizelge 3.16.	: 16 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi	67
Çizelge 3.17.	: 17 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi	69
Çizelge 3.18.	: 18 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi.....	70
Çizelge 3.19.	: 19 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi	71
Çizelge 3.20.	: 20 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi	72
Çizelge 3.21.	: 21 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi	74
Çizelge 3.22.	: 22 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi	75
Çizelge 3.23.	: 23 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi	76
Çizelge 3.24.	: 24 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi	77
Çizelge 3.25.	: Majör oksitlerin kimyasal bileşim oranları (%).....	81
Çizelge 3.26.	: Majör oksit değerlerin en küçük, en büyük ve ortalama değerleri (%).....	81
Çizelge 3.27.	: İz elementlerin en küçük, en büyük ve ortalama değerleri - ppm	88
Çizelge 3.28.	: Fiziksel özelliklerin tayini için ikişer örnek üzerindeki deney sonuçları	98
Çizelge 3.29.	: Örneklerin fiziksel (en düşük, en büyük, ortalama) özet değerleri	99
Çizelge 3.30.	: Beşer örnekte ölçülen tek eksenli basınç dayanımı değerleri	103
Çizelge 3.31.	: Çevrim sonrası 5 örnekte tekrarlanan basınç dayanımı değerleri	105
Çizelge 3.32.	: 5 örnek üzerinde tekrarlanan Brazilian çekme dayanım değerleri.....	106
Çizelge 3.33.	: Çevrim sonrası 5 örnekte tekrarlanan çekme dayanımı değerleri	108
Çizelge 3.34.	: 18 ve 22 nolu örneklerde ölçülen ısı parametre değerleri.....	113
Çizelge 4.1.	: Mineralojik – Petrografik Analizler	129
Çizelge 4.2.	: Majör oksit elementlerin en düşük ve en yüksek değerleri.....	136

Çizelge 4.3.	: Kumtaşı örneklerdeki majör oksitlerin korelasyon katsayılarının özeti.....	155
Çizelge 4.4.	: Örneklerdeki iz elementlerin en düşük - en yüksek değerlerin değerlendirmesi (ppm)	155
Çizelge 4.5.	: Örneklerin nadir toprak element değerlerinin sayısal değerlendirmesi.....	157
Çizelge 4.6.	: Örneklerin fiziksel özellikleriyle değerlendirilmesi	158
Çizelge 4.7.	: Farklı kayaç gruplarının ortalama su emme (%) değerleri	159
Çizelge 4.8.	: Farklı kayaç gruplarının ortalama porozite (%) değerleri	159
Çizelge 4.9.	: Farklı kayaç gruplarının ortalama yoğunluk ve birim hacim ağırlık değerleri	159
Çizelge 4.10.	: Gelibolu kumtaşlarının tek eksenli basınç dayanımı değerlendirmesi	162
Çizelge 4.11.	: Gelibolu kumtaşlarının don çevrimi sonrası tek eksenli basınç dayanımı değerlendirmesi	164
Çizelge 4.12.	: Farklı yabancı kayaç gruplarının ortalama tek eksenli basınç dayanımları ile don çevrimi sonrası tek eksenli basınç dayanımları (MPa)	165
Çizelge 4.13.	: Gelibolu kumtaşlarının Brazilian çekme dayanımı değerlendirmesi	166
Çizelge 4.14.	: Gelibolu kumtaşlarının don çevrimi sonrası Brazilian çekme dayanımı değerlendirmesi (5 örnek ort.)	168
Çizelge 4.15.	: Farklı kayaç gruplarının ortalama Brazilian çekme dayanımları ile don çevrimi sonrası Brazilian çekme dayanımları (MPa)	169
Çizelge 4.16.	: Kumtaşları, kireçtaşları ve volkanik tüflerin fizikomekanik özellik ilişkilerine göre korelasyon katsayılarının özet tablosu ..	179
Çizelge 4.17.	: 18 ve 22 nolu örneklere ait ısıl parametrelerle fiziksel özelliklerin mukayeseli değerlendirmesi	199
Çizelge 4.18.	: Temel bileşenler tablosu	223
Çizelge 4.19.	: Temel bileşenler tablosu	226
Çizelge 4.20.	: Temel bileşenler tablosu	229
Çizelge 4.21.	: Temel bileşenler tablosu	232
Çizelge 4.22.	: Temel bileşenler tablosu	235
Çizelge 4.23.	: Temel bileşenler tablosu	238
Çizelge 5.1.	: Kumtaşlarının en elverişli kullanım alanlarına göre özet değerlendirmesi.....	252
Çizelge A.1.	: İz elementlerin milyonda bir (ppm) değerleri	260
Çizelge A.2.	: Nadir toprak elementlerin analizi (ppb)	261
Çizelge A.3.	: Tek Eksenli Basınç Deneyi Değer Çizelgesi	262
Çizelge A.4.	: Don Çevrimi Sonrası Tek Eksenli Basınç Deneyi Değerleri.....	263
Çizelge A.5.	: Brazilian Çekme Deneyi Değer Çizelgesi	264
Çizelge A.6.	: Don çevrimi sonrası Brazilian Çekme Deneyi Değer Çizelgesi..	265
Çizelge A.7.	: Jeokimyasal verilere göre sınıflandırmada volkanik (yüzey) kayaçlardan kökenlenme analizine ait ortak sonuç çizelgesi	266
Çizelge A.8.	: Derinlik Kayaçları kökenlenme analiz sonuç çizelgesi	267
Çizelge A.9.	: Temel Bileşen Analizi İle Örneklerin Benzer Özelliklerinin Analitik Olarak Değerlendirme Sonuç Çizelgesi	268
Çizelge A.10.	: Karşılaştırmalı Analiz Sonuç Çizelgesi	269

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1.	: Gelibolu İlçesi belde ve köyleri haritası.....	3
Şekil 1.2.	: Gelibolu İlçesi belde ve köyleri uydu haritası.....	4
Şekil 1.3.	: 1/500.000 Ölçekli Jeoloji Haritası (MTA-1964)	26
Şekil 2.1.	: 1/25.000 Topoğrafya haritasında inceleme alanı ve GPS noktaları dizilimi (Boğaziçi Üni. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü)	28
Şekil 2.2.	: Yeniköy SW çıkışta, kayraklı yapıların yapısal konumu, 5-10 cm kalınlıkta ve geniş yüzeyler sunan kayraklar.....	32
Şekil 2.3.	: Karanlık Dere mevkiinde killi seviyeler arasında kumtaşlarının ardalanma geçiş yapılanması.....	36
Şekil 3.1.	: SiO ₂ 'nin örnekler bazında dağılım yüzde değişimleri ve ortalamaları (kumtaşları/kireçtaşları/volkanik tüfler).....	82
Şekil 3.2.	: Al ₂ O ₃ 'ün örnekler bazında dağılım yüzde değişimleri ve ortalamaları(kumtaşları/kireçtaşları/volkanik tüfler).....	83
Şekil 3.3.	: Fe ₂ O ₃ 'ün örnekler bazında dağılım yüzde değişimleri ve ortalamaları (kumtaşları/kireçtaşları/volkanik tüfler).....	83
Şekil 3.4.	: CaO'nun örnekler bazında dağılım yüzde değişimleri ve ortalamaları	84
Şekil 3.5.	: Ateş kaybının örnekler bazında dağılım yüzde değişimleri ve ortalamaları	84
Şekil 3.6.	: MgO'nun örnekler bazında dağılım yüzde değişimleri ve ortalamaları (kumtaşları / kireçtaşları / volkanik tüfler)	85
Şekil 3.7.	: Na ₂ O'nun örnekler bazında dağılım yüzde değişimleri ve ortalamaları	85
Şekil 3.8.	: K ₂ O'nun örnekler bazında dağılım yüzde değişimleri ve ortalamaları (kumtaşları / kireçtaşları / volkanik tüfler)	86
Şekil 3.9.	: Alkalilerin örnekler bazında dağılım yüzde değişimleri ve ortalamaları	86
Şekil 3.10.	: MnO'nun örnekler bazında dağılım yüzde değişimleri ve ortalamaları (kumtaşları / kireçtaşları / volkanik tüfler)	87
Şekil 3.11.	: İz elementlerden Fe ₂ O ₃ 'in örnekler bazında dağılım miktarları..	89
Şekil 3.12.	: İz elementlerden TiO ₂ 'nin örnekler bazında dağılım miktarları..	89
Şekil 3.13.	: İz elementlerden MnO'nun örnekler bazında dağılım miktarları	90
Şekil 3.14.	: İz elementlerden Sr'nin örnekler bazında dağılım miktarları....	90
Şekil 3.15.	: İz elementlerden Ce'nin örnekler bazında dağılım miktarları....	91
Şekil 3.16.	: Nadir toprak elementlerden İtiryum'un (Y) örnekler bazında dağılım miktarları (ppb)	92
Şekil 3.17.	: Nadir toprak elementlerden Lantan'ın (La) örnekler bazında dağılım miktarları (ppb)	93
Şekil 3.18.	: Nadir toprak elementlerden Seryum'un (Ce) örnekler bazında dağılım miktarları (ppb)	93
Şekil 3.19.	: Örneklerin ortalama birim hacim ağırlık değerleri (kumtaşları / kireçtaşları / volkanik tüfler)	100
Şekil 3.20.	: Örneklerin ortalama yoğunluk değerleri.....	100

Şekil 3.21.	: Örneklerin ortalama su emme değerleri (kumtaşı / kireçtaşı / volkanik tüf)	101
Şekil 3.22.	: Örneklerin ortalama porozite değerleri (kumtaşı / kireçtaşı / volkanik tüf)	101
Şekil 3.23.	: Örneklerin ortalama su emme ve porozite ilişkilerinin ortak gösterimi (kumtaşları / kireçtaşları / volkanik tüf)	102
Şekil 3.24.	: Örneklerin ortalama tek eksenli basınç dayanım değerleri (MPa) (kumtaşları / kireçtaşları / volkanik tüf)	104
Şekil 3.25.	: Örneklerin don çevrimine tabi tutulmasından sonra ortalama tek eksenli basınç değerlerinin değişim grafiği (MPa) (kumtaşları / kireçtaşları / volkanik tüf)	105
Şekil 3.26.	: Örneklerin ortalama Brazilian çekme dayanım değerlerinin değişim grafiği (MPa) (kumtaşları/kireçtaşları/volkanik tüf).....	107
Şekil 3.27.	: Örneklerin don çevrimine tabi tutulmasından sonra ortalama Brazilian çekme dayanım değerlerinin değişim grafiği (MPa) (kumtaşları / kireçtaşları / volkanik tüfler)	108
Şekil 3.28.	: Isı iletim katsayısı ölçülmesi deneyi şematik gösterimi.....	110
Şekil 3.29.	: Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörünün Ölçülmesi deney tertibatının şematik gösterimi	113
Şekil 4.1.	: Yeniköy ve civarının jeolojik haritası	118
Şekil 4.2.	: Fındıklı Köyü ve civarının jeolojik haritası	119
Şekil 4.3.	: Kömür Limanı ve civarının jeolojik haritası	120
Şekil 4.4.	: Burgaz (Değirmendüzü) Köyü ve civarının jeolojik haritası	121
Şekil 4.5.	: Tayfur Köyü ve civarının jeolojik haritası	122
Şekil 4.6.	: Karainebeyli Köyü ile Yolağzı Köyü'nün jeolojik haritası	123
Şekil 4.7.	: Beşyol Köyü ve civarının jeolojik haritası	124
Şekil 4.8.	: Top Yolu mevkii ile Budak Sırtı civarının jeolojik haritası	125
Şekil 4.9.	: Bayırköy ile Sütlüce Köyü civarının jeolojik haritası	126
Şekil 4.10.	: Bayramiç Köyü ve civarının jeolojik haritası	127
Şekil 4.11.	: Mineral/Çimento değişim yüzdeler oranlarının gösterimi (kumtaşı / kireçtaşı / volkanik tüf)	135
Şekil 4.12.	: Örneklerdeki majör oksitlerin SiO ₂ / Al ₂ O ₃ ilişkisi (%).....	137
Şekil 4.13.	: Örneklerdeki majör oksitlerin SiO ₂ / Fe ₂ O ₃ ilişkisi (%).....	137
Şekil 4.14.	: Örneklerdeki majör oksitlerin SiO ₂ / MgO ilişkisi (%).....	138
Şekil 4.15.	: Örneklerdeki majör oksitlerin SiO ₂ / CaO ilişkisi (%).....	138
Şekil 4.16.	: Örneklerdeki majör oksitlerin SiO ₂ / Alkaliler (Na ₂ O+K ₂ O) ilişkisi (%).....	139
Şekil 4.17.	: Örneklerdeki majör oksitlerin SiO ₂ / Na ₂ O ilişkisi (%)	140
Şekil 4.18.	: Örneklerdeki majör oksitlerin SiO ₂ / K ₂ O ilişkisi (%).....	140
Şekil 4.19.	: Örneklerdeki majör oksitlerin SiO ₂ / P ₂ O ₅ ilişkisi (%).....	141
Şekil 4.20.	: Örneklerdeki majör oksitlerin SiO ₂ / MnO ilişkisi (%).....	141
Şekil 4.21.	: Örneklerdeki majör oksitlerin SiO ₂ / TiO ₂ ilişkisi (%).....	142
Şekil 4.22.	: Örneklerdeki majör oksitlerin SiO ₂ / LOI ilişkisi (%).....	142
Şekil 4.23.	: Örneklerdeki majör oksitlerin CaO / LOI ilişkisi (%).....	143
Şekil 4.24.	: Örneklerdeki majör oksitlerin CaO / Al ₂ O ₃ ilişkisi (%).....	144
Şekil 4.25.	: Örneklerdeki majör oksitlerin CaO / SiO ₂ ilişkisi (%).....	144
Şekil 4.26.	: Örneklerdeki majör oksitlerin CaO / MnO ilişkisi (%).....	145
Şekil 4.27.	: Örneklerdeki majör oksitlerin CaO / Fe ₂ O ₃ ilişkisi (%).....	146

Şekil 4.28.	: Örneklerdeki majör oksitlerin CaO / Na ₂ O ilişkisi (%).....	146
Şekil 4.29.	: Örneklerdeki majör oksitlerin CaO / K ₂ O ilişkisi (%).....	147
Şekil 4.30.	: Örneklerdeki majör oksitlerin CaO / (Na ₂ O+K ₂ O) ilişkisi (%) ..	147
Şekil 4.31.	: Örneklerdeki majör oksitlerin CaO / MgO ilişkisi (%).....	148
Şekil 4.32.	: Örneklerdeki majör oksitlerin CaO / TiO ₂ ilişkisi (%).....	148
Şekil 4.33.	: Örneklerdeki majör oksitlerin CaO / P ₂ O ₅ ilişkisi (%).....	149
Şekil 4.34.	: Örneklerdeki majör oksitlerin Al ₂ O ₃ / CaO ilişkisi (%).....	150
Şekil 4.35.	: Örneklerdeki majör oksitlerin Al ₂ O ₃ / LOI ilişkisi (%).....	150
Şekil 4.36.	: Örneklerdeki majör oksitlerin Al ₂ O ₃ / SiO ₂ ilişkisi (%).....	151
Şekil 4.37.	: Örneklerdeki majör oksitlerin Al ₂ O ₃ / (SiO ₂ +CaO) ilişkisi (%)..	151
Şekil 4.38.	: Örneklerdeki majör oksitlerin Al ₂ O ₃ / (Na ₂ O+K ₂ O) ilişkisi (%).	152
Şekil 4.39.	: Örneklerdeki majör oksitlerin Al ₂ O ₃ / Na ₂ O ilişkisi (%)	153
Şekil 4.40.	: Örneklerdeki majör oksitlerin Al ₂ O ₃ / K ₂ O ilişkisi (%).....	153
Şekil 4.41.	: Örneklerdeki majör oksitlerin alkaliler (Na ₂ O+K ₂ O) / LOI ilişkisi (%).....	154
Şekil 4.42.	: Örnek kayaçların su emme – porozite ilişkisi	160
Şekil 4.43.	: Su emme ile birim hacim ağırlık arasındaki ilişki	161
Şekil 4.44.	: Porozite ile birim hacim ağırlık arasındaki ilişki	161
Şekil 4.45.	: Uygulanan don çevrimi testinin tek eksenli basınç dayanımına etkisi	165
Şekil 4.46.	: Uygulanan don çevrimi testinin Brazilian çekme dayanımına etkisi	169
Şekil 4.47.	: Don çevrimi işlemi öncesinde tek eksenli basınç dayanımı ile Brazilian çekme dayanımı ilişkisi	170
Şekil 4.48.	: Uygulanan don çevrimi işleminin tek eksenli basınç dayanımı ile Brazilian çekme dayanımı üzerindeki etkisi	171
Şekil 4.49.	: Örneklerin tek eksenli basınç dayanım özellikleri ile su emme özellikleri arasındaki ilişki	172
Şekil 4.50.	: Örneklerin çevrim sonrası basınç dayanım özellikleri ile su emme özellikleri arasındaki ilişki.....	173
Şekil 4.51.	: Porozite ile tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki	173
Şekil 4.52.	: Porozite ile çevrim sonrası tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki	174
Şekil 4.53.	: Su emme ile Brazilian çekme dayanımı arasındaki ilişki	174
Şekil 4.54.	: Su emme ile don çevrimi sonrası Brazilian çekme dayanımı arasındaki ilişki	175
Şekil 4.55.	: Porozite ile Brazilian çekme dayanımı arasındaki ilişki	175
Şekil 4.56.	: Porozite ile tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki	176
Şekil 4.57.	: Tek eksenli basınç dayanımı ile birim hacim ağırlık arasındaki ilişki	176
Şekil 4.58.	: Çevrim sonrası tek eksenli basınç dayanımı ile birim hacim ağırlık ilişkisi	177
Şekil 4.59.	: Birim hacim ağırlık ile Brazilian çekme dayanımı arasındaki ilişki	178
Şekil 4.60.	: Birim hacim ağırlık ile çevrim işlemi sonrası çekme dayanımı ilişkisi	178
Şekil 4.61.	: CaO içeriği ile birim hacim ağırlık arasındaki ilişki	181
Şekil 4.62.	: SiO ₂ içeriği ile birim hacim ağırlık arasındaki ilişki	181

Şekil 4.63.	: Al ₂ O ₃ içeriği ile birim hacim ağırlık arasındaki ilişki	182
Şekil 4.64.	: Alkaliler (Na ₂ O+K ₂ O) içeriği ile birim hacim ağırlık arasındaki ilişki	183
Şekil 4.65.	: Fe ₂ O ₃ içeriği ile birim hacim ağırlık arasındaki ilişki	183
Şekil 4.66.	: CaO içeriği ile su emme arasındaki ilişki	184
Şekil 4.67.	: SiO ₂ içeriği ile su emme arasındaki ilişki	184
Şekil 4.68.	: Al ₂ O ₃ içeriği ile su emme arasındaki ilişki	185
Şekil 4.69.	: Alkali (Na ₂ O+K ₂ O) içeriği ile su emme (%) arasındaki ilişki ...	185
Şekil 4.70.	: Fe ₂ O ₃ içeriği ile su emme arasındaki ilişki	186
Şekil 4.71.	: SiO ₂ içeriği ile tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki	186
Şekil 4.72.	: CaO içeriği ile tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki	187
Şekil 4.73.	: MgO içeriği ile tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki ...	187
Şekil 4.74.	: Na ₂ O içeriği ile tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki ...	188
Şekil 4.75.	: K ₂ O içeriği ile tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki	188
Şekil 4.76.	: Örneklerin alkali (Na ₂ O+K ₂ O) içerikleriyle basınç dayanımı ilişkisi	189
Şekil 4.77.	: Al ₂ O ₃ içeriği ile tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki...	189
Şekil 4.78.	: MnO içeriği ile tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki....	190
Şekil 4.79.	: Fe ₂ O ₃ içeriği ile tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki...	190
Şekil 4.80.	: LOI oranı ile tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki.....	191
Şekil 4.81.	: P ₂ O ₅ içeriği ile tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki	191
Şekil 4.82.	: TiO ₂ içeriği ile tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki	192
Şekil 4.83.	: SiO ₂ içeriği ile Brazilian çekme dayanımı arasındaki ilişki	192
Şekil 4.84.	: CaO içeriği ile Brazilian çekme dayanımı arasındaki ilişki	193
Şekil 4.85.	: MgO içeriği ile Brazilian çekme dayanımı arasındaki ilişki	193
Şekil 4.86.	: Na ₂ O içeriği ile Brazilian çekme dayanımı arasındaki ilişki	194
Şekil 4.87.	: K ₂ O içeriği ile Brazilian çekme dayanımı arasındaki ilişki	194
Şekil 4.88.	: Alkali (Na ₂ O+K ₂ O) içeriği ile Brazilian çekme dayanımı arasındaki ilişki	195
Şekil 4.89.	: Al ₂ O ₃ içeriği ile Brazilian çekme dayanımı arasındaki ilişki	195
Şekil 4.90.	: MnO içeriği ile Brazilian çekme dayanımı arasındaki ilişki	196
Şekil 4.91.	: Fe ₂ O ₃ içeriği ile Brazilian çekme dayanımı arasındaki ilişki	196
Şekil 4.92.	: LOI oranı ile Brazilian çekme dayanımı arasındaki ilişki.....	197
Şekil 4.93.	: TiO ₂ içeriği ile Brazilian çekme dayanımı arasındaki ilişki.....	197
Şekil 4.94.	: Örneklerin Pettijohn 1963 ve 1975'e göre sınıflandırılması	200
Şekil 4.95.	: Örneklerin Pettijohn 1963 ve 1975'e göre sınıflandırılması	201
Şekil 4.96.	: Örneklerin Pettijohn 1963 ve 1975'e göre sınıflandırılması	202
Şekil 4.97.	: Örneklerin Pettijohn 1963 ve 1975'e göre sınıflandırılması	202
Şekil 4.98.	: Örneklerin O'Connor 1965'a göre köken sınıflandırması	204
Şekil 4.99.	: Örneklerin Cox. vd. 1979'a göre köken sınıflandırması	204
Şekil 4.100.	: Örneklerin De La Roche vd. 1980'e göre köken sınıflandırması	205
Şekil 4.101.	: Örneklerin Jensen 1976'ya göre köken sınıflandırması	206
Şekil 4.102.	: Örneklerin Le Bas vd. 1986'ya göre köken sınıflandırması.....	206
Şekil 4.103.	: Örneklerin Middlemost 1994'e göre köken sınıflandırması.....	207
Şekil 4.104.	: Örnekleri Winchester - Floyd 1977'ye göre köken sınıflandırma	208
Şekil 4.105.	: Örneklerin Irvine - Baragar 1971'e göre köken sınıflandırması	209
Şekil 4.106.	: Örneklerin Hastie vd. 2007'ye göre köken sınıflandırması.....	209

Şekil 4.107. : Örneklerin Miyashiro 1974'e göre köken sınıflandırması	210
Şekil 4.108. : Örneklerin Molar üçgen diyagrama göre köken sınıflandırması.	210
Şekil 4.109. : Örneklerin Shand 1943'e göre köken sınıflandırması	211
Şekil 4.110. : Örnekleri Peccerillo ve Taylor 1976'ya göre sınıflandırma.....	212
Şekil 4.111. : Örneklerin O'Connor 1965'e göre köken sınıflandırması	212
Şekil 4.112. : Örneklerin Cox. vd. 1979'a göre köken sınıflandırması	213
Şekil 4.113. : Örneklerin De La Roche vd. 1980'e göre köken sınıflandırması	213
Şekil 4.114. : Örneklerin Le Fort P-Q'ya göre köken sınıflandırması	214
Şekil 4.115. : Örneklerin Debon - Le Fort B-A'ya göre köken sınıflandırması.	215
Şekil 4.116. : Örneklerin Middlemost 1985'e göre köken sınıflandırması.....	215
Şekil 4.117. : Örneklerin Middlemost 1994'e göre köken sınıflandırması.....	216
Şekil 4.118. : Örneklerin Villaseca vd. 1998'e göre köken sınıflandırması	216
Şekil 4.119. : Rastgele oluşturulmuş örnek data modeli.....	217
Şekil 4.120. : Fizikomekanik özelliklere ait bileşen sayısı ile özdeğer ilişkisi..	221
Şekil 4.121. : Fizikomekanik özelliklerin temel bileşen analizi	222
Şekil 4.122. : Temel bileşen analizinde fizikomekanik deneyler kapsamında benzer ve karşıt özelliklerin analitik düzlemde gösterimi	222
Şekil 4.123. : Majör oksitlere ait bileşen sayısı ile özdeğer ilişkisi	224
Şekil 4.124. : Majör oksit bileşenlerin temel bileşen analizi	225
Şekil 4.125. : Temel bileşen analizinde majör oksit bileşim deneyleri kapsamında benzer ve karşıt özelliklerin analitik düzlemde gösterimi	225
Şekil 4.126. : İz elementlere ait bileşen sayısı ile özdeğer ilişkisi	227
Şekil 4.127. : İz elementlere ait temel bileşen analizi	228
Şekil 4.128. : Temel bileşen analizinde iz element bileşim deneyleri kapsamında benzer ve karşıt özelliklerin analitik düzlemde gösterimi.....	228
Şekil 4.129. : Nadir toprak elementlere ait bileşen sayısı ile özdeğer ilişkisi ...	230
Şekil 4.130. : Nadir toprak elementlerin temel bileşen analizi	231
Şekil 4.131. : Temel bileşen analizinde nadir toprak element bileşim deneyleri kapsamında benzer özelliklerin analitik düzlemde gösterimi	231
Şekil 4.132. : Fizikomekanik özellik ile majör oksite ait bileşenler ile özdeğer ilişkisi	233
Şekil 4.133. : Fizikomekanik özellikler ile majör oksit bileşenlerin temel bileşen analizi	234
Şekil 4.134. : Temel bileşen analizinde fizikomekanik özellikler ile majör oksit bileşenlerin benzer ve karşıt özelliklerinin analitik düzlemde gösterimi	234
Şekil 4.135. : Tüm deneysel verilere ait bileşen sayısı ile özdeğer ilişkisi.....	236
Şekil 4.136. : Tüm deneysel verilerin temel bileşen analizi	237
Şekil 4.137. : Tüm deneysel verilerin benzer ve karşıt özelliklerinin analitik düzlemde gösterimi	237
Şekil 4.138. : Örneklerin fizikomekanik özelliklerine göre kümelenme farklılıkları	240
Şekil 4.139. : Örneklerin majör oksit içeriklerine göre kümelenme farklılıkları.....	241
Şekil 4.140. : Örneklerin iz element bileşimlerine göre kümelenme farklılığı..	241

Şekil 4.141. : Örneklerin nadir toprak elementlerine göre kümelenme farklılıkları	242
Şekil 4.142. : Örneklerin fizikomekanik özellikler ile majör oksit bileşimlerine göre kümelenme farklılıkları	243
Şekil 4.143. : Örneklerin tüm deneysel verilere göre kümelenme farklılıkları..	244
Şekil B.1. : 4 nolu örneğin XRD grafiği	271
Şekil B.2. : 5 nolu örneğin XRD grafiği	272
Şekil C.1. : Arazinin jeolojik haritası.....	274
Şekil C.2. : Çalışma alanının 1-1 yönünde jeolojik enine kesiti.....	275
Şekil C.3. : Çalışma alanının 2-2 yönünde jeolojik enine kesiti.....	276
Şekil C.4. : Çalışma alanının 3-3 yönünde jeolojik enine kesiti.....	277
Şekil C.5. : Çalışma alanının 4-4 yönünde jeolojik enine kesiti.....	278
Şekil C.6. : Çalışma alanının 5-5 yönünde jeolojik enine kesiti.....	279
Şekil C.7. : Çalışma alanının 6-6 yönünde jeolojik enine kesiti.....	280



FOTOĞRAF LİSTESİ

Sayfa No

Fotoğraf 1.1. : Süleymaniye Köyü'ndeki Roma - Ceneviz Dönemi kilise kapısı	6
Fotoğraf 1.2. : Süleymaniye Köyü'ndeki Roma - Ceneviz Dönemi kilise kapısı	6
Fotoğraf 1.3. : Süleymaniye Köyü'nde kalıntı eski bir kilisenin kumtaşı duvar detay görünümleri	6
Fotoğraf 1.4. : Süleymaniye Köyü'nde kalıntı eski bir kilisenin kumtaşı duvar detay görünümleri	6
Fotoğraf 1.5. : Gelibolu Kale duvarında yer alan farklı kayaçlar ve kumtaşları..	7
Fotoğraf 1.6. : Gelibolu Kale duvarında yer alan farklı kayaçlar ve kumtaşları..	7
Fotoğraf 1.7. : Gelibolu kale duvarı ile tersanenin havuz duvarının birlikte görünümü	7
Fotoğraf 1.8. : Gelibolu kale duvarı ile tersanenin havuz duvarının birlikte görünümü	7
Fotoğraf 1.9. : Gelibolu Kalesi'nde kullanılan farklı kayaçlar ve bozulmalar	8
Fotoğraf 1.10.: Gelibolu Kalesi'nde kullanılan farklı kayaçlar ve bozulmalar	8
Fotoğraf 1.11.: Gastrapodlu tortul kayaçların kale burcu duvarlarında kullanımının detay görünümü	8
Fotoğraf 1.12.: Gastrapodlu tortul kayaçların kale burcu duvarlarında kullanımının detay görünümü	8
Fotoğraf 1.13.: Antik tersanenin kumtaşı kullanılarak örülmüş duvarları	9
Fotoğraf 1.14.: Antik tersanenin kumtaşı kullanılarak örülmüş duvarları	9
Fotoğraf 1.15.: Hallac-ı Mansur Türbesi beden duvarlarındaki maktrali kireçtaşları ve gastrapodlu kayaçtan ayrıntılı görünüm	9
Fotoğraf 1.16.: Hallac-ı Mansur Türbesi beden duvarlarındaki maktrali kireçtaşları ve gastrapodlu kayaçtan ayrıntılı görünüm	9
Fotoğraf 1.17.: Hamzakoy – Feneraltı mevkiinde kaba yonu taş duvar örgü sistemindeki kumtaşlarının dizilimi	10
Fotoğraf 1.18.: Hamzakoy – Feneraltı mevkiinde kaba yonu taş duvar örgü sistemindeki kumtaşlarının dizilimi	10
Fotoğraf 1.19.: Kaptan-ı Derya Rumeli Beylerbeyi Sinan Paşa Türbesi beden duvarlarında küfeki taşlarda yapılan plastik onarımlar	10
Fotoğraf 1.20.: Kaptan-ı Derya Rumeli Beylerbeyi Sinan Paşa Türbesi beden duvarlarında küfeki taşlarda yapılan plastik onarımlar	10
Fotoğraf 1.21.: Kumtaşlarının kullanıldığı Gelibolu Mevlevihanesi ve çifte merdivenlerin detay görünümü	10
Fotoğraf 1.22.: Kumtaşlarının kullanıldığı Gelibolu Mevlevihanesi ve çifte merdivenlerin detay görünümü	10
Fotoğraf 1.23.: Emir Ali Paşa Türbesi'nin beden duvarlarındaki kesme taş örgü sisteminde volkanik kayaçların kullanımı	11
Fotoğraf 1.24.: Güneyli Köyü Orfoz Otel duvarlarında kumtaşlarının kullanımı.	11
Fotoğraf 1.25.: Güneyli Köyü Orfoz Otel duvarlarında kumtaşlarının kullanımı.	11
Fotoğraf 1.26.: Yeniköy'de bahçe duvar örgüsünde kumtaşı kullanımı ve kumtaşlarının ayrıntılı görünümü	12
Fotoğraf 1.27.: Yeniköy'de bahçe duvar örgüsünde kumtaşı kullanımı ve kumtaşlarının ayrıntılı görünümü	12

Fotoğraf 1.28.: Yeniköy bahçe duvarlarında kumtaşı kullanımı	12
Fotoğraf 1.29.: Yeniköy bahçe duvarlarında kumtaşı kullanımı	12
Fotoğraf 1.30.: Kumtaşlarından örülü duvarların temel olarak kullanımı	12
Fotoğraf 1.31.: Kumtaşlarından örülü duvarların temel olarak kullanımı	12
Fotoğraf 1.32.: Fındıklı Köyü ev - bahçe duvarlarında kumtaşlarının kullanımı..	13
Fotoğraf 1.33.: Fındıklı Köyü ev - bahçe duvarlarında kumtaşlarının kullanımı..	13
Fotoğraf 1.34.: Burgaz (Değirmendüzü) Köyü'nde değişik boyutlardaki kumtaşlarının ev duvarlarında dizilimi.....	13
Fotoğraf 1.35.: Burgaz (Değirmendüzü) Köyü'nde değişik boyutlardaki kumtaşlarının ev duvarlarında dizilimi.....	13
Fotoğraf 1.36.: Karainebeyli Köyü'nde eski yapılarda kullanılan kumtaşları	13
Fotoğraf 1.37.: Karainebeyli Köyü'nde eski yapılarda kullanılan kumtaşları	13
Fotoğraf 1.38.: Farklı renk ve ebatlardaki kumtaşlarının kullanımı	14
Fotoğraf 1.39.: Farklı renk ve ebatlardaki kumtaşlarının kullanımı	14
Fotoğraf 1.40.: Beşyol Köyü'nde kumtaşlarının kullanıldığı eski evler	14
Fotoğraf 1.41.: Evreşe (Kadıköy) girişi'nde yol kenarlarındaki renkli kumtaşlarından örülmüş bahçe duvarları	15
Fotoğraf 1.42.: Evreşe (Kadıköy) girişi'nde yol kenarlarındaki renkli kumtaşlarından örülmüş bahçe duvarları	15
Fotoğraf 1.43.: Evreşe Beldesi'nde kumtaşlarından yapılmış olan evlerin duvarlarındaki renk çeşitliliği ve detay görünümü	15
Fotoğraf 1.44.: Evreşe Beldesi'nde kumtaşlarından yapılmış olan evlerin duvarlarındaki renk çeşitliliği ve detay görünümü	15
Fotoğraf 1.45.: Kumtaşlarından örülmüş duvarların boyasız kullanımı ile kireç badanalı kullanımının görünüşü ve bahçe duvarlarındaki lento olarak kullanımı	16
Fotoğraf 1.46.: Kumtaşlarından örülmüş duvarların boyasız kullanımı ile kireç badanalı kullanımının görünüşü ve bahçe duvarlarındaki lento olarak kullanımı	16
Fotoğraf 1.47.: Kumtaşlarının eski tuvalet duvarlarının örgüsünde kullanımı ...	16
Fotoğraf 1.48.: Kumtaşlarının eski tuvalet duvarlarının örgüsünde kullanımı ...	16
Fotoğraf 1.49.: Kumtaşlarından yapılmış çift katlı evin güney ve batı cepheleri..	17
Fotoğraf 1.50.: Yapının güney cephesi ve doğu cephesindeki merdiven basamakları	17
Fotoğraf 1.51.: Yapının güney cephesi ve doğu cephesindeki merdiven basamakları	17
Fotoğraf 1.52.: Batı cephe görünüş	18
Fotoğraf 1.53.: Doğu cephe görünüş	18
Fotoğraf 1.54.: Kumtaşlarından yapılmış komşu parseldeki yapılar	18
Fotoğraf 1.55.: Kumtaşlarından yapılmış komşu parseldeki yapılar	18
Fotoğraf 1.56.: Çatısı çökmüş olduğu dışarıdan görülen yapının duvar kesiti ve kapı boşluğu üst kotunda yer alan ahşap lento detayı	18
Fotoğraf 1.57.: Çatısı çökmüş olduğu dışarıdan görülen yapının duvar kesiti ve kapı boşluğu üst kotunda yer alan ahşap lento detayı	18
Fotoğraf 1.58.: Avlu içerisinde bulunan çift katlı evin odasından çatı detayı görünüşü	19
Fotoğraf 1.59.: Avlu içerisinde bulunan çift katlı evin odasından çatı detayı görünüşü	19
Fotoğraf 1.60.: Basınca ve çekmeye birlikte çalışan kumtaşlarının dizilimi	19

Fotoğraf 1.61.:	Basınca ve çekmeye birlikte çalışan kumtaşlarının dizilimi	19
Fotoğraf 1.62.:	Çatısı çökmüş durumdaki yapının üstten görünüşü ile duvar kesiti	20
Fotoğraf 1.63.:	Çatısı çökmüş durumdaki yapının üstten görünüşü ile duvar kesiti	20
Fotoğraf 1.64.:	Yapı ve bahçe duvarlarında kullanılan renkli kumtaşları	20
Fotoğraf 1.65.:	Yapı ve bahçe duvarlarında kullanılan renkli kumtaşları	20
Fotoğraf 1.66.:	Kumtaşının yol döşemesinde ve duvarda farklı renklerle kullanımı	20
Fotoğraf 1.67.:	Kumtaşının yol döşemesinde ve duvarda farklı renklerle kullanımı	20
Fotoğraf 1.68.:	Süleymaniye Köyü'nde han kalıntısı	23
Fotoğraf 2.1.:	Ocaklı Yeniköy arası kumtaşlarının tabakalanması	31
Fotoğraf 2.2.:	Ocaklı Yeniköy arası kumtaşlarının tabakalanması	31
Fotoğraf 2.3.:	Ocaklı Yeniköy arası kumtaşlarının tabakalanması	31
Fotoğraf 2.4.:	Tabakalaşmanın üst zonlarda 10-20 cm, tabana doğru artarak 60-70 cm'ye kadar ulaşması	31
Fotoğraf 2.5.:	Tabakalaşmanın üst zonlarda 10-20 cm, tabana doğru artarak 60-70 cm'ye kadar ulaşması	31
Fotoğraf 2.6.:	Yeniköy'ün batı çıkışında kumtaşlarında geniş yüzeyli kayraklanmalar	32
Fotoğraf 2.7.:	Yeniköy'ün batı çıkışında kumtaşlarında geniş yüzeyli kayraklanmalar	32
Fotoğraf 2.8.:	Yeniköy batı çıkışında yol boyunca devam eden kayraklı yapılar.....	33
Fotoğraf 2.9.:	Yeniköy batı çıkışında yol boyunca devam eden kayraklı yapılar	33
Fotoğraf 2.10.:	Yeniköy güneyinde kayraklı yapılar altında masif, kalın tabakalı alt zonlara geçişler	33
Fotoğraf 2.11.:	Yeniköy güneyinde kayraklı yapılar altında masif, kalın tabakalı alt zonlara geçişler	33
Fotoğraf 2.12.:	Yeniköy güneyinde kayraklı yapılar altında masif, kalın tabakalı alt zonlara geçişler	33
Fotoğraf 2.13.:	Yeniköy güneyinde kayraklı yapılar altında masif, kalın tabakalı alt zonlara geçişler	33
Fotoğraf 2.14.:	Yeniköy-Kavaklı yönünde masif yapılar, kısmen ayrışmalar.....	33
Fotoğraf 2.15.:	Yeniköy-Kavaklı yönünde masif yapılar, kısmen ayrışmalar.....	33
Fotoğraf 2.16.:	Çakmak Tepe GPS-4, tabakalaşma N40E doğrultu, 55° SE eğim	34
Fotoğraf 2.17.:	Çakmak Tepe GPS-4, tabakalaşma N40E doğrultu, 55° SE eğim	34
Fotoğraf 2.18.:	Masif ve ince tabakalı altere zonlu kumtaşları	34
Fotoğraf 2.19.:	Masif ve ince tabakalı altere zonlu kumtaşları	34
Fotoğraf 2.20.:	Çakmaktepe arkası ince levha tabakalı yapısal özelliklerdeki altere kumtaşları	35
Fotoğraf 2.21.:	Çakmaktepe arkası ince levha tabakalı yapısal özelliklerdeki altere kumtaşları	35
Fotoğraf 2.22.:	Fındıklı yolunda Karanlık Dere - Yanıklık Çeşme mevkiinde ince tabakalar arasında yer alan kalın seviyelerdeki kumtaşları	35
Fotoğraf 2.23.:	Fındıklı yolunda Karanlık Dere - Yanıklık Çeşme mevkiinde ince tabakalar arasında yer alan kalın seviyelerdeki kumtaşları	35

Fotoğraf 2.24.:	Fındıklı yolunda Karanlık Dere - Yanıklık Çeşme mevkiinde ince tabakalar arasında yer alan kalın seviyelerdeki kumtaşları	35
Fotoğraf 2.25.:	Karanlık Dere mevkiinde gri killi ardalanmış ince kumtaşları	36
Fotoğraf 2.26.:	Karanlık Dere mevkiinde gri killi ardalanmış ince kumtaşları	36
Fotoğraf 2.27.:	Ortabağ Tepe güneyindeki kumtaşları ve aralarındaki ince kumtaşlarının ayrılmış haliyle görünümü	37
Fotoğraf 2.28.:	Ortabağ Tepe güneyindeki kumtaşları ve aralarındaki ince kumtaşlarının ayrılmış haliyle görünümü	37
Fotoğraf 2.29.:	Fındıklı Köyü göleti ile kuzey çıkışında yer alan Çamlık Tepe...	37
Fotoğraf 2.30.:	Fındıklı Köyü göleti ile kuzey çıkışında yer alan Çamlık Tepe...	37
Fotoğraf 2.31.:	Kömür Limanı istikametinde Deniz Çeşme mevkiinde GPS-10, Örnek No:7 ve GPS-11 noktasından koordinat ölçümleri.....	37
Fotoğraf 2.32.:	Kömür Limanı istikametinde Deniz Çeşme mevkiinde GPS-10, Örnek No:7 ve GPS-11 noktasından koordinat ölçümleri	37
Fotoğraf 2.33.:	Kömür Limanı plajı faylanma blokları (8 nolu örnek yeri)	38
Fotoğraf 2.34.:	Kömür Limanı plajı faylanma blokları (8 nolu örnek yeri)	38
Fotoğraf 2.35.:	Kömür Limanındaki tabakalı, içe doğru eğimli, faylı, kırıklı yapılar	38
Fotoğraf 2.36.:	Kömür Limanındaki tabakalı, içe doğru eğimli, faylı, kırıklı yapılar	38
Fotoğraf 2.37.:	GPS-13 noktası civarı Manastır Çeşme – Koca Dere mevkiinde	39
Fotoğraf 2.38.:	GPS-13 noktası civarı Manastır Çeşme – Koca Dere mevkiinde	39
Fotoğraf 2.39.:	Manastır Çeşme – Koca Dere mevkiinde taş ocağı, bloktaşlar, faylar	39
Fotoğraf 2.40.:	Manastır Çeşme – Koca Dere mevkiinde taş ocağı, bloktaşlar, faylar	39
Fotoğraf 2.41.:	GPS-15 noktası 12 nolu örnek (Marmara Denizi – Çanakkale Boğazı yönü)	39
Fotoğraf 2.42.:	GPS-15 noktası 12 nolu örnek (Marmara Denizi – Çanakkale Boğazı yönü)	39
Fotoğraf 2.43.:	GPS-16'da taş ocağı ve aynası, çatlak ve kırıklıklar ile masif yapılar	40
Fotoğraf 2.44.:	GPS-16'da taş ocağı ve aynası, çatlak ve kırıklıklar ile masif yapılar	40
Fotoğraf 2.45.:	GPS-16 noktasından temin edilen 13 nolu örneğin temini	40
Fotoğraf 2.46.:	GPS-16 noktasından temin edilen 13 nolu örneğin temini	40
Fotoğraf 2.47.:	Fındıklı–Burgaz hattı grimsi killi seviyeler arasında ince kumtaşları	40
Fotoğraf 2.48.:	Fındıklı–Burgaz hattı grimsi killi seviyeler arasında ince kumtaşları	40
Fotoğraf 2.49.:	Burgaz'da alt seviyedeki kil ile üst seviyedeki ince tabakalı kumtaşı	41
Fotoğraf 2.50.:	Burgaz'da alt seviyedeki kil ile üst seviyedeki ince tabakalı kumtaşı	41
Fotoğraf 2.51.:	Burgaz - Tayfur Baraj Gölü istikameti	41
Fotoğraf 2.52.:	Burgaz - Tayfur Baraj Gölü istikameti	41
Fotoğraf 2.53.:	16 nolu örneğin alındığı GPS-21 koordinatlarında bahçe duvarı.	42
Fotoğraf 2.54.:	16 nolu örneğin alındığı GPS-21 koordinatlarında bahçe duvarı.	42
Fotoğraf 2.55.:	GPS-21 Tayfurköy civarı, Aslantekke Tepesi mevkiinde	42

Fotoğraf 2.56.:	GPS-21 Tayfurköy civarı, Aslantekke Tepesi mevki	42
Fotoğraf 2.57.:	Karainebeyli Köyü güneyi alüvyon düzlükler ve ekili alanlar	42
Fotoğraf 2.58.:	Karainebeyli Köyü güneyi alüvyon düzlükler ve ekili alanlar	42
Fotoğraf 2.59.:	Kızılyerler mevkiinde GPS-22 noktasında 17 nolu örneğin temini	43
Fotoğraf 2.60.:	Kızılyerler mevkiinde GPS-22 noktasında 17 nolu örneğin temini	43
Fotoğraf 2.61.:	Hırlıçeşme Sırtı mevki GPS-23 noktasında 18 nolu örneğin temini	43
Fotoğraf 2.62.:	Hırlıçeşme Sırtı mevki GPS-23 noktasında 18 nolu örneğin temini	43
Fotoğraf 2.63.:	Albayın Çiftliği mevki GPS-27 noktasında 22 nolu örneğin temini	44
Fotoğraf 2.64.:	Albayın Çiftliği mevki GPS-27 noktasında 22 nolu örneğin temini	44
Fotoğraf 2.65.:	Bayramiç Köyü GPS-30 nolu koordinatta 2-3 m ² genişlikte kayraktaşları	45
Fotoğraf 2.66.:	Bayramiç Köyü GPS-30 nolu koordinatta 2-3 m ² genişlikte kayraktaşları	45
Fotoğraf 2.67.:	Bayramiç Köyü kayraktaşlarının yüzeylendiği sahadan görünüm (Tekirdağ il sınırı istikameti)	45
Fotoğraf 2.68.:	Bayramiç Köyü arazi yollarındaki kayrak yapılı kumtaşları	45
Fotoğraf 2.69.:	Bayramiç Köyü arazi yollarındaki kayrak yapılı kumtaşları	45
Fotoğraf 3.1.:	1 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri (solda: paralel nikol, sağda: çapraz nikol)	48
Fotoğraf 3.2.:	2 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri	50
Fotoğraf 3.3.:	3 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri	51
Fotoğraf 3.4.:	4 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri	52
Fotoğraf 3.5.:	5 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri	53
Fotoğraf 3.6.:	6 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri	55
Fotoğraf 3.7.:	7 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri	56
Fotoğraf 3.8.:	8 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri	57
Fotoğraf 3.9.:	9 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri	59
Fotoğraf 3.10.:	10 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri	60
Fotoğraf 3.11.:	11 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri	61
Fotoğraf 3.12.:	12 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri	63
Fotoğraf 3.13.:	13 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri	64
Fotoğraf 3.14.:	14 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri	65
Fotoğraf 3.15.:	15 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri	66
Fotoğraf 3.16.:	16 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri	68
Fotoğraf 3.17.:	17 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri	69
Fotoğraf 3.18.:	18 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri	70
Fotoğraf 3.19.:	19 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri	71
Fotoğraf 3.20.:	20 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri	73
Fotoğraf 3.21.:	21 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri	74
Fotoğraf 3.22.:	22 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri	75
Fotoğraf 3.23.:	23 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri	76
Fotoğraf 3.24.:	24 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri	77

Fotoğraf 3.25.: Çeneli kırıcı cihazı	78
Fotoğraf 3.26.: Öğütme cihazı	78
Fotoğraf 3.27.: Etüv cihazı	79
Fotoğraf 3.28.: Etüvde nem alma işlemi	79
Fotoğraf 3.29.: Pellet pres cihazı	79
Fotoğraf 3.30.: X-Ray Floresans cihazı	80
Fotoğraf 3.31.: XRF analizi	80
Fotoğraf 3.32.: ICP MS cihazı ünitesi	80
Fotoğraf 3.33.: XRD cihazı (İ.T.Ü. JAL Lab.)	94
Fotoğraf 3.34.: Karot alma makinası	96
Fotoğraf 3.35.: Örnekten karot alma işlemi	96
Fotoğraf 3.36.: Örneklerin numaralandırılması, uçlarının düzeltilmesi işlemi	96
Fotoğraf 3.37.: Örneklerin numaralandırılması, uçlarının düzeltilmesi işlemi	96
Fotoğraf 3.38.: Örneklerin çevrimli donma çözülme testi için hazırlama işlemi..	96
Fotoğraf 3.39.: Örneklerin çevrimli donma çözülme testi için hazırlama işlemi..	96
Fotoğraf 3.40.: Tek eksenli basınç dayanım testinde yük altında kırma işlemi	97
Fotoğraf 3.41.: Tek eksenli basınç dayanım testinde yük altında kırma işlemi	97
Fotoğraf 3.42.: Brezilyan çekme deneyi ile çekme dayanımının hesaplanması...	97
Fotoğraf 3.43.: Brezilyan çekme deneyi ile çekme dayanımının hesaplanması...	97
Fotoğraf 3.44.: Fiziksel deneyler su emme testi ve etüvde nem alma işlemi	97
Fotoğraf 3.45.: Fiziksel deneyler su emme testi ve etüvde nem alma işlemi	97
Fotoğraf 3.46.: Arşimed deney düzeneği ile hassas terazide ağırlık ölçümü ve yoğunluk hesabı	97
Fotoğraf 3.47.: Arşimed deney düzeneği ile hassas terazide ağırlık ölçümü ve yoğunluk hesabı	97
Fotoğraf 3.48.: Örneklerin (18 ve 22 nolu) ortalama çap ve ortalama kalınlık ölçümü	111
Fotoğraf 3.49.: Örneklerin (18 ve 22 nolu) ortalama çap ve ortalama kalınlık ölçümü	111
Fotoğraf 3.50.: Mukayese yöntemine göre ısı iletkenlik katsayısı tayin deney düzeneği (İ.T.Ü. Makine Fakültesi Termodinamik Laboratuvarı) Sıcaklık farklarının ölçülerek ısı iletkenlik katsayısının hesaplanması	111
Fotoğraf 3.51.: Mukayese yöntemine göre ısı iletkenlik katsayısı tayin deney düzeneği (İ.T.Ü. Makine Fakültesi Termodinamik Laboratuvarı) Sıcaklık farklarının ölçülerek ısı iletkenlik katsayısının hesaplanması	111
Fotoğraf 3.52.: Su buharı difüzyon direnç faktörünün ölçülmesi	114
Fotoğraf 3.53.: Su buharı difüzyon direnç faktörünün ölçülmesi	114
Fotoğraf 3.54.: Su buharı difüzyon direnç faktörünün ölçülmesi	114
Fotoğraf 3.55.: Su buharı difüzyon direnç faktörünün ölçülmesi	114
Fotoğraf 3.56.: Su buharı difüzyon direnç faktörünün ölçülmesi	114
Fotoğraf 3.57.: Su buharı difüzyon direnç faktörünün ölçülmesi	114
Fotoğraf 3.58.: Su buharı difüzyon direnç faktörünün ölçülmesi	115
Fotoğraf 3.59.: Su buharı difüzyon direnç faktörünün ölçülmesi	115

SEMBOL LİSTESİ

ℓ	: Numunenin boyu
Φ	: Numunenin çapı
λ	: Isı iletim katsayısı
μ	: Su buharı difüzyon direnç faktörü
Q_r	: Referans cisimden geçen ısı miktarı
Q_n	: Numune cisimden geçen ısı miktarı
k_r	: Referans cismin ısı iletim katsayısı
k_n	: Numune cismin ısı iletim katsayısı
l_r	: Referans cismin kalınlığı
l_n	: Numune cismin kalınlığı
A	: Referans cisim ve numunenin alanı
G	: Su buharı akış hızı
g	: Su buharı geçirgenlik hızı
W	: Su buharı geçirgenliği
Z	: Su buharı direnci
p_{sat}	: Deney numunesinin yüzeyleri arasındaki su buharı basıncı farkı
δ	: Su buharı özgeçirgenliği
d	: Deney numunesinin kalınlığı
δ_a	: Havanın su buharı özgeçirgenliği

KISALTMALAR LİSTESİ

GPS	: Global Positioning System (Küresel Konumlama Sistemi)
AutoCAD	: Autodesk Computer Aided Design
GCDkit	: GeoChemical Data Toolkit
XRD	: X – Ray Diffraction (X Işınları Kırınımı)
XRF	: X – Ray Fluorescence (X Işınları Yansıması)
SW	: Güneybatı
N	: Kuzey
W	: Batı
E	: Doğu
S	: Güney
pl	: Plajiyoklaz
qtz	: Kuvars
cal	: Kalsit
kfs	: K-Feldspat
bi	: Biyotit
op	: Opak
ms	: Muskovit
hb	: Hornblend
alb	: Albit
vkp	: Volkanik kayaç parçası
chl	: Klorit

ICP-MS	: Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometer (İndüktif olarak eşleştirilmiş plazma – kütle spektrometresi)
ppm	: parts per million (milyonda bir)
ppb	: parts per billion (milyarda bir)
BHA	: Birim hacim ağırlık
kmt	: Kumtaşı
kçt	: Kireçtaşı
vt	: Volkanik tüf
AL	: Alüvyon
MOHS	: Sertlik skalası (Friedrich MOHS)
HCl	: Hidroklorik asit
LOI	: Loss On Ignition (Kızdırma Kaybı)
TBA (PCA)	: Temel Bileşen Analizi (Principal Component Analysis)

1. GİRİŞ

1.1. GİRİŞ

Ülkemizde çok farklı renk ve özelliklere haiz doğal taşların mevcut olduğu mermer yatakları ve taş ocakları bulunmaktadır. Belirli bir coğrafyada bölgesel farklılık gösterebilen taş ocaklarının çeşitliliği, mimarideki kullanımla yöresel zenginlik olarak karşımıza çıkmaktadır. Gelibolu Yarımadası da bu bakımdan farklılıkların zenginliğe dönüştüğü, ancak haritada da olduğu gibi göz önünde fazla bulunmayan bir coğrafyada olduğu için doğal taş zenginliğinin gün yüzüne çıkarılmadığı bir konumdadır. Bölgede hakim olarak bulunan kumtaşıları, mimaride kullanılan doğal taşlar içerisinde farklı özellikleriyle dikkat çekmektedir. Yarımada genelinde dağılım gösteren kumtaşıları, geçmişte başta Gelibolu Merkez olmak üzere diğer yerleşimlerde mimari yapılarda, en eski medeniyetler olan Roma, Bizans, Ceneviz ve Osmanlı dönemlerinden günümüze kadar kullanılageldiği gözlemlenmektedir.

Kırsal alanlarda endüstriyel malzemeler yerine yöresel malzemelerin kullanımının teşvik edilmesi için o yöreden temin edilen doğal malzemelerin üstün olan özelliklerinin ön plana çıkarılması gerekmektedir. Bölgesel olarak Gelibolu yarımadası kumtaşılarının yapı taşı olarak kullanımlarının sert, dayanımı yüksek ve işlenebilme özelliğinin diğer kayaç türlerine göre kolay olması, ayrıca ayrışmaya karşı dirençli, renk ve görsel değeri bakımından yüksek oluşu, tüm yarımadada farklı renkli, tabakalı oluşu ve değişken boyutlarda yüzeylenerek geniş bir yelpazede kullanım alanı sunması, yüksek mukavemeti nedeniyle de hem taşıyıcı sistem elemanı olarak hem kaplama malzemesi olarak kullanılması dikkat çeken önemli üstünlükleridir.

1.2. ÇALIŞMANIN AMACI

Araştırmanın özünü oluşturan Gelibolu yarımadasında jeolojik açıdan yaygın yüzey veren kumtaşılarının, saha ve yapısal özelliklerinin ortaya konması, mimari kullanım yerinin ve öneminin analitik yöntemlerle ortaya konması tez çalışmasının esas

amacını oluşturur. Bu amaca yönelik inceleme konusu kumtaşlarının saha ve laboratuvar bazlı çalışmalar ile bölgede çok geniş zaman aralığında Roma, Bizans, Ceneviz, Osmanlı dönemleri ve güncel yakın geçmişteki yapılaşmada yerini almış olan kumtaşlarının mineralojik – petrografik, fiziksel, mekanik ve ısıl özelliklerinin, mimari kullanım özellikleri ile olan ilişkilerinin tespiti hedeflenmiştir.

Makroskobik ve mikroskobik olarak yapılan çalışmalardan elde edilen veriler ışığında istatistiksel analiz metodları kullanılarak verilerin birbirleriyle olan korelasyonlarının belirlenmesi gerekmektedir. Hem geçmişte hem günümüzde, kumtaşlarının taş ocağından mimaride kullanımına kadar geçen süreçte gerek yapılardaki kullanım bölgelerine göre gerekse de iklimsel koşullardan etkilenme durumlarına göre tercih edilme sebeplerinin analitik olarak açıklanması bilimsel bir gerekliliktir.

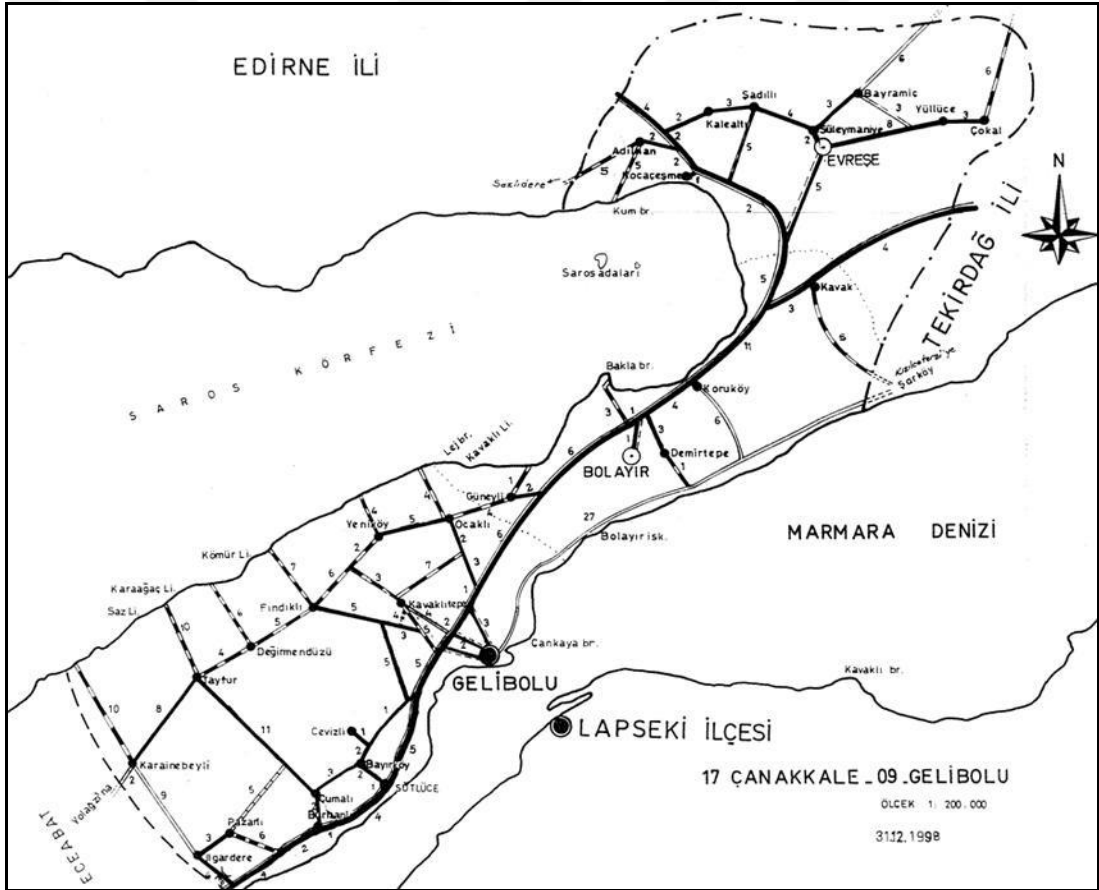
Kumtaşları Gelibolu yarımadasının tüm alanında yaygın yüzeylemesi yanında, farklı yapılar ve bileşimlerde fakat çalışma alanı içinde rastlanan yerleşim (köy, mahalle ve şehirler vs.) yerlerinde birkaç yüzyıldır bugüne kadar uzanan yapılaşmaların ayakta oldukları gözlemlenmiştir. Bu doğal ve mimari yapılaşmalara daha sonraki bölümlerde ayrıntılarıyla (GPS koordinatları, köy, yerleşim) fotoğraflarla ve özellikleriyle birlikte verilmektedir.

Sahadan temin edilen örneklerin fiziksel, mekanik, jeokimyasal, termodinamik özelliklerinin belirlenmesi için yapılan laboratuvar deneylerinden elde edilen data setlerinin, mimaride kullanılan yapı taşlarının sınıflandırılmasında ve birbirleriyle olan korelasyonlarının incelemesinde regresyon analizlerinden faydalanılmış, regresyon analizine ilave olarak temel bileşen analizi ve kümeleme analizleri de kullanılmıştır. Örneklerin araziden temin edildiği noktaların jeolojik haritaları AutoCAD programında hazırlanmıştır. Bu çalışmada kullanılan sınıflandırma yöntemlerinin geçmiş yıllarda yapılmış olan doğal taşların jeokimyasal sınıflandırma yöntemleriyle mukayesesi için GCDkit programı kullanılmıştır.

Bu amaç doğrultusunda, bu çalışmalara dek kumtaşlarının her yerde gerek doğal kayaç yapıları, gerekse yerleşim merkezlerinde çok eski yapılarda rastgele kullanılmasının gerekçeleriyle araştırılmış ve güncel yaşam içinde mimaride daha etkin şekilde nasıl kullanılabileceği ortaya konmuştur.

1.3. ÇALIŞMANIN ALANI

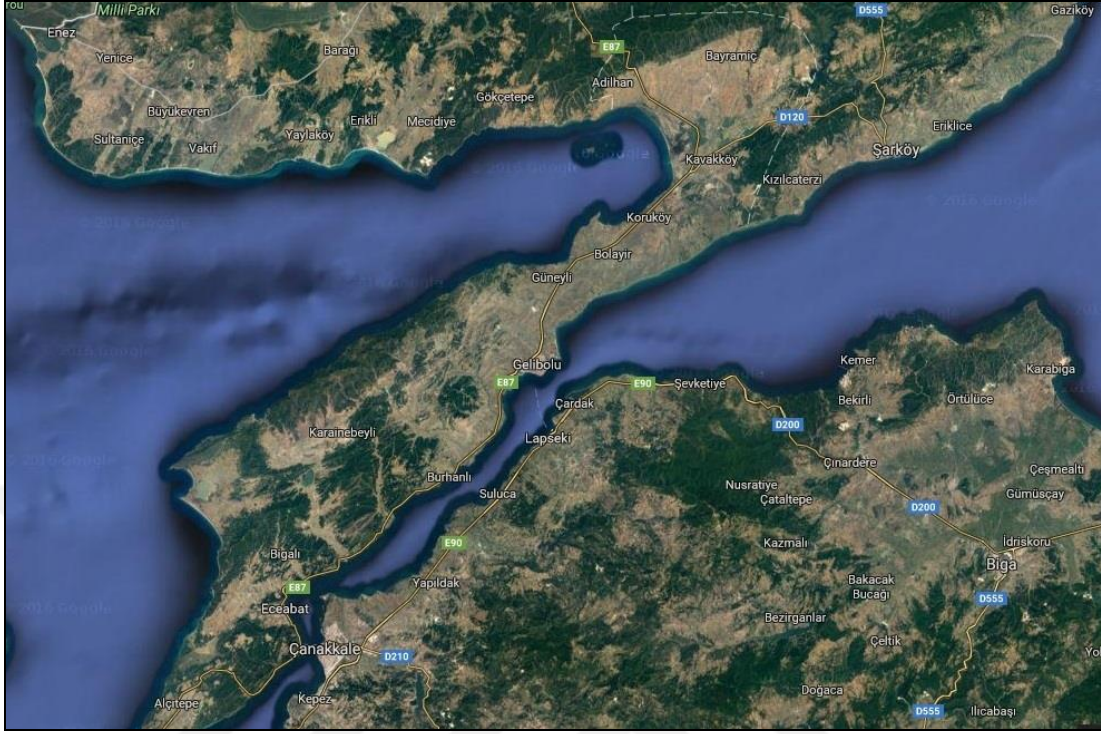
Çalışma alanı, Şekil 1.1.'den izleneceği gibi Saros Körfezi ile Çanakkale Boğazı arasında kalan Gelibolu yarımadasının orta ve kuzey kesimini kapsar. Çalışma alanının sınırları yarımada'nın kuzeyindeki Bayramiç Köyü ile güneyindeki Bayırköy - Sütlüce - Cumalı köyleri civarını içine alan yaklaşık 500 km²'lik bir alanı kapsamaktadır. 1/25000 ölçekli haritalar kullanılarak Çanakkale H16-b2, H16-b3, H16-b4, H17-a1, H17-a2, H17-a4, G17-c1, G17-c2, G17-c3, G17-c4, G17-d2, G17-d3 nolu paftalar genelinde yayılım gösteren kumtaşlarının jeolojik oluşumları ile mimari kullanımları araştırılmıştır.



Şekil 1.1. Gelibolu İlçesi belde ve köyleri haritası (www.canakkaleili.com)

Çalışma alanını çevreleyen alanın batı ve kuzeybatısında Saros Körfezi yer almaktadır. Kumtaşı formasyonunun çok sert oluşu ve aşınmasının zor olması nedeniyle 200-400 metrelik dik inişli yarlar, burunlar ve limanlar bulunmaktadır. Alanın güneyinde ve güneydoğusunda yer alan Gelibolu ve Çanakkale Boğazı 60-

130 metre kotlarındaki dik yükseltilere ve oldukça düzlük alanlara sahip morfolojidedir.



Şekil 1.2. Gelibolu İlçesi belde ve köyleri uydu haritası (<https://maps.google.com>)

1.3.1. Coğrafi Konumu

Çalışma alanı olan Gelibolu yarımadası, Saros Körfezi ile Çanakkale boğazı arasında kalan üç tarafı sularla çevrili olan, kuzeyinde Edirne ili, doğusunda Tekirdağ ili ile (Şekil 1.1.) sınırlı olup, Çanakkale ili içinde kalan ve Çanakkale ilinin kuzey kesimini oluşturmaktadır. Başlıca büyük yerleşim merkezleri, Eceabat ve Gelibolu ilçe merkezleri ile Gelibolu ilçesine bağlı Evreşe (Kadıköy) ve Kavakköy beldeleridir. Küçük yerleşim merkezleri ise Gelibolu ilçesine bağlı Adilhan, Bayırköy, Bayramiç, Bolayır, Burhanlı, Cevizli, Cumalı, Çokal, Değirmendüzü (Burgaz), Demirtepe, Fındıklı, Güneşli, Ilgardere, Kalealtı, Karainbeyli, Kavaklı, Kocaçeşme, Koruköy, Ocaklı, Pazarlı, Süleymaniye, Sütluce, Şadıllı, Tayfurköy, Yeniköy, Yülüce köyleri ile Eceabat ilçesine bağlı Alçitepe, Behramlı, Beşyol, Bigalı, Büyükanafarta, Kilidülbahir, Kocadere, Kumköy, Küçükkanafarta, Seddülbahir, Yalova ve Yolağzı köyleridir (trakyanet.com).

Yarımadanın batı kesiminde çok sayıda küçük koylar ve plaj, liman (Ece Limanı, Kömür Limanı), burun oluşumları yer alır.

Morfolojik yüzey şekilleri olarak, tepeler; Zordağ (398 m.) Yongalık Tepe (376 m.), Eşekçi Dağı (309 m.), Kaplantepe (203 m.), Sakartepe (188 m.), Kömür Dağı (404 m.), Bakacak Tepe (94 m.), ova – düzlükler; Galata Feneri (1,10 m), Oluk Dere (Burgaz) (100 m.), Beşyol, Yurtyeri mevki (55,2 m.), Limandağ ova mevki (15,1 m.), Yolağzı (106 m.)’dir.

Tepe ve sırtlar arasında yer alan dere ve vadiler; İncirli Dere, Aktaş Dere, Kelemin Deresi, Munipbey Deresi, Çamasırlık Deresi, Darova Boğazı’dır.

Gelibolu Yarımadası üzerinden, İstanbul-Tekirdağ-Çanakkale asfalt işlek yolu geçmektedir, yarımada içinde köy ve liman ve plaj noktalarına ulaşan yollar, toprak ve stabilize şeklindedir (Şekil 1.2).

Ekonomi başta turizm olmak üzere, balıkçılık, hayvancılık, ayçiçeği ve buğday ekimi yanında, deniz, boğaz ulaşımı ile küçük sanayilerden oluşmaktadır.

Bitki örtüsü, kısmi ormanlık ve maki türü bodur bitkiler ile meyve ve tahıl ekim alanları şeklindedir.

1.3.2. Gelibolu Yarımadası’nın Mimari Tarihçesi

Gelibolu yarımadasında mimari açıdan 3 farklı zaman aralığı dikkate alındığında;

- Roma – Bizans - Ceneviz dönemi mimari yapıları
- Osmanlı dönemi mimari yapıları
- Cumhuriyet dönemi ve sonrası mimari yapıları

Roma – Bizans - Ceneviz Dönemi Mimari Yapıları

Şekil 1.1’den de izleneceği gibi çalışma alanının kuzey kesiminde yer alan Evreşe beldesi ve kuzeyinde yer alan Süleymaniye ve Bayramiç köylerinin genelinde kayraktaşları şeklindeki kumtaşlarının yüzey verdiği gözlemlenmiştir. Süleymaniye köyünde Fotoğraf 1.1 ve 1.2 ’den izleneceği gibi Roma - Ceneviz dönemine ait bir kilise/havra kalıntısı bulunmaktadır. Süleymaniye Köyü’nün isminin eskiden Kiliseli köy olarak anıldığı aktarılmıştır (Sezgin, 1998). Kapı ve giriş bahçe duvarının yakın dönemde inşa edilmiş olan kumtaşı duvarlar ile yanyana kullanımı Fotoğraf 1.3 ve 1.4’te görülmektedir.



Fotoğraf 1.1. ve 1.2. Süleymaniye Köyü'ndeki Roma - Ceneviz Dönemi kilise kapısı

İnceleme alanı kuzeyindeki Süleymaniye Köyü'nde Roma veya Ceneviz döneminden kalıntı olarak bulunan eski bir kilise veya havranın kemerli giriş kapısında kumtaşlarının kullanıldığı gözlemlenmektedir. Cenevizliler zamanına ait olduğu geçmişten günümüze aktarılan bilgiler ışığında, mimari yapının özellikle duvarlarının ve işlemeli kemerlerinin özgün olarak bugüne kadar ulaştığı, ancak çatı veya kubbesinin olmaması sebebiyle kısmen yıkıntı şeklinde ayakta kalmaya çalıştığı gözlemlenmiştir. Kapının geniş ve yüksek olarak tasarlanmasında ana kapı kemerlerinde kullanılan kumtaşlarının kalınlıklarının geniş seçilmesi ve yine aynı şekilde duvar yapılarının bugüne kadar ayakta kalabilmesinde kumtaşlarının mukavemet özelliklerinin yüksek olması, bugünkü güncel yapılardan farklı olarak taşıyıcı sisteminde ince malzeme kullanılmamış olması yapının günümüze kadar ulaşmasında rol oynayan önemli farklılıklarıdır. Süleymaniye Köyü'nde yer alan bu yapının duvarlarına ait örgü sisteminin detay görünümü Fotoğraf 1.3'te görülmektedir.



Fotoğraf 1.3. ve 1.4. Süleymaniye Köyü'nde kalıntı eski bir kilisenin kumtaşı duvar detay görünümü

Gelibolu ilçe merkezinin bugünkü yerinde M.Ö. I. yy.'daki Roma egemenliği döneminde castrum tarzı bir kalenin olduğu düşünülmektedir (Mango ve Scott,

1997). M.S. V. yy.'dan sonra Bizans hakimiyetine geçen şehrin, XIII. yy. başlarında Latinlerin kontrolüne geçmiş olmasıyla ve tekrar M.1235'te Bizanslıların şehri ele geçirmesiyle farklı medeniyetlerin etkisinde kaldığı bilinmektedir (Emecen, 1996). Osmanlılar'ın Rumeli'ye geçişiyle şehir ele geçirilmiş, Fotoğraf 1.5 ve 1.6'dan da görüldüğü üzere Roma kökenli kale daha sonra zaman içerisinde yenilenmiştir. Gelibolu Kalesi'nin duvar alt kotlarındaki yapı taşları ile üst kotlardaki yapı taşlarının dönem farklılığı görsel olarak da fark edilmektedir. Kalenin alt kotlarında görülen 36-38 cm'lik hatıllı örgünün Bizans dönemine ait olduğu düşünülmektedir (Türker, 2006).



Fotoğraf 1.5. ve 1.6. Gelibolu Kale duvarında yer alan farklı kayaçlar ve kumtaşları Kalenin hemen yanında yer alan tersane havuzunun ise Osmanlı dönemine ait olduğu bilinmektedir. 1391 yılında Yıldırım Beyazıt ilk tersaneyi burada inşa ettirmiştir. Bu iki yapının farklı dönemlerde yapıldığına ilişkin dönem farklılıkları Fotoğraf 1.7 ve 1.8'den görülebilmektedir.



Fotoğraf 1.7. ve 1.8. Gelibolu kale duvarı ile tersanenin havuz duvarının birlikte görünümü

Zaman içerisinde restorasyon geçirmiş kale duvarlarının üst kotlarında kesme küfeki taşlar da kullanılmıştır. Alt kotlarda kumtaşları ağırlıklı olmak üzere, gastrapodlu kayaçlar da yer almaktadır. Gelibolu Kalesi'nde yer alan farklı kayaçlardaki açık koyu renk farklılıkları Fotoğraf 1.9 ve 1.10'da görülmektedir. Ayrışma gösteren kayaçlarda meydana gelmiş kopmalar da malzeme kayıpları olarak görülmektedir.



Fotoğraf 1.9. ve 1.10. Gelibolu Kalesi'nde kullanılan farklı kayaçlar ve bozulmalar

Gelibolu kale burcu duvarında gastropodlu ve kabuklu tortul kayaçlar, tuğla ve renkli kumtaşlarından oluşan almaşık örgü sistemi ile kullanılan farklı kayaçlar, farklı zamanlara ait mimariler, her defasında yenilenen ve tekrar oluşan bozulmalar Fotoğraf 1.11 ve 1.12'de görülmektedir.



Fotoğraf 1.11. ve 1.12. Gastropodlu tortul kayaçların kale burcu duvarlarında kullanımının detay görünümü

Osmanlı Dönemi Mimari Yapıları

1386 yılında Sultan Murad adına Çandarlı Kara Halil Hayreddin Paşa tarafından yaptırılan Ulu Camii en eski yapı olarak bilinmektedir (Kurtman, 1991). Osmanlı Döneminde yapılan ilk namazgahlardan olan Azebler (donanma askerleri) Namazgahı Gelibolu'nun güneydoğusunda Hamzakoy ile Gelibolu arasında deniz kıyısındaki bir tepenin üzerinde yer almaktadır (Tüfekçioğlu, 1998). Bu yapı boğaza hakim bir konumu bulunmaktadır. Kesme taş ve mermer malzeme kullanılarak 1407 yılında Paşa oğlu İskender tarafından yaptırılmıştır (Kurtman, 1991). Cerrahi Hüseyin Camii Gelibolu Çarşı Merkezinde yer alan diğer bir Osmanlı yapısıdır, kubbeli küçük bir mescit olarak inşa edilmiştir. Gelibolu'da bir cami, bir imaret, bir medrese yaptıran II. Murad dönemi vezirlerinden Saruca Paşa'nın türbesi de Gelibolu'da yer almaktadır. İmralı adası fatihi olan Kaptan-ı Derya Ali Baba'nın türbesi ile Sinan Paşa Türbesi de Hamzakoy'da yer almaktadır. II. Bayazıt'ın damadı olan Kaptan-ı Derya Sinan Paşa'nın türbesi Gelibolu'daki türbelerin en büyüğüdür. Hallac-ı Mansur Türbesi, Çilehane, Mevlevihane, Tersane, Telli Çeşme Gelibolu'nun

önemli Osmanlı dönemi yapıları olarak bilinmektedir. Bolayır ve dolaylarını 1354 yılında fetheden komutan Süleyman Paşa'nın türbesi de Bolayır'da Saros Körfezi'ne hakim konumdaki bir tepede bulunmaktadır (Kurtman, 1991).

Osmanlı dönemindeki yapılaşma genel olarak Yıldırım Beyazıt döneminde başlamış olup yapı taşı olarak kumtaşları yanında çok çeşitli volkanik, tortul kayalar da yapılar da yerini almıştır. Fotoğraf 1.13-1.14'ten de izleneceği gibi Gelibolu kalesi yanında yer alan tersanenin havuz duvarlarında ve payandalarında ağırlıklı olarak kumtaşları kullanılmıştır.



Fotoğraf 1.13. ve 1.14. Antik tersanenin kumtaşı kullanılarak örülmüş duvarları

Osmanlı dönemi yapılarından olan kale, tersane, türbe ve camilere ait örneklerde; Gelibolu merkezi, deniz ile ilişkili kale ve tersane havuz duvarlarında, (Fotoğraf 1.13 - 1.14) kırmızı renkli kumtaşlarına rastlanmaktadır.

Hallac-ı Mansur Türbesi beden duvarlarında ise gastrapodlu kabuklu taşlarla tuğla almaşık örgü sisteminde birlikte kullanılmıştır. Almaşık örgü sistemindeki bu yapı taşları kumtaşlarından farklı olarak fosilli maktrali kireçtaşı (küfeki taşı) sınıfında yer almaktadır (Fotoğraf 1.15 ve 1.16).



Fotoğraf 1.15. ve 1.16. Hallac-ı Mansur Türbesi beden duvarlarındaki maktrali kireçtaşları ve gastrapodlu kayaçtan ayrıntılı görünüm

Gelibolu ilçe merkezinde Hamzakoy-Feneraltı plajı mevkiinde park ve bahçe duvarlarında kullanılmış olan kaba yonu taş duvar örgü sisteminde örülmüş kumtaşlarına ait görüntüler yer almaktadır (Fotoğraf 1.17-1.18).



Fotoğraf 1.17. ve 1.18. Hamzakoy – Feneraltı mevkiinde kaba yonu taş duvar örgü sistemindeki kumtaşlarının dizilimi

Kaptan-ı Derya Rumeli Beylerbeyi Sinan Paşa Türbesi beden duvarlarının XVI. yy. başında yapımında küfeki taşlarının (kireçtaşı) kullanıldığı gözlemlenmiştir. Zaman içerisinde oluşan bozulmaların ve malzeme kayıplarının plastik onarımlarla giderilmeye çalışıldığı detay fotoğraftan görülmektedir (Fotoğraf 1.19. ve 1.20).



Fotoğraf 1.19. ve 1.20. Kaptan-ı Derya Rumeli Beylerbeyi Sinan Paşa Türbesi beden duvarlarında küfeki taşlarda yapılan plastik onarımlar

XVII. yy.'da yapımı tamamlanan Gelibolu Mevlevihanesi 1766'daki büyük depremden etkilenmiş, 1767'de III. Mustafa zamanında onarımı gerçekleştirilmiştir. Yapı 1899-1900 yıllarında Sultan II. Abdülhamid tarafından yeniden inşa ettirilmiştir. Sultan II. Abdülhamid dönemindeki bu görünümüyle eklektik bir üslubu yansıtmaktadır (Tanrıkorur, 1996). Ağırlıklı olarak kumtaşlarının kullanıldığı bu yapının çifte merdivenleri ile mahfil katına ulaşılmaktadır (Fotoğraf 1.21 ve 1.22).



Fotoğraf 1.21.-1.22. Kumtaşlarının kullanıldığı Gelibolu Mevlevihanesi ve çifte merdivenlerin detay görünümü

Günümüzde İmralı Adası olarak bilinen adaya ismini vermiş olan Alemdar Ali Baba (Emir Ali) Türbesi XIV. yy. dönemine aittir. Türbenin duvarlarında kesme taş örgü sisteminde volkanik kökenli kayalar yapı taşı olarak kullanılmıştır (Fotoğraf 1.23.).



Fotoğraf 1.23. Emir Ali Paşa Türbesi'nin beden duvarlarındaki kesme taş örgü sisteminde volkanik kayaların kullanımı

Cumhuriyet Dönemi ve Sonrası (Yakın Zaman) Mimari Yapılar

Çalışma alanı Gelibolu yarımadasında jeolojik olarak yer alan “Kumtaşları”, yerel yerleşim noktalarında (köy ve mahalle vd.), mimari yapılarda, geriye doğru 200-300 yıl bazında eski bina, avlu duvarlarında yapı taşları olarak kullanılmış oldukları görülmektedir.

Güneyli Köyü: Saros Körfezi'nin güneyinde yer alan Güneyli Köyü'nün deniz kıyısındaki Orfoz Otel bahçe duvarlarında kullanılmış olan kumtaşları Fotoğraf 1.24 ve 1.25'ten de izleneceği gibi açık bej tonlarından kırmızı tonlara kadar değişen düzgün ve görsel değeri yüksek görüntü vermektedirler.



Fotoğraf 1.24.-1.25. Güneyli Köyü Orfoz Otel duvarlarında kumtaşlarının kullanımı

Yeniköy: Fotoğraf 1.26.-1.27.'de Yeniköy'ün girişinde bir avlu duvarında kumtaşlarının kullanıldığı görülmektedir. Benzer olarak, Fotoğraf 1.28.-1.29.'da avlu duvarlarında kumtaşları daha düzenli olarak yapılandırılmıştır.



Fotoğraf 1.26. ve 1.27. Yeniköy’de bahçe duvar örgüsünde kumtaşı kullanımı ve kumtaşlarının ayrıntılı görünümü

Yeniköy’ün batı çıkışında, kumtaşlarının oluşturduğu temel üzerinde 3-4 metre yüksekliğinde kaba yonu taşı duvar yer almaktadır. Bunun üstünde ise tuğla ile yükseltilmiş ek bir duvar daha bulunmaktadır (Fotoğraf 1.28 -1.29).



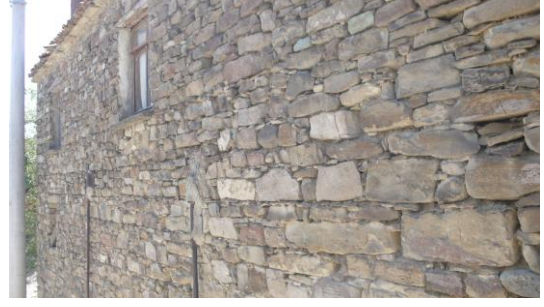
Fotoğraf 1.28. ve 1.29. Yeniköy bahçe duvarlarında kumtaşı kullanımı

Kumtaşlarından ibaret duvar altı temel şeklinde mevcut olan eski bahçe duvarının üst kotundan itibaren güncel malzemelerle yükseltilerek tamamlanmasıyla yapının ahır olarak kullanımı sağlanmıştır (Fotoğraf 1.30 -1.31).



Fotoğraf 1.30. ve 1.31. Kumtaşlarından örülü duvarların temel olarak kullanımı

Fındıklı Köyü: Yerel yapılaşmalarda hem bahçe duvarlarında hem köy evlerinde bir bütünlük sağlayacak şekilde aynı renk taşların kullanımı dikkat çekmektedir. Fotoğraf 1.32-1.33’te de görüleceği üzere Fındıklı Köyü’nde benzer şekilde uygulamalara rastlamak mümkündür.



Fotoğraf 1.32. ve 1.33. Fındıklı Köyü ev ve bahçe duvarlarında kumtaşlarının kullanımı

Burgaz (Değirmendüzü) Köyü: Burgaz Köyü ev ve bahçe duvarlarındaki, kumtaşlarından örülü duvarların zaman içerisinde aşınma veya kopmalara bağlı olarak, ihtiyaç duyulan bölgelere farklı geometri ve boyutlardaki taşlarla yapılan takviyeler Fotoğraf 1.35’te detaylı olarak görülmektedir.



Fotoğraf 1.34. ve 1.35. Burgaz Köyü değişik boyutlardaki kumtaşlarının ev duvarlarında dizilimi

Karainebeyli Köyü: Fotoğraf 1.36.-1.37.’den de izleneceği gibi oldukça eski 90-100 yıllık evin cephelerinde yapılan güncel müdahaleler doğrudan görünümüne etki etmiştir. Geleneksel malzemelerin yerini yeni malzemeler almaktadır.



Fotoğraf 1.36. ve 1.37. Karainebeyli Köyü’nde eski yapılarda kullanılan kumtaşları Karainebeyli Köyü’nde yapılara zaman içerisinde yapılan beton lento ve briket düzenlemeleri şeklindeki müdahaleler ayrıntılı olarak görülebilmektedir. Ayrıca harman tuğlalarının kirpi saçak olarak kullanımı, çimento sıvalarla zaman içerisinde

yapıya yapılan müdahaleler ile farklı renk ve ebattaki kumtaşlarının kullanımındaki detaylar görülebilmektedir (Fotoğraf 1.38 – 1.39).



Fotoğraf 1.38. ve 1.39. Farklı renk ve ebattardaki kumtaşlarının kullanımı

Beşyol Köyü: Kumtaşlarının 90-100 yıllık eski köy evlerindeki kullanımları Fotoğraf 1.40’ta görülmektedir.



Fotoğraf 1.40. Beşyol Köyü’nde kumtaşlarının kullanıldığı eski evler

Evreşe (Kadıköy) Beldesi: Belde girişinde yol kenarlarında eski yapılara ait bahçe duvarlarında kumtaşlarının kullanımı Fotoğraf 1.41.’de görülmektedir. Fotoğraf 1.42’den görüleceği üzere kumtaşları yapıda gerek taşıyıcı sistemde gerekse de duvarlarda kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır.



Fotoğraf 1.41. ve 1.42. Evreşe’de renkli kumtaşlarından örülmüş bahçe duvarları.

Beşyol Köyü’ndeki yapılara benzer eski yapılarda da fotoğraf 1.43. ve 1.45.’ ten de izleneceği gibi, kumtaşlarının kullanıldığı yapıların duvarlarının yüzeyinin bazılarında kireç badanalı olduğu, bazılarının ise boyasız olduğu görülmektedir. Boyasız doğal haliyle olan kumtaşlarının mevcut görüntüsünün farkındalık yarattığı aşikardır. Evreşe Beldesi’ndeki evlerin duvarlarındaki tuğla ve kumtaşları eski uygulamalar, pencereler ise yeni müdahaleler olarak dikkat çekmektedir, kumtaşlarının renk ve görsel değeri oldukça etkindir (Fotoğraf 1.43-1.44-1.45).



Fotoğraf 1.43. ve 1.44. Evreşe Beldesi’nde kumtaşlarından yapılmış olan evlerin duvarlarındaki renk çeşitliliği ve detay görünümü

Kumtaşlarının bahçe duvarlarında lento olarak kullanımının detayı ise Fotoğraf 1.46’da görülebilmektedir. Kumtaşları bahçe duvarlarının pencere üst kotlarında yatay düzlemde lento olarak taşıyıcı eleman görevi yapmaktadır. Eğilme dayanımının oldukça yüksek olması kumtaşlarının bu tür açıklıklarda kullanımına olanak tanımıştır.



Fotoğraf 1.45. ve 1.46. Kumtaşlarından örülmüş duvarların boyasız kullanımı ile kireç badanalı kullanımının görünüşü ve bahçe duvarlarındaki lento olarak kullanımı

Fotoğraf 1.47 ve 1.48’de ise bahçe içerisindeki eski tuvalet yapısının yıkıntı duvarlarında kumtaşlarının kullandığı görülmektedir. Kalıntı haldeki duvar örgü elemanı olarak hala iklimsel çevre koşullarına maruz kalmasına rağmen sağlam görünümde olması kumtaşlarının basınç ve çekme dayanımlarının yüksek olduğunun göstergesidir.



Fotoğraf 1.47. ve 1.48. Kumtaşlarının eski tuvalet duvarlarının örgüsünde kullanımı

Bayramiç Köyü: Evreşe Beldesi’ndeki kumtaşlarına benzer görsel değerinin en yüksek seviyeye yükseldiği yapılarda dikkat çeken özellik ise görselliğin en üst düzeyde olmasıdır. Eski yapılara niteliksiz müdahalelerde bulunulmadığı ve özgünlüğünün korunduğu durumlarda görsel olarak daha üst seviyede bulunurlar (Fotoğraf 1.49).



Fotoğraf 1.49. Kumtaşlarından yapılmış çift katlı evin güney ve batı cepheleri

Güney ve batı cepheleri güneş ışığı aldığı için doğu ve kuzey cephelerinden farklı olarak sıvasızdır. Ancak doğu ve kuzey cepheleri kış mevsim şartları doğrultusunda ve ısı kaybının önlenmesi bakımından sıvalı durumdadır (Fotoğraf 1.50-1.52-1.53). Fotoğraf 1.51’de görülen üst kata çıkışta kullanılan merdiven basamakları ve Fotoğraf 1.53’te görülen avlu döşemeleri de kumtaşları kullanılarak inşa edilmiştir.



Foto. 1.50.-1.51. Yapının güney cephesi ve doğu cephesindeki merdiven basamakları



Fotoğraf 1.52. Batı cephe görünüşü



Fotoğraf 1.53. Doğu cephe görünüşü

Aynı evin avlusunda yer alan bahçe duvarları fotoğraf 1.55'te, bahçe avlusunun doğusunda yer alan depo olarak kullanıldığı belirtilen yapı ise fotoğraf 1.54'te izlenmektedir.



Fotoğraf 1.54. ve 1.55. Kumtaşlarından yapılmış komşu parseldeki yapılar

Bayramiç Köyü'ndeki bir başka evin avlusunun dışından, içinden ve avlu içerisindeki yapıda kumtaşlarının kullanımı Fotoğraf 1.56 - 1.57 - 1.58 - 1.59 - 1.60 ve 1.61'de görülmektedir.



Fotoğraf 1.56. ve 1.57. Çatısı çökmüş olduğu dışarıdan görülen yapının duvar kesiti ve kapı boşluğu üst kotunda yer alan ahşap lento detayı.



Fotoğraf 1.58. ve 1.59. Avlu içerisinde bulunan çift katlı evin odasından çatı detayı görünüşü.

Avlu içinde yer alan yapıların taşıyıcı duvarlarında yapı taşı elemanlarının yatay ve düşey ekseninde taşıyıcı sistem elemanı olarak kullanımı dikkat çekmektedir (Fotoğraf 1.60). Avlu ortasında yer alan ocağın döşeme taşında kumtaşlarının kullanımı Fotoğraf 1.61’de görülmektedir.



Fotoğraf 1.60. ve 1.61. Basınca ve çekmeye birlikte çalışan kumtaşlarının dizilimi

Köy meydanına yakın noktada bulunan ve terk edilmiş vaziyetteki yapılar çatılarının çökmüş olması, bakımlarının yapılmamış olmasından dolayı harap durumdadırlar (Foto. 1.62–1.64 ve 1.65). Ancak Fotoğraf 1.63’teki duvar kesitinden de görüleceği üzere kumtaşlarında önemli bir bozulma yoktur (Fotoğraf 1.63).



Foto. 1.62.-1.63. Çatısı çökmüş durumdaki yapının üstten görünüşü ile duvar kesiti



Fotoğraf 1.64. ve 1.65. Yapı ve bahçe duvarlarında kullanılan renkli kumtaşları

Kumtaşlarının Fotoğraf 1.66.'daki gibi kayrak yapılara sahip yol döşemeleri şeklinde kullanımları izlenmektedir. Ayrıca gerek yapıların taşıyıcı duvarlarında ve duvar altı temellerinde, gerekse de bahçe duvarlarındaki farklı renkleriyle kullanımlarıyla geniş bir yelpazede kullanım alanı görülmektedir (Fotoğraf 1.66 – 1.67).



Foto. 1.66.-1.67. Kumtaşının yol döşemesinde ve duvarda farklı renklerle kullanımı

1.4. ÖNCEDEDEN YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

Gelibolu Yarımadası, Çanakkale Boğazı'nın stratejik coğrafi konumu nedeniyle asırlar boyunca önem arz etmiş ve boğaza hakim olan güçler bölgeyi kontrol altında tutabilmek için boğazın savunmasına önem vermişlerdir. Geçmişten günümüze dek tüm medeniyetlerde Çanakkale Boğazı'nda çeşitli savunma yapıları inşa edilmiştir. Bu yapılar, askeri teknolojinin gelişimine, yapım tekniklerine ve dönem özelliklerine göre farklı şekillerde ortaya çıkmıştır. Bölgeye hakim noktalara savunma yapıları, yerleşim merkezlerine de dini ve sosyal amaçlı büyük yapılar inşa edilmiştir. Gelibolu ilçe merkezinde özellikle XIV. yüzyıldan XX. yüzyıl başlarına kadar inşa edilmiş dini ve sosyal amaçlı binaların çok büyük bir kısmı I. Dünya Savaşı'ndan ve depremlerden büyük zarar görmüştür. XVII. asırda Evliya Çelebi 164 tane cami, mescit, tekke ve zaviyenin varlığını işaret etmiştir ancak bu eserlerin çoğu yok olmuştur (Acıoğlu, 2012).

1.4.1. Mimari Açından Yapılan Çalışmalar

Mevcut bulgular doğrultusunda, Gelibolu, Çanakkale Boğazı'nın Avrupa yakasında, yarımadanın güneydoğusunda bulunan bir liman şehridir. Şehrin ilk önce ne zaman ve kimler tarafından kurulduğu kesin olarak bilinmemekle birlikte, M.Ö. I. bin içerisinde burada ilk yerleşimin olduğu kabul edilir (Uysal, 2008). Yerleşimin ilk adının "critote" olduğu bilinmektedir (İrdesel, 1998). Bugünkü kullanılan ismi "Kallipolis" veya "Gallipolis"den kökenlenmektedir. Şehir, "Hellespontus (Çanakkale)" Boğazı üzerinde yer alan Abydos, Sestos gibi antik şehirler M.Ö. 480'deki ve M.Ö. 479-449 arasındaki Pers akınlarına, M.Ö. IV. yüzyılda Büyük İskender'in işgaline, M.Ö. III. yüzyılda Selevkosların ve Bergama Krallığı'nın egemenliklerine girmiştir (Kurtoğlu, 1938). M.Ö. I. yüzyılda kesin olarak Roma egemenliğine giren şehrin şimdiki yerinde castrum tarzı bir kalenin mevcut olduğu düşünülmektedir. M.S. III. yüzyılda Gotların saldırısına uğrayan Gelibolu, M.S. V. yüzyılda Hun İmparatoru Attila tarafından ele geçirilmiştir (Mango ve Scott, 1997). M.S. VII. ve VIII. yüzyıllarda Arap akınlarına uğrayan şehir, M.S. 395'ten itibaren Bizans'ın kontrolüne geçmiştir. M.S. 1204'te Latinlerin kontrolüne geçen şehir M.S. 1235'te Bizanslılar tarafından tekrar kontrol altına alınır (Emecen, 1996). Lysimahia, Cardia, Aegos Potami, Aphrdisi, Gelibolu ve yöresinde bulunan eski kentlerdir (Ercan, M.A). Bizans döneminde şehrin kalesinin genişletilmiş ve güçlendirilmiş olduğu

düşünülmektedir. Bu dönemden günümüze sadece iç kaleye ait duvar parçaları kalmıştır. Bugün iç kalenin batı duvarının alt kısımlarında görülen 36-38 cm.lik taşlardan oluşan hatıllı örgü sisteminin Bizans devrinden kaldığı düşünülmektedir. Kalenin bu bölümü kareye yakın bir plan ortaya koymakta ve üzerinde Bizans devrinden XX. yüzyıla kadar izler taşımaktadır (Çaylak, 2006). Gelibolu ve çevresinin Türklerle tanışması, Anadolu'dan gelen müslüman gruplardan önce, Doğu Avrupa'dan inen Hunlar ve halefleriyle gerçekleşmiştir. Özellikle XIV. yy. başlarından fethe kadar geçen süre zarfında Karasioğulları, Saruhanoğulları ve bilhassa Aydınoğlu Umur Bey tarafından defalarca Gelibolu yarımadası ve Trakya'ya yönelik akınlarda bulunulmuştur (Emecen, 1996). XV. yüzyıla gelindiğinde bölgede Maydos, Ganos, Hora, Mürefte, Kirte, Eksamil, Milan, Ereklitza, Kerasye, İsterne, Platnos ve Peristakion gibi Türklerden önceki Bizans ve Bizans öncesi yerleşmelerin halen mevcut olduğu bilinmektedir (Ercan, M.A). Gelibolu 1-2 Mart 1354 günü Gazi Süleyman Paşa tarafından fethedilerek Osmanlı topraklarına katılmıştır (İnalcık, 2008). 13 Ağustos 1366'da Haçlılar tarafından ele geçirilip (Kurtoğlu, 1938) Bizans kontrolüne verilmiş, 3 Eylül 1376'da ise yeniden Osmanlı Devleti idaresine katılmıştır (İnalcık, 2008). Şehir kısa zamanda Osmanlılar'ın başlıca deniz üssü ve kaptan-ı deryalık merkezi olmuş, askeri öneminin yanında ticari canlılığı sayesinde hızla gelişmiştir. Osmanlılar'ın ilk tersanelerinden birinin Yıldırım Bayezid döneminde burada kurulduğu düşünülmektedir (Uzunçarşılı,1988 ve Akdemir, 2008). Gelibolu Kalesi, Lapseki Kalesi, Kilitbahir Kalesi, Çimenlik Kalesi, Seddülbahir Kalesi, Kumkale Kalesi, Bigalı Kalesi, Çamburnu Kalesi, Köseburnu Kalesi, Bolayır Merkez Tabya, Bolayır Ay Tabya, Bolayır Yıldız Tabyası, Değirmenburnu Tabyası, Namazgah Tabyası, Ertuğrul Tabyası, Rumeli Hamidiye Tabyası, Rumeli Mecidiye Tabyası inşa edilmiş önemli savunma yapılarıdır (Acıoğlu, 2012).

M.1385'te inşa edilen Ulu Cami M.1677'de ve M.1889'da onarılmıştır. Cami, M.1889'daki onarımda tümüyle yenilenerek bugünkü görünümünü kazanmıştır. Azebler Namazgahı (M.1407), türünün en güzel örneklerinden birisi olarak halen ayaktaadır. İlk biçimiyle de tek kubbeli bir yapı olması gereken Sofuca Halil Mescidi (XV. yy.ın ilk yarısı) ve Yazıcızade Mescidi de tümüyle yenilenmiştir. Her iki yapı da bugün cami olarak kullanılmaktadır. Başlangıçta kare planlı ve tek kubbeli olarak tasarlandığı düşünülen Kadı İskelesi (Buhuri) Camii H.965 / M.1557-58 yılında

yaptırılmıştır. Cerrah Hüseyin Mescidi (H.983/M.1575-76) de aynı dönem özelliklerini yansıtmaktadır (Acıoğlu, 2012).

Hamamlardan Saruca Paşa Çifte Hamamı, Şengül (Çandarlı Kara Halil Paşa) Hamamı, Yakub Bey Hamamı, Kasap Hamamı, Pazar Hamamı ve Has Ahmet Bey Hamamı günümüze kadar gelebilmiştir ancak bunların da çoğu harap durumdadır. Saruca Paşa hamamı çifte hamam düzeninde olup, örtü sistemindeki zenginlikle dikkat çekmektedir (Acıoğlu, 2012).

Gelibolu'da birçok çeşme de bulunmaktadır. Bunların en eskisi H.853 / M.1449 tarihli olup, Eken Çeşmesi adıyla bilinen eserdir. Mimari bakımdan en gösterişli olan eser, 1725'te Kaymak Mustafa Paşa'nın yaptırdığı Telli Çeşme'dir (Acıoğlu, 2012).

XVI. yüzyıl arşiv kayıtlarına göre Gelibolu'da on kervansaray bulunmaktadır. Ancak bunlardan hiçbiri günümüze ulaşmamıştır (Acıoğlu, 2012). Eski adı Kiliseli olan Süleymaniye Köyü'nde tespit edilen han kalıntısı, bu türden en kayda değer binadır (Fotoğraf 1.68.). Gelibolu, Bolayır ve Kavak'ta yer alan kervansarayların tamamı yıkılmalarına rağmen, Süleymaniye'deki kervansaray ayakta kalabilmiştir.



Fotoğraf 1.68. Süleymaniye Köyü'nde han kalıntısı (Sezgin, İ. 1998)

Enine dikdörtgen bir ön mekanın gerisinde, ayaklara atılmış kemerlerle bölünmüş iki sahnalı barınak bölümünden oluşan hanın tipi XIV.-XV. yüzyılda Beylikler devri için çok karakteristik olup, İstanbul'un fethinden önce Osmanlıların Bursa-Gelibolu-

Edirne yolunun menzillerinden birisi olduğu düşünölmektedir. Hanın giriş bölümü zaman içerisinde yıkılmıştır. Hanın XIV. yy. sonu veya XV. yy. ilk yarısında Yakut Paşa tarafından yaptırıldığı düşünölmektedir (Sezgin, 1998). Yakut Paşa, Yıldırım Bayezid'in oğlu Emir Süleyman'ın lalasıdır (Gökbilgin, 1952). Hanın yanında eskiden bir de hamamın bulunduğu, ayrıca Süleymaniye'nin girişindeki tarihi tekkenin de yıkıldığı söylenmektedir (Uysal, 2008).

1.4.2. Yarımada ve Civarının Jeolojik Araştırmaları

Gelibolu Yarımadası jeolojik olarak kuzeyde Ganos fayı ve bu fayın Saros Körfezi'ndeki güneybatıya doğru uzanan kısmı ile belirgindir. Yarımada kuzeydoğu-güneybatı yönlü uzanan monoklinal bir kıvrım yapısına sahiptir. Yarımada genelinde hakim konumda bulunan monoklinal kıvrım ekseninin ön kesiminde dikleşen ve hatta devrik duran kanattaki kuzeybatı kesim ters faylanması, güneydoğu blok üzerine doğru hareket etmiştir. Yarımada'nın ana yapısı bu monoklinal kıvrım ile ters faydır. Ortaköy-Şarköy-Mürefte kuzeyinde eksenleri kuzeydoğu güneybatı yönlü uzanan ofiyolit yüzlekleri mevcuttur. Bu yüzlekler, önceki çalışmalarda faylarla yükselmiş horstlar halindeki temel yüzlekleri olarak yorumlanmışlardır. Halbuki bu yüzlekler alt Eosen-Oligosen çökme döneminde çökeller arasına tektonikle ve çekim kaymasıyla yerleşmiş bloklardır. Ortaköy kuzeyindeki ofiyolit yüzleklerinin Miyosen çökelleri ile dokanağında kuzeydoğu güneybatı yönlü faylar mevcuttur. Gelibolu Yarımadasında üç ayrı çökme istifi mevcut olup, üstteki Orta Eosen-Oligosen ve Miyosen çökme istifleri Trakya havzasındakilerle korole olmasına rağmen en alttaki Üst Kretase-Alt Eosen çökme istifi Trakya havzası ile korole değildir (Saner, 1985).

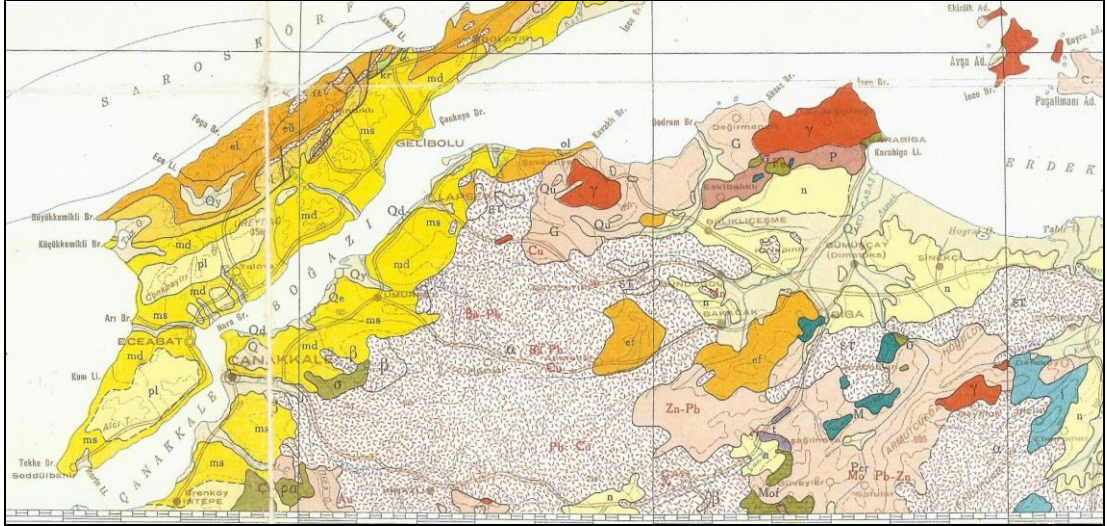
Üst Kretase-Alt Eosen İstifi: Gelibolu Yarımadasının dik falezli kuzeybatı sahilinde en altta Üst Kretase yaşlı Lört kireçtaşı yüzeyler bulunur. Lört kireçtaşı üzerinde yuvarlak çakıllı fakat kaotik olan 60 m. kalınlıktaki çakıltası tabakasıyla başlayan Paleosen- Alt Eosen yaşlı Karaağaç formasyonunun fliş tipi çökelleri mevcuttur. Bu fliş benzeri çökeller, tekrarlanan denizaltı yelpazelerinin kumtaşı, şeyl ve çakıltası tabakalarından ibarettir. Fliş benzeri birimin üst kesimi tanelerinin küçölmesiyle silttaşı ve marndan oluşan başka bir birime geçilir. Prodelta çökeli olan bu birim üzerinde ise yalın regresif kumtaşlarından oluşan Karaburun üyesi yer alır. Daha

üstteki kırmızı çamurtaşı ile arasındaki kumtaşı ve çakıltası merceklerinden oluşan fluviyal Fıçitepe formasyonu ile en alttaki çökel istifini tamamlanır (Saner, 1985).

Orta Eosen-Oligosen İstifi: Üst Kretase-Alt Eosen çökel döneminin en üst birimi üzerine Orta Eosen transgresyonu ile Trakya havzasındaki istife benzer bir istifin çökeli başlanmaktadır. Saros Körfezi kuzeyindeki Mecidiye kireçtaşı karşın Gelibolu Yarımadası'nda bazen resifal bazen kumlu özellikteki Tayfur kireçtaşı, istifin transgresif en alt kesiminde yer alır. Kireçtaşı çökeli sonrası daha üstte denizin derinleşmesiyle çökelmiş olan fliş benzeri Burgaz formasyonunda volkanik ara katkılar yer alır. Burgaz formasyonunun üst kesimine doğru silttaşı ve marn fazlalaşırken kumlu katmanlar azalmaktadır. Prodelta ortamına ait bu çökeller üzerinde ise üste doğru kum taneleri artan ve irileşen, kömür katkılı deltayik özellikte olan Anafartalar formasyonu yer almaktadır. Bu ikinci çökelleme dönemi de en üstte yer alan fluviyal Armutburnu formasyonu ile tamamlanır (Saner, 1985).

Miyosen-Pliyosen İstifi: Eceabat formasyonu olarak bilinen 700-1400 m lik denizel kesim, Armutburnu fluviyal çökelleri üzerinde yer alarak iyi boylanmış, sarı renkli, fazla sıkılaşmamış, gevşek özellikteki transgresif Pırnalı üyesi kumtaşlarıyla başlar. Gelibolu Yarımadası'nda her ne kadar altındaki birim üzerinde geçişli görünse de Şarköy kuzeyindeki eski aşınma yüzeyleri üzerinde açısal uyumsuz olarak yer alır. Bu birim Mürefte yöresinde ince linyit katmanları içerir. İstifin orta seviyelerindeki Kilitbahir üyesinde şeyl miktarında artış görülürken, en üstte yer alan Alçitepe üyesi ise regresif kumtaşları ile tamamlanır. Denizel Eceabat formasyonunun en alt kesimi transgresif kumtaşlarından, orta kesimi gelgit arası ve gelgit altı çökellerinden en üst kesimi de regresif kumtaşlarından ibarettir. Miyo-Pliyosen istifinin üst kesimi ise fluviyal Conkbayırı formasyonu ile tamamlanır. İçerisinde kaotik çakıltalarının çok olduğu bu birimde, suyla taşınmalı alüvyon yelpazesi çökelleri hakim durumdadır. Döküntü akması şeklindeki yelpaze çökelleri de mevcuttur (Saner, 1985).

1/500.000 ölçekli jeolojik haritada Gelibolu yarımadası Şekil 1.3.'te izleneceği gibi, orta ve üst eosen yaşlı fliş özellikli kumtaşları, açık kahve renkli, bu seviyenin üzerine gelen ms (sarmasiyen pliosen) ile md (miyosen) birlikte yer almaktadır. Eosen kumtaşlarını kesen (α) volkanik andezitik ve bazik damarlar yüzeylenir. Bu eosen kumtaşları altında yer alan üst kretase yaşlı (mesozoyik) kireçtaşları ise Kanak Limanı temelini oluşturur. Aynı eosen yaşlı kumtaşları, Şarköy, Mürefte ve Marmara Denizi'ne kadar devam etmekte olup, (ρ) serpantin-peridotitler ile dokanaklıdır.



Şekil 1.3. 1/500.000 Ölçekli Jeoloji Haritası (MTA-1964)

Beyçayır (Lapseki-Çanakkale) mermerlerinin jeolojik etüd ve mermer potansiyelinin araştırmasında bölgede, temelde bol fosilli rekristalize mesozoyik yaşlı mermerler ile buna uyumsuz olarak tersiyer yaşlı andezitik tüfler ve en üst seviyede volkanik sedimanterler yer almaktadır (Uz, Esenli, Bacak, 2008).

Gelibolu Yarımadası, Şarköy (Tekirdağ) alçıtaşı zuhurlarının jeolojik seviyeleri, temelde mesozoyik kireçtaşları ve tersiyer tortulları (eosen kumtaşları) 5 km'lik bir istif oluşturmaktadır. Şarköy-Mürefte hattında farklı olarak üst kretase yaşlı ofiyolitik melanj topluluğu orta eosen-oligosen istiflerin temelinde yer alır. Alçıtaşı, eosen üzerine uyumsuz olarak gelen miyosen acı ve tatlı su ortamlarının yer aldığı kumtaşlarının üzerinde kömür ve alçıtaşı seviyeleri yer alır. Üst miyosen yaşlı Alçitepe formasyonu, Çanakkale Boğazı Alçitepe - Eceabat'tan başlayarak doğuya doğru Şarköy - Mürefte hattına kadar devam etmektedir (Uz, Arıoğlu, Esenli, 1991).

Gelibolu Yarımadası, Fındıklı – Yeniköy bölgesinde yer alan volkaniklerdeki zeolitleşmenin tespitinde, Gelibolu Yarımadası'nın kuzeyindeki Burgaz-Yeniköy-Fındıklı civarında eosen yaşlı dasitik volkanik tüflerdeki zeolitleşmede hoylandit, klinoptilolit, mordonit, analsim mineral türleri tanımlanmıştır (Yavuz, Esenli, Uz, Kumbasar, Yanık, 2005).

Gelibolu yarımadasının orta bölümünün stratigrafik istifi, sedimanter fasiyesleri ve tektonik evriminin araştırıldığı Kuzeybatı Anadolu inceleme alanında, aşınma evreleriyle ayrılan beş tortul istif bulunur. Temelde genç kretase-paleosen (pelajik kçt) yer alırken sırasıyla erken eosen tortulları, orta-geç eosen ve oligosen tortulları, denizel-karasal geç miyosen tortullar ve karasal geç pliyosen tortullar ile tamamlanır.

Yarımadadaki mesozoyik ve tersiyer yaşlı kayaç birimleri 5000 m. kalınlıktadır (Önal, 1986).

Gelibolu Yarımadası eosen formasyonları nanoplankton biyostratigrafisinde çalışma alanı Gelibolu Yarımadası Saros Körfezidir. Kömür ve petrol amaçlı yapılan çeşitli araştırmalar bulunmaktadır. Yörede çakıltası, kumtaşı, miltaşı, çamurtaşı ve kireçtaşı gibi sedimanter kayaç birimleri yer alır. Ayrıca dasit, andezit, bazalt türevi tüfit oluşumlara rastlanmaktadır. Bölgede üst kretase, üst miyosen yaşlı formasyonlar mevcuttur. Tersiyer-nanoplankton sistemlerinin ağırlıklı olduğu bir araştırmadır (Toker ve Erkan).

Güneybatı Trakya yöresi eosen çökellerinin stratigrafisinde çalışma alanı, Gelibolu yarımadası ve Saros Körfezi'nin kuzeyinde Marmara Denizi'nin kuzeybatısında yer alır. Güneybatı Trakya'daki kayaçlar üst kretase – miyosen yaş aralığında yüzeylenmektedir. Bölgedeki eosen çökellerinin stratigrafik özelliklerinin tespiti irdelenmiştir. Tersiyerin temelinde yerleşme yaşı maestrihtiyen (üst kretase) öncesindeki ofiyolitli karışık ile maestrihtiyen-paleosen kireçtaşı yer alır. Tersiyerde tabakasız çamurtaşı, üste doğru kalınlaşan kumtaşı dizileri (Karaağaç Limanı formasyonu) ile delta çökelleri (Koyun Limanı formasyonu) yer almaktadır. Türkiye'nin güneybatısında en eski birim olan ofiyolit-melanj tersiyer havzasının temelini oluşturur (Sümengen, Terlemez, 1991). Ofiyolit-melanj; serpantinit, fillit, diyorit, metadolerit, metaşist, glokofanşistler, spilit, rekristalize kireçtaşı gibi farklı ortamları temsil eden kaya türlerinden meydana gelir (Şentürk ve Okay, 1984).

Trakya bir bütün olarak ele alındığında, kuzeydoğusunda Istranca masifini oluşturan metamorfiteer temeldir. Masifin güneyinde ise kalınlığı fazla olmayan Tersiyer çökelleri mevcuttur. Trakya'nın güneybatısında ise kalınlığı 7000 m yi aşan Tersiyer çökelleri bulunmaktadır. Bu yörede Eosen-Miyosen kaya türlerinin ilişkileri ve tüm fasiyesleri belirgindir, Ergene havzasının bulunduğu iç bölümlerde ise tamamen genç pliyosen çökeller yer almaktadır. Tersiyer havzasının temelini oluşturan eosen ve oligosen yaştaki kaya türleri çeşitli fasiyesler sunmaktadır. Miyosen yaştaki çökeller ise alttaki birimler ile uyumsuzdur. En alt tabakada 500 m kalınlıktaki miltaşı, kiltası, çakıltası ardalanması; üst tabakada 150-250 m kalınlıkta kumtaşı, miltaşı ve kiltası ardalanması; bunun üzerinde ise 90 m kalınlıkla miltaşı, kiltası, kumtaşı ardalanmalı bir birim ve en üst tabakada ise 220 m kalınlıktaki kumlu kireçtaşı, mikası, kumtaşı, maktralı ve oolitik kireçtaşı ardalanması gözlenmiştir (Sümengen, Terlemez, 1991).

2. GELİBOLU YARIMADASI JEOLJİK İNCELEMESİ

2.1. GELİBOLU YARIMADASI BÖLGESEL JEOLJİSİ

Çalışma alanı Gelibolu yarımadasının orta ve kuzey kesimleri, Kadıköy (Evreşe)-Bolayır-Gelibolu-Burhanlı-Tayfur poligonu içinde ve yaklaşık 500 km²'lik bir yüzeye sahiptir. Saha çalışmaları, 1/25.000 ölçekli Çanakkale H16-b2, H16-b3, H16-b4, H17-a1, H17-a2, H17-a4, G17-c1, G17-c2, G17-c3, G17-c4, G17-d2, G17-d3 nolu paftalarının oluşturduğu alan içinde sürdürülmüştür.



Şekil 2.1. 1/25.000 Topoğrafya haritasında inceleme alanı (Boğaziçi Üni. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü)

Gelibolu Yarımadası'nın orta ve kuzey kesimlerinde 12 pafta üzerinde jeolojik çalışmalarda kumtaşlarının saha özellikleri ayrıntılı olarak ortaya konmuştur. Bu

amaçla 30 inceleme noktasında GPS koordinatları (Şekil 2.1. ve Çizelge 2.1.) alınmış, ayrıca 24 adet petrografik ve teknolojik örnekler alınmış, tabakalaşma ve çatlak sistemlerine dair ölçümler yapılarak jeolojik harita tamamlanmıştır. Bunlara ek olarak kumtaşlarının yapısal ve tektonik özelliklerinin belirlenmesine yönelik jeolojik enine kesitlerle ve fotoğraflarla tespitler yapılmıştır.

Çizelge 2.1. Çalışma alanı arazi inceleme GPS nokta koordinatları ve mevkiileri

GPS No	Yeri	x/y Koordinat z: Kot	Formasyon-Tabaka-Örnek
1	Güneyli Sahili	x: 73900	Bej / Sarı - Örnek Yok
		y: 84376	
		z: 13 m	
2	Yeniköy'e 3 km doğu girişi	x: 66911	Tabakalı, [Örnek 1] N/165-12° SW
		y: 80346	
		z: 142 m	
3	Yeniköy batı çıkışı	x: 65340	Tabakalı, kayraklı zon N/240-20° S - Örnek yok
		y: 79948	
		z: 207 m	
4	Gençler Çeşmesi mevkiinde çeşmeye 150 m mesafede	x: 65106	Kayraklı zon, masif blok taş, [Örnek 2] eğim 50-60° S
		y: 79204	
		z: 204 m	
5	Kavaklı Köyü girişi	x: 66244	Masif zon, [Örnek 3]
		y: 77706	
		z: 176 m	
6	Yeniköy-Kavaklı-Fındıklı üçgeninde yol ayrımında	x: 64803	[Örnek 4]
		y: 78104	
		z: 191 m	
7	Fındıklı Köyü öncesi Karanlık Dere girişi	x: 63908	[Örnek 5] N 20 E - 35°S, killi zonlar ardalımalı, gri-yeşil killi
		y: 77526	
		z: 155 m	
8	Karanlık Dere mevki	x: 62740	Tabakalı, [Örnek 6] N/140-30° S, masif 30-40 m'lik kalın tabakalar halinde
		y: 76572	
		z: 155 m	
9	Fındıklı Köyü ile Kömürlimanı arasında Denizçeşme mevki	x: 59772	Örnek yok
		y: 78002	
		z: 228 m	
10	Kömürlimanı yolunda	x: 59632	Gri-sarı renkte [Örnek 7]
		y: 78338	
		z: 230 m	
11	Kömürlimanı mevki girişinde	x: 59031	Ayrışmış kırıntılı, numune alınmadı, ince laminalı, tabaka N 55 E - 48° SE, örnek yok
		y: 78878	
		z: 130 m	
12	Kömürlimanı plajı	x: 58596	[Örnek 8]
		y: 78660	
		z: 2 m	
13	Fındıklı - manastır çeşme yolunda	x: 62651	Yeşil masif, ayrışmamış, yeşil gri bloklar, ara zonlar halinde ayrışmış zonlar, [Örnek 9], 100 m sonrasında taş ocağından [Örnek 10]
		y: 75121	
		z: 94 m	
14	Koca Dere - Kapaklı Tepe arası mevki yol kenarı mostra	x: 62919	Farklı taneli, yeşil gri renkli, [Örnek 11]
		y: 74483	
		z: 81 m	
15	Münipbey Deresi mevki	x: 67858	Sadece petrografik örnek yeşil-bej [Örnek 12], Blok örnek yok
		y: 73771	
		z: 126 m	

16	Münipbey Deresi dönüşü Kocadere/Kapaklı tepe arası mevkii karşısı	x: 63100 y: 74533 z: 185 m	Açık bej, gri karışımı masif, bloklu ocak olarak çalışmış-kapatılmış, kalın tabakalı [Örnek 13]
17	Fındıklı-Değirmendüzü yolunda(Burgaz'a) Dakbaba Dağından inişte	x: 60178 y: 74144 z: 193 m	Yeşil killi ince tabakalı, örnek yok
18	Değirmendüzüne 1 km mesafede çeşme mevkii	x: 59202 y: 73923 z: 136 m	[Örnek 14] nolu örnek çeşme yanından sarı renkli
19	Tayfur köyüne/göletine 2 km mesafede Sarıtaş Tepesi eteği yolun sağı	x: 56254 y: 72968 z: 173 m	Üst seviyelerde Sarıtaş Tepesi, alt seviyeler killi zon Tayfur göleti, [Örnek 15]
20	Tayfürköy çıkışı Peyniralan mevkii	x: 54717 y: 71225 z: 122 m	Ayrışmış ve tabakalı kumtaşı, N 55 E / 40°SE ve killi seviyeler, örnek yok
21	Arapyeri-Aslantekke Tepeleri Karainebeyli Köyü 2 km kuzeyinde	x: 51848 y: 67824 z: 111 m	Kumtaşı bej-sarı renkli , [Örnek 16]
22	Karainebeyli Köyü güneyi Kızılyerler mevkii	x: 49839 y: 64443 z: 64 m	Kumtaşı, [Örnek 17]
23	Hırlıçeşme mevkii	x: 48675 y: 63848 z: 51 m	Kumtaşı, sarımsı, bloklu kmt, [Örnek 18]
24	Beşyol Köyü- Ece Limanı yolunda Değirmen mevkii	x: 44580 y: 65170 z: 45 m	Kayraklı kumtaşı, tabaka N 105 / 32°SW, örnek yok
25	Beşyol Köyü - Anafartalar yolu çıkışında, köyün bitiminde	x: 44449 y: 64336 z: 53 m	Beyaz-bej renkte , masif bloklu, [Örnek 19]
26	Kavaklı Köyü güneyi Topyolu mevkii Münipb. Deresi solunda	x: 67374 y: 75371 z: 152 m	Çok damarlı kumtaşı, [Örnek 20], daha sağlam örnek [Örnek 21]
27	Kavaklı - Bayırköy arası Albayın Çiftliği mevkii	x: 67661 y: 72594 z: 106 m	Tarla sınırından geçen yolda blok taş çok az, kumlu tarla, [Örnek 22]
28	Bayırköy Cevizli Yolu, Kaynarca mevkii	x: 66532 y: 68596 z: 42 m	Kumtaşı altere, alüvyonla sınırlı, örnek yok
29	Cumalı Köyü doğu girişi, İğdeli çeşme mevkii	x: 64699 y: 66877 z: 70 m	[Örnek 23]
30	Bayramiç Köyü doğusu	x: 93106 y: 07576 z: 189 m	Kayraklı formasyon [Örnek 24]

2.2. KUMTAŞLARININ SAHADAKİ JEOLJİK İNCELEMESİ

Çalışma alanı içinde yer alan eosen yaşlı kumtaşlarının jeolojik incelemesi kapsamında kuzeyde Evreşe (Kadıköy) - Bayramiç civarı ile Bolayır-Güneyli köyleri civarından yarımada'nın güney kesimlerine doğru, Ocaklı, Yeniköy, Fındıklı, Kavaklı, Değirmendüzü (Burgaz), Tayfürköy, Bayırköy, Cumalı, Sütlüce ve Burhanlı

yerleşim alanları ve civarlarını içine alan yaklaşık 500 km²'lik yüzeyde ayrıntılı jeolojik saha çalışması ve gözlemler yapılmıştır.

Yeniköy Bölgesi : Çalışma alanı, yarımadanın kuzey kesiminde Güneyli-Ocaklı civarı kumtaşları Ocaklı civarında kireçtaşı kumtaşı kalın tabakalı fotoğraf 2.1.'de izleneceği gibi, çatlaklı, yerel olarak ince 5-7 cm'lik kalınlıkta kahve kırmızı tonlarda, yüzeyde ayrışmalar izlenir. Tabakalaşma, N 165 doğrultuda 12 SW'ya dalımlıdır (Fotoğraf 2.1. - Örnek 1). Yeniköy kuzeyinde kireçtaşları, güney ve batı kesimlerde kumtaşları yüzeylenmektedir. Ocaklı Köyü ile Yeniköy arasında ise volkanik tüflere rastlanmaktadır. Kumtaşlarındaki tabakalaşma detayı ise Fotoğraf 2.2'de görülmektedir.



Fotoğraf 2.1. - 2.3 Ocaklı Yeniköy arası kumtaşlarının tabakalanması

Ocaklı – Yeniköy hattında Yeniköy'e doğru gidildikçe tabakalaşma ince tabakalar (10-20 cm) kalınlığındayken, tabana doğru 60 - 70 cm kalınlıklara ulaşır (Fotoğraf 2.4 ve 2.5).

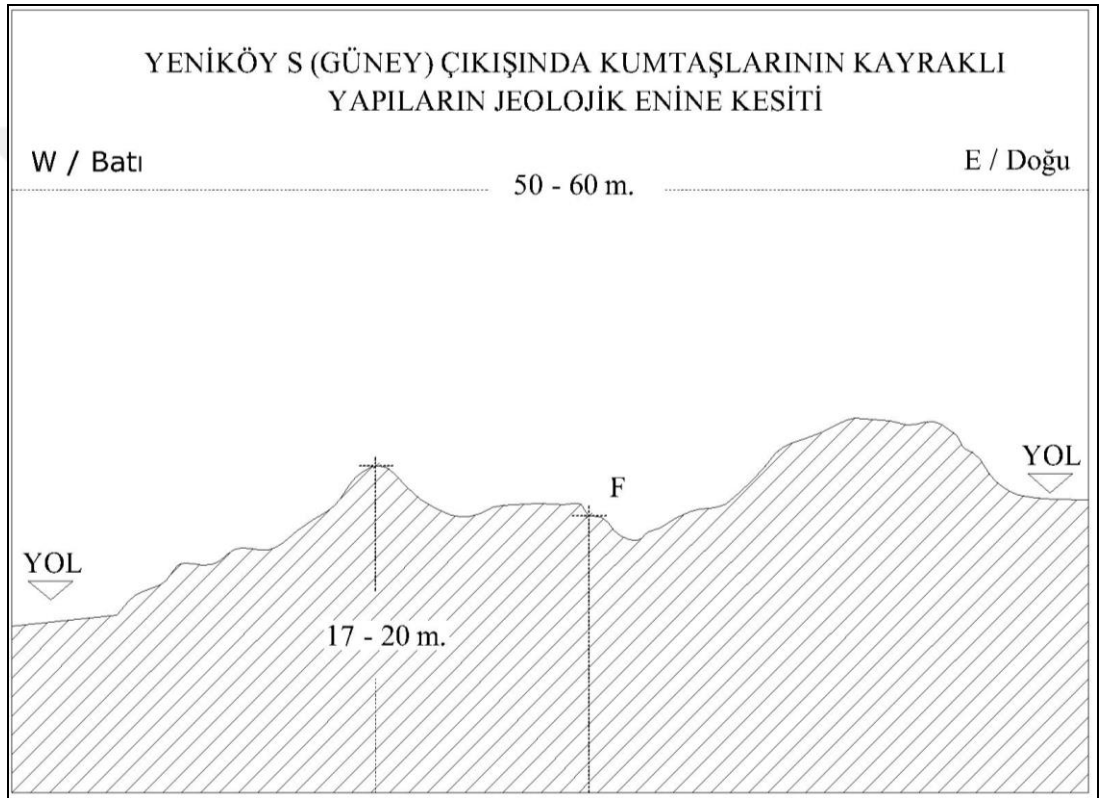


Fotoğraf 2.4. ve 2.5. Tabakalaşmanın üst zonlarda 10-20 cm, tabana doğru artarak 60-70 cm'ye kadar ulaşması.

Geniş yüzeyler veren ince tabakalı kayrak yapıların oluşumları Fotoğraf 2.6.-2.7.'de izlenir. Aynı yerdeki kayraklı yapılaşmanın jeolojik enine kesitinde, düzgün yüzeyli kayraklanma ve faylanma (F) ile yüzey ayrışmalarına rastlanır (Şekil 2.2).



Fotoğraf 2.6. ve 2.7. Yeniköy'ün batı çıkışında kumtaşlarında geniş yüzeyli kayraklanmalar



Şekil 2.2. Yeniköy SW çıkışta, kayraklı yapıların yapısal konumu, 5-10 cm kalınlıkta ve geniş yüzeyler sunan kayraklar

Yeniköy batı kesiminde fotoğraf 2.8 ve 2.9'da kayraklı yapılar alta doğru masif yapılara yerel olarak geçişlidir. Güneye doğru devamında kayrak yapılaşma masif, kalın tabakalı alt zonlara geçilir (Fotoğraf 2.10-2.11-2.12-2.13).



Fotoğraf 2.8. ve 2.9. Yeniköy batı çıkışında yol boyunca devam eden kayraklı yapılar



Fotoğraf 2.10. ve 2.11. Yeniköy güneyinde kayraklı yapılar altında masif, kalın tabakalı alt zonlara geçişler



Fotoğraf 2.12. ve 2.13. Yeniköy güneyinde kayraklı yapılar altında masif, kalın tabakalı alt zonlara geçişler

Yeniköy – Kavaklı istikametinde, Fotoğraf 2.12-2.13'te görüldüğü gibi üstte kayraklı, altta ise masif yapılaşmalar görülmektedir.



Fotoğraf 2.14. ve 2.15. Yeniköy-Kavaklı yönünde masif yapılar, kısmen ayrışmalar

GPS-4 nolu koordinatta Çakmaktepe mevkiinde fotoğraf 2.15.'de izleneceği gibi, kumtaşları masif, kompakt, kalın tabakalı olup, N40-50 E doğrultuda, 55-60° SE dalımlı tabakalaşma gösterir (Örnek no: 2).



Fotoğraf 2.16.- 2.17. Çakmak Tepe GPS-4, tabakalaşma N40E doğrultu, 55° SE eğim
Kavak Köyü Civarı : Yeniköy güneyinde yaklaşık 4 km uzaklıkta Kavaklı, Çakmaktepe, Zekeriye Pınarı 5 nolu GPS koordinatı ve 3 nolu örnek yeri ve civarı kumtaşları, fotoğraf 2.18.'deki gibi masif kompakt ve ara zonlar ince tabakalı altere kumtaşları, tabakalı yapılar, tabanda konglomeratik zonlar seviyeler temel oluşturur. Kavaklı köyü çıkışında, Top yolu üzerinde, Saray Tepe, Künkboğazı deresi mevkiinden GPS-26 koordinat tespiti yapılarak 20 nolu örnek ve yaklaşık 100 metre güneyde de 21 nolu örnek alınmıştır. 20 nolu örnek ayrışma izleri gösterirken, örnek 21 nolu örnek masif görünümlüdür.



Fotoğraf 2.18. ve 2.19. Masif ve ince tabakalı altere zonlu kumtaşları

Fındıklı Köyü Civarı : Yeniköy, güneybatısında GPS-6 nolu koordinatlarda 4 nolu örnek, ve GPS-7 civarında 5 nolu örneğin alındığı yolun devamında kumtaşları ince levha ve dik eğimlidir. Fotoğraf 2.20.-2.21.'de ayrışma faktörüyle beraber görülmektedir.



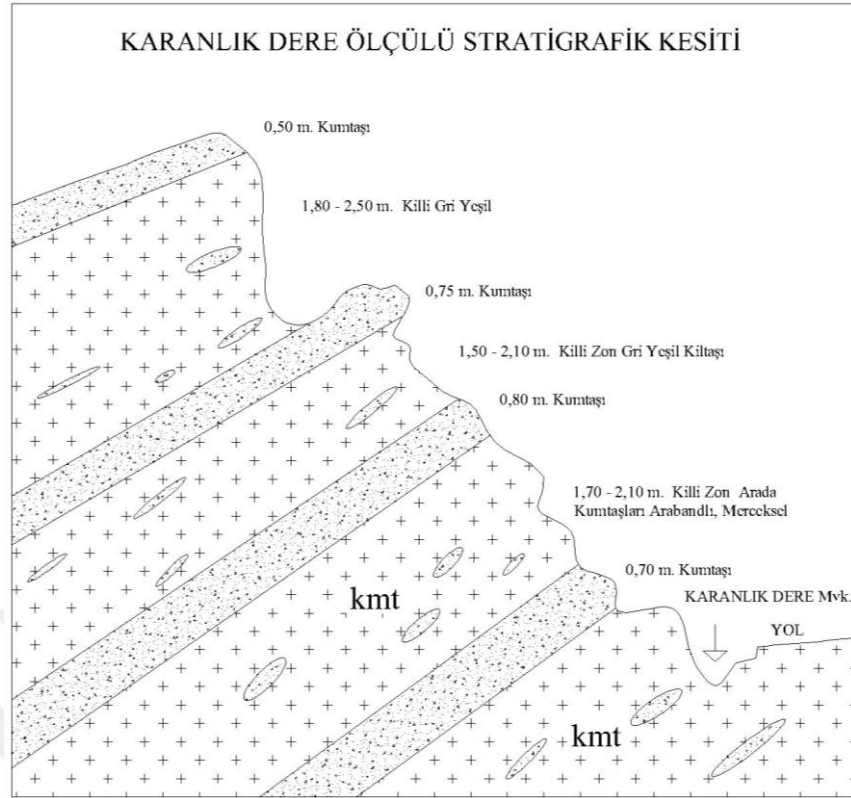
Fotoğraf 2.20. ve 2.21. Çakmaktepe arkası ince levha tabakalı yapısal özelliklerdeki altere kumtaşları

Fotoğraf 2.22.-2.24'te ise Karanlık Dere vadisinde kumtaşları çok ince laminalı (ince tabakalı) ve ayrılmış şekillerdedir. Fındıklı yolunda Karanlık Dere- Yanıklık Çeşme mevkiinde ince tabakalı kumtaşları arada kalın seviyeler bulunmaktadır.



Fotoğraf 2.22. - 2.24. Fındıklı yolunda Karanlık Dere - Yanıklık Çeşme mevkiinde ince tabakalar arasında yer alan kalın seviyelerdeki kumtaşları

Karanlık Dere Mevkii: Fındıklı köyüne yaklaşık 2 km uzaklıkta, Kavak-Fındıklı arası, 1/25.000 ölçekli jeolojik harita da izleneceği gibi veya ayrıca Burgaz-Fındıklı arası devam eden, yaklaşık her 100 metre veya 250-500 metre aralıklarda, kumtaşı ile killi ara zonlar Şekil 2.3.'te verilen dikme kesitlerde metre veya desimetre düzeyinde ardışık (ritmik) oluşumlara rastlanır. Bu özellik Eosen yaşlı, denizel veya gölsel çökeller ortama gelen malzemenin sedimentasyon oluşumlarına bağlı çökel işlevleri ortamlarda çoğu kez oluşabilen türde tabakalaşma (veya laminalaşma), çökel ortamının konumuna, yapısına, ortama gelen malzemelerin akma, birikimlerine bağlıdır (Fotoğraf 2.22.-2.23.).



Şekil 2.3. Karanlık Dere mevkiinde killi seviyeler arasında kumtaşlarının ardalanma geçiş yapılanması



Fotoğraf 2.25.-2.26. Karanlık Dere mevkiinde gri killerle ardalanmış ince kumtaşları

Fotoğraf 2.25 ve 2.26'da Karanlık Dere içerisinde izlenen killi aralıklar bazen 100-200 metre ve daha az veya çok aralıklarda izlenen killi zon (killi kireçtaşı) – kumtaşları aralıkları izlenir.

Karanlık Dere Ortabağ Tepe güneyinde, killi zon (killi kireçtaşları) içinde ince kumtaşları, tabakalı N140 doğrultu 30° S güneye dalımlıdır (Fotoğraf 2.27.-2.28.). GPS-8 noktasından 6 numaralı örnek alınmıştır (Çizelge 2.1).



Fotoğraf 2.27. ve 2.28. Ortabağ Tepe güneyindeki kilaşları ve aralarındaki ince kumtaşlarının ayrıışmış haliyle görünümü

Fındıklı Köyü Karşısında: Kumtaşı seviyeleri ile 35-40° eğimli ve bu seviyenin altında killi ince malzemeli zon, Fotoğraf 2.29’da Fındıklı göleti, arka planda ise gri killi zonlar 30-40 metre ara zonlar halindedir. Jeolojik haritada kumtaşları ile killi gri renkli zonlar kalın seviyeler halinde fotoğraflarda görülmekte ve haritaya işlenmiştir. Fındıklı Köyü kuzey çıkışında yer alan Çamlık Tepe gri killi zon ve tabakalar arasında ara zon olarak ince kumtaşı seviyeleri içermektedir (Fotoğraf 2.30).



Fotoğraf 2.29. ve 2.30. Fındıklı Köyü göleti ile kuzey çıkışında yer alan Çamlık Tepe

Kömür Limanı ve Civarı: GPS-9 nolu koordinatta kumtaşları masif iri bloklu GPS-10’da alınan 7 nolu örnek noktasındaki kumtaşında tabakalaşma, N 100° doğrultu, 55-60 ° S dalımlıdır (Fotoğraf 2.31).



Fotoğraf 2.31. ve 2.32. Kömür Limanı istikametinde Deniz Çeşme mevki GPS-10, Örnek No:7 ve GPS-11 noktasından koordinat ölçümleri



Fotoğraf 2.33. ve 2.34. Kömür Limanı plajı faylanma blokları (8 nolu örnek yeri)

Fotoğraf 2.33'te görülen Kömür Limanı ve liman plajı ile birlikte izleneceği gibi, bloklu, masif, tabakalı, faylı, kırıklı yapılar gözlenir. Benzer olarak kumtaşlarının fotoğraf 2.35.'te izleneceği gibi tabakalı ve içe doğru (geriye doğru) dalımlıdır. Fotoğraflarda Kömür Limanı plaj ve Saros körfezi birlikte görülmekte, düzgün tabakalı yapılı kumtaşlarının yapılaşmaları, kırık sistemleri ve faylanmaların detayı ise fotoğraf 2.36.'da görülmektedir.



Foto. 2.35.-2.36. Kömür Limanındaki tabakalı, içe doğru eğimli, faylı, kırıklı yapılar GPS-12 noktasında, kumtaşlarında tabakalaşma, N 55 E doğrultu 48° SE dalımlıdır. Kalın tabakalı, faylı kırıklı, yapılar sunar. Masif, kompakt, zor kırılabilir özellikte ve düzgün tabakalaşma mevcuttur. 8 nolu kumtaşı örneği bu noktadan alınmıştır.

Fındıklı Köyü Güneydoğu Kesimi Munipbey Çiftliği Mevkii: Fındıklı köyünden Munipbey Çiftliği istikametinde, GPS-13 nolu koordinatta Manastır Çeşmesi mevkiinde kumtaşlarının yaygın olduğu yol kenarında - Koca Dere yanında alınan 9 nolu örnek yeşil tonlarda, bandlaşma, ayrışma zonları mevcuttur. Bu noktadan 100 metre ilerideki kapanmış taş ocağı içinden 10 nolu örnek de yeşil tonlarında ve ince taneli, Fotoğraf 2.37. ve 2.38.'de taş ocağından fotoğraflardan da görüleceği üzere parça bloktaşlara (1,50 x 1,70 x 1,50 m. ebatlı) rastlanır.



Fotoğraf 2.37.-2.38. GPS-13 noktası civarı Manastır Çeşme – Koca Dere mevki



Fotoğraf 2.39.-2.40. Manastır Çeşme – Koca Dere mevki taş ocağı, bloktaşlar, faylar Kapaklı Tepe: (215 m.) 14 nolu koordinatta 11 nolu örnek farklı taneli, yeşil gri tonlarındadır. 15. GPS noktası koordinatında, 12 nolu örnek yeşil bej renkli kumtaşı. Blok numune alınamadı (Fotoğraf 2.41.-2.42.).



Fotoğraf 2.41. ve 2.42. GPS-15 noktası 12 nolu örnek (Marmara Denizi – Çanakkale Boğazı yönü)

GPS-16 noktasındaki kapanmış taş ocağından 13 nolu örnek gri tonlarında, masif bloklu, üretim amaçlı çalışmış bir ocaktır (Fotoğraf 2.43-2.44).



Foto. 2.43.-2.44. GPS-16’da taş ocağı ve aynası, çatlak ve kırıklıklar ile masif yapılar
GPS-16’da 13 nolu örnek temininde, bloктаş-parça üretilmiş olan taş ocağı ve aynası
ile çatlak, kırıklıklar ve masif yapılar detaylı olarak görülmektedir (Foto. 2.45-2.46).



Fotoğraf 2.45. ve 2.46. GPS-16 noktasından temin edilen 13 nolu örneğin temini
Fındıklı – Değirmendüzü (Burgaz) – Tayfurköy: Fındıklı Değirmendüzü yolunda
çıkışta fotoğraf 2.44.’te izleneceği gibi, killi seviyeler, fotoğraf 2.45.’te faylı ince
kumtaşı seviyeleri, grimsi killi formasyon (killi kireçtaşı) yer almaktadır. GPS-17’nci
koordinatta Dakbaba Dağı (274 m kotlarda) ve Hudut Çeşme civarı, Eskibağ Deresi,
Burgaz istikametinde kumtaşları arasında yer alan, yaklaşık 500-750 m’lik kalın
seviyeli zonlar kumtaşları ile sınırlıdır. Eskibağ Dere batı kesimi, Eskiagıl Tepe (167
m), Köytepe (194 m) Burgaz kuzeyi kumtaşları tabakalı, masif, kompakt özellikte
kahverengi tonlardadır. Dakbaba Dağı (274 m.) doğu kesiminde Munipbey Çiftliğine
kadar yer yer ayrılmış kumtaşları yer almaktadır.



Foto. 2.47.-2.48. Fındıklı–Burgaz hattı grimsi killi seviyeler arasında ince kumtaşları

Burgaz (Değirmendüzü) ve Civarı: Burgaz Köyü girişindeki çeşme yanında 18 nolu GPS koordinatta, 14 nolu örnek alınmıştır. Fotoğraf 2.49. ve 2.50.'de Burgaz'da köy çıkışında (Tayfürköy istikameti) altta killi, üstte tabakalı kumtaşı yer almaktadır. Detay fotoğrafından da görüleceği üzere altta yeşil killer, üstte ince tabakalı düzenli kumtaşı görülmektedir.



Foto. 2.49.-2.50. Burgaz'da alt seviyedeki kil ile üst seviyedeki ince tabakalı kumtaşı Tayfürköy Baraj Gölü: Fotoğraf 2.51.'de görülen Tayfur Baraj Gölü, Tayfürköy civarında sıkça görülen killi seviyeler ile baraj suyunun tutulma seviyesi eş seviyelerdedir.



Fotoğraf 2.51. ve 2.52. Burgaz - Tayfur Baraj Gölü istikameti

Tabakalaşma, N80°E doğrultu, 50°SE eğim yerel olarak ince tabakalı kumtaşıları, levha GPS-19'de 15 nolu örnek, kumtaşı/kayraklı ve masif yapılu Tayfur civarı saha özellikleri açısından düzlükler ve kil (killi kireçtaşı) üst seviyeleri bandlı kumtaşı, tepelerde daha belirgindir (Fotoğraf 2.52), ince kumtaşı ara seviyeleri içeren gri-koyu renkli killi kireçtaşı serileri izlenir.

Tayfürköy çıkışında GPS-20 Peyniralan mevkiinde ince tabakalı kayraklı kumtaşında doğrultu ve eğim ölçümü, yarı ayrılmış tabakalı kumtaşıları, tabaka: N50-55 °E doğrultusunda, 40 ° SE eğimlidir.

Tayfur köyü civarı, jeolojik haritada izleneceği gibi, Fındıklı Karanlık Dereden başlayan koyu renkli gri-siyahımsı killi kireçtaşı seviyeleri, ara bandlar şeklinde farklı kalınlıkta kumtaşı bandları değişen aralıklarda sıkça rastlanır. Saha

çalışmalarında yapılan jeolojik haritada NE-SW yönlü değişen kalınlıklarda killi taş zonları 100 m. – 1 km. aralıklarda rastlanır (Fotoğraf 2.53-2.54-2.55-2.56).



Fotoğraf 2.53-2.54. 16 nolu örneğin alındığı GPS-21 koordinatlarındaki bahçe duvarı Tayfurköy güneyi Aslantekke Tepe civarı, kumtaşı ara bandlı killi serilerin ayrıntılı görünümü Fotoğraf 2.55 ve 2.56’da görülmektedir.



Fotoğraf 2.55. ve 2.56. GPS-21 Tayfurköy civarı, Aslantekke Tepesi mevki

Karainebeyli Köyü: Saha çalışmaları ile yapılan jeolojik haritada (1/25.000) (Çanakkale H-16-b3) izleneceği gibi, köyün kuzey ve doğu kesimleri killi seriler ve bunlarla birlikte kahverenkli gösterilen kumtaşları geniş yüzeylere, örneğin Arapyeri Tepe (216 m.), Kocaalan (262 m.) civarında kumtaşları yaygındır. Karainebeyli Köyü’nün düzlükleri köyün batı ve güney kesiminde yer alan geniş düzlükler ova, ekili alanları, kuvaternar – güncel oluşumlardır (Fotoğraf 2.57-2.58).



Fotoğraf 2.57. ve 2.58. Karainebeyli Köyü güneyi alüvyon düzlükler ve ekili alanlar

Kumtaşlarının Karainebeyli Köyü güneyinde yer alan Kızılyerler, Kanlıyurt Sırtı civarında yüzeylendiği görülebilmektedir (Fotoğraf 2.59). GPS-22 nolu noktadan alınan 17 nolu örnek temini ile Kızılyerler mevki ile Kanlıyurt Sırtı arası kumtaşları Fotoğraf 2.60.'ta izlenir. Bu kumtaşlarının özellikleri masif, kompakt örtülü özelliği ile plaketli levha şeklinde kumtaşı sınıfında olup beyaz-bej renktedir.



Fotoğraf 2.59-2.60. Kızılyerler mevkiinde GPS-22 noktasında 17 nolu örneğin temini Yolağzı (Sivli) Köyü: Çalışma alanı içinde Çanakkale-H16-b3 1/25000 ölçekli haritada Karainebeyli'den yaklaşık 5-6 km güneyde yer alan Yolağzı (Sivli) Köyü, jeolojik olarak kumtaşları ile killi kireçtaşları (yeşil renkli), Ağıllar Sırtı kuzeydoğuya doğru Köyyeri Tepe'yi geçerek Harman Sırtını geçerek devam etmektedir. Bu killi taş ile devam eden kumtaşları çoğunlukla kırıklı, faylı ve bazen aşırı ayrılmış kum örtüye dönüşmüştür. Yolağzı'nın yaklaşık 2,5-3 km güneyinde Kumköy alüvyon içinde olup çok geniş alanlara düzlükler halinde yüzey veren kumlu düzlükler/alüvyonlar (kuvaternerler) yaygındır. Yolağzı köyünün kuzeybatısında yer alan Hırlıçeşme Sırtı mevkiindeki GPS-23 nolu koordinattan alınan 18 nolu örnek blok şekilli kumtaşıdır masif, kompakt örtülüdür (Fotoğraf 2.61.-2.62).



Foto. 2.61-2.62. Hırlıçeşme Sırtı mevki GPS-23 noktasında 18 nolu örneğin temini Beşyol Köyü Civarı: Saha çalışmalarının Gelibolu yarımadasının güney kesiminde yer alan, Karainebeyli ve Yolağzı köylerinin batı kesiminde Beşyol Köyü yer almaktadır (Çanakkale H16-b4 paftası).

Bu bölgede, kumtaşları ve geniş düzlükleri oluşturan alüvyon/ekili alanlar şeklinde ve yaklaşık 100 metre kotlarında yer alır. Burada kumtaşları çoğu kez ayrıışmış yüzeyde kumlu bir görünümündedir.

Beşyol Köyü, doğusu alüvyon (A1), batısı 120 metre yükselen kotlarda, Tekke Tepe (280 m) kotlardadır ve kumtaşları yüzeylenir. GPS-24 nolu koordinatta Değirmen Tepe’de plaketli ince tabakalı, kumlu görünümündedir. Değirmen Tepe’deki kumtaşı tabakaları N 105° doğrultuda, 32°SW eğimindedir. Beşyol köyünün batı istikametindeki çıkışında GPS-25 nolu noktada 19 nolu örnek beyaz-bej tonlarında kayrak taşıdır.

Cevizli – Bayırköy - Sütlüce ve Cumalı Köyleri Civarı: Bayırköy – Gelibolu asfalt yoluna yakın, civarında yer alan köyler; Sütlüce, Cumalı, Cevizli sayılabilir (Ek-1) 1/25.000 ölçekli jeolojik haritada, kumtaşları egemen olup, GPS-27 nolu koordinatta fotoğraf 2.63. ve 2.64.’te görülen Katrancı Sırtı karşısında Albayın Çiftliği mevkiinde 22 nolu örnek alınmıştır. Altare kumtaşının bulunduğu alanda kumlu tarlalarda bloktaşlara çok az rastlanmaktadır.



Foto. 2.63.-2.64. Albayın Çiftliği mevki GPS-27 noktasında 22 nolu örneğin temini GPS-28 nolu koordinatta ise Karaman Sırtı ile Kaynarca Mevkii arasında, kumtaşı ayrıışmış, kum görünümündedir. Cumalı köyü karşısında, köyün güney girişindeki İğdeli Çeşme civarında GPS-29 nolu koordinatta, 23 nolu örnek traverten görünümündedir.

Bayramiç Köyü: Çalışma sahası kuzeyinde olup, Kadıköy ve Süleymaniye’nin geçilerek Bayramiç Köyü’ne ulaşılır. Köy dışında yüzeylenen, geniş yüzeylere (2-3 m²’lik) kayrak taşları, 3-5 cm kalınlıkta, düzgün, masif, kompakt bir kumtaşı kayasıdır. GPS-30 koordinatı civarında fotoğraf 2.65.’te kayraktaşlarının yüzeylendiği ve zaman zaman basit yöntemlerle çıkarılan kayrak taşları çeşitli amaçlarla çevrede ve uzak mekanlarda kullanılmaktadır.



Fotoğraf 2.65. ve 2.66. Bayramiç Köyü GPS-30 nolu koordinatta 2-3 m² genişlikte kayraktaşları

Kayrak yapılı kumtaşlarının yüzeylendiği (Fotoğraf 2.66) Bayramiç Köyü doğusundaki geniş alan boyunca Çanakkale- Tekirdağ il sınırı istikametine kadar uzamaktadır (Fotoğraf 2.67).



Fotoğraf 2.67. Bayramiç Köyü kayraktaşlarının yüzeylendiği sahadan görünüm (Tekirdağ il sınırı istikameti)

Bayramiç köyü doğusunda kayrak yapılı kumtaşları arazi yolları üzerinde düzgün yüzeyler halinde görülmektedir (Fotoğraf 2.68.-2.69.). Bayramiç kayraklı kumtaşları üretildiği bu alanda kırmızı / kahverengi renklerde ve görsel değeri yüksek özelliktedir.



Fotoğraf 2.68. ve 2.69. Bayramiç Köyü arazi yollarındaki kayrak yapılı kumtaşları

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3.1. KAYAÇ ÖRNEKLERİNİN ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Çalışma alanı, Gelibolu yarımadasının kuzeyindeki Saros Körfezi, güneyindeki Çanakkale Boğazı, doğusundaki Bolayır – Marmara Denizi kıstağı ile yine batısındaki Saros Körfezi ile sınırlıdır. Yarımada kuzeyindeki Bayramiç Köyü ile Bolayır kıstağındaki Güneyli Köyü ve yarımada güneyindeki Kumköy – Yalova köyleri hattı boyunca ve bu hat çevresi civarında yer alan köylerin yaklaşık 500 km²'lik yüzeyini de kapsayan 1/25.000 ölçekli 12 topografik harita bazında bölgenin jeolojik haritası çizilmiştir. (Ek-1)

Saha çalışmalarında ayrıntılı olarak yerinde jeolojik ve yapısal özellikleri ile kullanım açısından kayacı, malzemenin gösterdiği parametrelerde ortaya konmuştur. Laboratuvar çalışmaları adı altında bu bölümde kumtaşlarının, sırasıyla aşağıda verilen araştırma konuları; kayaç örneklerinin doku ve mineral bileşimleri polarizan mikroskopta, ayrıca, kimyasal bileşimleri amaçlı, majör, iz ve nadir toprak elementler analizleri yapılmıştır. Ayrıca, büyük kayaç örneklerinde, karot örnekler üzerinde fizikomekanik özellikler, aletsel deney ve testler (birden fazla tekrarlı olmak üzere) kumtaşlarının kullanımına yönelik parametreler ortaya konmuştur.

Laboratuvar bazlı çalışmalar sırasıyla şöyle sıralanabilir; kumtaşı örnekleri üzerinde 4 ana başlık altında toplanmıştır.

- Mineralojik-Petrografik İnceleme (Analiz)
- Kimyasal İnceleme (Analiz), Majör, İz, Nadir Toprak Elementler
- Fiziko-Mekanik Deney ve Testler
- Isıl Parametrelerin Analizi

3.1.1. Mineralojik – Petrografik Özelliklerin Belirlenmesi

Çalışma sahası Gelibolu yarımadasında yüzeylenen Eosen (orta-üst) yaşlı kumtaşlarının, farklı koordinatlarda, sistematik olarak alınan 24 adet kumtaşı

örnekleri, farklı jeolojik ve yapısal özelliklerde (masif, tabakalı, ince kayraklı ve farklı kalınlıklar, renk ve görsel değeri, çatlaklı sistemleri vd. dikkate alınarak ölçümlerle ortaya konmuştur. (bkz. Bölüm II)

Bu bölümde, kumtaşlarının optik mineraloji laboratuvarı (İ.T.Ü. Maden Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü) araştırma mikroskobunda, polarizan mikroskopta (Laica Pol. Lux) ince kesitleri üzerinde doku ve mineral bileşim ve modal oranları ve kayaç adlanması ve türü belirlenmiştir. 24 adet kumtaşı örneklerinin, polarizan mikroskopta yapılan beyaz ışık (paralel nikol), polarize ışıkta (çapraz nikol), yapılan optik incelemeler, mikron boyutlu fotoğraflarla ölçekli olarak belirlenmiştir.

Bu bölümde çalışma alanından sistematik olarak temin edilen 24 adet örneğin mineralojik petrografik özellikleri incelenerek gerek lokasyon bilgileriyle gerekse de makroskopik ve mikroskobik özellikleriyle detaylı olarak sunulmuştur. Petrografik-polarizan mikroskop görünüşleri hem paralel nikolde, hem de çapraz nikolde 500 mikron ölçekte fotoğraflanmıştır. Kayaçların modal-mineralojik bileşimlerine ilişkin gözlemler ise özet çizelgeler halinde değerlendirilmiştir.

Örnek No 1

Lokasyon: Yeniköy'ün 2 km kuzeydoğusu, Yeniköy - Ocaklı köyleri arası.
Koordinatlar: x: 66911, y: 80346.

Makro Özellik:

Genel olarak sarımsı / açık kahve renkli kayaçtır. İnce taneli bir hamur içerisinde orta iri tane boyutlu bileşenlerden oluşur. Kayaç içerisinde, ayrıca cm boyutunu aşan kayaç parçaları da bulunur. Asit (% 10 HCl) ile muamelede reaksiyon görülmemiştir.

Mikro Özellik:

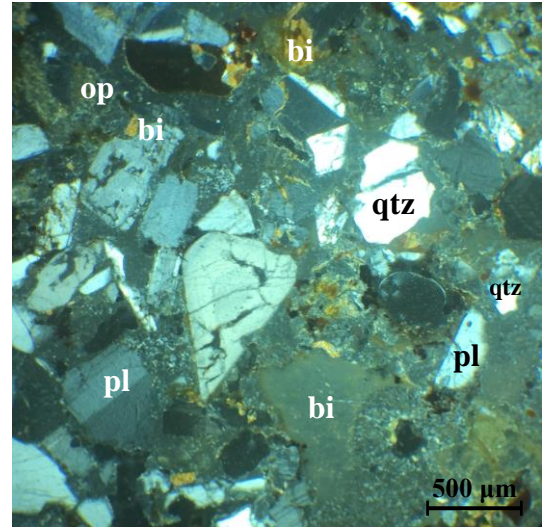
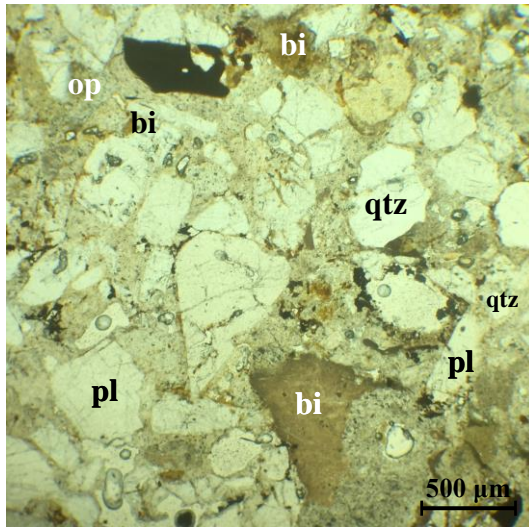
Kayaç, genel olarak feldspat, kuvars, mika ve opak mineraller ile kayaç parçalarından oluşur ve tüm bu bileşenler ince taneli volkanik hamur içerisinde. Feldspatlar kuvarsa göre daha yüksek orandadır. Plajiyoklaz ana feldspat mineralidir ve ikiz düzlemlerinin sönme durumlarına göre albit-oligoklaz türü olduğu anlaşılmıştır. K-Feldspatlar ise genelde ortoklaz türündedir. Kuvarslar köşeli, yarı yuvarlak taneler halindedir. Kayaç parçaları çoğunlukla volkanik kökenlidir. Matrikste (hamur) demiroksit getirimi belirgindir. Hamurda, ayrıca killeşme

yaygındır ve muhtemelen illit grubu kil minerallerinin varlığı söz konusudur. Biyotitler ince-uzun lameller halindedirler ve tipik pleokroizmaları ile belirgindirler. Opak mineraller ve muskovitler diğer bileşenleridir.

Kayaç **Tüf** olarak tanımlanmıştır. Dasitik-Riyodasitik bileşimlidir. Bu örneğin bileşenleri, Çizelge 3.1.'de ayrıca verilmiştir.

Çizelge 3.1. 1 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi

Bileşenler		Modal Oran (%)
Hamur	İnce silis ve kil mineral bileşimlidir ve demiroksit getirimidir.	30-32
Mineral / Kristal parçaları ve Litik parçalar	Plajiyoklaz (Albit-Oligoklaz)	14-16
	K-Feldspat (Ortoz)	18-20
	Kuvars	16-18
	Biyotit + Muskovit	3-4
	Litik parçalar	10-12
	Opak mineral parçaları	3-4
Kayaç Adı	Volkanik Tüf	



Fotoğraf 3.1. 1 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri (solda: paralel nikel, sağda: çapraz nikel)

Örnek No 2

Lokasyon: Gençler Çeşmesi mevkiinin 250 metre kuzeydoğusu, Çakmak Tepe'nin güneydoğusu. Koordinatlar: x: 65106, y: 79204.

Makro Özellik:

Genel olarak açık bej sarımsı renkli kayadır. İnce taneli bir çimento içerisinde koyu renkli mineral bileşenleriyle benekli görünümündedir. Asit (% 10 HCl) ile muamelede hafif köpürme görülmüştür.

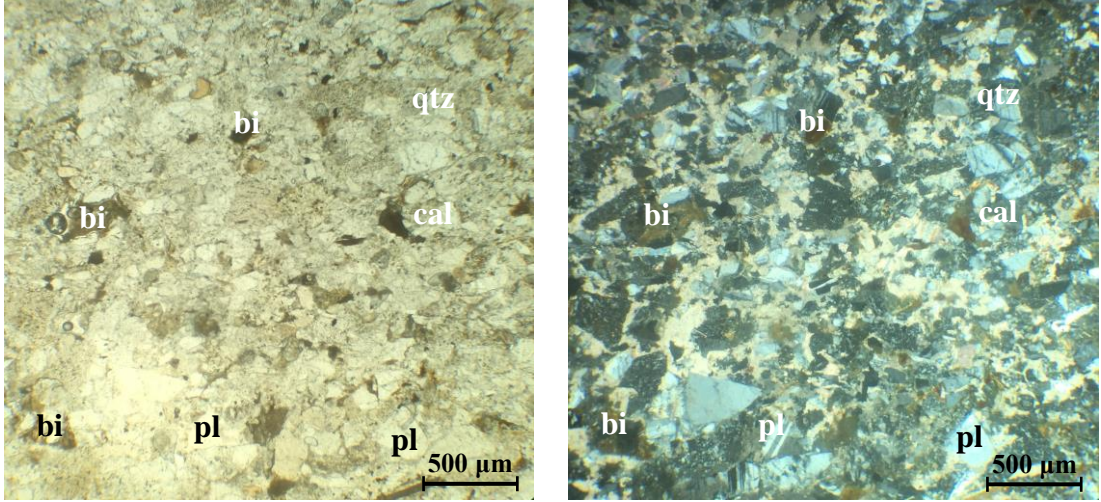
Mikro Özellik:

Kayaç, genel olarak plajiyoklaz, kuvars, mika ve opak mineraller ile kayaç parçalarından oluşur ve tüm bu bileşenler farklı taneli kalsit-kristalin çimento içerisinde. Kayaç, plajiyoklaz ve kuvars tanelerince zengindir. Plajiyoklazlar kuvarsa göre daha yüksek orandadır. Plajiyoklazlar albit-oligoklaz türünde olup, öz ve yarı öz şekillidirler ve genelde polisintetik albit ikizli, bazen karlsbad ikizlidirler. Kuvarslar köşeli, çatlaklı, berrak taneler halindedirler ve az impürite (kirlilik) içerirler. Mikalar biyotit cinsidir, opaklaşma ve deformasyon izleri gösterirler. Kayaç ayrıca litik (yabancı kökenli kayaç) parçalar da içerir, bunlar volkanik kökenli mikrolitik dokulu kayaç parçalarıdır.

Kayaç **Karbonat Çimentolu Kumtaşı** olarak tanımlanmıştır. Bu örneğin bileşenleri, Çizelge 3.2.'de ayrıca verilmiştir.

Çizelge 3.2. 2 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi

Bileşenler		Modal Oran (%)
Matriks	Kalsit-kristalin, dilinimli ve ikizlidir	46-48
Mineral / Kristal Taneleri ve Litik Taneler	Plajiyoklaz	20-22
	Kuvars	12-14
	Mika (Biyotit)	6-7
	Litik parçalar	8-10
	Opak mineraller (Hematit)	3-4
Kayaç Adı	Karbonatlı Kumtaşı	



Fotoğraf 3.2. 2 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri (solda: paralel nikol, sağda: çapraz nikol)

Örnek No 3

Lokasyon: Kavaklı Köyü'nün kuzey girişi. Koordinatlar: x: 66244, y: 77706.

Makro Özellik:

Genel olarak bej renkli kayadır. İnce taneli bir çimento içerisindeki renkli mineral içeriğiyle benekli / taneli görünümündedir. Yüksek aderansa sahip bir kayadır. Asit (% 10 HCl) ile muamelede az oranda köpürme görülmüştür.

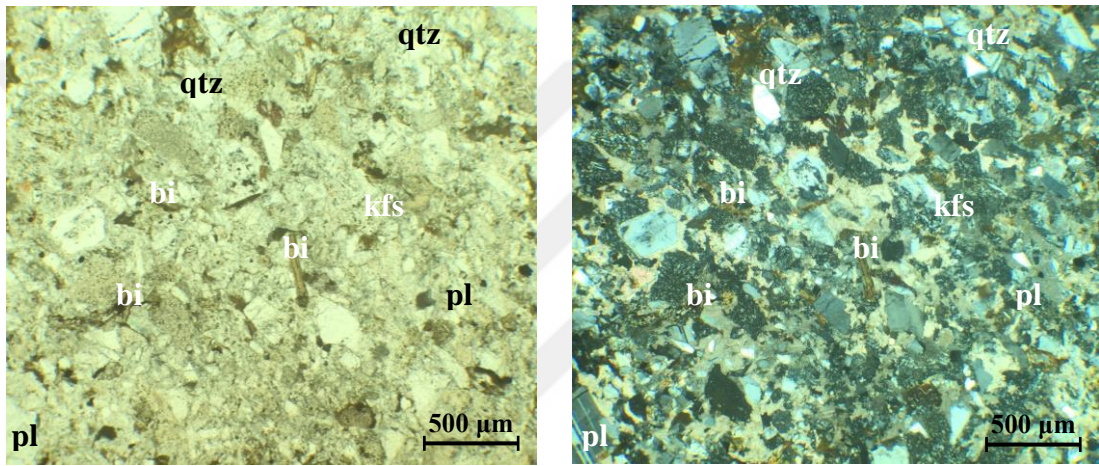
Mikro Özellik:

Kayaç, genel olarak feldspat, kuvars, mika ve opak minerallerden oluşur ve tüm bu bileşenler ince taneli kalsit-kristalin çimento içerisinde. Kayaçta feldspatlar kuvarsa göre daha yüksek orandadır. Plajiyoklaz ana feldspat mineralidir. Plajiyoklazlar öz ve yarı öz şekillidirler, polisintetik albit ikizli ve farklı tanelidirler. Kuvars mineralleri çok taneli, köşeli, çatlaklı, berrak taneler halindedir ve az impürite (kirlilik) içerirler. Mikalar biyotit cinsi olup farklı tanelidirler, ayrıca paralel nikolde pleokroizma ve deformasyon dokuları gösterirler. Bazı biyotit tanelerinde opaklaşma izlenmiştir.

Kayaç **Karbonatlı Kumtaşı (Karbonat Çimentolu Kumtaşı)** olarak tanımlanmıştır. Bu örneğin bileşenleri, Çizelge 3.3.'te ayrıca verilmiştir.

Çizelge 3.3. 3 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi

Bileşenler		Modal Oran (%)
Matriks	Kalsit-kristalin, dilinimli ve ikizlidir	46-48
Mineral / Kristal Taneleri ve Litik Taneler	Kuvars	8-10
	Plajiyoklaz	20-22
	Mika (Biyotit)	10-12
	K-Feldspat	6-8
	Opak mineraller	4-6
Kayaç Adı	Karbonatlı Kumtaşı	



Fotoğraf 3.3. 3 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri (solda: paralel nikol, sağda: çapraz nikol)

Örnek No 4

Lokasyon: Fındıklı Köyü doğu yolu, Dörtköşe Tepesinin kuzeybatısı. Koordinatlar: x: 64803, y: 78104.

Makro Özellik:

Genel olarak açık gri renkli kayadır. Kayaç, ince taneli matriks içerisinde, farklı, orta iri tane boyutlu bileşenlerden oluşur. Asit (%10 HCl) ile muamelede orta düzeyde reaksiyon görülmüştür.

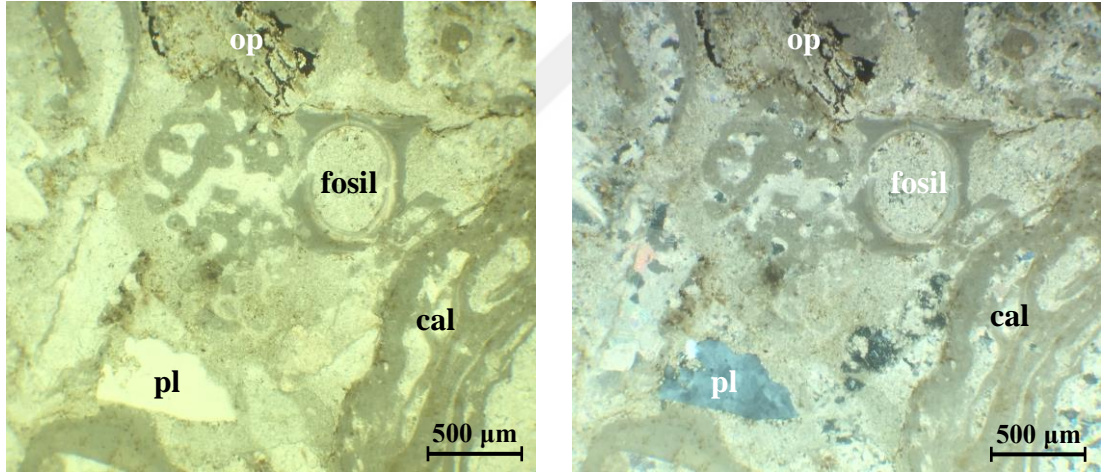
Mikro Özellik:

Kayaç, genel olarak mikritik birincil kalsit, rekristalize ikincil kalsit, fosil kavkı, kuvars, plajiyoklaz, opaklaşmış demiroksit ve litik parçalardan oluşur. Fosil kavkı

içlerinde, cidarlarında, bazı boşluklarda ve fissürlerde ikincil iri kalsit (rekristalize kalsitler) oluşumları da bulunur. Doku homojen olmadığından, muhtemelen kısmen çalkantılı ortam çökeline işaret etmektedir. Ayrıca kuvars, plajiyoklaz mineral parçaları ve volkanik kökenli litik parçalar da bulunmaktadır. Kayaç **Fosilli Yarı Mikritik – Yarı Rekristalize Kireçtaşı** olarak tanımlanmıştır. Bu örneğin bileşenleri, Çizelge 3.4.'te ayrıca verilmiştir.

Çizelge 3.4. 4 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi

Bileşenler	Modal Oran (%)
Mikritik birincil kalsit	42-44
Fosil kavkı	20-22
Rekristalize ikincil kalsit	30-32
Kuvars, plajiyoklaz mineral parçaları ve litik parçalar	3-4
Opaklaşmış, demiroksit getirimi	1-2
Kayaç Adı	Kireçtaşı



Fotoğraf 3.4. 4 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri (solda: paralel nikol, sağda: çapraz nikol)

Örnek No 5

Lokasyon: Fındıklı Köyü - Karanlık Dere mevki. Koordinatlar: x: 63908, y: 77526.

Makro Özellik:

Genel olarak bej-gri karışımı renkli kayadır. Kayaç, ince taneli matris içinde, farklı, orta iri tane boyutlu bileşenlerden oluşur. Mozaik görünümlüdür. Aderansı yüksek özelliklidir. Asit (% 10 HCl) ile muamelede orta düzeyde reaksiyon görülmüştür.

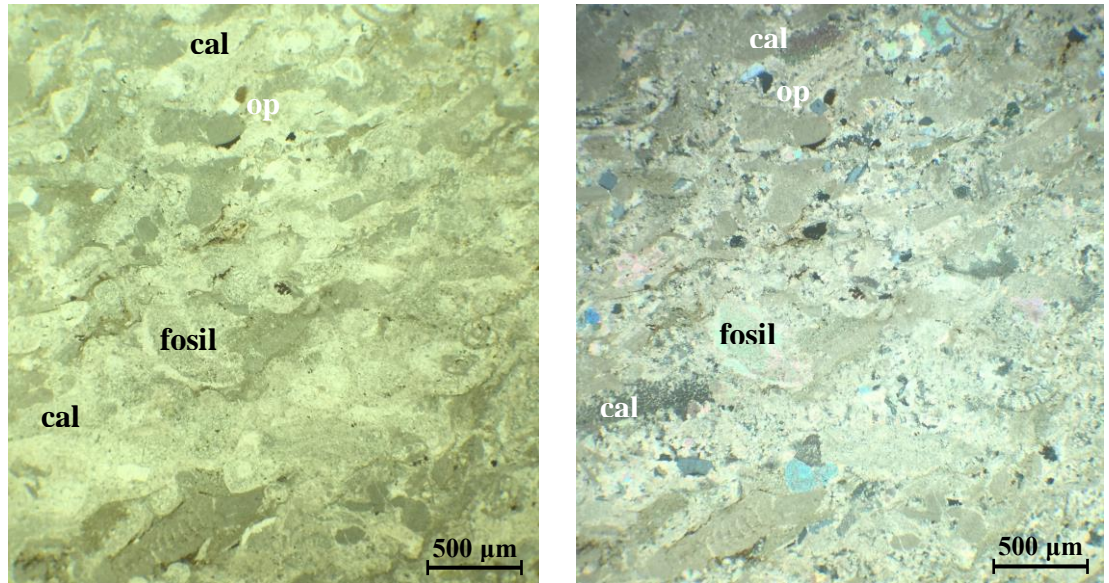
Mikro Özellik:

Kayaç, genel olarak mikritik birincil kalsit, rekristalize ikincil kalsit, fosil kavkı, opaklaşmış demiroksit ve litik parçalardan oluşur. Kayaç bol oranda iri fosil kavkı bileşenli mikritik kalsitlerden oluşan kireçtaşıdır. Fosil kavkı içlerinde, cidarlarında, bazı boşluklarda ve fissürlerde ikincil iri kalsit (rekristalize kalsitler) oluşumları da bulunur. Rekristalize kalsitler kısmen iri tanelidir ve romboedrik dilinim ve ikiz düzlem izlerini gösterirler. Doku homojen değildir ve muhtemelen kısmen çalkantılı ortam çökeline işaret eder.

Kayaç **Fosilli Mikritik (kısmen rekristalize) Kireçtaşı** olarak tanımlanmıştır. Bu örneğin bileşenleri, Çizelge 3.5.'te ayrıca verilmiştir.

Çizelge 3.5. 5 nolu örneğin modal-mineralojik bileşimi

Bileşenler	Modal Oran (%)
Mikritik birincil kalsit	64-66
Fosil kavkı	20-22
Rekristalize ikincil kalsit	8-10
Opaklaşmış, demiroksit getirimi	1-2
Mineral/kristal parçaları	4-6
Kayaç Adı	Kireçtaşı



Fotoğraf 3.5. 5 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri (solda: paralel nikel, sağda: çapraz nikel)

Örnek No 6

Lokasyon: Fındıklı Köyü'nün doğu girişi. Koordinatlar: x: 62740, y: 76572.

Makro Özellik:

Genel olarak gri-beyaz renkli kayadır. Kayaç, ince taneli matriks içerisinde homojen boyutlu bileşenlerden oluşur. İnce beyaz çatlak dolgulu (ikincil mineral dolgulu) görünümüne sahiptir. Asit (% 10 HCl) ile muamelede orta düzeyde reaksiyon görülmüştür.

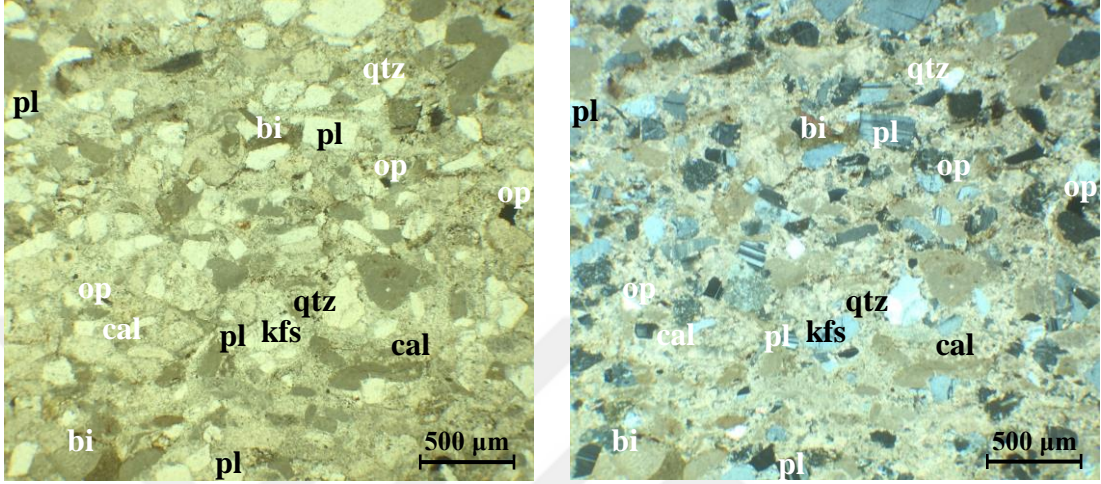
Mikro Özellik:

Kayaç, genel olarak feldspat, kuvars, mika ve demir-opak mineraller ile volkanik kayaç parçalarından oluşur ve tüm bu bileşenler mikritik kalsit matriks içerisinde. Feldspatlar kuvarsa göre daha yüksek orandadır. Plajiyoklaz ana feldspat mineralidir. Kayaç, mikritik kalsitli çimento içinde polikristalin mineraller içeren konglomera dokusundadır. Plajiyoklaz minerali farklı tanelidir, albit ve polisintetik ikizlidir. Plajiyoklazlar albit-oligoklaz türünde olup ayrışma izlenmemiştir, öz ve yarı öz şekillidirler. Kuvars minerali beyaz renkli ve berraktır, impürite içermez. Köşeli ve yarı köşeli özellikteki kuvars minerali dalgalı yanıp sönmelidir. Kuvars minerali az da olsa opak inklüzyon (kapanım) içerir, farklı tane boyutludur ve ayrışma yoktur. Biyotit minerali öz şekillidir, çoğunlukla altere ve deformasyon geçirmiş durumdadır, kahve renkte plökroiktir. Kalsit minerali ise fosilli oval şekilli, farklı tanelidir ve opak demiroksit içerir. Opak mineraller oval ve kare kesitlidir ve muhtemelen manyetittirler.

Çizelge 3.6. 6 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi

Bileşenler	Modal Oran (%)
Mikritik kalsit	50-52
Kuvars	10-12
Plajiyoklaz	14-16
Biyotit	5-6
Opak mineral	5-6
Litik parçalar (volkanik-tüf)	6-7
K-Feldspat	5-6
Kayaç Adı	Kumlu Kireçtaşı

Matriks mikritik kalsittir ve rekrystalize ince kristalli durumdadır. Matriks içerisinde ayrılmış opak mineraller mevcuttur. Ayrışım ürünü olan demiroksit getirimleri ise mineraller arasında yerel adacıklar halinde yaygın durumdadır. Kayaç **Kumlu Kireçtaşı** olarak tanımlanmıştır. Bu örneğin bileşenleri, Çizelge 3.6.'da ayrıca verilmiştir.



Fotoğraf 3.6. 6 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görünüşleri (solda: paralel nikel, sağda: çapraz nikel)

Örnek No 7

Lokasyon: Harman kaya Tepesi'nin güneydoğusu ile Deniz Çeşme mevkiinin 250 m kuzeybatısı. Koordinatlar: x: 59632, y: 78338.

Makro Özellik:

Genel olarak yeşil renkli kayadır. İçerdiği açık ve koyu renkli minerallerden / bileşenlerden dolayı benekli bir görünüme sahiptir. Kahve renkli (muhtemelen demir oksit) ikincil getirimler de bulunur. İnce taneli bir çimento içerisindeki orta iri tane boyutlu bileşenlerden oluşur. Taneler arası aderansı yüksek özellikli kayadır. Asit (%10 HCl) ile muamelede çok düşük şiddetli köpürme görülmüştür.

Mikro Özellik:

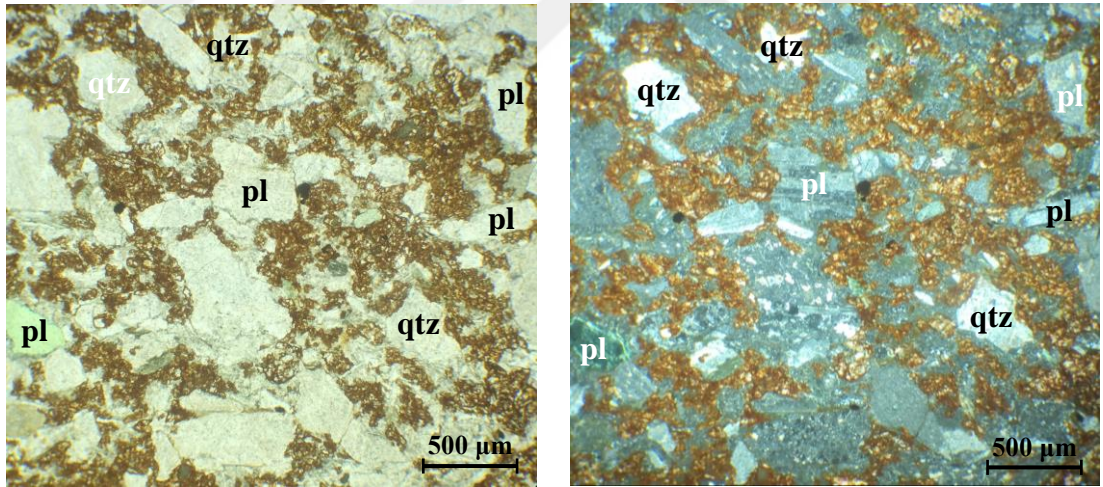
Kayaç, genel olarak feldspat, kuvars, litik parçalardan oluşur ve bu bileşenler ince taneli kalsit oluşumlu bir çimento içerisindedir. Kayaç, farklı boyutlu mineraller içeren porfiritik doku görünümündedir. Çimentosu karbonatlıdır (kalsit) ve de bol demir getirimi de (muhtemelen hematit) söz konusudur. Kuvars feldspata göre daha düşük orandadır. Feldspatlardan plajiyoklaz mineralleri iri taneli, polisintetik ikizli, öz ve yarı öz şekillidir. Litik parçalar yarı mikrolitik matriksli volkanik kökenli kayaç parçalarıdır ve genelde plajiyoklazca zengindir. Bu kayaç parçalarında da

karbonatlaşma yaygındır. Çimentosu, ayrıca yüksek oranda demir oksitlidir. Mikrolitler albit türü plajiyoklazlardır. Kayaçta, ayrıca opak mineraller de saptanmıştır.

Kayaç **Karbonatlı Kumtaşı** olarak tanımlanmıştır. Bu örneğin bileşenleri, Çizelge 3.7.'de ayrıca verilmiştir.

Çizelge 3.7. 7 nolu örneğin modal-mineralojik bileşimi

Bileşenler		Modal Oran (%)
Matriks	Karbonat (kalsit) ve demiroksit getirimli	38-40
Mineral / Kristal Taneleri ve Litik Taneler	Kuvars (köşeli-yarı köşeli, farklı tane boyutlu)	16-18
	Plajiyoklaz (albit) (ikizli, dilinimli)	20-22
	Hornblend (kısmen opaklaşmış)	7-9
	Litik parçalar (volkanik kökenli)	14-16
Kayaç Adı	Karbonatlı Kumtaşı	



Fotoğraf 3.7. 7 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri (solda: paralel nikel, sağda: çapraz nikel)

Örnek No 8

Lokasyon: Kömür Limanı sahili. Koordinatlar: x: 58596, y: 78660.

Makro Özellik:

Genel olarak koyu grimsi yeşil renkli kayaçtır. Beyaz minerallerle benekli görünümündedir, çatlaklarla ikincil kalsit oluşumlar izlenir. Masif, kompakt, yoğun özellikte olup, aderansı yüksek özellikli kayaçtır. İnce taneli çimento içerisindeki

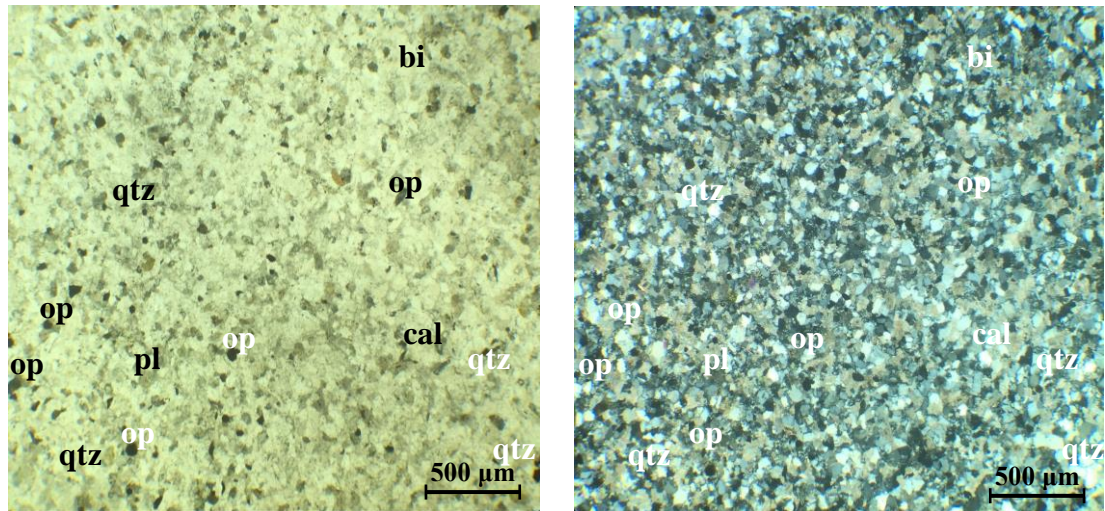
orta iri tane boyutlu bileşenlerden oluşur. Asit (%10 HCl) ile muamelede orta düzeyde reaksiyon görülmüştür.

Mikro Özellik:

Kayaç, genel olarak feldspat, kuvars, opak, biyotit minerallerden oluşur ve bu bileşenler ince taneli kalsit-kristalin çimento içerisinde. Eş taneli mozaik yapıda ve ince taneli bol kalsit çimentolu dokuda kumtaşıdır. Kuvars minerali köşeli, yarı köşeli ve berrak taneler halindedir, impürite içermez. Plajiyoklaz minerali albit ve polisintetik ikizlidir, ayrışma yoktur. Mikalar biyotit cinsidir ve ince uzun mercekseldirler. Opak minerali farklı tanelidir. Çimentosu ince mikritik özellikte kalsittir ve ince taneli diğer minerallerin çevresinde yer alır. İkincil demir oksit getirimleri ayrışma ürünü olarak bulunur. Kayaç **Karbonatlı Kumtaşı** olarak tanımlanmıştır. Bu örneğin bileşenleri, Çizelge 3.8.'de ayrıca verilmiştir.

Çizelge 3.8. 8 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi

Bileşenler		Modal Oran (%)
Matriks	Kalsit-kristalin, opak	48-50
Mineral / Kristal Taneleri ve Litik Taneler	Kuvars	23-25
	Plajiyoklaz	13-15
	Opak	6-7
	Biyotit	6-7
Kayaç Adı	Karbonatlı Kumtaşı	



Fotoğraf 3.8. 8 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri (solda: paralel nikol, sağda: çapraz nikol)

Örnek No 9

Lokasyon: Manastır Çeşme – Koca Dere yolu mevkii. Koordinatlar: x: 62651, y: 75121.

Makro Özellik:

Genel olarak çağla yeşili renkli kayadır. İnce taneli bir hamur içerisinde orta iri tane boyutlu bileşenlerden oluşmaktadır ve homojen görünümlü olmayan kayadır. Aderansı yüksek özelliklidir. Asit (% 10 HCl) ile muamelede reaksiyon görülmemiştir.

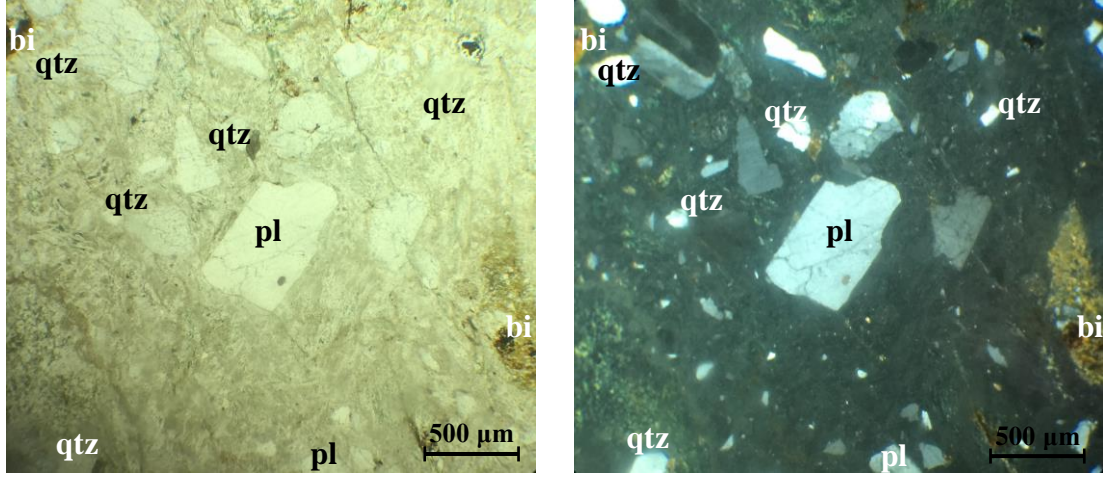
Mikro Özellik:

Kayaç, genel olarak feldspat, kuvars, biyotit mineralleri ile litik parçalardan oluşur ve bu bileşenler kil ve zeolit minerallerinin ikincil minerallere dönüştüğü volkanik bir cam hamur içerisinde. Kısmi akma dokusu da gösteren volkanik-piroklastik cam parçalarının oluşturduğu bu hamur içerisinde mineral/kristal parçaları ince-orta taneli halde bulunur. Bu mineral/kristal parçaları; plajiyoklaz (albit-oligoklaz) ve K-Feldspat türü feldspatlar, kuvars ve biyotit/kloritleşmiş biyotitlerdir. Ayrıca, litik parçalar (yabancı kayaç parçası) da vardır. Hamur içerisinde volkanik cam parçalarının birleşim sınırlarında, bazı boşluklarda ikincil mineralleşmeler izlenir. Bunlar muhtemelen illit türü kil ve zeolit mineral dönüşümleridir.

Kayaç **Tüf** olarak adlanmıştır. Dasitik bileşimlidir. Bu örneğin bileşenleri, Çizelge 3.9.'da ayrıca verilmiştir.

Çizelge 3.9. 9 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi

Bileşenler		Modal Oran (%)
Hamur	Büyük oranda ikincil minerallere (kil mineralleri ve zeolit mineralleri) dönüşmüş volkanik cam parçalarından oluşur.	68-70
Mineral / Kristal parçaları ve Litik parçalar	Plajiyoklaz	8-10
	K-Feldspat	4-6
	Kuvars	6-8
	Biyotit/Kloritleşmiş Biyotit	4-6
	Litik parçalar (kumtaşı, kireçtaşı)	2-3
	Opal	< 1
Kayaç Adı	Volkanik Tüf	



Fotoğraf 3.9. 9 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görünümüleri (solda: paralel nikol, sağda: çapraz nikol)

Örnek No 10

Lokasyon: Manastır Çeşme – Koca Dere yolu mevkii şev aynası. Koordinatlar: x: 62853, y: 74936.

Makro Özellik:

Genel olarak çagla yeşili renkli kayadır. İnce taneli bir hamur içerisinde homojen boyutlu bileşenlerden oluşmaktadır. Aderansı yüksek özelliklidir. Asit (% 10 HCl) ile muamelede reaksiyon görülmemiştir.

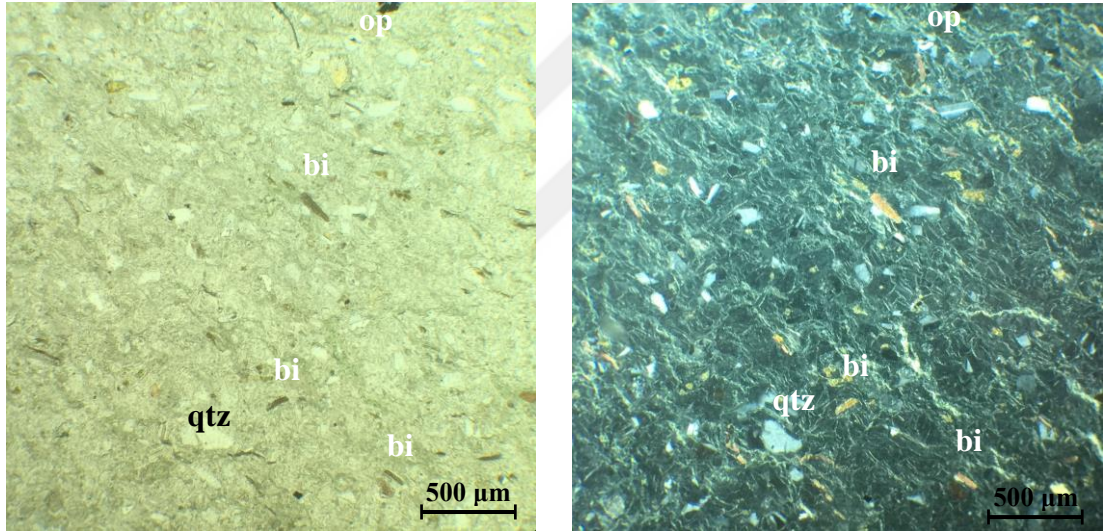
Mikro Özellik:

Kayaç, genel olarak feldspat, kuvars, biyotit mineralleri ile litik parçalardan oluşur ve bu bileşenler kil ve zeolit minerallerinin ikincil minerallere dönüştüğü yüksek orandaki volkanik bir cam hamur içerisinde yer almaktadır. Kısmi akma dokusu da gösteren volkanik-piroklastik cam parçalarının oluşturduğu bu hamur içerisinde mineral/kristal parçaları (ince-orta taneli) bulunur. Bu mineral / kristal parçaları; plajiyoklaz (albit-oligoklaz) ve K-Feldspat türü feldspatlar, kuvars ve biyotit/kloritleşmiş biyotitlerdir. Ayrıca, litik parçalar (yabancı kayaç parçası) da vardır. Hamur içerisinde volkanik cam parçalarının birleşim sınırlarında, bazı boşluklarda ikincil mineralleşmeler izlenir. Bunlar muhtemelen illit türü kil ve zeolit mineral dönüşümleridir.

Kayaç **Tüf** olarak adlandırılmıştır. Dasitik bileşimlidir. Bu örneğin bileşenleri, Çizelge 3.10.'da ayrıca verilmiştir.

Çizelge 3.10. 10 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi

Bileşenler		Modal Oran (%)
Hamur	Büyük oranda ikincil minerallere (kil mineralleri ve zeolit mineralleri) dönüşmüş volkanik cam parçalarından oluşur.	88-90
Mineral / Kristal parçaları ve Litik parçalar	Plajiyoklaz	3-4
	K-Feldspat	1-2
	Kuvars	1-2
	Biyotit/Kloritleşmiş Biyotit	2-3
	Litik parçalar (kumtaşı, kireçtaşı)	1-2
	Opak mineral parçaları	< 0,5
Kayaç Adı	Volkanik Tüf	



Fotoğraf 3.10. 10 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri (solda: paralel nikol, sağda: çapraz nikol)

Örnek No 11

Lokasyon: Koca Dere mevki Kapaklı Tepe güneydoğu mostra. Koordinatlar: x: 62919, y: 74483.

Makro Özellik:

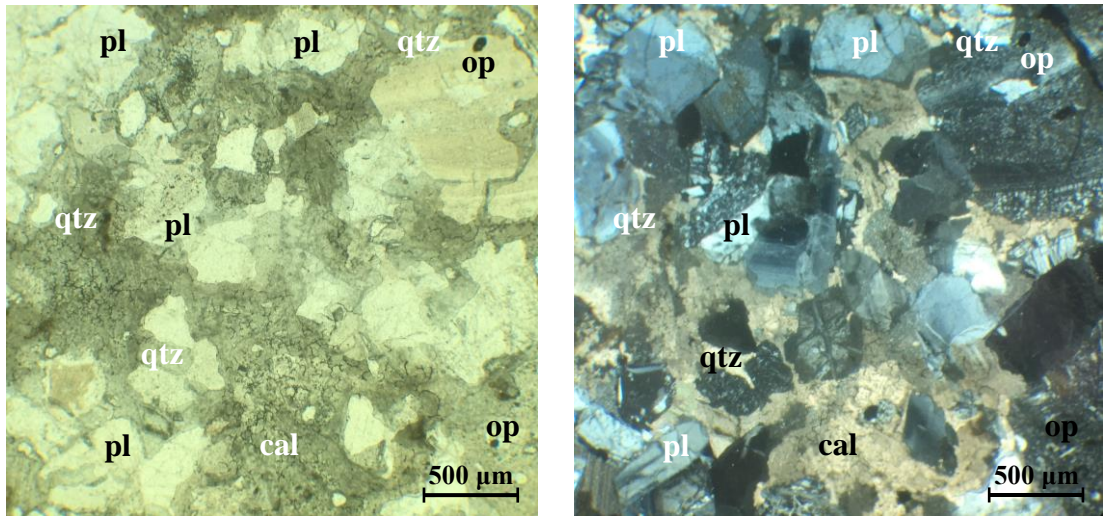
Genel olarak koyu gri-siyah renkli ve beyaz minerallerle benekli görümlü kayadır. Masif, kompakt, yoğun özellikte olup, aderansı yüksek özelliklidir. Farklı tanelidir, matris oranı düşük, tane bileşen oranı yüksek olan bir kayadır. Asit (%10 HCl) ile muamelede reaksiyon görülmüştür.

Mikro Özellik:

Kayaç, genel olarak feldspat, kuvars, biyotit ve opak mineraller ile litik parçalardan oluşur ve bu bileşenler ikincil karbonat oluşumlu çimento içerisinde. Matriks hemen bütün oranda ikincil karbonat getirimi ile dolgulanmıştır. Taneler genellikle feldspat, daha az oranda kuvars, biyotit/kloritleşmiş biyotit ve litik (yabancı kayaç parçası) türündedir. Feldspatlar ise çoğunlukla plajiyoklaz (albit-oligoklaz) türündedirler. Yabancı kayaç parçalarının büyük bölümü volkanik kaya kökenli ve kısmen kumtaşıdır. Kayaç **Karbonat Matriksli Kumtaşı-Konglomera** olarak tanımlanmıştır. Bu örneğin bileşenleri, Çizelge 3.11.'de ayrıca verilmiştir.

Çizelge 3.11. 11 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi

Bileşenler		Modal Oran (%)
Matriks	Büyük oranda ikincil karbonat oluşumludur.	24-26
Mineral / Kristal Taneleri ve Litik Taneler	Plajiyoklaz	38-40
	K-Feldspat	6-8
	Kuvars	6-8
	Biyotit/Kloritleşmiş Biyotit	2-3
	Litik parçalar (kumtaşı, kireçtaşı)	18-20
	Opak mineral parçaları	< 1
Kayaç Adı	Karbonatlı Kumtaşı-Konglomera	



Fotoğraf 3.11. 11 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri (solda: paralel nikel, sağda: çapraz nikel)

Örnek No 12

Lokasyon: Munipbey Çiftliği'nin 2 km kuzeydoğusu, Katrancı Sırtı. Koordinatlar: x: 67858, y: 73771.

Makro Özellik:

Açık yeşil tonlarında, koyu renkli mineral dağılımı ile benekli görünümündedir. Asit (% 10 HCl) ile muamelede reaksiyon görülmemiştir.

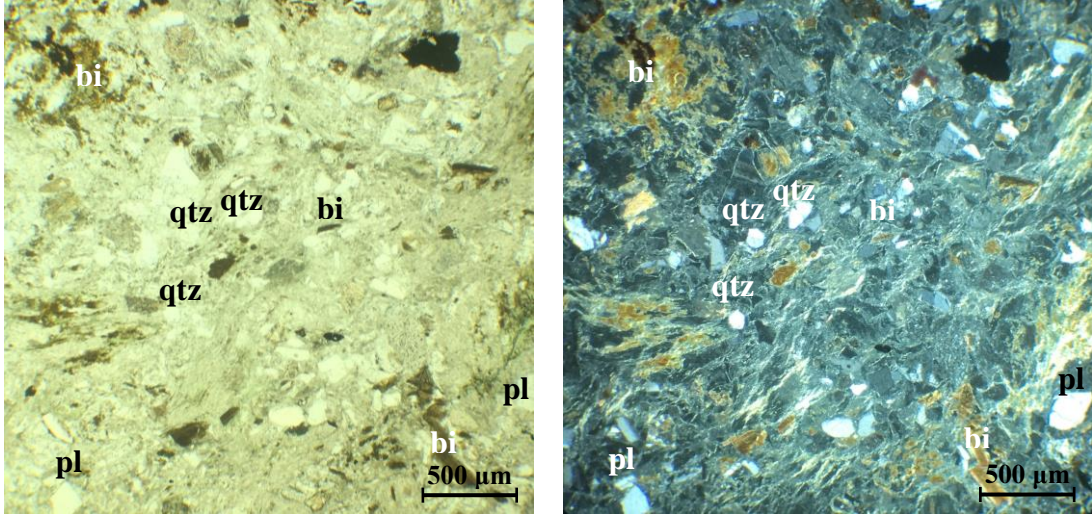
Mikro Özellik:

Kayaç, genel olarak feldspat, kuvars, biyotit ve opak mineraller ile litik parçalardan oluşur ve bu bileşenler ince silis ve kil mineral bileşimli ayrıca hematit ve limonit de içeren volkanik bir cam hamur içerisindedir. Kısmi akma dokusu da gösteren volkanik-piroklastik cam parçalarının oluşturduğu bu hamur içerisinde mineral/kristal parçaları ince-orta taneli halde bulunur. Bu mineral/kristal parçaları; plajiyoklaz (albit-oligoklaz) ve K-Feldspat türü feldspatlar, kuvars ve biyotit/kloritleşmiş biyotitlerdir. Ayrıca, litik parçalar (yabancı kayaç parçası) da bulunmaktadır.

Kayaç **Tüf** olarak adlanmıştır. Dasitik-Riyodasitik bileşimlidir. Bu örneğin bileşenleri, Çizelge 3.12.'de ayrıca verilmiştir.

Çizelge 3.12. 12 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi

Bileşenler	Modal Oran (%)	
Hamur	İnce silis ve kil mineral bileşimlidir, hematit + limonit 54-56	
Mineral / Kristal parçaları ve Litik parçalar	Plajiyoklaz (Albit-Oligoklaz)	14-16
	K-Feldspat	1-2
	Kuvars	15-17
	Biyotit opaklı	10-12
	Litik parçalar	1-2
	Opak mineral parçaları	<1
Kayaç Adı	Volkanik Tüf	



Fotoğraf 3.12. 12 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri (solda: paralel nikol, sağda: çapraz nikol)

Örnek No 13

Lokasyon: Koca Dere mevki, Papaz Tepe'nin güneybatısındaki taş ocağı.
Koordinatlar: x: 63100, y: 74533.

Makro Özellik:

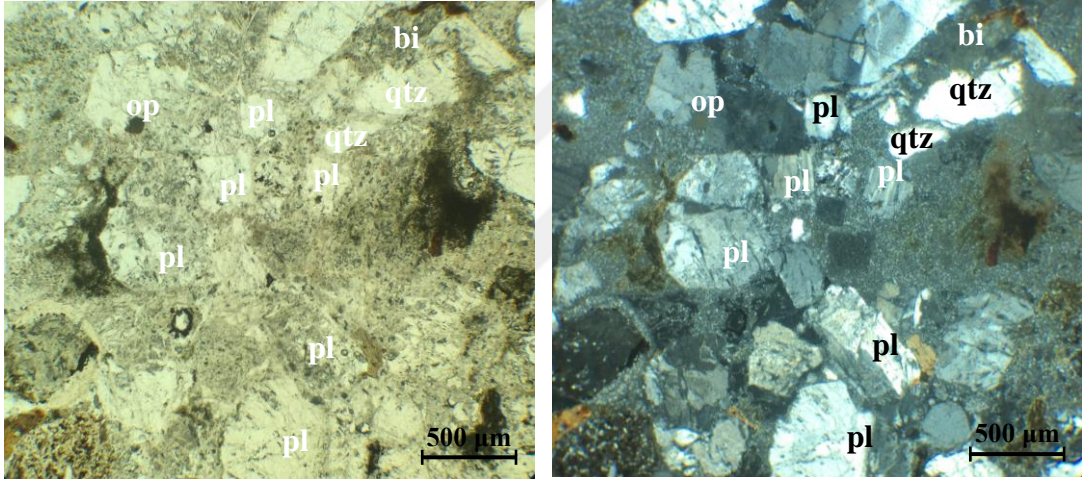
Genel olarak granit (beyaz-gri) renkli kayadır. İnce taneli bir hamur içerisinde orta iri tane boyutlu bileşenlerden oluşur. Kayaç içerisinde, ayrıca cm boyutunu aşan kayaç parçaları da bulunur. % 10 HCl ile muamelede hızlı reaksiyon görülmüştür.

Mikro Özellik:

Kayaç, genel olarak feldspat, kuvars, mika ve opak mineraller ile kayaç parçalarından oluşur ve tüm bu bileşenler ince taneli silis ve kil mineral bileşimli ve karbonatlı volkanik hamur içerisinde. Feldspatlar kuvarsa göre daha yüksek orandadır. Plajiyoklaz ana feldspat mineralidir ve ikiz düzlemlerinin sönme durumlarına göre albit-oligoklaz türü olduğu anlaşılmıştır. K-Feldspatlar ise genelde ortoklaz türündedir. Kuvarslar köşeli, yarı yuvarlak taneler halindedir. Kayaç parçaları çoğunlukla volkanik kökenlidir. Matrikste (hamur) karbonatlaşma belirgindir. Hamurda, ayrıca killeşme yaygındır ve muhtemelen illit grubu kil minerallerinin varlığı söz konusudur. Biyotitler ince-uzun lameller halindedirler ve tipik pleokroizmaları ile belirgindirler. Opak mineraller ve muskovitler diğer bileşenleridir. Bazı plajiyoklaz taneleri karbonatlaşmış görülmektedir. Kayaç **Tüf** olarak adlanmıştır. Dasit-Riyodasit bileşimlidir. Bu örneğin bileşenleri, Çizelge 3.13.'te ayrıca verilmiştir.

Çizelge 3.13. 13 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi

Bileşenler		Modal Oran (%)
Hamur	İnce silis ve kil mineral bileşimlidir ve karbonat	28-30
Mineral / Kristal parçaları ve Litik parçalar	Plajiyoklaz (Albit-Oligoklaz)	28-30
	K-Feldspat	10-12
	Kuvars	10-12
	Biyotit / Kloritleşmiş Biyotit	3-4
	Litik parçalar	8-10
	Opak mineral parçaları	3-4
Kayaç Adı	Volkanik Tüf	



Fotoğraf 3.13. 13 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri (solda: paralel nikol, sağda: çapraz nikol)

Örnek No 14

Lokasyon: Dakbaba Dağı'nın güneybatısı, Burgaz Köyü'nün doğu girişine 1 km mesafede. Koordinatlar: x: 59202, y: 73923.

Makro Özellik:

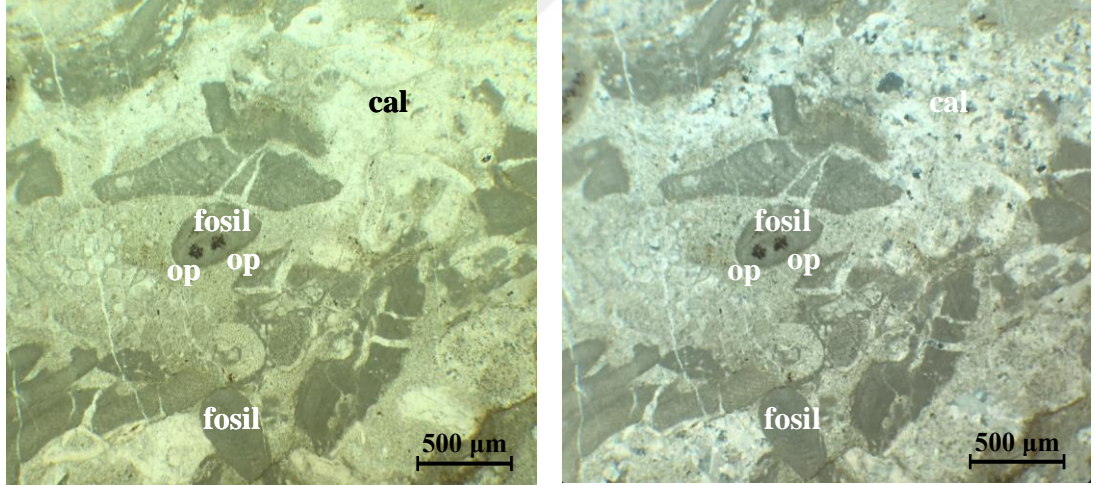
Genel olarak gri renkli ve benekli görünümlü kayadır. Kayaç, ince taneli matriks içerisinde, farklı, orta iri tane boyutlu bileşenlerden oluşur. Asit (% 10 HCl) ile muamelede reaksiyon görülmüştür.

Mikro Özellik:

Kayaç, genel olarak mikritik birincil kalsit, rekristalize ikincil kalsit, fosil kavkı, opaklaşmış demiroksitten oluşur ve tüm bu bileşenler kalsit matriksinin içerisinde. Fosil kavkı içlerinde ve cidarlarında ve bazı boşluklarda ve fissürlerde ikincil iri kalsit (rekristalize kalsitler) oluşumları da bulunur. Doku homojen değildir ve muhtemelen kısmen çalkantılı ortam çökeline işaret etmektedir. Kayaç **Fosilli Mikritik (kısmen rekristalize) Kireçtaşı** olarak tanımlanmıştır. Bu örneğin bileşenleri, Çizelge 3.14.'te ayrıca verilmiştir.

Çizelge 3.14. 14 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi

Bileşenler	Modal Oran (%)
Mikritik birincil kalsit	48-50
Fosil kavkı	40-42
Rekristalize ikincil kalsit	6-8
Opaklaşmış, demiroksit getirimi	1-2
Kayaç Adı	Kireçtaşı



Fotoğraf 3.14. 14 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri (solda: paralel nikol, sağda: çapraz nikol)

Örnek No 15

Lokasyon: Tayfurköy doğu girişine 1 km mesafede, Sarıtaş Tepesi'nin güneydoğu mostrası. Koordinatlar: x: 56254, y: 72968.

Makro Özellik:

Genel olarak bejimsi gri renkte kayadır. İnce taneli bir hamur içerisinde orta iri tane boyutlu bileşenlerden oluşur, beyaz benekli mineraller içerir. Asit (% 10 HCl) ile muamelede reaksiyon görülmemiştir.

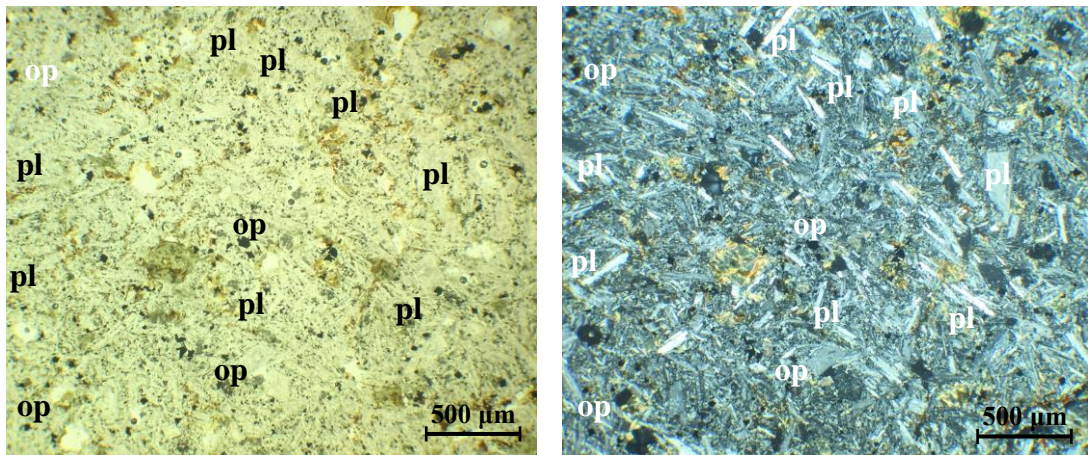
Mikro Özellik:

Kayaç, genel olarak iri mikrolitik plajiyoklazlar ve ayrıca farklı plajiyoklazların iri taneleri ile bu bileşenlerin bulunduğu ince taneli hamurdan oluşmaktadır. Kayaçta ikincil kil mineral dönüşümleri (muhtemelen illit) ve klorit mineral dönüşümleri yaygındır. Opak mineraller saçılmış olarak bulunur ve belirgin şekilde yüksek orandadır.

Kayaç **Andezit-Trakit** arası geçişli volkanik kaya olarak tanımlanmıştır. Bu örneğin bileşenleri, Çizelge 3.15.'te ayrıca verilmiştir.

Çizelge 3.15. 15 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi

Bileşenler	Modal Oran (%)
Hamur	18-20
Plajiyoklaz (iri lameller halinde)	10-12
Plajiyoklaz mikrolitik	48-50
İkincil dönüşümler (illit/klorit)	12-14
Opak	4-5
Kayaç Adı	Volkanik Lav (Andezit-Trakit)



Fotoğraf 3.15. 15 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri (solda: paralel nikel, sağda: çapraz nikel)

Örnek No 16

Lokasyon: Aslantekke Tepesi'nin batı mostrası, Karainebeyli Köyü'nün kuzey girişine 1 km mesafede. Koordinatlar: x: 51848, y: 67824.

Makro Özellik:

Genel olarak gri-bej renk tonlarında kayadır. Masif, kompakt, yoğun özellikte olup, aderansı yüksek özellikli kayadır. İnce taneli çimento içerisindeki ince tane boyutlu bileşenlerden oluşur. Asit (% 10 HCl) ile muamelede hızlı köpürme görülmüştür.

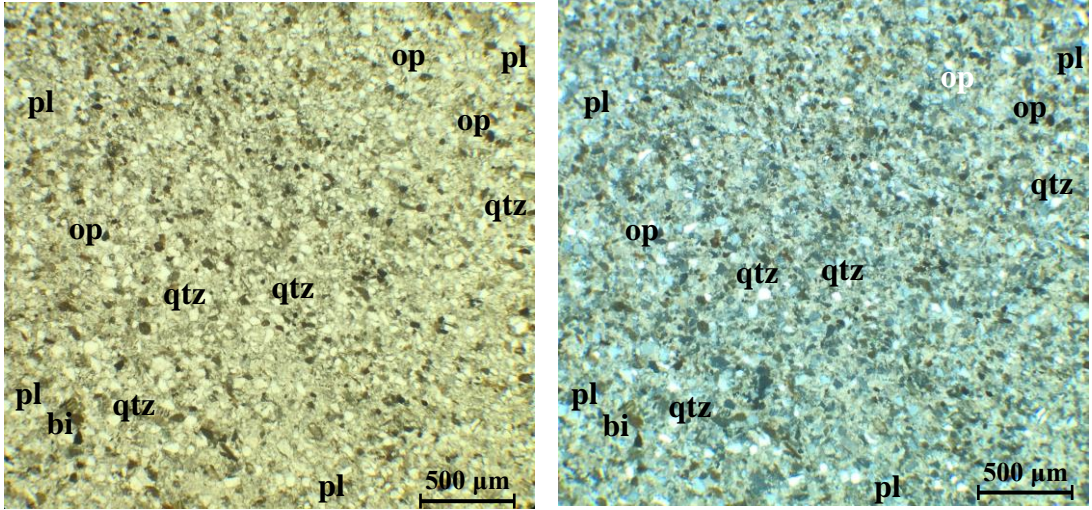
Mikro Özellik:

Kayaç, genel olarak feldspat, kuvars, mika (biyotit+muskovit) opak mineraller ve kayaç parçalarından oluşur ve bu bileşenler ince taneli kalsit-kristalin çimento içerisinde yer almaktadır. Kayaç, ince taneli detritik mineraller ve kalsit çimentolu kumtaşı dokudadır. Kuvars minerali yarı köşeli, beyaz ve berraktır. Plajiyoklazlar öz şekilli, albit ve polisintetik ikizlidir. Biyotit minerali öz şekilli ve kırıklıdır, demirleşme bulunmaktadır ve çoğu kez opaklaşmıştır. Muskovit minerali ince mercekli ve ince uzun kristaller halindedir. Çimentosunu mikro ince taneli mineraller ile kalsit oluşturmaktadır. Kalsit kristali ikizli ve dilinimlidir, ayrıca çimentoda yer alan demiroksit limonit ve hematit bileşimlidir.

Kayaç **Karbonatlı Kumtaşı** olarak tanımlanmıştır. Bu örneğin bileşenleri, Çizelge 3.16.'da ayrıca verilmiştir.

Çizelge 3.16. 16 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi

Bileşenler		Modal Oran (%)
Matriks	Kalsit-kristalin, dilinimli ve ikizlidir, demiroksit limonit, hematit	56-58
Mineral / Kristal Taneleri ve Litik Taneler	Kuvars	16-18
	Plajiyoklaz	10-12
	Biyotit + Muskovit	7-8
	Litik parçalar	2-3
	Opak mineraller (Hematit)	4-5
Kayaç Adı	Karbonatlı Kumtaşı	



Fotoğraf 3.16. 16 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri (solda: paralel nikel, sağda: çapraz nikel)

Örnek No 17

Lokasyon: Karainebeyli Köyü güney çıkışından 2 km mesafede, Kızılyerler mevki.
Koordinatlar: x: 49839, y: 64443.

Makro Özellik:

Genel olarak bej renkli kayadır. Siyah mineral içeriği ile homojen benekli görünümündedir. Masif, kompakt, yoğun özellikte olup, aderansı yüksek özellikli kayadır. İnce taneli çimento içerisindeki orta iri tane boyutlu bileşenlerden oluşur. Asit (% 10 HCl) ile muamelede hızlı köpürme görülmüştür.

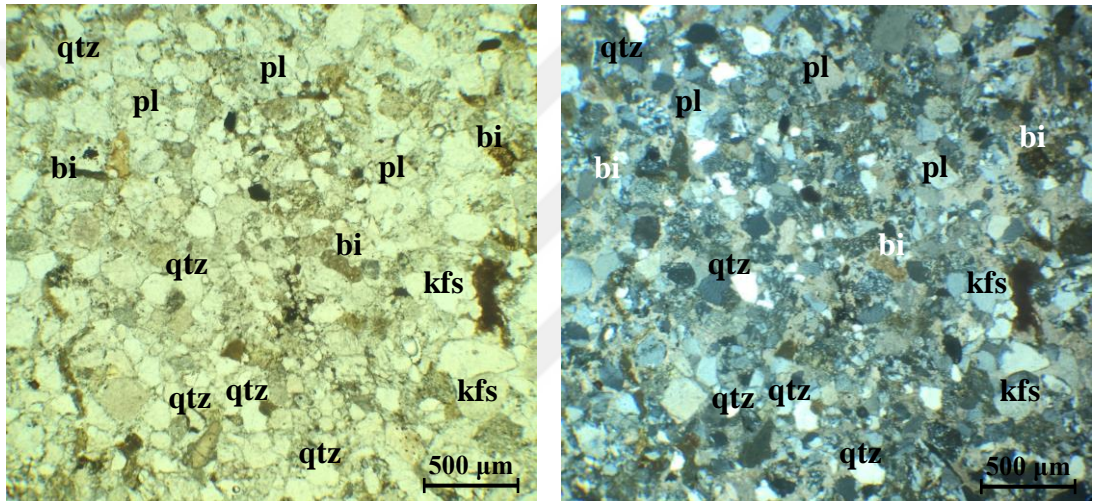
Mikro Özellik:

Kayaç, genel olarak feldspat, kuvars, mika (biyotit) ve hornblend minerallerinden oluşur ve bu bileşenler ince taneli kalsit-kristalin çimento içerisinde. Kayaç, kalsit çimentolu, bol ve iri detritik mineral bileşimli dokuda kumtaşıdır. Kuvars minerali iri ve orta tanelidir, köşeli, yarı köşeli, beyaz rente ve berraktır. Kuvars oranı %25 oranındadır. Plajiyoklaz minerali öz ve yarı öz şekillidir, albit ve polisintetik ikizlidir ve orta bollukta %15 oranında mevcuttur. Mikalar biyotit cinsi olup altere yapıda ve opaklaşmış öz ve yarı öz şekillidir.

Kayaç **Karbonatlı Kumtaşı** olarak tanımlanmıştır. Bu örneğin bileşenleri, Çizelge 3.17.'de ayrıca verilmiştir.

Çizelge 3.17. 17 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi

Bileşenler		Modal Oran (%)
Matriks	Kalsit - ikizli kristalin	40-42
Mineral / Kristal Taneleri ve Litik Taneler	Kuvars	24-26
	Plajiyoklaz	15-17
	K-Feldspat	6-8
	Mika (Biyotit)	5-6
	Hornblend (Altere)	5-6
Kayaç Adı	Karbonatlı Kumtaşı	



Fotoğraf 3.17. 17 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri (solda: paralel nikel, sağda: çapraz nikel)

Örnek No 18

Lokasyon: Yolağzı Köyü kuzeybatısında Hırlıçeşme Sırtı mevki. Koordinatlar: x: 48675, y: 63848.

Makro Özellik:

Genel olarak bej renkli kayadır. Siyah mineral içeriği ile homojen benekli görünümündedir. Masif, kompakt, yoğun özellikte olup, aderansı yüksek özellikli kayadır. İnce taneli çimento içerisindeki orta iri tane boyutlu bileşenlerden oluşur. Asit (%10 HCl) ile muamelede orta düzeyde reaksiyon görülmüştür.

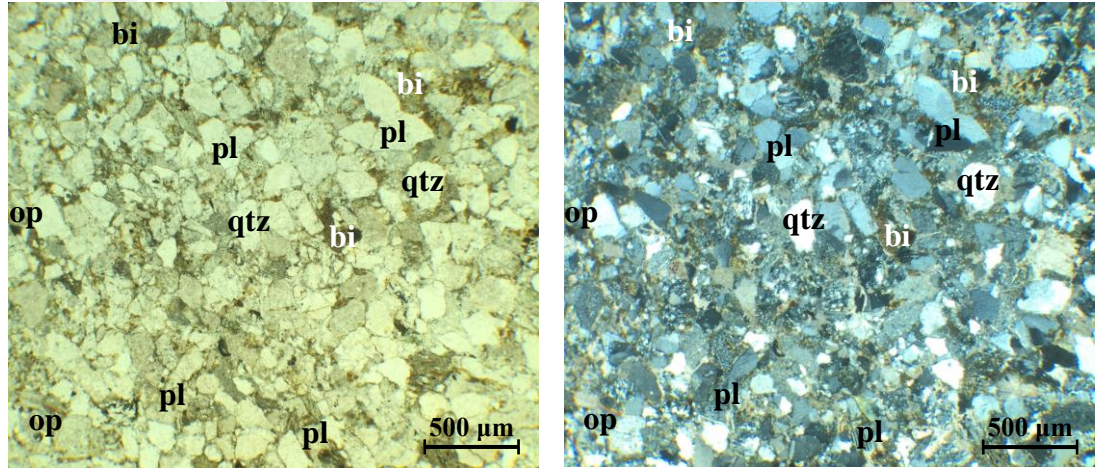
Mikro Özellik:

Kayaç, genel olarak kuvars, feldspat, mika (muskovit) ve opak minerallerden oluşur ve bu bileşenler ince taneli killi, silisli ve karbonatlı çimento içerisindedir. Kayaç,

kalsit çimentolu, bol ve iri detritik mineral bileşimli dokuda kumtaşıdır. Kuvars minerali iri ve orta tanelidir, köşeli, yarı köşeli, beyaz rente ve berraktır. Yüksek oranda kuvars minerali içermektedir. Plajiyoklaz minerali öz ve yarı öz şekillidir, albit ve polisintetik ikizlidir, orta bollukta % 8-10 oranında bulunmaktadır. Mikalar muskovit cinsi olup ince mercekseldir. Kayaç **Karbonatlı Kumtaşı (Karbonat Çimentolu Kumtaşı)** olarak tanımlanmıştır. Bu örneğin bileşenleri, Çizelge 3.18.'de ayrıca verilmiştir.

Çizelge 3.18. 18 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi

Bileşenler		Modal Oran (%)
Matriks	Kil – silis - karbonat	20-22
Mineral / Kristal Taneleri ve Litik Taneler	Kuvars	50-52
	Plajiyoklaz	8-10
	Muskovit	6-8
	K-Feldspat	10-12
	Opak	1-2
Kayaç Adı	Karbonatlı Kumtaşı	



Fotoğraf 3.18. 18 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri (solda: paralel nikol, sağda: çapraz nikol)

Örnek No 19

Lokasyon: Beşyol Köyü-Küçükanafta batı yönünde. Koordinat: x: 44449, y: 64336

Makro Özellik: Genel olarak granit görünümlü beyaz-gri renkli kayadır. İnce taneli bir hamur içerisinde iri tane boyutlu bileşenlerden oluşur. Yoğun ve masif, kompakt görünümlüdür. Asit (% 10 HCl) ile muamelede reaksiyon izlenmez.

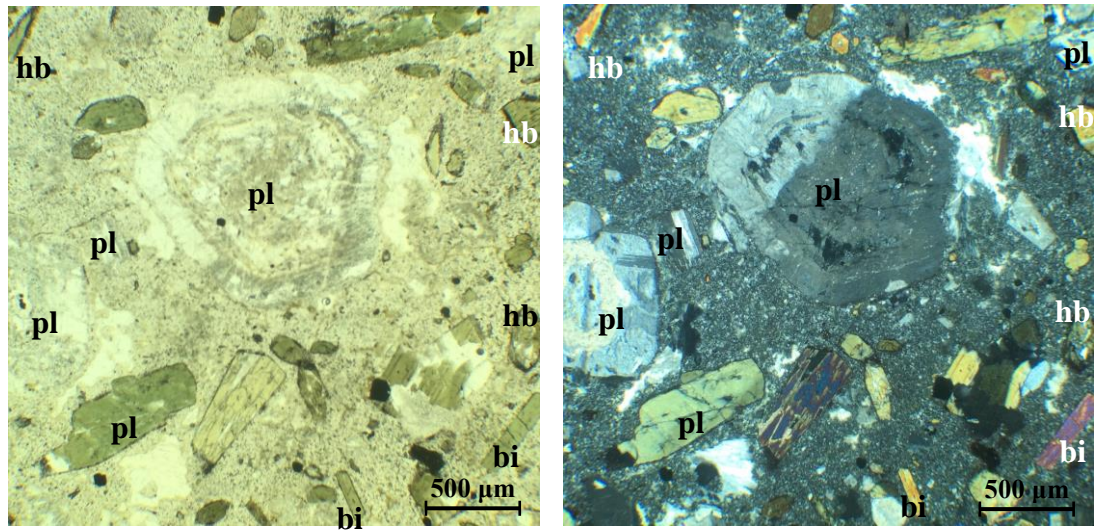
Mikro Özellik:

Kayaç, genel olarak plajiyoklaz, hornblend ve opak minerallerden oluşur ve tüm bu bileşenler ince taneli volkanik hamur içerisinde. Plajiyoklaz ana feldspat mineralidir. Kayaç porfirik volkanik yapıdadır, iri detritik mineralli olup plajiyoklaz ve hornblend mineralleri ayrılmış durumdadır. Mineraller aşınmış yarı mikrolitik dokuda ve yarı camsal matriks içindedir. Plajiyoklaz minerali iri taneli, kırıklı, aşınmış ikizli, çok çatlaklıdır ve zonlanma gösterir. Hornblend minerali farklı tanelidir, aşınmış ve kırıklıdır. Opak minerali siyah renkli ve kare kesitlidir (manyetit – kromit). Hamuru ise ince taneli mikrolitiktir, plajiyoklaz ve anfibol mikrolitleri içerir.

Kayaç **Andezit** olarak tanımlanmıştır. Bu örneğin bileşenleri, Çizelge 3.19.'da ayrıca verilmiştir.

Çizelge 3.19. 19 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi

Bileşenler	Modal Oran (%)
Hamur	50-52
Plajiyoklaz (iri lameller halinde)	30-32
Hornblend	10-12
Opak (manyetit-kromit)	5-7
Kayaç Adı	Volkanik Lav (Andezit)



Fotoğraf 3.19. 19 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri (solda: paralel nikel, sağda: çapraz nikel)

Örnek No 20

Lokasyon: Kavak Köyü güney çıkışından 1 km mesafede, Topyolu mevki.

Koordinatlar: x: 67374, y: 75371.

Makro Özellik:

Genel olarak açık renkli bej benekli kayadır. Homojen görünümündedir. Masif, kompakt, yoğun özellikli kayadır. İnce taneli çimento içerisindeki orta iri tane boyutlu bileşenlerden oluşur. Asit (%10 HCl) ile muamelede hızlı köpürme görülmüştür.

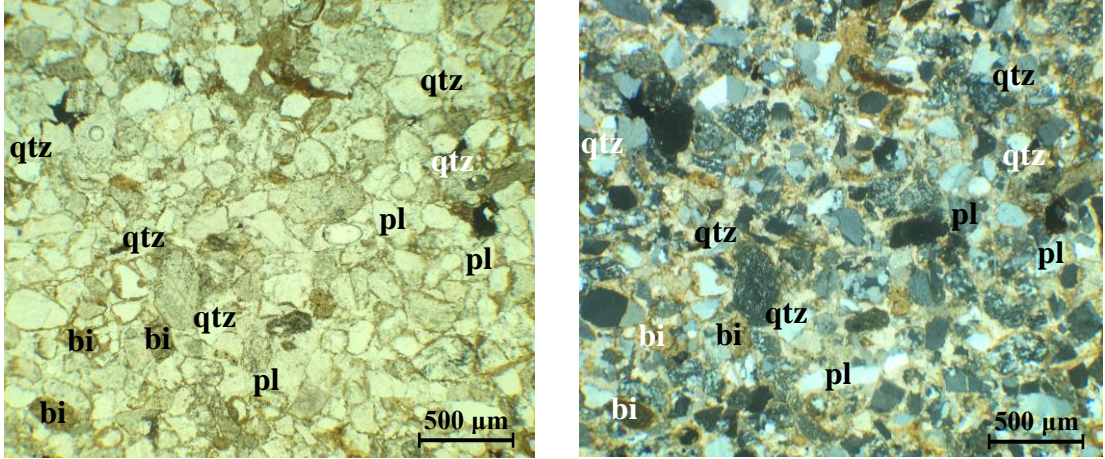
Mikro Özellik:

Kayaç, genel olarak kuvars, feldspat, mika (biyotit), opak mineraller ve litik parçalardan oluşur ve bu bileşenler ince taneli kalsit-kristalin çimento içerisinde. Kayaç, orta taneli, kalsit çimentolu bol detritik mineralli dokuda kumtaşıdır. Kuvars minerali beyaz ve berraktır, dalgalı yanıp sönmelidir. Plajiyoklaz minerali yarı öz şekilli, albit ve polisintetik ikizlidir. Biyotit minerali yarı öz şekilli ve opaklaşmıştır. Litik parçalar ise ince taneli kumtaşı parçalarıdır. Opak minerali siyah ve aşınmış şekildedir. Çimentosu karbonatlı ve kalsit dilimli ve ikizlidir, demiroksit ve hematitlidir.

Kayaç **Karbonatlı Kumtaşı (Karbonat Çimentolu Kumtaşı)** olarak tanımlanmıştır. Bu örneğin bileşenleri, Çizelge 3.20.'de ayrıca verilmiştir.

Çizelge 3.20. 20 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi

Bileşenler		Modal Oran (%)
Matriks	Kalsit-kristalin, dilimli ve ikizlidir	34-36
Mineral / Kristal Taneleri ve Litik Taneler	Kuvars	34-36
	Plajiyoklaz	16-18
	Mika (Biyotit)	3-4
	Litik parçalar	6-8
	Opak mineraller	2-3
Kayaç Adı	Karbonatlı Kumtaşı	



Fotoğraf 3.20. 20 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görünümü (solda: paralel nikol, sağda: çapraz nikol)

Örnek No 21

Lokasyon: Kavak Köyü güney çıkışından 1,1 km mesafede, Topyolu mevki.
Koordinatlar: x: 67406, y: 75194.

Makro Özellik:

Genel olarak bej-gri karışımı renk tonlarında kayadır. Masif, kompakt, yoğun özellikte olup, homojen görünümlü kayadır. İnce taneli çimento içerisindeki orta tane boyutlu bileşenlerden oluşur. Asit (%10 HCl) ile muamelede hızlı köpürme görülmüştür.

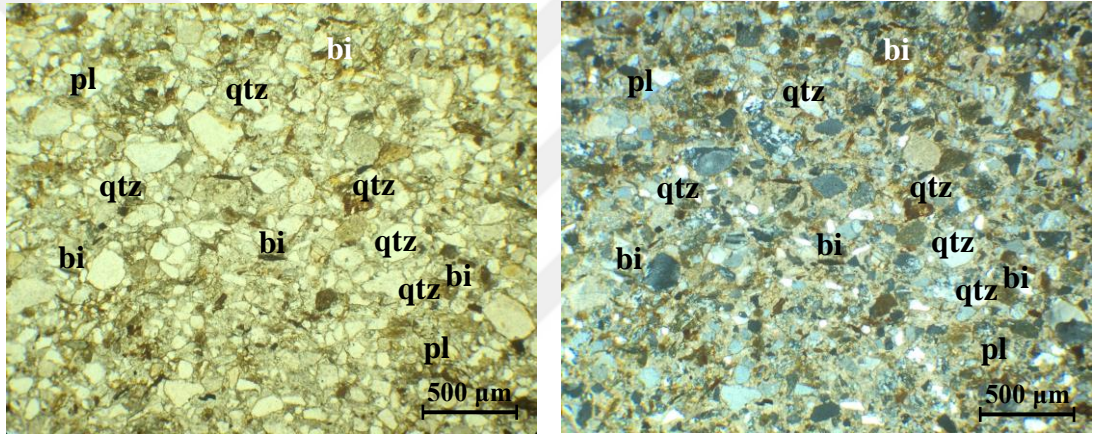
Mikro Özellik:

Kayaç, genel olarak feldspat, kuvars, mika (biyotit+muskovit), opak mineraller ve litik parçalardan oluşur ve bu bileşenler ince taneli kalsit çimento içerisinde yer alan kumtaşı dokusundadır. Kuvars minerali köşeli, yarı köşeli, dalgalı yanıp sönmeli, kırıklı-çatlaklıdır, beyaz renktedir ve impürite içermemektedir. Plajiyoklaz minerali yarı öz şekilli, ikizlidir. Mikroklin iki dilinimlidir, biyotit deforme ve tabuler kristaller halinde çoğu kez ayrılmış durumdadır. Kayaç parçası ince taneli kuvarsit ile muskovit iri-orta taneli ve mercekseldirler, opak minerali siyah renklidir (aşınmış kromit-manyetit). Çimentosu kalsittir, detritik mineralleri birleştiren opak içerikli, ince kristalli kalsitte ayrışma sonucu opak impüritelere yer alır.

Kayaç **Karbonatlı Kumtaşı (Karbonat Çimentolu Kumtaşı)** olarak tanımlanmıştır. Bu örneğin bileşenleri, Çizelge 3.21.'de ayrıca verilmiştir.

Çizelge 3.21. 21 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi

Bileşenler		Modal Oran (%)
Matriks	Kalsit ince kristalli, demiroksit-hematit	38-40
Mineral / Kristal Taneleri ve Litik Taneler	Kuvars	30-32
	Plajiyoklaz + K-Feldspat	18-20
	Mika (Biyotit+Muskovit)	3-4
	Litik parçalar	5-7
	Opak mineraller (kromit-manyetit)	1-2
Kayaç Adı	Karbonatlı Kumtaşı	



Fotoğraf 3.21. 21 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri (solda: paralel nikol, sağda: çapraz nikol)

Örnek No 22

Lokasyon: Budak Sırtı kuzey mostrası, Albayın Çiftliği mevkiinin 1 km kuzeydoğusu. Koordinatlar: x: 67661, y: 72594.

Makro Özellik:

Genel olarak gri-bej karışımı renkli kayadır. Homojen görünümlüdür. Masif, kompakt, yoğun ve aderansı yüksek özellikli kayadır. İnce taneli çimento içerisindeki orta-iri tane boyutlu bileşenlerden oluşur. Asit (% 10 HCl) ile muamelede orta düzeyde reaksiyon görülmüştür.

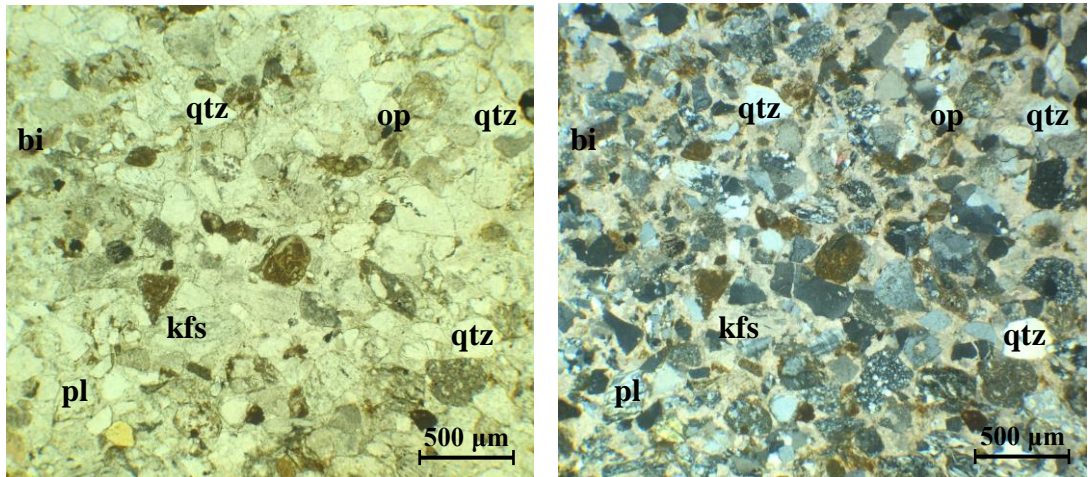
Mikro Özellik:

Kayaç, genel olarak kuvars, feldspat, mika (biyotit+muskovit), opak mineral ve demiroksit ile litik parçalardan oluşur ve bu bileşenler ince taneli karbonatlı çimento

içerisindedir. Farklı taneli detritik mineral ve kayaç parçalarının kalsit çimento içinde yer aldığı kumtaşıdır. Kuvars minerali köşeli, yarı köşeli, dalgalı yanıp sönmelidir, kırıklı çatlaklı beyaz renktedir ve impürite içermemektedir. Plajiyoklaz minerali yarı öz şekilli ve ikizlidir. Mikroclin iki dilinimlidir, biyotit deforme ve tabuler kristaller halinde çoğu kez ayrılmış durumdadır. Muskovit minerali iri-orta taneli ve mercekseldir. Opak minerali siyah renklidir (aşınmış kromit-manyetit). Kayaç parçası olarak ince taneli kuvarsit belirgindir. Çimentosu ikincil karbonat getirimidir. Kayaç **Karbonat Çimentolu Kumtaşı** olarak tanımlanmıştır. Bu örneğin bileşenleri, ayrıca Çizelge 3.22.'de verilmiştir.

Çizelge 3.22. 22 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi

Bileşenler		Modal Oran (%)
Matriks	İkincil karbonat getirimidir.	40-42
Mineral / Kristal Taneleri ve Litik Taneler	Kuvars	38-40
	Plajiyoklaz	4-6
	K-Feldspat	1-2
	Biyotit/Muskovit	1-2
	Litik parçalar	8-10
	Opak mineral ve demiroksit	3-4
Kayaç Adı	Karbonatlı Kumtaşı	



Fotoğraf 3.22. 22 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri (solda: paralel nikel, sağda: çapraz nikel)

Örnek No 23

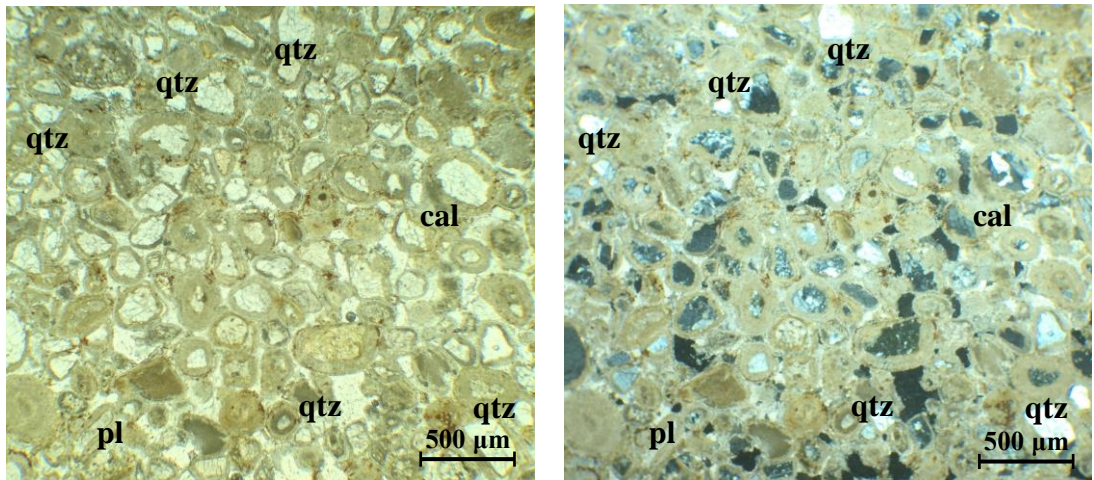
Lokasyon: Cumalı Köyü kuzeydoğu girişi, İğdeli Çeşme mevki. x: 64699, y: 66877.

Makro Özellik: Genel olarak gri-bej karışımı renkli kayadır. Homojen görümlü, eş taneli, masif ve orta yoğunluklu özelliklerdedir. İnce taneli matris içerisinde iri tane boyutlu bileşenlerden oluşur. Asit (%10 HCl) ile muamelede reaksiyon görülmüştür.

Mikro Özellik: Kayaç, genel olarak kuvars, plajiyoklaz ve opaklaşmış demiroksit minerallerinden oluşur ve bu bileşenler ince taneli mikritik kalsit çimento içerisinde. Mikritik kalsit çimento içerisinde az oranda detritik mineral içerikli kumtaşı dokusundadır. Mineraller, etrafını saran karbonat / kalsit zarfları şeklinde, oval şekilli iri nodüller oluşturmuştur (oolitik yapı benzeridir). Kuvars minerali köşeli, yarı köşeli, dalgalı yanıp sönmelidir, kırıklı çatlaklı beyaz renkte olup, impürite içermez. Plajiyoklaz minerali yarı öz şekilli, ikizli ve polisintetiktir. Çimentosu ayrıca opak demiroksit getirimidir. Kayaç **Kumlu Kireçtaşı** olarak tanımlanmıştır. Bu örneğin bileşenleri, Çizelge 3.23.'te ayrıca verilmiştir.

Çizelge 3.23. 23 nolu örneğin modal-mineralojik bileşimi

Bileşenler	Modal Oran (%)
Mikritik kalsit	64-66
Kuvars	20-22
Plajiyoklaz	12-14
Opaklaşmış, demiroksit getiri	1-2
Kayaç Adı	Kumlu Kireçtaşı



Fotoğraf 3.23. 23 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri

Örnek No 24

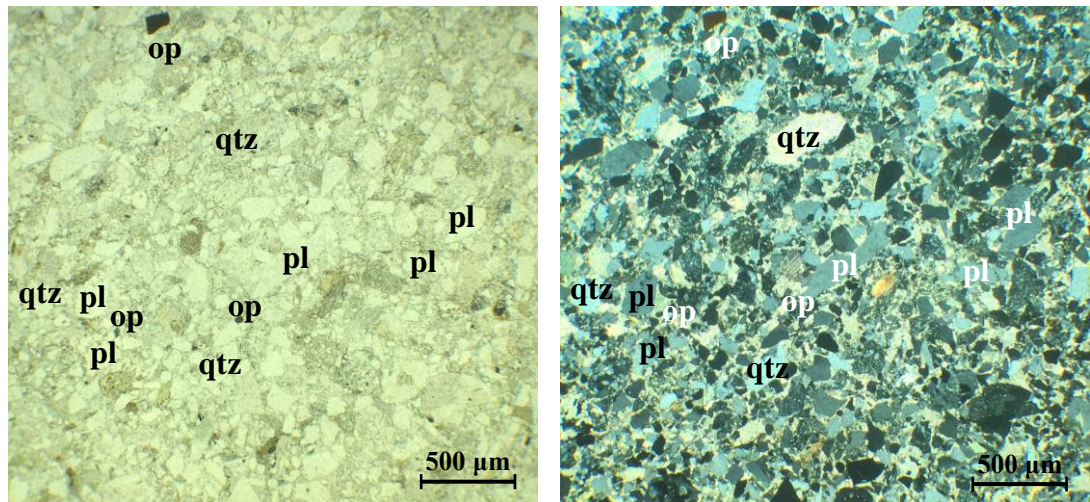
Lokasyon: Bayramiç Köyü kuzeydoğu çıkışına 500 m. mesafede. x: 93106, y: 07576.

Makro Özellik: Genel olarak gri-bej renkli kayadır. Masif, kompakt, yoğun özellikte olup, homojen görümlü kayadır. İnce taneli çimento içerisindeki orta iri tane boyutlu bileşenlerden oluşur. Asit (% 10 HCl) ile muamelede köpürme reaksiyonu görülmüştür.

Mikro Özellik: Kayaç, genel olarak kuvars, feldspat, mika (muskovit) ve opak minerallerden oluşur ve bu bileşenler ince taneli karbonatlı çimento içerisinde. Kuvars minerali farklı taneli, köşeli, kırıklıdır. Plajiyoklaz minerali yarı öz şekilli, polisintetik ikizlidir. Çimentosu karbonatlı, kalsit, demiroksit-hematitlidir. Kayaç **Karbonat Çimentolu Kumtaşı** olarak tanımlanmıştır. Bu örneğin bileşenleri, Çizelge 3.24.'te ayrıca verilmiştir.

Çizelge 3.24. 24 No.lu örneğin modal-mineralojik bileşimi

Bileşenler		Modal Oran (%)
Matriks	Karbonat	20-22
Mineral / Kristal Taneleri ve Litik Taneler	Kuvars	50-52
	Plajiyoklaz	6-8
	Muskovit	8-10
	K-Feldspat	10-12
	Opak	1-2
Kayaç Adı	Karbonatlı Kumtaşı	



Fotoğraf 3.24. 24 No.lu örneğin petrografik-polarizan mikroskop görüntüleri (solda: paralel nikel, sağda: çapraz nikel)

3.1.2. Jeokimyasal Özelliklerin Belirlenmesi

Kimyasal ve Jeokimyasal İncelenmesi:

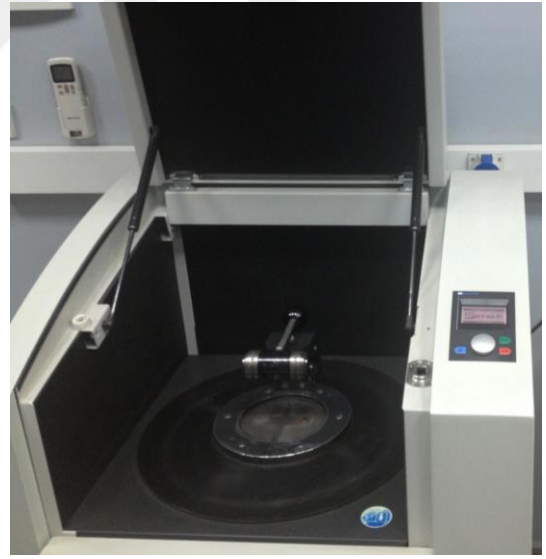
Gelibolu Yarımadası'nda yüzey veren kumtaşlarının laboratuvar bazlı çalışmalar amaçlı, sahadan alınan sistematik 24 örneğin, mineralojik-petrografik açıdan ortaya konan verilerin kimyasal bileşim ve özelliklerle, kayaca jeokimyasal açıdan konumu ile oluşum ve kökenine yönelik parametreler ortaya konmaktadır. Bu amaçla örnekler majör, iz elementler ve nadir toprak elementler analizleri İTÜ Maden Fakültesi JAL Jeokimya Araştırmaları Laboratuvarları'nda XRF ve ICP-MS yöntemleriyle yapılmıştır.

XRF ve ICP MS Analiz Yöntemleri:

Retsch marka cihazda, sert, orta sert, kırılğan ve dayanıklı numunelerin 1-2 cm çapında taneler temin etmek için kırım amaçlı kullanılmaktadır (Fotoğraf 3.25). Büyük besleme boyutları imkanı sayesinde numunelerde malzeme kaybı olmadan, metal kontaminasyonunu engelleyen özelliği ile temiz numune elde edilebilmektedir.



Fotoğraf 3.25. Çeneli kırıcı cihazı



Fotoğraf 3.26. Öğütme cihazı

Çeneli kırıcı ile kırılan numunelerin 40 mikrona kadar varan boyutlarda öğütülmesi fotoğraf 3.26.'daki cihaz ile sağlanmaktadır. Öğütme cihazında mikron boyutlarında toz haline getirilen numunelerin etüvde 105°C'de 3 saat bekletilmesiyle, bünyelerinde muhteva ettikleri suyun buharlaşması sağlanarak tamamen kuru hale gelmektedir (Fotoğraf 3.27 ve 3.28).



Fotoğraf 3.27. Etüv cihazı



Fotoğraf 3.28. Etüvde nem alma işlemi

Fotoğraf 3.29.'da görülen Herzog marka cihaz ile toz haline getirilmiş numuneler, belirli oranlarda bağlayıcı kimyasallar kullanılarak elde edilen pellet ile XRF (X-Ray Floresans) cihazında majör ve iz element analizleri yapılmaktadır.



Fotoğraf 3.29. Pellet pres cihazı

Bruker marka S8 Tiger model dalgalı boyu dağılımlı XRF cihazı ile, numunelerin tüm spektrum boyunca taranması yapılarak, yarı kantitatif majör oksit ve kantitatif iz element analizleri gerçekleştirilmektedir. Fotoğraf 3.29'da pellet cihazında hazırlanan numunelerin XRF cihazındaki dizilimleri ve analizi Fotoğraf 3.30. ve 3.31.'de görülmektedir.



Fotoğraf 3.30. X-Ray Floresans cihazı Fotoğraf 3.31. XRF analizi

Perkin Elmer marka DRC-e model ICP-MS cihazı ile çözünürleştirme sonucu elde edilen çözelti halindeki numunelerin ppm-ppb seviyesinde içerdikleri elementlerin konsantrasyonları belirlenmektedir. Nadir toprak elementlerinin analizi yapılırken; 1 g toz numune 50 cc'lik falcon tüplerdeki asitte ısıtılarak çözülüp ICP MS (endüktif eşlenimli plazma kütle spektrometresi) cihazında analizi yapılmaktadır (Fotoğraf 3.32).



Fotoğraf 3.32. ICP MS cihazı ünitesi

Majör Oksit Analizleri:

Çizelge 3.25'ten de izleneceği gibi XRF yöntemi ile analizi yapılan majör oksitler SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , TiO_2 , P_2O_5 , MnO , Cr_2O_3 ve ateş yayıatı (LOI)'den ibaret olup toplamaları %100 mertebesindedir.

Çizelge 3.25. Majör oksitlerin kimyasal bileşim oranları (%) (İTÜ Maden Fak. JAL)

Örnek	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃	LOI
1	67,94	14,71	3,09	1,67	2,51	2,49	4,31	0,61	0,16	0,17	0	2,36
2	44,15	14,74	2,64	0,93	18,71	1,89	6,01	0,67	0,12	0,32	0	9,82
3	25,64	6,56	4,21	2,44	37,13	0,81	1,11	0,38	0,08	0,45	0,04	21,15
4	2,75	0,87	1,75	0,67	51,71	0,09	0,21	0,04	0,09	0,43	0	41,38
5	3,87	1,33	1,31	0,85	51,1	0,15	0,23	0,06	0,05	0,64	0	40,41
6	14,06	5,28	1,96	1,1	45,65	0,93	0,87	0,29	0,05	0,24	0	29,58
7	58,41	13,8	4,4	0,63	7,86	3,14	4,77	0,54	0,16	0,2	0	6,09
8	59,69	8,24	2,8	1,47	14,19	2,07	2,44	0,52	0,11	0,08	0,04	8,35
9	65,67	13,98	1,69	1,08	3,5	1,65	3,53	0,23	0,06	0,09	0	8,52
10	65,79	13,4	2,3	1,69	3,59	0,94	3,2	0,42	0,1	0,03	0	8,54
11	37,93	10,72	1,93	0,52	27,17	1,71	5,1	0,51	0,1	0,44	0	13,87
12	65,59	15,43	2,96	1,33	1,36	4,29	3,2	0,46	0,1	0,05	0	5,23
13	58,73	14,5	3,29	1,23	7,46	4,02	4,77	0,41	0,07	0,25	0	5,26
14	4,74	1,6	1,14	0,83	49,75	0,14	0,28	0,07	0,13	0,51	0	40,82
15	54,05	17,73	8,81	4,01	2,28	6,47	2,23	0,95	0,4	0,22	0,01	2,85
16	32,64	6,87	2,99	2,01	31,49	1,57	1,29	0,77	0,13	0,46	0,1	19,66
17	46,43	8,27	3,67	2,66	23,18	1,3	1,32	0,57	0,07	0,14	0,06	12,33
18	58,9	10,56	4,13	2,45	12,01	2,14	1,69	0,56	0,1	0,09	0,04	7,34
19	59,28	17,23	4,71	2,04	5,42	3,79	3,43	0,51	0,17	0,1	0	3,33
20	40,15	6,22	3,15	1,24	29,64	1,36	1,34	0,26	0,09	0,23	0,01	16,3
21	36,81	7,23	5,4	2,14	28,01	1,22	1,2	0,54	0,1	0,56	0,04	16,76
22	40,78	7,81	3,89	1,89	26,76	1,77	1,37	0,42	0,09	0,3	0,03	14,9
23	10,5	2,23	2,52	7,51	41,83	0,38	0,45	0,13	0,08	0,24	0,01	34,11
24	45,86	8,86	4,18	2,51	21,79	1,57	1,52	0,51	0,1	0,57	0,40	12,13

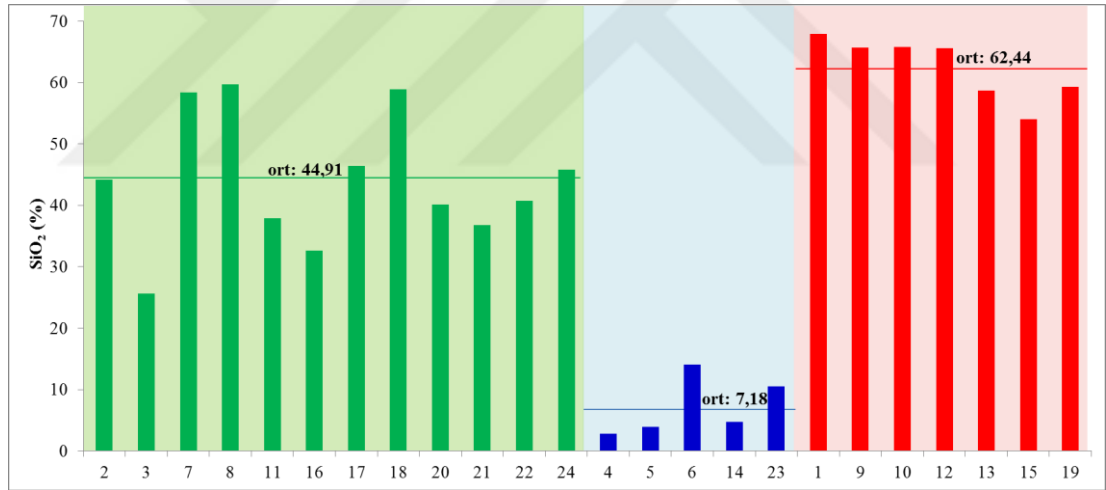
Majör oksit analizlerinin en yüksek, en düşük ve ortalama değerleri Çizelge 3.26.'da özet olarak verilmiştir. Kumtaşları genel olarak uç değerlerde yer almamaktadır.

Çizelge 3.26. Majör oksit değerlerin en küçük, en büyük ve ortalama değerleri (%)

Majör Oksit	En Düşük %	Örnek No	En Yüksek %	Örnek No	Tüm Ortalama %
SiO ₂	2,75	4	67,94	1	41,68
Al ₂ O ₃	0,87	4	17,73	15	9,51
Fe ₂ O ₃	1,14	14	8,81	15	3,29
MgO	0,52	11	7,51	23	1,87
CaO	1,36	12	51,71	4	22,67
Na ₂ O	0,09	4	6,47	15	1,91
K ₂ O	0,21	4	6,01	2	2,33
TiO ₂	0,04	4	0,95	15	0,44
P ₂ O ₅	0,05	5/6	0,40	15	0,11
MnO	0,03	10	0,64	5	0,28
Cr ₂ O ₃	0,01	15/20/23	0,40	24	0,03
LOI	2,36	1	41,38	4	15,88

Örneklere ilişkin grafik analizleri yapılırken ise mineralojik-petrografik analizde elde edilen sonuçlar dikkate alınarak üç grupta incelenmiştir. Grafiklerde kumtaşları veya karbonatlı kumtaşlı olarak değerlendirilen örnekler yeşil renkle, kireçtaşları mavi renkle, volkanik tüfler ise kırmızı renkle gruplandırılmışlardır.

Silisyum Dioksit (SiO₂), majör oksitler içerisinde en önemli bileşen konumunda bulunan silisyum dioksit içerik bakımından kumtaşları, kireçtaşları ve volkanik tüf örnekler arasında önemli farklılık göstermektedir. 2, 3, 7, 8, 11, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 24 nolu örnekler karbonatlı kumtaşları (kumtaşları) kategorisinde bulunmaktadır, ortalama SiO₂ değeri % 44,91 olarak belirlenmiştir. 4, 5, 6, 14, 23 nolu örnekler ise kumlu kireçtaşı (kireçtaşı) olarak adlandırılmış olup, bunların ortalama SiO₂ değeri ise % 7,18 olarak belirlenmiştir. Volkanik tüf olarak adlandırılan 1, 9, 10, 12, 13, 15, 19 nolu örneklerin ortalama SiO₂ değeri % 62,44 ile sahadan alınan örnekler içerisinde en yüksek ortalama değer olarak belirlenmiştir. Örneklerin silisyum dioksit içeriklerinin dağılımı Şekil 3.1.'de grafik olarak sunulmuştur.

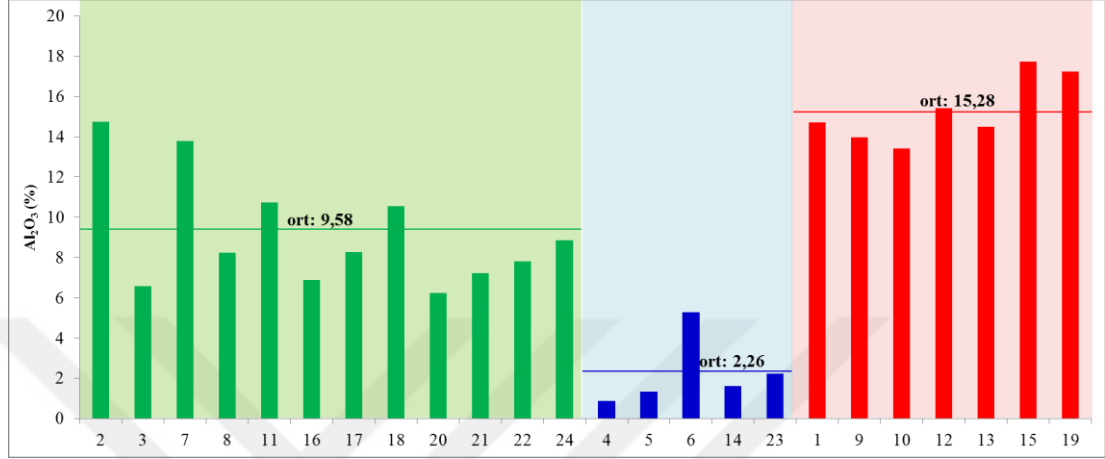


Şekil 3.1. SiO₂'nin örnekler bazında dağılım yüzde değişimleri ve ortalamaları (kumtaşları / kireçtaşları / volkanik tüfler)

SiO₂ içeriği bakımından volkanik tüfler yüksek oranda silisyum dioksit içermekte iken kumtaşlarının silisyum dioksit değerleri kireçtaşlarına oranla çok yüksektir. Kireçtaşlarındaki silisyum dioksit yüzdelik değerlerinin düşük olması ise bünyesindeki kalsiyum oksit varlığından kaynaklanmaktadır.

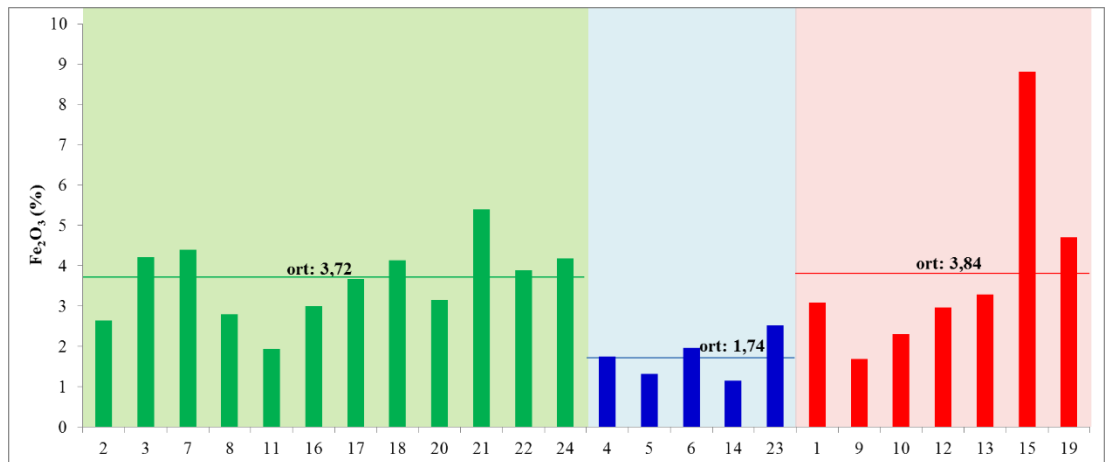
Alüminyum Oksit (Al₂O₃) içeriği incelendiğinde silisyum dioksit için içerik değerlerine benzer olarak, en küçük değerlerin kireçtaşlarında, Karanlık Dere mevkiinden temin edilen 4 nolu örnekte % 0,87 olarak ölçülmüştür. En büyük

değerler ise volkanik tüflerde % 17,73 ile Tayfursköy civarındaki Sarıtaş Tepesi eteklerinden alınan 15 nolu örnekte (volkanik lav / andezit / trakit) ölçülmüştür. Şekil 3.2.'den de görüleceği üzere gerek kumtaşlarında gerekse de kireçtaşlarında ve volkanik tüflerde silisyum dioksit grafiği ile alüminyum oksit grafiği örnekler bazında yüksek oranda benzerlik göstermektedir.



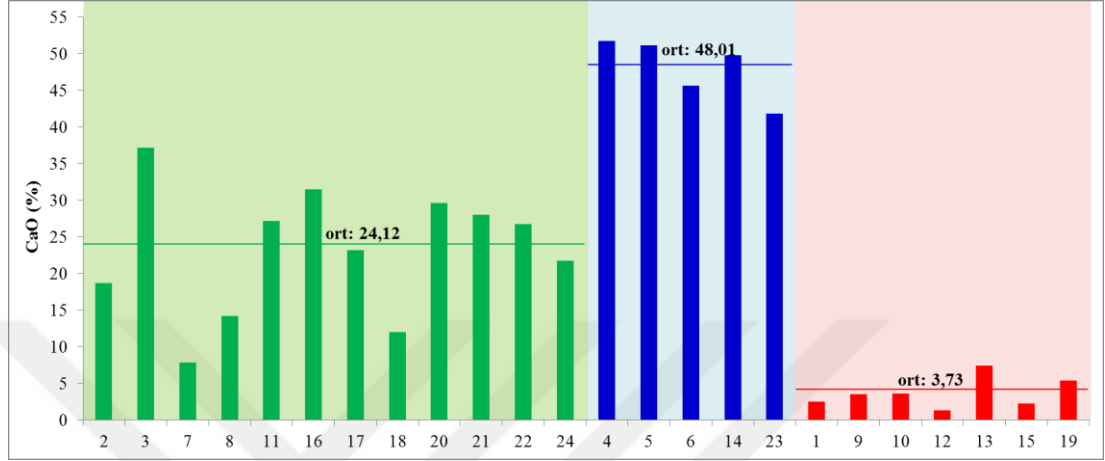
Şekil 3.2. Al₂O₃'ün örnekler bazında dağılım yüzde değişimleri ve ortalamaları (kumtaşları / kireçtaşları / volkanik tüfler)

Demir (III) Oksit (Fe₂O₃) içeriğinde en küçük değer % 1,14 ile Burgaz (Değirmendüzü) Köyü'ne 1 km mesafedeki girişinden alınan 14 nolu örnek olan kireçtaşından, en büyük değer % 8,81 ile 15 nolu örnekte yine alüminyum oksite benzer olarak volkanik tüfte ölçülmüştür. Kumtaşları örnekleri demir (III) oksit içeriği bakımından kireçtaşı örneklerinin demir (III) oksit içeriğinden yüksek, volkanik tüf örneklerinin demir (III) oksit içeriğinden düşüktür. Örneklerin bu değişimi Şekil 3.3.'te sunulmuştur.



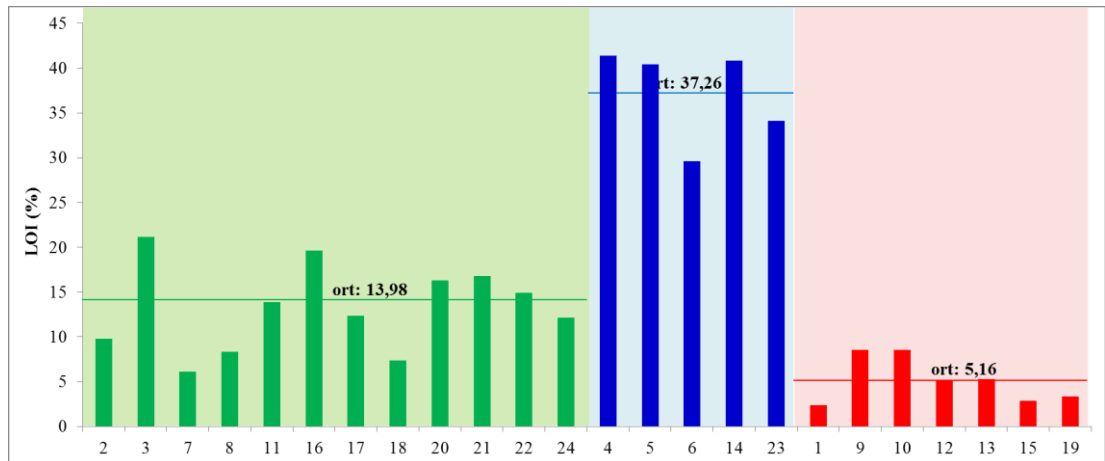
Şekil 3.3. Fe₂O₃'ün örnekler bazında dağılım yüzde değişimleri ve ortalamaları (kumtaşları / kireçtaşları / volkanik tüfler)

Kalsiyum Oksit (CaO) içeriğinde en küçük değer % 1,36 ile Münipbey Deresi mevkiinden alınan 12 nolu örnekte (volkanik tüf), en büyük değer % 51,71 ile Karanlık Dere mevkiinden alınan 4 nolu örnekte (kireçtaşı) ölçülmüştür. Şekil 3.4.'teki grafikten de görüleceği üzere kumtaşları ortalama değerler bakımından yine kireçtaşları ile volkanik tüflerin ortalama değerleri arasında yer almıştır.



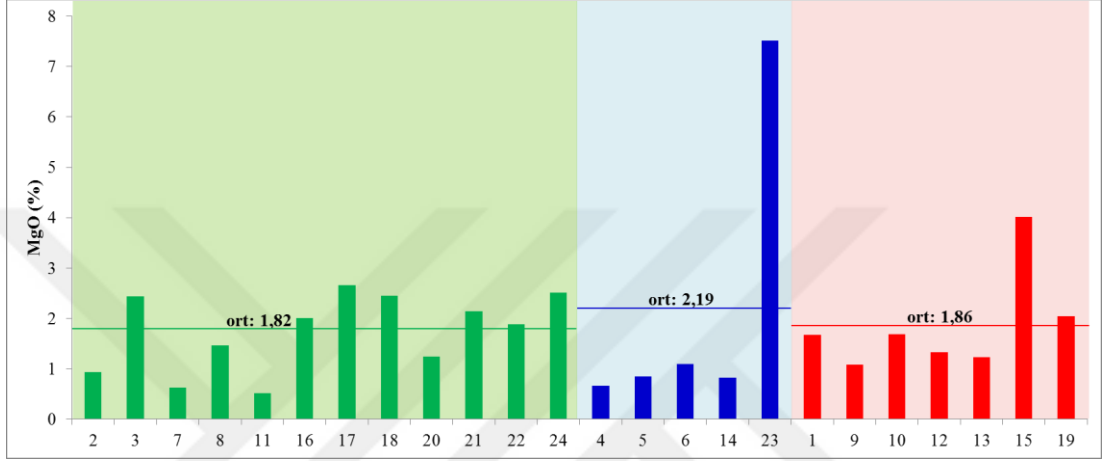
Şekil 3.4. CaO'nun örnekler bazında dağılım yüzde değişimleri ve ortalamaları

Kızdırma Zayıyatı LOI (Ateş kaybı) için ölçülen en küçük değer % 2,36 ile 1 nolu örnekte (volkanik tüf), en büyük değer ise % 41,38 ile Karanlık Dere'den alınan 4 nolu örnekte (kireçtaşı) gerçekleşmiştir. Burada da yine kalsiyum oksit içeriklerine benzer şekilde Şekil 3.5.'teki grafik oluşmuştur. Kumtaşlarının kızdırma zayıyat ortalaması kireçtaşları ile volkanik tüflerin ortalamaları arasında kalmaktadır. Kireçtaşlarının kızdırma kayıp ortalamaları % 37,26 gibi yüksek değerde iken, volkanik tüflerde bu değer % 5,16 olarak ölçülmüştür. Kumtaşlarının ortalama değeri ise % 13,98 düzeyindedir. Kızdırma kayıpları (LOI) ile kalsiyum oksit (CaO) içerikleri arasında doğrudan ilişki bulunmaktadır.



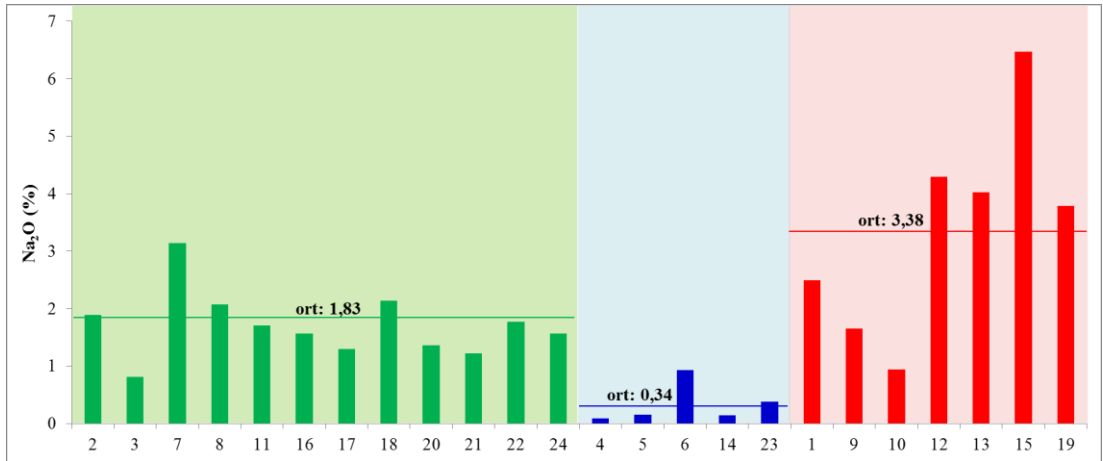
Şekil 3.5. Ateş kaybının örnekler bazında dağılım yüzde değişimleri ve ortalamaları

Magnezyum Oksit (MgO) içeriğinde en küçük değer % 0,52 ile (Örnek 11) karbonatlı kumtaşında, en büyük değer ise % 7,51 ile (Örnek 23) kumlu kireçtaşında ölçülmüştür. Örneklerin MgO ortalama içerikleri bakımından her ne kadar kumtaşları, kireçtaşları ve volkanik tüfler arasında bariz farklılık ölçülmemiş olsa da, Şekil 3.6.'daki magnezyum oksit grafiğinden de görüleceği üzere, kumtaşlarının magnezyum oksit ortalama değerleri kireçtaşları ve volkanik tüflerin ortalama magnezyum oksit değerlerine göre daha düşüktür.



Şekil 3.6. MgO'nun örnekler bazında dağılım yüzde değişimleri ve ortalamaları (kumtaşları / kireçtaşları / volkanik tüfler)

Sodyum Oksit (Na₂O) içeriğinde en küçük değer % 0,09 ile 4 numaralı örnekte (kireçtaşı), en büyük değer ise % 6,47 ile 15 nolu örnekte (volkanik lav / andezit – trakit) ölçülmüştür.

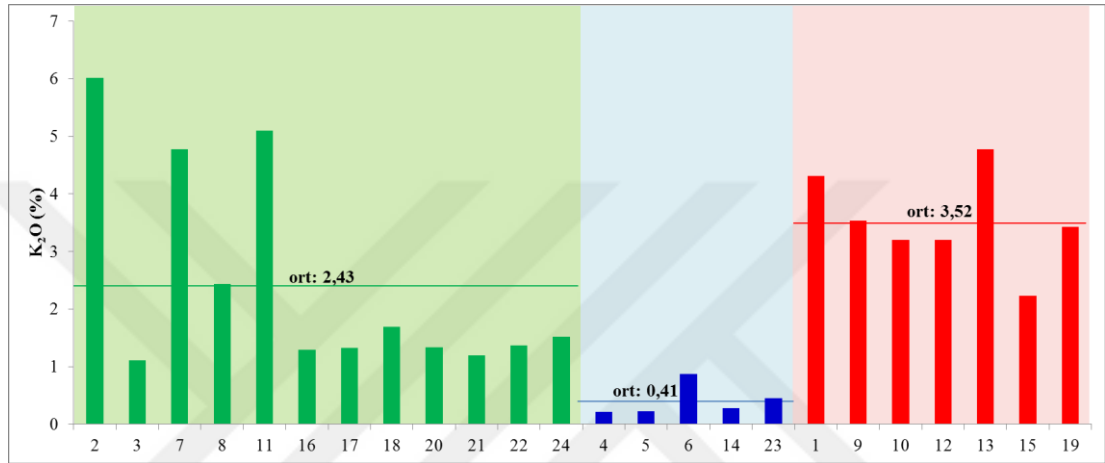


Şekil 3.7. Na₂O'nun örnekler bazında dağılım yüzde değişimleri ve ortalamaları

Kumtaşları örneklerinde ölçülen sodyum oksit değerleri Şekil 3.7.'den de görüleceği üzere volkanik tüflerin ortalaması ile kireçtaşlarının ortalaması arasındadır. Sodyum

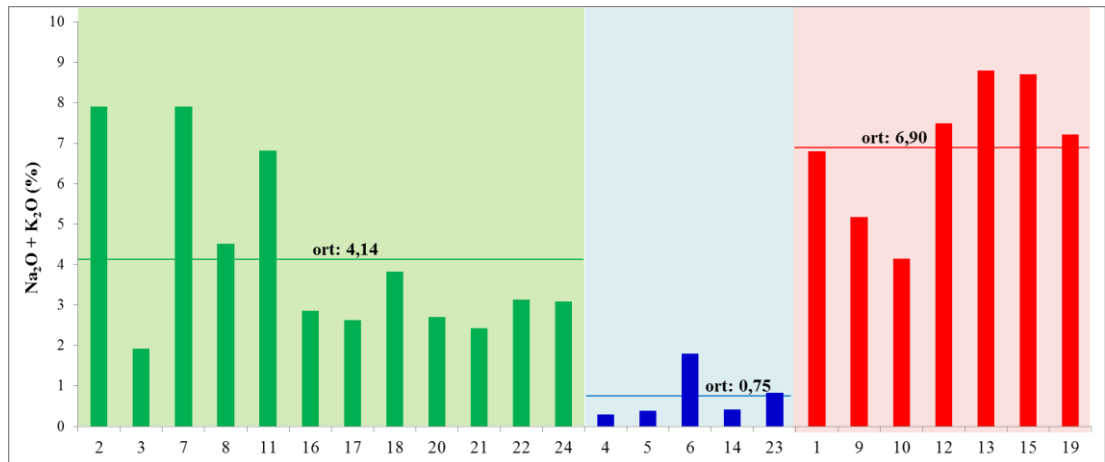
oksit ortalaması volkanik tüflerde % 3,38 iken, kireçtaşlarında bu ortalama % 0,34 gibi düşük düzeydedir. Kumtaşları ortalaması ise % 1,83 olarak ölçülmüştür.

Potasyum Oksit (K_2O) içeriğinde en küçük değer % 0,21 ile 4 nolu örnekte (kireçtaşı), en büyük değer ise % 6,01 ile 2 nolu örnekte (karbonatlı kumtaşı) ölçülmüştür. Ancak Şekil 3.8.'deki grafikten de görüleceği üzere kumtaşlarına ait potasyum oksitin ortalama değerleri volkanik tüflerle kireçtaşlarının ortalama değerleri arasında kalmaktadır.



Şekil 3.8. K_2O 'nun örnekler bazında dağılım yüzde değişimleri ve ortalamaları (kumtaşları / kireçtaşları / volkanik tüfler)

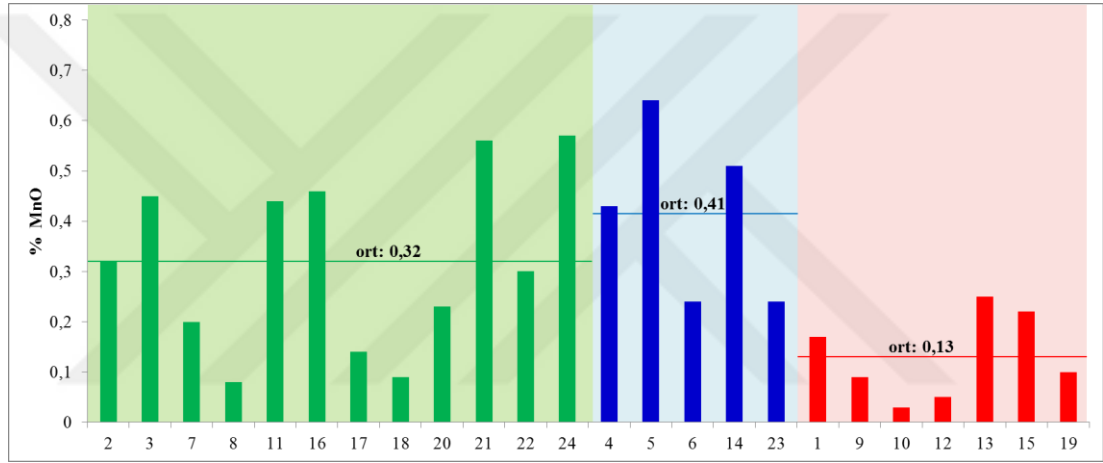
Alkaliler (Na_2O+K_2O) grubu periyodik cetvelde IA grubunda yer alan alkali metallere olan Na ve K'nın oksit bileşenleri olan sodyumoksit ile potasyum oksitin toplam yüzde değeri olarak değerlendirildiğinde, en küçük değeri % 0,30 ile 4 nolu örnekte (kireçtaşı), en büyük değeri ise % 8,79 ile 13 nolu örnekte (volkanik tüf) ölçülmüştür.



Şekil 3.9. Alkalilerin örnekler bazında dağılım yüzde değişimleri ve ortalamaları

Sodyum oksit ve potasyum oksit içerikleri örnekler bazında benzerlik gösterdiğinden toplamda da alkaliler grubu olarak volkanik tüflerde yüksek, kireçtaşlarında düşük düzeydedir. Kumtaşları yine ortalama değerler bazında volkanik tüflerle kireçtaşları arasında yer almaktadır (Şekil 3.9).

Mangan Oksit (MnO) içeriğinde en küçük değer % 0,03 ile 10 nolu örnekte (volkanik tüf), en büyük değer ise % 0,64 ile 5 nolu örnekte (kireçtaşı) ölçülmüştür. Mangan oksit değer ortalamaları kireçtaşlarında en yüksek düzeyde iken, volkanik tüflerde en düşük düzeydedir. Kumtaşlarına ait mangan oksit ortalamaları diğer majör oksitlerde olduğu gibi yine kireçtaşı ortalamaları ile volkanik tüf ortalamaları arasında kalmaktadır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. MnO'nun örnekler bazında dağılım yüzde değişimleri ve ortalamaları (kumtaşları / kireçtaşları / volkanik tüfler)

Majör oksitlere ilişkin değerlerin tamamı Çizelge 3.25.'te verilmiş olup, bunlara ilişkin en büyük, en küçük ve ortalama değerlerin bulunduğu bilgiler ise Çizelge 3.26.'da özetlenmiştir. Şekil 3.1. ile Şekil 3.10. arasındaki grafiklerde ise majör oksitlerin örnekler bazındaki dağılımları görsel olarak sunulmuştur. Önceki bölümde mineralojik-petrografik analizlerle kumtaşları, kireçtaşları ve volkanik tüfler şeklinde sınıflandırması yapılmış olan örneklere ait ölçülen majör oksit değerleri ile oluşturulan grafikler ışığında; SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, Na₂O, K₂O içerik değerlerinin volkanik tüflerde en yüksek düzeylerde, kireçtaşlarında ise en düşük düzeylerde bulunduğu, CaO, MnO ve LOI içerik değerlerinin ise bunun aksine kireçtaşlarında en yüksek düzeylerde, volkanik tüflerde en düşük düzeyde oldukları görülmektedir. Kumtaşları örneklerine ait değerlerin ise bu grafiklerde daima volkanik tüflerin ortalama değerleri ile kireçtaşlarının ortalama değerleri arasında yer aldığı

görülmektedir. Kumtaşı örneklerinde sadece magnezyum oksitinin (MgO) ortalama değerleri bakımından volkanik tüf örnekleri ve kireçtaşı örneklerinden daha düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir.

İz Element Analizleri:

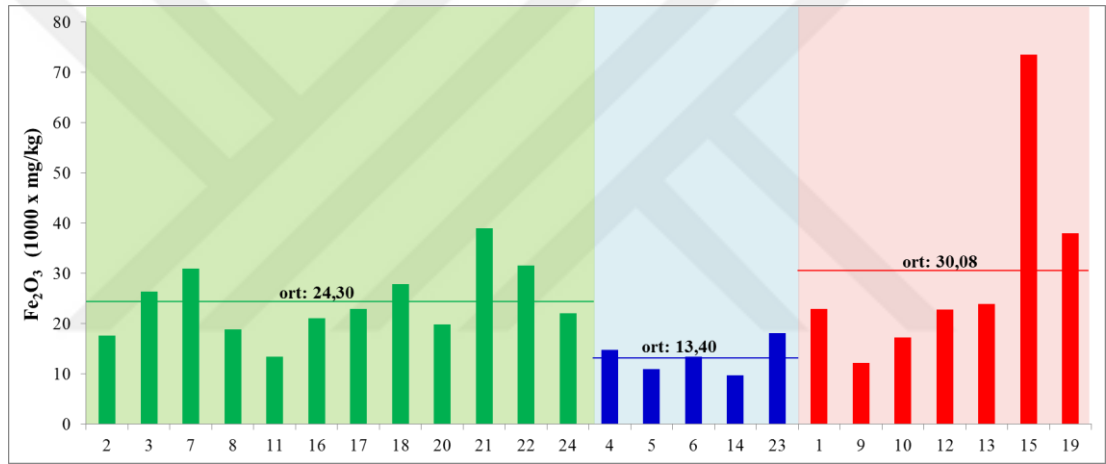
XRF yöntemi ile analizi yapılan iz elementlere ait sonuçların tamamı Çizelge A.1.'de sunulmuştur. Çizelge A.1.'den hareketle üretilen en düşük, en yüksek ve ortalama değerlere ilişkin özet bilgiler ise Çizelge 3.27'de sunulmaktadır. Aşağıdaki çizelgeden de görüleceği üzere örneklerdeki iz elementler Fe₂O₃, TiO₂, MnO, Sr, Ce, Cr, Zr, Rb, V, Zn, Ni, La, Pb, Y, Ga, Nb, Th, Sc, Co, Cu, As, Cs, Sb, U, Mo ve Sn' den ibaret olup, ölçümler ppm mertebesinde.

Çizelge 3.27. İz elementlerin en küçük, en büyük ve ortalama değerleri (ppm)

İz Element	En Düşük ppm	Örnek No	En Yüksek ppm	Örnek No	Tüm Örnekler Ort. ppm
Fe ₂ O ₃	9750	14	73560	15	23715,83
TiO ₂	320	4	7920	15	3123,33
MnO	270	10	7330	5	2561,25
Sr	160	12	1510	9	482,88
Ba	110	6	1250	10	345,5
Ce	55	19	977	4	297,71
Cr	1	13	1200	22	132,92
Zr	33	4	267	12	135,21
Rb	6	5	132	2	53,92
V	9	4	140	15	44,42
Zn	12	5	77	7	36,83
Ni	3	9	90	16	32,38
La	2	21	48	12	12,79
Pb	6	22	43	1	21,08
Y	5	14	36	15	17,58
Ga	1	4	17	15	9,00
Nb	1	5	20	12	8,17
Th	2	23	20	10	6,58
Sc	1	6	18	15	6,38
Co	2	11	16	1/15	5,67
Cu	1	13	19	15	6,79
As	1	15/18/19	17	23	4,42
Cs	1	2/19	21	12	2,13
Sb	1	23	6	12	2,92
U	1	1/10/13	8	23	0,92
Mo	1	3/9/10/11	10	22	1,58
Sn	1	7/8/9/18	3	1/12	0,63

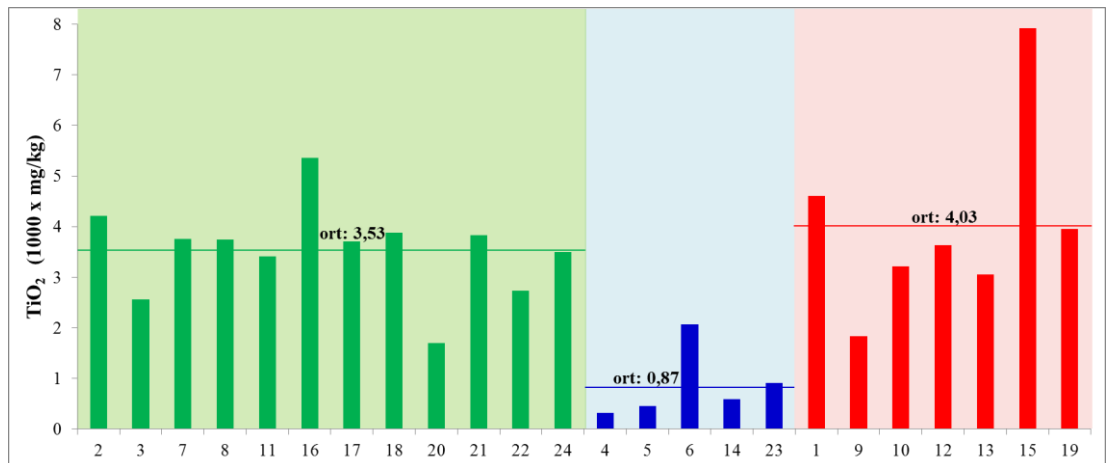
Çizelge A.1.'de tamamı, Çizelge 3.27'de ise özet olarak verilen iz element değerlerinden en yüksek değerlere sahip olan Fe_2O_3 , TiO_2 , MnO ve Sr 'a ait örneklerdeki değişim grafikleri (ppm) mertebesinde değerlendirilerek aşağıda sunulmaktadır. Grafiklerdeki düşey eksende ppm'in açılımı mg/kg olarak gösterilmiş olup, büyük sayısal değerlerin eksende gösteriminin grafikten kolay okunması için kısaltma olarak 1000 çarpanı kullanılmıştır.

Demir (III) Oksit (Fe_2O_3) içeriğinde en küçük değer 9750 ppm ile 14 nolu örnekte (kireçtaşı), en yüksek değer ise 73560 ppm ile 15 nolu örnekte (volkanik tüf) ölçülmüştür. Majör oksit analizinde olduğu gibi burada da demir (III) oksit içeriği bakımından en yüksek değerlerin volkanik tüflerde, en düşük değerlerin kireçtaşlarında olduğu Şekil 3.11.'de görülmektedir.



Şekil 3.11. İz elementlerden Fe_2O_3 'in örnekler bazında dağılım miktarları (ppm)

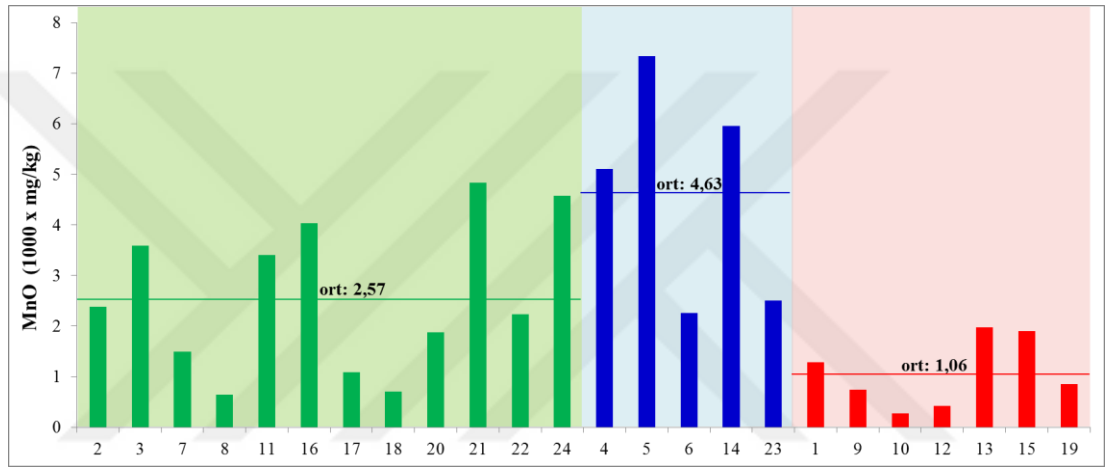
Titanyum Oksit (TiO_2) içeriğinde en düşük değer 320 ppm ile 4 nolu kireçtaşı örneğinde, en yüksek değer ise 7920 ppm ile 15 nolu volkanik tüf örneğindedir.



Şekil 3.12. İz elementlerden TiO_2 'nin örnekler bazında dağılım miktarları (ppm)

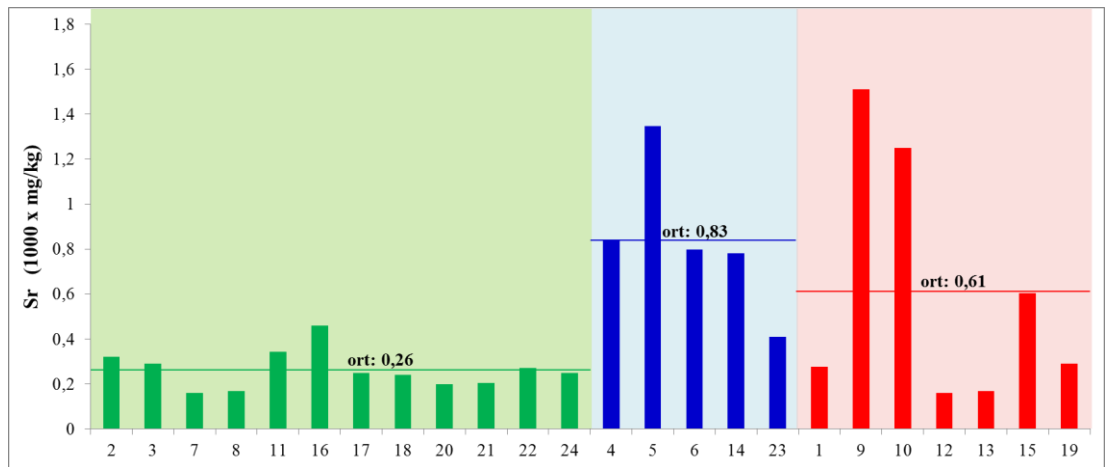
Kumtaşları ve volkanik tüflerde yüksek düzeyde olan titanyum oksit değerleri, kireçtaşlarında düşük düzeyde ölçülmüştür. Şekil 3.12.'den de görüleceği üzere kumtaşlarının ortalaması yine volkanik tüflerin ortalaması ile kireçtaşlarının ortalamasının arasında kalmaktadır.

Mangan Oksit (MnO) içeriğinde en düşük değer 270 ppm ile 10 nolu örnekte (volkanik tüf), en yüksek değer ise 7330 ppm ile 5 nolu örnekte (kireçtaşı) ölçülmüştür. Kumtaşı örneklere ait mangan oksit ortalaması 2570 ppm olup, bu değer kireçtaşı örneklere ait ortalama ile volkanik tüf örneklere ait ortalamanın arasında kalmaktadır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. İz elementlerden MnO'nun örnekler bazında dağılım miktarları (ppm) (kumtaşları / kireçtaşları / volkanik tüfler)

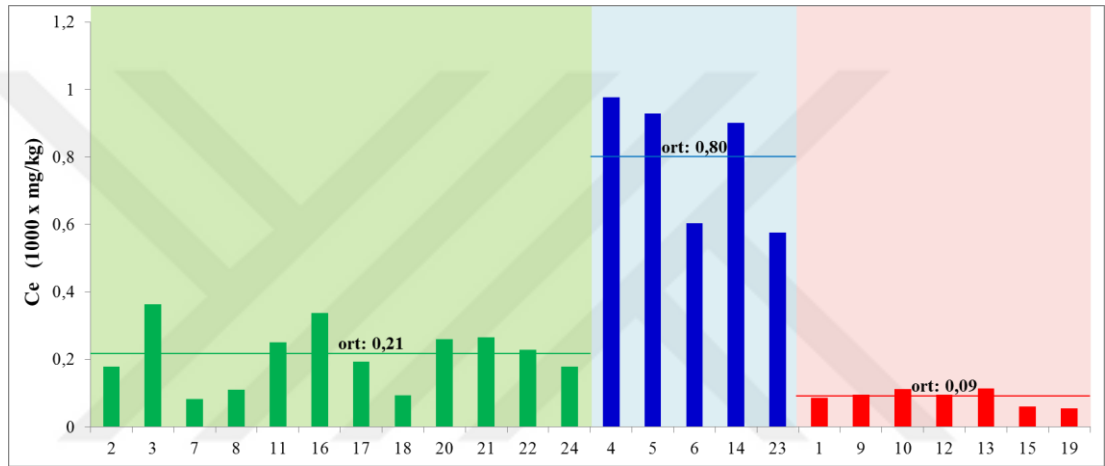
Stronsiyum (Sr) içeriğinde en düşük değer 160 ppm ile 12 nolu örnekte (volkanik tüf), en yüksek değer 1510 ppm ile 9 nolu örnekte (volkanik tüf) ölçülmüştür.



Şekil 3.14. İz elementlerden Sr'nin örnekler bazında dağılım miktarları (ppm) (kumtaşları / kireçtaşları / volkanik tüfler)

Her ne kadar en yüksek ve en düşük değerlerin ölçüldüğü örnekler volkanik tüf olsa da örneklerin Sr (ppm) ortalamaları dikkate alındığında en yüksek ortalamanın 830 ppm ile kireçtaşlarında, en düşük ortalamanın ise 260 ppm ile kumtaşlarında mevcut olduğu Şekil 3.14.'ten görülmektedir.

Seryum (Ce) içeriğinde en düşük değer 55 ppm ile 19 nolu örnekte (volkanik lav/andezit), en yüksek değer 977 ppm ile 4 nolu örnekte (kireçtaşı) ölçülmüştür. Şekil 3.15.'ten de izleneceği gibi kumtaşları örneklerinin Ce ortalaması 210 ppm ile yine kireçtaşı örneklerinin ortalaması ile volkanik tüf örneklerinin arasında kalmaktadır.



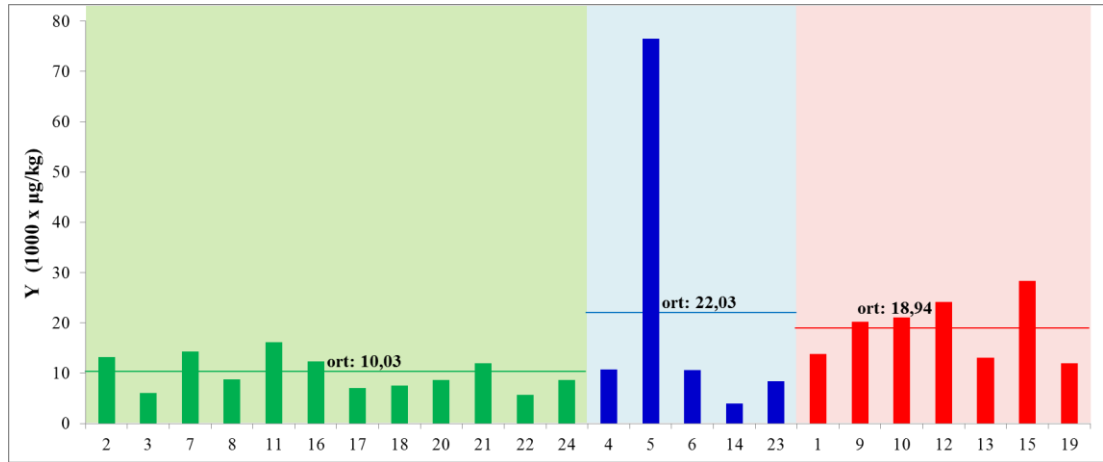
Şekil 3.15. İz elementlerden Ce'nin örnekler bazında dağılım miktarları (ppm) (kumtaşları / kireçtaşları / volkanik tüfler)

Örneklere ait kimyasal analizlerde iz elementler (ppm) açısından, en düşük değerler ile en yüksek değerler genel olarak majör oksitlerde de olduğu gibi volkanik tüfler ile kireçtaşlarında uç değerler şeklinde farklılaşırken kumtaşı örneklerine ait değerler genellikle bu değerlerin arasında kalarak ortalama değerlerde bulunmaktadır. Çizelge A.1. ve 3.27.'den de görüleceği üzere, iz elementlerin en küçük ve en büyük değerleri ağırlıklı olarak kireçtaşlarında ve volkanik tüflerde, ortalama değerleri ise kumtaşlarında izlenmektedir. Genel bir bakışta değerlendirme yapılacak olursa kireçtaşları ile kumlu kireçtaşları için Gelibolu yarımadasının kuzey kesimlerinde özellikle, Fındıklı – Karanlık Dere ve yerel olarak güneye doğru Cumalı Köyü'ne ait örneklerde kireçtaşı olarak, Münipbey Deresi, Manastır Çeşme, Koca Dere - Kapaklı Tepe mevkiğinde, Tayfur Köyü girişi Sarıtaş Tepesi civarı ile Beşyol Köyü'nün Anafartalar yolu çıkışında volkanik tüfler olarak kumtaşlarından farklı formasyonların bulunduğu belirlenmiştir.

Nadir Toprak Elementlerin Analizi:

Nadir toprak elementleri periyodik cetveldeki lantanit grubu elementler ile lantanitlere benzer kimyasal özelliklerdeki itriyum ve skandiyum elementlerinin oluşturduğu grup olarak bilinmektedir. ICP MS endüktif eşlenimli plazma kütle spektrometresi yöntemiyle analizi yapılan örnekler için sonuçların tamamı Çizelge A.2.'de verilmiştir. Örneklerde tespit edilen nadir toprak elementleri Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu'dan ibaret olup, ölçümleri ppb mertebesindedir. Bu elementlerden ağırlıklı olarak bulunan itriyum, lantan ve seryumun kumtaşı, kireçtaşı ve volkanik tüf sınıflarına göre örnekler bazında dağılımları aşağıda grafik olarak sunulmaktadır. Grafiklerdeki düşey eksen ppb'nin açılımı $\mu\text{g}/\text{kg}$ olarak gösterilmiş olup, büyük sayısal değerlerin eksen gösteriminin grafikten kolay okunması için kısaltma olarak 1000 çarpanı kullanılmıştır.

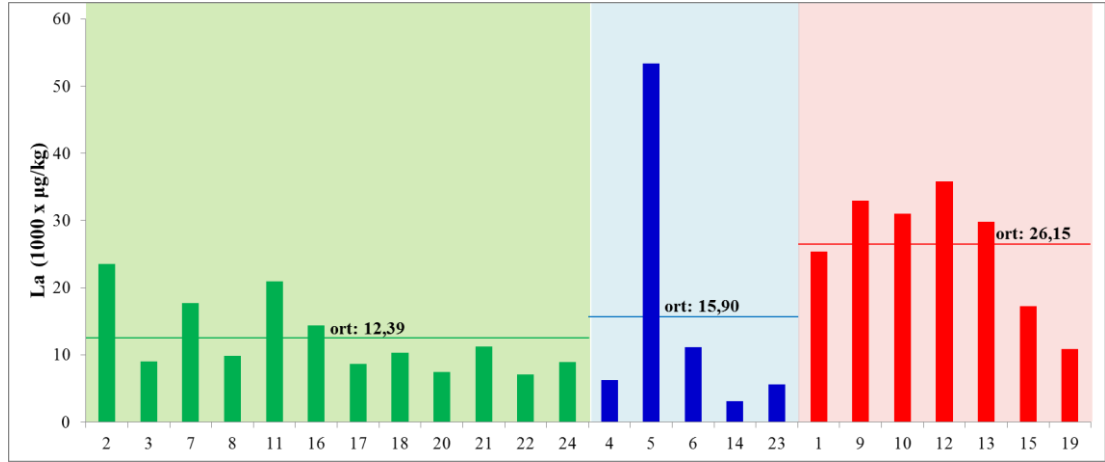
İtriyum (Y) içeriğinde en düşük değer 3955 ppb ile 14 nolu örnekte (kireçtaşı), en yüksek değer ise 76532 ppb ile 5 nolu örnekte (kireçtaşı) ölçülmüştür. İtriyum ortalaması en yüksek olan örnekler 22.033 ppb ile kireçtaşlarıdır. Volkanik tüflerin ortalaması 18.940 ppb, kumtaşlarının ortalaması ise 10.030 ppb olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Nadir toprak elementlerden İtriyum'un (Y) örnekler bazında dağılım miktarları (ppb) (kumtaşları / kireçtaşları / volkanik tüfler)

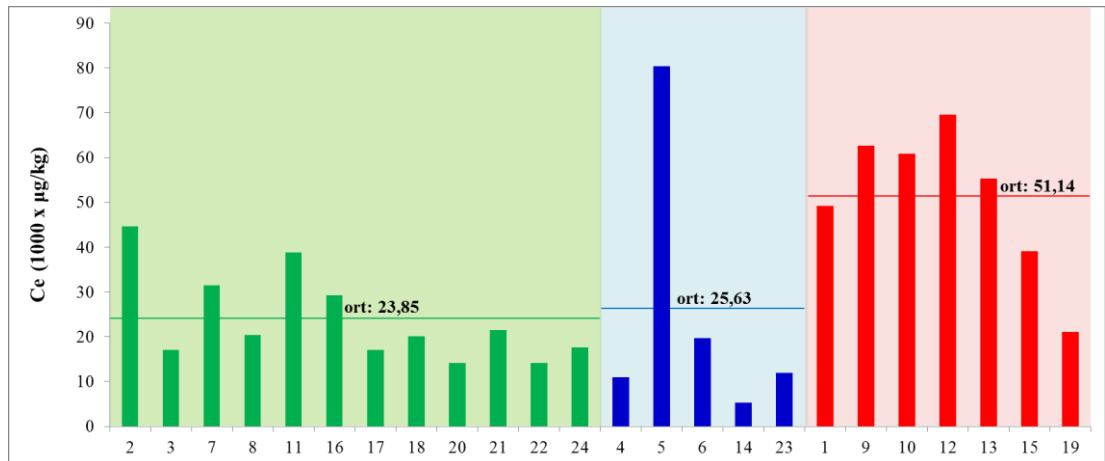
Lantan (La) içeriğinde en düşük değer 3081 ppb ile 14 nolu örnekte (kireçtaşı), en yüksek değer ise 53392 ppb ile 5 nolu örnekte (kireçtaşı) ölçülmüştür. Lantan ortalaması en yüksek olan örnekler 26.154 ppb ile volkanik tüflerdir. Kireçtaşlarının

ortalaması 15.904 ppb, kumtaşlarının ortalaması ise 12.391 ppb olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.17).



Şekil 3.17. Nadir toprak elementlerden Lantan'ın (La) örnekler bazında dağılım miktarları (ppb) (kumtaşları / kireçtaşları / volkanik tüfler)

Seryum (Ce) içeriğinde en düşük değer 5277 ppb ile 14 nolu örnekte (kireçtaşı), en yüksek değer ise 80362 ppb ile 5 nolu örnekte (kireçtaşı) ölçülmüştür. Seryum ortalaması en yüksek olan örnekler 51.141 ppb ile volkanik tüflerdir. Kireçtaşlarının ortalaması 25.630 ppb, kumtaşlarının ortalaması ise 23.854 ppb olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.18.).



Şekil 3.18. Nadir toprak elementlerden Seryum'un (Ce) örnekler bazında dağılım miktarları (ppb) (kumtaşları / kireçtaşları / volkanik tüfler)

XRD - (X ışınları) Mineralojik İnceleme:

XRD yöntemi ile kayaç ve mineral tanımı, “toz metodu” olarak bilinir. Örnek kayaç öncelikle 0,74 mikron boyutunda öğütülür. Toz örnek fotoğraf 3.9.’daki XRD cihazına, cam kaba sıkıştırılıp tutturularak X ışınları kamerasına yerleştirilir. Cihaz çalıştırılarak, yüksek hızla hareket eden elektronların toz minerallerin atomlarına çarpması sonucu “X ışınları” elektromanyetik dalgalar oluşturulur. X ışınları dalga boyu 1 \AA ’dır. Farklı alınan difraksiyonlar, pikler halinde alınır. Farklı θ açılarına göre pikler elde edilir. Bu toz örnekte tüm mümkün kristal yüzeyleri taranarak pikler alınır. Kristal ve mineraller, pik boyları ve θ değerlerine göre cihaza ekli bilgisayar programı ile otomatik olarak tanımlanır.



Fotoğraf 3.33. XRD cihazı (İ.T.Ü. JAL Lab.)

X-Ray Difraktometresi (XRD) cihazı, Bruker marka D8 Advance model ile numuneler tanımlanarak hangi tür minerallerden oluştuğu belirlenmektedir. Çalışma prensibi, öğütülmüş numuneye X- ışını gönderilerek kırılma ve dağılma verilerinin elde edilmesi ile açıklanabilir.

XRD Yöntemi İle İncelenen Örnekler:

Örnek No: 4 Yeniköy - Fındıklı Yolu GPS-6. (Şekil B.1.)

XRD ile Tespit Edilen Mineraller

- Kalsiyum karbonat
- Jips
- Hidrotalsit

Örnek No: 5 Fındıklı Köyü yolu Karanlık Dere mevki GPS-7. (Şekil B.2.)

XRD ile Tespit Edilen Mineraller

- Kalsiyum karbonat
- Jips
- Hidrotalsit

Mineral çokluğuna göre bulunmuştur. Mikroskopta – optik yöntemle yapılan incelemede her iki örneğin mineral bileşenleri benzer olup, kireçtaşı olarak tanımlanmıştır. Mineral bileşimi:

- Fosil kavkı, rekristalize ikincil kalsit, opaklaşmış demiroksit,
- Çimento hamuru olarak mikritik birincil kalsit (bkz. foto 3.4 - 3.5)

Killi kalsit, opak mineral olarak farklı bir mineral bileşim izlenmiştir. Ortak olarak bileşimleri kalsit olup, XRD analizinde jips olarak farklı tanımlanmıştır.

3.1.3. Fiziko-Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi

Çalışma alanı olan Gelibolu yarımadasında yaklaşık 500 km²'lik alanda incelenen kumtaşlarının laboratuvar bazında fizikomekanik özellikleri birden fazla örnekle toplam 24 ayrı noktadan sistematik olarak sahadan alınan örnekler üzerinde yapılmıştır. Doğal olarak arazide kumtaşı özellikli, masif, ayrışma göstermeyen 30 x 20 x 15 cm yaklaşık boyutlarda örnekler laboratuvarda öncelikle fiziksel ve mekanik deneylerin yapılacağı cihazlara uygun geometride Fotoğraf 3.34. ve 3.35.'teki gibi karot alma işlemi yapılarak çapı 3,4 cm, yüksekliği 6,8 cm ebatlarında olan silindirik beşer adet karot örnekler hazırlanmıştır (Fotoğraf 3.36 ve 3.37).

Fiziksel özellikler, su emme, porozite, kuru yoğunluk, ortalama su emme, ortalama porozite, ortalama birim hacim ağırlıkları hesaplanmıştır. Tüm örneklerden elde edilen iki ayrı numuneden elde edilen deney sonuçları Çizelge 3.28'de ayrıntılı olarak verilmiştir. Bu fiziksel özelliklerin verilen fiziksel özellikler çizelgelerinden yararlanarak en düşük, en yüksek, ortalama değerleri ise Çizelge 3.29'da özet olarak düzenlenmiştir. Çalışmada 12 numaralı örnekten blok numune alınmadığı için, 23 numaralı örneğin ise mikroskobik kayaç dokusunun oolitik nodüler yapıda olması

sebebiyle fizikomekanik test değerlerinin diğer kireçtaşı örneklerden çok düşük olması sebebiyle değerlendirme dışında tutulmuşlardır.



Fotoğraf 3.34. Karot alma makinası



Fotoğraf 3.35.Örnekten karot alma işlemi



Fotoğraf 3.36. ve 3.37. Örneğin numaralandırılması, uçlarının düzeltilmesi işlemi



Foto 3.38. ve 3.39. Örneğin çevrimli donma çözölme testi için hazırlama işlemi



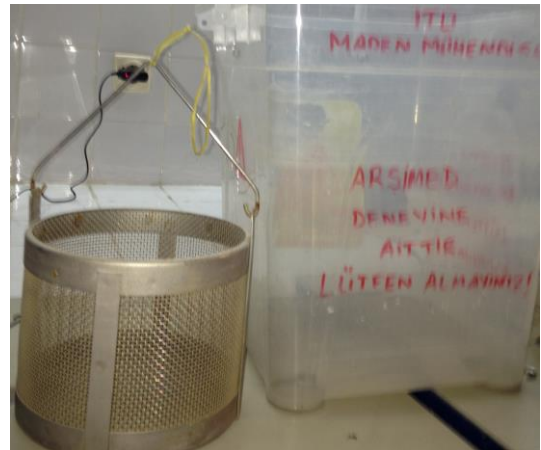
Fotoğraf 3.40. ve 3.41. Tek eksenli basınç dayanım testinde yük altında kırma işlemi



Fotoğraf 3.42. ve 3.43. Brezilyan çekme deneyi ile çekme dayanımının hesaplanması



Fotoğraf 3.44. ve 3.45. Fiziksel deneyler su emme testi ve etüde nem alma işlemi



Fotoğraf 3.46. ve 3.47. Arşimed deney düzeneği ile hassas terazide ağırlık ölçümü ve yoğunluk hesabı

Çizelge 3.28. Fiziksel özelliklerin tayini için ikişer örnek üzerindeki deney sonuçları

Fiziksel Deney	Su Emme (%)			Porozite (%)			Yoğunluk (g/cm ³)			Birim Hacim Ağırlık (kN/m ³)		
	A	B	Ort	A	B	Ort	A	B	Ort	A	B	Ort
2	1,37	1,03	1,20	3,41	2,58	3,00	2,58	2,58	2,58	25,27	25,29	25,28
3	3,26	3,48	3,37	7,49	7,95	7,72	2,48	2,48	2,48	24,37	24,36	24,36
7	2,23	2,14	2,18	5,21	5,01	5,11	2,47	2,47	2,47	24,22	24,19	24,21
8	0,80	0,64	0,72	2,06	1,66	1,86	2,62	2,62	2,62	25,75	25,70	25,72
11	1,94	2,11	2,02	4,63	5,03	4,83	2,50	2,51	2,51	24,57	24,60	24,59
16	1,38	1,13	1,25	3,45	2,85	3,15	2,60	2,59	2,59	25,46	25,40	25,43
17	2,47	2,37	2,42	5,83	5,63	5,73	2,51	2,52	2,51	24,60	24,70	24,65
18	1,47	1,22	1,35	3,55	2,99	3,27	2,50	2,52	2,51	24,55	24,73	24,64
20	2,57	2,63	2,60	6,04	6,16	6,10	2,50	2,50	2,50	24,52	24,50	24,51
21	1,11	0,90	1,00	2,81	2,29	2,55	2,61	2,62	2,61	25,62	25,66	25,64
22	0,99	0,78	0,88	2,51	2,00	2,25	2,61	2,61	2,61	25,58	25,63	25,60
24	1,17	1,18	1,18	2,98	3,00	2,99	2,61	2,61	2,61	25,64	25,60	25,62
4	1,65	1,20	1,43	4,06	3,01	3,53	2,57	2,57	2,57	25,19	25,26	25,22
5	0,61	1,12	0,87	1,62	2,91	2,26	2,68	2,68	2,68	26,27	26,29	26,28
6	0,98	1,08	1,03	2,50	2,75	2,62	2,63	2,62	2,62	25,75	25,66	25,71
14	0,64	0,71	0,67	1,69	1,86	1,77	2,69	2,68	2,68	26,35	26,29	26,32
1	6,99	5,91	6,45	13,41	11,63	12,52	2,22	2,23	2,22	21,74	21,86	21,80
9	3,52	3,03	3,28	7,23	6,31	6,77	2,21	2,22	2,22	21,70	21,79	21,74
10	3,83	3,79	3,81	7,72	7,65	7,68	2,18	2,19	2,18	21,40	21,45	21,42
13	4,36	5,25	4,80	8,95	10,58	9,77	2,26	2,25	2,26	22,13	22,12	22,12
15	4,38	4,43	4,40	8,92	9,00	8,96	2,23	2,23	2,23	21,93	21,91	21,92
19	3,92	4,18	4,05	8,68	9,19	8,94	2,42	2,42	2,42	23,78	23,74	23,76
Ortalama			2,32			5,15			2,49			24,39
En Düş.	14	0,67		14	1,77		10	2,18		10	21,42	
En Yük.	1	6,45		1	12,52		14	2,68		14	26,32	

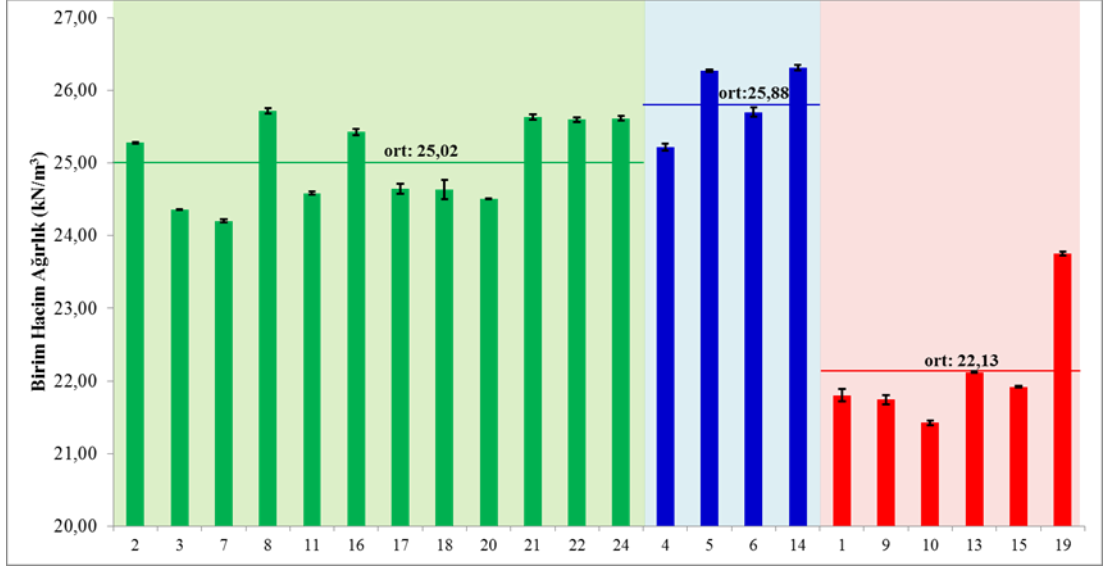
Çizelge 3.29. Örneklerin fiziksel (en düşük, en büyük, ortalama) özet değerleri

Fiziksel Özellikler	Değer	Örnek	Kayaç Özellikleri
En düşük kuru yoğunluk (g/cm ³)	2,18	10	Volkanik tüf - Manastır Çeşme mvk.
En yüksek kuru yoğunluk (g/cm ³)	2,68	14	Kireçtaşı - Değirmendüzü köyü mvk.
Tüm Ortalama yoğunluk	2,49	Tümü	---
En düşük su emme yüzdesi %	0,67	14	Kireçtaşı - Değirmendüzü köyü mvk.
En yüksek su emme yüzdesi %	6,45	1	Volkanik tüf - Ocaklı-Yeniköy arasında
Tüm ortalama su emme %	2,32	Tümü	---
En düşük porozite	1,77	14	Kireçtaşı - Değirmendüzü köyü mvk.
En yüksek porozite	12,52	1	Volkanik tüf - Ocaklı-Yeniköy arasında
Tüm ortalama porozite %	5,15	Tümü	---
En düşük birim hacim ağırlık (kN/m ³)	21,42	10	Volkanik tüf - Manastır Çeşme mvk.
En yüksek birim hacim ağırlık (kN/m ³)	26,32	14	Kireçtaşı - Değirmendüzü köyü mvk.
Tüm ort Br.Hac.Ağ.(kN/m ³)	24,39	Tümü	---

Fiziksel Özelliklerin Değişimlerinin Grafik Gösterimi:

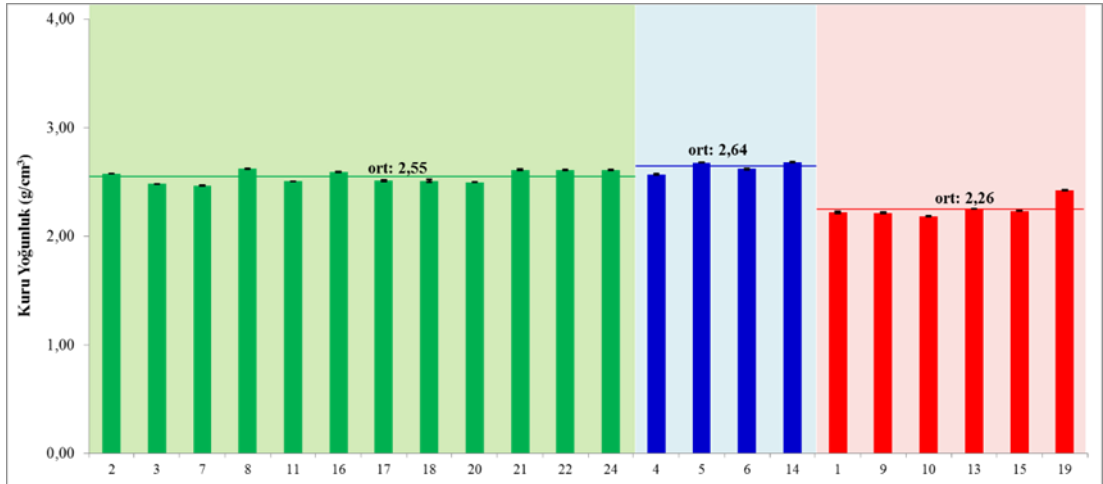
Birim hacim ağırlık, yoğunluk, porozite ve ağırlıkça su emme yüzde değerlerinin hesaplandığı fiziksel deneylere ilişkin grafik sonuçları, mineralojik petrografik analizlere göre kumtaşları, kireçtaşları ve volkanik tüf kayaçları şeklinde yapılan gruplandırmaya istinaden sırasıyla yeşil, mavi ve kırmızı renkli alan taramalarıyla gruplandırılarak sunulmuştur.

Birim Hacim Ağırlık (kN/m³) değerlerinin hesaplamasında en düşük değer 21,42 kN/m³ ile 10 nolu örnekte (volkanik tüf), en yüksek değer ise 26,32 kN/m³ ile 14 nolu örnekte (kireçtaşı) elde edilmiştir. Kumtaşları 25,02 kN/m³ ortalama değeri ile kireçtaşları ve volkanik tüflerin grup ortalamalarının arasında yer almıştır. Kireçtaşları ortalama birim hacim ağırlıkları bakımından 25,88 kN/m³ ile en yüksek değeri almıştır. Volkanik tüf örneklerine ait ortalama birim hacim ağırlık değeri ise 22,13 kN/m³ olarak hesaplanmıştır. Şekil 3.19.'dan da görüleceği üzere volkanik tüfler ortalama birim hacim ağırlık değerleri olarak kumtaşları ve kireçtaşlarından oldukça düşük seviyede yer almaktadır.



Şekil 3.19. Örneklerin ortalama birim hacim ağırlık değerleri (kumtaşları / kireçtaşları / volkanik tüfler)

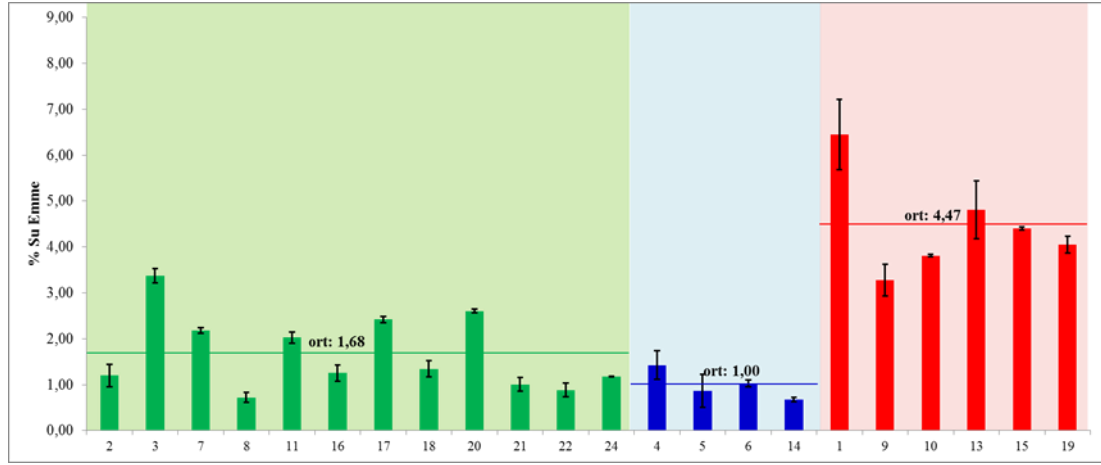
Yoğunluk (g/cm^3) değerlerinin hesaplamasında birim hacim ağırlık değerlerine paralel olarak elde edilen sonuçlar Şekil 3.20.'de verilmiştir. Kireçtaşlarının ortalama yoğunluğu $2,64 g/cm^3$ ile en yüksek değeri alırken, kumtaşlarının yoğunluğu $2,55 g/cm^3$ ile kireçtaşlarına yakın değerler almaktadır. Volkanik tüfler ise $2,26 g/cm^3$ ile kumtaşları ve kireçtaşlarına göre daha düşük düzeyde kalmaktadır. Ortalama yoğunlukların örnekler bazında değişim grafiği Şekil 3.20.'de verilmiştir.



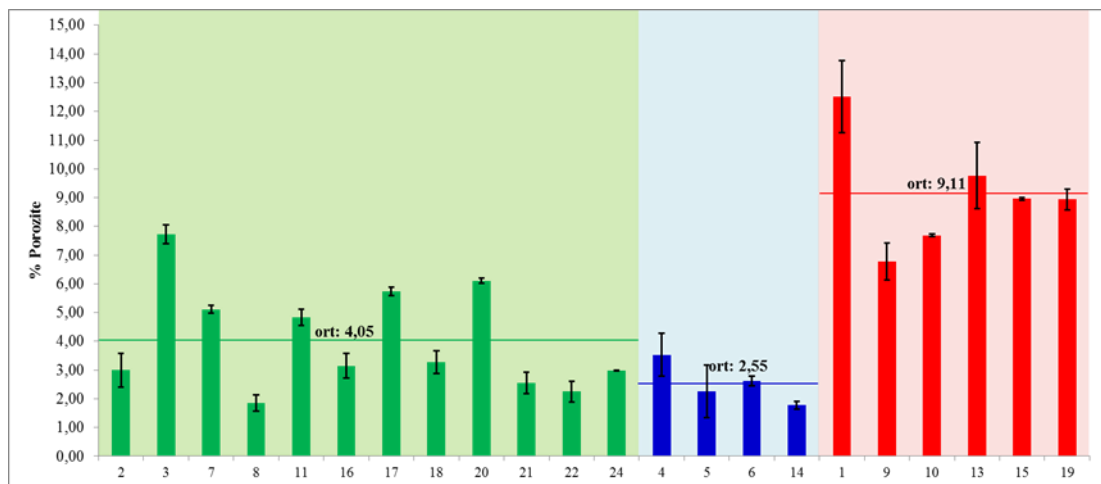
Şekil 3.20. Örneklerin ortalama yoğunluk değerleri (kumtaşı / kireçtaşı / volkanik tüf)

Su Emme (%) değerleri ağırlıkça su emme değerleri olarak hesaplanmış olup örnekler bazında elde edilen sonuçlar Şekil 3.21.'de verilmiştir. Ağırlıkça su emme oranı olarak en düşük değer % 0,67 ile 14 nolu örnekte (kireçtaşı), en yüksek değer % 6,45 ile 1 nolu örnekte (volkanik tüf) hesaplanmıştır. Volkanik tüflerin ortalama su emme değeri % 4,47 ile en yüksek değerde iken, kireçtaşları ise % 1,00 ile en

düşük su emme özelliğine sahiptir. Kumtaşı örneklerin ortalama su emme değeri % 1,68'dir.

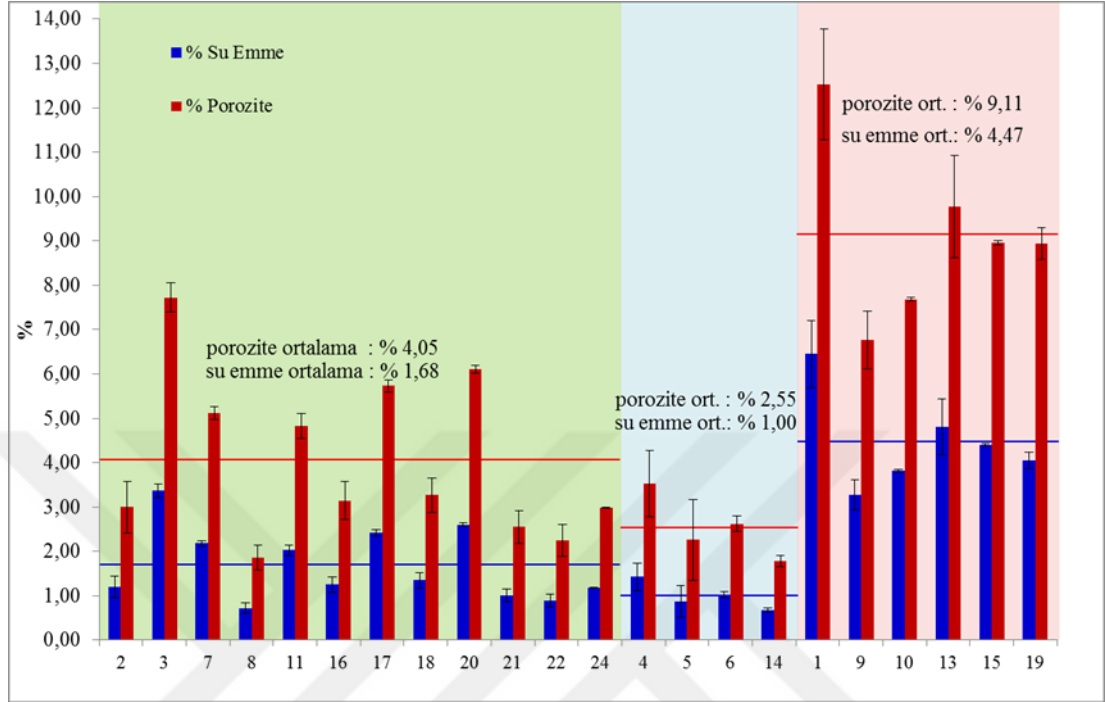


Şekil 3.21. Örneklerin ortalama su emme değerleri (kumtaşı / kireçtaşı / volkanik tüf) Porozite (%) değerlerinin örnekler bazında hesaplanmasıyla su emme değerlerine paralel olarak düşük değer % 1,77 ile 14 nolu örnekte (kireçtaşı), en yüksek değer ise % 12,52 ile 1 nolu örnekte (volkanik tüf) elde edilmiştir. Şekil 3.22.'deki grafikten de görüleceği üzere volkanik tüf kayaç örneklerinin ortalama porozite değeri % 9,11 olarak, kireçtaşı kayaç örneklerinin ortalama porozite değeri % 2,55 olarak, kumtaşı kayaç örneklerinin ortalama porozite değeri ise % 4,05 olarak hesaplanmıştır. Kumtaşı örneklerinin ortalama porozite ve buna bağlı olarak ortalama su emme değerleri kireçtaşları ile volkanik tüflere ait ortalama değerlerin arasında kalmaktadır.



Şekil 3.22. Örneklerin ortalama porozite değerleri (kumtaşı / kireçtaşı / volkanik tüf) Su emme (%) ve porozite (%), bu iki değişken aynı grafik üzerinde incelendiğinde, kumtaşı, kireçtaşı, volkanik tüf kayaçlarına ait örnekler bazında yakın değerlerle

uyumlu benzerlikler göstermektedir. Fiziksel özelliklerin bu uyumluluğu kayaçların değişkenlikleri içinde doku/yapı özellikleri ve bunları oluşturan çökeltme koşulları ile doğrudan ilişkilidir.



Şekil 3.23. Örneklerin ortalama su emme ve porozite ilişkilerinin ortak gösterimi (kumtaşları / kireçtaşları / volkanik tüfler)

Mekanik Özelliklerin Değişimlerinin Grafik Gösterimi:

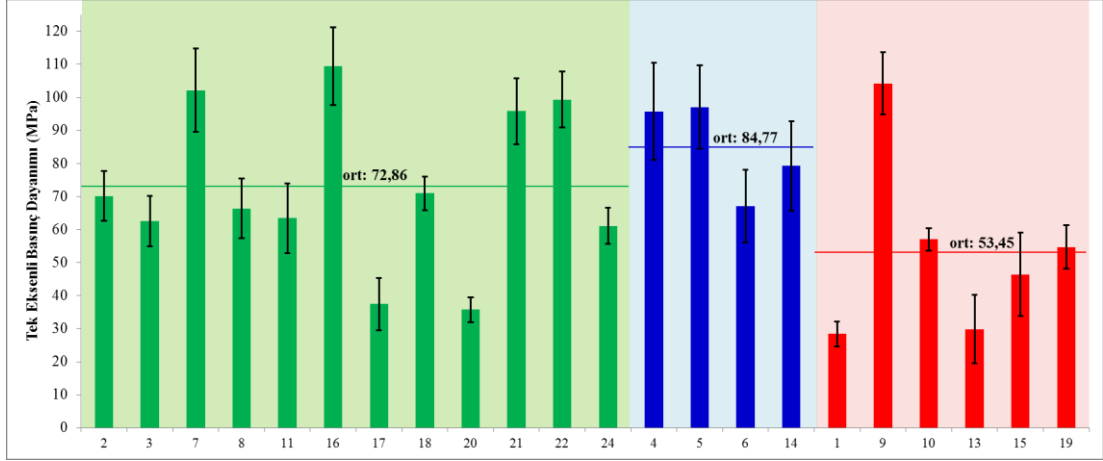
Tek eksenli basınç dayanımı, Brazilian çekme dayanımı, donma çözülme çevrimi sonrası tek eksenli basınç dayanımı ile donma çözülme çevrimi sonrası Brazilian çekme dayanım değerlerinin hesaplandığı mekanik deneylere ilişkin grafik sonuçları, mineralojik petrografik analizlere göre kumtaşları, kireçtaşları ve volkanik tüf kayaçları şeklinde yapılan gruptandırılmaya istinaden sırasıyla yeşil, mavi ve kırmızı renkli alan taramalarıyla gruptandırılarak sunulmuştur. 12 ve 23 numaralı örnekler değerlendirme dışı tutulmuştur.

Tek Eksenli Basınç Dayanımları (MPa): Mekanik özelliklerden tek eksenli basınç dayanım testleri tüm kayaç örnekleri üzerinde yapılmış, deney sonuçlarının tamamı Çizelge A.3'te verilmiştir. Deneyde elde edilen değerler ise özet olarak Çizelge 3.30.'da sunulmaktadır.

Çizelge 3.30. Beşer örnekte ölçülen tek eksenli basınç dayanımı değerleri (MPa)

Deney	1	2	3	4	5	En Düş.	En Yük.	Ortalama
1	24,25	30,10	28,42	33,82	25,39	24,25	33,82	28,40
2	71,04	75,60	68,39	77,40	58,30	58,30	77,40	70,15
3	58,40	67,10	51,51	70,55	65,60	51,51	70,55	62,63
4	106,30	87,82	94,50	113,50	76,67	76,67	113,50	95,76
5	78,29	110,60	92,33	105,83	98,34	78,29	110,60	97,08
6	52,65	67,70	83,17	63,10	68,41	52,65	83,17	67,01
7	96,20	121,10	105,70	100,40	87,13	87,13	121,10	102,11
8	76,40	68,90	52,50	63,20	70,90	52,50	76,40	66,38
9	96,98	94,15	103,00	117,28	109,66	94,15	117,28	104,21
10	54,72	56,16	61,94	59,00	53,48	53,48	61,94	57,06
11	74,92	66,51	47,81	58,73	69,10	47,81	74,92	63,41
13	29,23	18,18	41,94	21,37	38,43	18,18	41,94	29,83
14	96,20	61,20	84,54	83,48	70,81	61,20	96,20	79,25
15	38,76	40,22	62,14	57,78	33,39	33,39	62,14	46,46
16	99,42	127,30	108,10	98,64	113,37	98,64	127,30	109,37
17	36,67	34,42	51,14	32,96	32,03	32,03	51,14	37,44
18	65,67	68,70	73,17	78,60	68,52	65,67	78,60	70,93
19	53,00	47,66	64,22	50,66	58,15	47,66	64,22	54,74
20	31,09	36,99	40,43	32,96	37,41	31,09	40,43	35,78
21	104,38	94,65	82,27	106,50	91,12	82,27	106,50	95,78
22	109,10	97,85	100,40	102,90	86,10	86,10	109,10	99,27
24	55,48	68,87	59,80	64,35	57,02	55,48	68,87	61,10

Buna göre 23 örnekte alınan beşer adet silindirik numune üzerinde test edilerek ortalama olarak her örnek bazında MPa birim değerlerinde ölçülmüştür. 12 nolu örnekte blok numune alınmadığı için basınç ve çekme deneyleri yapılamamıştır. 23 nolu kumlu kireçtaşı örneğinin mikroskobik kayalık dokusu oolitik nodüller yapıda olduğu için diğer kireçtaşı örneklerine kıyasla çok farklı değerler elde edildiği için değerlendirme dışında bırakılmıştır. Beşer numune üzerinde yapılan testler sonucunda ortalama en düşük basınç değeri 28,4 MPa ile 1 nolu örnekte (volkanik tüf), ortalama en yüksek basınç değeri 109,4 MPa ile 16 nolu örnekte (kumtaşı) ölçülmüş olup, yaklaşık 81 MPa'lık bir değer aralığında değişen değerler mevcuttur. Şekil 3.24'teki grafikten de görüleceği üzere kireçtaşı kayalık örnekleri 84,77 MPa ile en yüksek ortalama değerine sahiptir. Kumtaşı kayalık örneklerinin ortalama tek eksenli basınç dayanımları 72,86 MPa iken, volkanik tüf kayalık örneklerinin ortalama tek eksenli basınç dayanımları 53,45 MPa'dır.



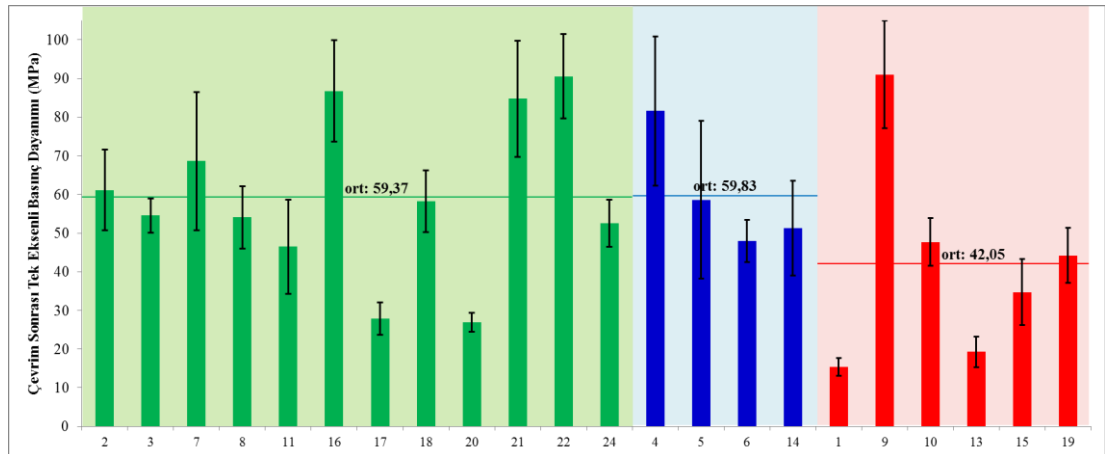
Şekil 3.24. Örneklerin ortalama tek eksenli basınç dayanım değerleri (MPa) (kumtaşları / kireçtaşları / volkanik tüfler)

Don Sonrası Tek Eksenli Basınç Dayanımlar (MPa): Donma çözülme çevrimi sonrasında kumtaşları, kireçtaşları ve volkanik tüflerin tek eksenli basınç dayanım sıralamalarının değişmesi önemli bir faktördür. Don çevriminin bu sıralamada etkili olmasında, fiziksel deneylerde elde edilen su emme, porozite, yoğunluk ve birim hacim ağırlık değerlerinin dayanım değerleriyle doğrudan ilişkili olduğunun göstergesidir. Çevrim sonrası ortalama en düşük basınç dayanım değeri 15,42 MPa ile 1 nolu örnekte (volkanik tüf), ortalama en yüksek basınç dayanım değeri ise 91,03 MPa ile 9 nolu örnekte (volkanik tüf) ölçülmüş, yaklaşık 76 MPa'lık bir değer aralığında değişen basınç dayanım değerleri mevcuttur. Çizelge A.4.'te bu değerlerin tamamı sunulmuştur. Deneyde elde edilen değerler ise özet olarak Çizelge 3.31.'de sunulmaktadır.

Şekil 3.25'teki grafikten de görüleceği üzere kumtaşı örneklerin ortalaması 59,37 MPa, kireçtaşı kayaç örneklerinin ortalaması 59,83 MPa, volkanik tüf kayaçlarının ortalaması 42,05 MPa'dır. Donma çözülme çevriminin kumtaşlarının üzerindeki tek eksenli basınç dayanım kaybı % 18,51 iken, kireçtaşlarındaki bu kayıp % 29,42 oranında, volkanik tüflerde ise % 21,33 olarak hesaplanmıştır. Kumtaşlarının diğer kayaç türlerine göre donma çözülme çevriminden diğerlerine oranla daha az etkilendiği gözlemlenmektedir.

Çizelge 3.31. Çevrim sonrası 5 örnekte tekrarlanan basınç dayanımı değerleri (MPa)

Deney	1	2	3	4	5	En Düş.	En Yük.	Ortalama
1	15,91	15,15	17,32	17,05	11,65	11,65	17,32	15,42
2	73,00	64,55	46,03	66,17	55,70	46,03	73,00	61,09
3	61,70	54,50	51,89	49,90	54,75	49,90	61,70	54,55
4	91,70	102,40	79,64	50,91	83,22	50,91	102,40	81,57
5	35,44	70,51	48,37	51,13	87,34	35,44	87,34	58,56
6	45,50	48,74	40,07	51,33	54,00	40,07	54,00	47,93
7	67,62	58,49	47,49	74,71	94,80	47,49	94,80	68,62
8	65,71	58,22	48,04	45,69	52,66	45,69	65,71	54,06
9	92,79	87,56	70,18	96,41	108,20	70,18	108,20	91,03
10	45,90	40,26	50,45	56,68	45,20	40,26	56,68	47,70
11	54,76	62,37	32,45	44,38	38,34	32,45	62,37	46,46
13	17,87	14,04	18,63	24,70	21,08	14,04	24,70	19,26
14	47,73	58,09	39,99	41,37	69,04	39,99	69,04	51,24
15	46,60	31,83	25,68	29,15	40,13	25,68	46,60	34,68
16	70,89	77,22	95,80	86,70	103,20	70,89	103,20	86,76
17	22,68	28,10	33,80	25,70	29,20	22,68	33,80	27,90
18	68,41	51,61	63,74	58,23	49,25	49,25	68,41	58,25
19	48,39	39,16	41,79	54,50	37,19	37,19	54,50	44,21
20	27,79	24,15	30,63	26,14	25,91	24,15	30,63	26,92
21	79,72	75,30	67,99	96,80	103,81	67,99	103,81	84,72
22	75,34	90,63	87,55	93,71	105,54	75,34	105,54	90,55
24	57,04	60,39	48,82	51,16	45,40	45,40	60,39	52,56



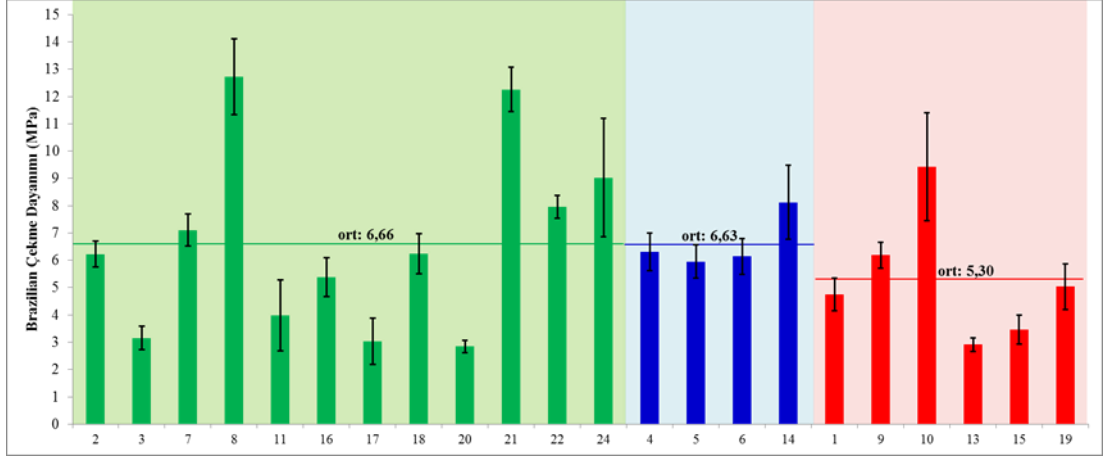
Şekil 3.25. Örneklerin don çevrimine tabi tutulmasından sonra ortalama tek eksenli basınç değerlerinin değişim grafiği (MPa) (kumtaşları / kireçtaşları / volkanik tüfler)

Brazilian Çekme Dayanımı (Mpa): Brazilian çekme dayanımı ölçümlerinin tamamı Çizelge A.5.'te verilmiştir. Deneyde elde edilen değerler ise özet olarak Çizelge 3.32.'de sunulmaktadır.

Çizelge 3.32. 5 örnek üzerinde tekrarlanan brazilian çekme dayanım değerleri (MPa)

Deney	1	2	3	4	5	En Düşük	En Yüksek	Ortalama
1	4,06	4,60	4,42	5,57	5,10	4,06	5,57	4,75
2	6,99	6,37	5,90	6,05	5,82	5,82	6,99	6,23
3	2,73	3,28	3,40	3,65	2,68	2,68	3,65	3,15
4	5,30	6,29	6,10	6,77	7,10	5,30	7,10	6,31
5	4,93	5,86	6,32	6,38	6,27	4,93	6,38	5,95
6	5,91	5,69	7,13	6,48	5,52	5,52	7,13	6,15
7	7,36	7,31	6,74	6,29	7,81	6,29	7,81	7,10
8	12,77	13,31	14,39	12,58	10,59	10,59	14,39	12,73
9	6,18	5,77	6,56	5,69	6,77	5,69	6,77	6,19
10	9,14	7,69	12,10	7,49	10,70	7,49	12,10	9,42
11	4,63	3,74	5,87	2,81	2,83	2,81	5,87	3,98
13	3,02	3,25	2,91	2,64	2,73	2,64	3,25	2,91
14	6,96	7,97	10,22	8,51	6,97	6,96	10,22	8,13
15	2,89	3,76	4,13	2,93	3,58	2,89	4,13	3,46
16	4,30	5,76	5,38	6,24	5,23	4,30	6,24	5,38
17	4,08	3,70	2,01	2,72	2,62	2,01	4,08	3,03
18	5,86	5,48	7,44	6,26	6,16	5,48	7,44	6,24
19	4,77	4,67	5,46	6,23	4,05	4,05	6,23	5,04
20	2,79	2,95	2,50	3,08	2,89	2,50	3,08	2,84
21	12,18	10,91	12,53	13,06	12,61	10,91	13,06	12,26
22	8,15	8,06	7,20	8,13	8,23	7,20	8,23	7,95
24	7,32	10,69	8,10	7,08	11,93	7,08	11,93	9,03

Buna göre; ortalama en düşük çekme dayanımı 2,84 MPa ile 20 nolu örnekte (kumtaşı), ortalama en yüksek çekme dayanımı 12,73 MPa ile 8 nolu örnekte (kumtaşı) ölçülmüş olup, yaklaşık 10 MPa'lık bir değer aralığında değişen çekme dayanım değerleri mevcuttur. Şekil 3.26'daki grafikten de görüleceği üzere kumtaşı örneklerin çekme dayanım ortalaması 6,66 MPa ile en yüksek düzeyde olup, kireçtaşlarının ortalaması 6,63 MPa düzeyinde, volkanik tüflerin ortalaması ise 5,30 MPa olarak ölçülmüştür.



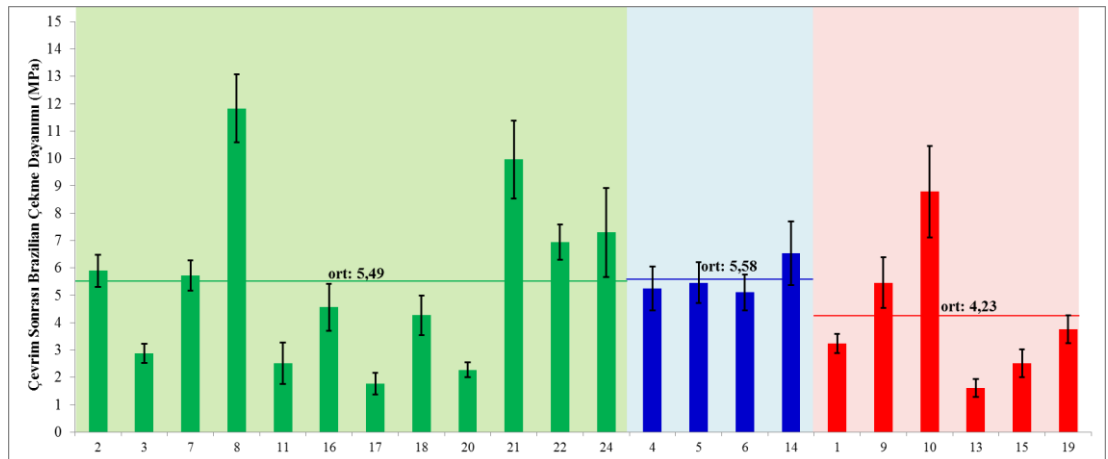
Şekil 3.26. Örneklerin ortalama Brazilian çekme dayanım değerlerinin değişim grafiği (MPa) (kumtaşları / kireçtaşları / volkanik tüfler)

Don Sonrası Brazilian Çekme Dayanımı (MPa): Deney analiz değerlerine ait Çizelge A.6'da 23 örnek için beşer adet silindirik numune üzerinde yapılan test sonuçları görülmektedir. Deneyde elde edilen değerler ise özet olarak Çizelge 3.33.'te sunulmaktadır.

Örneklerin don çevrimi işlemi sonrasında elde edilen ortalama Brazilian çekme dayanım değerlerinin değişimleri Şekil 3.27'deki grafikte görülmektedir. Buna göre ortalama en düşük Brazilian çekme değeri 1,61 MPa ile 13 nolu örnekte (volkanik tüf), en yüksek Brazilian çekme değeri 11,83 MPa ile 8 nolu örnekte (kumtaşı) ölçülmüştür. Yaklaşık 10 MPa'lık bir değer aralığında değişen çekme dayanım değerleri mevcuttur. Şekil 3.27.'deki grafikten de görüleceği üzere, kumtaşı örneklerin don sonrası çekme dayanım ortalaması 5,49 MPa, kireçtaşlarında 5,58 MPa, volkanik tüflerde 4,23 MPa olarak hesaplanmıştır. Don çevrimi sonrasında kumtaşlarında oluşan Brazilian çekme dayanımı kaybı % 17,57 iken, kireçtaşlarında bu kayıp % 15,84 oranında, volkanik tüflerde ise % 20,19 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3.33. Çevrim sonrası 5 örnekte tekrarlanan çekme dayanımı değerleri (MPa)

Deney	1	2	3	4	5	En Düşük	En Yüksek	Ortalama
1	3,53	3,31	3,06	3,53	2,71	2,71	3,53	3,23
2	5,96	6,79	5,30	5,99	5,42	5,30	6,79	5,89
3	2,66	3,08	2,42	2,91	3,33	2,42	3,33	2,88
4	5,01	6,17	5,95	4,83	4,26	4,26	6,17	5,24
5	4,33	5,88	5,83	5,08	6,15	4,33	6,15	5,45
6	5,47	5,90	4,69	5,24	4,24	4,24	5,90	5,11
7	6,28	5,69	5,31	5,05	6,26	5,05	6,28	5,72
8	11,00	13,49	11,44	12,72	10,50	10,50	13,49	11,83
9	5,94	5,43	6,65	4,20	5,08	4,20	6,65	5,46
10	9,71	6,21	10,67	8,84	8,48	6,21	10,67	8,78
11	3,04	2,67	2,30	1,31	3,24	1,31	3,24	2,51
13	1,52	1,86	1,74	1,07	1,88	1,07	1,88	1,61
14	7,52	6,11	4,81	7,68	6,53	4,81	7,68	6,53
15	2,53	3,38	2,21	2,12	2,34	2,12	3,38	2,52
16	3,98	3,46	5,38	4,56	5,44	3,46	5,44	4,56
17	1,58	1,70	1,30	1,94	2,35	1,30	2,35	1,77
18	4,16	3,21	4,47	4,28	5,22	3,21	5,22	4,27
19	4,51	3,68	3,94	3,26	3,39	3,26	4,51	3,76
20	2,53	2,20	2,59	2,06	2,00	2,00	2,59	2,28
21	11,71	8,92	10,83	8,21	10,12	8,21	11,71	9,96
22	7,02	7,49	6,46	6,11	7,59	6,11	7,59	6,93
24	7,22	6,74	9,39	8,11	5,02	5,02	9,39	7,29



Şekil 3.27. Örneklerin don çevrimine tabi tutulmasından sonra ortalama Brazilian çekme dayanım değerlerinin değişim grafiği (MPa) (kumtaşları / kireçtaşları / volkanik tüfler)

3.1.4. Isıl Parametrelerin Belirlenmesi

Mevcut örnekler arasında, 18 ve 22 nolu örnekler üzerinde yapılan ölçümlerle inceleme alanından elde edilen kumtaşlarının ısı yalıtım özelliklerinin tespit edilebilmesi için ısı iletim katsayısı (λ) ile su buharı difüzyon direnç faktörü (μ) nün tespiti hedeflenmiştir. Bunun için İ.T.Ü. Makine Fakültesi Termodinamik Laboratuvarı'ndaki mevcut deney düzenekleri kullanılmıştır.

İnceleme Alanı Kumtaşlarının Isı İletim Katsayısının Ölçülmesi :

ASTME 1225 standardında belirtilen Mukayese yöntemine göre yapılan bu deney çalışması ile kumtaşlarının ısı iletkenlik katsayıları ölçülmüştür.

Referans cisimden (cam) olan ısı geçiş miktarı:

$$Q_r = \frac{k_r}{l_r} A (T_2 - T_3) \quad (3.1)$$

Numune (kumtaşı) cisimden olan ısı geçiş miktarı:

$$Q_n = \frac{k_n}{l_n} A (T_1 - T_2) \quad (3.2)$$

$Q_r = Q_n$ olduğuna göre,

$$\frac{k_r}{l_r} A (T_2 - T_3) = \frac{k_n}{l_n} A (T_1 - T_2) \quad (3.3)$$

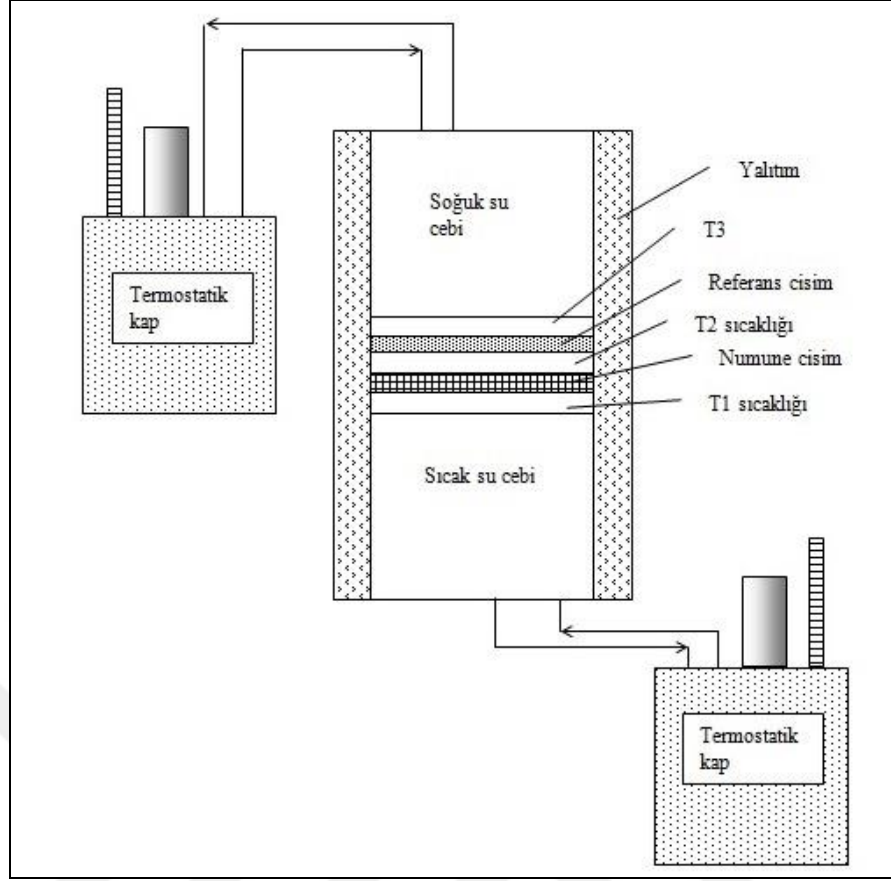
k_r = Referans (cam) cismin ısı iletim katsayısı, $1 \text{ W/m}^\circ\text{C}$

k_n = Numunenin ısı iletim katsayısı, $\text{W/m}^\circ\text{C}$

l_r = Referans cismin kalınlığı, m

l_n = Numunenin kalınlığı, m

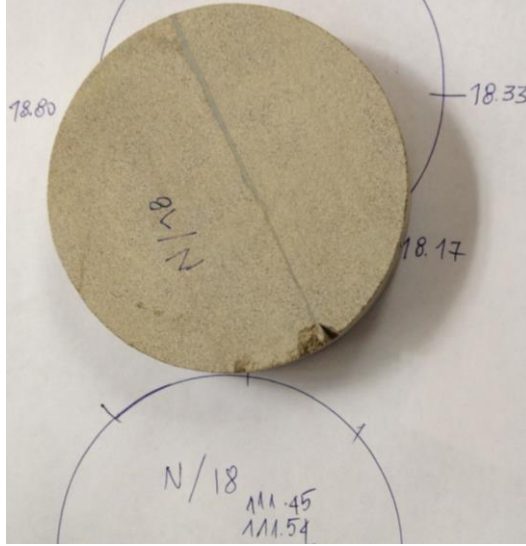
A = Referans cisim ve numunenin alanı, m^2



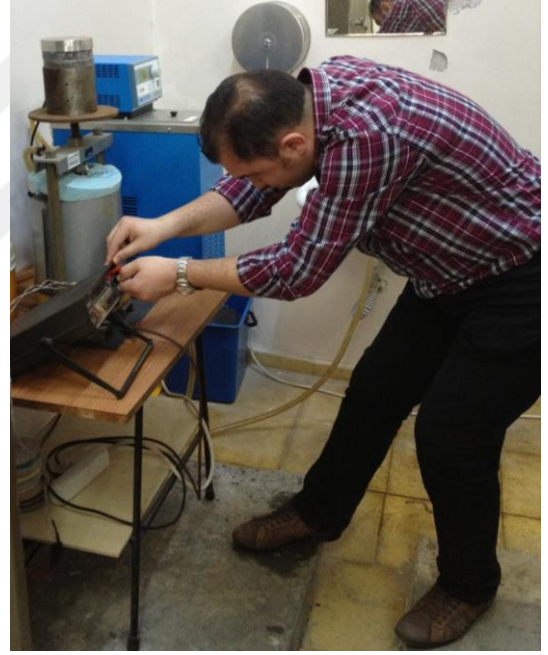
Şekil 3.28. Isı iletim katsayısı ölçülmesi deneyi şematik gösterimi (İ.T.Ü. Makine Fakültesi termodinamik ders notları)

Çalışma prensibi olarak Şekil 3.7.'den de görülebileceği üzere, iki bakır levha arasına konan yaklaşık 100 cm^2 yüzey alanına sahip $1,7 \text{ cm}$ kalınlığındaki kumtaşı numuneden sıcak ve soğuk hazneler arası gerçekleşen ısı transferinin referans malzeme olarak ısı iletim katsayısı $1 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ olan cam malzemeyle mukayeseli olarak değerlendirilmesiyle bu deneyde göreceli olarak kesin sonuç elde edilmektedir. Ancak yatay yönde olduğu düşünülen ısı kayıplarından dolayı deneydeki hata payı negatif yönde yaklaşık %5 olarak kabul edilmektedir.

Numunelerin elektronik kumpasla kalınlık ve çap ölçümleri yedişer noktadan hassas olarak yapılarak aritmetik ortalamaları hesaplanmıştır (Fotoğraf 3.23. ve 3.24.). Bu şekilde hesaplamalara dahil edilmiştir.



Fotoğraf 3.48. ve 3.49. Örneklerin (18 ve 22 nolu) ortalama çap ve ortalama kalınlık ölçümü



Fotoğraf 3.50. ve 3.51. Mukayese yöntemine göre ısı iletkenlik katsayısı tayin deney düzeneği (İ.T.Ü. Makine Fakültesi Termodinamik Laboratuvarı) Sıcaklık farklarının ölçülerek ısı iletkenlik katsayısının hesaplanması

Deneydeki ısı kayıplarını en aza indirmek amacıyla sistemin çevresel yalıtımı fotoğraf 3.26.'da görüldüğü şekilde yapılmaktadır. Bakır levhalara bağlanan alıcı uçlardan gelen ısı transfer ölçümleri Keithley marka cihazla yapılmıştır (Fotoğraf 3.26.). Sıcak su haznesi ile soğuk su haznesi arasındaki ısı transferinin kararlı hale gelinceye kadar geçen sürede sürekli ölçüm yapılan deney düzeneğindeki milivolt birimi olarak yapılan okumalar 1/40 oranıyla çarpılarak °C birimine çevrilmiştir.

18 nolu örneğin ortalama kalınlığı 18,54 mm, ortalama çapı 111,26 mm olarak ölçülmüştür. Deney esnasında yapılan sıcaklık farklarının ölçümleri neticesinde 18 nolu örneğin ısı iletim katsayısı $\lambda = 1,82 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ olarak hesaplanmıştır.

22 nolu örneğin ortalama kalınlığı 17,22 mm, ortalama çapı 111,61 mm olarak ölçülmüştür. Deney esnasında yapılan sıcaklık farklarının ölçümleri neticesinde 22 nolu örneğin ısı iletim katsayısı $\lambda = 1,87 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ olarak hesaplanmıştır.

İnceleme Alanı Kumtaşlarının Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörünün Ölçülmesi :

EN ISO 12572 standardında belirtilen yöntemle göre yapılan bu deney çalışması ile kumtaşlarının su buharı difüzyon direnç faktör katsayıları yapılan ölçümler neticesinde hesaplanmıştır.

Su buharı akış hızı (**G**) : Deney numunesinin iki yüzeyi arasında birim zamanda geçen su buharı miktarı. (kg/s) .

Deney süresince yapılan okumalar neticesinde oluşan grafiğin lineer olan kısmının eğiminden bulunur.

Su Buharı Geçirgenlik Hızı (**g**) : Belirli sıcaklık, nem ve kalınlık şartları altında deney numunesinin birim alanda birim zamanda geçen su buharı miktarı. (kg / m².s)

$$g = \frac{G}{A} \quad (3.4)$$

Su Buharı Geçirgenliği (**W**) : Deney numunesinin su buharı geçirgenlik hızının deney numunesinin yüzeyleri arasındaki su buharı basıncı farkına bölünmesiyle elde edilen değer. (kg / m².s.Pa)

$$W = \frac{G}{p_{\text{sat}} \times A} \quad (3.5)$$

$$p_{\text{sat}} = \varphi \times 610.5 \times e^{\frac{17.269 \times \theta}{237.3 + \theta}} \quad (3.6)$$

Su Buharı Direnci (**Z**) : Su buharı geçirgenliğinin tersi. (m².s.Pa / kg)

$$Z = \frac{1}{W} \quad (3.7)$$

Su Buharı Özgeçirgenliği (δ) : Deneysel numunesinin kalınlığı ile su buharı geçirgenliğinin çarpımı (kg / m.s.Pa). Birim kalınlıkta deneysel numunesinin birim alanından, deneysel numunesinin yüzeyleri arasındaki birim su buharı basınç farkı başına birim zamanda geçen su buharı miktarıdır.

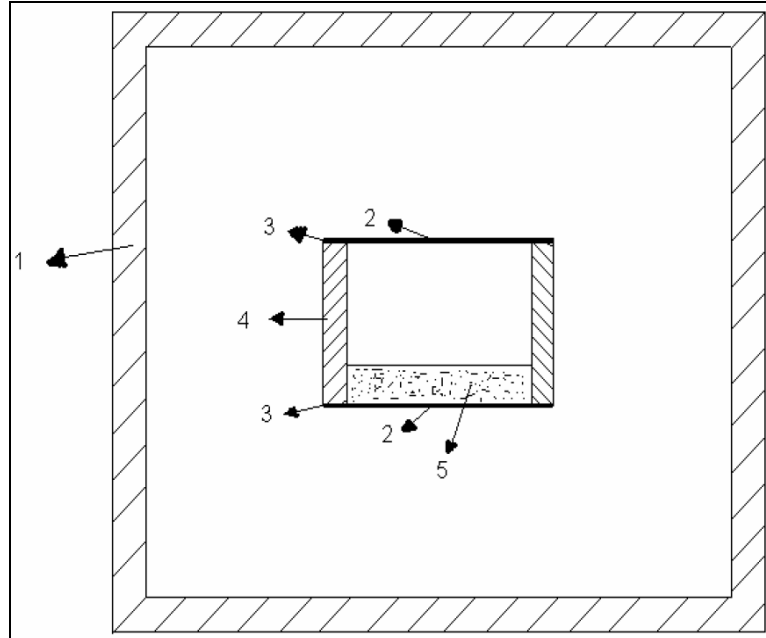
$$\delta = W \times d \quad (3.8)$$

Havanın Su Buharı Özgeçirgenliği (δ_a) : Schirmer formülü ile hesaplanır. (kg / m.s.Pa).

$$\delta_a = \frac{2,306 \times 10^{-5} \times p_0}{R_v \times T \times p_a} \times \left(\frac{T}{273.15} \right)^{1.81} \quad (3.9)$$

Su Buharı Difüzyon Direnci (μ) : Havanın su buharı özgeçirgenliğinin deneysel tabi tutulan homojen mamulün veya malzemenin su buharı özgeçirgenliğine oranı. Bu faktör malzemenin su buharı direncinin, aynı kalınlıktaki hareketsiz hava tabakasının su buharı direncine göre bağıl büyüklüğünü ifade eder.

$$\mu = \frac{\delta_a}{\delta} \quad (3.10)$$



Şekil 3.29. Su Buharı Difüzyon Direnci Faktörünün Ölçülmesi deney tertibatının şematik gösterimi (Yetim, İ. 2007).



Fotoğraf 3.52. ve 3.53. Su buharı difüzyon direnç faktörünün ölçülmesi



Fotoğraf 3.54. ve 3.55. Su buharı difüzyon direnç faktörünün ölçülmesi



Fotoğraf 3.56. ve 3.57. Su buharı difüzyon direnç faktörünün ölçülmesi



Fotoğraf 3.58. ve 3.59. Su buharı difüzyon direnç faktörünün ölçülmesi

Ölçümler sonrası yukarıda verilen bağıntılar doğrultusunda yapılan hesaplamalar sonucunda su buharı difüzyon direnç faktörü 18 nolu örnek için $\mu = 129$ olarak, 22 nolu örnek için $\mu = 582$ olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3.34. 18 ve 22 nolu örneklerde ölçülen ısı parametre değerleri

Isıl Parametreler	Örnek 18	Örnek 22
Isı iletkenlik katsayısı (λ)	1,82	1,87
Su buharı difüzyon direnç faktörü (μ)	129	582

4. ANALİZLERİN İRDELENMESİ VE DEĞERLENDİRMESİ

Gelibolu Yarımadası'ndaki inceleme alanına yönelik yaklaşık 500 km²'lik alanı kapsayan ayrıntılı jeolojik harita yapılmış, kumtaşlarının bölgedeki dağılımları ve mimari açıdan yakın çevresiyle olan ilişkilerine dair incelemeler ve tespitler önceki bölümlerde ortaya konmuştur.

Bu bölümde öncelikle kumtaşlarının bölgesel ve saha bazında incelenmesi ve değerlendirilmesi ile laboratuvar çalışmalarıyla elde edilen petrografik, kimyasal ve fiziko-mekanik özelliklerinin araştırma sonuçları değerlendirilmektedir.

4.1. GELİBOLU YARIMADASI KUMTAŞLARININ BÖLGESEL VE YEREL SAHA BAZINDA JEOLJİK DEĞERLENDİRMESİ

Çalışmada Gelibolu Yarımadası'nın orta ve kuzey kesimini içine alan bölgede yüzey veren 3 jeolojik zaman orta ve üst Eosende denizel ortamda sedimantasyon sonucu oluşmuş silisce zengin kumtaşları, arazide 1/25.000 ölçekli jeolojik haritada izleneceği gibi, 200-400 metre kalınlıkta yükseltiler arasında inişli, çıkışlı, dere ve vadilerle kesilmiş, dolayısıyla deformasyon geçirmiş, faylı kırıklı bir yapıya sahiptir. Yerel olarak, farklı renk ve farklı kalınlıkta tabakalı, düzgün yüzeylere sahip, kayraklı yapılara geçişlidir. Çalışma konusu kumtaşları, yüzeyde ayrışma özellikleri, killi zonlarla ardışık (kumtaşı – killi – kireçtaşı) seviyeler özellikle Karanlık Dere, Fındıklı – Tayfuköy arası kesimlerde yapısal olarak izlenmektedir.

Gelibolu Yarımadası, esasen Trakya bölgesi ile Biga yarımadasını Çanakkale Boğazı ile birleştirir. Aynı coğrafi konumda denizler açısından Marmara Denizi'ni Ege Denizi'ne bağlamaktadır. Diğer bir tanımla Avrupa ile Asya kıtalarını birleştiren veya bu iki kıtanın sınırı Gelibolu Yarımadası'dır (Şekil 2.1.).

Gelibolu Yarımadası jeolojik olarak genç üçüncü zamana ait Eosen, Miyosen, Pliosen zamanlarına ait kayaç oluşumları, tortul kayaçlar, özellikle kumtaşları (eosen), sarı renkte miyosen, pliosen yaşlı formasyonlar, killi, kumlu ve az olan

volkanik kayaçlar da az oranda (α) asit bileşimlidir. Genç formasyonlar kuvaterner yaşlı travertenler ile güneye doğru, miyosen yaşlı genç kuvaterner tortulaşmamış sedimanter kil silt ve detritik mineraller yer alır.

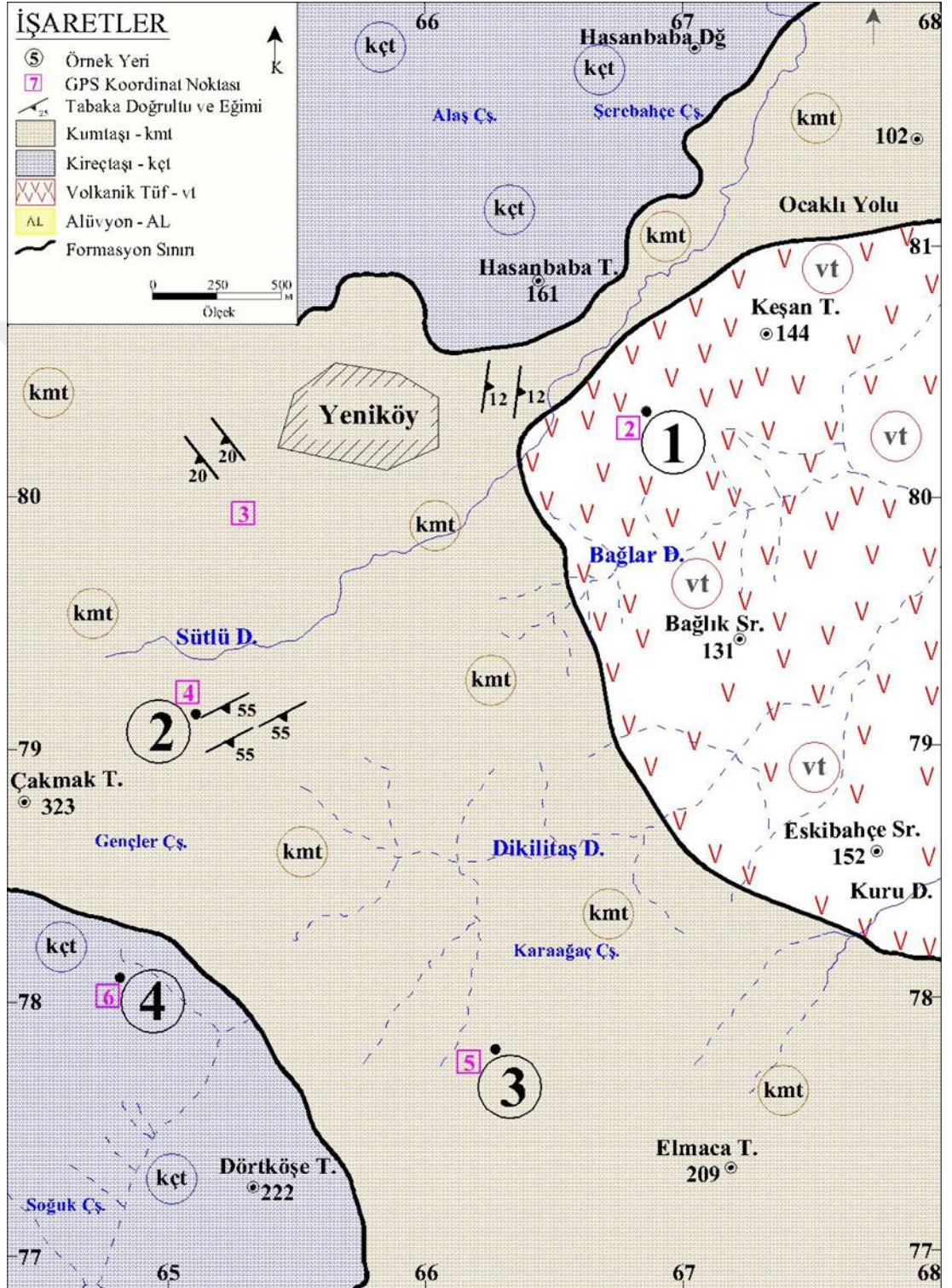
Saha bazlı jeolojik çalışmalara ait ekteki jeolojik kesit ile ayrıntılı verileri II. Bölümde verilmiştir. Kumtaşlarının, yüzeyde (mostrada) yapısal olarak özellikleri yerinde belirlenerek, fotoğraflarla tespitlerinde, farklı kalınlıklarda, masif, kompakt, zor kırılğan özellikleriyle, renk değişimleri, kayraklaşma, ayrışma ve killilerle (kireçtaşları) ardışık istiflenme zonları görülmüştür. Bu yapılaşma kumtaşlarının çökeltme evresinde, denizel ortama taşınan malzemenin, kısa ve uzun süreçlerde killi ve kumtaşlarını oluşturacak miktar ve oranlarda olabileceğini göstermektedir. Örneğin Fındıklı Köyü, Karanlık Dere içinde aralanmaların bu seviyede sık ve aralanmalı “kireçtaşı-kumtaşı” şeklinde oluştuğunu göstermektedir. Kumtaşlarının kalın tabakalı seviyeler sakin sabit ve homojen oluşumu göstermektedir.

Şekil 4.1.'deki jeolojik haritada Yeniköy ve civarına ait formasyonlar görülmektedir. Yeniköy'ün batı çıkışı ile güneyindeki Kavaklı Köyü'ne kadar uzanan zonlarda kumtaşları hakimdir. Keşan Tepe ile Bağlık Sırtı mevkiinde volkanik tüfler, Hasanbaba Tepesi – Hasanbaba Dağı mevkiinde ise kireçtaşı oluşumları belirgindir. Hasanbaba Tepesi ile Keşan Tepe arasında kumtaşı çökellerinin mevcut olduğu görülmektedir. Kumtaşlarındaki tabakalaşmaya ait saha ölçümleri jeolojik haritada verilmiştir.

Kumtaşlarının ince birkaç santimetre kalınlıkta düzgün yüzeyler oluşturan kayrak yapılarının oluşumları çökeltmenin homojen malzeme getirmesi yanında ritmik bir sedimantasyon evresinin oluşumlarını yansıtmaktadır. Bu çökeltme ile ilgili rejim değişimlerinde özellikle Kavaklı civarı ile Çakmak Tepe'de (GPS-4) tabakalaşmanın sürekli değiştiği ve bunun sonucu olarak, 40-60 cm'lik kalın tabaka yapısından aniden birkaç metre sonra mesafede 3-5 cm'ye kadar düşen kalınlıklarda kayraksız yüzeyler oluştuğu gözlenmiştir.

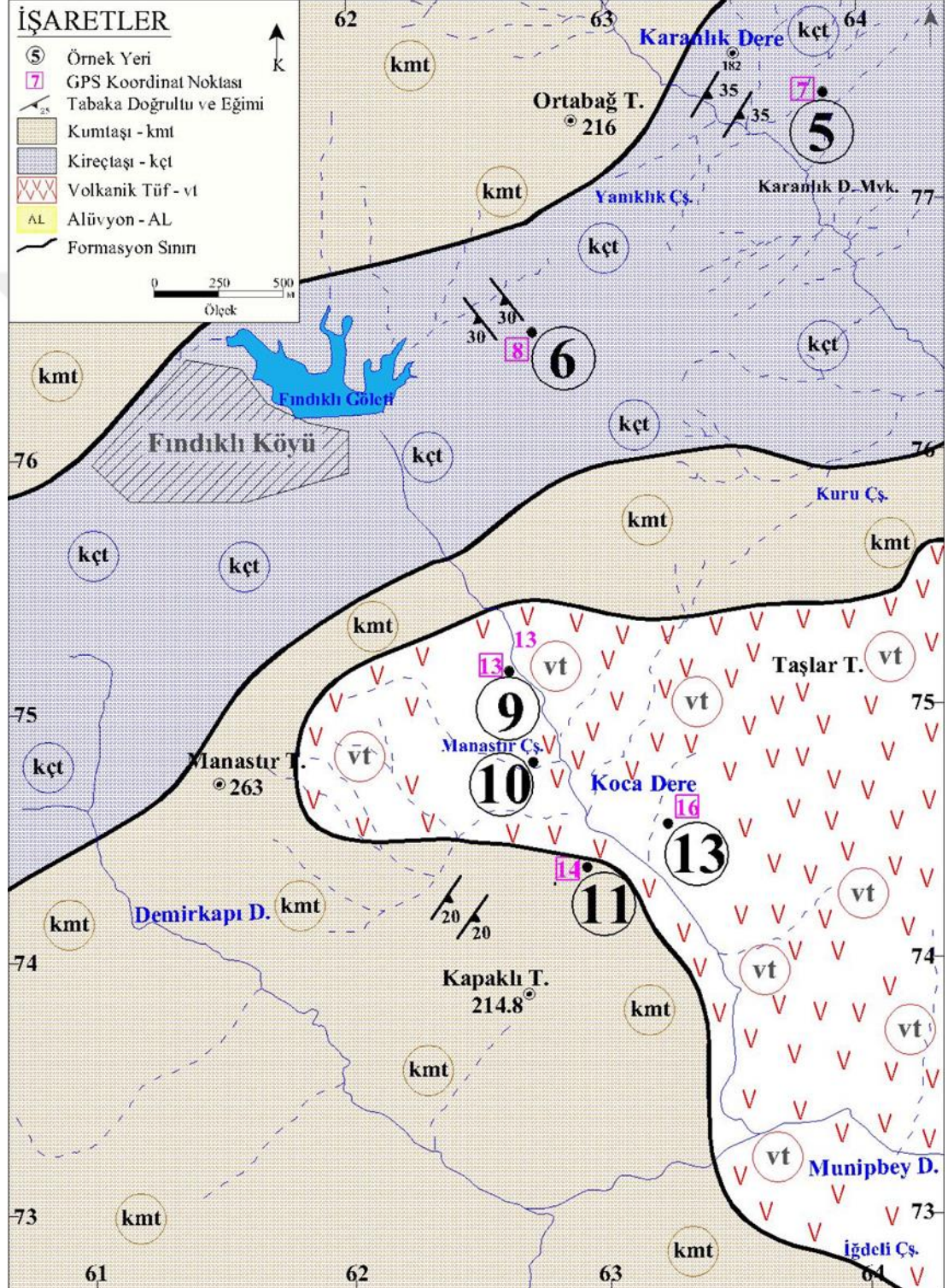
2 nolu GPS noktasından temin edilen 1 numaralı örneğin volkanik tuf, 4 nolu GPS noktasından temin edilen 2 numaralı örnek ile 5 nolu GPS noktasından temin edilen 3 numaralı örneklerin kumtaşı, 6 nolu GPS noktasından temin edilen 4 numaralı örneğin ise kireçtaşı olarak ayrıştığı ve bunların hepsinin birlikte görülebildiği 1/25.000 ölçekli Şekil 4.1.'deki haritada formasyon sınırları, tabaka doğrultu ve

eğimleri bir arada bulunmaktadır. Ocaklı Köyü ile Yeniköy hattındaki kumtaşı formasyonu arazide oldukça belirgindir. Çakmak Tepe'nin güneyinde yer alan Soğuk Çeşme mevkii ile başlayan Karanlık Dere ve civarı bölgesi kumtaşı aralanmalı killi seviyelerin hakim olduğu kireçtaşı oluşumlarıyla önemli farklılık göstermektedir.



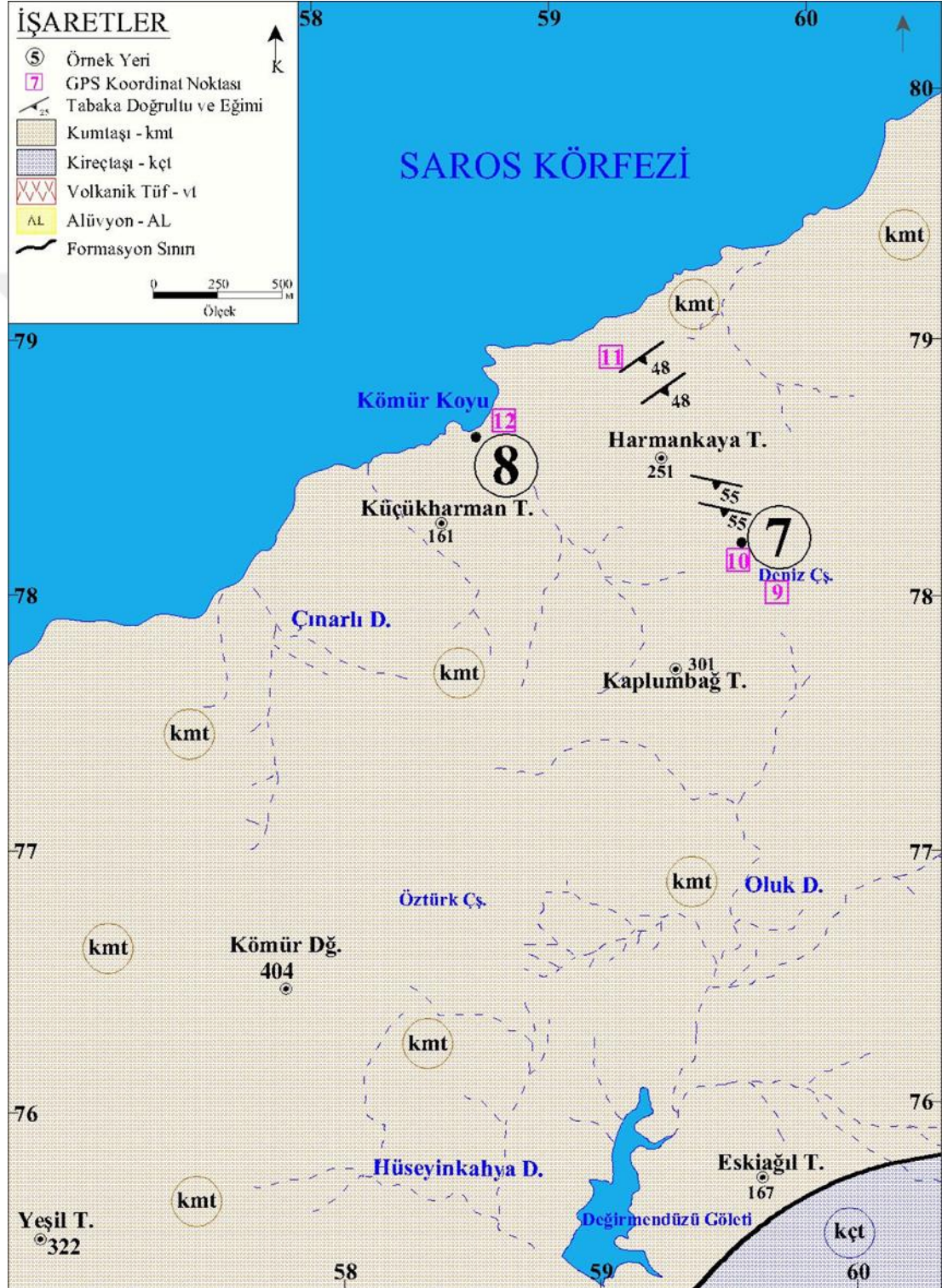
Şekil 4.1. Yeniköy ve civarının jeolojik haritası (Ölçek: 1/25.000)

Karanlık Dere mevkiinin güney istikametinde devam eden kireçtaşı formasyonunda yer alan killi seviyelerin etkisiyle oluşan Fındıklı Köyü göleti Şekil 4.2.'de görülmektedir. 9,10 ve 13 nolu örnekler, Taşlar Tepesi ile Munipbey Deresi arasında kalan bölgede volkanizma etkisiyle oluşmuş kayaç örnekleridir. 11 nolu örnek kumtaşı, 5 ve 6 nolu örnekler ise kireçtaşı olarak belirlenmiştir.



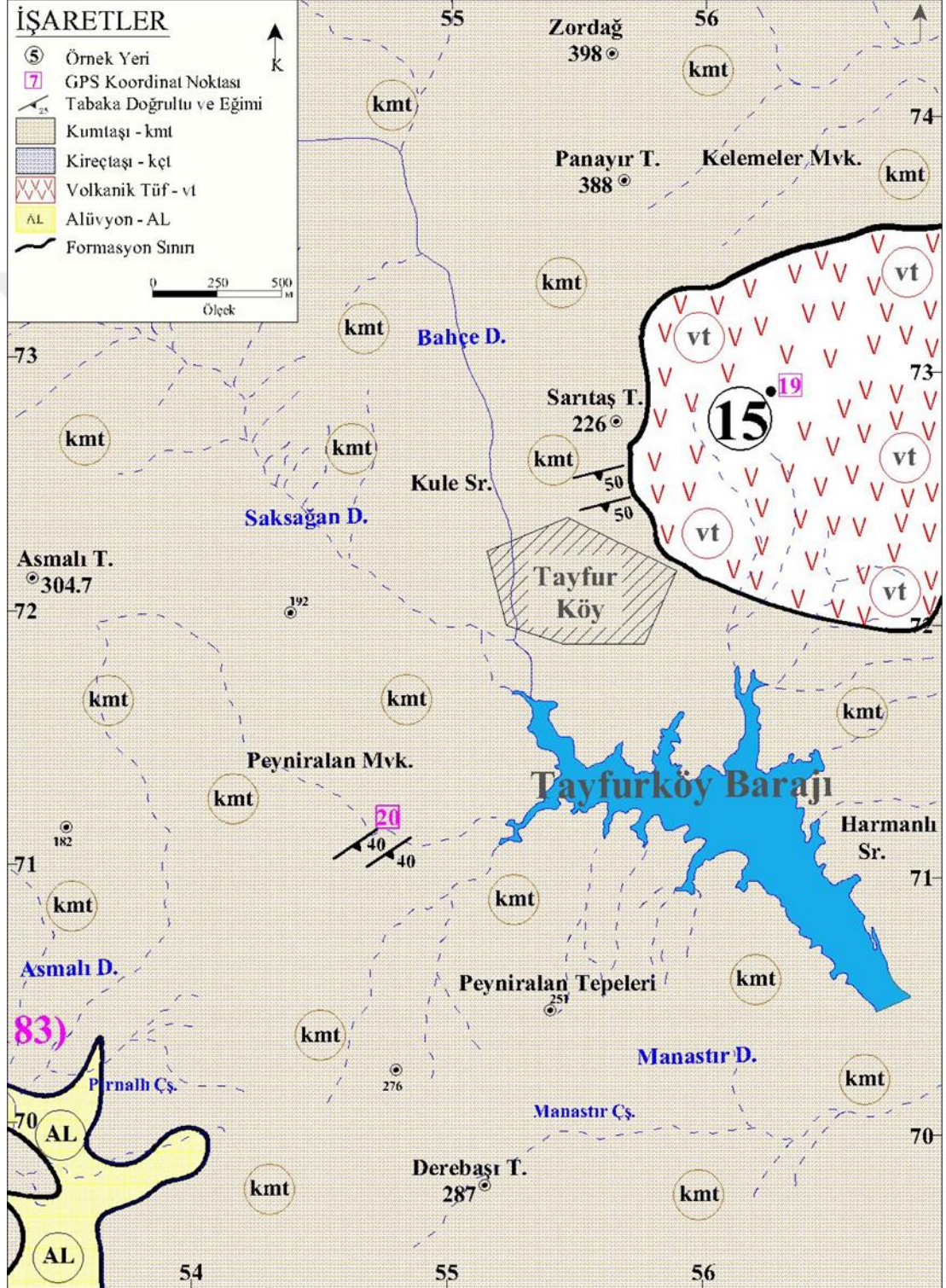
Şekil 4.2. Fındıklı Köyü ve civarının jeolojik haritası

Karanlık Dere mevkiinin kuzey istikametinde sona eren kireçtaşı formasyonunun yerini Şekil 4.3.'te de görüleceği üzere kumtaşı formasyonu almaktadır. Değirmendüzü göleti kumtaşı ve kireçtaşı formasyonları arasındaki geçiş bölgesinde bulunmaktadır. Saros Körfezi – Kömürlimanı koyuna ilerledikçe 7 ve 8 nolu kumtaşı örneklerinin de temin edildiği yüksek kotlardaki dik şevler dikkat çekmektedir.



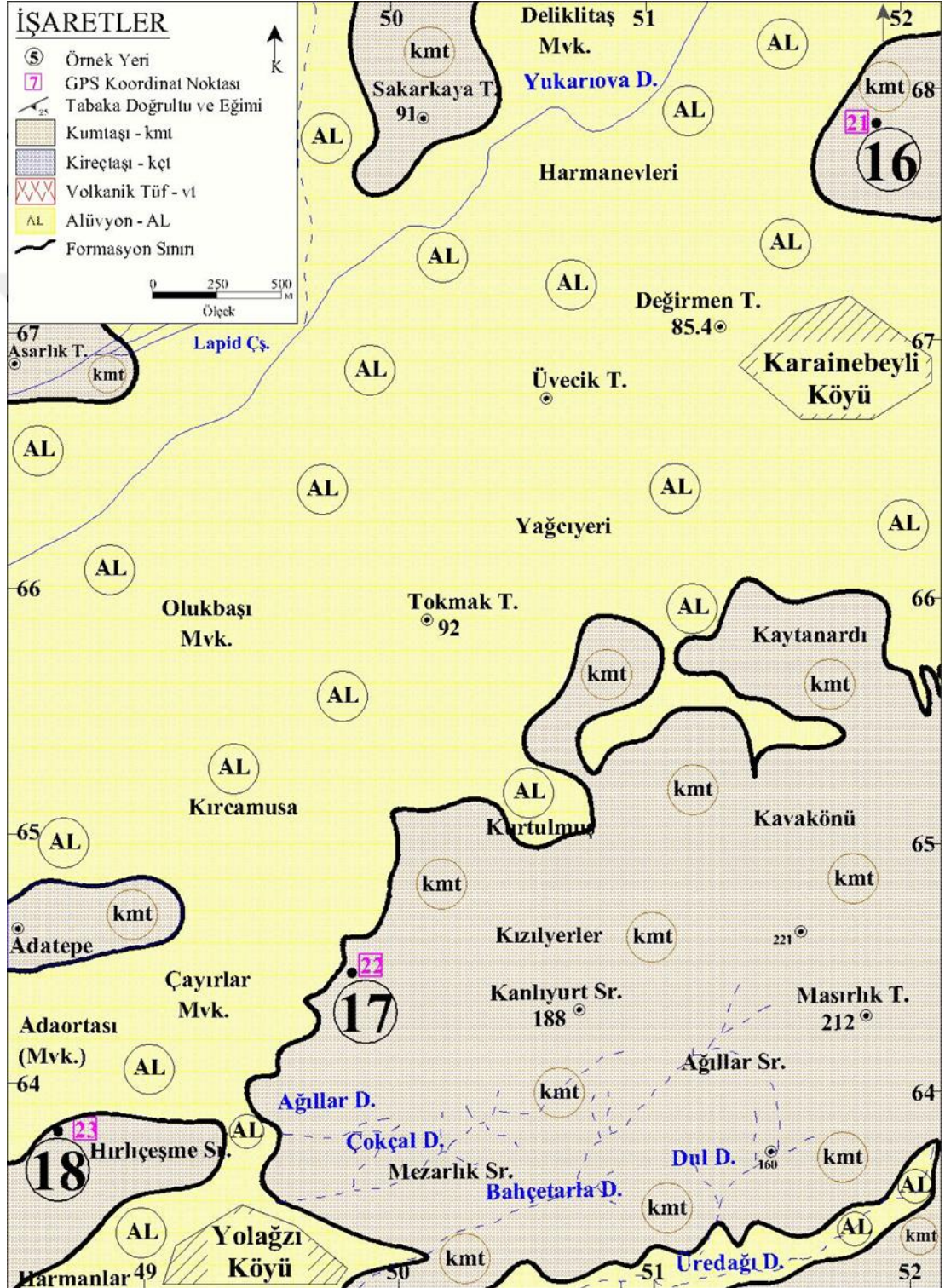
Şekil 4.3. Kömür Limanı ve civarının jeolojik haritası

Burgaz Köyü'nün güneybatısında yer alan Tayfurköy'e ait jeolojik harita Şekil 4.5.'te görülmektedir. Kelemeler mevkiinden Peyniralan Tepelerine kadar uzanan kumtaşı formasyonu Sarıtaş Tepesi eteklerinden başlayan volkanik tüf formasyonu ile kesilmektedir. Pırnallı çeşmesi mevkiinden başlayan alüvyon formasyonu ise güneye doğru genişlemektedir.



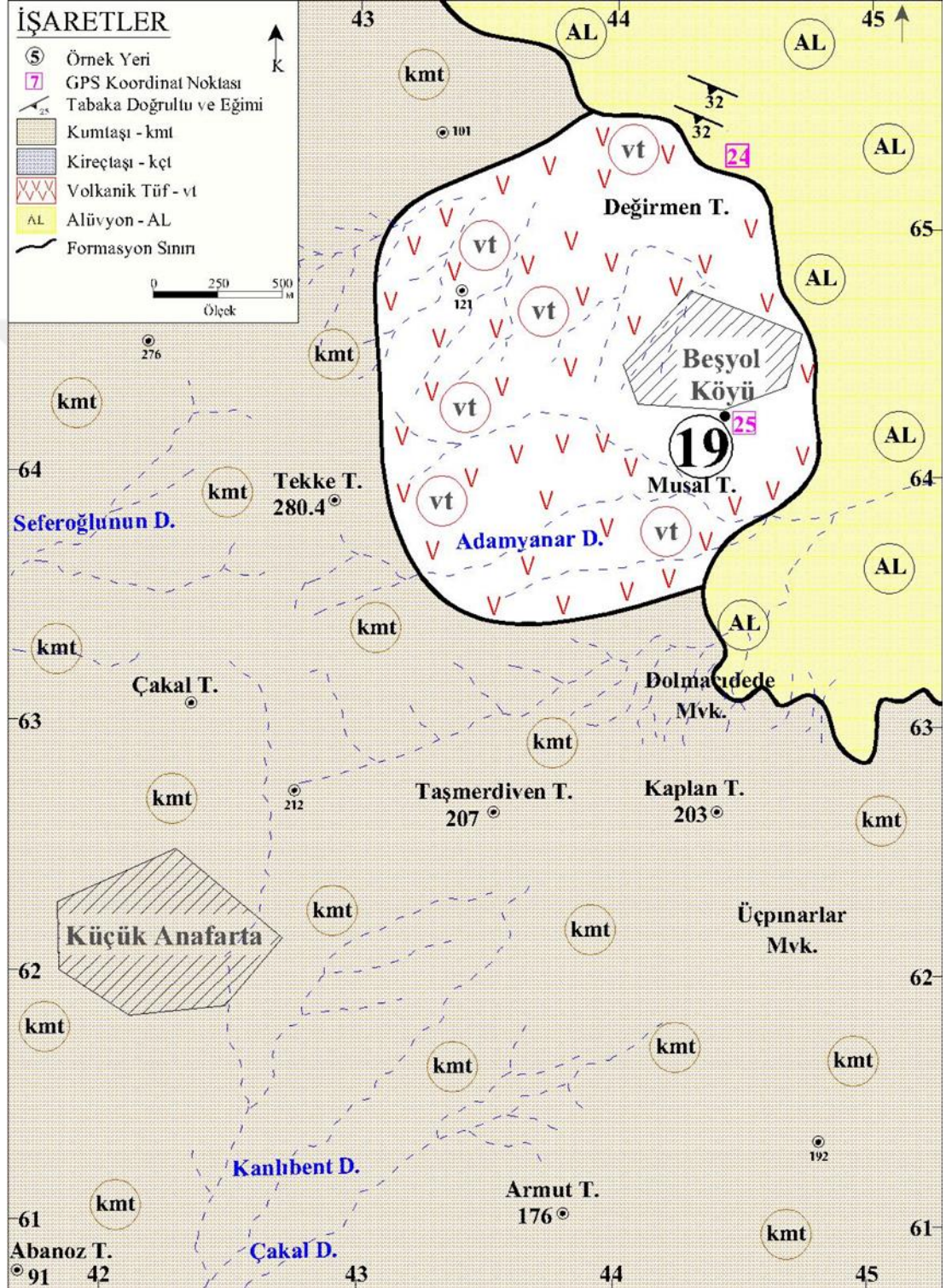
Şekil 4.5. Tayfur Köy ve civarının jeolojik haritası

Tayfurköy'ün güneyinde yer alan Karainebeyli köyü Şekil 4.6.'dan da görüleceği üzere genel olarak kuvaternar yaşlı kum, kil, çakıl ardalımalı özelliklerdeki alüvyon çökelleri yer alsada kumtaşı formasyonu daha derinde bulunmaktadır. Bu formasyonların oluşumuna bağlı olarak 16 nolu örneğin temin edildiği Karainebeyli Köyü kuzeyindeki Aslantekke tepeleri mevkiinde kumtaşı formasyonu mevcuttur.



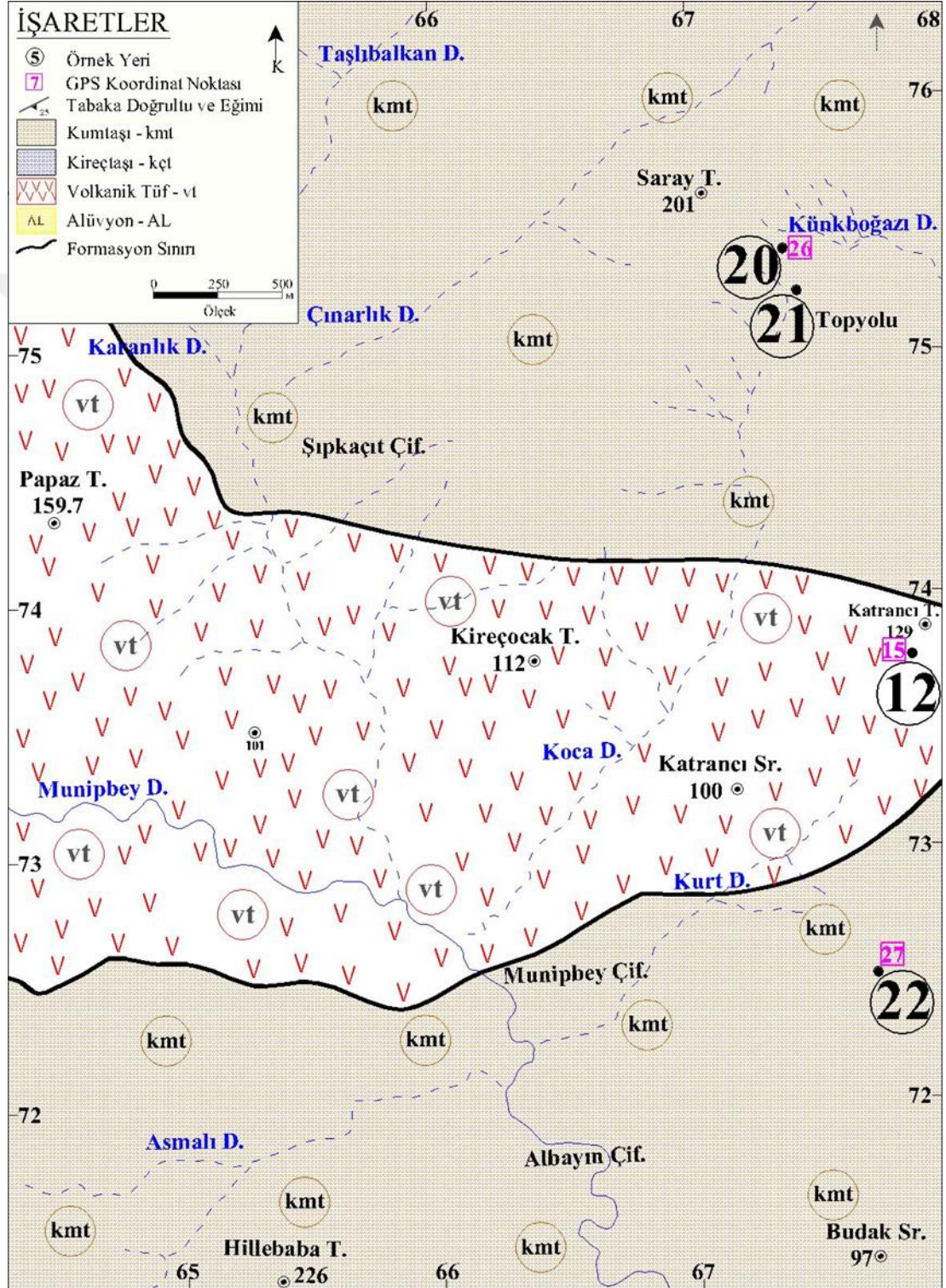
Şekil 4.6. Karainebeyli Köyü ile Yolağzı Köyü'nün jeolojik haritası

İnceleme alanının en batısında yer alan Beşyol Köyü Şekil 4.7.'den de görüleceği gibi kumtaşı, volkanik tüf ve alüvyon formasyonlarının kesiştiği bir bölgede yer almaktadır. Sahada hakim formasyon olan kumtaşı formasyonu volkanizma sonucu oluşan tüfler ile kesilerek alüvyon formasyonu ile bir geçiş formasyonu oluşturmuştur.



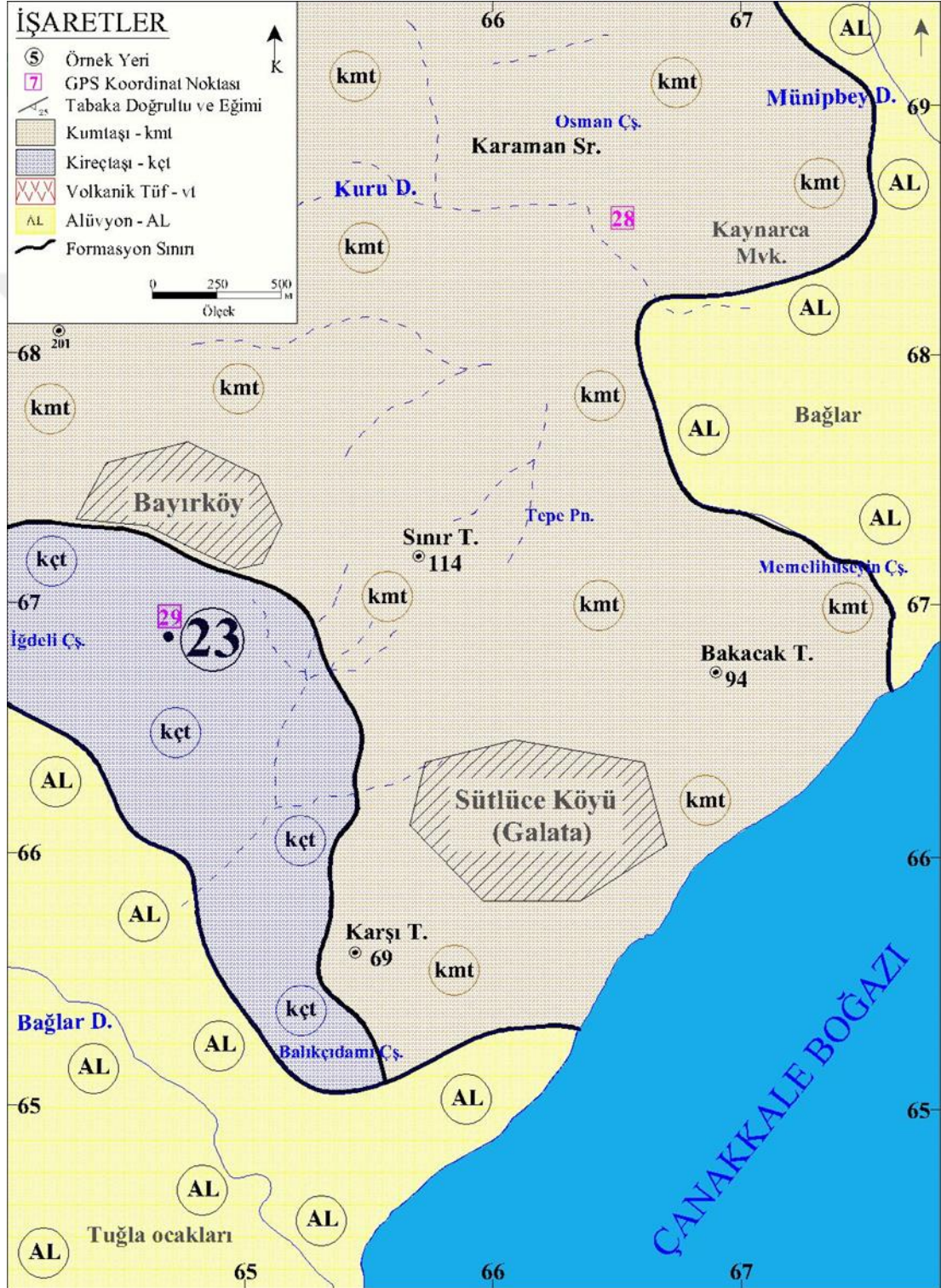
Şekil 4.7. Beşyol Köyü ve civarının jeolojik haritası

Kavaklı Köyü'nün güney istikametinde, Bayırköy'ün kuzeyinde bulunan yüksek mukavemet ve ısıl değerlere sahip 21 ve 22 nolu kumtaşı örneklerinin temininin sağlandığı Topyolu mevki ile Budak Sırtı – Katrancı Sırtı arası mevkiine ait Şekil 4.8.'deki jeolojik haritadan da görüleceği üzere kumtaşı formasyonu yine volkanik tüflerle kesilmektedir.



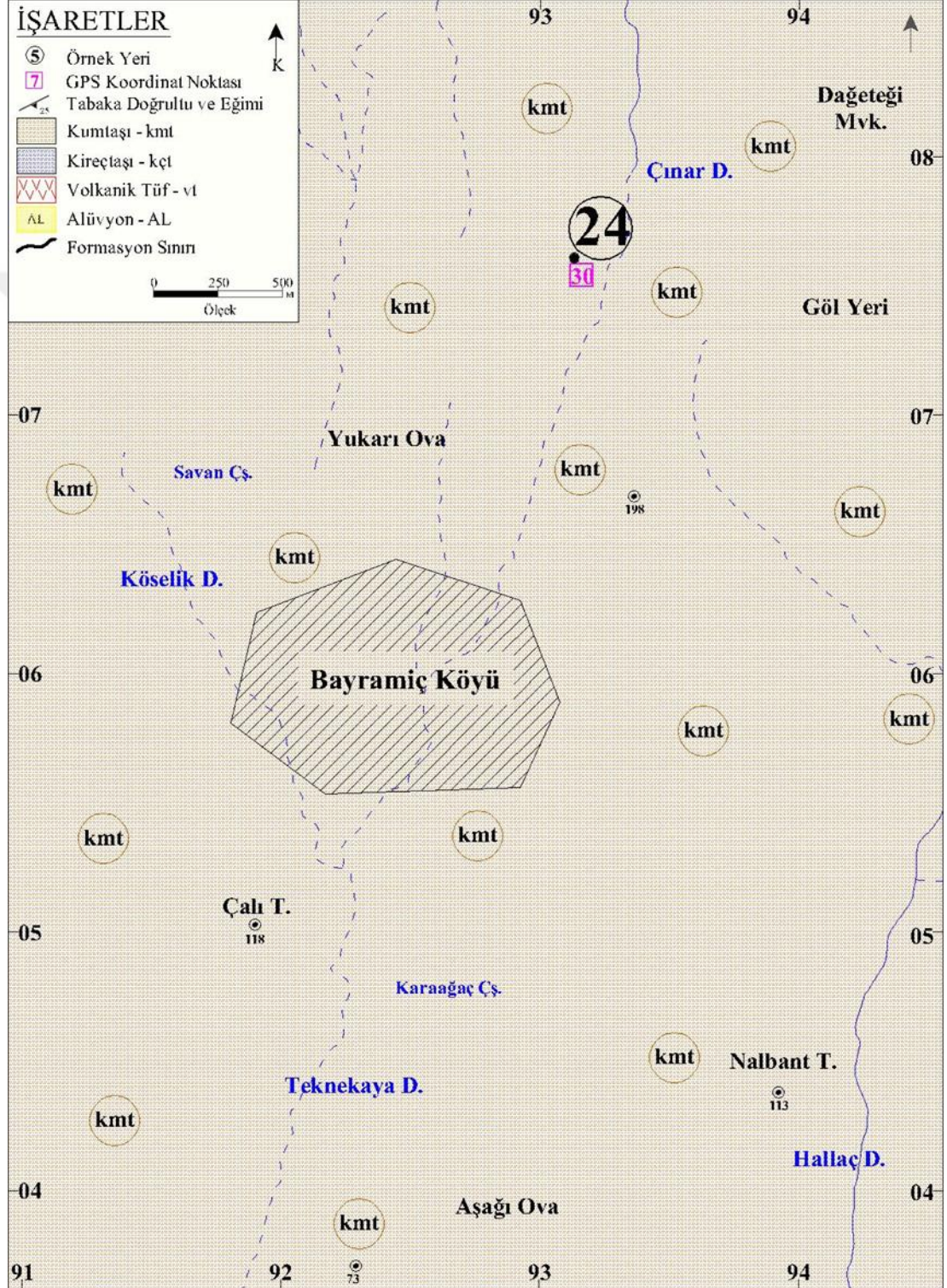
Şekil 4.8. Top Yolu mevki ile Budak Sırtı civarının jeolojik haritası

Bayırköy civarında alüvyon ve kumtaşı formasyonlar arasında yer alan kireçtaşı formasyonunda 23 nolu örneğin temin edildiği İğdeli Çeşme mevkiinde kuvaternar yaşlı traverten oluşumlar dikkat çekmektedir (Şekil 4.9). Bu oluşum esasen karbonatlı serilerden, dere veya yeraltı sularından karbonat yönünden zenginleşip ve volkanizma etkisiyle ısınan yoğun karbonatlı suların çökmesi sonucu oluşmuştur.



Şekil 4.9. Bayırköy ile Sütlüce Köyü civarının jeolojik haritası

İnceleme alanının en kuzeyinde yer alan Bayramiç Köyü'ne ait jeolojik harita Şekil 4.10.'da görülmektedir. Bayramiç Köyü'nde arazide dikkat çeken kayraklı yapıdaki kumtaşı arazinin bütün geneline yayılmış durumdadır. Kumtaşı formasyonu belirgin şekilde hakim durumdadır. Yöredeki köylerde bu tür kumtaşı kullanılarak inşa edilen yapılar eski medeniyetlerden günümüze kadar sürdürülerek gelmiştir.



Şekil 4.10. Bayramiç Köyü ve civarının jeolojik haritası

4.2. ÖRNEKLERİN MİNERALojİK PETROGRAfİK DEĞERLENDİRMEsİ

Saha bazında yapılan çalışmalara ait değerlendirmeler 2.2. bölümünde bölgesel ve yerel (inceleme alanı) bazda ayrıntılı olarak verilmiştir. Saha Gelibolu Yarımadası kumtaşlarından laboratuvar çalışmaları amaçlı alınan sistematik olarak 24 adet örnek üzerinde yapılan inceleme, analiz ve deneyler araştırma grupları olarak 3. Bölümde, bu alt bölümde ise bu laboratuvar bazlı çalışmalara ait değerlendirmeler verilecektir. Bunlar sırasıyla,

- Mineralojik petrografik inceleme ve analizler değerlendirmesi
- Kimyasal analizler (Majör, İz ve nadir toprak elementler)'e ait değerlendirme
- Fiziksel ve mekanik inceleme ve deneylerin değerlendirmesi

olmak üzere Gelibolu kumtaşlarının 3 farklı medeniyetin değişik evrelerinde mimaride kullanılmış ve bugün halen ayakta kalan bu mimari yapıların özellikleri ve kullanılan kumtaşlarının geniş yelpazedeki özellikleri ortaya konmuş olacaktır.

Gelibolu Yarımadası kumtaşlarının saha çalışmalarında alınan 24 adet sistematik örneklerden, mineralojik-petrografik (mikroskopik) çalışmalar için ince kesit atölyesinde (İTÜ Maden Fakültesi) ince kesitleri (0,03-4 mm kalınlığında) lamelleri hazırlanarak polarizen mikroskop (Leitz – Pol Lux) altında incelemeleri tek ve çift nikol altında yapılmış 3.1.1. bölümünde ayrıntılı olarak verilmiş, ayrıca kumtaşlarının makroskopik ve mikroskopik açıdan özellikleri:

Makroskopik incelemede, örneklerin sırasıyla,

- Örneklerin çıplak gözle görünümüne
- Tane boyutu
- % 10'luk HCl'de reaksiyon
- Sertlik – (MOHS Cetveli) testi
- Ayrışma Özellikleri

Mikroskopik İnceleme (Mikroskopta İnceleme)

- Kayacın dokusu ve özellikleri (fotoları), tane yapısı, ayrışım, aderans

- Kayaçta var olan mineraller ve özellikleri
- Mineraller bileşim ve modal oranı (mineral oranları)
- Kayaç adlaması

Bölüm 3.1.1.'de verilen ayrıntılı mikroskobik analizlere göre Makroskobik ve Mikroskobik özelliklere ait değerlendirme çizelgesi Çizelge 4.1. olarak sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Mineralojik – Petrografik Analizler

No	Yeri GPS No	Makroskobik Özellikler	Mikroskobik Özellikler		Kayaç Adı
			Doku	Mineral Bileşim %	
1	Yeniköy'e 3 km doğu girişi (GPS-2)	Sarımsı/ açık kahve tonlarda gri-siyah renkli, boşluklu, HCl'de reaksiyon yok, S=5,5-6 Mohs	Feldspat, kuvars, mika ve opak mineraller ile kayaç parçaları volkanik hamur içerisinde	Hamur 30-32 Kuvars 16-18 Plajiyoklaz 14-16 K-Feldspat 18-20 Biyotit+Muskovit 3-4 Litik parçalar 10-12 Opak mineral 3-4	Volkanik Tüf
2	Gençler çeşmesi mevkiinden 150 m mesafede (GPS-4)	Açık bej sarımsı ve koyu renkli mineraller içerir, İnce taneli - homojen, HCl ile hafif köpürme S=4-5 Mohs	Plajiyoklaz, kuvars, mika ve opak mineraller ile kayaç parçaları farklı taneli kalsit-kristalin çimento içerisinde	Kuvars 12-14 Plajiyoklaz 20-22 Mika (Biyotit) 6-7 Litik parçalar 8-10 Opak mineral 3-4 Matriks 46-48	Karbonatlı Kumtaşı
3	Kavaklı Köyü girişi (GPS-5)	Bej-benekli, taneli, HCl'de az köpürme S=4-5 Mohs	Feldspat, kuvars, mika ve opak mineraller ince taneli kalsit-kristalin çimento içerisinde	Kuvars 8-10 Plajiyoklaz 20-22 Mika (Biyotit) 10-12 K-Feldspat 6-8 Opak mineral 4-6 Matriks 46-48	Karbonat Çimentolu Kumtaşı
4	Yeniköy-Kavaklı-Fındıklı üçgeninde yol ayrımında (GPS-6)	Açık gri renkli, Farklı tane boyutlu, HCl orta düzeyde köpürme izlenir. S=5-6 Mohs	Mikritik birincil kalsit, rekristalize ikincil kalsit, fosil kavkı, kuvars, plajiyoklaz, opaklaşmış demiroksit ve litik parçalar	Mikritik birincil kalsit 42-44 Fosil kavkı 20-22 Rekristalize ikincil kalsit 30-32 Kuvars, plajiyoklaz mineral parçaları ve litik parçalar 3-4 Demiroksit 1-2	Kireçtaşı

5	Fındıklı Köyü öncesi Karanlık Dere girişi (GPS-7)	Bej-gri benekli, çatlak dolgulu, yoğun, ince-orta taneli, mozaik görünümlüdür. HCl orta düzeyde köpürme izlenir, S=4-5 Mohs	Mikritik birincil kalsit, rekristalize ikincil kalsit, fosil kavkı, opaklaşmış demiroksit ve litik parçalar	Mikritik birincil kalsit 64-66 Fosil kavkı 20-22 Rekristalize ikincil kalsit 8-10 Mineral parçaları ve litik parçalar4-6 Demiroksit 1-2	Fosilli Mikritik kısmen rekristalize Kireçtaşı
6	Karanlık Dere mevkii (GPS-8)	Homojen gri-beyaz, benekli, ikincil beyaz çatlak dolgulu, ince taneli, HCl orta şiddette köpürme, S=4-5 Mohs	Feldspat, kuvars, mika, demir-opak mineraller ile volk. parçalar mikritik kalsit matriks içerisinde	Kuvars 10-12 Plajiyoklaz 14-16 Biyotit 5-6 K-Feldspat 5-6 Opak mineral 5-6 Litik parçalar 6-7 Mikritik kalsit matriks 50-52	Kumlu Kireçtaşı
7	Kömürlimanı yolunda (GPS-10)	Yeşil tonlarda, beyaz ve siyah minerallerle benekli, HCl çok düşük, köpürme izlenir. S=5,5-6,5	Feldspat, kuvars, litik parçalar ince taneli kalsit oluşumlu bir çimento içerisinde	Kuvars 16-18 Plajiyoklaz 20-22 Hornblend 7-9 Litik parçalar 14-16 Matriks 38-40	Karbonatlı Kumtaşı
8	Kömürlimanı Plajı (GPS-12)	Koyu gri-yeşil tonda, beyaz minerallerle benekli, ince-orta taneli, HCl orta şiddette köpürme, S=5,5-6,5 Mohs	Feldspat, kuvars, opak, biyotit mineraller ince taneli kalsit-kristalin çimento içerisinde	Kuvars 23-25 Plajiyoklaz 13-15 Opak 6-7 Biyotit 6-7 Matriks 48-50	Karbonatlı Kumtaşı
9	Fındıklı-Manastr Çeşme yolunda (GPS-13)	Çağla yeşili tonlarda, beyaz minerallerde benekli, opak ikincil dolgulu, HCl reaksiyon yok, S=5,5-6,5 Mohs	Feldspat, kuvars, biyotit mineralleri, litik parçaları volkanik bir cam hamur içerisinde	Hamur 68-70 Kuvars 6-8 Plajiyoklaz 8-10 K-Feldspat 4-6 Biyotit 4-6 Litik parçalar 2-3 Opal 1	Volkanik Tüf
10	Fındıklı-Manastr Çeşme yolunda (GPS-13)'ün 100 m. batısında	Yeşil tonlu, ince siyah-beyaz benekli, ince homojen taneli, HCl köpürme yok. S=6,5-7	Feldspat, kuvars, biyotit mineralleri, litik parçaları volkanik bir cam hamur içerisinde	Hamur 88-90 Kuvars 1-2 Plajiyoklaz 3-4 K-Feldspat 1-2 Biyotit 2-3 Litik parçalar 1-2 Opak mineral 1	Volkanik Tüf

11	Koca Dere – Kapaklı Tepe arası mevkii yol kenarı mostra (GPS-14)	Gri - siyah renkli tonlarda, benekli, granit görünümündedir, farklı taneli, HCl köpürme verir, S=4-5 Mohs	Feldspat, kuvars, biyotit ve opak mineraller ile litik parçalar ikincil karbonat oluşumlu çimento içerisinde	Kuvars 6-8 Plajiyoklaz 38-40 K-Feldspat 6-8 Mika (Biyotit) 2-3 Litik parçalar 18-20 Opak mineral 1 Matriks 24-26	Karbonatlı Kumtaşı – Konglomera
12	Münipbey Deresi mevkii (GPS-15)	Açık yeşil tonlarda, renkli mineral ile benekli fosilli, ince taneli, HCl reaksiyon yok, S=5,5-6,5 Mohs	Feldspat, kuvars, biyotit ve opak mineraller ile litik parçalar hematit limonit volkanik bir cam hamur içerisinde	Hamur 54-56 (hematit+limonit) Kuvars 15-17 Plajiyoklaz 14-16 K-Feldspat 1-2 Biyotit opaklı 10-12 Litik parçalar 1-2 Opak mineral 1	Volkanik Tüf
13	Münipbey Deresi dönüşü Kocadere/Kapaklı tepe arası mevkii karşısı (GPS-16)	Granit beyaz-gri benekli, farklı taneli, HCl hızlı köpürme verir, S=4,5-5 Mohs	Feldspat, kuvars, mika ve opak mineraller ile kayaç parçaları karbonatlı volkanik hamur içerisinde	Hamur 28-30 Kuvars 10-12 Plajiyoklaz 28-30 K-Feldspat 10-12 Litik parçalar 8-10 Biyotit 3-4 Opak mineral 3-4	Volkanik Tüf
14	Değirmendüzüne 1 km mesafede çeşme mevkii (GPS-18)	Grimsi tonda, benekli, ayrışım ürünü lekeler içerir, ince ve az farklı taneli, HCl köpürme izlenir. S=4-5 Mohs	Mikritik birincil kalsit, rekristalize ikincil kalsit, fosil kavkı, kalsit matriksinin içerisinde	Mikritik birincil kalsit 48-50 Fosil kavkı 40-42 Rekristalize ikincil kalsit 6-8 Demiroksit 1-2	Kireçtaşı
15	Tayfur Köyüne/göletine 2 km mesafede Sarıtaş tepesi eteği yolun sağı (GPS-19)	Grimsi, opak dolgulu, ince – farklı taneli, HCl'de reaksiyon yok. S=5,5-6,5	İri mikrolitik plajiyoklazlar ve ayrıca farklı plajiyoklazların iri taneleri ince taneli hamur içerisinde	Hamur 18-20 Plajiyoklaz iri 10-12 Plajiyoklaz mikrolitik 48-50 İkincil dönüşümler illit-klorit 12-14 Opak mineral 4-5	Volkanik Lav (Andezit - Trakit)
16	Arapyeri Aslantekke Tepeleri geniş ova Karainebeyli 2 km kuzey (GPS-21)	Gri-bej tonlarında, aderansı yüksek, ince taneli, HCl ile hızlı köpürme, S=4-5,5 Mohs	Feldspat, kuvars, mika, opak mineraller ve kayaç parçaları ince taneli kalsit-kristalin çimentolu	Matriks 56-58 Kuvars 16-18 Plajiyoklaz 10-12 Biyotit+Muskovit 7-8 Litik parçalar 2-3 Opak mineral 4-5	Karbonatlı Kumtaşı

17	Karainebeyli Köyü güneyi Kızıyerler mevki (GPS-22)	Bej renkli koyu mineral içerikli homojen ince taneli, HCl hızlı köpürme var, S=4-5,5 Mohs	Feldspat, kuvars, mika (biyotit) ve hornblend ince taneli kalsit-kristalin çimento içerisinde	Matriks 40-42 Kuvars 24-26 Plajiyoklaz 15-17 K-Feldspat 6-8 Biyotit 5-6 Hornblend 5-6	Karbonatlı Kumtaşı
18	Hırlıçeşme mevki (GPS-23)	Bej tonda, siyah mineralli benekli, homojen, ince taneli HCl'de orta şiddette köpürme, S=4-5,5 Mohs	Kuvars, feldspat, mika (muskovit) ve opak mineraller ince taneli killi, silisli ve karbonatlı çimento içerisinde	Matriks 20-22 Kuvars 50-52 Plajiyoklaz 8-10 Muskovit 6-8 K-Feldspat 10-12 Opak mineral 1-2	Karbonatlı Kumtaşı
19	Beşyol Köyü – Anafartalar yolu çıkışında, köyün bitiminde (GPS-25)	İri taneli, açık beyaz renkli, farklı taneli HCl reaksiyon yok. S=6-6,5 Mohs	Porfirik volkanik yapıda plajiyoklaz, hornblend ve opak mineraller ince taneli volkanik hamur içerisinde	Hamur 50-52 Plajiyoklaz 30-32 Hornblend 10-12 Opak 5-7	Volkanik Lav (Andezit)
20	Kavaklı Köyü güneyi Topyolu mevki Münipbey Deresi solunda (GPS-26)	Açık renkli, bej benekli, ince taneli, homojen, HCl'de hızlı köpürme var, S=4-5 Mohs	Kuvars, feldspat, biyotit, opak mineraller ve litik parçalar ince taneli kalsit-kristalin çimento içerisinde	Matriks 34-36 Kuvars 34-36 Plajiyoklaz 16-18 Biyotit 3-4 Litik parçalar 6-8 Opak mineral 2-3	Karbonatlı Kumtaşı
21	Kavaklı Köyü güneyi Topyolu mevki Münipbey Deresi solunda (GPS-26) nın 100 m. güneyi	Bej-gri karışımı renkli, homojen, ince taneli, HCl'de hızlı köpürme, S=4-5 Mohs	Feldspat, kuvars, biyotit+muskovit opak mineraller ve litik parçalar ince taneli kalsit çimento içerisinde	Matriks 38-40 Kuvars 30-32 Plaj.+K-Felds.18-20 Biyotit + Musk. 3-4 Litik parçalar 5-7 Opak mineral 1-2	Karbonatlı Kumtaşı

22	Kavaklı – Bayırköy arası Albayın Çiftliği mevki (GPS-27)	Homojen, gri-bej tonlarda, ince taneli, HCl ile orta şiddette köpürme, S=4-5 Mohs	Kuvars, feldspat, mika biyotit+muskovit opak mineral ve demiroksit ile ince taneli karbonatlı çimentolu	Matriks 40-42 Kuvars 38-40 Plajiyoklaz 4-6 K-Feldspat 1-2 Biyotit + Musk. 1-2 Litik parçalar 8-10 Opak mineral 3-4	Karbonatlı Kumtaşı
23	Cumalı Köyü doğu girişi, İğdeli çeşme mevki (GPS-29)	Bej-gri, homojen, ince taneli, HCl ile köpürme izlenir. S=4-5 Mohs	Kuvars, plajiyoklaz ve opaklaşmış demiroksit ince taneli mikritik kalsit çimentolu	Mikritik kalsit 64-66 Kuvars 20-22 Plajiyoklaz 12-14 Demiroksit 1-2	Kumlu Kireçtaşı
24	Bayramiç Köyü doğusu (GPS-30)	Gri-bej tonlu, yoğun, homojen, ince taneli, HCl'de köpürme verir. S=4,5-5,5 Mohs	Kuvars, feldspat, muskovit ve opak mineraller ince taneli karbonatlı çimentolu	Matriks 20-22 Kuvars 50-52 Plajiyoklaz 6-8 Muskovit 8-10 K-Feldspat 10-12 Opak mineral 1-2	Karbonatlı Kumtaşı

Gelibolu Yarımadası'nda yüzey veren kumtaşlarından 24 adet farklı koordinattan sistematik olarak temin edilen örneklere ait saha bazlı çalışmalar II. Bölümde, laboratuvar çalışmaları ise III. bölümde ayrıntılı özellikleriyle birlikte verilmiştir.

III. Bölümde laboratuvar çalışmalarının başında, sahaya ait kumtaşlarının 3.1.1. Mineralojik – Petrografik analizleri (Mikroskopik özellikleri) ayrıntılı olarak verilmiştir. Kumtaşlarının laboratuvar bazında değerlendirmeleri kapsamında bu bölümde mineralojik-petrografik, mikroskopik çalışmaların değerlendirilmesi sağlanacaktır.

Jeolojik saha şekilleri, taşın herhangi bir noktasından olup, Ekte yer alan jeolojik haritayı referans etmektedir.

Petrografik inceleme değerlendirmesi, sahadaki 24 noktadan sistematik olarak alınan örneklere ait çizelge halinde ve özetle değerlendirilmesi verilmiştir. Buna göre, Gelibolu Yarımadası kumtaşları, petrografik açıdan çökel, tabakalaşmış, saha içinde farklı özellik sunarlar. Tüm 24 örnek kumtaşlarında 7 numaralı örnek haricinde kuvars mineralleri birincil mineral olarak görülür. Kumtaşlarının dışında, çalışma alanı sahasında rastlanan 15 nolu örnek Tayfur gölü civarında kumtaşlarını daha sonraki jeolojik evrede volkanik lav şeklinde kesen andezit-trakit (Nötr-bazik yüzey

kayacı) özelliğinde, yine 19 numaralı örnek Beşyol köyü civarında (GPS-25) kumtaşlarını oluşumları sonrası kesen ikincil volkanik kayaç olarak, “andezit” nötr kayaç grubuna girmektedir. Bu tür volkaniklerin, muhtemelen miyosen – pliyosen yaşlı, volkanizma evresi ürünü oldukları düşünülmektedir.

İnceleme alanı içinde Cumalı Köyü GPS-29 nolu noktada, orta sıcaklı sularca oluşturduğu, oldukça genç pliyosen, veya kuaterner güncel bir “traverten” benzeri kumlu kireçtaşının bulunduğu ve oldukça sınırlı bir alan içinde olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma alanı Gelibolu yarımadasında yaklaşık 500 km²'lik alan içinde çok sınırlı ve yerel olan volkanizma ürünü damarlar veya dar alanda sınırlı bulunan nötr özellikli andezit yüzey kayaçları ile güncel oluşumlu sıcak su çökeli olarak oluşan kumlu kireçtaşları dışında diğer tüm formasyonlar kumtaşı olup, geniş alanlara yayılmış, farklı yapısal özellikler (masif, altere, ince tabakalı veya kayraksı geniş yüzeyli) göstermektedirler.

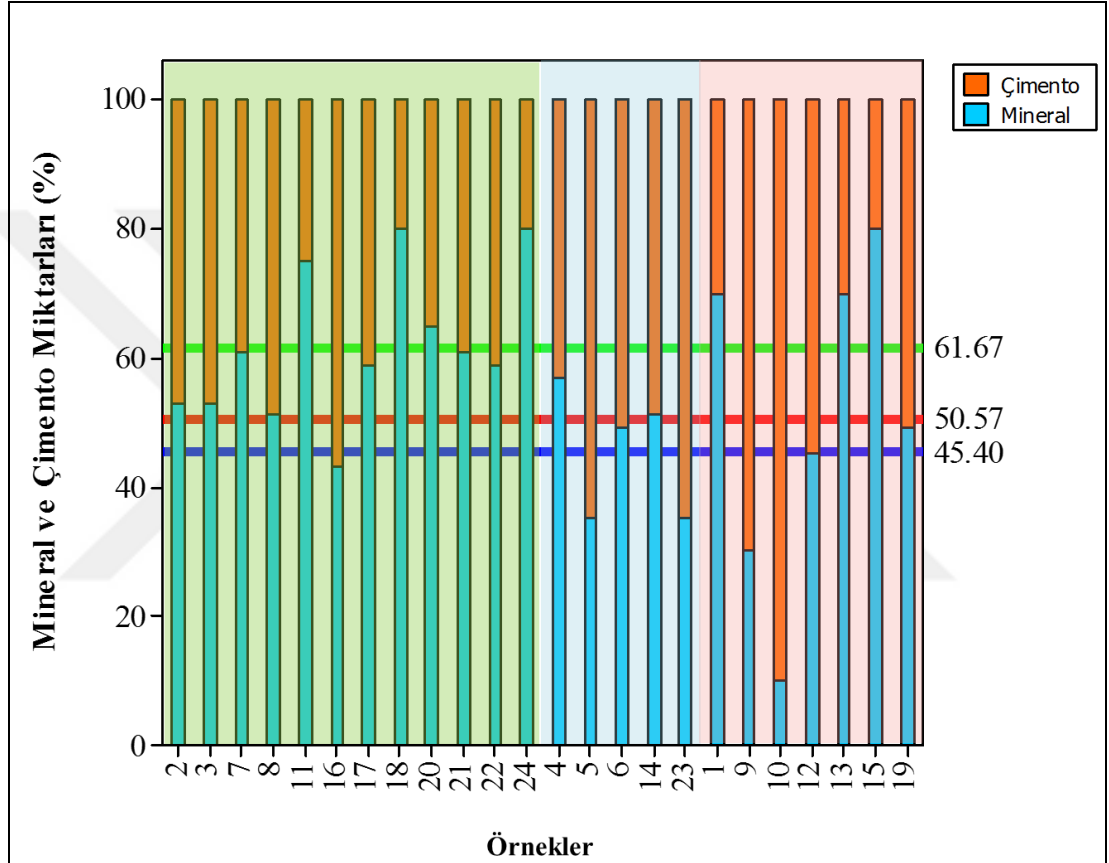
Kumtaşları mineralojik-petrografik incelemelerde, bu kayaçların tortul/çökel ve eosen (üçüncü zaman) oluşan bölgeye özgü özellikleri yanında kayaç esasen detritik mineraller (kuvars, plajiyoklaz, mika ve yabancı kayaç parçaları) içeren bunları çevreleyen bir çimento ile sıkışmıştır.

Kumtaşlarının bazen detritik mineraller bazen mikalar (biyotit ve muskovit) şeklinde ve bu minerallerle her zaman birlikte rastlanan opak/demir oksit ile kayaca renk veren hematitlere rastlanır. Denizel tortulaşma ile oluşan kumtaşlarında oluşum ortamına uygun eş yaşlı organizma fosillerine (Nummulites, Alveolina vd.) rastlanır.

Kumtaşı örneklerinin mineral / çimento yüzdelik oranları kireçtaşı ve volkanik tüf örneklerine göre daha yüksektir. Örneğin Yeniköy civarındaki 2 nolu örnekteki minerallerden kuvars % 12-14, plajiyoklaz % 20-22, biyotit % 6-7, yabancı kayaç oranı % 8-10 oranlarında olup, detritik minerallerin oranları % 52-54, çimento olarak ise çoğunlukla kalsit, bazen detritik mineral parçaları da kalsite eşlik etmektedir. Mineral/çimento oranları sürekli değişim göstermektedir.

Detritik minerallerin başında kuvars çok yaygın olmakla beraber bazen plajiyoklaz tek mineral durumunda da olabilir. Yabancı (volkanik kayaç) kayaç parçaları, (%40-50) çimento ile opak/hematit, mikrolitik albitlerden oluşmaktadır.

Çalışma alanı Gelibolu kumtaşlarının, çökel ortamında mineralleri birleştiren çimento çoğunlukla kalsit (opak mineral/hematit/jips) olup bazen Fındıklı Köyü, Karanlık Dere (bkz. II. Bölüm) 'deki 4 ve 5 numaralı kireçtaşı örneklerinde olduğu gibi çökel kireçtaşı / kumtaşı şeklinde ardaalanmalara rastlanmaktadır. Kumtaşı örneklerdeki mineral / çimento oranı % 61,67 / 38,33 olarak gözlenmiştir. Kireçtaşı örneklerde bu oran % 45,40 / 54,60 iken, volkanik tüf örneklerde % 50,57 / 49,43 olarak gözlenmiştir. Bu değişimler Şekil 4.11.'de grafik olarak verilmektedir.



Şekil 4.11. Mineral/Çimento değişim yüzdelik oranlarının gösterimi (kumtaşları / kireçtaşları / volkanik tüfler)

4.3. ÖRNEKLERİN KİMYASAL - JEOKİMYASAL DEĞERLENDİRMESİ

Çalışma alanı Gelibolu Yarımadası kumtaşlarının, farklı noktalardan alınan 24 adet örneğin oksit değerlerine ait Çizelge 4.2.'den de izleneceği gibi en küçük, en büyük ve ortalama değerleri hesaplanarak verilmiştir. Buna göre çizelgeden de izleneceği gibi oksit değerler ile ateş zayıatları birlikte verilmiştir.

Çizelge 4.2. Majör oksit elementlerin en düşük ve en yüksek değerler çizelgesi

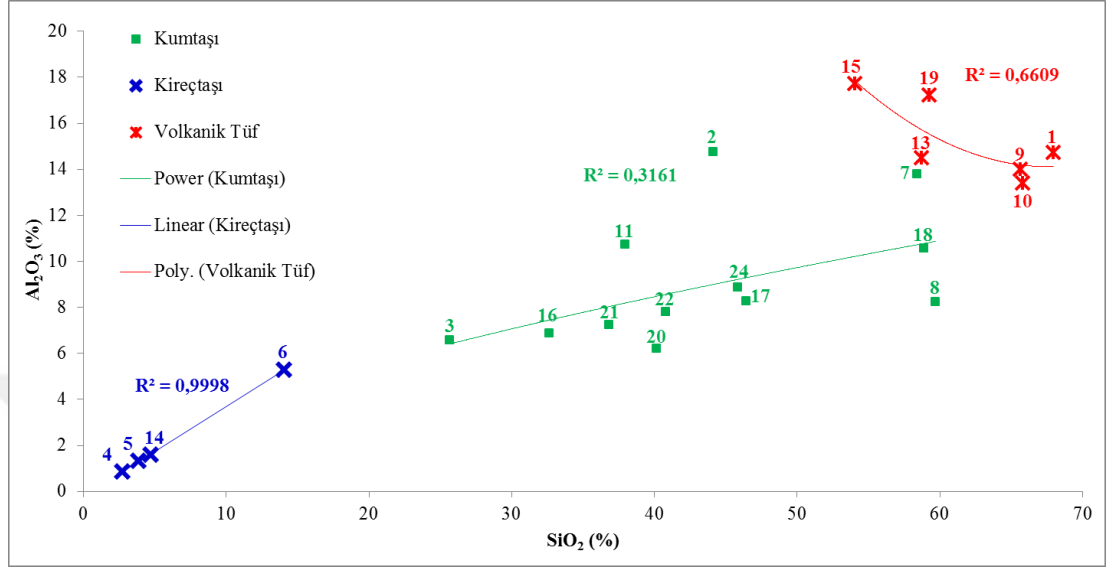
Oksit	En Düş. %	En Yük. %	Örnek	Karşıt Gelen Örnek Kayaç
SiO ₂	2,75		4	Kireçtaşı
		67,94	1	Volkanik tüf
Al ₂ O ₃	0,87		4	Kireçtaşı
		17,73	15	Volkanik lav (Andezit-trakit)
Fe ₂ O ₃	1,14		14	Kireçtaşı
		8,81	15	Volkanik lav (Andezit-trakit)
MgO	0,52		11	Karbonatlı kumtaşı - konglomera
		7,51	23	Kumlu kireçtaşı
CaO	1,36		12	Volkanik tüf
		51,71	4	Kireçtaşı
Na ₂ O	0,09		4	Kireçtaşı
		6,47	15	Volkanik lav (Andezit-trakit)
K ₂ O	0,21		4	Kireçtaşı
		6,01	2	Karbonatlı kumtaşı
TiO ₂	0,04		4	Kireçtaşı
		0,95	15	Volkanik lav (Andezit-trakit)
P ₂ O ₅	0,05		5 ve 6	Fos. mikritik rekrist. kçt/ Kumlu kçt.
		0,40	15	Volkanik lav (Andezit-trakit)
MnO	0,03		10	Volkanik tüf
		0,64	5	Fosilli mikritik kısmi rekristalize kçt.
Cr ₂ O ₃	0,01		15/ 20	Volkanik lav / Karbonatlı kumtaşı
		0,40	24	Karbonatlı kumtaşı
LOI	2,36		1	Volkanik tüf
		41,38	4	Kireçtaşı

Kimyasal majör oksitler yukarıdaki Çizelge 4.2'den de izleneceği gibi, ağırlıklı olarak kendi SiO₂, Al₂O₃, CaO ve LOI değerlerine göre farklılık ve gruplaşma göstermektedirler. Bu majör oksitlere göre diğer majör oksitlerin dağılımları kendi aralarında incelenerek, birbirleriyle olan ilişkilerinin korelasyonları bu bölümde belirlenmiştir. Bu ilişkiler dağılım grafikleri ile ifade edilirken, önceki sütun grafiklerde de olduğu gibi kumtaşları yeşil, kireçtaşları mavi, volkanik tüfler kırmızı renkli noktalarla gösterilmiştir.

Silisyum Dioksite (SiO₂) Göre Diğer Majör Oksitlerin Regresyon Analizleri:

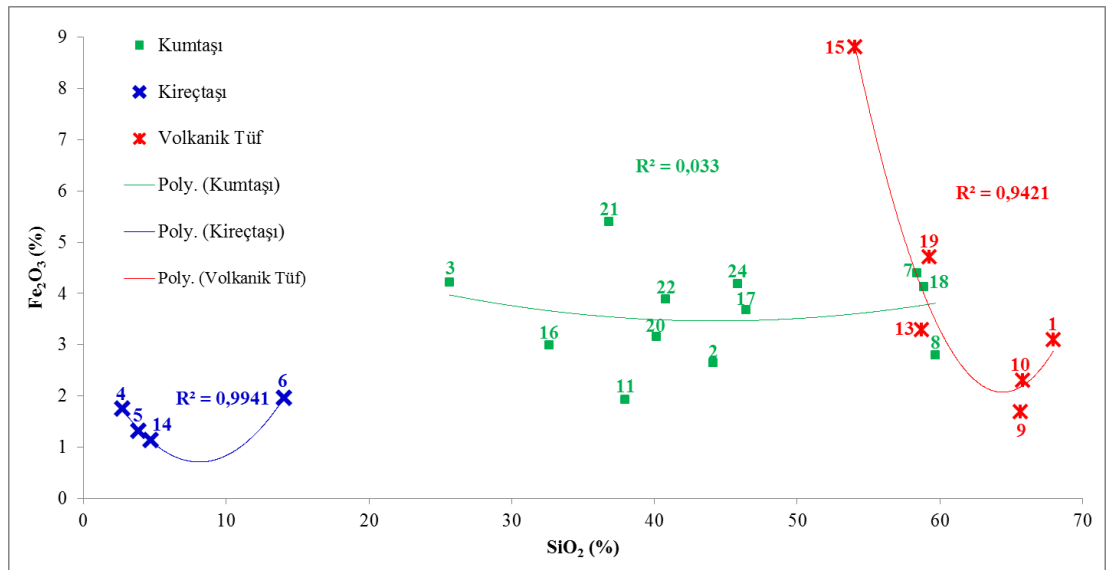
SiO₂ / Al₂O₃ İlişkisi, Şekil 4.12.'den de görüleceği üzere silis oranı arttıkça alüminyum değerlerinde de giderek yukarı yönlü pozitif bir artış izlenmektedir. Silisyum dioksit değerlerine göre kireçtaşları % 2,75 - % 14,06 aralığında, kumtaşları % 25,64 - % 59,69 aralığında, volkanik tüfler ise % 54,05 - % 67,94 aralığında yer almıştır. Alüminyum oksit değerlerine göre ise kireçtaşları % 0,87 - % 5,28 aralığında, kumtaşları % 6,22 - % 14,74 aralığında, volkanik tüfler ise % 13,40 - % 17,73 aralığında yer almıştır. Silisyum dioksit ile alüminyum oksit arasındaki

ilişkinin belirlenmesi için regresyon analizi yapılarak kireçtaşlarında % 99,98 korelasyon, kumtaşlarında % 31,61 korelasyon, volkanik tüflerde ise % 66,09 korelasyon tespit edilmiştir. Grafikteki bu ilişkilerde kayalar içerisindeki feldspatlar (plajiyoklaz) minerallerin varlığı etkili olmaktadır.



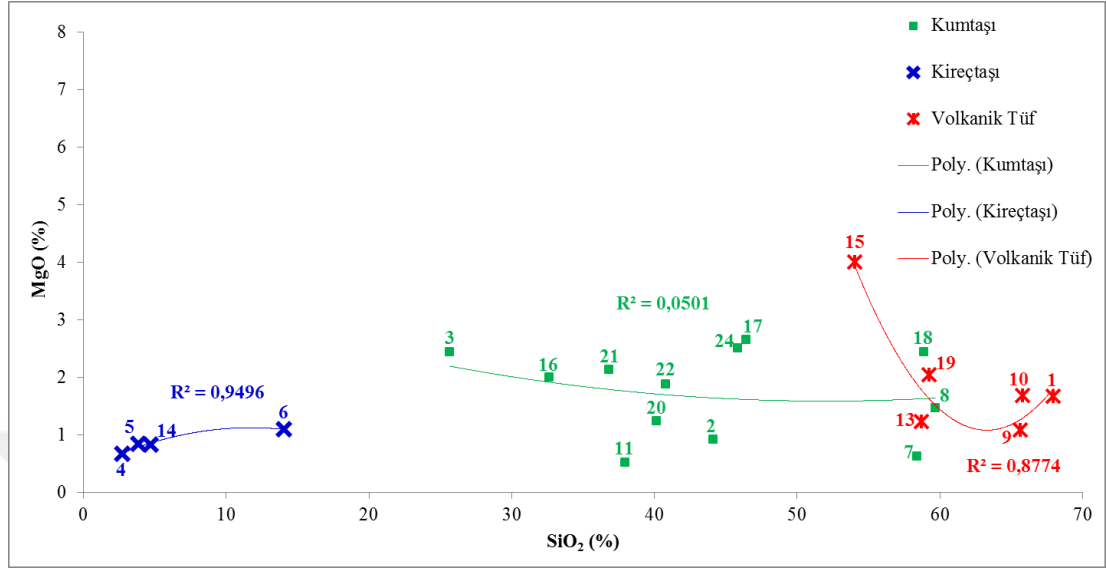
Şekil 4.12. Örneklerdeki majör oksitlerin SiO₂ / Al₂O₃ ilişkisi (%)

SiO₂ / Fe₂O₃ İlişkisi, Şekil 4.13.'ten de izleneceği gibi yukarıdaki dağılımdan farklı olarak SiO₂ oranının artışının Fe₂O₃ (demir) artışı ile doğrudan bir ilişkisinin olmadığını göstermektedir. SiO₂ - Fe₂O₃ korelasyon katsayıları ise kireçtaşlarında % 99,41 kumtaşlarında % 3,30 volkanik tüflerde ise % 94,21'dir.



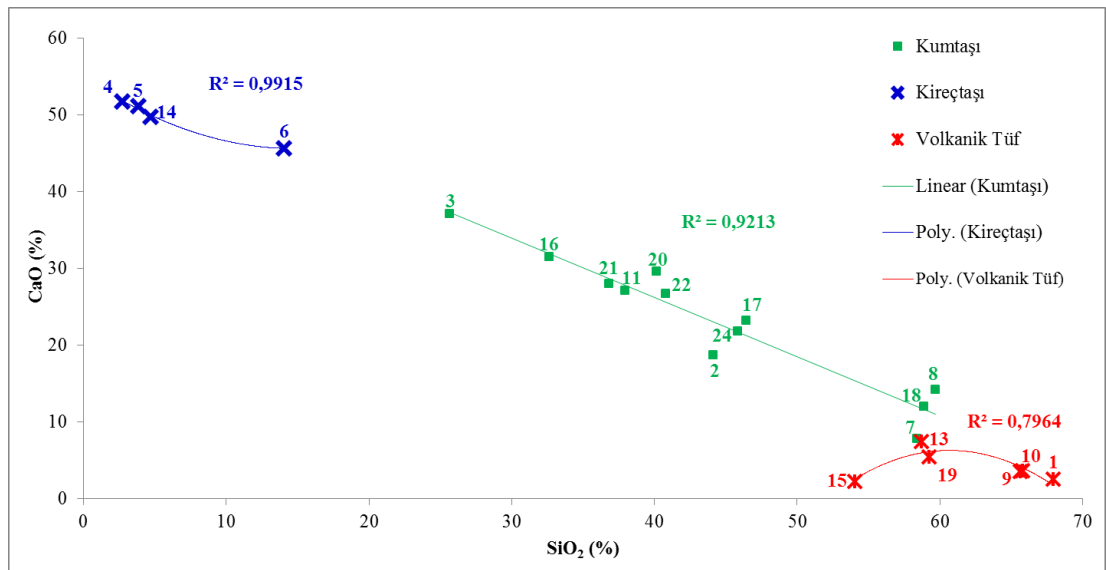
Şekil 4.13. Örneklerdeki majör oksitlerin SiO₂ / Fe₂O₃ ilişkisi (%)

SiO₂ / MgO İlişkisi, Şekil 4.14.'ten de izleneceği gibi kumtaşlarında silis oranının değişimi ile MgO oranı arasında doğrudan ilişki olmadığı, ancak kireçtaşlarındaki korelasyonun % 94,96 volkanik tüflerde ise % 87,74 olduğu belirlenmiştir.



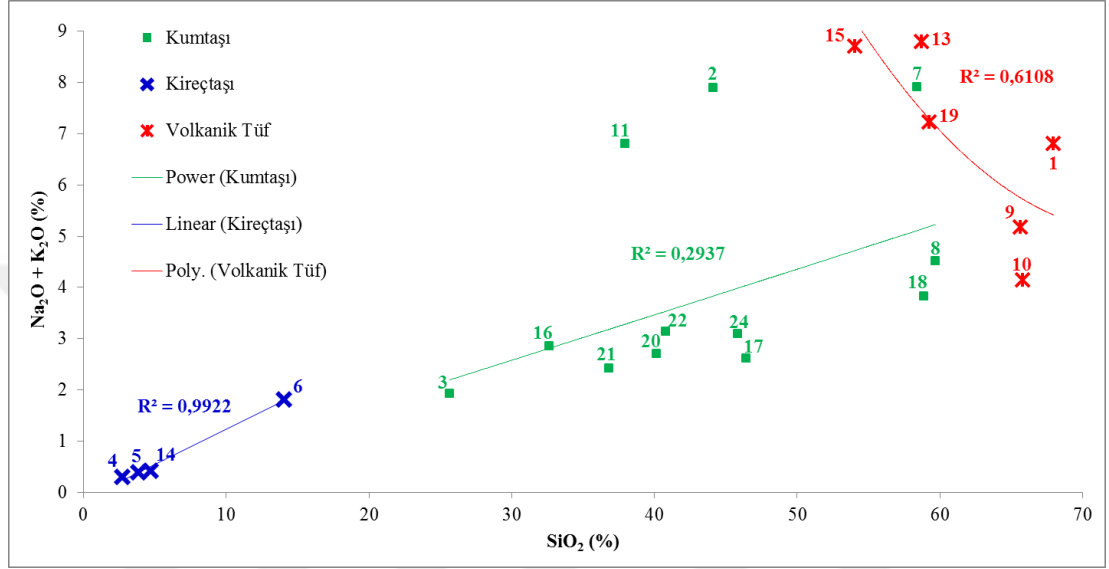
Şekil 4.14. Örneklerdeki majör oksitlerin SiO₂ / MgO ilişkisi (%)

SiO₂ / CaO İlişkisi, Şekil 4.15.'ten de izleneceği gibi silis oranı arttıkça kalsiyumun ters orantılı olarak azaldığı ve bunun plajiyoklaz grubu (kalsiyumlu) minerallerde izlenmesi gereken bir bileşime bağlı olabileceği, kumtaşlarında bu minerallerin varlığının belirgin olduğu bilinmektedir. CaO değerlerinde kireçtaşları % 45,65 - % 51,71 aralığında, kumtaşları % 7,86 - % 37,13 aralığında, volkanik tüfler ise % 2,28 - % 7,46 aralığında yer almaktadır. Regresyon analizi ile bu ilişkinin kireçtaşlarında % 99,15 kumtaşlarında % 92,13 gibi yüksek değerlerde olduğu görülmüştür.



Şekil 4.15. Örneklerdeki majör oksitlerin SiO₂ / CaO ilişkisi (%)

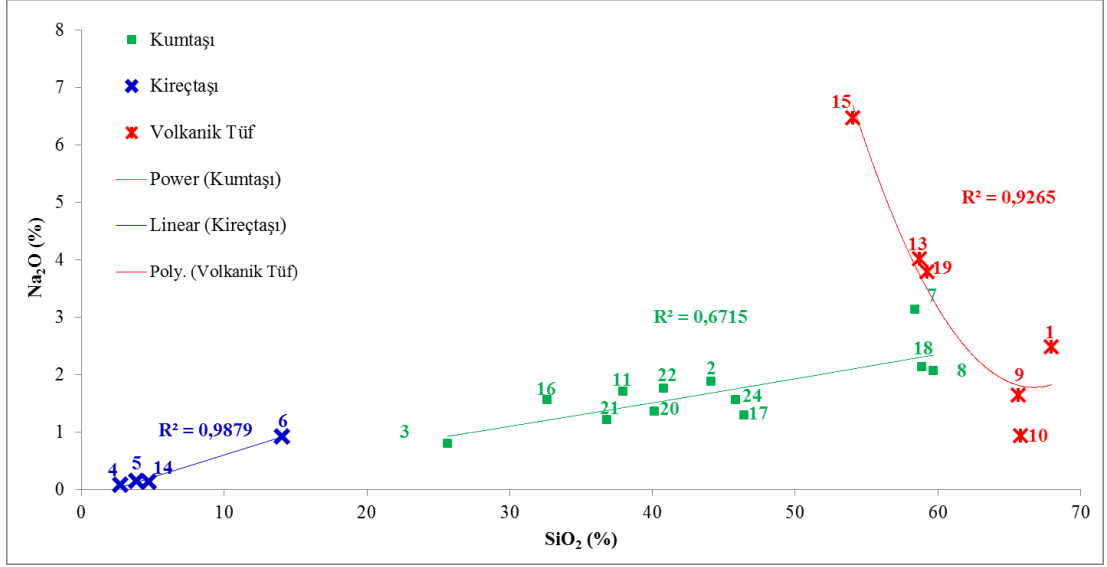
SiO₂ / Alkaliler Grubu (Na₂O+K₂O) İlişkisi, Şekil 4.16.'dan da izleneceği gibi silis arttıkça toplam alkalilerin de artarak bir yükselme ile pozitif bir ilişkisinin varlığı görülmektedir. Alkaliler kayalarda feldspat-plajiyoklaz grubu minerallerde alüminyum ilavesiyle bulunurlar (Si, Al, Na, K). Silisyum dioksit değerlerine göre kireçtaşları % 2,75 - % 14,06 aralığında, kumtaşları % 25,64 - % 59,69 aralığında, volkanik tüfler ise % 54,05 - % 67,94 aralığında yer almıştır.



Şekil 4.16. Örneklerdeki majör oksitlerin SiO₂ / Alkaliler (Na₂O+K₂O) ilişkisi (%)

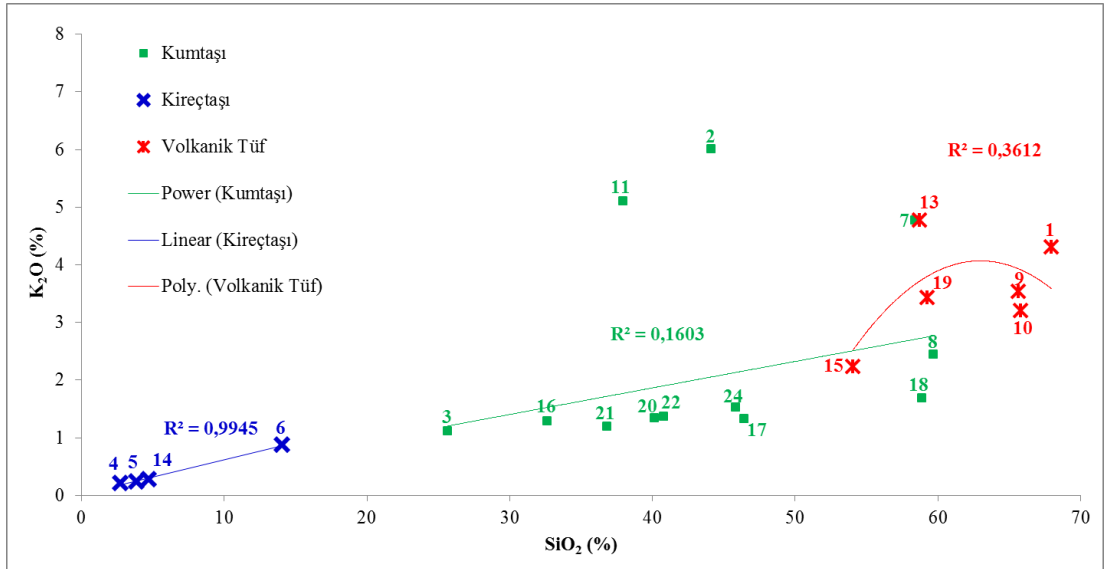
Düsey eksenindeki alkali değerlerinde kireçtaşları % 0,30 - % 1,80 aralığında, kumtaşları % 1,92 - % 7,90 aralığında, volkanik tüfler ise % 4,14 - % 8,79 aralığında yer almıştır. Regresyon analizi ile aralarındaki korelasyon katsayısı kireçtaşlarında % 99,22 kumtaşlarında % 29,37 volkanik tüflerde ise % 61,08 olarak gerçekleşmiştir.

SiO₂ / Na₂O Grafiğine göre, Şekil 4.17.'den de izleneceği gibi silis oranı arttıkça kumtaşları ve kireçtaşlarında sodyum oksit oranının da artarak aralarında pozitif bir ilişkinin olduğu, volkanik tüflerde ise negatif bir ilişkinin varlığı görülmektedir. Alkaliler grubunu oluşturan Na₂O ile K₂O bileşenlerinden Na₂O'nun daha baskın olduğu Şekil 4.16. , 4.17. ve 4.18.'deki korelasyon katsayılarının incelenmesiyle görülebilmektedir. SiO₂ ile Na₂O arasındaki korelasyon kireçtaşlarında pozitif yönde % 98,79 kumtaşlarında % 67,15 olarak, volkanik tüflerde ise negatif yönde % 92,65 olarak gerçekleşmiştir.



Şekil 4.17. Örneklerdeki majör oksitlerin SiO₂ / Na₂O ilişkisi (%)

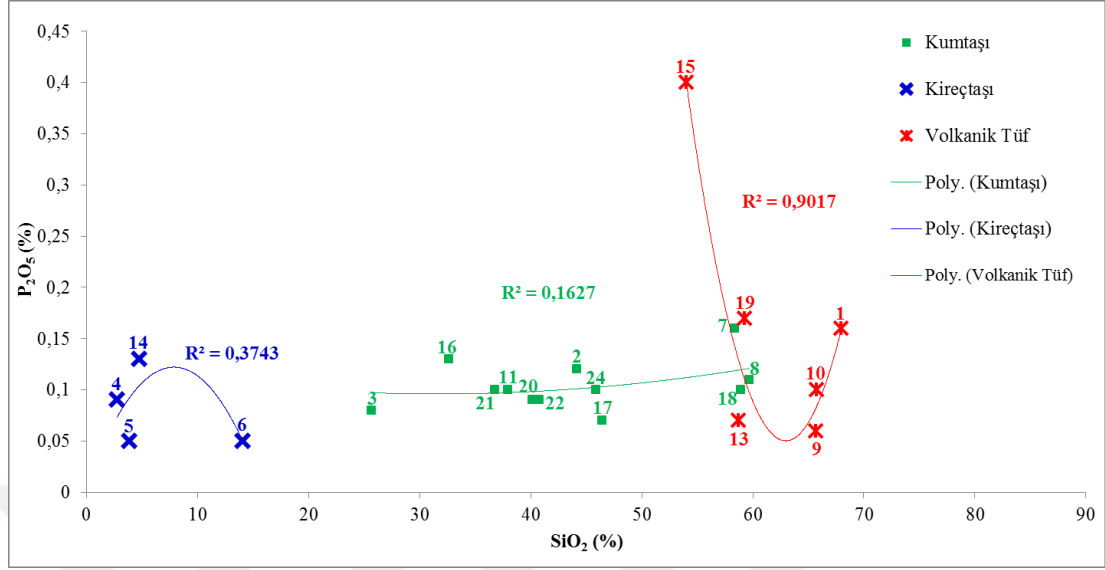
SiO₂ / K₂O İlişkisi, Şekil 4.18.'den de izleneceği gibi silis oranı arttıkça potasyum oksit oranında da kireçtaşlarında ve kumtaşlarında belirgin bir artış gözlene de volkanik tüflerde bu artış sınırlı kalmaktadır. SiO₂ – K₂O arasındaki korelasyon katsayısı kireçtaşlarında % 99,45 iken, kumtaşlarında % 16,03 volkanik tüflerde ise % 36,12 olarak gerçekleşmiştir. İncelenen örnekler bazında alkaliler grubunda potasyum oksitin etkinliği sodyum oksite göre daha düşük kalmaktadır.



Şekil 4.18. Örneklerdeki majör oksitlerin SiO₂ / K₂O ilişkisi (%)

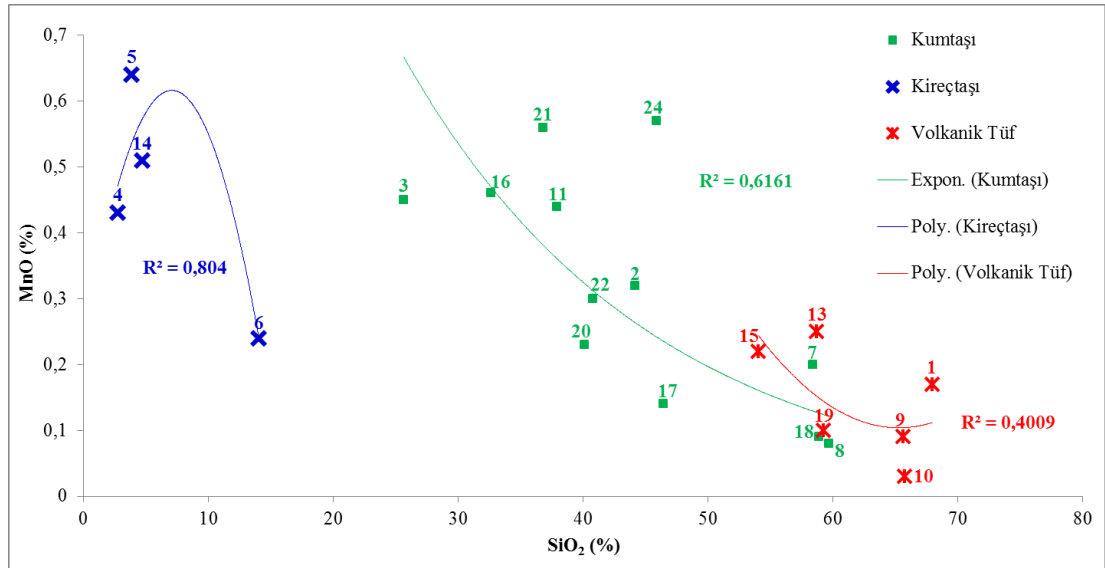
SiO₂ / P₂O₅ İlişkisi, Şekil 4.19.'dan da izleneceği gibi silis oranı arttıkça fosfor pentaoksit oranında belirgin bir artış veya azalış tespit edilememektedir. Korelasyon katsayıları kumtaşları ve kireçtaşlarında düşük korelasyonda iken volkanik tüflerde daha yüksek gerçekleşmiştir. Düşey eksenindeki fosfor pentaoksit oranları

incelendiğinde kumtaşları, kireçtaşları ve volkanik tüfler arasında belirgin bir farklılaşma görülmemektedir.



Şekil 4.19. Örneklerdeki majör oksitlerin SiO₂ / P₂O₅ ilişkisi (%)

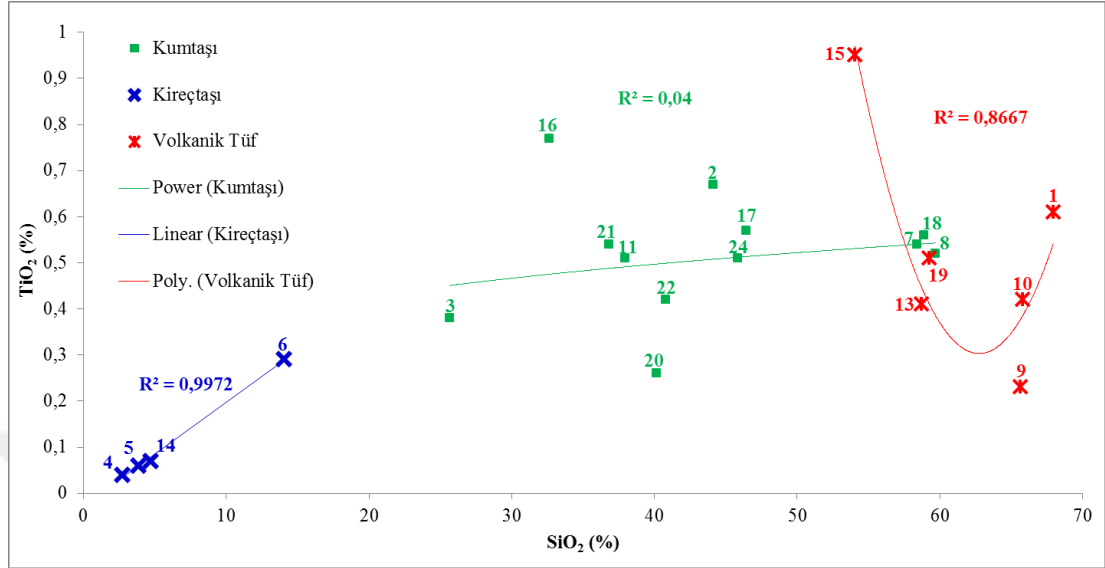
SiO₂ / MnO İlişkisi, Şekil 4.20.'den de izleneceği gibi silis oranı arttıkça mangan oksit oranı gruplar içerisinde belirgin bir şekilde azalış göstermektedir. Bu negatif ilişkiadaki korelasyon katsayısı kireçtaşlarında % 80,40 iken kumtaşlarında % 61,61 volkanik tüflerde ise % 40,09 olarak gerçekleşmiştir.



Şekil 4.20. Örneklerdeki majör oksitlerin SiO₂ / MnO ilişkisi (%)

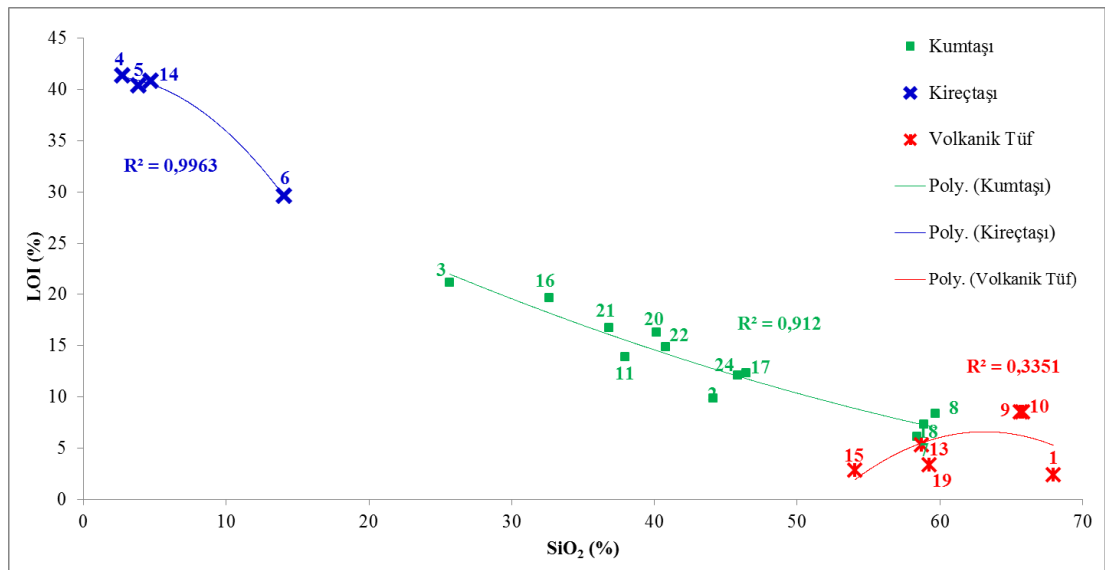
SiO₂ / TiO₂ İlişkisi, Şekil 4.21.'den de izleneceği gibi kumtaşlarındaki korelasyon katsayısı oldukça düşüktür. Düşey eksendeki değerlerden de görüleceği üzere TiO₂ miktarları diğer majör oksitlere göre çok düşük düzeydedir. Kireçtaşlarında ise silis

oranı ile belirgin bir korelasyon görülmektedir. Silis oranı arttıkça titanyum oksit miktarı da artmaktadır, ancak TiO_2 oranları % 0,04 ile % 0,29 arasında düşük ve dar bir aralıkta bulunmaktadır.



Şekil 4.21. Örneklerdeki majör oksitlerin SiO_2 / TiO_2 ilişkisi (%)

SiO_2 / LOI (Kızdırma kaybı) İlişkisi, Şekil 4.22.'den de izleceği gibi silis – ateş zayılatı ilişkisi, LOI'nin kumtaşlarında var olan kalsitin ($CaCO_3$) CO_2 'e karşıt olduğu görülür. Silis artışında, CO_2 azalmakta, böylece kalsit mineral oluşumunda silis ile CO_2 arasında negatif ilişkinin kireçtaşlarında % 99,63 korelasyonlu ayrıca kumtaşlarında da bu oranın % 91,20 gibi yüksek değerlerde gerçekleşmesi bu ilişkiye bağlıdır. Ancak volkanik tüflerde bu korelasyon % 33,51'e kadar düşmektedir.

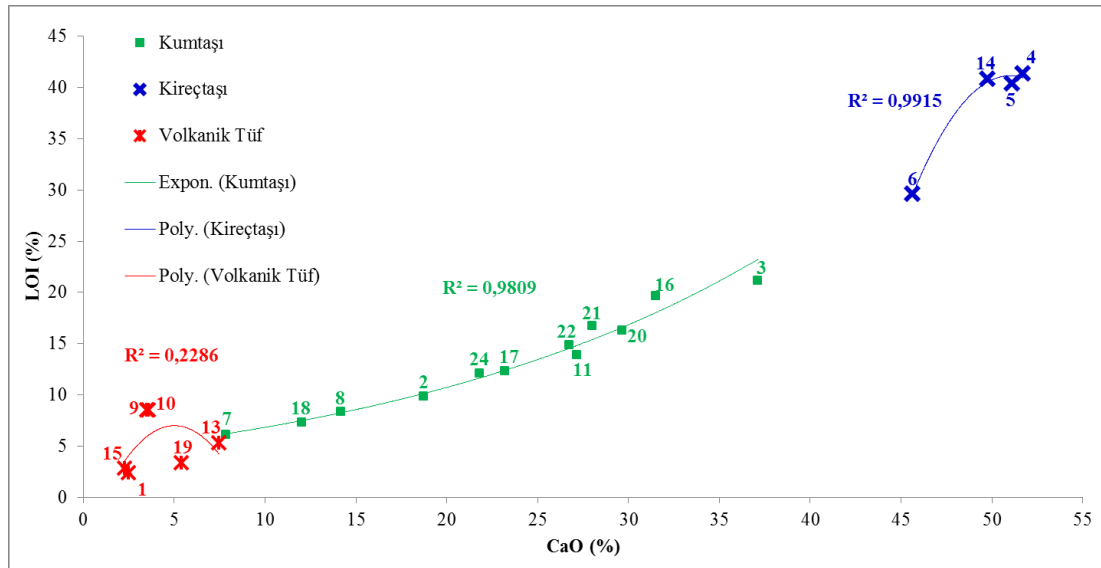


Şekil 4.22. Örneklerdeki majör oksitlerin SiO_2 / LOI (kızdırma kaybı) ilişkisi (%)

Düsey eksendeki LOI değer aralıkları ile yatay eksendeki SiO₂ değer aralıkları kayaçların belirgin şekilde kümelendiklerini göstermektedir. Ateş zayıyatı değerleri, kireçtaşlarının % 29,58 - % 41,38 aralığında, kumtaşlarının % 6,09 - % 21,15 aralığında, volkanik tüflerin ise % 2,36 - % 8,52 aralığında kümelendiklerini göstermektedir (Şekil 4.22).

Kalsiyum Oksite (CaO) Göre Diğer Majör Oksitlerin Dağılımları:

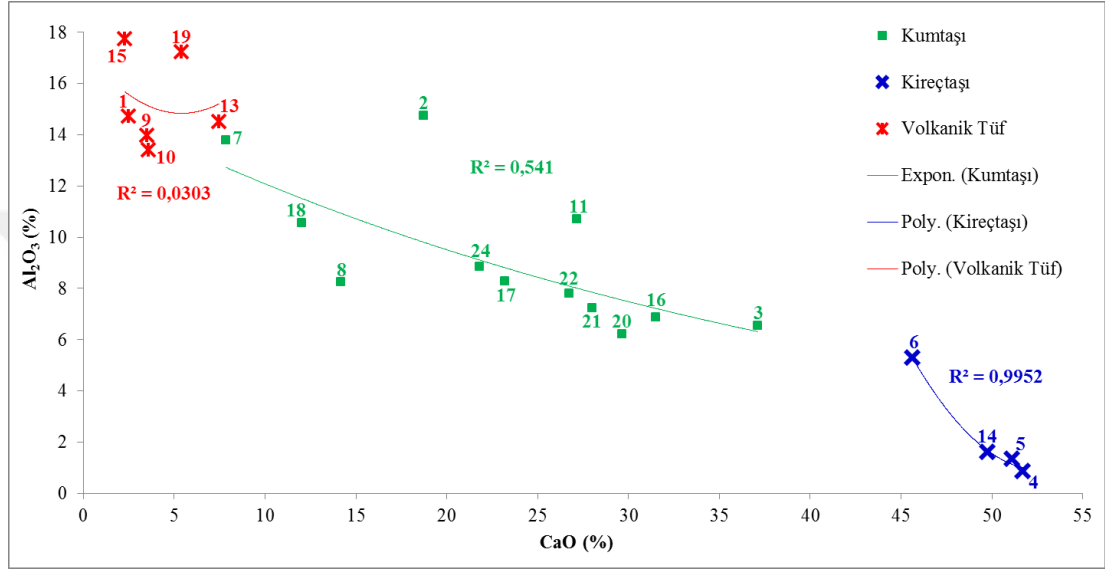
CaO / LOI (Kızdırma kaybı) İlişkisi, Şekil 4.23.'ten de izleneceği gibi ateş zayıyatı ile CaO arasında pozitif bir lineer ilişki olduğu, CaO oranı arttıkça kızdırma kaybının da pozitif olarak arttığı, iki değişken arasında yapılan regresyon analizine göre ilişkileri kumtaşlarında % 98,09 gibi yüksek korelasyonla gerçekleşmiştir. Kireçtaşlarında bu oran % 99,15 iken, volkanik tüflerde ise % 22,86 olarak düşük düzeyde gerçekleşmiştir. Kalsiyum oksit değerleri incelendiğinde de volkanik tüflerin % 2,28 – % 7,46 aralığında, kumtaşlarının % 7,86 - % 37,13 aralığında, kireçtaşlarının ise % 45,65 – % 51,71 aralığında, düşey eksen ise kireçtaşlarının % 29,58 - % 41,38 aralığında, kumtaşlarının % 6,09 - % 21,15 aralığında, volkanik tüflerin ise % 2,36 - % 8,52 aralığında yer alan kızdırma kayıpları ile belirgin şekilde kümelendikleri görülmektedir.



Şekil 4.23. Örneklerdeki majör oksitlerin CaO / LOI (kızdırma kaybı) ilişkisi (%)

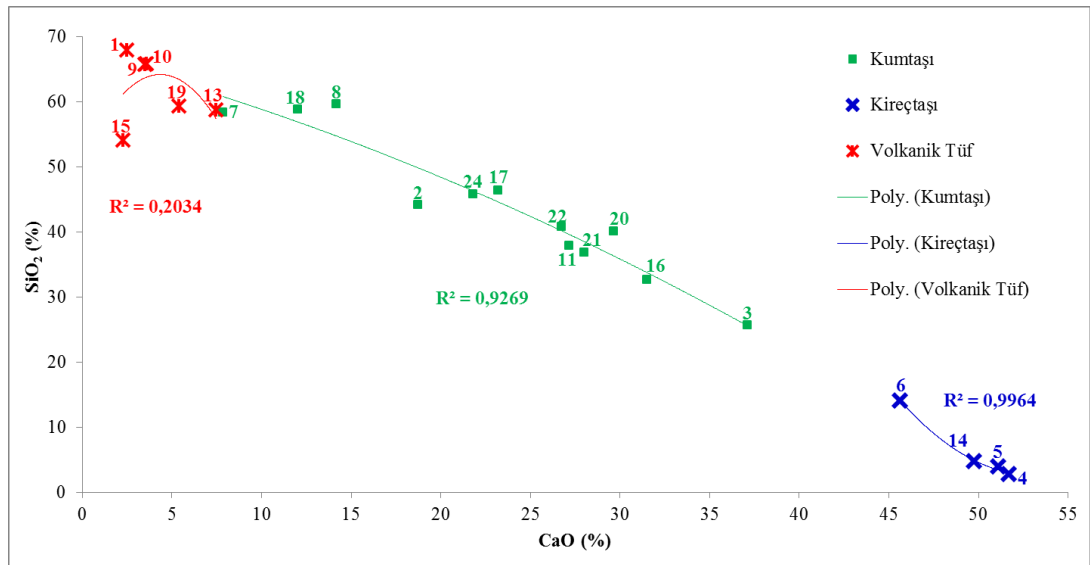
CaO / Al₂O₃ İlişkisi, Şekil 4.24.'ten de izleneceği gibi kalsiyum oksit ile alüminyum oksit arasında negatif bir korelasyon bulunmaktadır. CaO oranı arttıkça Al₂O₃ oranı

azalmaktadır. Bu ilişki kumtaşlarında daha belirgin olup kumtaşlarındaki korelasyon katsayısı % 54,10 olarak gerçekleşmiştir. Kireçtaşlarında korelasyon katsayısı % 99,52 iken volkanik tüflerde bu oran % 3,03 gibi düşük düzeyde kalmıştır. Alüminyum oksit değerlerine göre ise kireçtaşları % 0,87 - % 5,28 aralığında, kumtaşları % 6,22 - % 14,74 aralığında, volkanik tüfler ise % 13,40 – % 17,73 aralığında yer almıştır. Yatay ve düşey eksendeki değer aralıklarına göre oluşan kümelenmeler bu grafikte daha belirgin hale gelmiştir.



Şekil 4.24. Örneklerdeki majör oksitlerin CaO / Al₂O₃ ilişkisi (%)

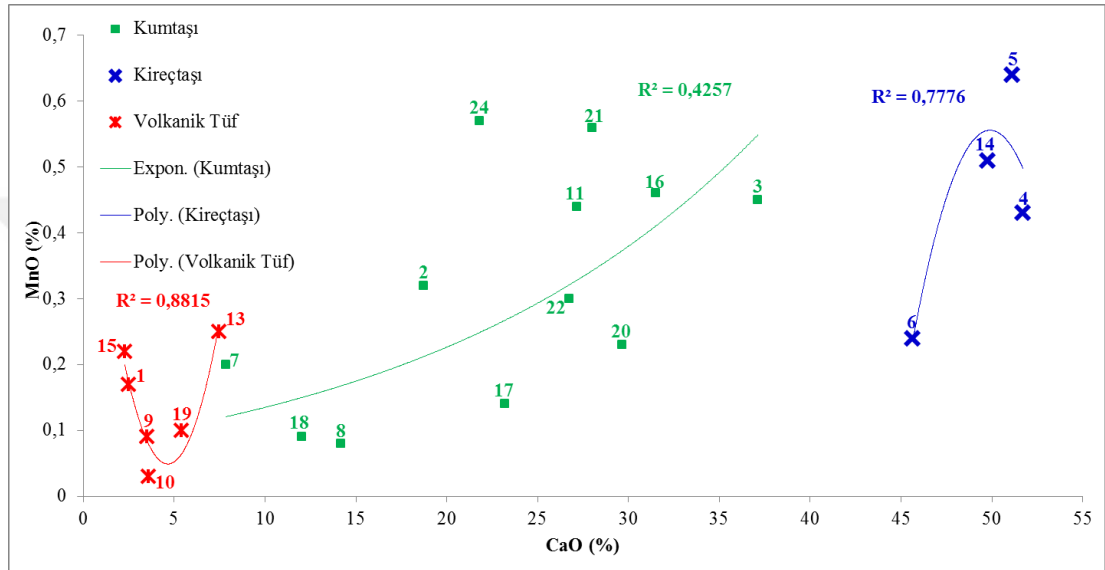
CaO / SiO₂ İlişkisi, Şekil 4.25.'ten de izleneceği gibi kumtaşlarında kalsiyum oksit değerleri silis değerleri arasında belirgin bir negatif korelasyon bulunmaktadır.



Şekil 4.25. Örneklerdeki majör oksitlerin CaO / SiO₂ ilişkisi (%)

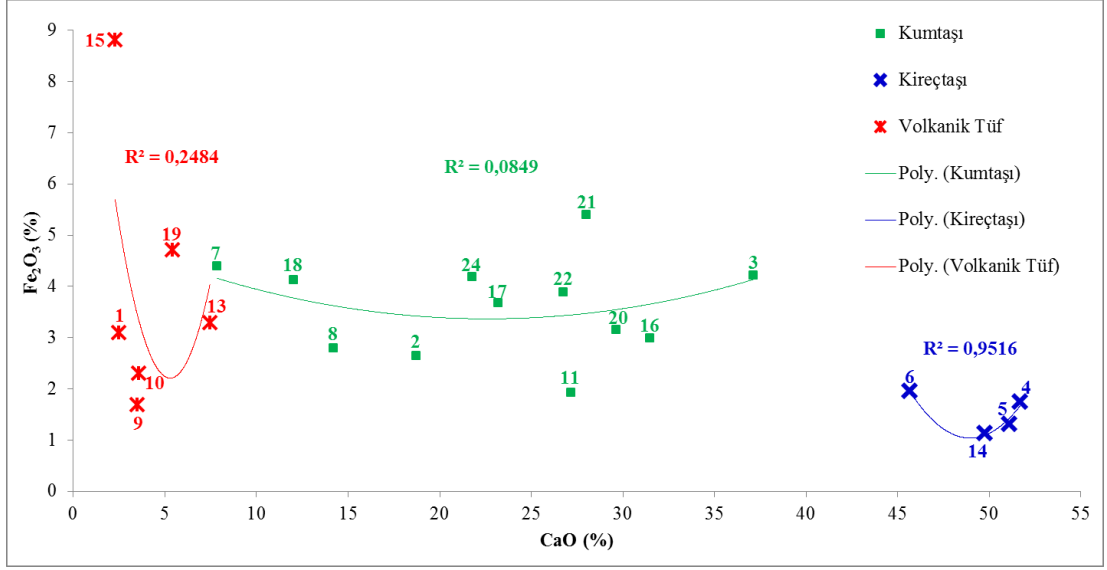
Kalsiyum oksit oranı arttıkça silis oranı azalmakta ve kumtaşlarında korelasyon katsayısı % 92,69 olarak gerçekleşmektedir. Kireçtaşı örneklerinde ise % 99,64 'tür.

CaO / MnO İlişkisi, Şekil 4.26.'dan da izleneceği gibi, kalsiyum oksit ile mangan oksit arasında doğrudan pozitif bir korelasyon bulunmaktadır. Kalsiyum oksit oranı arttıkça mangan oksit oranı da artmaktadır. Kumtaşlarındaki korelasyon katsayısı % 42,57 iken kireçtaşlarındaki korelasyon % 77,76 olarak, volkanik tüflerde ise % 88,15 olarak gerçekleşmiştir.



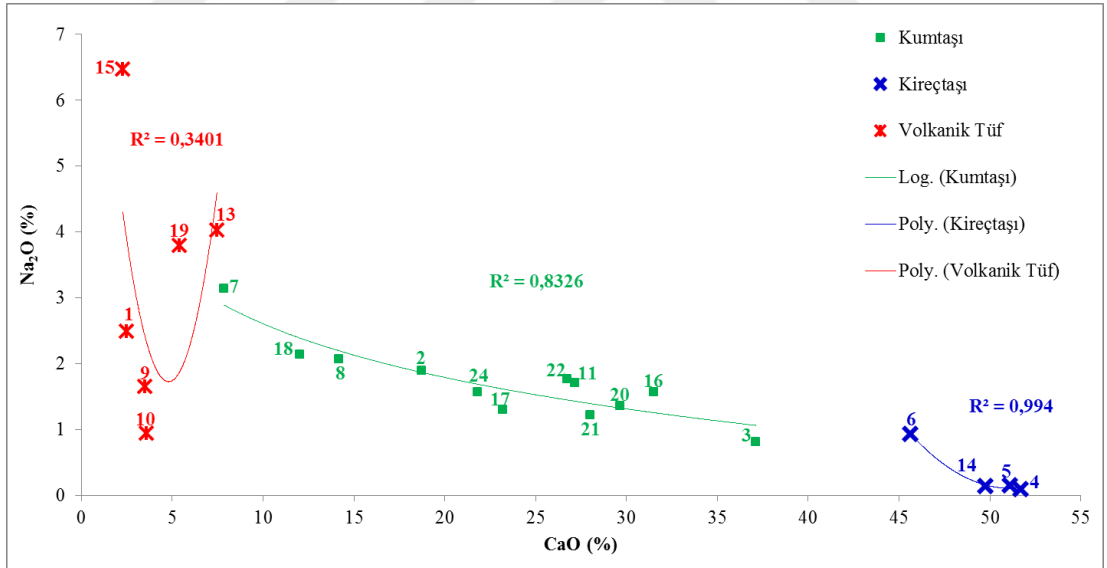
Şekil 4.26. Örneklerdeki majör oksitlerin CaO / MnO ilişkisi (%)

CaO / Fe₂O₃ İlişkisi, Şekil 4.27.'den de izleneceği gibi kalsiyum oksit ile demir (III) oksit arasında kumtaşı örneklerde doğrudan bir korelasyon görülmemektedir. Aralarındaki korelasyon katsayıları kumtaşlarında % 8,49 iken, kireçtaşlarında % 95,16 olarak, volkanik tüflerde ise % 24,84 olarak gerçekleşmiştir.



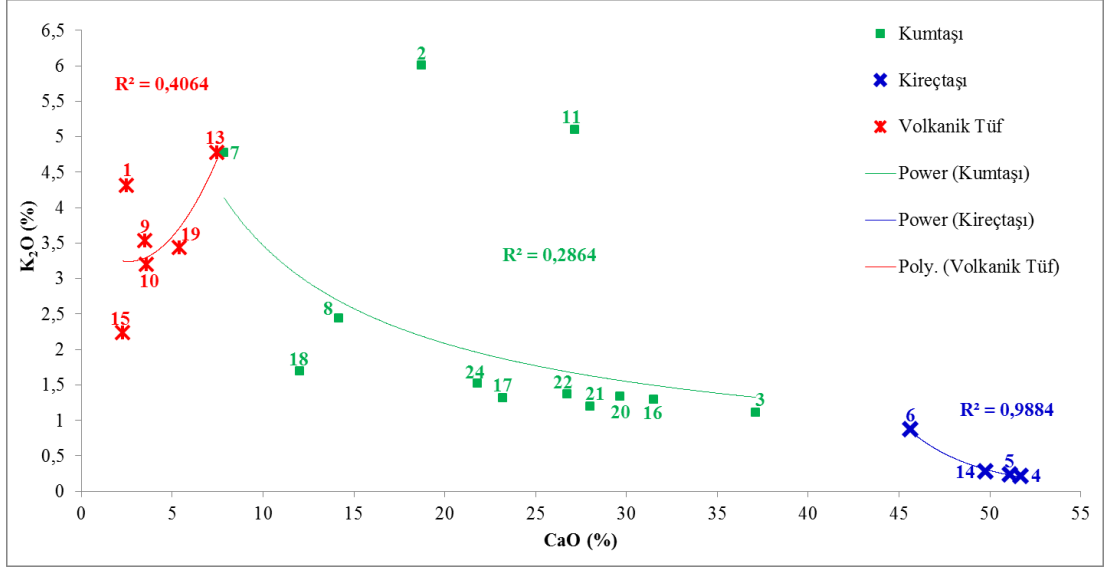
Şekil 4.27. Örneklerdeki majör oksitlerin CaO / Fe₂O₃ ilişkisi (%)

CaO / Na₂O İlişkisi, Şekil 4.28.'den de izleneceği gibi kumtaşı örneklerdeki kalsiyum oksit miktarı arttıkça sodyum oksit miktarı azalmaktadır. Yapılan regresyon analizinde bu oksitler arasında negatif korelasyon olduğu, korelasyon katsayısı ise % 83,26 olarak hesaplanmıştır.



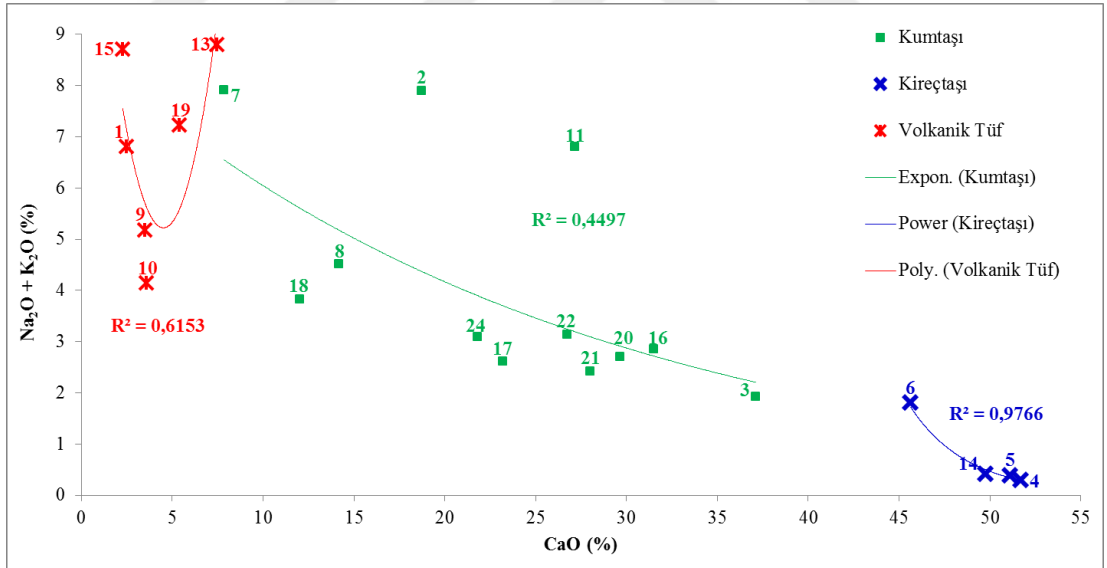
Şekil 4.28. Örneklerdeki majör oksitlerin CaO / Na₂O ilişkisi (%)

CaO / K₂O İlişkisi, Şekil 4.29.'dan da izleneceği gibi kumtaşı kayaç örneklerinde kalsiyum oksit ile potasyum oksitler arasındaki korelasyonun negatif olduğu, korelasyon katsayısının ise % 28,64 olduğu hesaplanmıştır. Kireçtaşlarındaki korelasyon % 98,84 olarak, volkanik tüflerdeki korelasyon ise % 40,64 olarak hesaplanmıştır. Ancak volkanik tüflerdeki korelasyon pozitiftir. Kalsiyum oksit oranı arttıkça potasyum oksit oranı da artmaktadır.



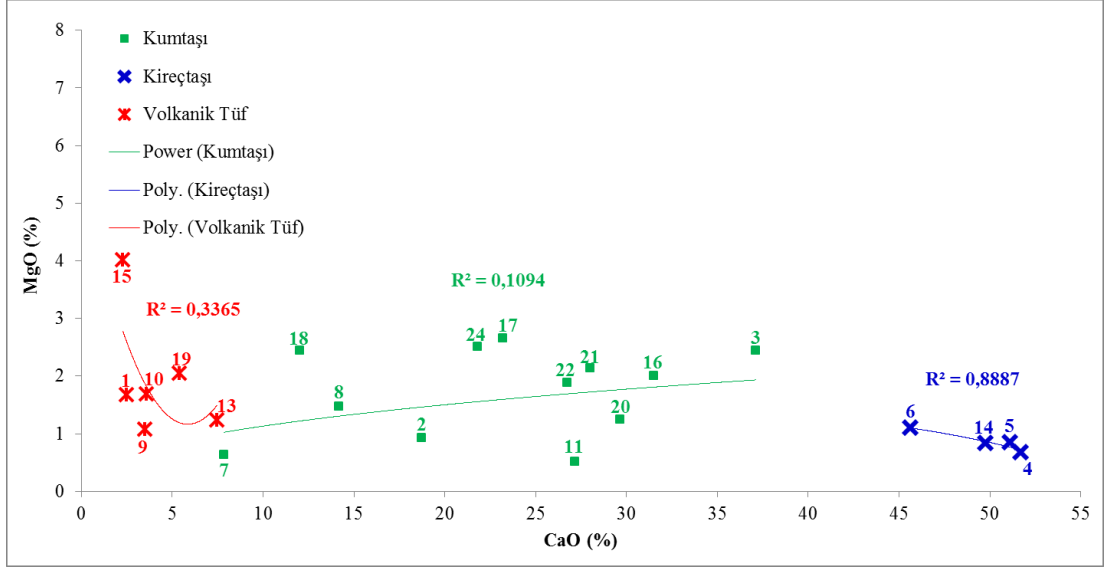
Şekil 4.29. Örneklerdeki majör oksitlerin CaO / K₂O ilişkisi (%)

CaO / Alkaliler Grubu (Na₂O+K₂O) İlişkisi, Şekil 4.30.'dan da izleneceği gibi kalsiyum oksit ile alkali metaller grubu arasında negatif bir korelasyon bulunmaktadır. Kumtaşlarındaki korelasyon katsayısı % 44,97, kireçtaşlarında % 97,66 volkanik tüflerde ise % 61,53 olarak hesaplanmıştır.



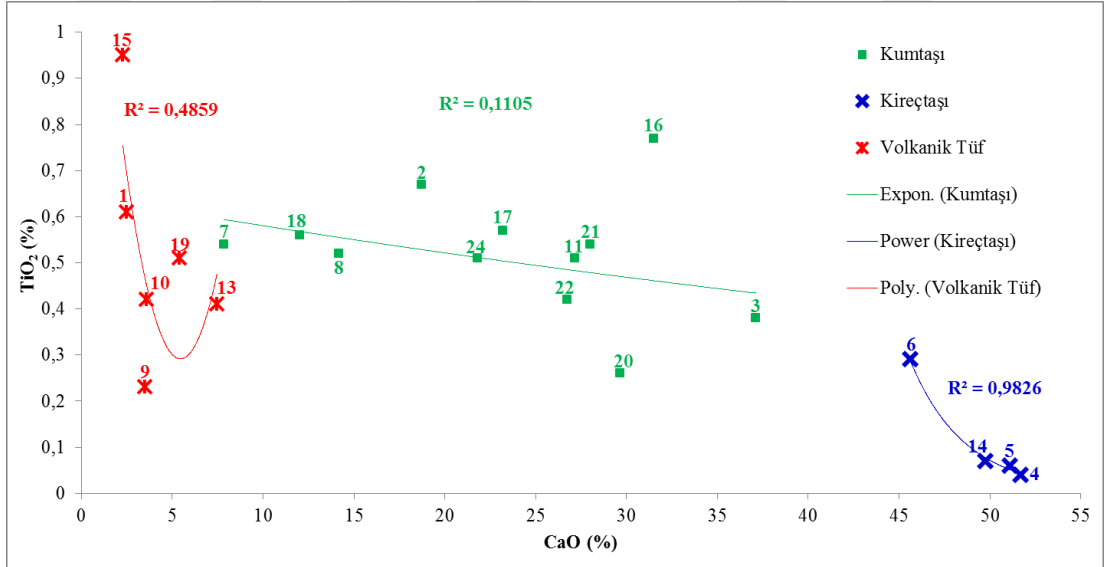
Şekil 4.30. Örneklerdeki majör oksitlerin CaO / (Na₂O+K₂O) ilişkisi (%)

CaO / MgO İlişkisi, Şekil 4.31.'den de izleneceği gibi kumtaşı örneklerde kalsiyum oksit ile magnezyum oksit arasında belirgin bir korelasyon bulunmamaktadır. Kumtaşı örneklerdeki korelasyon katsayısı % 10,94 olarak, kireçtaşlarındaki korelasyon katsayısı % 88,87 olarak, volkanik tüflerde ise % 33,65 olarak hesaplanmıştır. Magnezyum oksit bakımından örnek grupları arasında belirgin bir kümelenme olmamıştır.



Şekil 4.31. Örneklerdeki majör oksitlerin CaO / MgO ilişkisi (%)

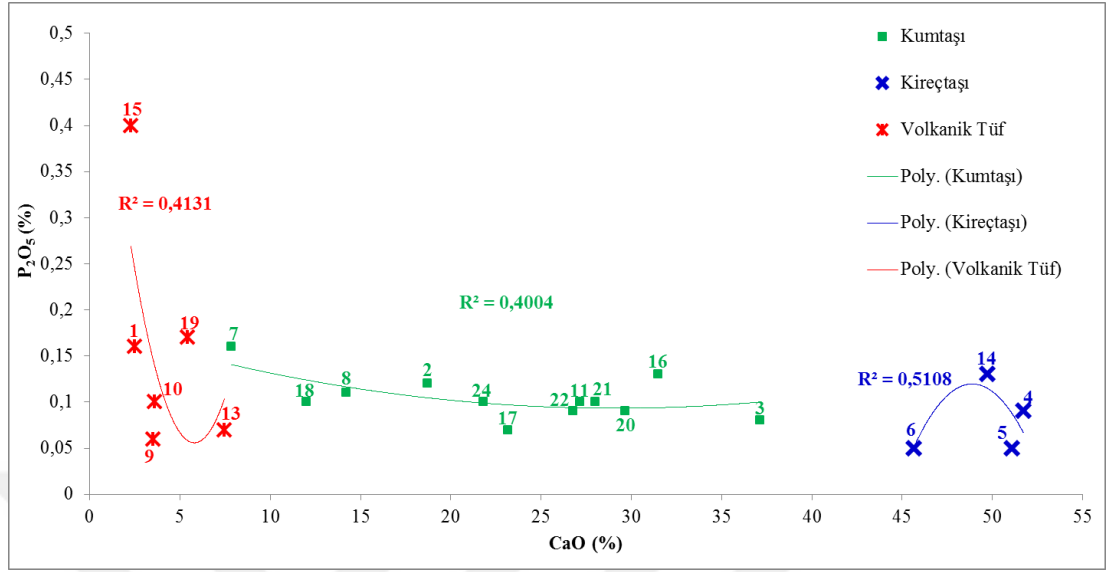
CaO / TiO₂ İlişkisi, Şekil 4.32.'den de izleneceği gibi, kumtaşı örneklerde kalsiyum oksit ile titanyum oksit arasında belirgin bir korelasyon bulunmamaktadır. Korelasyon katsayısı kumtaşı örneklerde % 11,05 olarak, kireçtaşı örneklerde % 98,26 olarak, volkanik tüflerde ise % 48,59 olarak hesaplanmıştır. Titanyum oksit bakımından örnekler arasında belirgin bir kümelenme olmamıştır.



Şekil 4.32. Örneklerdeki majör oksitlerin CaO / TiO₂ ilişkisi (%)

CaO / P₂O₅ İlişkisi, Şekil 4.33.'ten de izleneceği gibi kumtaşı örneklerdeki kalsiyum oksit ile fosfor pentaoksit arasındaki korelasyon katsayısı % 40,04 olup örnek grupları arasında belirgin bir kümelenme görülmemektedir. Fosfor pentaoksit değerleri dar ve düşük değer aralığında bulunmaktadır. Volkanik tüflerdeki

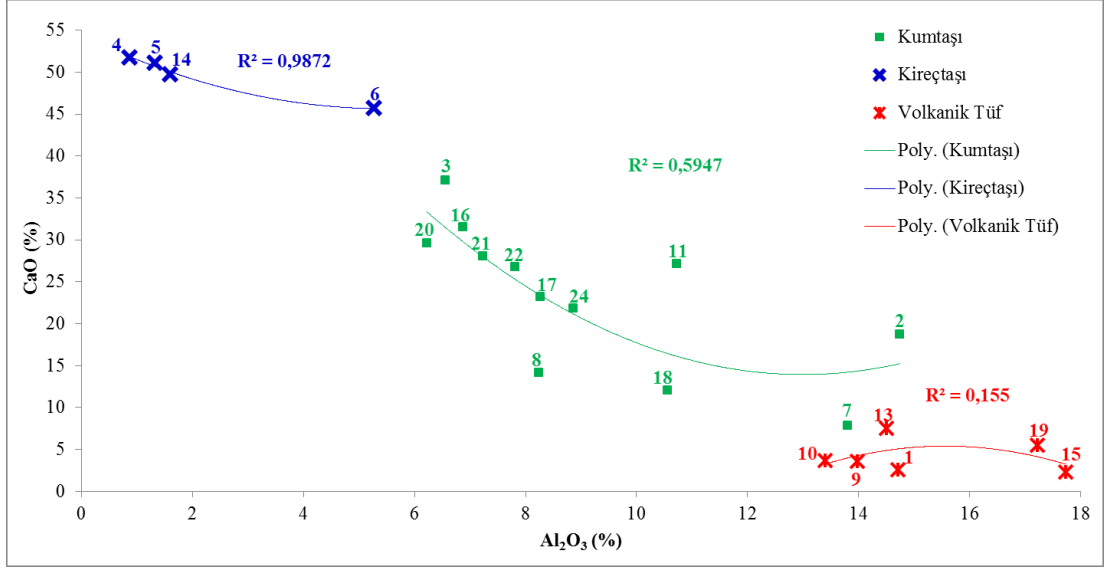
korelasyon katsayısı % 41,31 iken, kireçtaşlarındaki korelasyon katsayısı % 51,08'dir.



Şekil 4.33. Örneklerdeki majör oksitlerin CaO / P₂O₅ ilişkisi (%)

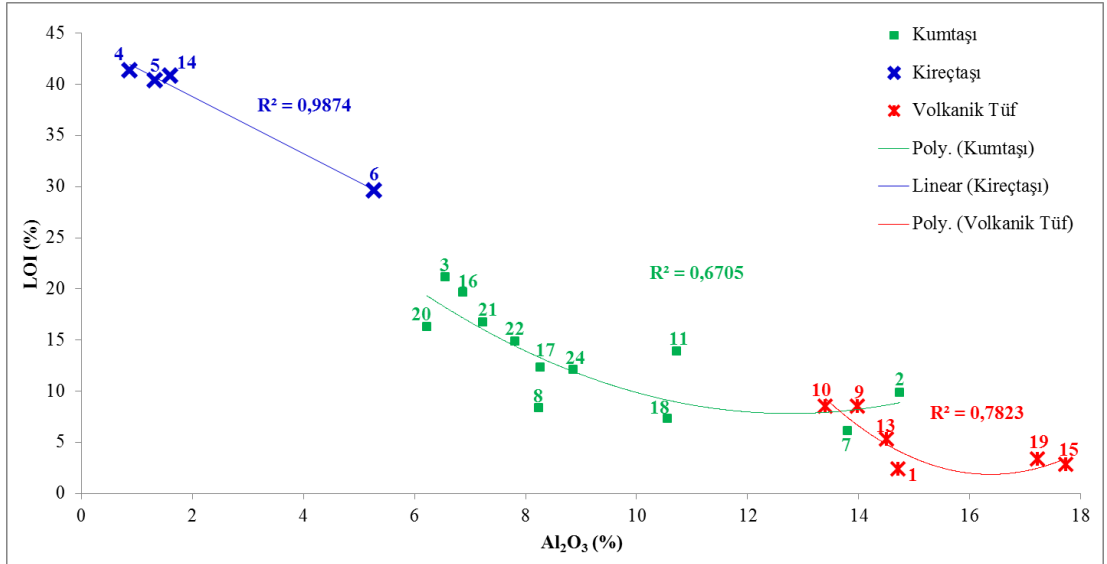
Alüminyum Oksite (Al₂O₃) Göre Diğer Majör Oksitlerin Dağılımları:

Al₂O₃ / CaO İlişkisi, Şekil 4.34.'ten de izleneceği gibi kalsiyum oksitlerle alüminyum oksitler bakımından örnek grupları arasında belirgin bir kümelenme oluşmuştur. Alüminyum oksit değerlerine göre ise kireçtaşları % 0,87 - % 5,28 aralığında, kumtaşları % 6,22 - % 14,74 aralığında, volkanik tüfler ise % 13,40 - % 17,73 aralığında, kalsiyum oksit değerlerine göre de volkanik tüflerin % 2,28 - % 7,46 aralığında, kumtaşlarının % 7,86 - % 37,13 aralığında, kireçtaşlarının ise % 45,65 - % 51,71 aralığında yer aldığı görülmektedir. Alüminyum oksit değeri arttıkça, kalsiyum oksit değerlerinde azalma görülmektedir. Kumtaşlarındaki bu majör oksitler arasındaki korelasyon katsayısı % 59,47 iken, kireçtaşlarında % 98,72 olarak, volkanik tüflerde ise % 15,50 olarak gerçekleşmiştir. Örneklerin kendi aralarında kümelenmeleri bu grafikte de belirgin hale gelmektedir.



Şekil 4.34. Örneklerdeki majör oksitlerin Al₂O₃ / CaO ilişkisi (%)

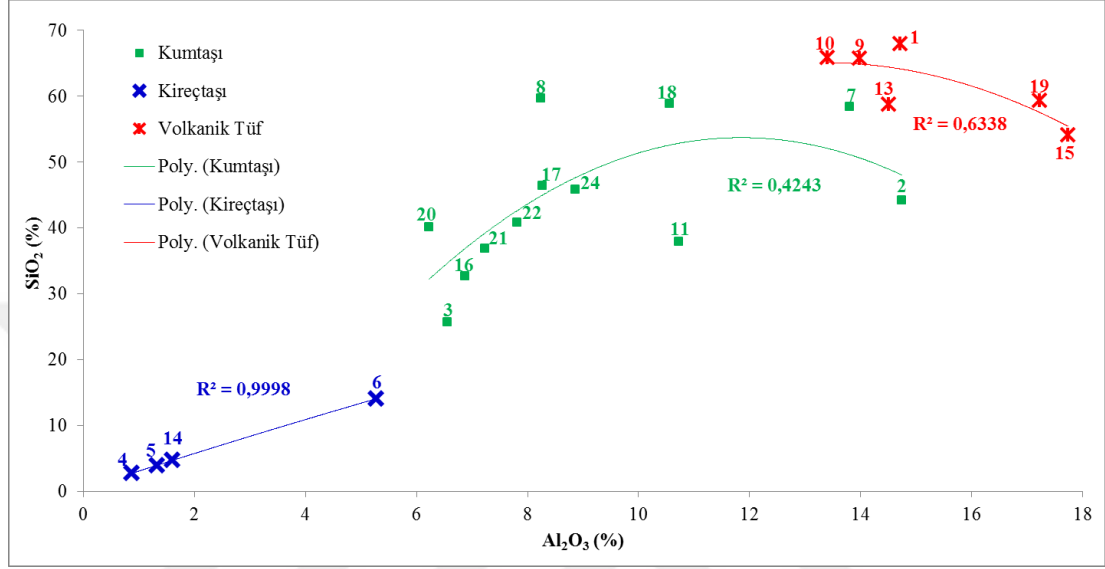
Al₂O₃ / LOI İlişkisi, Şekil 4.35.'ten de izleneceği gibi, alüminyum oksit ile ateş zayıyatı arasında negatif bir ilişki bulunmaktadır. Kumtaşı örneklerindeki korelasyon katsayısı % 67,05 iken, kireçtaşı örneklerde bu katsayı % 98,74 olarak, volkanik tüflerde ise % 78,23 olarak hesaplanmıştır. Ateş zayıyatında kireçtaşlarının % 29,58 - % 41,38 aralığında, kumtaşlarının % 6,09 - % 21,15 aralığında, volkanik tüflerin ise % 2,36 - % 8,52 aralığında yer aldığı, alüminyum oksit bakımından da örnekler arasında kümelenmelerin olduğu görülmektedir.



Şekil 4.35. Örneklerdeki majör oksitlerin Al₂O₃ / LOI ilişkisi (%)

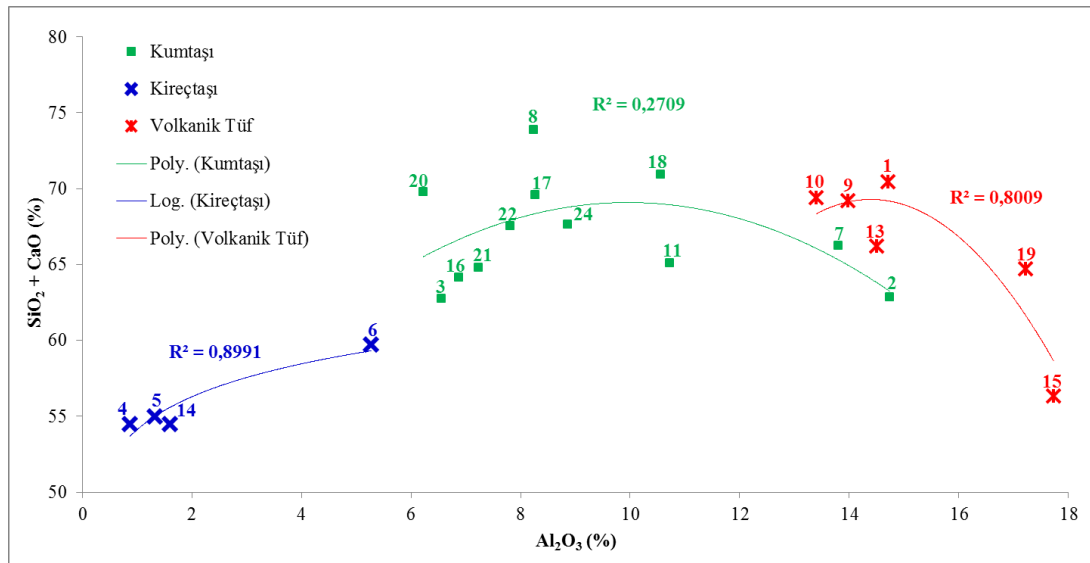
Al₂O₃ / SiO₂ İlişkisi, Şekil 4.36.'dan da izleneceği gibi alüminyum oksit oranı ile silisyum dioksit değerleri arasında doğrudan pozitif bir ilişki bulunmaktadır.

Alüminyum oksit oranı arttıkça silisyum dioksit oranında da artış görülmektedir. Al_2O_3 ile SiO_2 arasındaki korelasyon kireçtaşlarında % 99,98 iken kumtaşlarında % 42,43 olarak, volkanik tüflerde ise % 63,38 olarak gerçekleşmiştir. Hem silisyum dioksit hem de alüminyum oksit değerleri bakımından örnekler arasında kümelenme oluştuğu görülmektedir.



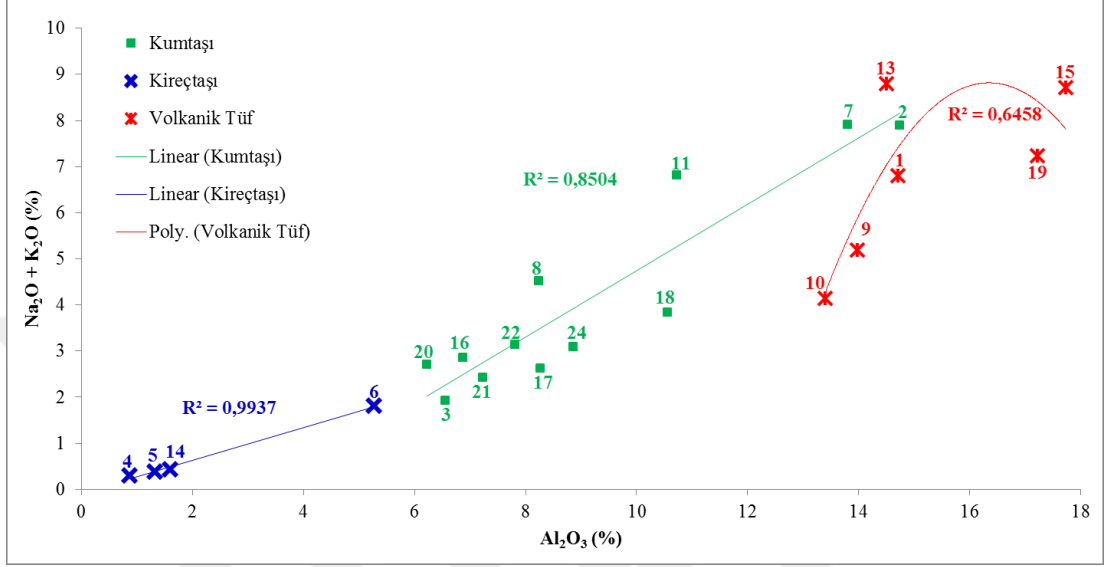
Şekil 4.36. Örneklerdeki majör oksitlerin Al_2O_3 / SiO_2 ilişkisi (%)

$Al_2O_3 / SiO_2 + CaO$ İlişkisi, Şekil 4.37.'den de izleneceği gibi silisyum dioksit ve kalsiyum oksit değerlerinin alüminyum oksit ile olan ilişkisinde kireçtaşlarındaki korelasyon katsayısı % 89,91 iken, kumtaşlarında % 27,09 olarak, volkanik tüflerde ise % 80,09 olarak gerçekleşmiştir. Silisyum dioksit ile kalsiyum oksit toplamı bakımından örnekler arasında belirgin bir kümeleşme olmamıştır.



Şekil 4.37. Örneklerdeki majör oksitlerin $Al_2O_3 / (SiO_2 + CaO)$ ilişkisi (%)

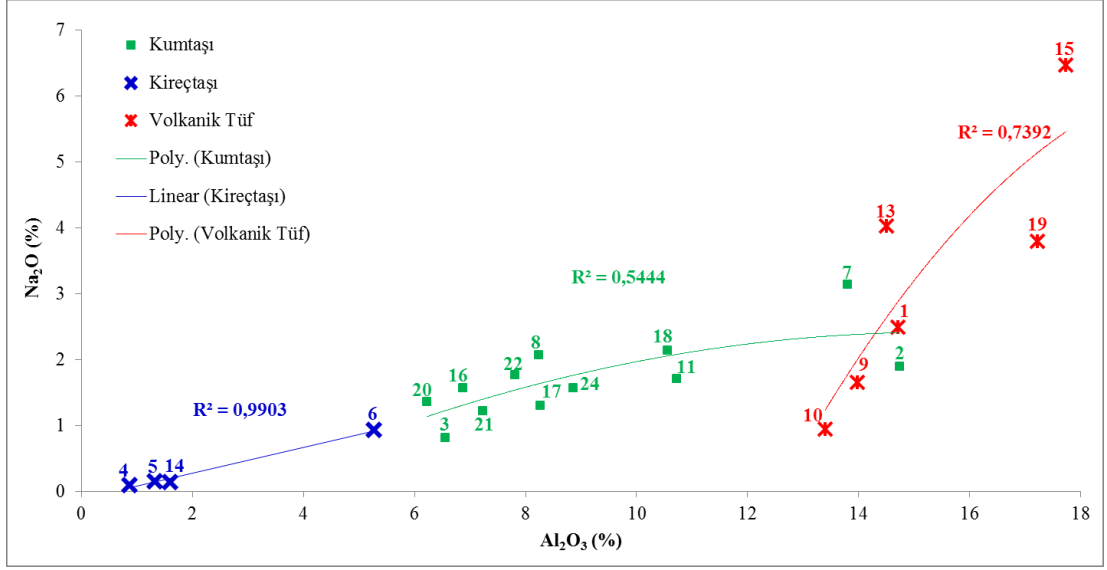
Al₂O₃ / Na₂O+K₂O İlişkisi, Şekil 4.38.'ten de izleneceği gibi alüminyum oksit ile alkaliler grubu arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Alkalilerin toplamında kireçtaşları % 0,30 - % 1,80 aralığında, kumtaşları % 1,92 - % 7,90 aralığında, volkanik tüfler ise % 4,14 - % 8,79 aralığında yer almış olup örnekler arasında belirgin bir kümelenme olmuştur.



Şekil 4.38. Örneklerdeki majör oksitlerin Al₂O₃ / (Na₂O+K₂O) ilişkisi (%)

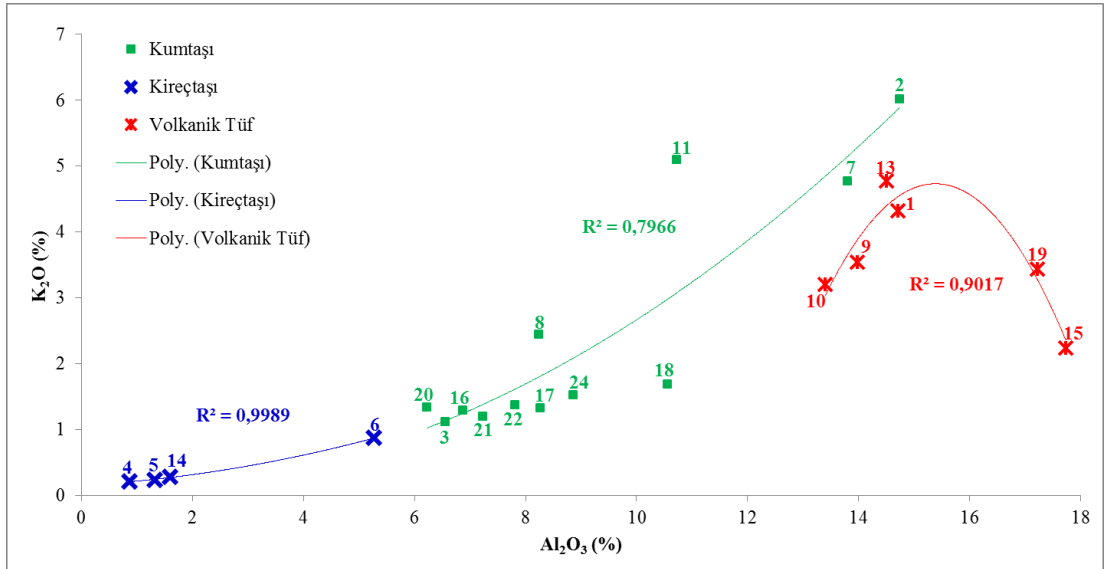
Kumtaşı örneklerdeki korelasyon katsayısı % 85,04 iken, kireçtaşlarındaki korelasyon katsayısı % 99,37 olarak, volkanik tüflerdeki katsayı ise % 64,58 olarak gerçekleşmiştir.

Al₂O₃ / Na₂O İlişkisi, Şekil 4.39.'dan da izleneceği gibi alkaliler grubundan olan sodyum oksitin potasyum oksitten bağımsız olarak alüminyum oksit ile olan ilişkisinde de örnekler arasında kümelenmeler olduğu görülmektedir. Alüminyum oksit ile sodyum oksit arasında pozitif bir ilişki mevcut olup, alüminyum oksit oranı arttıkça sodyum oksit oranında da artış görülmektedir. Kumtaşlarındaki korelasyon katsayısı % 54,44 iken, kireçtaşlarında % 99,03 olarak, volkanik tüflerde ise % 73,92 olarak gerçekleşmiştir.



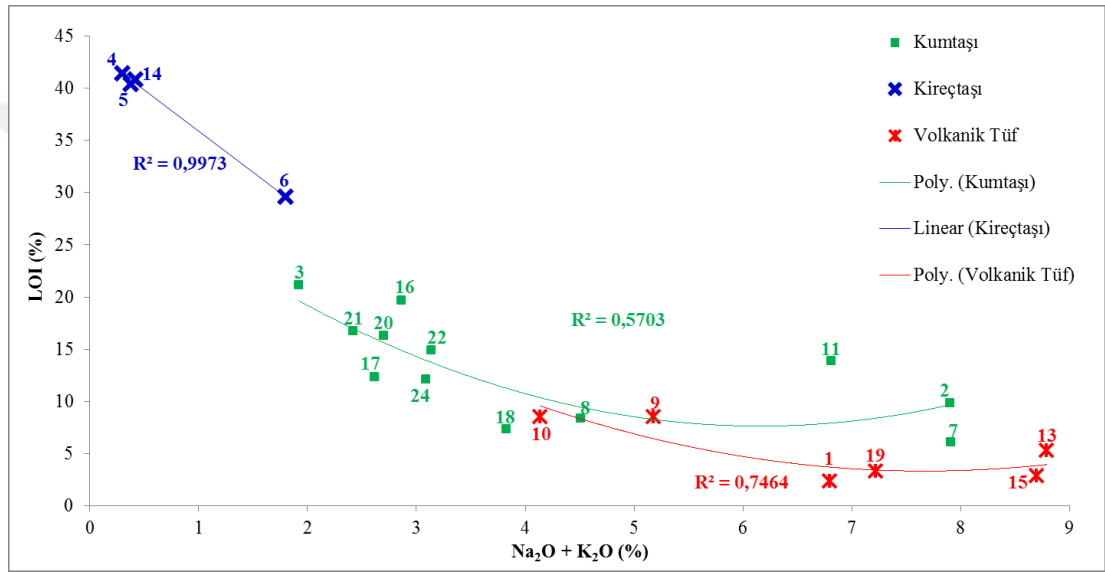
Şekil 4.39. Örneklerdeki majör oksitlerin Al₂O₃ / Na₂O ilişkisi (%)

Al₂O₃ / K₂O İlişkisi, Şekil 4.40.'dan izleneceği gibi alkaliler grubundan olan potasyum oksitinin alüminyum oksit ile olan korelasyon katsayılarının gerek kumtaşlarında, gerekse de kireçtaşı ve volkanik tüf grubunda sodyum oksite göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Alüminyum oksit ile ilişkisi bakımından alkali metaller grubundaki potasyum oksitinin daha etkin olduğu görülmektedir. Kumtaşlarındaki korelasyon katsayısı % 79,66 iken, kireçtaşlarında % 99,89 olarak, volkanik tüflerde ise % 90,17 olarak gerçekleşmiştir. Örnekler arasında belirgin kümelenmelerin olduğu görülmektedir.



Şekil 4.40. Örneklerdeki majör oksitlerin Al₂O₃ / K₂O ilişkisi (%)

Alkali Grubu (Na₂O+K₂O) / LOI İlişkisi, Şekil 4.41.'den de izleneceği gibi alkaliler grubu ile ateş zayıyatı arasında negatif bir ilişki mevcuttur. Kumtaşı örneklerdeki korelasyon katsayısı % 57,03 iken, kireçtaşlarında % 99,73 olarak, volkanik tüflerde ise % 74,64 olarak gerçekleşmiştir. Örnekler arasında belirgin bir kümelenme oluşmuş olup, alkalilerin toplamında kireçtaşları % 0,30 - % 1,80 aralığında, kumtaşları % 1,92 - % 7,90 aralığında, volkanik tüfler ise % 4,14 - % 8,79 aralığında yer alırken, kızdırma kaybında ise kireçtaşlarının % 29,58 - % 41,38 aralığında, kumtaşlarının % 6,09 - % 21,15 aralığında, volkanik tüflerin ise % 2,36 - % 8,52 aralığında yer aldığı görülmektedir.



Şekil 4.41. Örneklerdeki majör oksitlerin alkaliler (Na₂O+K₂O) / LOI ilişkisi (%)

Kumtaşı kayaç örneklerine ait majör oksitlerin aralarındaki ilişkilerde korelasyon katsayısı yüksek olan ve belirgin şekilde örneklerin kümелendiği oksitler aşağıda özet olarak verilmektedir;

SiO₂ – LOI arasında $R^2 = 0,9120$, SiO₂ – MnO arasında $R^2 = 0,6161$, SiO₂ – Na₂O arasında $R^2 = 0,6715$, SiO₂ – CaO arasında $R^2 = 0,9213$, SiO₂ – Al₂O₃ arasında $R^2 = 0,3161$ olarak, CaO – LOI arasında $R^2 = 0,9809$, CaO – MnO arasında $R^2 = 0,4257$, CaO – Na₂O arasında $R^2 = 0,8326$, CaO – SiO₂ arasında $R^2 = 0,9269$, CaO – Al₂O₃ arasında $R^2 = 0,5410$ olarak, Al₂O₃ – LOI arasında $R^2 = 0,6705$, Al₂O₃ – SiO₂ arasında $R^2 = 0,4243$, Al₂O₃ – CaO arasında $R^2 = 0,5947$, Al₂O₃ – Na₂O arasında $R^2 = 0,5444$, Al₂O₃ – K₂O arasında $R^2 = 0,7966$, Al₂O₃ – Alkali grubu (Na₂O + K₂O) arasında $R^2 = 0,8504$ olarak, Alkaliler grubu (Na₂O + K₂O) – LOI arasında $R^2 = 0,5703$ olarak gerçekleşmektedir (Çizelge 4.3.).

Çizelge 4.3. Kumtaşı örneklerdeki majör oksitlerin korelasyon katsayılarının özeti

No	Oksit	Oksit	R ²	Oksit	Oksit	R ²	Oksit	Oksit	R ²
1	SiO ₂	CaO	0,9213	CaO	SiO ₂	0,9269	Al ₂ O ₃	SiO ₂	0,4243
2	SiO ₂	LOI	0,9120	CaO	LOI	0,9809	Al ₂ O ₃	CaO	0,5947
3	SiO ₂	Na ₂ O	0,6715	CaO	Na ₂ O	0,8326	Al ₂ O ₃	LOI	0,6705
4	SiO ₂	MnO	0,6161	CaO	MnO	0,4257	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	0,5444
5	SiO ₂	Al ₂ O ₃	0,3161	CaO	Al ₂ O ₃	0,5410	Al ₂ O ₃	K ₂ O	0,7966
6				Na+K	LOI	0,5703	Al ₂ O ₃	Na+K	0,8504

İz Elementlerin Değerlendirmesi (ppm):

Çizelge 4.4. Örneklerdeki iz elementlerin en düşük - en yüksek değerlerin değerlendirilmesi (ppm)

İz Element	24 Örnek Ort. ppm	En Düşük ppm	En Yüksek ppm	Örnek	Karşıt Gelen Örnek Kayaç
Strons. (Sr)	482,88	160	1510	12	Volkanik tüf
				9	Volkanik tüf
Baryum (Ba)	345,5	110	1250	6	Kumlu kireçtaşı
				10	Volkanik tüf
Seryum (Ce)	297,71	55	977	19	Volkanik lav (Andezit)
				4	Kireçtaşı
Krom (Cr)	132,92	1	1200	13	Volkanik tüf
				22	Karbonatlı kumtaşı
Zirkonyum (Zr)	135,21	33	267	4	Kireçtaşı
				12	Volkanik tüf
Rubidyum (Rb)	53,92	6	132	5	Fosilli mikritik kısmen rekrystalize kçt.
				2	Karbonatlı kumtaşı
Vanadyum (V)	44,42	9	140	4	Kireçtaşı
				15	Volkanik lav (Andezit-Trakit)
Çinko (Zn)	36,83	12	77	5	Fosilli mikritik kısmen rekrystalize kçt.
				7	Karbonatlı kumtaşı
Nikel (Ni)	32,38	3	90	9	Volkanik tüf
				16	Karbonatlı kumtaşı
Lantan (La)	12,79	2	48	21	Karbonatlı kumtaşı
				12	Volkanik tüf
Kurşun (Pb)	21,08	6	43	22	Karbonatlı kumtaşı
				1	Volkanik tüf
İtriyum (Y)	17,58	5	36	14	Kireçtaşı
				15	Volkanik lav (Andezit-Trakit)
Toryum (Th)	6,58	2	20	23	Kumlu kireçtaşı
				10	Volkanik tüf
Skandi. (Sc)	6,38	1	18	6	Kumlu kireçtaşı
				15	Volkanik lav (Andezit-Trakit)
Kobalt (Co)	5,67	2	16	11	Karbonatlı kumtaşı - konglomera
				1/15	Volkanik tüf
Uranyum (U)	0,92	1	8	1/10/13	Volkanik tüf
				23	Kumlu kireçtaşı

Nadir Toprak Elementler (ppb):

Gelibolu Yarımadası, kumtaşları üzerinde yapılan saha çalışmaları sürecinde alınan 24 adet örnek üzerinde yapılan kimyasal analizler, majör oksit (%) değerler, iz elementler (ppm) ve nadir toprak elementler (ppb) bazında yapılmıştır. Bunlara ait majör oksit (%) ve iz elementler (ppm) ana kayaç kumtaşları ile petrografik açıdan değerlendirilmiştir. Tüm kimyasal incelemeler, çalışma ana konusu kumtaşlarının çeşitli kimyasal ve jeokimyasal diyagramlarda dağılımları ve özellikleri ayrıntılı olarak değerlendirme imkanı sunmaktadır.

Kimyasal incelemelerde nadir toprak elementler (ppb) için, kimyasal verilerden en küçük ve en büyük değerler ile ortalama değerler karşılaştırmalı olarak örnekler bazında aşağıda verilmektedir. Çizelge 4.5'ten de nadir toprak elementler izleneceği gibi, en büyük değerlerin tümüne 5 nolu örnekte rastlanmıştır. Bu örnek Karanlık Dere (Fındıklı Köyü bölgesi) fosilli killi kireçtaşı olarak tanımlanmıştır. En küçük değerlerin tümüne ise 14 nolu örnekte rastlanmıştır. Bu örnek ise Değirmendüzü çeşme mevki fosilli detritik kumtaşı olarak tanımlanmıştır.

Nadir toprak element analizleri daha önceki kimyasal ve jeokimyasal incelemeler bölümünde Çizelge A.2'den değerlendirilerek ayrıntılı olarak verilmişti. Bu bölümde ise kimyasal ve jeokimyasal değerlendirmeler başlığı altında, majör, iz element, nadir toprak elementler başlıkları altında öncelikle analizler ayrı ayrı değerlendirilmiş ayrıca beraberinde saha ve petrografik olarak kumtaşları ile elementlerin oranları karşılaştırılmıştır.

Nadir toprak elementler bazı örneklerde rastlantı şeklinde olabildiği gibi, tüm nadir toprak elementlerin en yüksek değerlerine 5 nolu örnekte, en düşük değerlerine ise 14 nolu örnekte rastlanmıştır. Burada çimento/mineral oranının 5 nolu örnekte en yüksek olması temel etken olarak yorumlanabilir.

Nadir toprak elementlerin en düşük ve en yüksek değerler arası oran farklılıkları 14 kat ile 19 kat arasında değişmektedir. Bu farklar Çizelge 4.5'te görülmektedir.

Çizelge 4.5. Örneklerin nadir toprak element değerlerinin sayısal değerlendirilmesi

Nadir Toprak Elementler	Ortalama ppb	En Düşük ppb	Örnek No	En Yüksek ppb	Örnek No	En yüksek / En düşük oranı
İtriyum (Y)	15127,911	3955,382	14	76532,778	5	19 kat
Lantan (La)	17137,726	3081,691	14	53392,688	5	17 kat
Seryum (Ce)	32182,991	5277,440	14	80362,527	5	15 kat
Praseodim (Pr)	3799,499	648,647	14	10673,276	5	16 kat
Neodimyum (Nd)	14594,320	2542,456	14	42691,766	5	17 kat
Samaryum (Sm)	3288,060	598,930	14	9198,538	5	15 kat
Evropiyum (Eu)	966,715	166,008	14	2540,157	5	15 kat
Gadolinyum (Gd)	3400,583	703,200	14	10688,349	5	15 kat
Terbiyum (Tb)	459,014	97,083	14	1446,870	5	15 kat
Disprozyum (Dy)	2541,248	528,073	14	7955,735	5	15 kat
Holmiyum (Ho)	524,553	108,908	14	1669,804	5	15 kat
Erbiyum (Er)	1572,961	314,204	14	4955,337	5	16 kat
Tulyum (Tm)	227,803	42,449	14	649,984	5	15 kat
İterbiyum (Yb)	1542,258	278,316	14	3939,890	5	14 kat
Lutesyum (Lu)	240,026	41,266	14	638,271	5	15 kat

4.4. ÖRNEKLERİN FİZİKOMEKANİK PARAMETRELERİNİN DEĞERLENDİRMESİ

Gelibolu Yarımadası'nda geniş, yayılım gösteren kumtaşlarının saha bazında jeolojik ve yapısal özellikleri, 1/25.000 ölçekli ayrıntılı haritası yapılmış, GPS koordinatları belirlenen 24 adet sistematik kumtaşları üzerinde laboratuvar bazında yapılan deney, inceleme ve analizler yapılmış, bu verilerden yararlanarak ayrıca bunlarla ilişkili parametrelerden hareketle çeşitli diyagramlarda dağılımları ve oluşumları ortaya konmuştur. Bu değerlendirmelerin verileceği bölümde, fiziko-mekanik ölçülen özelliklerden hareketle kumtaşlarının bu yönleriyle değerlendirmesi yapılacaktır.

Gelibolu Yarımadası kumtaşlarının fiziksel özellikleri su emme (%), porozite (%), yoğunluk (g/cm^3) ve birim hacim ağırlıklarına (kN/m^3) ait ortalama (çift numunedan) değerleri yukarıdaki Çizelge 4.6.'dan da izleneceği gibi, örnek kayaçlarla değerlendirilmiştir. Buna göre, yaklaşık 500 km^2 'lik alanda yüzey veren kumtaşları, mineralojik-petrografik bileşimlerinin çok değişken olduğuna dair bilgiler daha önceki ilgili bölümlerde ayrıntılı olarak verilmiştir. Çizelge 4.6.'da tüm kayaçlarda ölçülen değerler ile eşleştirildiği mineralojik-petrografik özellikleri dikkate alınmıştır.

Çizelge 4.6. Örneklerin fiziksel özellikleriyle değerlendirilmesi

	Ort.Su Emme %	Porozite % (ort.)	Kuru Yoğunluk (g/cm ³)	Birim Hac.Ağır. (kN/m ³)	Örneklerin Petrografik Değerlendirmesi
1	6,45	12,52	2,22	21,80	Volkanik tuf
2	1,20	3,00	2,58	25,28	Karbonatlı kumtaşı
3	3,37	7,72	2,48	24,36	Karbonatlı kumtaşı
4	1,43	3,53	2,57	25,22	Kireçtaşı
5	0,87	2,26	2,68	26,28	Fosilli mikritik kısmen rekristalize kçt.
6	1,03	2,62	2,62	25,71	Kumlu kireçtaşı
7	2,18	5,11	2,47	24,21	Karbonatlı kumtaşı
8	0,72	1,86	2,62	25,72	Karbonatlı kumtaşı
9	3,28	6,77	2,22	21,74	Volkanik tuf
10	3,81	7,68	2,18	21,42	Volkanik tuf
11	2,02	4,83	2,51	24,59	Karbonatlı kumtaşı - konglomera
12	-	-	-	-	Volkanik tuf
13	4,80	9,77	2,26	22,12	Volkanik tuf
14	0,67	1,77	2,68	26,32	Kireçtaşı
15	4,40	8,96	2,23	21,92	Volkanik lav (Andezit-Trakit)
16	1,25	3,15	2,59	25,43	Karbonatlı kumtaşı
17	2,42	5,73	2,51	24,65	Karbonatlı kumtaşı
18	1,35	3,27	2,51	24,64	Karbonatlı kumtaşı
19	4,05	8,94	2,42	23,76	Volkanik lav (Andezit)
20	2,60	6,10	2,50	24,51	Karbonatlı kumtaşı
21	1,00	2,55	2,61	25,64	Karbonatlı kumtaşı
22	0,88	2,25	2,61	25,60	Karbonatlı kumtaşı
24	1,18	2,99	2,61	25,62	Karbonatlı kumtaşı

Su Emme Özelliklerinin Değerlendirmesi:

Su emmenin (%) en düşük olduğu örnek % 0,67 ile 14 nolu örnek olup kireçtaşı 18 nolu GPS noktasında ve Değirmendüzü (Burgaz) Köyü civarındadır. En yüksek su emme değeri ise % 6,45 ile 1 nolu örnekte Ocaklı – Yeniköy arası mevkiinde 2 nolu GPS noktası civarında yüzey veren kayaç volkanik tuf olarak tanımlanmıştır.

Kireçtaşı örneklerde % 1,43 değerinde 4 nolu örnek Fındıklı Köyü Karanlık Dere’de 5 nolu örnek de % 0,87 değer ile benzer yakın bölgede yer almaktadır. Diğer benzer örnekler 16 (karbonatlı kumtaşı) su emme % 1,25, aynı özellikte benzer 18 nolu örnekte su emme oranı % 1,35 (karbonatlı kumtaşı), benzer 21 nolu örnekte % 1,00 , 22 nolu örnekte % 0,88, 24 nolu örnekte % 1,18 olup tüm gruplardaki örneklere göre ortalama su emme oranı % 2,60 olarak belirlenmiştir. Sahada yayılım gösteren

kumtaşları içerisinde daha genç yaşlı magmatik, volkanik özelliklerde kayalara rastlanır. Bunların su emme oranları farklı değerler vermektedir (Çizelge 4.7.).

Çizelge 4.7. Farklı kayaç gruplarının ortalama su emme (%) değerleri

Kayaç Grubu	Su Emme Oranı Ortalamaları (%)
Kumtaşları	% 1,68
Kireçtaşları	% 1,00
Volkanik tüfler	% 4,47

Porozite Özelliklerinin Değerlendirmesi:

Çizelge 4.6.'dan da izleneceği gibi, farklı porozite/boşluk oranları dışında porozite değerleri % 1,77 ile % 12,52 arası değerler aralığındadır. En yüksek değer % 12,52 ile 1 nolu volkanik tuf örneğinde (Yeniköy civarı) ölçülmüş olup, ayrıca 15 nolu örnekte (Tayfur Köyü bölgesi Sarıtaş Tepesi civarı) % 8,96 ile volkanik lav (andezit –trakit), 19 nolu örnekte (Beşyol Köyü civarı) % 8,94 ile volkanik lav (andezit) yüksek porozite değerleri ölçülmüştür. Çoğunlukla magmatik, volkanik özelliklerde olmalarından dolayı kumtaşlarına ve kireçtaşlarına oranla yüksek porozite (%) değerleri ölçülmüştür (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Farklı kayaç gruplarının ortalama porozite (%) değerleri

Kayaç Grubu	Porozite Ortalaması (%)
Kumtaşları	% 4,05
Kireçtaşları	% 2,55
Volkanik tüfler	% 9,11

Kuru Yoğunluk ve Birim Hacim Ağırlık Verilerinin Değerlendirilmesi:

Çizelge 4.6.'dan da izleneceği gibi ortalama kuru yoğunluk ile birim hacim ağırlık değerleri yaklaşık olarak 2,18-2,68 gr /cm³ (21,42-26,32 kN/m³) değer aralığında tüm kumtaşları ile yabancı kayalarda benzer değerler elde edilmiştir. Yüksek porozite değerleriyle ters orantılı olarak ortalama kuru yoğunluk değerleri, 1 nolu volkanik tuf örneğinde (Yeniköy civarı) 2,22 g/cm³, 15 nolu volkanik tuf örneğinde (Tayfur Köyü bölgesi Sarıtaş Tepesi civarı) 2,23 g/cm³ şeklinde diğer örneklere kıyasla düşük düzeyde ölçülmüştür (Çizelge 4.9).

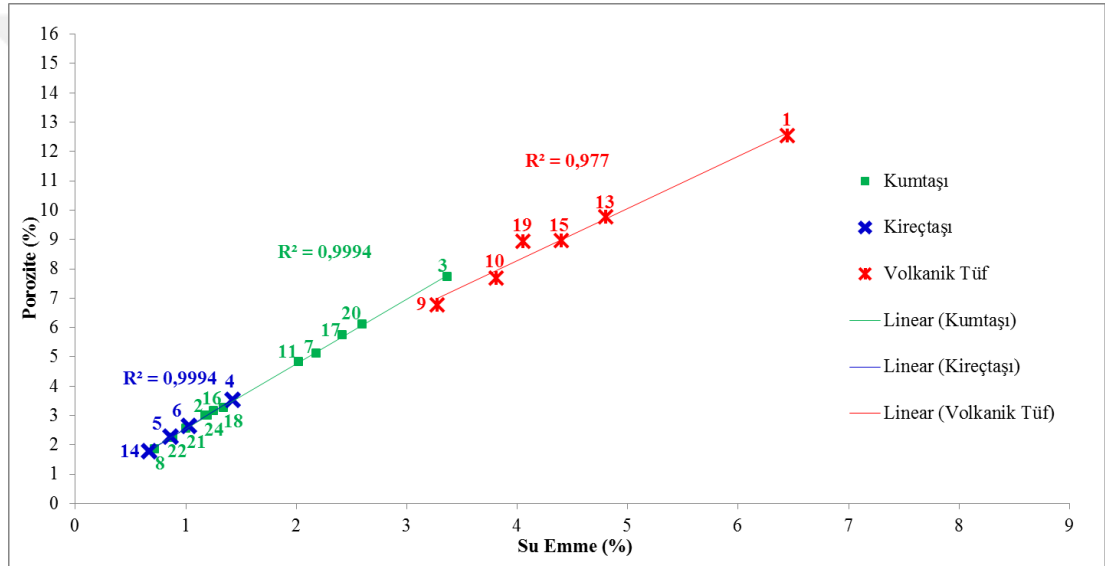
Çizelge 4.9. Kayaç gruplarının ortalama yoğunluk ve birim hacim ağırlık değerleri

Kayaç Grubu	Yoğunluk Ort. (g/cm³)	Birim Hacim Ağ. Ort.(kN/m³)
Kumtaşları	2,55	25,02
Kireçtaşları	2,64	25,88
Volkanik tüfler	2,26	22,13

Fiziksel Özelliklerin Birbirleriyle Olan İlişkileri:

Örnek kayaçların fiziksel özelliklerinin birbirleriyle olan ilişkilerinde kumtaşları, kireçtaşları ve volkanik tüfler kendi aralarında ayrı ayrı incelenmiş olup, korelasyon katsayıları kendi aralarında belirlenmiştir. Grafik gösterimlerde önceki grafiklerde olduğu gibi kumtaşları yeşil, kireçtaşları mavi, volkanik tüfler kırmızı renklerle gösterilmiştir.

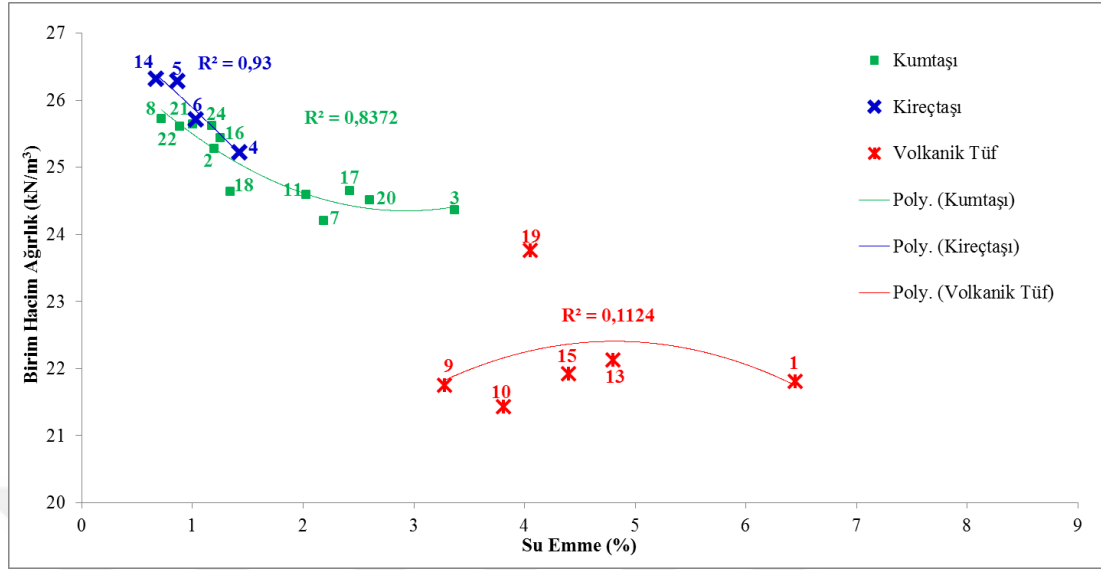
Su Emme – Porozite İlişkisi. Şekil 4.42.'den de izleneceği gibi örnek kayaçların ağırlıkça su emme (%) özellikleri ile porozite (%) özellikleri arasında doğrudan pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Kumtaşlarındaki ve kireçtaşlarındaki korelasyon katsayıları % 99,94 iken, volkanik tüflerde ise % 97,70 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.42. Örnek kayaçların su emme – porozite ilişkisi

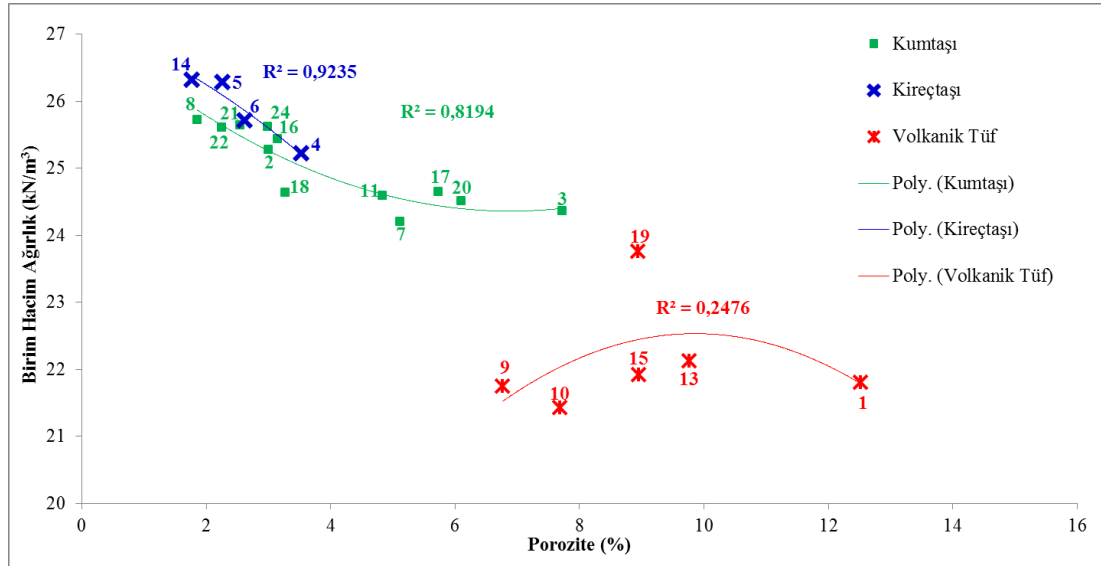
Su Emme – Birim Hacim Ağırlık İlişkisi. Şekil 4.43.'ten de izleneceği gibi örneklerin su emme yüzdeleri ile birim hacim ağırlıkları arasında negatif bir ilişki bulunmaktadır. Su emme oranı yüksek düzeydeki örneklerin birim hacim ağırlıkları benzer oranda düşük düzeyde oldukları belirlenmiştir. Korelasyon katsayısı kumtaşlarında % 83,72 iken, kireçtaşlarında % 93 olarak, volkanik tüflerde ise % 11,24 olarak hesaplanmıştır. Su emme (%) değerleri kumtaşı örneklerinde % 0,72 ile % 3,37 aralığında, volkanik tüf örneklerinde ise % 3,28 ile % 6,45 aralığında yer almış olup, bu ayırım kumtaşları ile volkanik tüflerin birim hacim ağırlık değerlerine de yansımaktadır. Birim hacim ağırlık değerleri kumtaşı örneklerde 24,21 kN/m³ ile 25,72 kN/m³ değer aralığında, volkanik tüf örneklerde ise 21,42 kN/m³ ile 23,76

kN/m^3 değer aralığında yer almıştır. En düşük su emme değeri ile en yüksek birim hacim ağırlık değeri ise 14 nolu örnekte (kireçtaşı) hesaplanmıştır.



Şekil 4.43. Su emme ile birim hacim ağırlık arasındaki ilişki

Porozite – Birim Hacim Ağırlık İlişkisi, Şekil 4.44.’ten de izleneceği gibi su emme özelliğinin birim hacim ağırlık ile olan ilişkisine benzer olarak negatif bir korelasyon mevcuttur, porozite düzeyi yüksek olan örneklerde birim hacim ağırlık düşük düzeyde hesaplanmıştır. Korelasyon katsayısı kumtaşlarında % 81,94 iken, kireçtaşlarında % 92,35 olarak, volkanik tüflerde ise % 24,76 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.44. Porozite ile birim hacim ağırlık arasındaki ilişki

Tek Eksenli Basınç Dayanımları Değerlendirmesi:

Beşer örnek üzerinde yapılan tek eksenli basınç dayanım deneyine ait değerlerin en düşük ve yüksek değerleri ile bunlara ait ortalamaların ve kayaç özelliklerine ait özet değerlendirme bilgileri Çizelge 4.10.'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Gelibolu kumtaşlarının tek eksenli basınç dayanımı değerlendirilmesi

Örn	En Düşük	En Yüksek	5 Örnek Ort.	Kayaç Özellikleri
1	24,25	33,82	28,40	Volkanik tüf
2	58,30	77,40	70,15	Karbonatlı kumtaşı
3	51,51	70,55	62,63	Karbonatlı kumtaşı, 2 nolu örneğe benzer ve yakın dayanımda.
4	76,67	113,50	95,76	Mikritik birincil kalsit çimentolu kireçtaşı, 2 ve 3 nolu örneklerle oranla yüksek basınç dayanımına sahip, aderans kenetlenmesi yüksek
5	78,29	110,60	97,08	Fosilli mikritik kısmen rekristalize kireçtaşı, 4 nolu örneğe oranla daha da dayanımlı ve aderans yüksek.
6	52,65	83,17	67,01	Kumlu kireçtaşı, Dayanım olarak 5 nolu örnekten farklı ancak 2 ve 3 ile benzer.
7	87,13	121,10	102,11	Karbonatlı kumtaşı, masif, kompakt, yüksek dayanımlı, aderansı yüksek.
8	52,50	76,40	66,38	Karbonatlı kumtaşı, 7 nolu örneğe oranla düşük orta dayanımlı özelliktedir.
9	94,15	117,28	104,21	Volkanik tüf, 7 ve 8 nolu örneklerle oranla daha yüksek dayanımlı, aderansı yüksek.
10	53,48	61,94	57,06	Volkanik tüf, % 10 iri mineraller, hamur (çimento) oranı % 80, orta düzeyde dayanımlı.
11	47,81	74,92	63,41	Karbonatlı kumtaşı, orta düzeyde dayanımlı
12	-	-	-	Volkanik tüf, blok örnek alınmadı.
13	18,18	41,94	29,83	Volkanik tüf, düşük basınç dayanımlı.
14	61,20	96,20	79,25	Kireçtaşı, orta ve yüksek basınç dayanımlı.
15	33,39	62,14	46,46	Volkanik lav (Andezit-Trakit), orta dayanımlı
16	98,64	127,30	109,37	Karbonatlı kumtaşı, çok yüksek basınç dayanımı
17	32,03	51,14	37,44	Karbonatlı kumtaşı, düşük basınç dayanımında.
18	65,67	78,60	70,93	Karbonatlı kumtaşı, orta-yüksek basınç dayanım
19	47,66	64,22	54,74	Volkanik lav(andezit), orta basınç dayanımında
20	31,09	40,43	35,78	Karbonatlı kumtaşı, düşük basınç dayanımında
21	82,27	106,50	95,78	Karbonatlı kumtaşı, yüksek basınç dayanımında
22	86,10	109,10	99,27	Karbonatlı kumtaşı, yüksek basınç dayanımında
23	30,80	35,40	32,90	Kumlu kireçtaşı, düşük basınç dayanımlı.
24	55,48	68,87	61,10	Karbonatlı kumtaşı, orta düzeyde dayanımlı.

Gelibolu yarımadası kumtaşlarına ait mekanik özelliklerden tek eksenli basınç dayanımı (MPa), tüm kayaçlar için 5 benzer numunelerde tekrarlanmış, bunların deney sonuçları ile ortalama değerleriyle hesaplanmıştır. Buna göre, yabancı kayaçları (kireçtaşı ve volkanik tüfler) haricinde,

- En düşük dayanım 20 nolu örnek 35,78 MPa (karbonatlı kumtaşı)
- En yüksek dayanım 16 nolu örnek 109,40 MPa (karbonatlı kumtaşı)

Basınç dayanımı değerler arasında, ortalama değerler aralığı 70-75 MPa aralığı, yüksek basınç dayanımları aralığı 90-110 MPa arası, düşük basınç dayanım aralığı ise 25-40 MPa aralığında gerçekleşmiştir. Çalışma alanından temin edilen 23 adet örneğin 5 adedi (1-13-17-20-23 nolu örnekler) düşük basınç dayanımı aralığında, geriye kalan 18 adedi ise orta ve yüksek basınç dayanım aralığında yer almaktadır.

Don Sonrası Tek Eksenli Basınç Dayanımları Değerlendirmesi:

Gelibolu kumtaşlarına ait mekanik deneylerden “don çevrimi işlemi sonrası tek eksenli basınç dayanımı” verileri en düşük-en yüksek ve ortalama değerler hesaplanmıştır. Buna göre tüm örneklerin, ortalama değerlere göre yapılan değerlendirmeler düşük-orta ve yüksek dayanımlı olarak Çizelge 4.11.’de verilmiştir.

En düşük değerler 15,42 MPa (Örnek 1) ve 19,26 MPa (Örnek 13) ve 26,92 MPa (Örnek 20), değerler [15-27 MPa arası] (ağırlıklı olarak volkanik tüf)

Orta dayanımlı değerler 61,09 MPa (Örnek 2), 54,55 MPa (Örnek 3), 58,56 MPa (Örnek 5), 47,93 MPa (Örnek 6), 54,06 MPa (Örnek 8), 47,70 MPa (Örnek 10), 51,24 MPa (Örnek 14), 58,25 MPa (Örnek 18), değerler [47-61 MPa arası] (ağırlıklı olarak kumtaşı ve kireçtaşı)

Yüksek dayanımlı değerler 91,03 MPa (Örnek 9), 86,76 MPa (Örnek 16), 84,72 MPa (Örnek 21), 90,55 MPa (Örnek 22), değerler [84-91 MPa arası] (ağırlıklı olarak kumtaşı ve kireçtaşı)

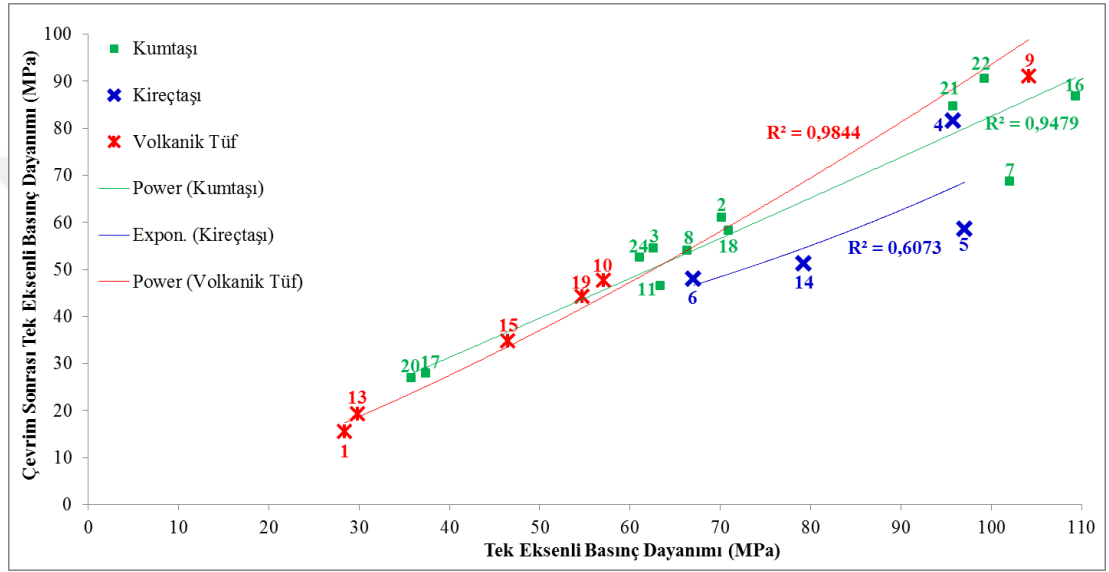
Çizelge 4.11. Gelibolu kumtaşlarının don çevrimi sonrası tek eksenli basınç dayanımı değerlendirilmesi

Örn	En Düşük	En Yüksek	5 Örn. Ort.	Kayaç Özellikleri
1	11,65	17,32	15,42	Düşük basınç dayanımlı, volkanik tuf.
2	46,03	73,00	61,09	Orta basınç dayanımlı, karbonatlı kumtaşı.
3	49,90	61,70	54,55	Orta basınç dayanımlı, karbonatlı kumtaşı
4	50,91	102,40	81,57	Mikritik birincil kalsit çimentolu, orta-yüksek dayanımlı kireçtaşı.
5	35,44	87,34	58,56	Fosilli mikritik kısmen rekristalize orta dayanımlı özellikte kireçtaşı.
6	40,07	54,00	47,93	Orta dayanımlı kumlu kireçtaşı.
7	47,49	94,80	68,62	Orta-yüksek dayanımlı karbonatlı kumtaşı.
8	45,69	65,71	54,06	Orta dayanımlı karbonatlı kumtaşı.
9	70,18	108,20	91,03	Yüksek dayanımlı volkanik tuf.
10	40,26	56,68	47,70	Orta dayanımlı volkanik tuf.
11	32,45	62,37	46,46	Orta dayanımlı karbonatlı kumtaşı, konglomera.
12	-	-	-	Volkanik tuf, blok örnek alınamadı
13	14,04	24,70	19,26	Düşük dayanımlı volkanik tuf.
14	39,99	69,04	51,24	Orta dayanımlı kireçtaşı
15	25,68	46,60	34,68	Düşük orta dayanımlı volkanik lav(Andezit-trakit)
16	70,89	103,20	86,76	Yüksek dayanımlı karbonatlı kumtaşı
17	22,68	33,80	27,90	Düşük dayanımlı karbonatlı kumtaşı
18	49,25	68,41	58,25	Orta basınç dayanımında karbonatlı kumtaşı
19	37,19	54,50	44,21	Orta dayanımlı volkanik lav (Andezit)
20	24,15	30,63	26,92	Düşük dayanımlı karbonatlı kumtaşı
21	67,99	103,81	84,72	Yüksek dayanımlı karbonatlı kumtaşı
22	75,34	105,54	90,55	Yüksek dayanımlı karbonatlı kumtaşı
23	18,20	29,50	22,72	Düşük dayanımlı kayaç, kumlu kireçtaşı
24	45,40	60,39	52,56	Orta dayanımlı karbonatlı kumtaşı

Don sonrası tek eksenli basınç dayanım özellikleri yukarıda Çizelge 4.11.'de tüm örneklerde, düşük, orta ve yüksek dayanım değerleri ile bunlara karşılık gelen kayaç özellikleri ve dokusal bileşimleri şeklinde verilmiştir. Dayanım ortalamaları 15,42 MPa ile 91,03 MPa arası yaklaşık 75 MPa'lık bir dayanım aralığında kalmaktadır. Her örnekte beşer numune üzerinde tekrarlanan don sonrası basınç dayanım testleri genel olarak ise en düşük-en yüksek uç değer sınırlarında; 11,65-17,32 MPa aralığındaki en düşük ortalama değerlerin ölçüldüğü 1 nolu örnek ile 70,18 - 108,20 MPa aralığındaki en büyük ortalama değerlerin ölçüldüğü 9 nolu örnek yer almıştır.

Tek Eksenli Basınç Dayanımı – Çevrim Sonrası Tek Eksenli Basınç Dayanım İlişkisi.

Şekil 4.45.'ten izleneceği gibi örnek grupları kendi aralarında incelendiklerinde donma çözülme çevrim testi sonrasındaki basınç dayanım değerleri ile çevrim testi uygulamadan önce elde edilen basınç değerleri birbirleriyle kumtaşlarında % 94,79 oranında, kireçtaşlarında % 60,73 oranında, volkanik tüflerde ise % 98,44 oranında korelasyona sahiptirler. Volkanik tüflerde bu korelasyonun en yüksek çıkmasının sebebi tek eksenli basınç dayanım değerlerinin kumtaşları ve kireçtaşlarına oranla daha düşük ve dar bir aralıkta değerlere sahip olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.45. Uygulanan don çözümü testinin tek eksenli basınç dayanımına etkisi

Çizelge 4.12.'den de görüleceği üzere tek eksenli basınç dayanımları üzerinde çevrim testinin etkisi kireçtaşlarında en yüksektir. Donma çözülme çevrim testi sonucunda basınç dayanımlarında meydana gelen kayıp oranı kumtaşlarında % 18,51 düzeyinde kalırken, kireçtaşlarında bu oran % 29,42 seviyesine kadar ulaşmıştır. Kumtaşlarındaki korelasyon katsayısının kireçtaşlarındakine oranla daha yüksek olmasının sebebi, dayanım kaybındaki oran farkının kireçtaşlarına göre daha az olmasından kaynaklanmaktadır. Volkanik tüflerdeki dayanım kaybı oranı % 21,32'dir. Kayaçlardan 7, 16, 21 ve 22 nolu kumtaşı örnekleri yüksek dayanım özellikleri bakımından ön plana çıkmaktadırlar.

Çizelge 4.12. Kayaç gruplarının basınç dayanımlarında donma çözülme etkisi

Kayaç Grubu	Tek Eks. Basınç Day. Ort. (MPa)	Çevrim Sonu Tek Eks. Bas. Day. Ort. (MPa)	Donma Çözülmeyle Dayanım Kaybı %
Kumtaşları	72,86	59,37	18,51
Kireçtaşları	84,77	59,83	29,42
Volkanik tüfler	53,45	42,05	21,32

Brazilian Çekme Dayanımları Değerlendirmesi:

Beşer örnek üzerinde yapılan Brazilian çekme dayanım deneyine ait değerlerin en düşük ve yüksek değerleri ile bunlara ait ortalamaların ve kayaç dayanım özelliklerine ait özet değerlendirme bilgileri Çizelge 4.13.'te verilmiştir.

Çizelge 4.13. Gelibolu kumtaşlarının Brazilian çekme dayanımı değerlendirilmesi

Örn	En Düşük	En Yüksek	5 Örn. Ort.	Kayaç Özellikleri
1	4,06	5,57	4,75	Düşük-orta çekme dayanımlı volkanik tüf
2	5,82	6,99	6,23	Yüksek çekme dayanımlı karbonatlı kumtaşı
3	2,68	3,65	3,15	Düşük çekme dayanımlı karbonatlı kumtaşı
4	5,30	7,10	6,31	Yüksek çekme dayanımlı mikritik birincil kalsit çimentolu kireçtaşı
5	4,93	6,38	5,95	Yüksek çekme dayanımlı fosilli mikritik kısmen rektristalize kireçtaşı
6	5,52	7,13	6,15	Yüksek çekme dayanımlı kumlu kireçtaşı
7	6,29	7,81	7,10	Yüksek çekme dayanımlı karbonatlı kumtaşı
8	10,59	14,39	12,73	Çok yüksek çekme dayanımlı karbonatlı kmt.
9	5,69	6,77	6,19	Yüksek çekme dayanımlı volkanik tüf
10	7,49	12,10	9,42	Yüksek çekme dayanımlı volkanik tüf
11	2,81	5,87	3,98	Düşük çekme dayanımlı karbonatlı kumtaşı - konglomera
12	-	-	-	Volkanik tüf, blok örnek alınamadı
13	2,64	3,25	2,91	Düşük çekme dayanımlı volkanik tüf
14	6,96	10,22	8,13	Yüksek çekme dayanımlı mikritik birincil kalsit çimentolu kireçtaşı.
15	2,89	4,13	3,46	Düşük çekme dayanımlı volkanik lav (Andezit-Trakit)
16	4,30	6,24	5,38	Orta çekme dayanımlı karbonatlı kumtaşı
17	2,01	4,08	3,03	Düşük çekme dayanımlı karbonatlı kumtaşı
18	5,48	7,44	6,24	Yüksek çekme dayanımlı karbonatlı kumtaşı
19	4,05	6,23	5,04	Orta çekme dayanımlı volkanik lav (Andezit)
20	2,50	3,08	2,84	Düşük çekme dayanımlı karbonatlı kumtaşı
21	10,91	13,06	12,26	Çok yüksek çekme dayanımlı karbonatlı kmt.
22	7,20	8,23	7,95	Yüksek çekme dayanımlı karbonatlı kumtaşı
23	2,86	3,64	3,27	Düşük çekme dayanımlı kumlu kireçtaşı
24	7,08	11,93	9,03	Yüksek çekme dayanımlı karbonatlı kumtaşı

Gelibolu Yarımadası kumtaşlarının Brazilian Çekme (MPa) dayanım testleri 5 benzer örnek serileriyle (herbir örnekten 5 farklı deney numunesi üzerinde tekrarlanarak) çok deneyli verilerin en düşük ve en yüksek değerleri ölçülerek, ortalama değerleri hesaplanmıştır. 24 örneğin tamamına bakıldığında;

En düşük Ortalama çekme dayanımı : 2,84 MPa (Örnek 20) (karbonatlı kumtaşı)

En yüksek Ortalama çekme dayanımı : 12,73 MPa (Örnek 8) (karbonatlı kumtaşı)

24 kumtaşı örneğinden yukarıdaki Çizelge 4.13.'ten de izleneceği gibi,

En düşük çekme değerleri, 2,84 MPa (Örnek 20), 2,91 MPa (Örnek 13), 3,03 MPa (Örnek 17), 3,15 MPa (Örnek 3), [2,80-3,20 MPa değerleri arası]

Orta dayanımlı çekme değerleri 4,00-5,90 MPa değerler arası yoğunlaşmıştır.

Yüksek dayanımlı çekme değerleri, 9,42 MPa (Örnek 10), 8,13 MPa (Örnek 14), 7,95 MPa (Örnek 22), 9,03 MPa (Örnek 24) [5,90-9,50 MPa değerleri arası]

Çok yüksek dayanımlı çekme değerleri, 12,26 MPa (Örnek 21), 12,73 MPa (Örnek 8) ile 12-13 MPa düzeylerinde gerçekleşmiştir.

Buna göre, kumtaşlarında Brazilian çekme dayanımları en yüksek 9-13 MPa arası değerlerde 8 ve 21 nolu kumtaşı örneklerde en yüksek değerleri vermiştir. En düşük çekme değerlerine ağırlıklı olarak volkanik tuf kayalarda rastlanmıştır. Burada kayalardaki en düşük ve en yüksek değerlerin oluşmasında, kayacın mineral bileşimlerinin yanı sıra, dokusal özellikleri ile taneler arası aderans ve kenetlenmeleri büyük önem arz etmektedir.

Don Sonrası Brazilian Çekme Dayanımları Değerlendirmesi:

Donma çözülme çevrimi işlemi sonrasındaki Brazilian çekme dayanımı verileri en düşük-en yüksek ve ortalama değerler hesaplanmıştır. Buna göre tüm örneklerin, ortalama değerlere göre yapılan değerlendirmeler düşük-orta ve yüksek dayanımlı olarak Çizelge 4.14.'te verilmektedir.

Çizelge 4.14.'te don çevrimi sonrası çekme (MPa) dayanımları, farklı alanlara ait farklı zonlarda, çok değişken değerler elde edilmiştir. Burada, don sonrası ortalama çekme dayanımlarından 3 MPa altı olanlar zayıf, 2 MPa altında olanlar çok zayıf olarak değerlendirilmiş, 3-4 MPa arası zayıf-orta çekme dayanımında, 4-5 MPa orta düzeyde çekme dayanımında, 6-8 MPa yüksek, 9 Mpa ve üzeri dayanımlar ise çok yüksek dayanımlı kayaları göstermektedir. Buna göre;

Don çevrimi sonrası ortalama çok zayıf çekme dayanımlı örnekler 1,61 MPa (Örnek 13) volkanik tuf ile 2,28 MPa (Örnek 20) karbonatlı kumtaşı, düşük çekme dayanımlı 2,51 MPa (Örnek 11) karbonatlı kumtaşı- konglomera, 2,52 MPa (Örnek 15)

volkanik tuf, orta çekme dayanımlı dayanımlı olanlar 4, 6, 9, 16, 18 nolu örnekler, yüksek çekme dayanımlı olanlar 10, 14, 22, 24 nolu örnekler ve çok yüksek dayanımlı olanlar ise 8, 21 nolu örneklerdir.

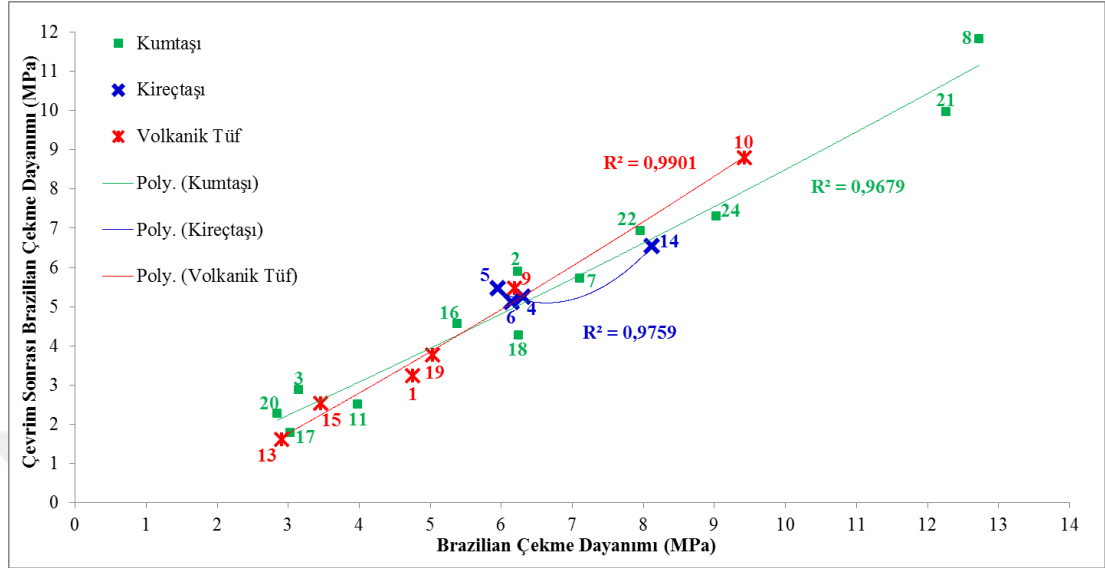
Çizelge 4.14. Gelibolu kumtaşlarının don çevrimi sonrası Brazilian çekme dayanımı değerlendirilmesi (5 örnek ort.)

Örn	En Düş	En Yük	Ortalama	Kayaç Özellikleri
1	2,71	3,53	3,23	Düşük çekme dayanımlı volkanik tuf
2	5,30	6,79	5,89	Orta-yüksek çekme dayanımlı karbonatlı kmt.
3	2,42	3,33	2,88	Düşük çekme dayanımlı karbonatlı kumtaşı
4	4,26	6,17	5,24	Orta çekme dayanımlı mikritik birincil kalsit çimentolu kireçtaşı
5	4,33	6,15	5,45	Orta çekme dayanımlı fosilli mikritik kısmen rektristalize kireçtaşı
6	4,24	5,90	5,11	Orta çekme dayanımlı kumlu kireçtaşı
7	5,05	6,28	5,72	Orta çekme dayanımlı karbonatlı kumtaşı
8	10,50	13,49	11,83	Çok yüksek çekme dayanımlı karbonatlı kmt.
9	4,20	6,65	5,46	Orta çekme dayanımlı volkanik tuf
10	6,21	10,67	8,78	Yüksek çekme dayanımlı volkanik tuf
11	1,31	3,24	2,51	Düşük çekme dayanımlı karbonatlı kumtaşı, konglomera
12	-	-	-	Volkanik tuf, blok örnek alınamadı
13	1,07	1,88	1,61	Düşük çekme dayanımlı volkanik tuf
14	4,81	7,68	6,53	Yüksek çekme dayanımlı mikritik birincil kalsit çimentolu kireçtaşı
15	2,12	3,38	2,52	Düşük çekme day.volkanik tuf(Andezit-Trakit)
16	3,46	5,44	4,56	Orta çekme dayanımlı karbonatlı kumtaşı
17	1,30	2,35	1,77	Düşük çekme dayanımlı karbonatlı kumtaşı
18	3,21	5,22	4,27	Orta çekme dayanımlı karbonatlı kumtaşı
19	3,26	4,51	3,76	Düşük çekme dayanımlı volkanik lav (Andezit)
20	2,00	2,59	2,28	Düşük çekme dayanımlı karbonatlı kumtaşı
21	8,21	11,71	9,96	Çok yüksek çekme dayanımlı karbonatlı kmt.
22	6,11	7,59	6,93	Yüksek çekme dayanımlı karbonatlı kumtaşı
23	1,84	3,11	2,56	Düşük çekme dayanımlı kumlu kireçtaşı
24	5,02	9,39	7,29	Yüksek çekme dayanımlı karbonatlı kumtaşı

Brazilian Çekme Dayanımı – Çevrim Sonrası Brazilian Çekme Dayanımı İlişkisi.

Şekil 4.46.'dan izleneceği gibi örnek grupları kendi aralarında incelendiklerinde donma çözülme çevrim testi sonrasındaki Brazilian çekme dayanım değerleri ile donma çözülme çevrimi uygulamadan önce elde edilen çekme dayanımı değerleri birbirleriyle kumtaşlarında % 96,79 oranında, kireçtaşlarında % 97,59 oranında, volkanik tüflerde ise % 99,01 oranında korelasyona sahiptirler. Volkanik tüflerde

korelasyon katsayısının yüksek olması çekme dayanım değerlerinin daha düşük ve dar bir değer aralığında bulunmasından kaynaklanmaktadır. 8 ve 21 nolu kumtaşı örnekleri yüksek dayanım özellikleri bakımından dikkat çekmektedirler.



Şekil 4.46. Uygulanan don çevrimi testinin Brazilian çekme dayanımına etkisi

Çizelge 4.15.’ten de izleneceği gibi Brazilian çekme dayanımları üzerinde çevrim testinin etkisi volkanik tüflerde en yüksektir. Donma çözülme çevrim testi sonucunda çekme dayanımlarında meydana gelen kayıp oranı kumtaşlarında % 17,56 düzeyinde, kireçtaşlarında % 16,44 olarak, volkanik tüflerde ise % 20,18 olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.15. Farklı kayaç gruplarının ortalama Brazilian çekme dayanımları ile don çevrimi sonrası Brazilian çekme dayanımları (MPa)

Kayaç Grubu	Brazilian Çekme Dayanımı Ortalaması (MPa)	Çevrim Sonrası Çekme Dayanımı Ort. (MPa)	Donma Çözülme Testiyle Oluşan Dayanım Kaybı %
Kumtaşları	6,66	5,49	17,56
Kireçtaşları	6,63	5,58	15,84
Volkanik tüfler	5,30	4,23	20,18

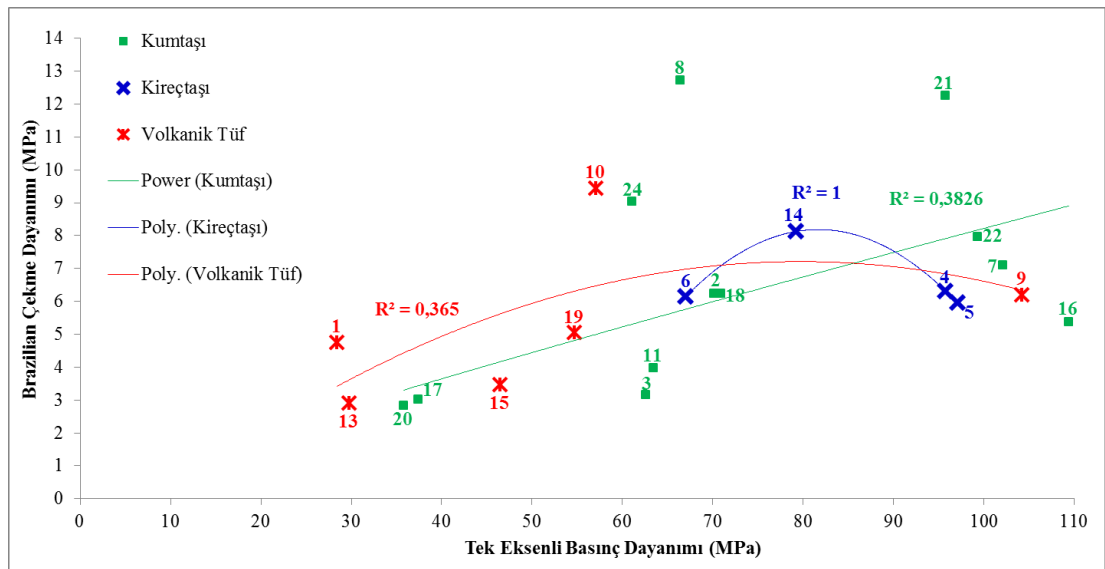
Volkanik tüflerdeki % 20,18 düzeyindeki çekme dayanımı kaybı porozite değerlerinin yüksek düzeyde olmasına bağlı olarak kayaç içerisindeki su muhtevassından kaynaklanmaktadır. Çevrim testi esnasında en ince çatlak ve gözeneklerde yer alan suyun donup tekrar çözülmesiyle kayaç içerisindeki boşlukların hacimlerinin genişlemesi ve buna paralel olarak da bu boşlukların birbirleriyle birleşmesiyle daha büyük boşlukları oluşturması çekme dayanım değerlerinde düşüşe sebep olmaktadır. Kireçtaşlarındaki tek eksenli basınç dayanım testinde gerçekleşen % 29,42 oranındaki kayıp oranı ise çekme dayanım testinde %

15,84 olarak gerçekleşmektedir. Bunun sebebi ise kireçtaşlarındaki killerin varlığıdır. Killerin suyla olan kohezif etkileşim özelliğinin, kumlara göre efektif olmasından, çevrim sonrasındaki Brazilian çekme dayanımındaki kayıp oranı kumtaşlarına kıyasla kireçtaşlarında daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir.

Mekanik Özelliklerin Birbirleriyle Olan İlişkileri:

Örnek kayaçların mekanik özelliklerinin birbirleriyle olan ilişkilerinde kumtaşları, kireçtaşları ve volkanik tüfler kendi aralarında ayrı ayrı incelenmiş olup, korelasyon katsayıları kendi aralarında belirlenmiştir. Grafik gösterimlerde önceki grafiklerde olduğu gibi kumtaşları yeşil, kireçtaşları mavi, volkanik tüfler kırmızı renklerle gösterilmiştir.

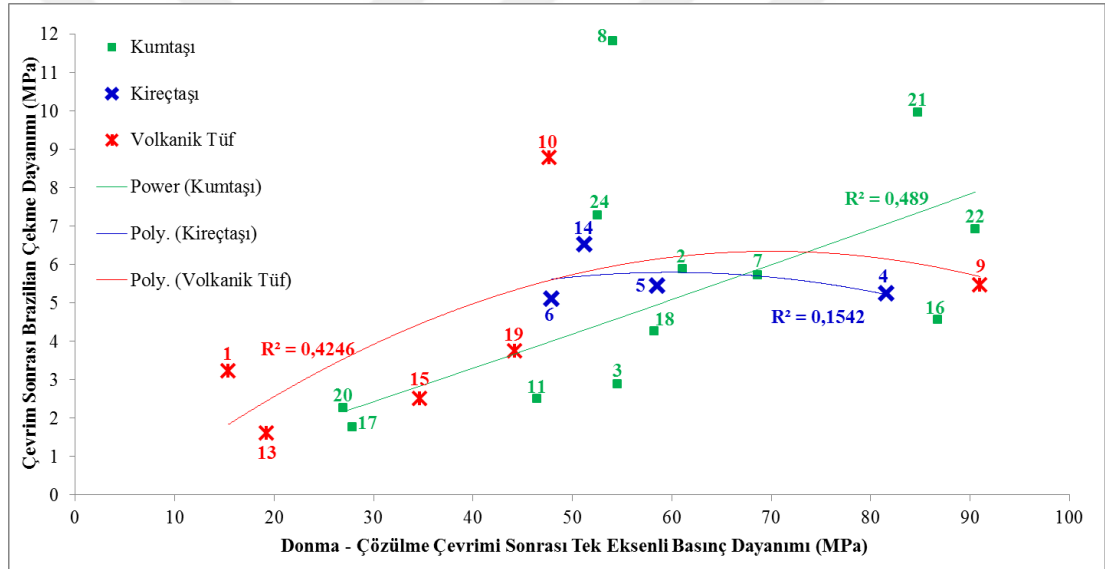
Tek Eksenli Basınç Dayanımı ile Brazilian Çekme Dayanımı İlişkisi. Şekil 4.47.'den izleneceği gibi tek eksenli basınç dayanımında 0 - 80 MPa aralığına kadar, Brazilian çekme dayanımında ise 0 - 8 MPa aralığına kadar basınç ve çekme dayanımlarının birlikte lineer bir artış içerisinde oldukları görülmektedir. Kumtaşı örneklerde basınç dayanım değerleri 80 MPa'dan sonra artmaya devam ettikçe çekme dayanım değerleri de artış göstermekteyken, kireçtaşı ve volkanik tüf örneklerindeki çekme dayanımında ise düşüş eğilimi hakim olmaktadır. Basınç dayanımı ile çekme dayanımı arasındaki korelasyon katsayıları kumtaşlarında % 38,26 iken, kireçtaşlarında % 100 olarak, volkanik tüflerde ise % 36,50 olarak hesaplanmıştır. Gerek çekme dayanımı, gerekse de basınç dayanımındaki yüksek özelliklere sahip olması bakımından 21 nolu kumtaşı örneği ön plana çıkmaktadır.



Şekil 4.47. Don çevrimi işlemi öncesi basınç dayanımı ile çekme dayanımı ilişkisi

Çevrim Sonrası Tek Eksenli Basınç Dayanımı ile Brazilian Çekme Dayanımı İlişkisi.

Şekil 4.48.'den izleneceği gibi donma çözülme çevrim testinin etkisiyle basınç dayanımı ile çekme dayanımı arasındaki lineer ilişki 65 MPa'lık basınç dayanımına kadar tüm kayaç örneklerinde birlikte hareket etmekteyken, 65 MPa'dan sonraki basınç dayanım değeri artışlarında kumtaşı örneklerine ait çekme dayanımlarında da artış devam ederken, kireçtaşı ve volkanik tüf örneklerinde ise düşüş eğilimi hakim olmaktadır. Donma çözülme çevrim testi öncesindeki basınç ve çekme değer aralıklarına göre oluşan daralmadan dolayı korelasyon katsayılarında artış olmaktadır. Kumtaşlarındaki korelasyon katsayısı % 48,90 iken, kireçtaşlarında % 15,42 olarak, volkanik tüflerde ise % 42,46 olarak hesaplanmıştır. Çevrim testi sonrasında da yüksek çekme ve basınç dayanım özellikleri bakımından 21 nolu kumtaşı örneği tekrar ön plana çıkmaktadır.



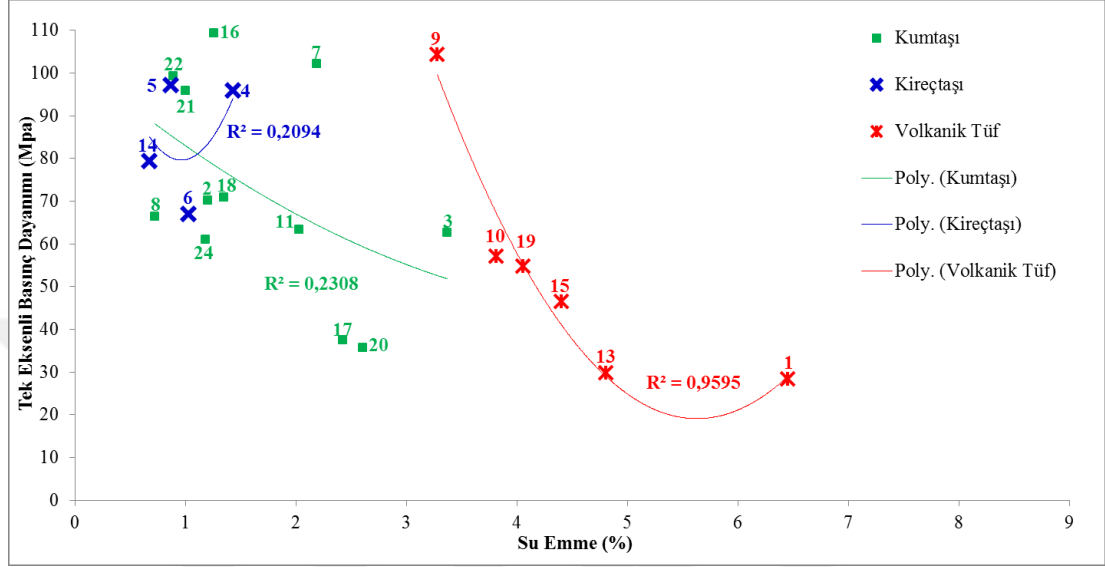
Şekil 4.48. Uygulanan don çevrimi işleminin tek eksenli basınç dayanımı ile Brazilian çekme dayanımı üzerindeki etkisi

Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Birbirleriyle Olan İlişkileri:

Aynı blok örnekten elde edilen karotların beşer adedinin mekanik, ikişer adedinin fiziksel testlere tabi tutulmasıyla yapılan ölçümler neticesinde belirlenen fiziksel ve mekanik özelliklerin birbirleriyle gösterdikleri benzerlik oranlarının regresyon analizi ile araştırılarak fizikomekanik özelliklerinin uyumluluk dereceleri değerlendirilmiştir.

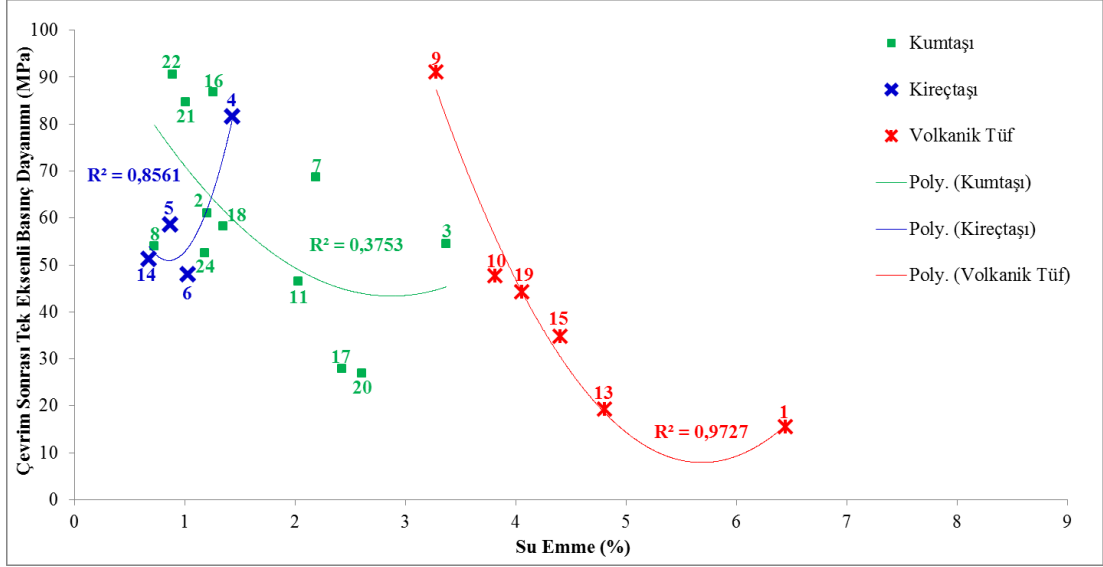
Su Emme – Tek Eksenli Basınç Dayanımı İlişkisi, Şekil 4.49.'dan izleneceği gibi, su emme yüzdesi arttıkça, tek eksenli basınç dayanım değerinde düşüş

gözlemlenmektedir. Su emme (%) değerleri kumtaşı örneklerinde % 0,72 ile % 3,37 aralığında, volkanik tüf örneklerinde ise % 3,28 ile % 6,45 aralığında yer alarak örnekler arasında ayrışma göstermektedir. Korelasyon katsayısı kumtaşı örneklerde % 23,08 iken, kireçtaşlarında % 20,94 olarak, volkanik tüflerde ise % 95,95 olarak hesaplanmıştır.



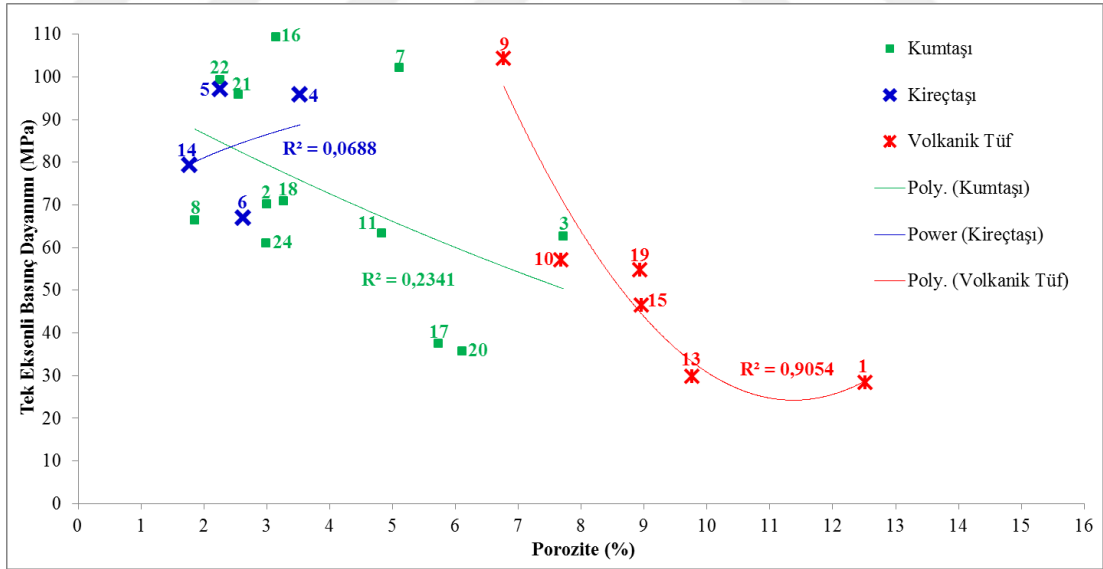
Şekil 4.49. Örneklerin tek eksenli basınç dayanım özellikleri ile su emme özellikleri arasındaki ilişki

Donma çözülme çevrim testi sonrasındaki basınç dayanımının su emme (%) ile olan ilişkisi ise Şekil 4.50.'de verilmiştir. Kumtaşları ve volkanik tüf örneklerinin gerek çevrim öncesinde gerekse de çevrim sonrasında basınç dayanımlarının su emme özelliği ile olan korelasyonları negatif iken, kireçtaşlarındaki bu korelasyon pozitifdir. Kireçtaşlarının basınç dayanımlarının donma çevrimi testi sonrasındaki % 29,42 düzeyindeki yüksek kayıp oranı Çizelge 4.14.'te verilmiş olup, Şekil 4.50.'de diğer kayaç türlerinden farklı şekilde görülen korelasyon katsayısı artışı bu yüksek kayıp oranından kaynaklanmaktadır. Topyolu mevkiinden temin edilen 21 ve 22 nolu örnekler, Deniz Çeşme mevkiinden temin edilen 7 nolu örnek ile, Karainebeyli Köyü'nün 2 km kuzeyindeki Arapyeri – Aslantekke Tepelerinden temin edilen 16 nolu örnek kumtaşı örnekler olarak tek eksenli basınç dayanımlarının yüksek, su emme yüzdelerinin oldukça düşük oluşu ile buna bağlı olarak donma çözülme çevriminden asgari düzeyde etkilenmiş olmaları, 7, 16, 21 ve 22 nolu örnekleri tek eksenli basınç dayanımı bakımından en özellikli ve dikkat çekici örnekler olarak ön plana çıkarmaktadır.



Şekil 4.50. Örneklerin çevrim sonrası basınç dayanım özellikleri ile su emme özellikleri arasındaki ilişki

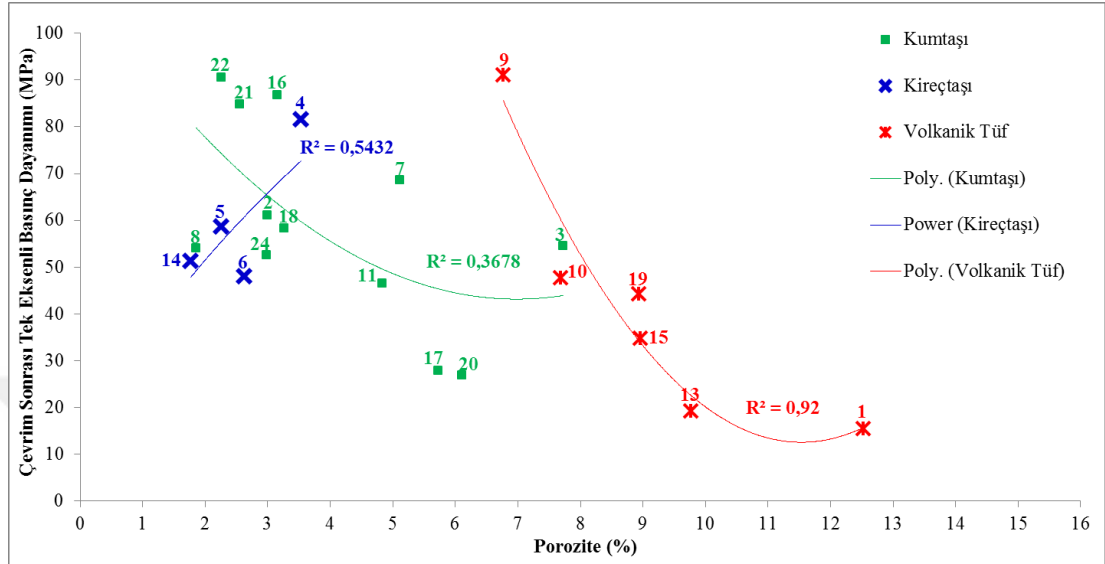
Porozite – Tek Eksenli Basınç Dayanımı İlişkisi. Şekil 4.51.'den izleneceği gibi önceki grafiklerde verilen basınç dayanımının su emme ile olan ilişkisine paralel olarak porozite arttıkça örneklerdeki tek eksenli basınç dayanımı düşmektedir. Korelasyon katsayısı kumtaşlarında % 23,41 iken, kireçtaşlarında % 6,88 olarak, volkanik tüflerde ise % 90,54 hesaplanmıştır.



Şekil 4.51. Porozite ile tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki

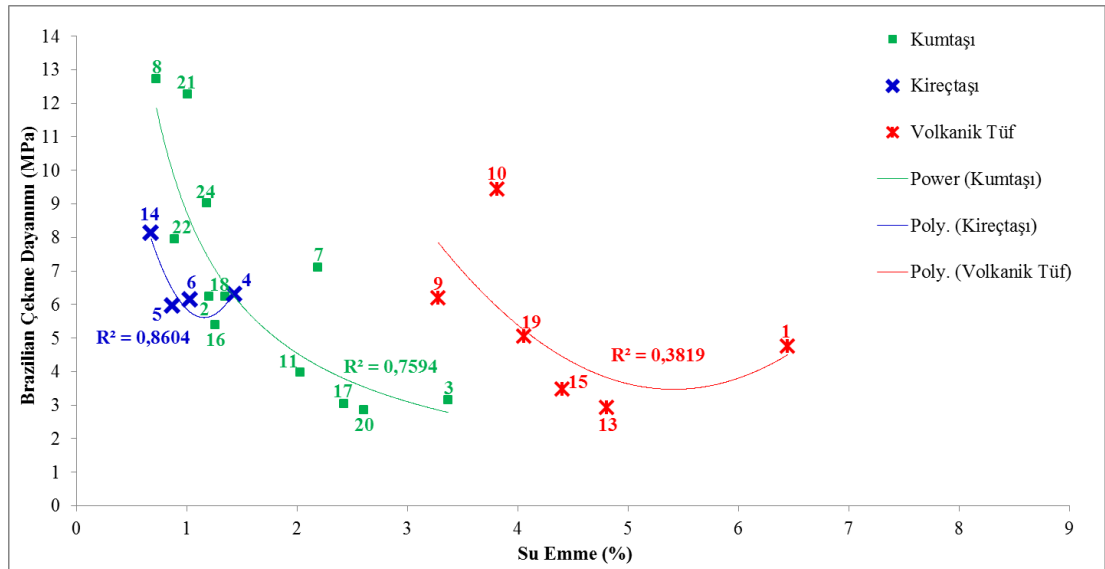
Benzer şekilde donma çözülme çevrimi sonrasında elde edilen tek eksenli basınç dayanımının porozite ile olan ilişkisi su emme özelliklerindeki grafiğe paralel şekilde oluşmuştur. Şekil 4.52.'den de görüleceği üzere örneklere ait korelasyon katsayılarında ise artış görülmektedir. Kireçtaşı örneklerindeki porozite düzeyinin

kumtaşı örneklerindeki porozite düzeyinden daha düşük olmasına rağmen, don çevrim testinden sonra kumtaşı ve kireçtaşı örneklerin basınç dayanım değerlerinin yaklaşık aynı düzeyde olmaları, kireçtaşlarının don dayanımının kumtaşlarına kıyasla daha zayıf olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.52. Porozite ile çevrim sonrası tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki

Su Emme – Brazilian Çekme Dayanımı İlişkisi, Şekil 4.53.’ten izleneceği gibi su emme yüzdesi arttıkça, Brazilian çekme dayanımında düşüş görülmektedir.

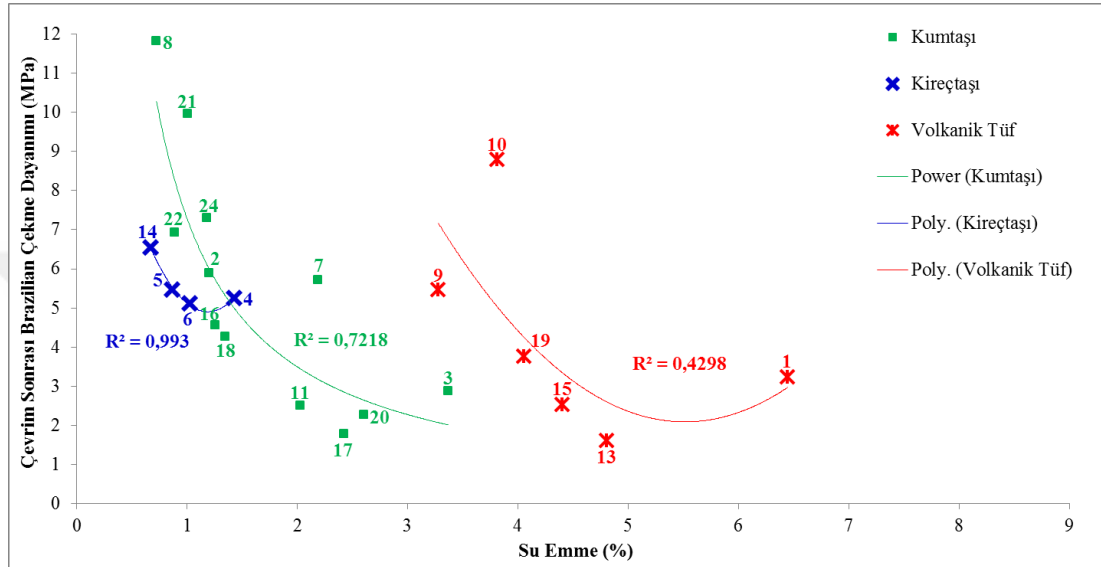


Şekil 4.53. Su emme ile Brazilian çekme dayanımı arasındaki ilişki

Çekme dayanımı en yüksek şekilde 8 nolu kumtaşı örnekte 12,73 MPa olarak ölçülmüş ve bu örneğin su emme değeri % 0,72’dir. Masif ve düzgün tabakalı bloklardan temin edilen 8 nolu örnek çekme dayanımı bakımından en özellikli ve dikkat çekici örnek olmuştur. Kömür Limanı’ndaki mostradan temin edilen 8 nolu

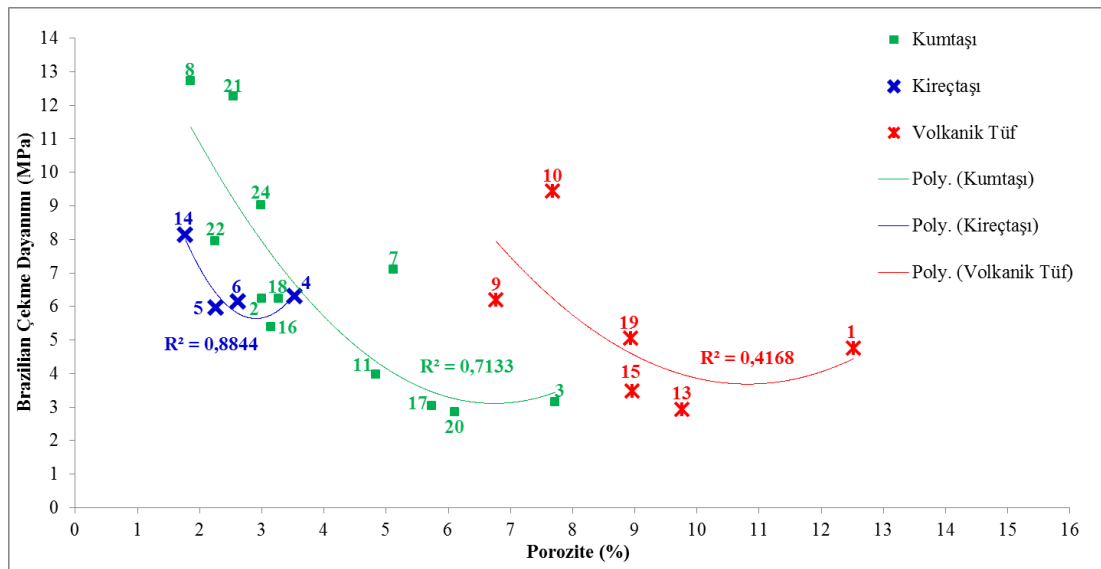
örnekten sonra benzer özelliklere sahip olan en yakın örnek ise Topyolu mevkiinden temin edilen 21 nolu örnektir.

Düşük su emme değerlerine sahip örneklerdeki çok yüksek çekme dayanımları Şekil 4.54.'teki grafikten de görüleceği üzere donma çözülme testinden asgari düzeyde etkilenmiştir. 8 nolu örnekteki çekme dayanımı 12,73 MPa iken, çevrim testi sonrasında bu değer 12,26 MPa olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.54. Su emme ile don çevrimi sonrası Brazilian çekme dayanımı arasındaki ilişki

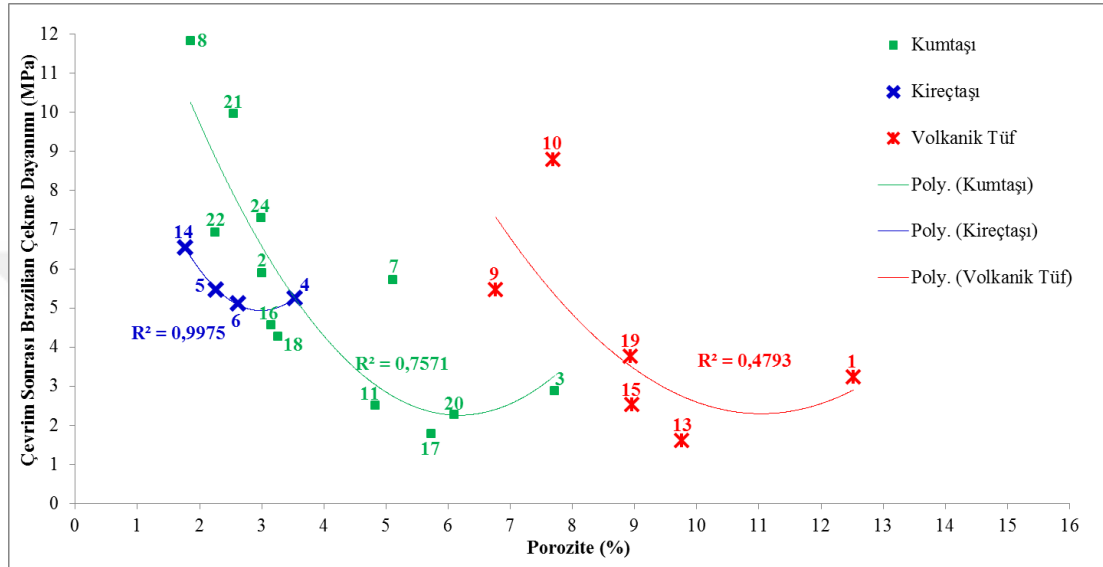
Porozite – Brazilian Çekme Dayanımı İlişkisi, Şekil 4.55.'ten izleneceği gibi su emme yüzdesi ile ilişkisinde olduğu gibi porozite düzeyinde artış oldukça Brazilian çekme dayanımında düşüş gözlemlenmektedir.



Şekil 4.55. Porozite ile Brazilian çekme dayanımı arasındaki ilişki

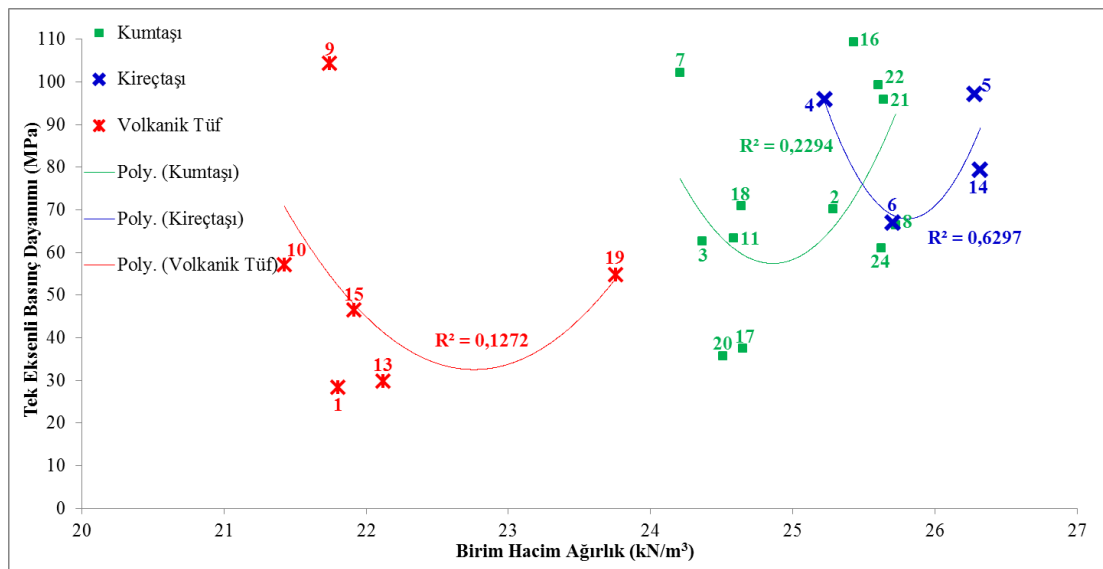
Korelasyon katsayıları kumtaşı örneklerde % 71,33 iken, kireçtaşı örneklerde % 88,44 olarak, volkanik tüflerde ise % 41,68 olarak gerçekleşmiştir.

Donma çözülme çevrimi testinin etkisi, Şekil 4.56.'dan da görüleceği üzere her üç örnek grubu için de korelasyon katsayılarının artışı yönünde olmuştur. Kumtaşı örneklerin korelasyon katsayısı % 75,71'e, kireçtaşı örneklerin korelasyon katsayısı % 99,75'e, volkanik tüf örneklerinin ise % 47,93'e kadar yükselmektedir.



Şekil 4.56. Porozite ile tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki

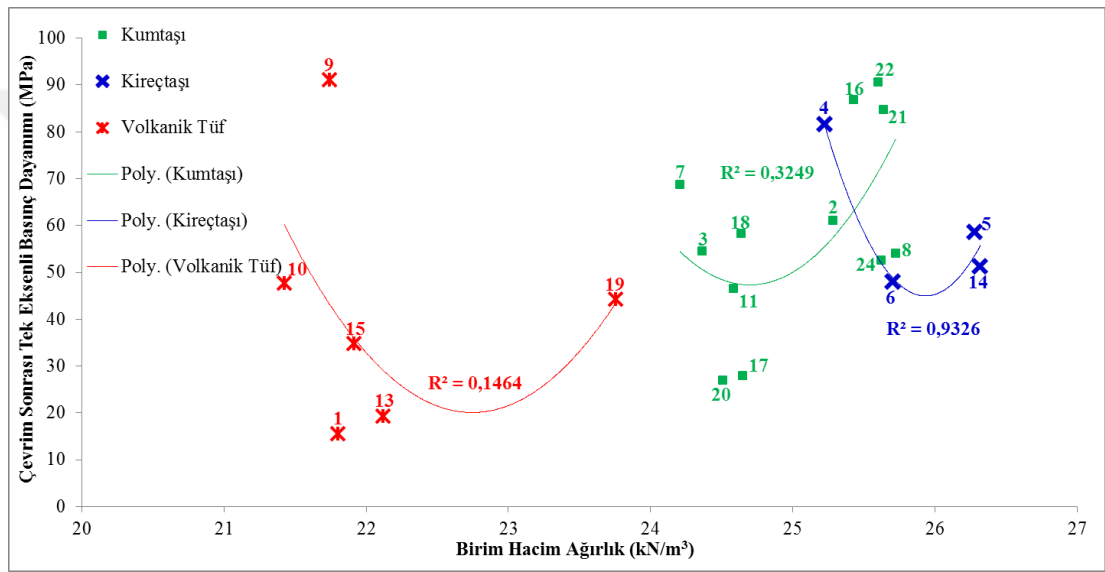
Birim Hacim Ağırlık – Tek Eksenli Basınç Dayanımı İlişkisi, Şekil 4.57.'den de görüleceği üzere birim hacim ağırlık değerlerinin kumtaşı örneklerde 24,21 kN/m³ ile 25,72 kN/m³ değer aralığındadır.



Şekil 4.57. Tek eksenli basınç dayanımı ile birim hacim ağırlık arasındaki ilişki

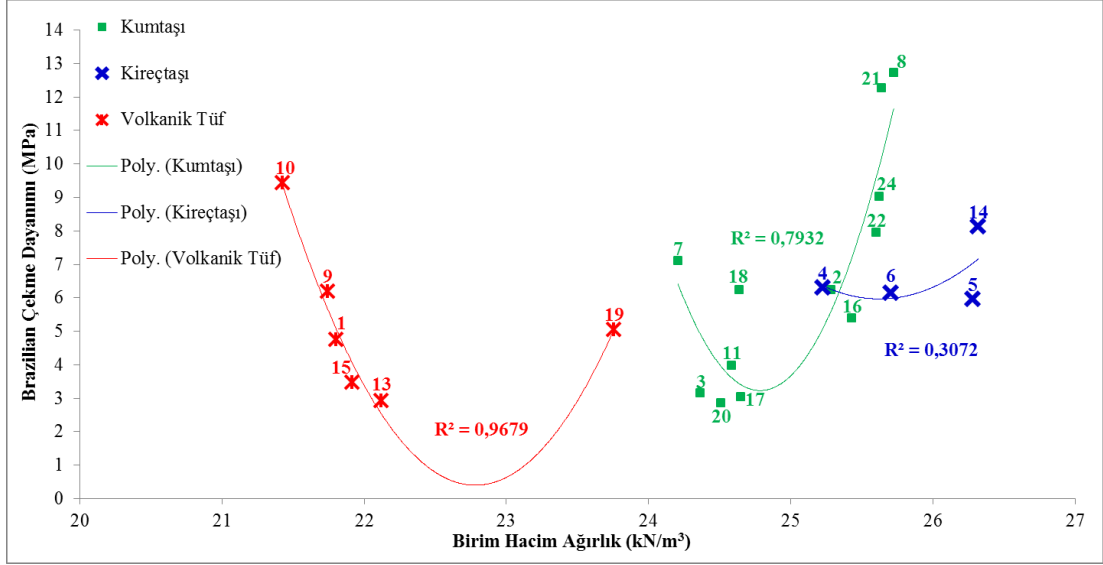
Volkanik tuf örnekler ise 21,42 kN/m³ ile 23,76 kN/m³ değer aralığında yer alarak, kumtaşı ve kireçtaşı örneklerinden ayrılmıştır. Birim hacim ağırlık değeri arttıkça tek eksenli basınç dayanımında da artış görülmektedir. Bu ilişkide kumtaşlarındaki korelasyon katsayısı % 22,94 iken, kireçtaşlarında % 62,97 olarak, volkanik tüflerde ise % 12,72 olarak hesaplanmıştır.

Şekil 4.58.'de ise çevrim testinin tek eksenli basınç dayanımı üzerindeki etkisinin birim hacim ağırlık değerlerine bağlı değişimi görülmektedir. Kireçtaşı örneklerinin korelasyon katsayısı % 93,26'ya, kumtaşı örneklerinin korelasyon katsayısı ise % 32,49'a yükselmiştir.



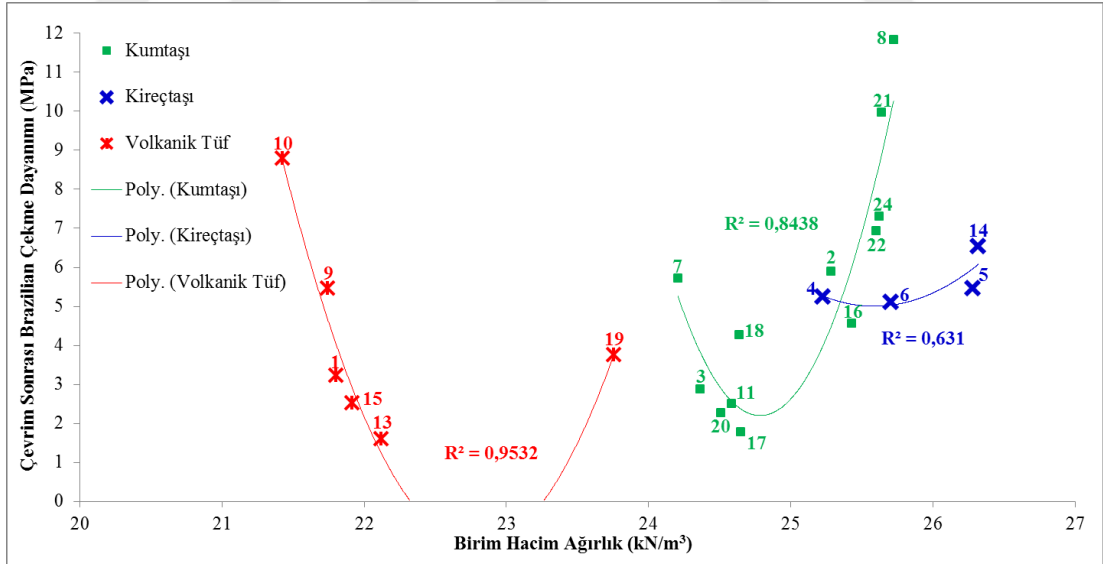
Şekil 4.58. Çevrim sonrası tek eksenli basınç dayanımı ile birim hacim ağırlık ilişkisi

Birim Hacim Ağırlık – Brazilian Çekme Dayanımı İlişkisi. Şekil 4.59.'dan izleneceği gibi volkanik tuf örneklerinde 19 nolu örnek dışında birim hacim ağırlıkla Brazilian çekme dayanımının negatif korelasyonlu olduğu, kumtaşı örneklerde ise 25 kN/m³'ün üzerindeki değerlerde çekme dayanımı ile birim hacim ağırlık arasında pozitif korelasyon olduğu, kireçtaşı örneklerde ise birim hacim ağırlıkla Brazilian çekme dayanımı arasında pozitif korelasyon olduğu görülmektedir. Kireçtaşı örneklerin birim hacim ağırlığı arttıkça Brazilian çekme dayanımında da artış gözlemlenmektedir.



Şekil 4.59. Birim hacim ağırlık ile Brazilian çekme dayanımı arasındaki ilişki

Şekil 4.60.'da ise donma çözülme çevrimi etkisinin Brazilian çekme dayanımı üzerindeki etkisinin birim hacim ağırlığa bağlı değişimi görülmektedir. Kumtaşı ve kireçtaşı örneklerine ait korelasyon katsayılarında artış gözlemlenmektedir. Kumtaşı örneklerdeki korelasyon katsayısı % 84,38 iken kireçtaşlarında ise bu korelasyon % 63,10'dur.



Şekil 4.60. Birim hacim ağırlık ile çevrim işlemi sonrası çekme dayanımı ilişkisi

Yapılan regresyon analizleri ile kumtaşı, kireçtaşı ve volkanik tüf örneklerine ait fizikomekanik özelliklerin kendi aralarındaki korelasyon katsayıları Çizelge 4.16.'da özet olarak verilmektedir. Masif ve düzgün tabakalı bloklardan temin edilen 8 nolu örnek çekme dayanımı bakımından en özellikli ve dikkat çekici örnek olmuştur. Kömür Limanı'ndaki mostradan temin edilen 8 nolu örnekten sonra benzer

özelliklere sahip olan en yakın örnek ise Topyolu mevkiinden temin edilen 21 nolu örnektir.

Topyolu mevkiinden temin edilen 21 ve 22 nolu örnekler, Deniz Çeşme mevkiinden temin edilen 7 nolu örnek ile, Karainebeyli Köyü'nün 2 km kuzeyindeki Arapyeri – Aslantekke Tepelerinden temin edilen 16 nolu örnek kumtaşı örnekler olarak tek eksenli basınç dayanımlarının yüksek, su emme yüzdelerinin oldukça düşük oluşu ile buna bağlı olarak donma çözülme çevriminden asgari düzeyde etkilenmiş olmaları, 7, 16, 21 ve 22 nolu örnekleri tek eksenli basınç dayanımı bakımından en özellikli ve dikkat çekici örnekler olarak ön plana çıkarmaktadır.

Gerek çekme dayanımı, gerekse de basınç dayanımındaki yüksek özelliklere sahip olması bakımından 21 nolu kumtaşı örneği ön plana çıkmaktadır.

Çizelge 4.16. Kumtaşları, kireçtaşları ve volkanik tüflerin fizikomekanik özellik ilişkilerine göre korelasyon katsayılarının özet tablosu

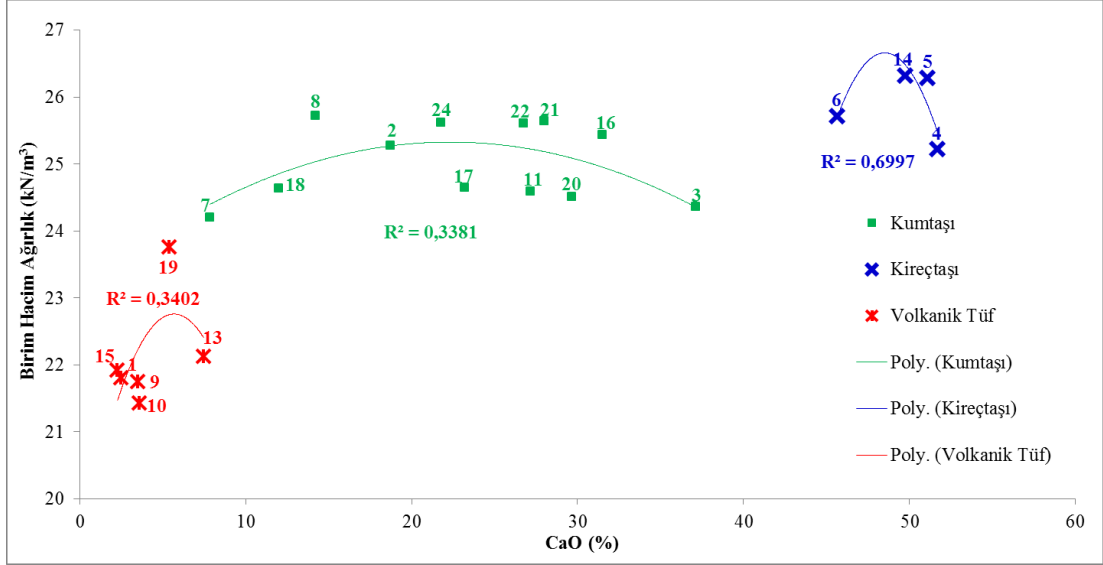
No	Yatay Eksen (x)	Düsey Eksen (y)	KMT R ² (%)	KÇT R ² (%)	VT R ² (%)
1	Su emme	Porozite	99,94	99,94	97,7
2	Su emme	Br. Hac. Ağırlık	-83,72	-93,00	-11,24
3	Porozite	Br. Hac. Ağırlık	-81,94	-92,35	-24,76
4	Tek Eksenli Basınç	Çev. Son. T.E.B.	94,79	60,73	98,44
5	Brazilian Çekme	Çev. Son. Braz.	96,79	97,59	99,01
6	Tek Eksenli Basınç	Brazilian Çekme	38,26	- 100	36,5
7	Ç.S. Tek Ek. Basınç	Çev. Son. Braz.	48,9	15,42	42,46
8	Su emme	Tek Eks. Basınç	-23,08	20,94	-95,95
9	Su emme	Çev. Son. T.E.B.	-37,53	85,61	-97,27
10	Porozite	Tek Eks. Basınç	-23,41	6,88	-90,54
11	Porozite	Çev. Son. T.E.B.	-36,78	54,32	-92
12	Su emme	Brazilian Çekme	-75,94	-86,04	-38,19
13	Su emme	Çev. Son. Braz.	-72,18	-99,30	-42,98
14	Porozite	Brazilian Çekme	-71,33	-88,44	-41,68
15	Porozite	Çev. Son. Braz.	-75,71	-99,75	-47,93
16	Br. Hac.Ağırlık	Tek Eks. Basınç	22,94	62,97	12,72
17	Br. Hac.Ağırlık	Çev. Son. T.E.B.	32,49	93,26	14,64
18	Br. Hac.Ağırlık	Brazilian Çekme	79,32	30,72	96,79
19	Br. Hac.Ağırlık	Çev. Son. Braz.	84,38	63,10	95,32

4.5. Grafiksel Analiz Metoduyla Farklı Deneysel Kategorideki Parametrelerin Korelasyonlarının Değerlendirmesi

Çok değişkenli regresyon analizinde, iki bağımlı ve bir ya da daha fazla bağımsız değişken arasındaki sebep-sonuç ilişkilerinin ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır. Farklı amaçlı araştırmalarda kullanılacak çok değişkenli istatistiksel analiz tekniklerinin tümü belirli varsayımlara dayanır. Güvenilir analiz sonuçları elde etmek amacıyla, ilgili çalışmada kullanılacak verilerin varsayımlar açısından incelenmesi bir zorunluluktur (Ünlükaplan, 2008).

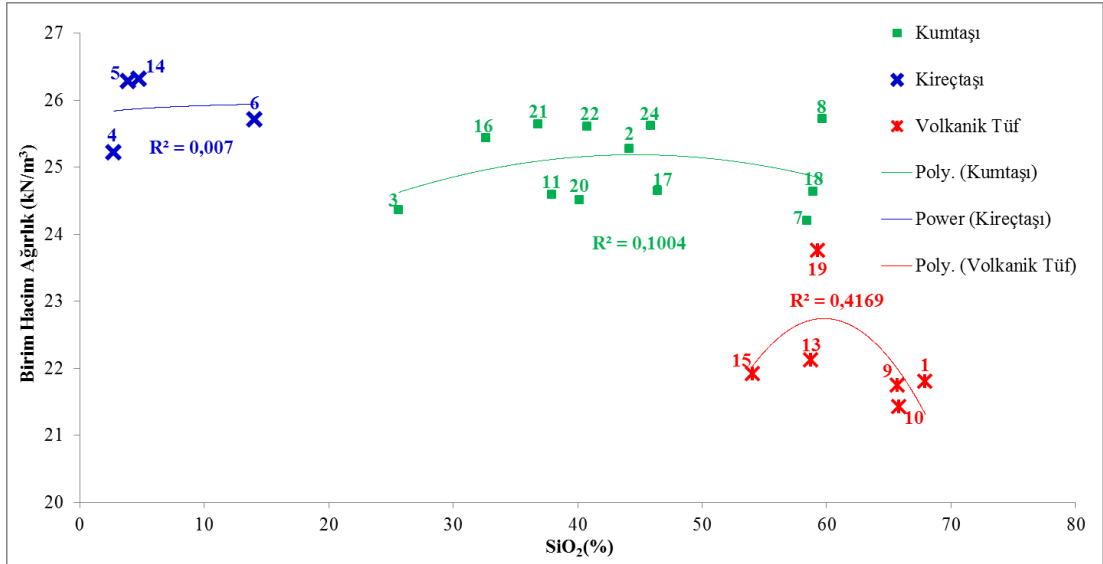
Bu bölümde ise farklı deney sonuçlarından elde edilen değişkenlerin karşılaştırılmasıyla elde edilen data setine ilişkin korelasyon katsayılarının yüksek olduğu tespit edilen regresyon analiz grafikleri Şekil 4.61 ile Şekil 4.94. arasında sunulmaktadır.

CaO – Birim Hacim Ağırlık İlişkisi. Şekil 4.61.'dan izleneceği gibi kireçtaşı örneklerinde kalsiyum oksit ile birim hacim ağırlık arasında doğrudan bir ilişki mevcut olduğu, CaO arttıkça birim hacim ağırlık değerinde de artış olduğu görülmektedir. Kalsiyum oksit içeriği bakımından volkanik tüf örnekler ile kireçtaşı örnekler arasında bulunan kumtaşı örneklerde CaO değeri % 24'ün altında olduğu zaman birim hacim ağırlık değerinde artış, % 24'ün üzerinde olduğu zaman birim hacim ağırlık değerinde azalış görülmektedir. Kalsiyum oksit değerlerine göre volkanik tüfler % 2,28 – % 7,46 aralığında, kumtaşları % 7,86 - % 37,13 aralığında, kireçtaşları ise % 45,65 – % 51,71 aralığında yer almıştır. Volkanik tüflerdeki düşük kalsiyum oksit içeriği ile düşük birim hacim ağırlığı ilişkisi ve kireçtaşlarındaki yüksek kalsiyum oksit içeriği ile yüksek birim hacim ağırlık ilişkisi önemlidir. Korelasyon katsayısı kumtaşlarında % 33,81 iken, volkanik tüflerde % 34,02 olarak, kireçtaşlarında ise % 69,97 olarak hesaplanmıştır.



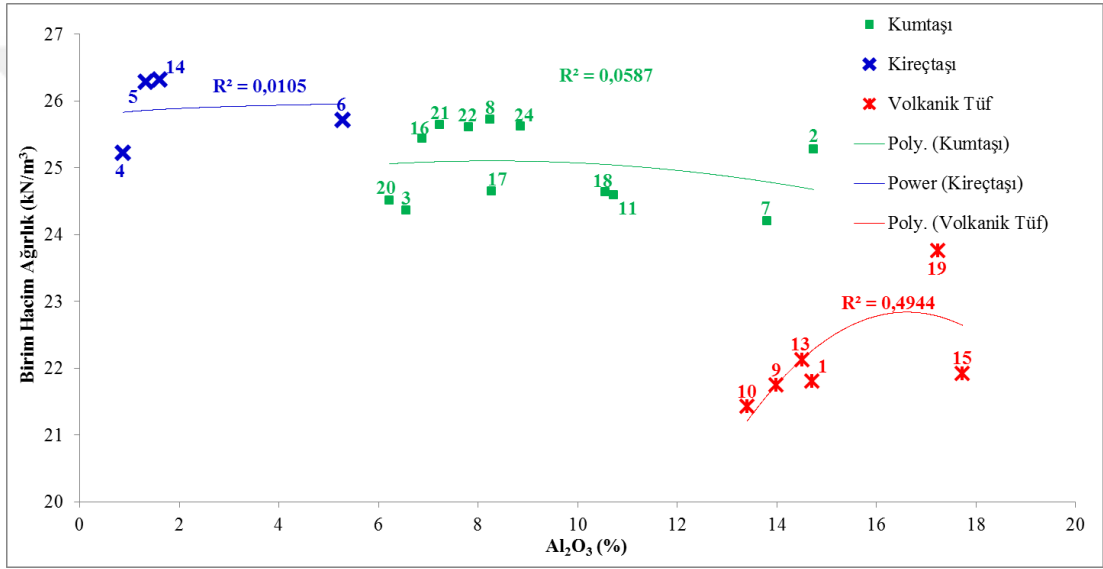
Şekil 4.61. CaO içeriği ile birim hacim ağırlık arasındaki ilişki

SiO₂ – Birim Hacim Ağırlık İlişkisi. Şekil 4.62.’den izleneceği gibi silisyum dioksit değerlerine göre kireçtaşları % 2,75 - % 14,06 aralığında, kumtaşları % 25,64 - % 59,69 aralığında, volkanik tüfler ise % 54,05 - % 67,94 aralığında yer almaktadır. Kumtaşı örneklerinin birim hacim ağırlıklarınının 24,21 kN/m³ ile 25,72 kN/m³ gibi dar bir aralıkta bulunup silisyum dioksit değerlerine göre fazla değişim göstermediği için korelasyon katsayısı % 10,04 düzeyinde kalmaktadır. Kireçtaşlarında bu oran % 0,70 iken, volkanik tüflerde % 41,69 olarak hesaplanmıştır.



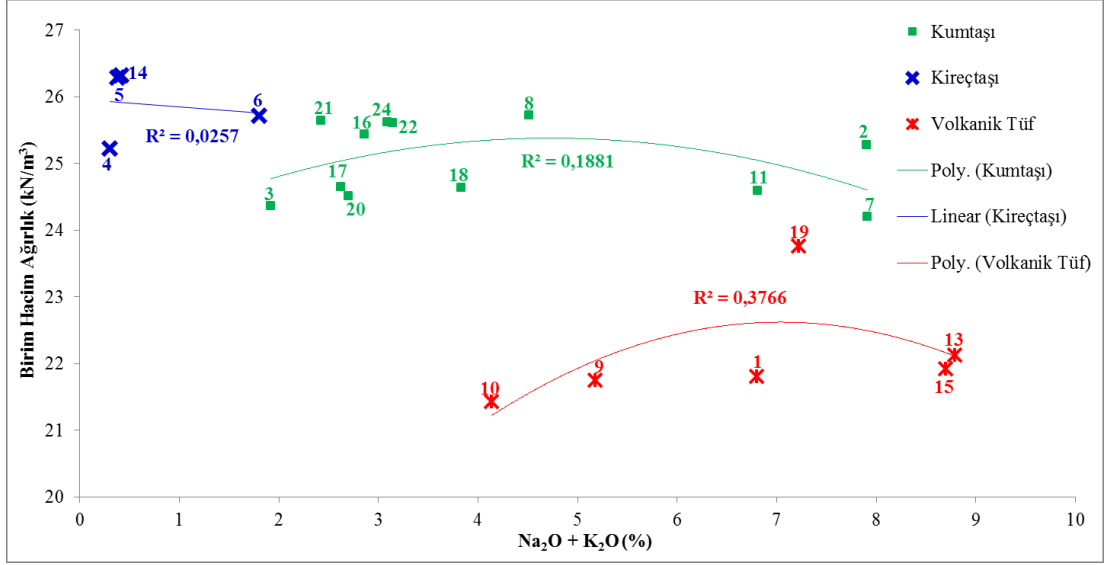
Şekil 4.62. SiO₂ içeriği ile birim hacim ağırlık arasındaki ilişki

Al₂O₃ – Birim Hacim Ağırlık İlişkisi, Şekil 4.63.’ten izleneceği gibi alüminyum oksit değerlerine göre kireçtaşları % 0,87 - % 5,28 aralığında, kumtaşları % 6,22 - % 14,74 aralığında, volkanik tüfler ise % 13,40 – % 17,73 aralığında yer almaktadır. Alüminyum oksitin birim hacim ağırlık değerleri üzerindeki en belirgin etkisi volkanik tuf örnekleri üzerinde olmuştur. Korelasyon katsayısı % 49,44 olarak hesaplanan volkanik tuf örneklerinde alüminyum oksit değerlerinin % 17,50 düzeyine kadar olan artışında, birim hacim ağırlık değerlerinde de artış görülmektedir. 15 nolu örnek ise mineralojik petrografik analizdeki modal sınıflandırmada hamur (matriks) ve plajiyoklaz değerlerinin diğer volkanik tuf örneklerine göre daha düşük değerde olmasından dolayı farklılık göstermektedir.

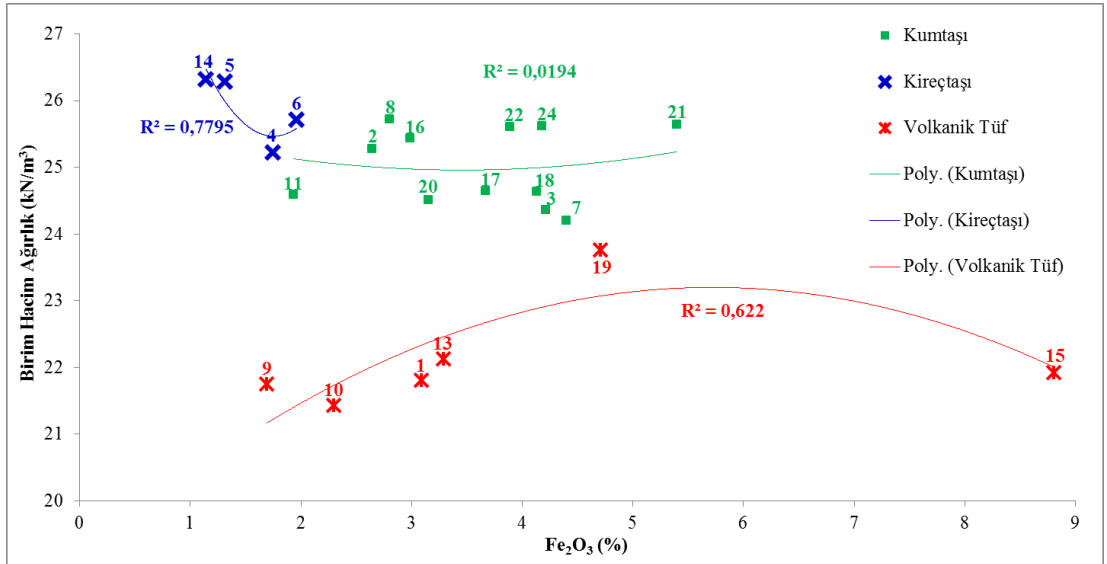


Şekil 4.63. Al₂O₃ içeriği ile birim hacim ağırlık arasındaki ilişki

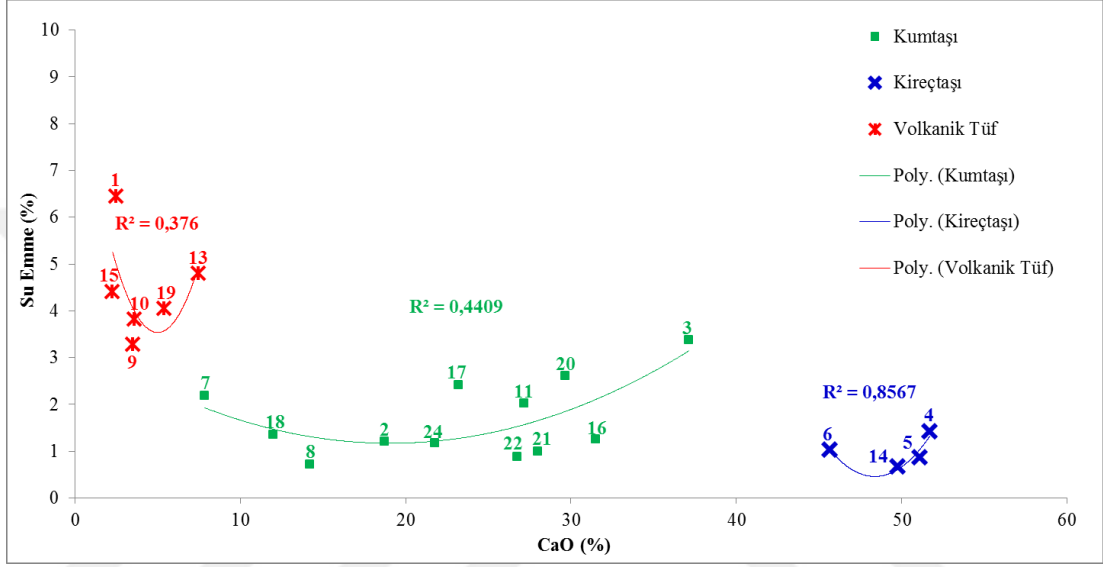
Alkaliler (Na₂O+K₂O) – Birim Hacim Ağırlık İlişkisi, Şekil 4.64.’ten izleneceği gibi örnekler içerisindeki volkanik tuf örneklerinde olduğu gibi Al₂O₃ grafiğiyle paralel eğilimler görülmektedir. Alkaliler grubunda yer alan sodyum oksit ile potasyum oksit toplamının alüminyum oksit ile benzer dağılımlar oluşturması kendi aralarındaki Çizelge 4.3.’te verilen % 85,04’lük korelasyon katsayısı ile doğrudan ilişkilidir.



Fe_2O_3 – Birim Hacim Ağırlık İlişkisi, Şekil 4.65.’ten izleneceği gibi kumtaşı örneklerde belirgin bir ilişkinin olmadığı, kireçtaşlarında 6 numaralı örnek haricinde negatif korelasyon, volkanik tüflerde ise 15 numaralı örnek haricinde pozitif korelasyon olduğu gözlemlenmektedir. Bunun sebebi mineralojik petrografik analize göre 6 numaralı örneğin diğer kireçtaşı örneklerinden farklı olarak kuvars mineralini bulundurması, 15 numaralı volkanik tüf örneğinin ise yüzdelik matriks değerinin diğer volkanik tüf örneklerindeki yüzdelik matriks değerlerinden daha düşük olmasıdır. Kumtaşı örneklerdeki korelasyon katsayısı ise oldukça düşüktür.

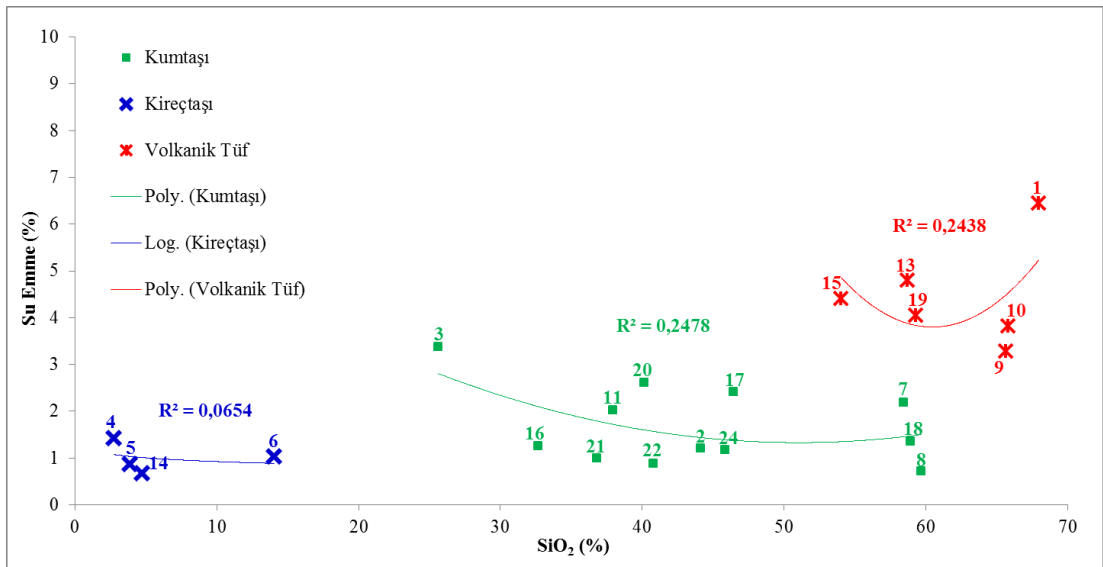


CaO – Su Emme İlişkisi, Şekil 4.66.’dan izleneceği gibi kalsiyum oksit içeriğine göre volkanik tüfler % 2,28 – % 7,46 aralığında, kumtaşları % 7,86 - % 37,13 aralığında, kireçtaşları ise % 45,65 – % 51,71 aralığında yer almakta iken su emme (%) değerleri kumtaşı örneklerinde % 0,72 ile % 3,37 aralığında, volkanik tüf örneklerinde % 3,28 ile % 6,45 aralığında, kireçtaşı örneklerinde ise % 0,67 ile % 1,43 aralığında yer almaktadır. Kalsiyum oksit ile su emme arasındaki ilişki kumtaşı ve kireçtaşı örneklerinin genelinde pozitif korelasyonludur.



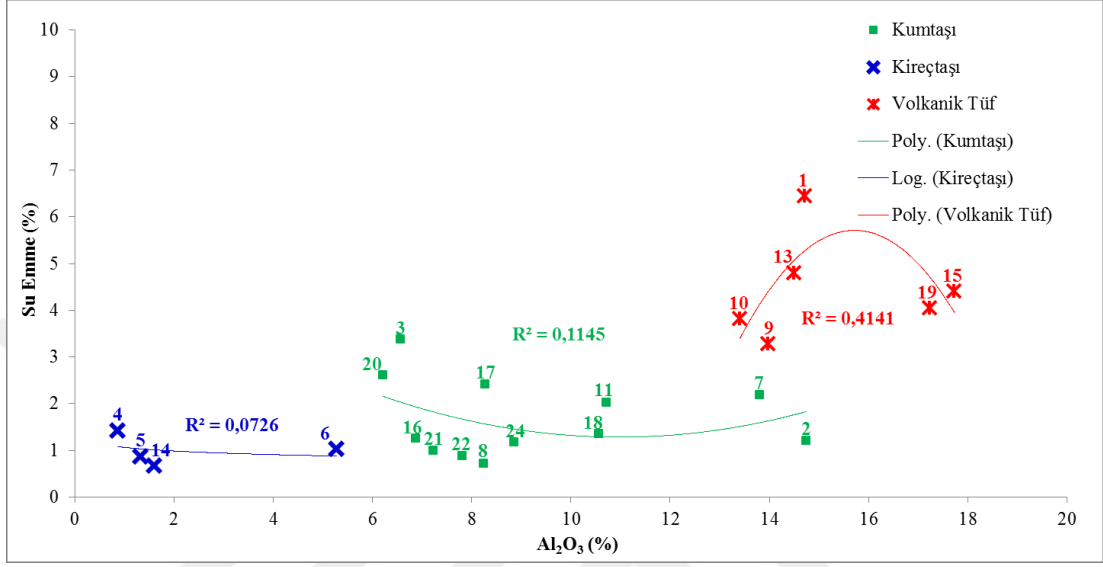
Şekil 4.66. CaO içeriği ile su emme arasındaki ilişki

SiO₂ – Su Emme İlişkisi, Şekil 4.67.’den izleneceği gibi kumtaşı örneklerde su emme değerinin silisyum dioksit artışı ile negatif korelasyonlu olduğu görülmektedir. Ancak korelasyon katsayılarında yüksek bir oran bulunmamaktadır.



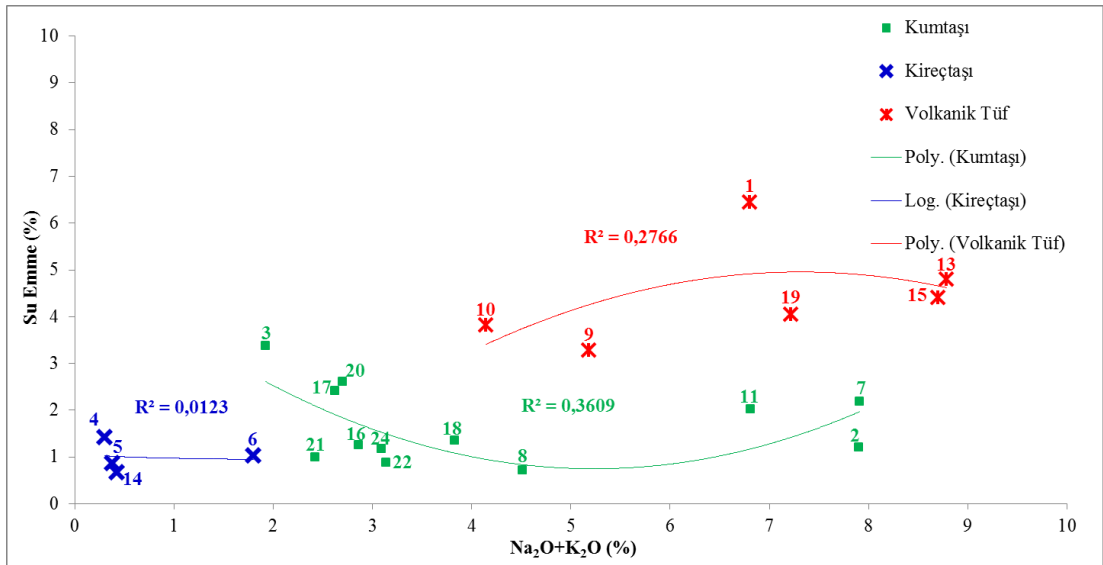
Şekil 4.67. SiO₂ içeriği ile su emme arasındaki ilişki

Al₂O₃ – Su Emme İlişkisi, Şekil 4.68.'den izleneceği gibi alüminyum oksit değerlerine göre kireçtaşları %0,87 - %5,28 aralığında, kumtaşları % 6,22 - % 14,74 aralığında, volkanik tüfler ise % 13,40 – % 17,73 aralığında yer almakta iken su emme yüzdesi ile aralarında belirgin bir ilişki olmadığından kumtaşı örneklerdeki korelasyon katsayısı % 11,45 gibi düşük bir değerdedir.



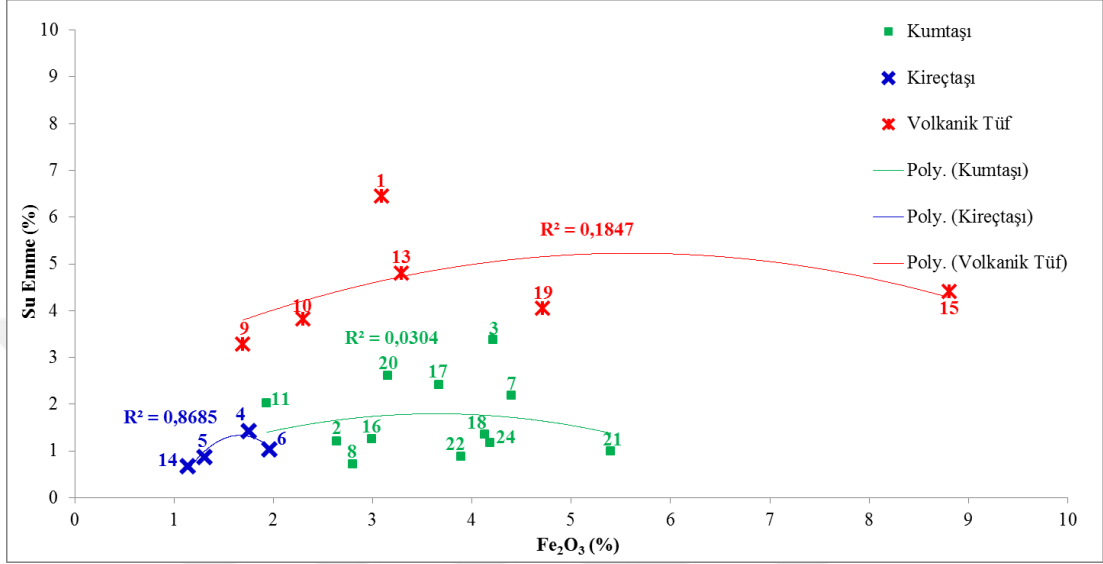
Şekil 4.68. Al₂O₃ içeriği ile su emme arasındaki ilişki

Alkali (Na₂O+K₂O) – Su Emme İlişkisi, Şekil 4.69.'dan izleneceği gibi alkalilerin toplamında kireçtaşları % 0,30 - % 1,80 aralığında, kumtaşları % 1,92 - % 7,90 aralığında, volkanik tüfler ise % 4,14 - % 8,79 aralığında yer alırken su emme yüzdesi ile aralarında belirgin bir ilişki bulunmamaktadır.



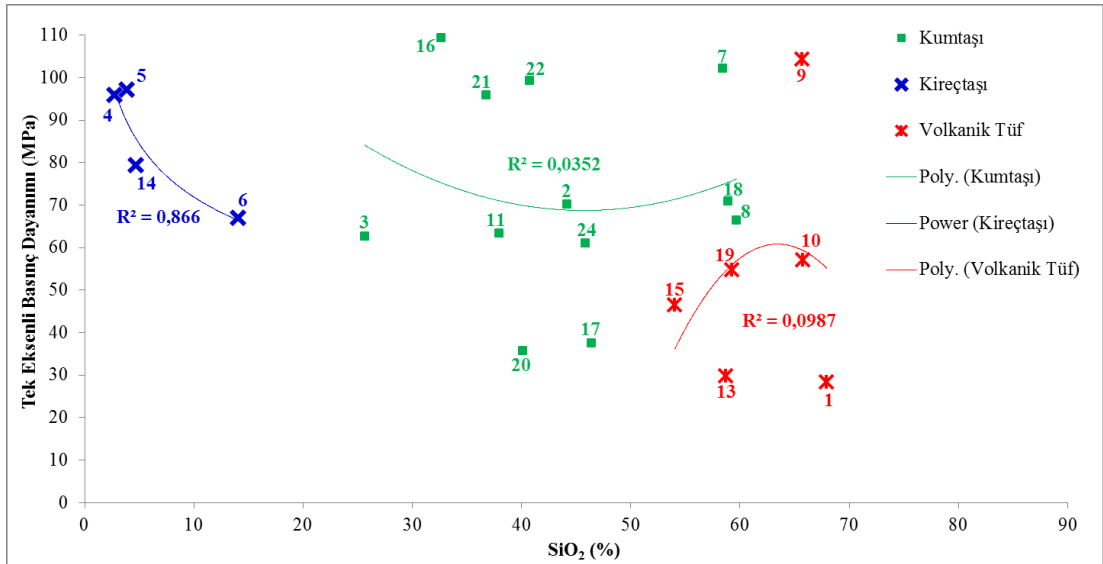
Şekil 4.69. Alkali (Na₂O+K₂O) içeriği ile su emme (%) arasındaki ilişki

Fe₂O₃ – Su Emme İlişkisi. Şekil 4.70.'ten izleneceği gibi sadece kireçtaşlarında belirgin bir korelasyon mevcuttur. Kireçtaşlarında % 1,14 ile % 1,96 gibi dar bir aralıkta bulunan demir (III) oksitinin artışıyla su emme yüzdesinde de artış görülmektedir. Korelasyon katsayısı kireçtaşlarında % 86,85 olarak hesaplanırken, kumtaşlarında bu oran çok düşüktür.



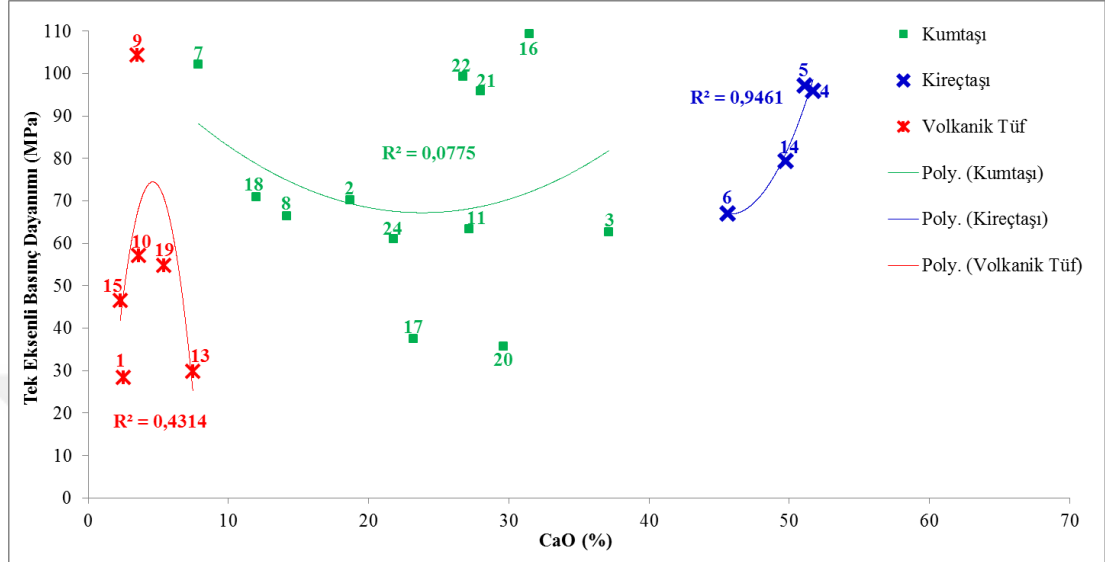
Şekil 4.70. Fe₂O₃ içeriği ile su emme arasındaki ilişki

SiO₂ – Tek Eksenli Basınç Dayanımı İlişkisi. Şekil 4.71.'den izleneceği gibi kumtaşı örneklerde belirgin bir ilişki tespit edilememiş olup kumtaşı örneklerdeki korelasyon katsayısı % 3,52 gibi düşük bir değerde kalmıştır.



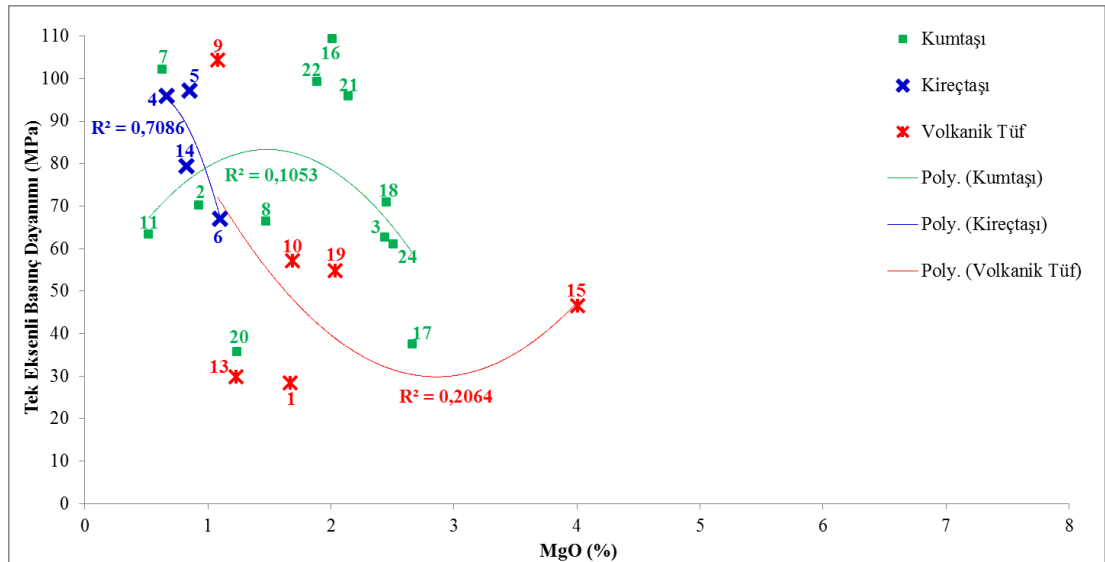
Şekil 4.71. SiO₂ içeriği ile tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki

CaO – Tek Eksenli Basınç Dayanımı İlişkisi, Şekil 4.72.’den izleneceği gibi kumtaşı örneklerde belirgin bir ilişki tespit edilememiş olup, kireçtaşlarındaki kalsiyum oksit artışıyla tek eksenli basınç dayanımında da pozitif şekilde bir artış olduğu gözlemlenmektedir. Kireçtaşı örneklerdeki korelasyon katsayısı % 94,61’dir.



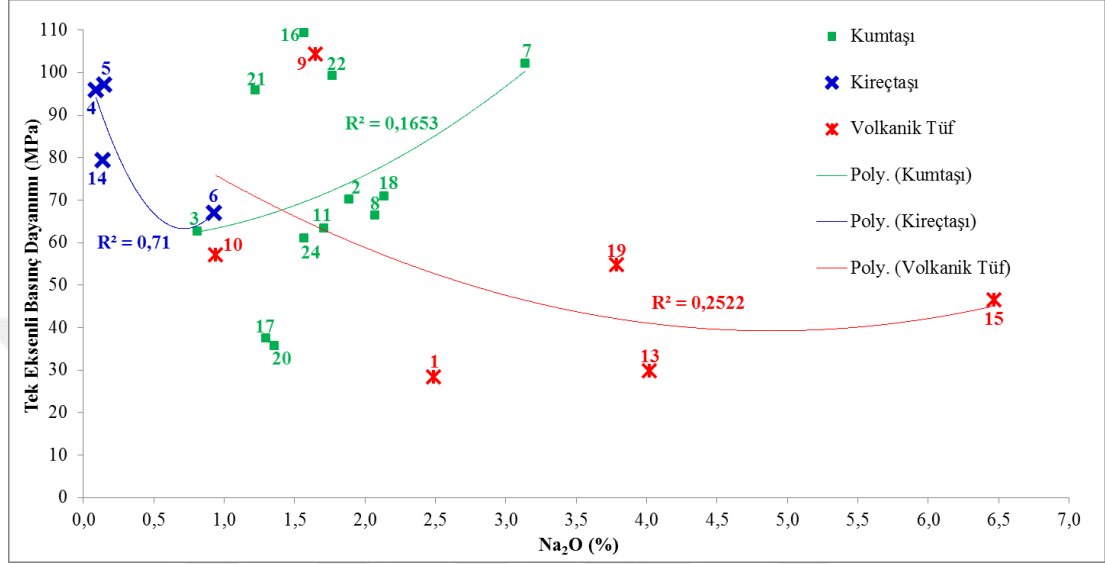
Şekil 4.72. CaO içeriği ile tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki

MgO – Tek Eksenli Basınç Dayanımı İlişkisi, Şekil 4.73.’ten izleneceği gibi kumtaşı örneklerde belirgin bir ilişki tespit edilememiş olup, kireçtaşlarındaki magnezyum oksit artışıyla tek eksenli basınç dayanımında düşüş gözlemlenmektedir. Kireçtaşlarındaki korelasyon katsayısı % 70,86 olarak hesaplanmıştır.



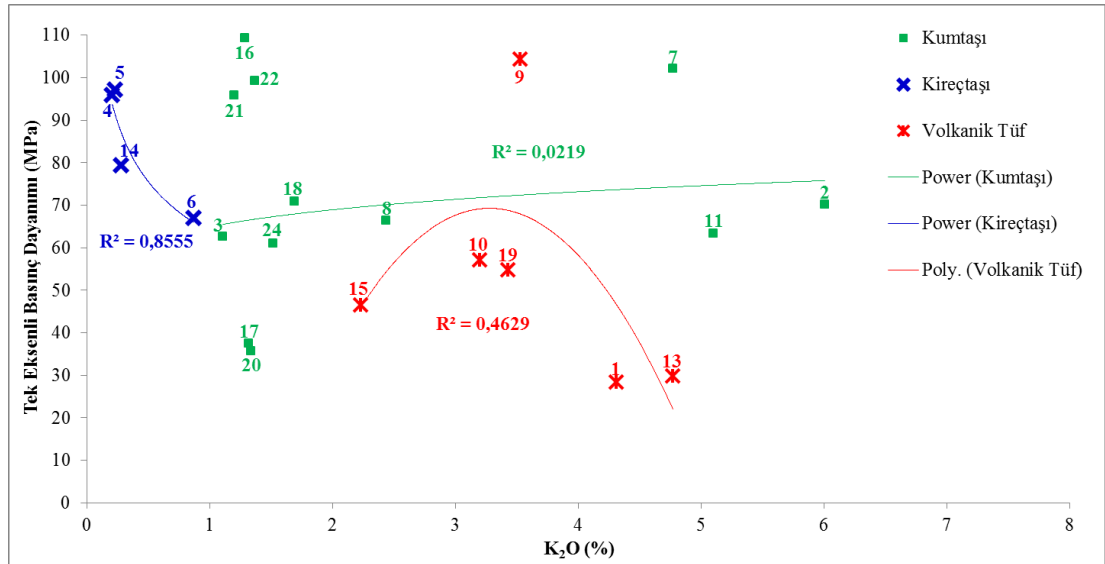
Şekil 4.73. MgO içeriği ile tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki

Na₂O – Tek Eksenli Basınç Dayanımı İlişkisi, Şekil 4.74.’ten izleneceği gibi sodyum oksit içeriğiyle örneklerin tek eksenli basınç dayanımı ilişkisinde korelasyon katsayıları oldukça düşüktür. Ancak aralarında negatif ilişki mevcuttur. Kumtaşılarındaki Na₂O değerlerinin % 0,81 ile % 3,14 aralığında bulunması volkanik tüf ve kireçtaşı örneklerinden ayırt edici bir özelliktir.



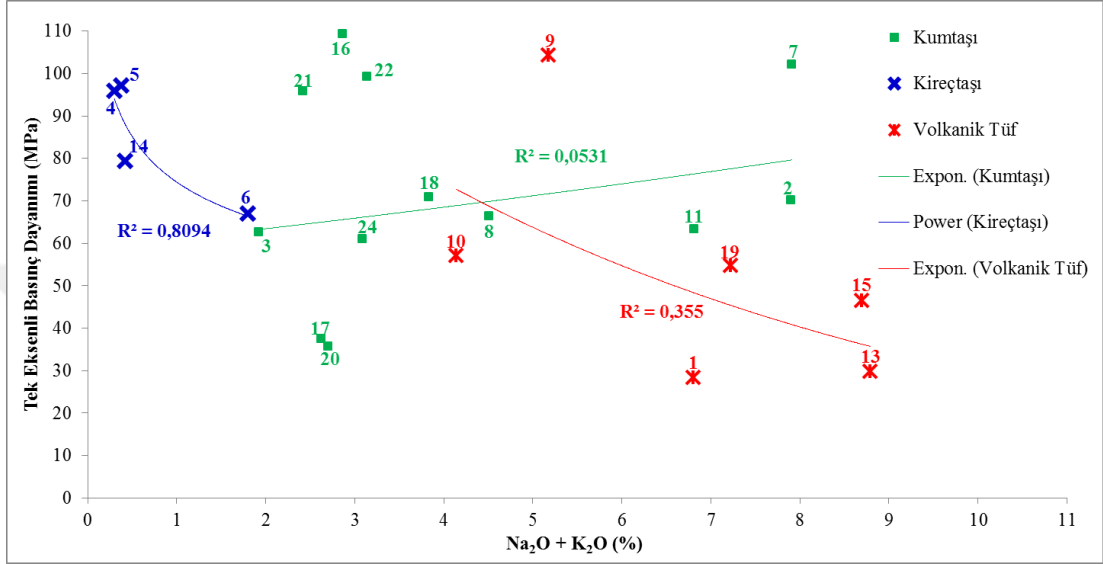
Şekil 4.74. Na₂O içeriği ile tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki

K₂O – Tek Eksenli Basınç Dayanımı İlişkisi, Şekil 4.75.’ten izleneceği gibi potasyum oksit içeriğiyle kumtaşı örneklerin tek eksenli basınç dayanımı ilişkisinde belirgin bir korelasyon bulunmamaktadır.



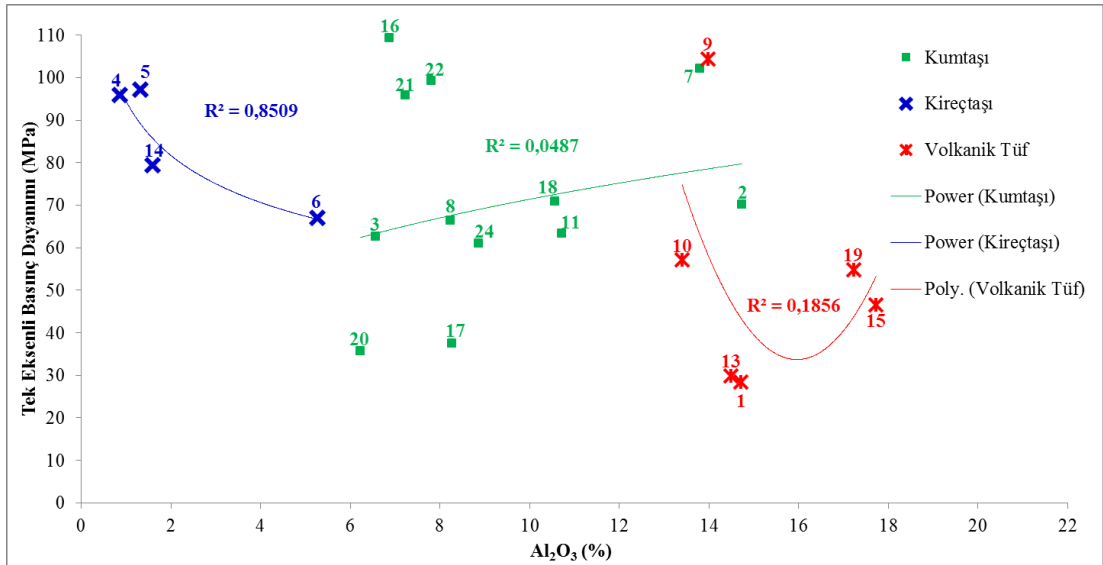
Şekil 4.75. K₂O içeriği ile tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki

Alkali (Na_2O+K_2O) – Tek Eksenli Basınç Dayanımı İlişkisi, Şekil 4.76.’dan izleneceği gibi sodyum oksit ve potasyum oksit (alkali) içeriğiyle kumtaşı örneklerin tek eksenli basınç dayanımı ilişkisinde belirgin bir korelasyon bulunmamaktadır. Kumtaşı örneklerdeki korelasyon pozitif iken volkanik tüf ve kireçtaşı örneklerinde bu ilişki negatiftir. Bu benzer ilişki Şekil 4.77.’den de görüleceği üzere alüminyum oksitlerde de mevcuttur.



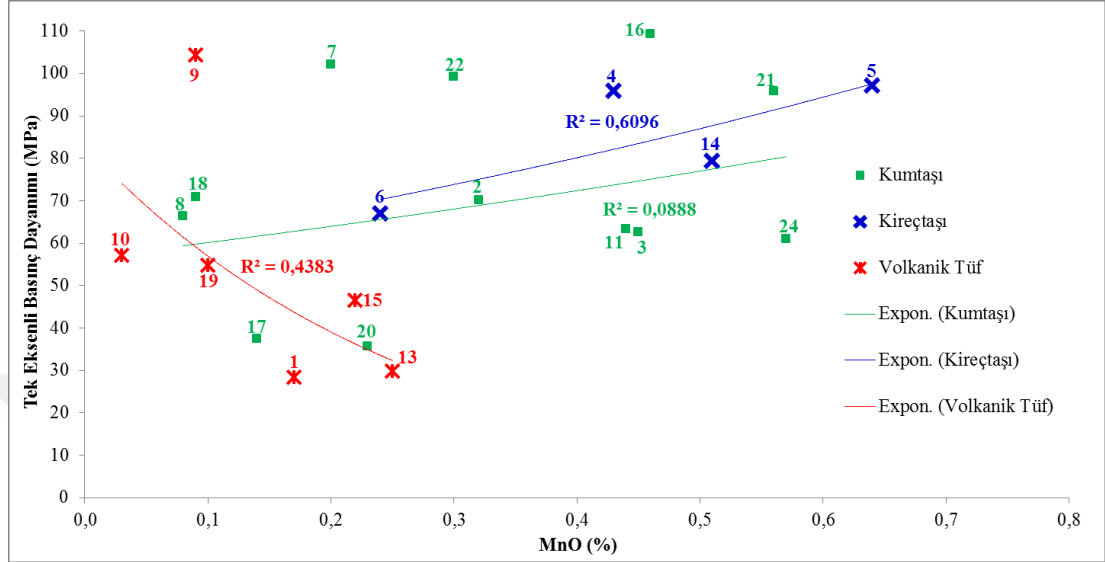
Şekil 4.76. Örneklerin alkali (Na_2O+K_2O) içerikleriyle basınç dayanımı ilişkisi

Al_2O_3 – Tek Eksenli Basınç Dayanımı İlişkisi, Şekil 4.77.’den izleneceği gibi alüminyum oksit içeriğiyle kumtaşı örneklerin tek eksenli basınç dayanımı ilişkisinde belirgin bir korelasyon bulunmamaktadır. Kumtaşı örneklerdeki korelasyon pozitif iken kireçtaşı örneklerinde negatiftir.



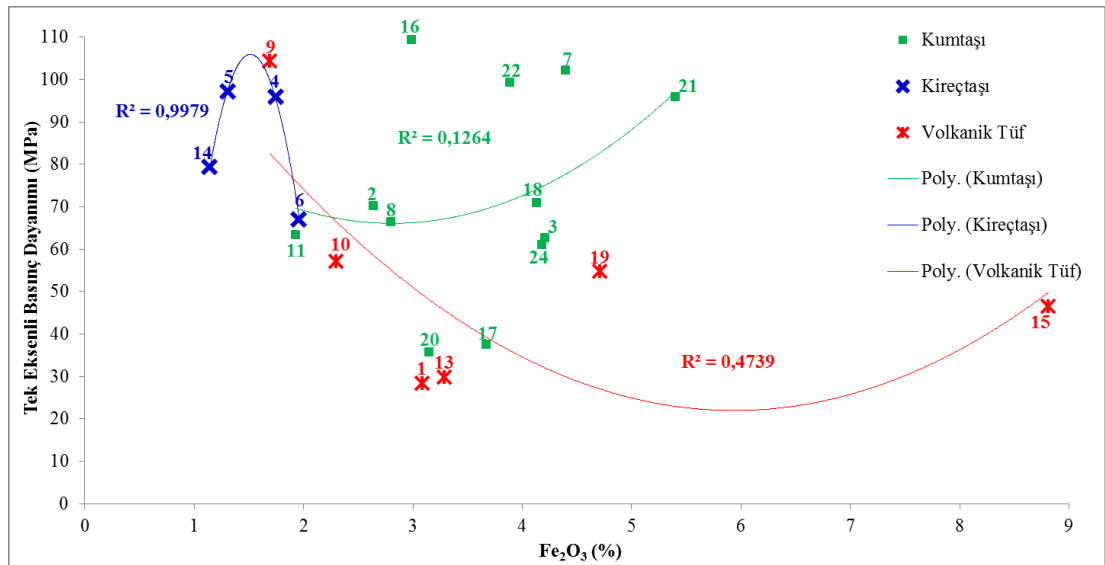
Şekil 4.77. Al_2O_3 içeriği ile tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki

MnO – Tek Eksenli Basınç Dayanımı İlişkisi, Şekil 4.78.’den izleneceği gibi kumtaşı örneklerindeki korelasyon katsayısı oldukça düşüktür. Mangan oksit içeriği ile basınç dayanımı arasında kumtaşları ve kireçtaşlarında pozitif, volkanik tüflerde negatif korelasyon mevcuttur.



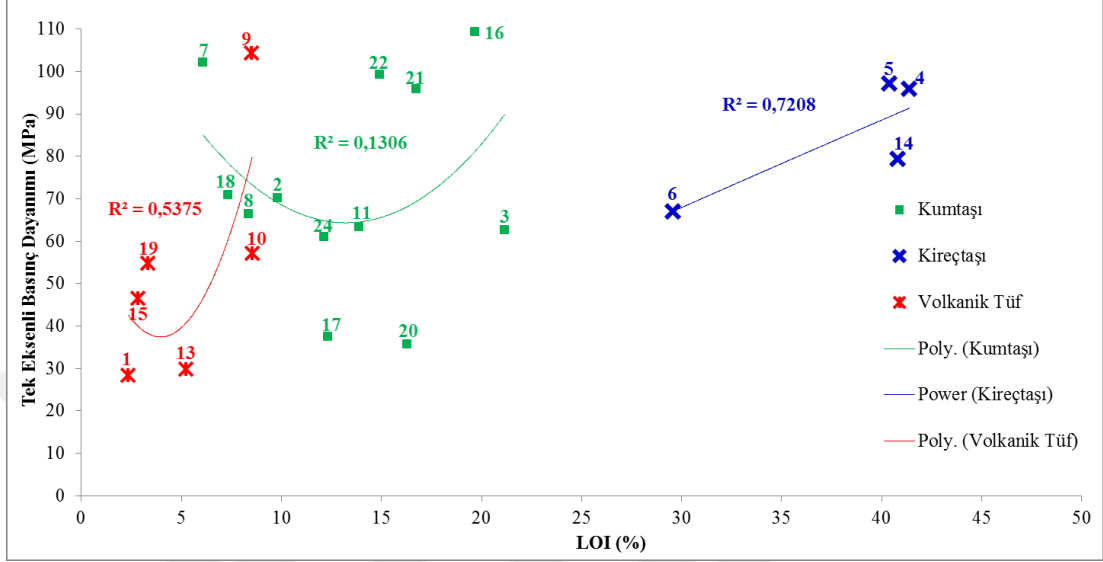
Şekil 4.78. MnO içeriği ile tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki

Fe₂O₃ – Tek Eksenli Basınç Dayanımı İlişkisi, Şekil 4.79.’dan izleneceği gibi sadece kumtaşı örneklerindeki demir (III) oksit içeriği ile tek eksenli basınç dayanımı arasında pozitif korelasyon mevcuttur, ancak korelasyon katsayısı oldukça düşüktür. Volkanik tüf örneklerinde ise 15 numaralı örnek haricinde negatif korelasyon gözlemlenmektedir.



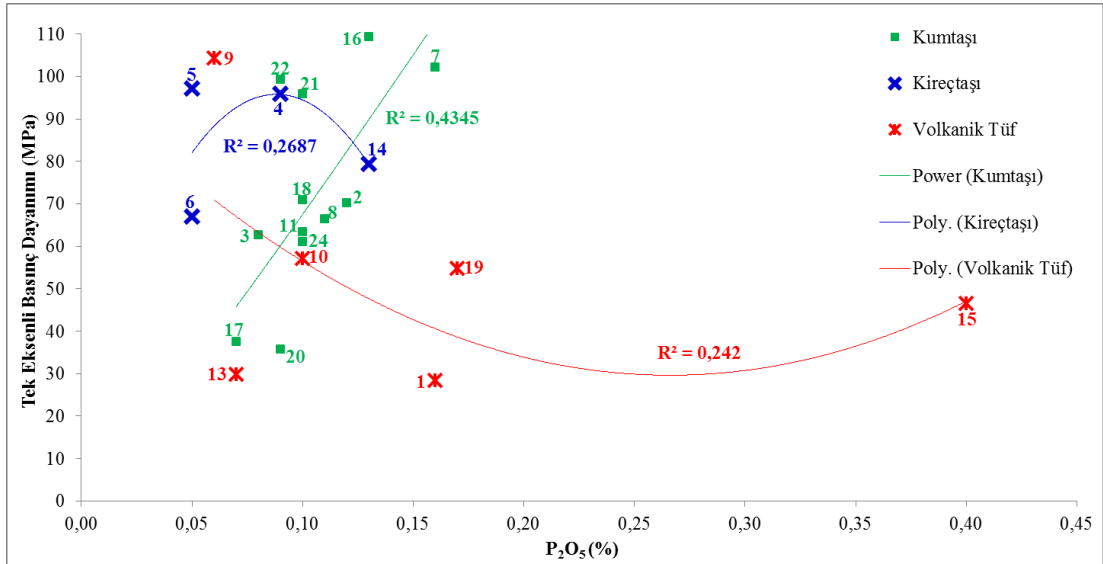
Şekil 4.79. Fe₂O₃ içeriği ile tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki

LOI – Tek Eksenli Basınç Dayanımı İlişkisi, Şekil 4.80.’den izleneceği gibi kumtaşı örneklerdeki kızdırma kaybı yüzdesi ile basınç dayanımı arasında belirgin bir korelasyon bulunmamaktadır ve korelasyon katsayısı oldukça düşüktür. Kızdırma kaybı eğilimleri kalsiyum oksit grafikleri ile benzerlik göstermektedirler.



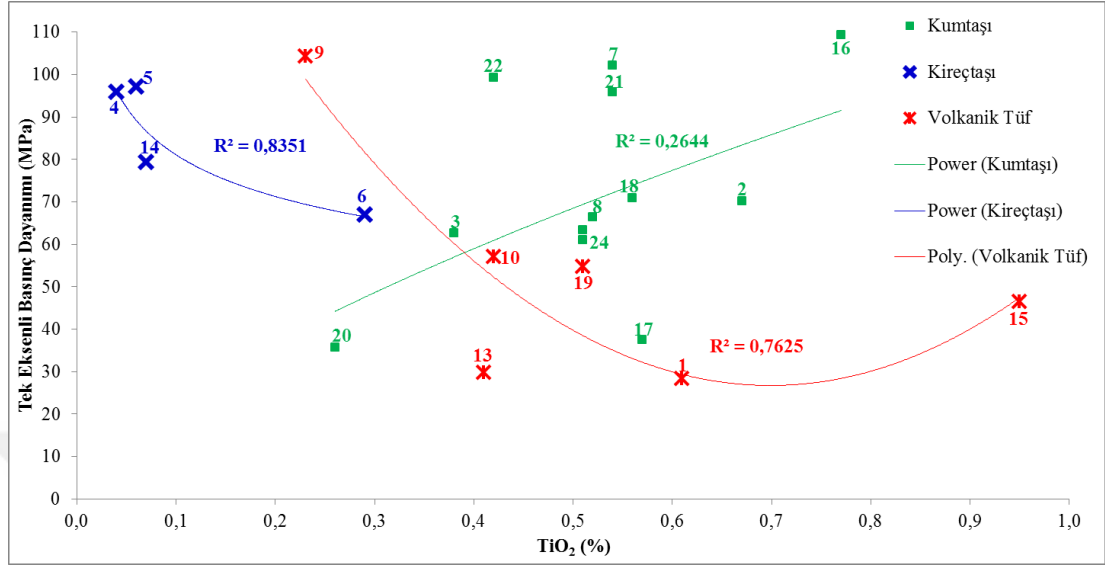
Şekil 4.80. LOI kızdırma kaybı ile tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki

P₂O₅ – Tek Eksenli Basınç Dayanımı İlişkisi, Şekil 4.81.’den izleneceği gibi kumtaşı örneklerindeki fosfor pentaoksit yüzdelik değerleri çok düşük olsa da tek eksenli basınç dayanım değerleri ile arasında pozitif bir korelasyon bulunmaktadır. Korelasyon katsayısı ise % 43,45 olarak hesaplanmıştır.



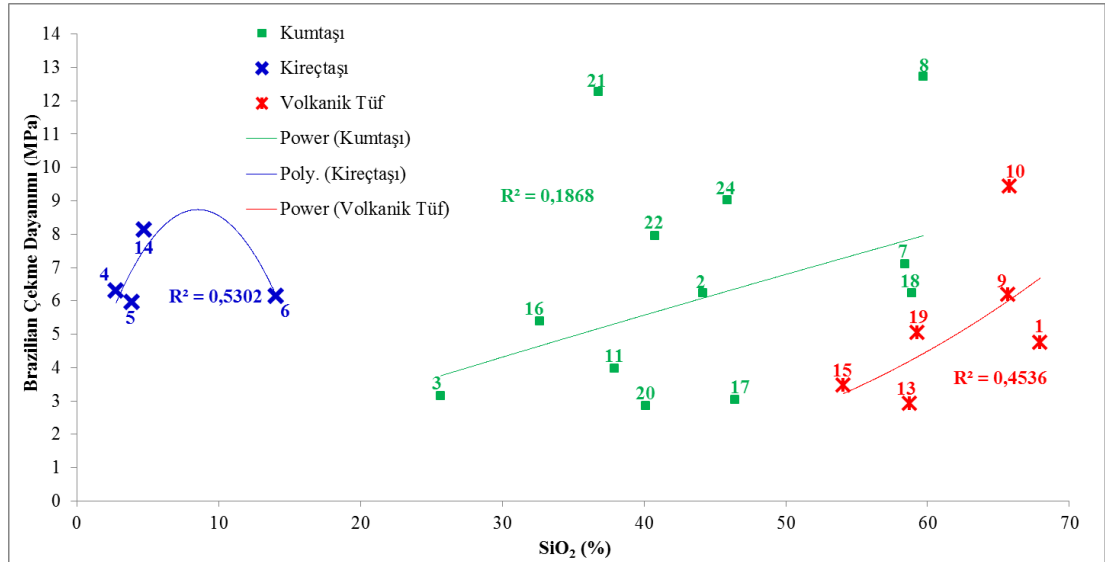
Şekil 4.81. P₂O₅ içeriği ile tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki

TiO₂ – Tek Eksenli Basınç Dayanımı İlişkisi, Şekil 4.82.’den izleneceği gibi titanyum oksit değerleri ile basınç dayanım değerleri arasında pozitif ancak düşük bir korelasyon bulunmaktadır.



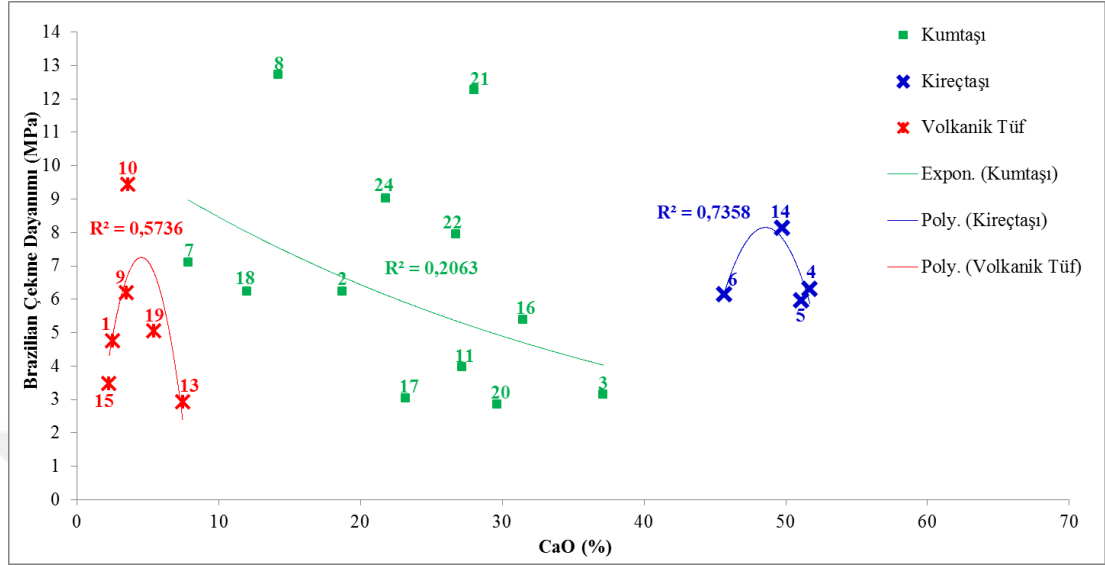
Şekil 4.82. TiO₂ içeriği ile tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki

SiO₂ – Brazilian Çekme Dayanımı İlişkisi, Şekil 4.83.’ten izleneceği gibi kumtaşıları ve volkanik tüf örneklerdeki silisyum dioksit değerleri ile Brazilian çekme dayanımı arasında pozitif korelasyon bulunmaktadır. Kumtaşılarındaki korelasyon % 18,68 gibi düşük bir değer iken, volkanik tüflerde % 45,36 olarak hesaplanmıştır.



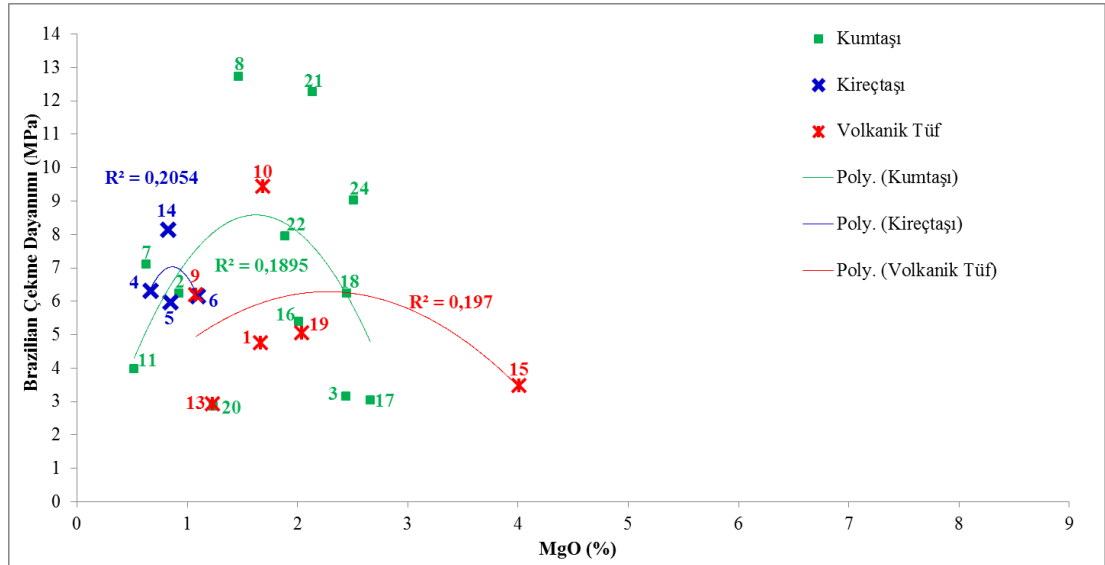
Şekil 4.83. SiO₂ içeriği ile Brazilian çekme dayanımı arasındaki ilişki

CaO – Brazilian Çekme Dayanımı İlişkisi, Şekil 4.84.'ten izleneceği gibi kumtaşı örneklerde kalsiyum oksit içeriği ile çekme dayanımı arasında negatif bir korelasyon bulunmaktadır. Korelasyon katsayısı %20,63 olarak hesaplanmıştır.



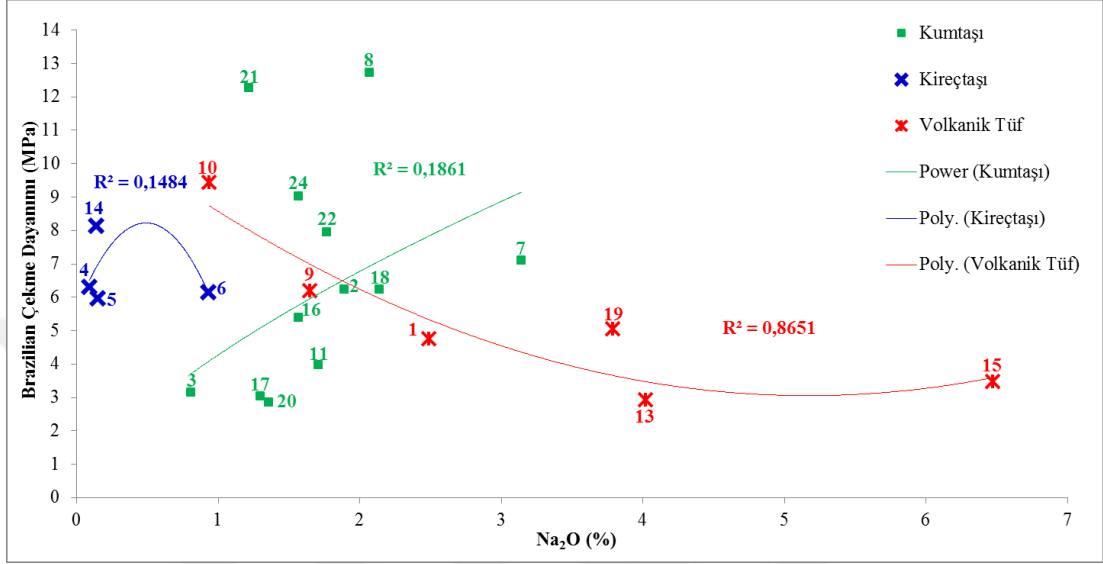
Şekil 4.84. CaO içeriği ile Brazilian çekme dayanımı arasındaki ilişki

MgO – Brazilian Çekme Dayanımı İlişkisi, Şekil 4.85.'ten izleneceği gibi kumtaşı örnekler arasında belirgin bir korelasyon bulunmazken, en yüksek korelasyon katsayısı kireçtaşı örneklerde % 20,54 olarak hesaplanmıştır. Kumtaşı örneklere ait magnezyum oksit değerleri % 0,52 ile % 2,66 değer aralığında bulunmaktadır.



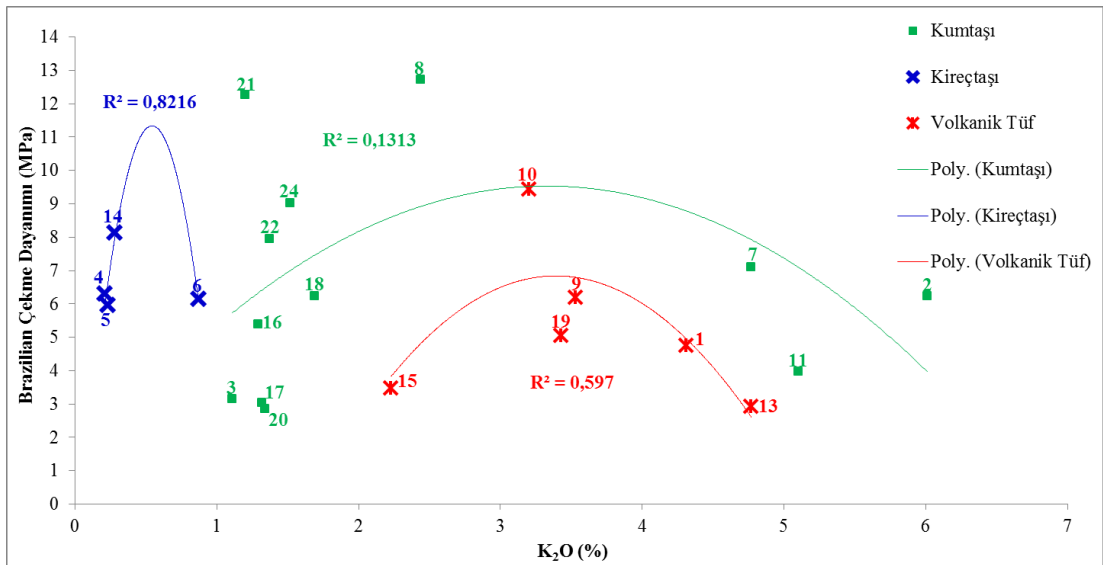
Şekil 4.85. MgO içeriği ile Brazilian çekme dayanımı arasındaki ilişki

Na₂O – Brazilian Çekme Dayanımı İlişkisi, Şekil 4.86.'dan izleneceği gibi kumtaşı örneklerde sodyum oksit içeriği ile çekme dayanımı arasında pozitif ancak düşük korelasyonlu bir ilişki mevcuttur. Korelasyon katsayısı % 18,61 olarak hesaplanmıştır. Volkanik tüflerde ise negatif korelasyon mevcut olup, korelasyon katsayısı % 86,51'dir.



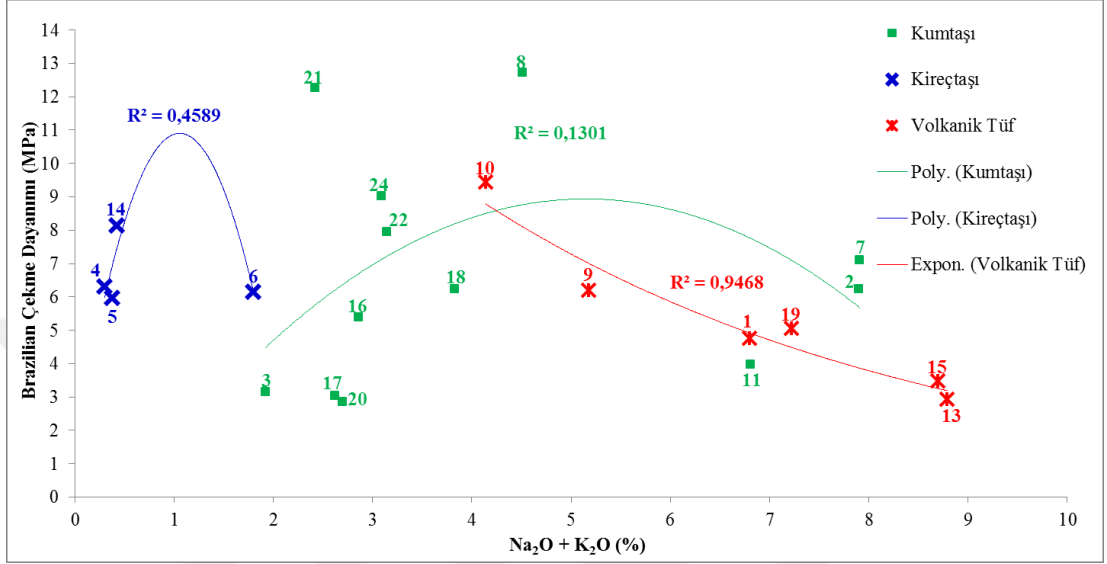
Şekil 4.86. Na₂O içeriği ile Brazilian çekme dayanımı arasındaki ilişki

K₂O – Brazilian Çekme Dayanımı İlişkisi, Şekil 4.87.'den izleneceği gibi kumtaşı örneklerde belirgin bir korelasyon olmayıp, korelasyon katsayısı % 13,13 olarak hesaplanmıştır. Potasyum oksit değerleri % 1,11 ile % 6,01 değer aralığında bulunmaktadır.

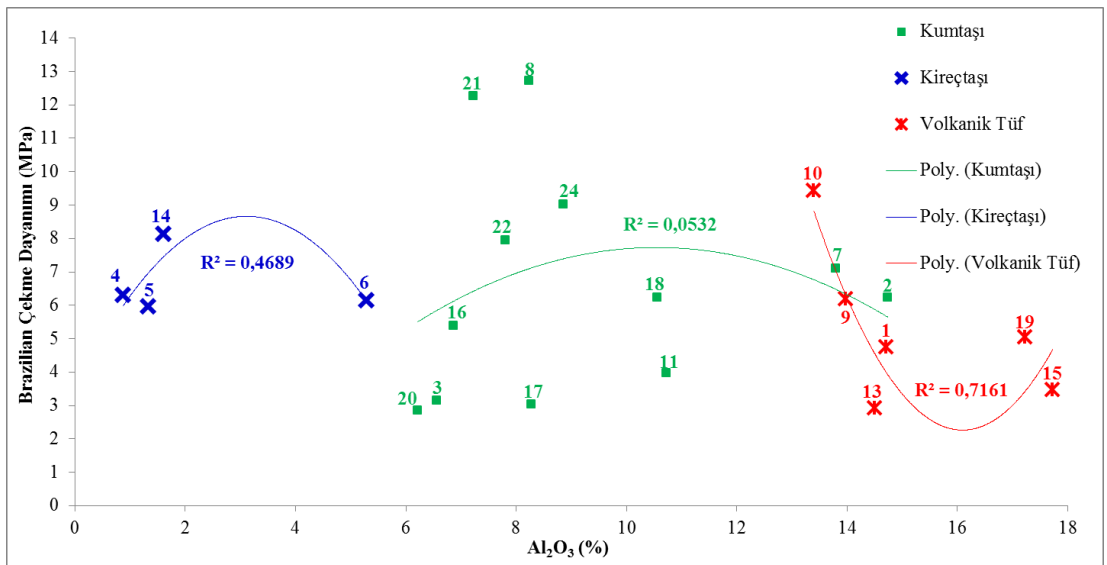


Şekil 4.87. K₂O içeriği ile Brazilian çekme dayanımı arasındaki ilişki

Alkali (Na_2O+K_2O) – Brazilian Çekme Dayanımı İlişkisi, Şekil 4.88.’den izleneceği gibi kumtaşı örneklerde belirgin bir korelasyon yoktur. Volkanik tüflerde ise sodyum oksit grafiğinde olduğu gibi negatif korelasyon bulunmaktadır. Potasyum oksitlerin toplam alkaliler içerisinde etkisi volkanik tüf örneklerde daha düşüktür. Korelasyon katsayısı volkanik tüflerde % 94,68 olarak hesaplanmıştır.

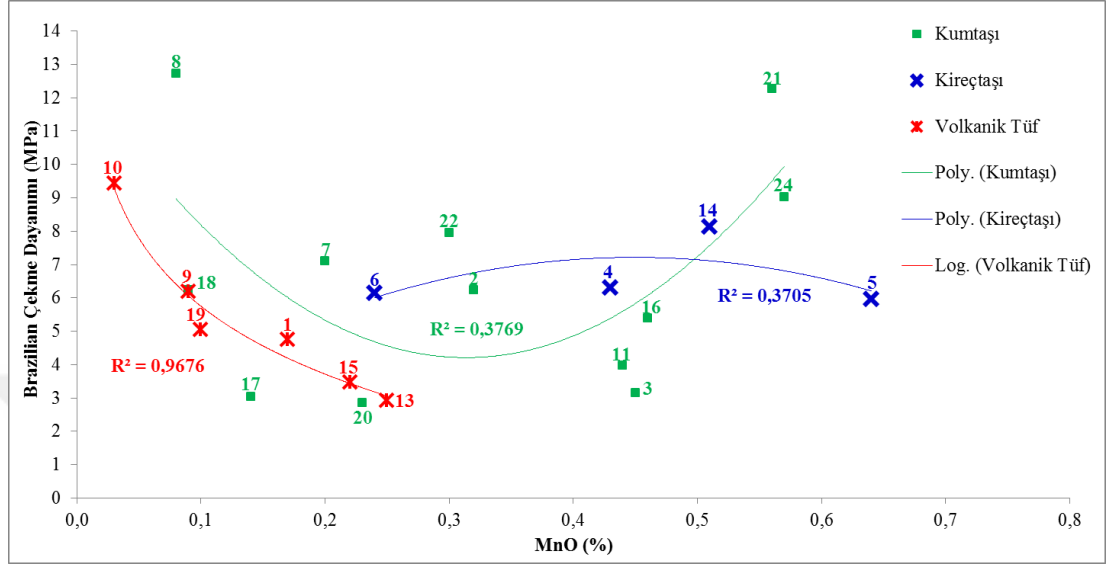


Şekil 4.88. Alkali (Na_2O+K_2O) içeriği ile Brazilian çekme dayanımı arasındaki ilişki Al_2O_3 – Brazilian Çekme Dayanımı İlişkisi, Şekil 4.89.’dan izleneceği gibi örnek gruplarına ait grafiklerde alkalilere ilişkin Şekil 4.88.’deki grafikteki eğilimlere benzer eğilimler oluşmaktadır. Kumtaşı örneklerde belirgin bir korelasyon bulunmamaktadır.



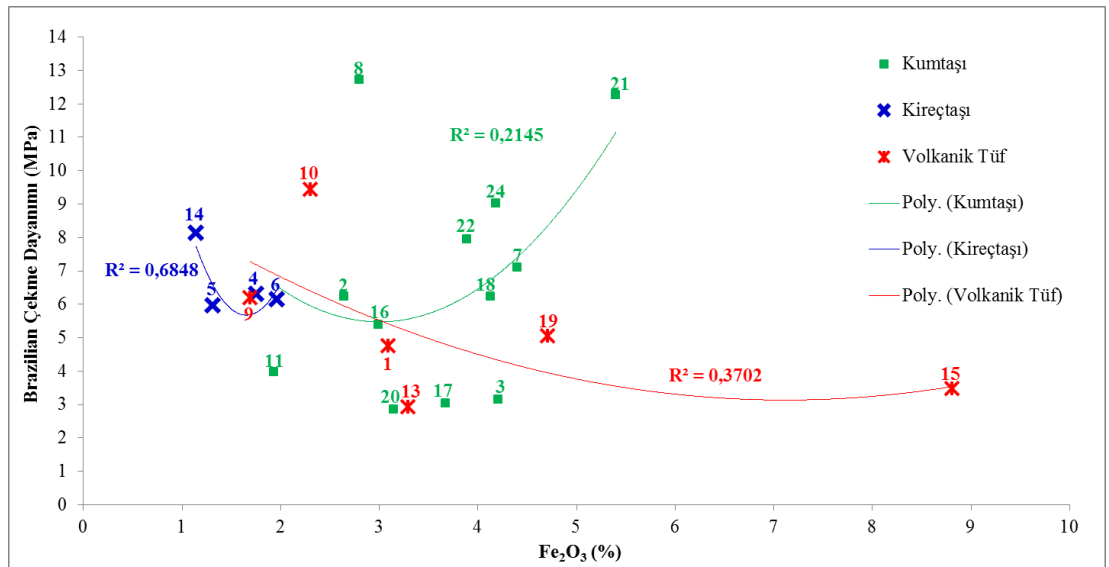
Şekil 4.89. Al_2O_3 içeriği ile Brazilian çekme dayanımı arasındaki ilişki

MnO – Brazilian Çekme Dayanımı İlişkisi, Şekil 4.90.'dan izleneceği gibi kumtaşı örneklerde belirgin bir korelasyon mevcut olmayıp mangan oksit içeriği ile çekme dayanımı arasındaki korelasyon katsayısı % 37,69 olarak hesaplanmış, volkanik tüflerdeki negatif korelasyon ise % 96,76 düzeyindedir.



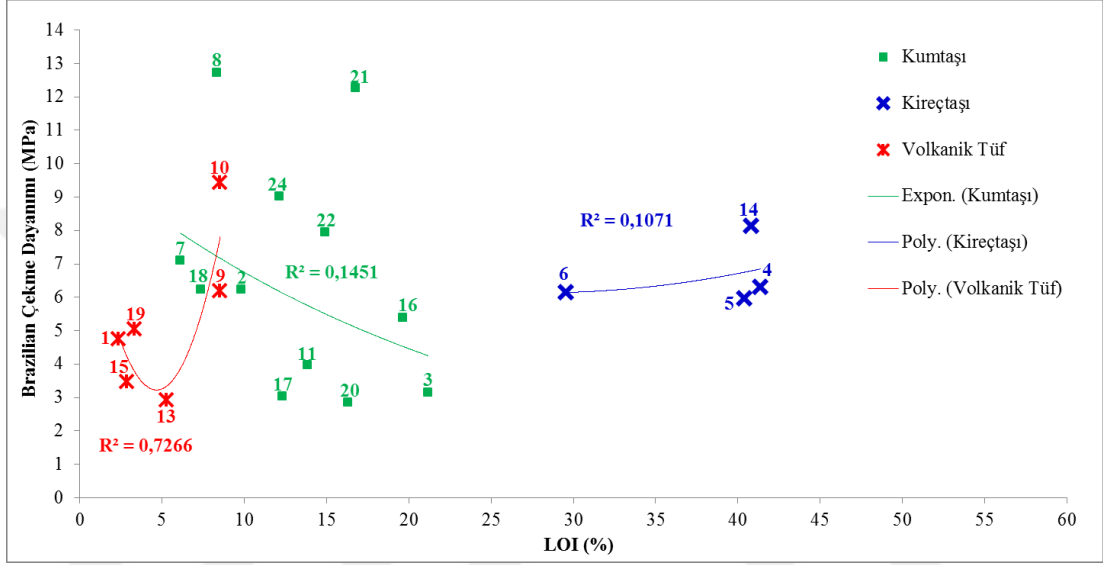
Şekil 4.90. MnO içeriği ile Brazilian çekme dayanımı arasındaki ilişki

Fe₂O₃ – Brazilian Çekme Dayanımı İlişkisi, Şekil 4.91.'den izleneceği gibi, Şekil 4.79.'daki demir (III) oksit ile tek eksenli basınç dayanımı ilişkisinde de olduğu gibi sadece kumtaşı örneklerindeki demir (III) oksit içeriği ile Brazilian çekme dayanımı arasında pozitif korelasyon mevcuttur. Korelasyon katsayısı % 21,45 olup, basınç dayanımı ilişkisindeki katsayıya göre daha yüksektir. Volkanik tüf ve kireçtaşı örneklerde de basınç dayanımı ilişkisinde olduğu gibi negatif korelasyon mevcuttur.



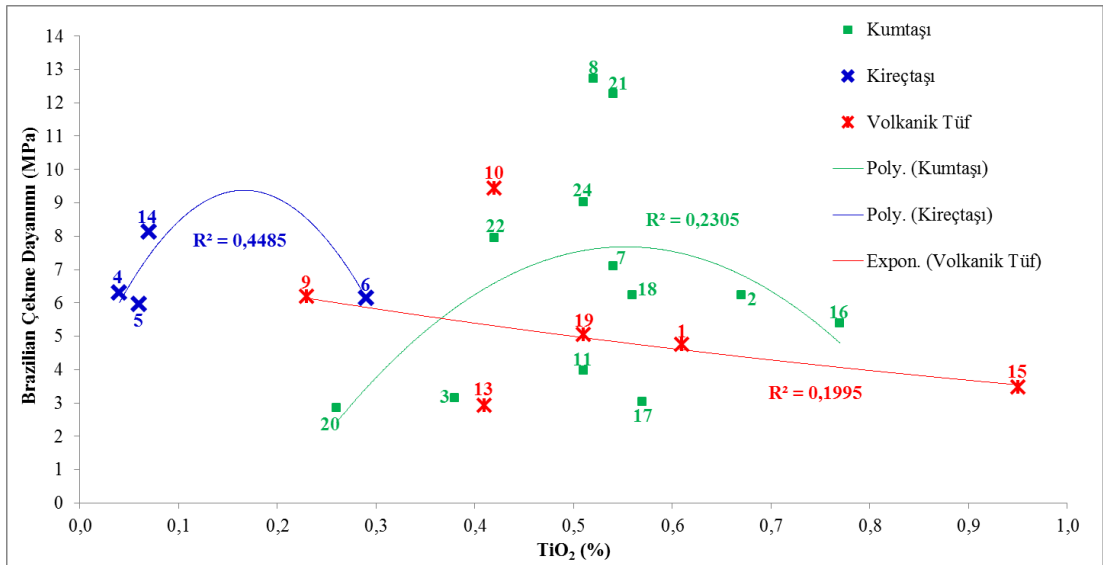
Şekil 4.91. Fe₂O₃ içeriği ile Brazilian çekme dayanımı arasındaki ilişki

LOI Kızdırma Kaybı – Brazilian Çekme Dayanımı İlişkisi, Şekil 4.92.'den izleneceği gibi kumtaşı örneklerdeki korelasyon katsayısı her ne kadar düşük olsa da ateş zayıyatının artması durumunda Brazilian çekme dayanımında azalma gözlemlenmektedir. Ateş zayıyatı değerleri, kireçtaşlarında % 29,58 - % 41,38 aralığında, kumtaşlarında % 6,09 - % 21,15 aralığında, volkanik tüflerde ise % 2,36 - % 8,52 aralığında kümelenmiş olup volkanik tüflerdeki korelasyon katsayısı % 72,66 olarak, kireçtaşlarında ise % 10,71 olarak hesaplanmıştır. CaO grafiğiyle benzerdir.



Şekil 4.92. LOI kızdırma kaybı ile Brazilian çekme dayanımı arasındaki ilişki

TiO₂ – Brazilian Çekme Dayanımı İlişkisi, Şekil 4.93.'ten izleneceği gibi örneklerin titanyum oksit değerleri çok düşük olup, Brazilian çekme dayanım değerleri ile belirgin bir korelasyonu bulunmamaktadır.



Şekil 4.93. TiO₂ içeriği ile Brazilian çekme dayanımı arasındaki ilişki

Özet olarak, mineralojik-petrografik, fizikomekanik, jeokimyasal özellikleri bakımından birlikte değerlendirmeleri regresyon analizleriyle yapılan kumtaşı, kireçtaşı ve volkanik tüf örneklerinin birbirleriyle uyumlu oldukları veya farklılık gösterdikleri özellikleri analitik olarak çalışılmış, gerek arazide yapılan gözlemler gerek laboratuvarda yapılan ölçümler neticesinde elde edilen veriler ışığında, tüm verilerin birbirleriyle olan ilişkileri incelenerek korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Buna göre, kumtaşları örneklerine ait fiziksel, mekanik özellikler ile majör oksitler arasında korelasyon katsayısının % 50'nin üzerinde olduğu ilişkiler gözlemlenmemiştir.

4.6. KUMTAŞLARININ ISIL PARAMETRELERİNİN DEĞERLENDİRMESİ

Isıl İletkenlik Katsayısı λ

18 nolu örnek : $\lambda = 1,82 \text{ W/m}^\circ\text{C}$

22 nolu örnek : $\lambda = 1,87 \text{ W/m}^\circ\text{C}$

Kumtaşları için TS 825 Ek E standart değer: 2,3

Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü μ

18 nolu örnek : 129

22 nolu örnek : 582

Kumtaşları için TS 825 Ek-E standart değer: 200/250

Ortalama porozite değerleri

18 nolu örnek : 3,27 %

22 nolu örnek : 2,25 %

Ortalama Kuru Yoğunluk

18 nolu örnek : $2,51 \text{ g/cm}^3$

22 nolu örnek : $2,61 \text{ g/cm}^3$

Kumtaşları için ISO FDIS 10456 standart değer: 2,6

Çizelge 4.17. 18 ve 22 nolu örneklere ait ısı parametrelerle fiziksel özelliklerin mukayeseli değerlendirmesi

Isıl Parametreler	Örnek 18	Örnek 22
Isı iletkenlik katsayısı (λ)	1,82	1,87
Su buharı difüzyon direnç faktörü (μ)	129	582
Ortalama porozite % (p)	3,27	2,25
Ortalama yoğunluk (ρ)	2,51	2,61
Ortalama birim hacim ağırlık (γ)	24,64	25,60

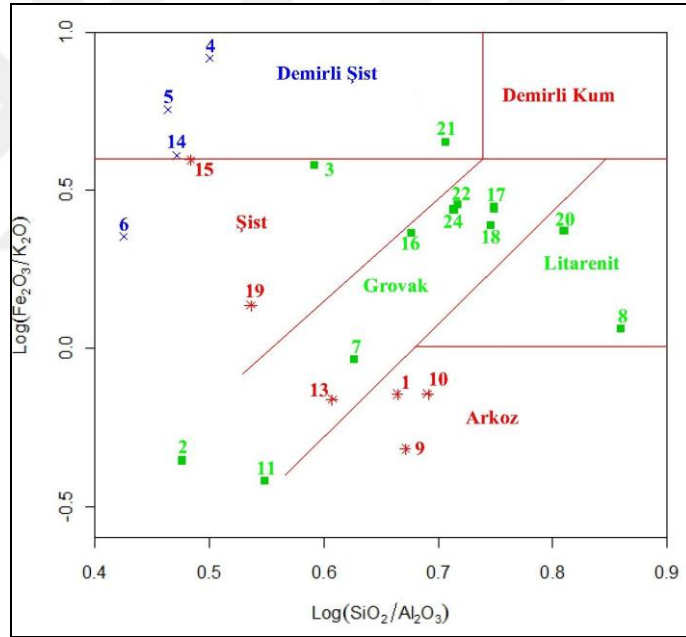
4.7. ÖRNEKLERİN SINIFLANDIRILMASINDA FARKLI ANALİZ YÖNTEMLERİNİN KULLANIMI

Örneklerin sınıflandırılmasında iki tür yöntem kullanılması gerekir. Bu çalışmada hem aynı bilim dalında yapılmış olan bilimsel araştırmalardaki sınıflandırma yöntemlerinden faydalanılarak elde edilen verilerin önceki çalışmalarla mukayesesi yapılmış hem de başka bilim dallarında kullanılan sınıflandırma yöntemlerinin araştırılarak elde edilen verilere uygunluğu ile analizlerinin yapılarak sonuçların hassas şekilde kontrol edilmesi sağlanmıştır. Kumtaşları ile ilgili olarak daha önce birçok araştırmacı tarafından hazırlanan sınıflandırma diyagramları mevcut veriler ile karşılaştırılarak özellikleri hakkında benzerlikleri ve farklılıkları ortaya konmuştur. Ayrıca farklı bir yol izlenerek, farklı bilim dallarında da kullanılan çok değişkenli data analiz yöntemlerinin mevcut verilere uygulanmasıyla elde edilen diyagramların önceki sınıflandırma yöntemleriyle birebir örtüştüğü görülmüştür.

4.7.1. Gelibolu Kumtaşlarının Jeokimyasal Verilere Göre Sınıflandırılması

Kumtaşları sedimanter kayaç grubunda olmakla birlikte volkanik (yüzey), plütonik (derinlik) kayaçlardan kökenlenmektedir. Zaman içerisinde bu kayaçların çökmesiyle oluşan tortul kayaçların köken olarak araştırması jeokimyasal veriler ve bağıntılar kullanılarak Geochemical Data GCDkit programı kullanılarak araştırılmış ve değerlendirilmiştir. Mineralojik-petrografik olarak incelemesi yapılan örneklerin genellikle benzer özellikli olanlarının ortak bölgede toplandıkları belirlenmiştir. Sınıflandırmalarda örneklerin kökenlendikleri kayaçların özellikleri daha belirgin olarak ortaya konmuştur. Oluşturulan grafiklerde ve üçgen diyagramlarda önceki bölümlerde olduğu gibi, kumtaşı örnekleri yeşil renkle, kireçtaşı örnekleri mavi renkle, volkanik tüf örnekleri ise kırmızı renkle gösterilmiştir.

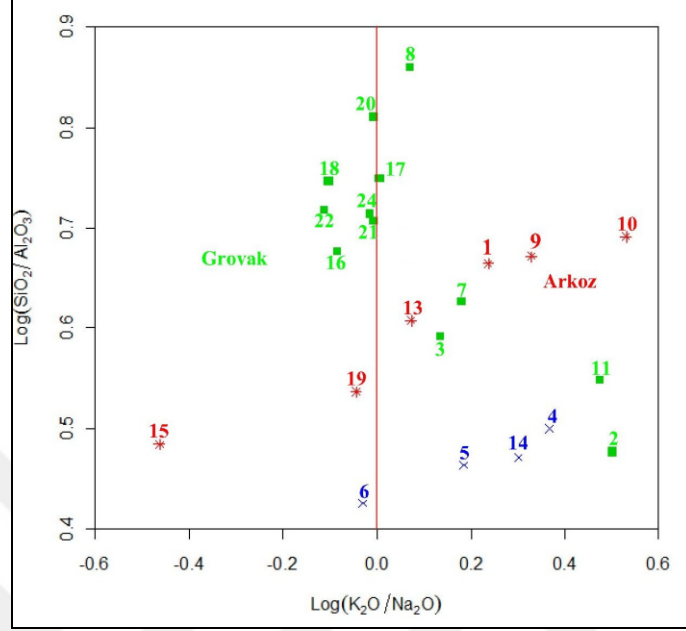
Pettijohn tarafından 1963 ve 1975 yıllarında geliştirilmiş aşağıdaki grafikler en yaygın olarak kullanılan kumtaşı sınıflandırma grafikleridir. Bu çalışmada kullanılan örnekler kireçtaşları, kumtaşları ve volkanik tüfler olarak üç farklı grupta olduklarından, Pettijohn'un çalışmasında elde etmiş olduğu sınıflandırma kriterlerinden faydalanırken sadece kumtaşı örneklerin sınıflandırma özellikleri dikkate alınmıştır. Log (SiO₂/Al₂O₃) ile Log (Fe₂O₃/K₂O) değerlerine göre Şekil 4.94.'teki grafikteki bölgeler ile kumtaşı örneklerinin çeşitlerine göre sınıflandırması yapılmıştır. Buna göre sırasıyla 2, 7, 11, 16, 17, 18, 22 ve 24 nolu kumtaşı örnekleri grovak, 8 ve 20 nolu örnekler litarenit, 21 nolu örnek demirli şist, 3 nolu örnek ise şist sınıfında değerlendirilmektedir. 7, 16 ve 22 numaralı örneklerin aynı sınıfta (grovak) yer almış olmaları önceki bölümlerde yapılan regresyon analizleri ile örtüşen bir durumdur. Ayrıca 21 numaralı örneğin tüm örneklerden farklı olarak demirli şist sınıfında yer alması dikkat çekici bir farklılıktır.



Şekil 4.94. Örneklerin Pettijohn 1963 ve 1975'e göre sınıflandırılması

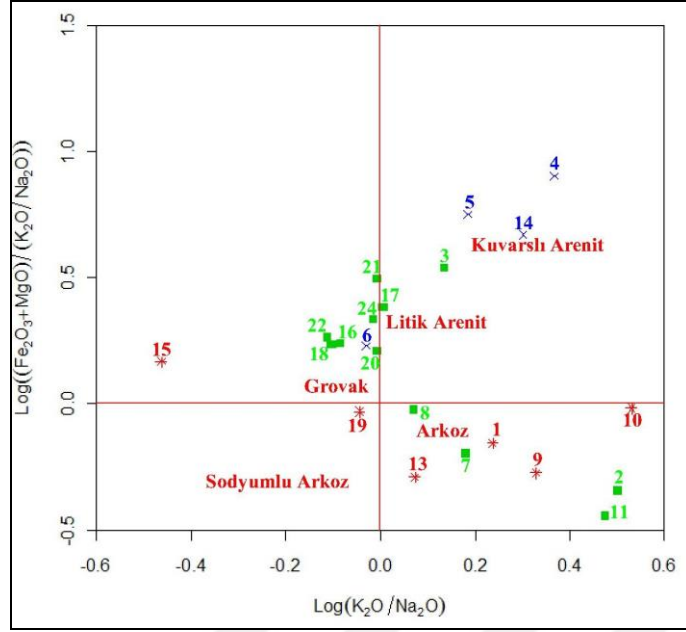
Pettijohn (1963,1975) tarafından geliştirilen bir başka çalışma ise Şekil 4.95.'te verilen Log (K₂O/Na₂O) ile Log (SiO₂/Al₂O₃) grafiğidir. Bu grafiğe göre yapılan sınıflandırmada ise 16, 18, 20, 21, 22, 24 nolu kumtaşı örnekleri grovak sınıfında, 2, 3, 7, 8, 11, 17 nolu kumtaşı örnekleri ise arkoz sınıfında değerlendirilmektedir. Bu grafikte yine 16,18, 22, 24 nolu kumtaşı örnekleri yakın özellikler gösterirken 17, 20 ve 21 nolu kumtaşı örnekleri grovak ve arkoz sınıfları arasında sınır değerde

kalmaktadırlar. 8 numaralı örnek ise bir önceki Şekil 4.94.'teki grafikte olduğu gibi yine arkoz sınıfının en üst bölümünde farklılaşarak dikkat çekmektedir.



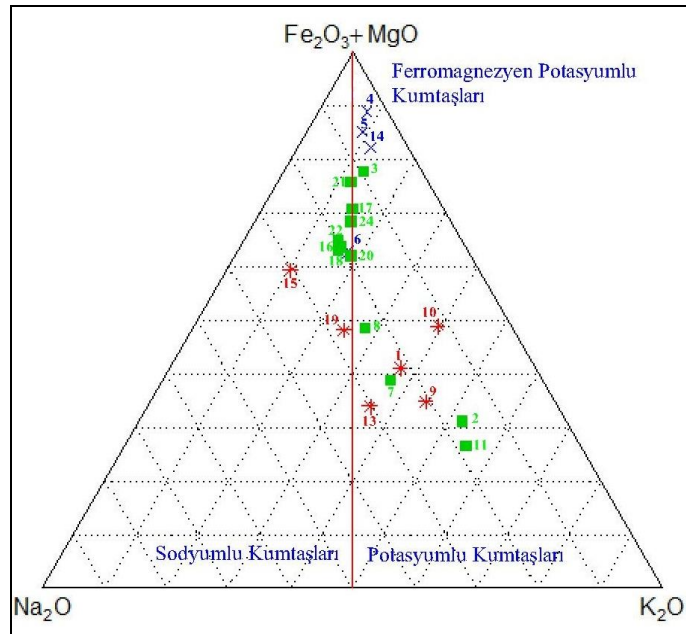
Şekil 4.95. Örneklerin Pettijohn 1963 ve 1975'e göre sınıflandırılması

Pettijohn'un (1963,1975) çalışmalarından farklı bir sınıflandırma örneği baz alınarak bu çalışmada kullanılan örneklere ait değerlere göre yapılan sınıflandırmada ise Şekil 4.96.'da verilen $\text{Log}(\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O})$ ile $\text{Log}((\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO})/(\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}))$ grafiği kullanılmıştır. Bu grafiğe ve sınıflandırmaya göre yine 16, 18, 20, 22, 24 nolu kumtaşı örnekleri benzer şekilde kümelenecek grovak sınıfında değerlendirilirken, 2, 7, 8, 11 nolu kumtaşı örnekleri arkoz sınıfında değerlendirilmiştir. 21 nolu örnek ise yine grovak sınıfının üzerinde yer alarak farklılaşmıştır. 3 ve 17 nolu kumtaşı örnekleri ise litik arenit sınıfında yer almaktadır.



Şekil 4.96. Örneklerin Pettijohn 1963 ve 1975'e göre sınıflandırılması

Şekil 4.97.'deki üçgen diyagram sınıflandırmada ise (Fe_2O_3+MgO) ile Na_2O ve K_2O değerlerine göre 16, 17, 18, 20, 22, 24 nolu kumtaşı örnekleri yine kümelenerek sodyumlu kumtaşları sınıfında, 2, 7, 8, 11 nolu kumtaşı örnekleri potasyumlu kumtaşları sınıfında, 3 nolu kumtaşı örneği ferromagnezyen potasyumlu kumtaşları sınıfında, 21 nolu kumtaşı örneği ise ferromagnezyen sodyumlu kumtaşları sınıfında yer almıştır.



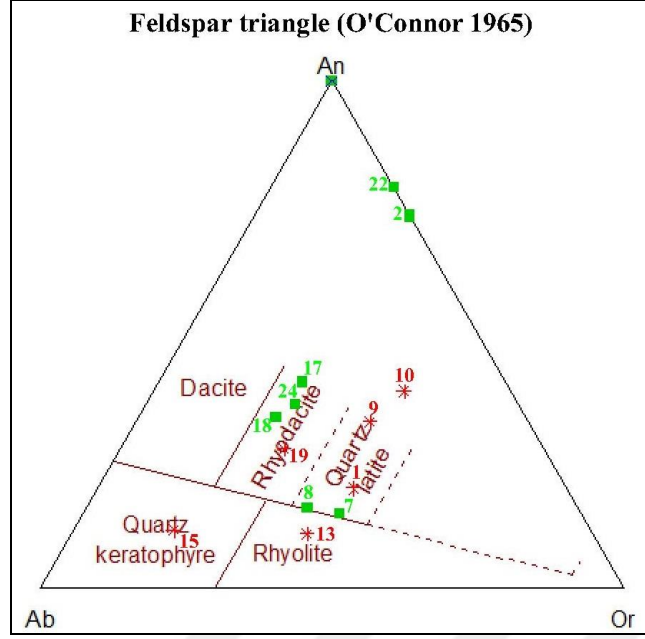
Şekil 4.97. Örneklerin Pettijohn 1963 ve 1975'e göre sınıflandırılması

Lindsey D.A.'nın Pettijohn'un 1963, 1975 bağıntılarını kullanarak yapmış olduğu kumtaşı sınıflandırma çalışmalarına paralel olarak yapılan bu sınıflandırmalardan elde edilen sonuçlara göre oluşan diyagramlar Şekil 4.94.'ten Şekil 4.97.'ye kadar olan grafiklerde verilmiştir. Kumtaşlarının kendi içinde de sınıflara ayrıldığı bu diyagramlarda örnekler grovak, arkoz, kuvarslı arenit, sodyumlu arkoz, şist, demirli şist, litarenit, ferromagnezyen, sodyumlu ve potasyumlu kumtaşları olarak ayrılmaktadır. Bu sınıflandırma gruplarının ve deneysel sonuçların olduğu tablo Çizelge A.10'da detaylı olarak sunulmaktadır.

4.7.1.1. Jeokimyasal Verilere Göre Sınıflandırmada Volkanik (Yüzey) Kayaçlardan Kökenlenme Analizi

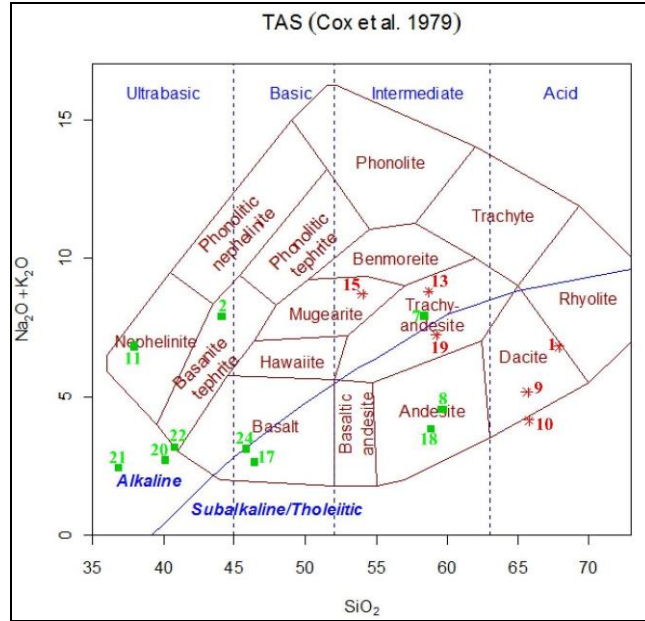
Volkanik (yüzey) kayaçlarından kökenlenme sınıflarına göre analizleri yapılan örnekler Çizelge A.7.'de bir bütün olarak sunulmuştur. Şimdiye kadar yapılmış jeokimyasal veri analiz çalışmalarından yola çıkılarak, O'Connor 1965, Cox 1979, De La Roche 1980, Jensen 1976, Le Bas 1986, Middlemost 1994, Winchester & Floyd 1977 diyagramlarından faydalanılmıştır. Bu diyagramlara göre sedimanter kayaçların hangi tür volkanik kayaçlardan kökenlendiğine dair sınıflandırmalar ortaya konmuştur. Şekil 4.98. ile 4.104. arasında bu diyagramlara ayrıntılı olarak yer verilmektedir.

Şekil 4.98.'deki O'Connor (1965) üçgen diyagramından görüleceği üzere 7 ve 8 nolu kumtaşı örneklerinin kuvars latit ile riyolitlerden, 2, 17, 18, 22, 24 nolu örneklerin ise riyodasitlerden kökenlendikleri düşünülerek farklı sınıflara ayrılmaktadırlar. Mağmatik kayaçların mineralo-kimyasal sınıflandırmasında Denaeyer (1951)'e göre riyolitler silis bakımından aşırı doygun kayaçlar sınıfında (asidik), riyodasitler ise silis bakımından doygun kayaçlar sınıfında (nötr) yer almaktadır. Üçgen diyagramdaki feldispatların kimyasal formül açılımları; An (anortit) $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ (Kalsiyum feldispat), Ab (albit) $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ (Alkali feldispat), Or (ortoz) KAlSi_3O_8 (Alkali feldispat) şeklindedir.



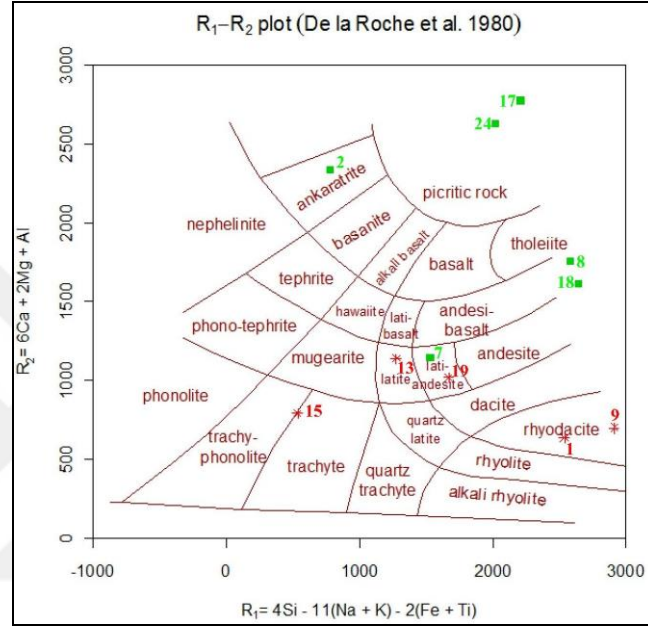
Şekil 4.98. Örneklerin O'Connor (1965)'a göre köken sınıflandırması

Cox ve diğ. (1979)'a ait Şekil 4.99.'daki TAS diyagramına göre 2, 11, 20, 21, 22 ultrabazik kayaçlar sınıfında, 17 ve 24 nolu örnekler bazik kayaç sınıfında, 7, 8, 13, 15, 18 ve 19 nolu örnekler nötr kayaç, 1, 9 ve 10 nolu örnekler ise asidik kayaç sınıfında yer almıştır. Bu sınıflandırmaya göre bu çalışmada kullanılan kumtaşı örneklerinin ağırlıklı olarak ultrabazik ve bazik kayaç sınıfından kökenlenmiş oldukları değerlendirilmektedir.



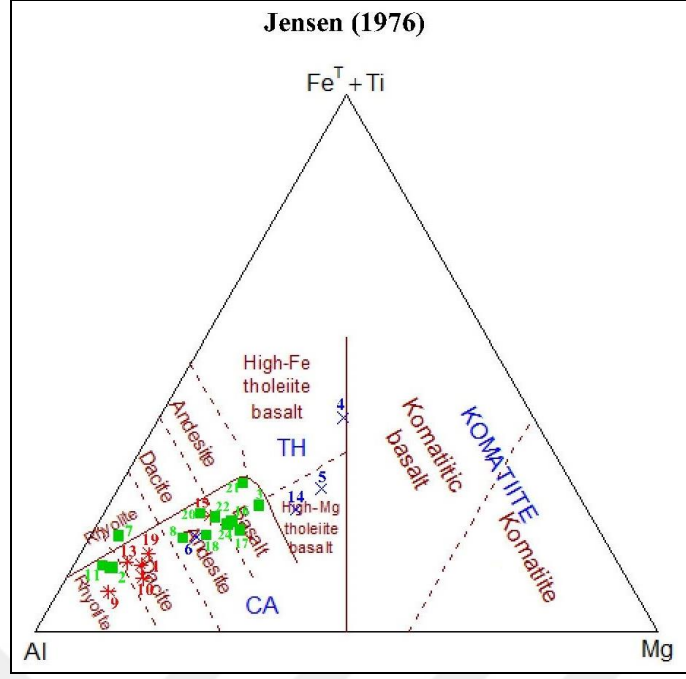
Şekil 4.99. Örneklerin Cox. vd. 1979'a göre köken sınıflandırması

De La Roche ve diğ. (1980)'e ait Şekil 4.100.'deki R_1 - R_2 diyagramına göre Cox diyagramında da olduğu gibi 8 ve 18 nolu örnekler andezit, 7, 13, ve 19 nolu örnekler lati andezit grubunda yer alarak benzer özellikler göstermiştir. R_1 eksenindeki değerler $4*Si - 11 * (Na+K) - 2*(Fe+Ti)$ olarak, R_2 eksenindeki değerler ise $6*Ca + 2 * Mg + Al$ şeklinde değerlendirilmektedir. 17 ve 24 nolu örnekler de bir önceki diyagramda olduğu gibi bazik/ultrabazik kayalar sınıfında yer almaktadır.



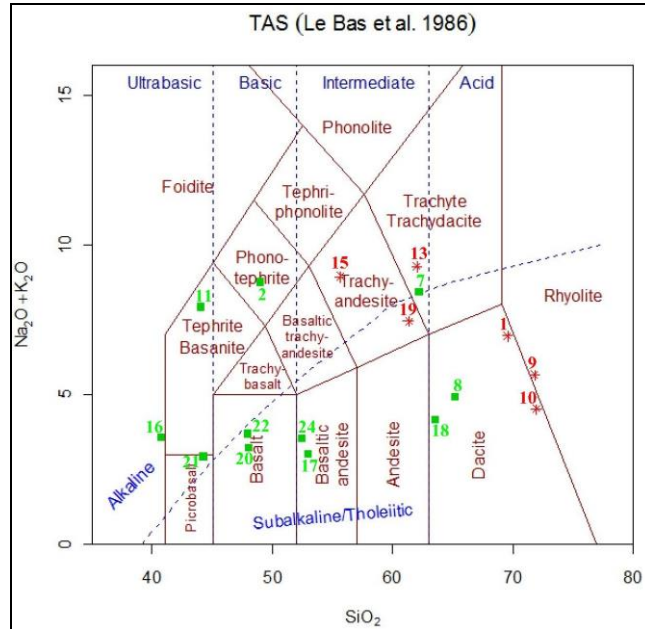
Şekil 4.100. Örneklerin De La Roche vd. 1980'e göre köken sınıflandırması

Jensen (1976)'ya ait Şekil 4.101.'deki üçgen diyagramda çalışmada kullanılan örneklerin TH (toleyitik seriler), CA (kalkalkalin seriler), komatit seriler şeklindeki sınıflandırmaları gösterilmektedir. Volkanik tüf örnekleri riyolit ve dasit grubunda, kumtaşı örnekleri ise riyolit, andezit, bazalt gruplarında bulunarak kalkalkalin serilerde, kireçtaşı örnekler ise toleyitik ve komatit serilerde yer almışlardır.



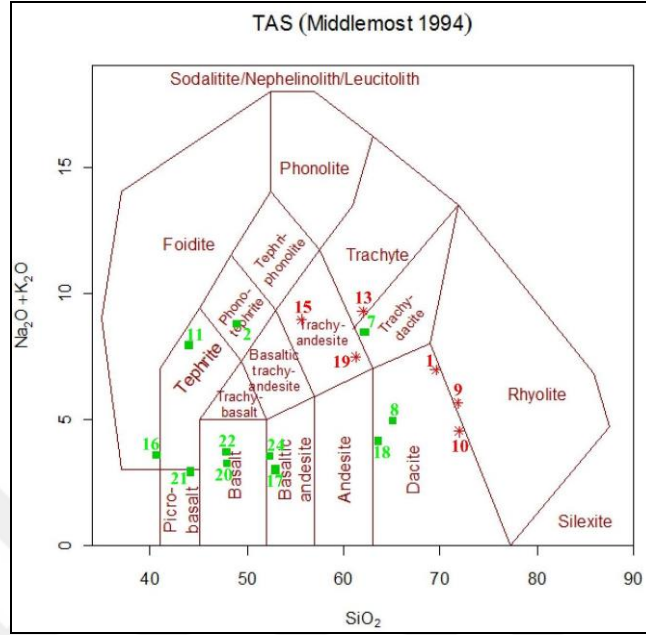
Şekil 4.101. Örneklerin Jensen 1976'ya göre köken sınıflandırması

Le Bas ve diğ. (1986)'ya ait Şekil 4.102.'deki TAS diyagramında Şekil 4.99.'daki Cox ve diğ. (1979)'daki sınır değerler farklılaşmıştır. 8 ve 18 nolu örnekler andezit grubundayken bu diyagramda dasit grubu olarak isimlendirilmektedir. Kireçtaşları ise her iki diyagramda da sınıflandırma dışında kalmaktadır.



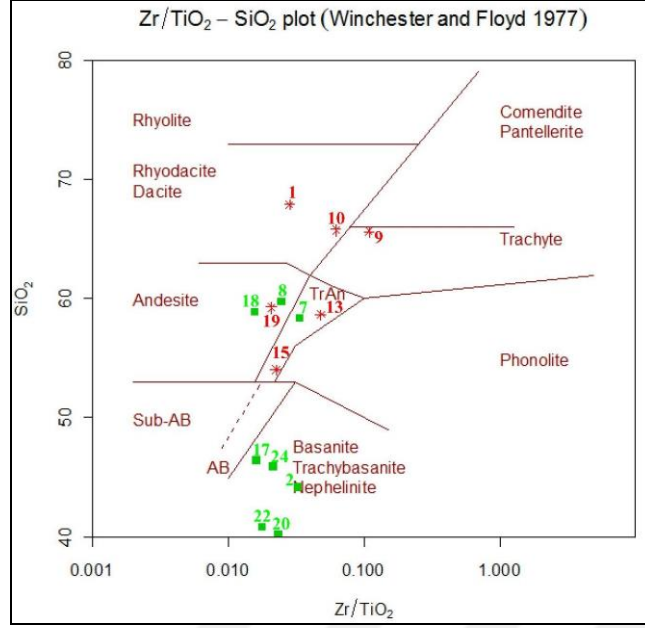
Şekil 4.102. Örneklerin Le Bas vd. 1986'ya göre köken sınıflandırması

Middlemost (1994)'e ait Şekil 4.103.'teki TAS diyagramında yine sınır değerleri farklılaştırılarak yeni sınırlar belirlenmiştir. $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ toplamının SiO_2 ile olan değişimi üç farklı TAS diyagramında da farklı sınır değerleriyle değerlendirilmiştir.



Şekil 4.103. Örneklerin Middlemost 1994'e göre köken sınıflandırması

Winchester ve Floyd (1977)'ye göre Şekil 4.104.'te yapılan sınıflandırmaya göre kireçtaşı örnekler yine sınıflandırma dışı kalmış olup, 1 ve 10 nolu volkanik örnekler riyodasit, dasit grubunda, 9 nolu örnek trakit grubunda, 7, 13, 15 nolu örnekler trakiandezit grubunda, 8, 18, ve 19 nolu örnekler andezit grubunda, 2, 17, 20, 22, ve 24 nolu örnekler ise bazanit, trakibazanit / nefelinit grubunda sınıflandırılmıştır. Silisyum dioksit içeriği yine belirleyici ana etken olmaktadır.

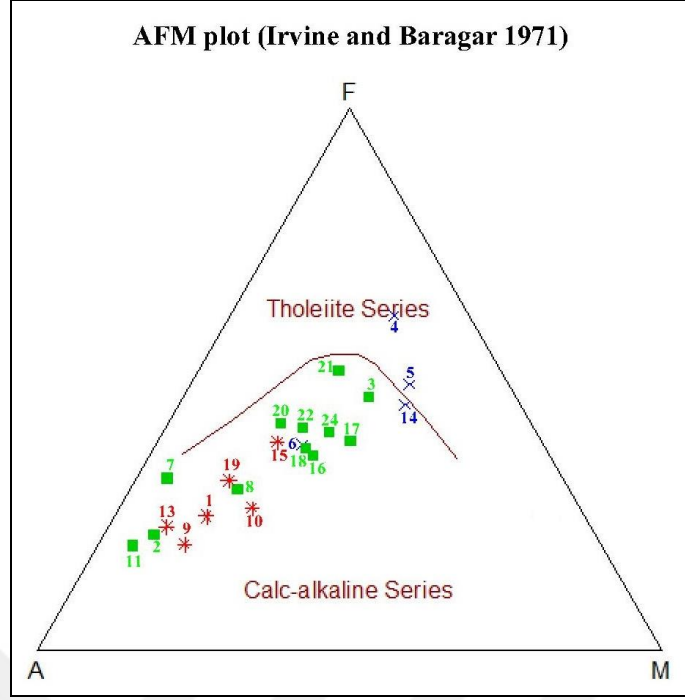


Şekil 4.104. Örneklerin Winchester ve Floyd (1977)'ye göre köken sınıflandırması

4.7.1.2. Jeokimyasal Verilere Göre Sınıflandırmada Plütonik (Derinlik) Kayaçlardan Kökenlenme Analizi

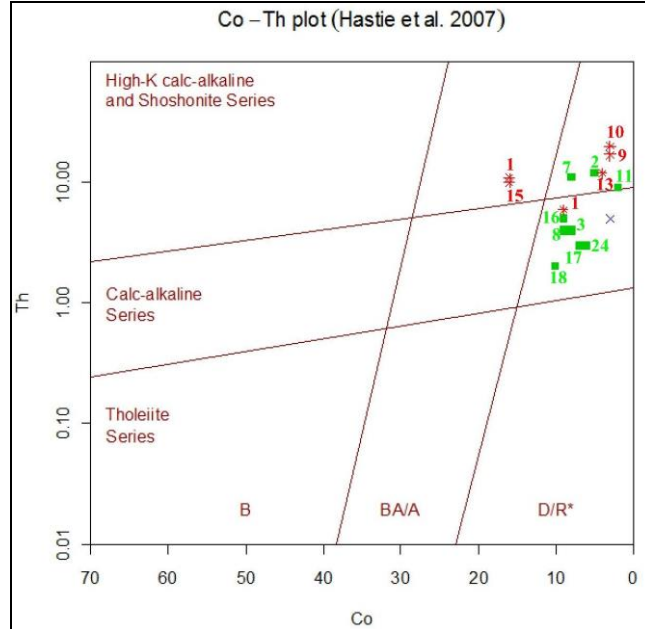
Plütonik (derinlik) kayaçlarından kökenlenme sınıflarına göre analizleri yapılan örnekler Çizelge A.8.'de bir bütün olarak sunulmuştur. Şimdiye kadar yapılmış jeokimyasal veri analiz çalışmalarından yola çıkılarak, Irvine & Baragar 1971, Hastle vd. 2007, Miyashiro 1974, Molar NaKAl, Shand 1943, Peccerillo & Taylor 1976, O'Connor 1965, Cox 1979, De La Roche 1980, Debon Le Fort, Debon Le Fort BA, Middlemost 1985, Middlemost 1994, Villaseca 1988 diyagramlarından faydalanılmıştır. Bu diyagramlara göre sedimanter kayaçların hangi tür plütonik kayaçlardan kökenlendiğine dair sınıflandırmalar ortaya konmuştur. Şekil 4.105. ile 4.118. arasında bu diyagramlara ayrıntılı olarak yer verilmiştir. Bu çalışmada GCDkit jeokimyasal veri analizi programından faydalanılmıştır.

Irvine ve Baragar (1971)'e göre Şekil 4.105.'teki AFM diyagramı A ile sodyum oksit ve potasyum oksit toplamını, F ile demir oksit toplamı, M ile magnezyum oksit toplamı simgelenmektedir. Kireçtaşı örnekleri toleyitik seride, volkanik tüfler ile kumtaşı örnekleri kalkalkalin seride yer almışlardır. 21 nolu örnek ise kumtaşı örneklerinin en üstünde üçgen diyagramın tam ortasında yer alarak eşit dağılıma sahip özellik göstermektedir.



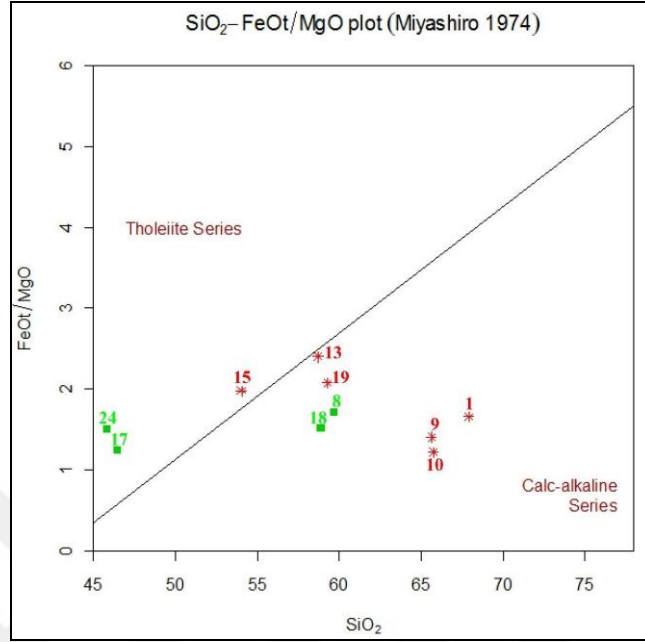
Şekil 4.105. Örneklerin Irvine ve Baragar 1971'e göre köken sınıflandırması

Hastie ve diğ. (2007)'ye göre Şekil 4.106.'daki diyagramdan da izleneceği gibi kumtaşı örnekleri kalkalkalin seride, volkanik tüfler ise şoşonit seride yer almaktadır. 1 ve 15 nolu volkanik tüf örnekleri bazaltik andezit grubunda iken, diğer örnekler ise dasitler ve riyolitler grubunda yer almaktadır.



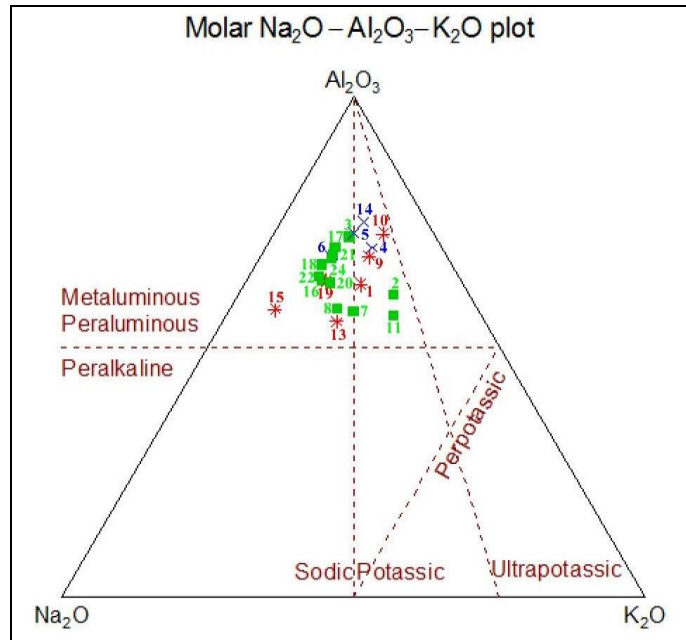
Şekil 4.106. Örneklerin Hastie vd. 2007'ye göre köken sınıflandırması

Miyashiro (1974)'e göre Şekil 4.107.'deki diyagramda 15 nolu örnek diğer volkanik tüf örneklerinden ayrılmaktadır. Kumtaşı örneklerde de 17 ve 24 nolu örnekler diğer kumtaşı örneklerden ayrılarak 15 nolu örnekle birlikte toleyitik seride yer almaktadır.



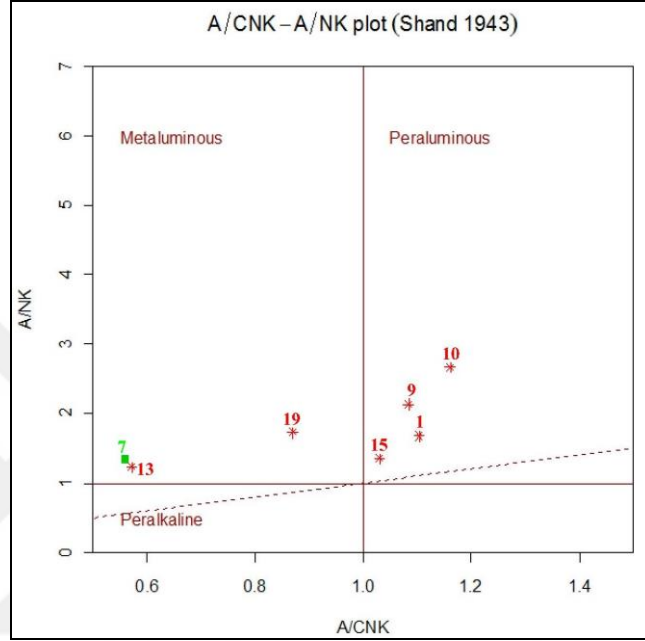
Şekil 4.107. Örneklerin Miyashiro 1974'e göre köken sınıflandırması

Şekil 4.108.'deki Molar üçgen diyagramına göre tüm örnekler peralüminli, metaalüminli kayaçlar grubuna girmektedir. Kireçtaşı örnekleri ağırlıklı olarak potasik kayaçlar, kumtaşları ise ağırlıklı olarak sodik kayaçlar grubunda, volkanik tüf örnekleri ise hem sodik hem potasik kayaçlar grubunda yer almaktadır.



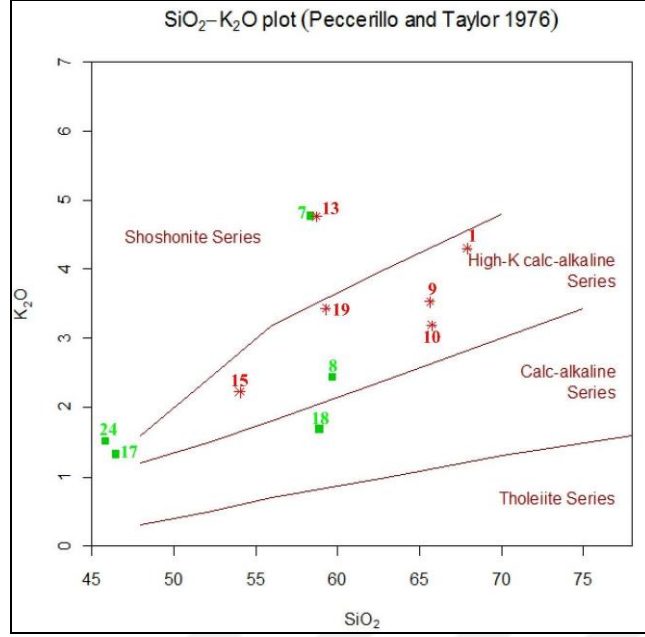
Şekil 4.108. Örneklerin Molar üçgen diyagramına göre köken sınıflandırması

Shand (1943)'e göre Şekil 4.109.'daki diyagramdan da izleneceği gibi kireçtaşı örnekler bu sınıflandırmanın dışında kalmaktadır. 1, 9, 10, 15 nolu örnekler per alüminli kayaçlar sınıfında, 7, 13, 19 nolu örnekler ise metaalüminli kayaçlar sınıfına girmektedir. 7 nolu örnek diğer kumtaşı örneklerden ayrılarak bu diyagramda yerini almıştır. A/CNK kısaltması alüminyum oksit değerinin kalsiyum oksit, sodyum oksit ve potasyum oksite ait değerlerin toplam yüzdelere olan oranını simgeler.



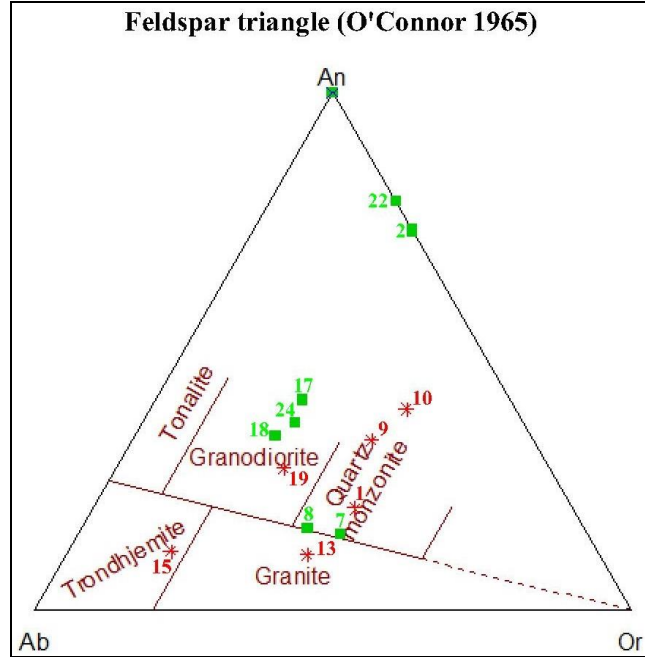
Şekil 4.109. Örneklerin Shand 1943'e göre köken sınıflandırması

Peccerillo ve Taylor (1976)'ya göre Şekil 4.110.'dan izleneceği gibi silisyum dioksit ve potasyum oksit içeriklerine göre kireçtaşı örnekler sınıflandırma dışı kalmış olup, 7, 24 ve 13 nolu örnekler şoşonit serilerde, 1, 8, 9, 10, 15, 17 ve 19 nolu örnekler yüksek potasyumlu kalkalkalin serilerde, 18 numaralı örnek ise kalkalkalin seride yer almaktadır. Ancak 17 ve 24 nolu kumtaşı örnekler şoşonit serinin sınır değerlerinde yer almaktadır.



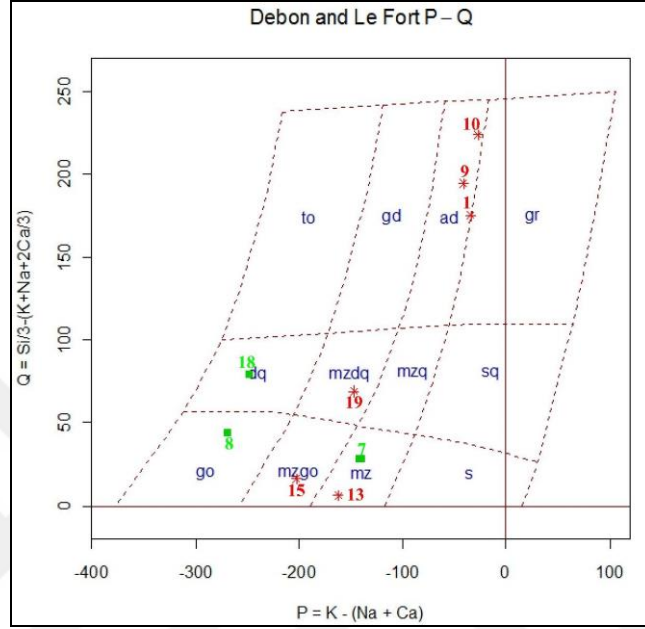
Şekil 4.110. Örneklerin Peccerillo ve Taylor 1976'ya göre köken sınıflandırması

O'Connor (1965)'e göre Şekil 4.111.'deki üçgen diyagramdan da izleneceği gibi kireçtaşı örnekleri sınıflandırma dışı kalmış olup, Şekil 4.98.'deki yüzey kayalarına karşılık gelen derinlik kayaları ile adlandırılmışlardır. Buna göre 2, 17, 18, 22, 24 nolu kumtaşı örnekleri ile 19 nolu volkanik tüf örneği granodiyorit grubunda, 7 ve 8 nolu kumtaşı örnekleri ile 1, 9, 10 nolu volkanik tüf örnekleri kuvarslı monzonit, 13 nolu örnek granit, 15 nolu örnek tranjimit grubunda yer almaktadır.



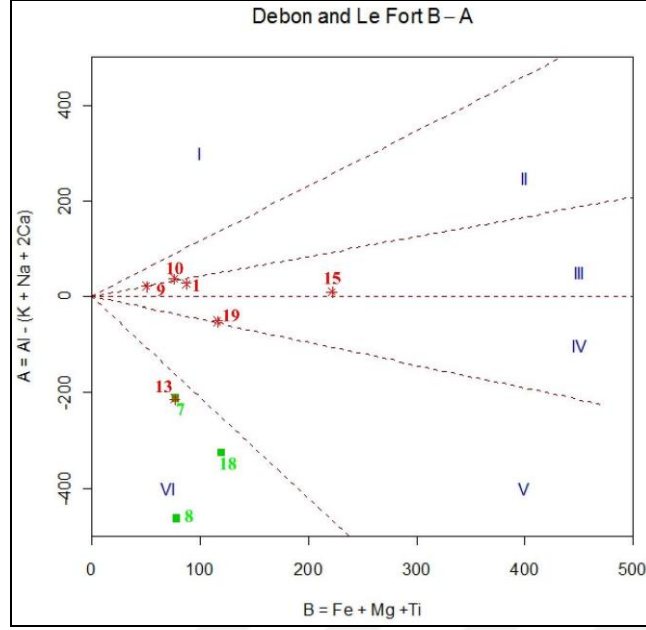
Şekil 4.111. Örneklerin O'Connor 1965'e göre köken sınıflandırması

Debon ve Le Fort P-Q'ya göre Şekil 4.114.'te verilen diyagrama göre 1,9,10 nolu volkanik tüf örnekler adamelit, 19 nolu volkanik tüf örneği kuvarşlı monzodiyorit, 15 nolu volkanik tüf ise monzogabro sınıfında, 18 nolu kumtaşı örneği kuvarşlı diyorit, 8 nolu kumtaşı örneği gabro, 7 ve 13 nolu örnekler ise monzonit sınıfında değerlendirilmektedir.



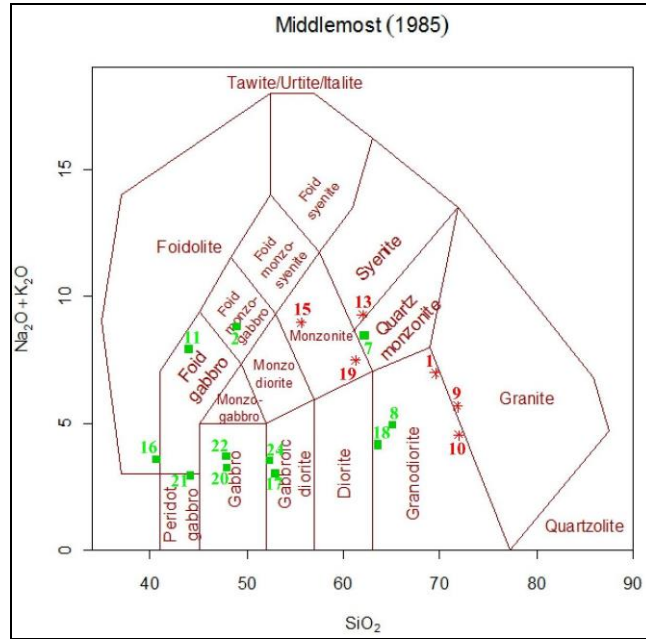
Şekil 4.114. Örneklerin Le Fort P-Q'ya göre köken sınıflandırması (s:siyenit, sq: kuvarşlı siyenit, gr: granit, ad: adamelit, mzq: kuvarşlı monzonit, mz: monzonit, gd: granodiyorit, mzdq: kuvarşlı monzodiyorit, mzgo: monzogabro, to: tonalit, tranjimit, dq: kuvarşlı diyorit, go: gabro)

Debon ve Le Fort B-A'ya göre Şekil 4.115.'deki diyagramdan da görüleceği üzere alüminyum oksit yüzdeleri (Al_2O_3), sodyum oksit, potasyum oksit ve kalsiyum oksit (Na_2O+K_2O+CaO) toplamından yüksek olduğu durumda peralüminli kayaç sınıfında, düşük olduğu durumda ise metaalüminli kayaç sınıfında değerlendirilmektedir (Uz, 1999). Buna göre volkanik tüf örnekleri peralüminli kayaçlar sınıfında, kumtaşı örnekleri ise metaalüminli kayaçlar sınıfında yer alarak farklılaşmışlardır.



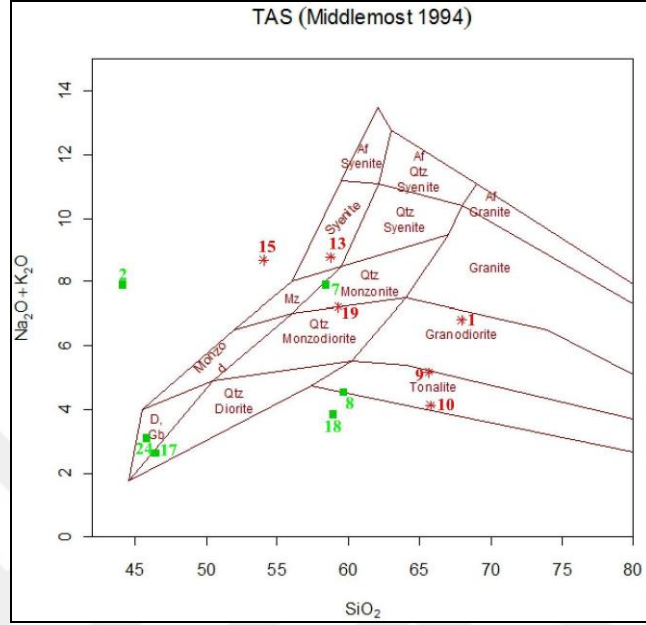
Şekil 4.115. Örneklerin Debon ve Le Fort B-A'ya göre köken sınıflandırması

Middlemost (1985)'e göre Şekil 4.116.'daki diyagramdan izleneceği gibi kireçtaşı örnekler sınıflandırma dışı kalmış olup, kumtaşı örnekler ultrabazik / bazik, volkanik kayalar ise ağırlıklı olarak nötr / asidik olarak ayrılmışlardır. Şekil 4.103.'te yüzey kayaları isimleriyle adlandırılmış olan örnekler bunlara karşılık gelen derinlik kayaç isimleriyle sınıflandırılmıştır. Sadece 7 nolu kumtaşı örneği volkanik tüflerin arasında kuvarslı monzonit grubunda yer alarak farklılık göstermektedir.



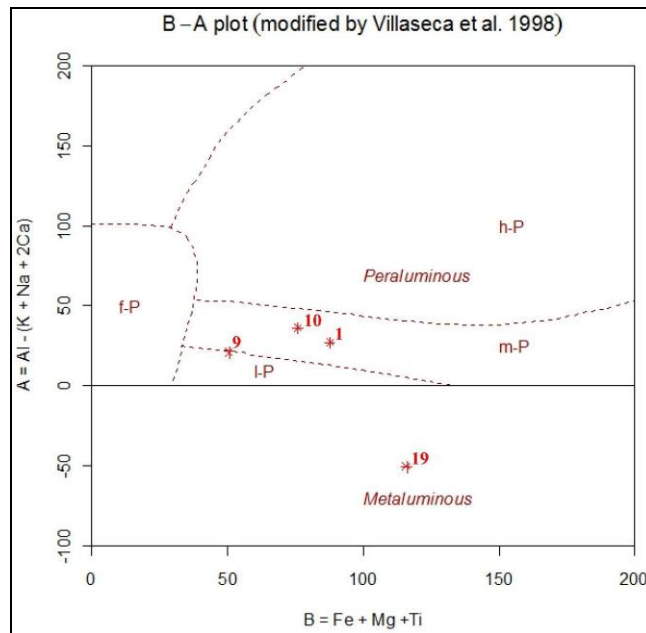
Şekil 4.116. Örneklerin Middlemost 1985'e göre köken sınıflandırması

Middlemost (1994)'ün farklı TAS diyagramına göre sınır değerleri farklı değerlerden geçmektedir (Şekil 4.117). Buna göre yine kireçtaşları sınıflandırma dışı kalırken kumtaşı örnekleri ultrabazik/bazik olarak, volkanik tüf örnekleri ise nötr/asidik olarak ayrılmaktadır.



Şekil 4.117. Örneklerin Middlemost 1994'e göre köken sınıflandırması

Villaseca ve diğ. (1998)' e göre Şekil 4.118.'den izleneceği gibi kumtaşı ve kireçtaşı örnekler sınıflandırma dışı kalmış olup, sadece volkanik tüf örneklerine ait değerler B-A eksenlerinde yer alabilmektedir. Buna göre 1, 9, 10 nolu örnekler peralüminli kayalar olarak, 19 nolu örnek ise metaalüminli kayalar olarak ayrılmaktadır.

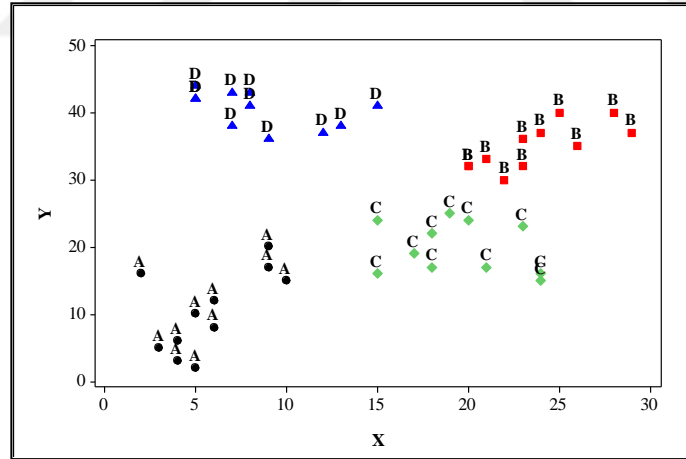


Şekil 4.118. Örneklerin Villaseca vd. 1998'e göre köken sınıflandırması

4.7.2. Çok Değişkenli Data Analiziyle Sınıflandırma

İstatistik, bir amaç için elde edilen bulguların belirli bir güven derecesinde yorumlanması, sonuçlar arasında ilişki kurulması, sınıflandırma, genelleme, tahmin yapma gibi unsurları esas alan bir bilim dalıdır.

Sonuçların iki ya da üç boyutta incelenmesi kolaylıkla sağlanabilirken değişken sayısının artması tüm data setinin incelenmesini daha karmaşık hale getirmektedir. Örnek olarak rastgele sayılarla oluşturulmuş Şekil 4.119.'daki modelde X ve Y özelliklerine göre sınıflandırılmış 4 data grubu verilmiştir. Her bir gruba dahil olan örneklerin X ve Y özellikleri açısından benzer özellikler gösterdiği veya göstereceği ifade edilebilir. Bu durum x ve y eksenleri olmak üzere iki boyutta açıklanmıştır. Ancak, değişken sayısı arttıkça yani bir başka ifade ile data setinin boyutu arttıkça verinin aynı anda değerlendirilmesi ve yorumlanması güçleşmektedir. Bu sebeple, temel bileşen analizi, kümeleme analizi, faktör analizi, çok değişkenli varyans ve kovaryans analizleri gibi çok değişkenli veri analiz teknikleri geliştirilmiştir.



Şekil 4.119. Rastgele oluşturulmuş örnek data modeli

Çok değişkenli istatistiksel analizlerin birçok tanımı bulunmaktadır. Çok değişkenli istatistiksel analiz, çok sayıda değişkenin eş zamanlı olarak değerlendirilmesine olanak sağlayan tüm istatistik tekniklerdir (Sheth 1971, Shin 1996). Hair ve diğ. (1998)'e göre ise çok değişkenli analiz, çoklu değişkenlerin tek bir ilişki veya ilişki kümesi içerisindeki analizidir (Ünlükaplan, 2008).

4.7.2.1. Temel Bileşen Analizi (TBA)

Temel bileşen analizi, çok değişkenli bir data setinin boyutunun yorumlanabilir daha küçük boyutlara indirgenmesini sağlamaktadır. TBA ile yeni bir data seti yani temel bileşenler oluşturularak değişkenlerin orijinal değerlerindeki varyasyon açıklanmaktadır (Jolliffe, 2002).

Temel bileşen analizinin kullanımındaki amaçlar;

- Çok değişkenli data setinin boyutunun indirgenmesi
- Tanıma ve sınıflandırma yapılması
- Veri ağındaki güçlü ve zayıf faktörlerin belirlenmesi

n adet gözlem ve p adet değişkenden oluşan bir veri matrisi X 'in p boyutlu çok sayıda noktadan oluşan bir topluluk olarak ifade edilebilir (Sangün 2007). Temel bileşenler analizi; incelenen birçok özellik bakımından X değişken kümesinin varyans yapısını, p adet orijinal değişken yerine, k adet değişken ($k < p$) ve bu değişkenlerin doğrusal bileşenleri olan yeni değişkenler ile ifade etmek amacı ile kullanılır (Özdamar, 2004).

Temel bileşen analizinin prensibi Sangün (2007) çalışmasında açıklandığı gibi aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

TBA için data matrisi $n \times p$ boyutunda X matrisi olup

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1p} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & \dots & x_{2j} & \dots & x_{2p} \\ x_{31} & x_{32} & x_{33} & \dots & x_{3j} & \dots & x_{3p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{i1} & x_{i2} & x_{i3} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{ip} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} & x_{n3} & \dots & x_{nj} & \dots & x_{np} \end{pmatrix} \quad (4.1)$$

şeklinde gösterilir.

Temel Bileşen Analizi, değişkenler arasındaki bağımlılık yapısını ortadan kaldırarak birbirleriyle ilişkisiz daha az sayıda yeni değişkenin (temel bileşen) elde edilmesini sağlar (Işığışık, 1999).

$$X_1 = \begin{pmatrix} x_{11} \\ x_{21} \\ \cdot \\ x_{i1} \\ \cdot \\ x_{n1} \end{pmatrix}, X_2 = \begin{pmatrix} x_{12} \\ x_{22} \\ \cdot \\ x_{i2} \\ \cdot \\ x_{n2} \end{pmatrix}, \dots, X_j = \begin{pmatrix} x_{1j} \\ x_{2j} \\ \cdot \\ x_{ij} \\ \cdot \\ x_{nj} \end{pmatrix}, \dots, X_p = \begin{pmatrix} x_{1p} \\ x_{2p} \\ \cdot \\ x_{ip} \\ \cdot \\ x_{np} \end{pmatrix} \quad (4.2)$$

Sangün (2007) temel bileşenleri aşağıdaki gibi açıklamaktadır:

“Matematiksel olarak temel bileşenler, X_1, X_2, \dots, X_p değişkenlerinin doğrusal kombinasyonlarıdır. Geometrik olarak bu doğrusal bileşenler birbiri ile ilişkili koordinat eksenleri X_1, X_2, \dots, X_p olan orijinal sistemi döndürerek, birbirinden bağımsız yeni koordinat sisteminin oluşturulmasını amaçlamaktadır. Yeni eksenler maksimum değişkenliği içeren yönleri gösterir birlikte değişim yapısının daha basit ve daha az sayıda değişken ile açıklamasına olanak verir”.

Örneğin X gözlem matrisinin birinci temel bileşenine ait denklem aşağıdaki gibidir:

$$Y_1 = t_{11}X_1 + t_{21}X_2 + t_{31}X_3 + \dots + t_{p1}X_p \quad (4.3)$$

Birincil temel bileşen, temel bileşenlere ait katsayılar arasında en büyük varyansa sahip bileşendir.

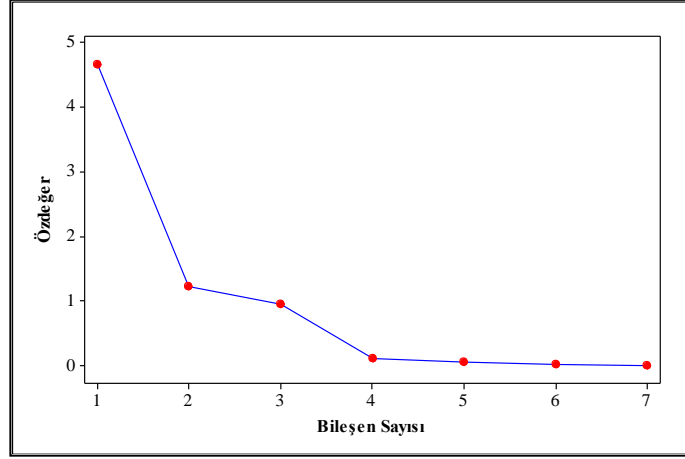
4.7.2.2. Temel Bileşen Analizi İle Örneklerin Özelliklerinin Analitik Olarak Değerlendirmesi

Temel bileşenler analizi ile birbiriyle ilişkili çok sayıda değişken içeren veri matrislerinden, birbiriyle bağımsız ve daha az sayıda yeni veri yapıları elde etmek amaçlanmaktadır. Değişkenler arasındaki bağımlılık yapısının yok edilmesi ve /veya boyut indirilmesi analizdeki temel hareket noktasıdır (Ünlükaplan, 2008). Temel bileşen analizinde çok sayıda değişkeni içeren veri seti, daha az sayıda yeni veri yapılarına dönüştürülmektedir. Boyut indirilmesi yapılarak örneklerin hangi özelliklerinden dolayı benzer özellik gösterdikleri ortaya konmaktadır. Yatay ve dikey eksenlerde data setinin varyansını yüzdelik olarak ne kadar açıkladığı tespit edilmektedir.

Bu çalışmada ise, kumtaşı, kireçtaşı, volkanik tuf örneklerinin mineralojik – petrografik, fizikomekanik, kimyasal özellikleri (majör oksitler, iz elementler, nadir toprak elementler) için temel bileşen analizi Minitab 16 programı kullanılarak ve korelasyon matrisinden yararlanılarak yapılmıştır. Toplam varyasyondaki en büyük katkıyı getiren bileşenler olan Temel Bileşen 1 ve Temel Bileşen 2 için ilgili grafikler hazırlanmıştır. Temel bileşenlere ait katsayılar ve özdeğerler tablolar halinde verilmiştir. Elde edilen grafik ve diyagramlarda örneklerin hangi özellikleri bakımından birbirlerine yakın oldukları Şekil 4.120.'den Şekil 4.136.'ya kadar olan grafiklerde sunulmaktadır. Mineralojik – petrografik incelemede benzer özellik gösteren örneklerin kendi aralarında gruplanması ortak bölgelerde belirginleşmektedir.

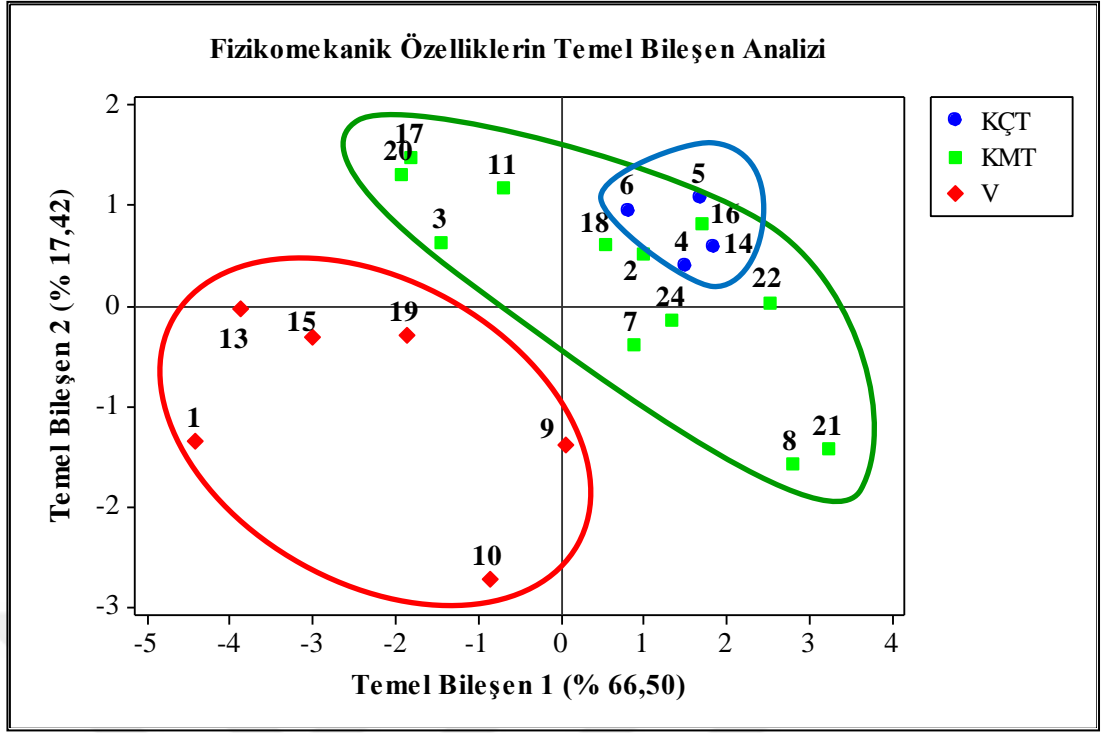
Fizikomekanik Özellikler:

Temel bileşen analizi kumtaşı, kireçtaşı, volkanik tuf numunelerinin sınıflandırılmasında fizikomekanik özellikleri esas alınarak uygulanmıştır. Örnek çeşitleri (22 adet) satır olarak, fizikomekanik özellikler ise (7 adet) sütun olarak kullanılmış olup data matrisi (22 x 7) oluşturulmuştur. Her temel bileşen örneklerin sınıflandırılması için kullanılan orijinal değişkenlerin lineer bir kombinasyonudur. İlk temel bileşen toplam varyansı en çok açıklayan bileşen olup, bunu ikinci temel bileşen takip etmektedir. Bu çalışmada da ilk iki temel bileşen esas alınarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Şekil 4.120. fizikomekanik özellikler için bileşen sayısı ve özdeğerlerini göstermektedir. Birinci ve ikinci temel bileşene ait özdeğerler sırasıyla 4,66 ve 1,22'dir. Bu değerler bileşenin tüm bileşenler içerisindeki büyüklüğünü ve dolayısıyla da data setinin varyasyonunu açıklamadaki etkinliğini göstermektedir. Özdeğerlerin, fizikomekanik özellikleri içeren data setinin toplam varyasyonu açıklamadaki yüzdesel katkıları sırasıyla % 66,50 ile % 17,42'dir. Bu bilgiler ışığında temel bileşen analizinin örneklerin fizikomekanik özelliklerine uygulanmasıyla toplam varyansı kümülatif olarak % 83,92 oranında açıklamaktadır (Çizelge 4.18).

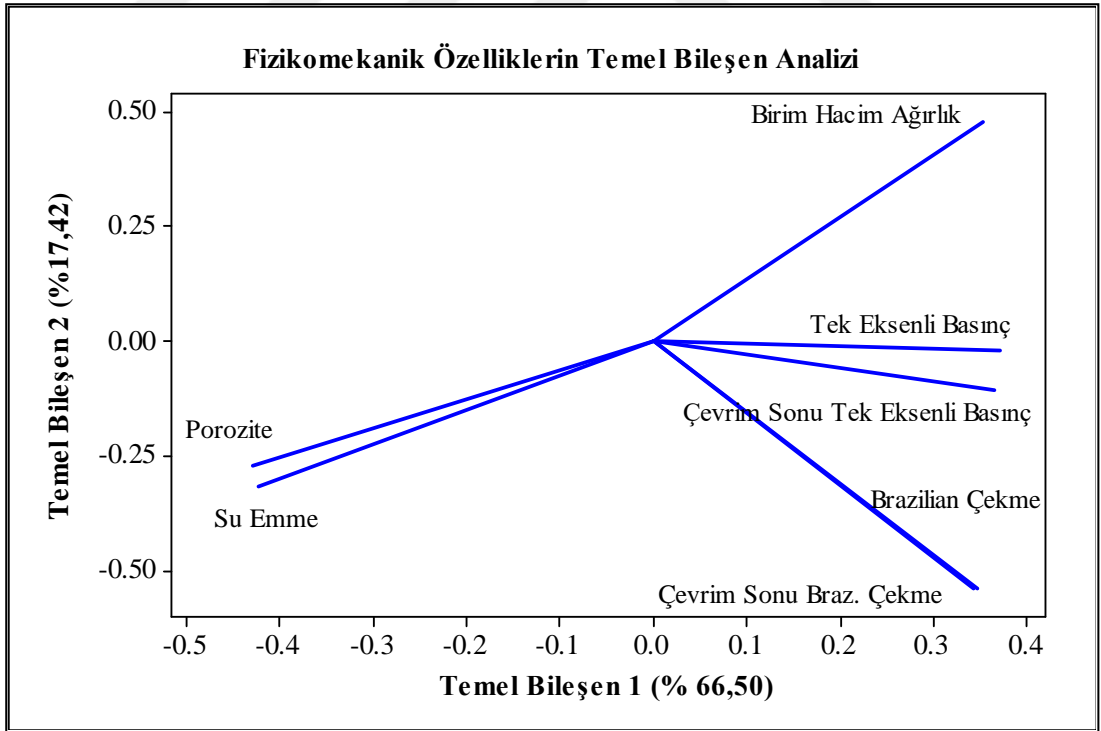


Şekil 4.120. Fizikomekanik özelliklere ait bileşen sayısı ile özdeğer ilişkisi

Temel bileşen analiz çıktısı olan Şekil 4.121. ve 4.122. birlikte incelendiğinde örnekler arasındaki ayırım ve bu ayırımların hangi fizikomekanik özelliklere göre gerçekleştiği görülmektedir. 1, 9, 10, 13, 15, 19 nolu volkanik tüf örnekleri kumtaşı ve kireçtaşı örneklerinden ayrılmıştır. Bu ayırımın sağlanmasına etki eden Çizelge 4.18.'deki temel bileşen katsayıları incelendiğinde tek eksenli basınç, çevrim sonu tek eksenli basınç, su emme ve porozite değerlerinin birincil temel bileşen için etkili değişkenler olduğu; Brazilian çekme, çevrim sonu Braz. çekme ve birim hacim ağırlık özelliklerinin ise ikincil temel bileşeni karakterize eden değişkenler olduğu görülmüştür. Volkanik tüf örnekleri kumtaşları ve kireçtaşlarına kıyasla yüksek su emme ve porozite değerleri ile karakterize edilirken; kumtaşları ve kireçtaşları ise volkanik tüflere kıyasla yüksek tek eksenli basınç, Brazilian çekme, çevrim sonu tek eksenli basınç, çevrim sonu Brazilian çekme ve birim hacim ağırlık değerleri ile karakterize edilmektedir (Şekil 4.121, Şekil 4.122, Çizelge 4.18).



Şekil 4.121. Fizikomekanik özelliklerin temel bileşen analizi



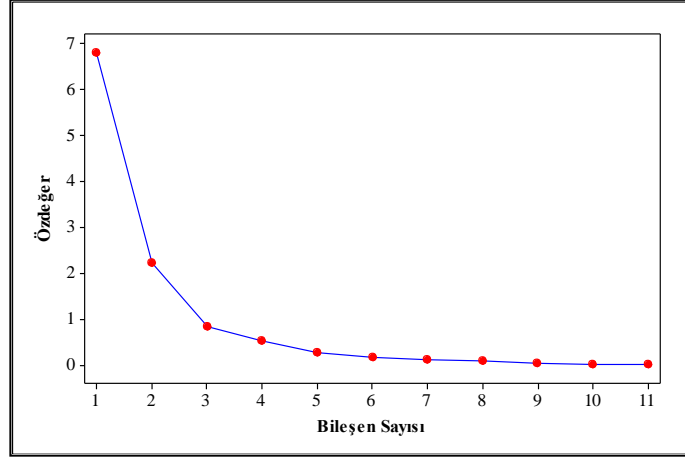
Şekil 4.122. Temel bileşen analizinde fizikomekanik deneyler kapsamında benzer ve karşıt özelliklerin analitik düzlemde gösterimi

Çizelge 4.18. Temel bileşenler tablosu

Fizikomekanik Özellikler	TB1	TB2
Tek Eksenli Basınç	0,37	-0,02
Brazilian Çekme	0,34	-0,54
Çevrim Sonu Tek Eksenli Basınç	0,37	-0,11
Çevrim Sonu Braz. Çekme	0,35	-0,54
Su Emme	-0,42	-0,32
Porozite	-0,43	-0,27
Birim Hacim Ağırlık	0,35	0,48
Özdeğer	4,66	1,22
% Varyans	66,50	17,42
Kümülatif Varyans (%)	66,50	83,92

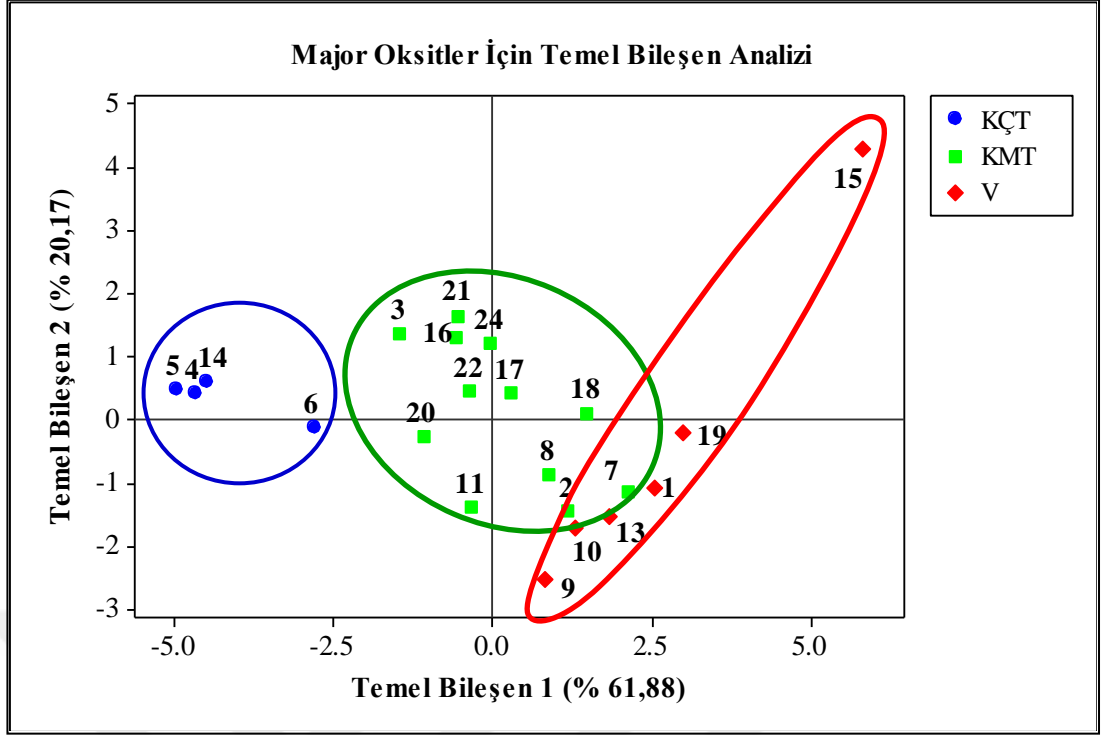
Majör Oksitler:

Temel bileşen analizi kumtaşı, kireçtaşı, volkanik tüf numunelerinin sınıflandırılmasında içerdiği majör oksitler esas alınarak uygulanmıştır. Örnek çeşitleri (22 adet) satır olarak, majör oksitler ise (11 adet) sütun olarak kullanılmış olup data matrisi (22 x 11) oluşturulmuştur. Her temel bileşen örneklerin sınıflandırılması için kullanılan orijinal değişkenlerin lineer bir kombinasyonudur. İlk temel bileşen toplam varyansı en çok açıklayan bileşen olup, bunu ikinci temel bileşen takip etmektedir. Bu çalışmada da ilk iki temel bileşen esas alınarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Şekil 4.123. majör oksitler için bileşen sayısı ve özdeğerlerini göstermektedir. Birinci ve ikinci temel bileşene ait özdeğerler sırasıyla 6,81 ve 2,22'dir. Bu değerler bileşenin tüm bileşenler içerisindeki büyüklüğünü ve dolayısıyla da data setinin varyasyonunu açıklamadaki etkinliğini göstermektedir. Özdeğerlerin, majör oksitleri içeren data setinin toplam varyasyonu açıklamadaki yüzdesel katkıları sırasıyla % 61,88 ile % 20,17'dir. Bu bilgiler ışığında temel bileşen analizinin örneklerin içerdikleri majör oksitlere uygulanmasıyla toplam varyansı kümülatif olarak % 82,05 oranında açıklamaktadır (Çizelge 4.19).

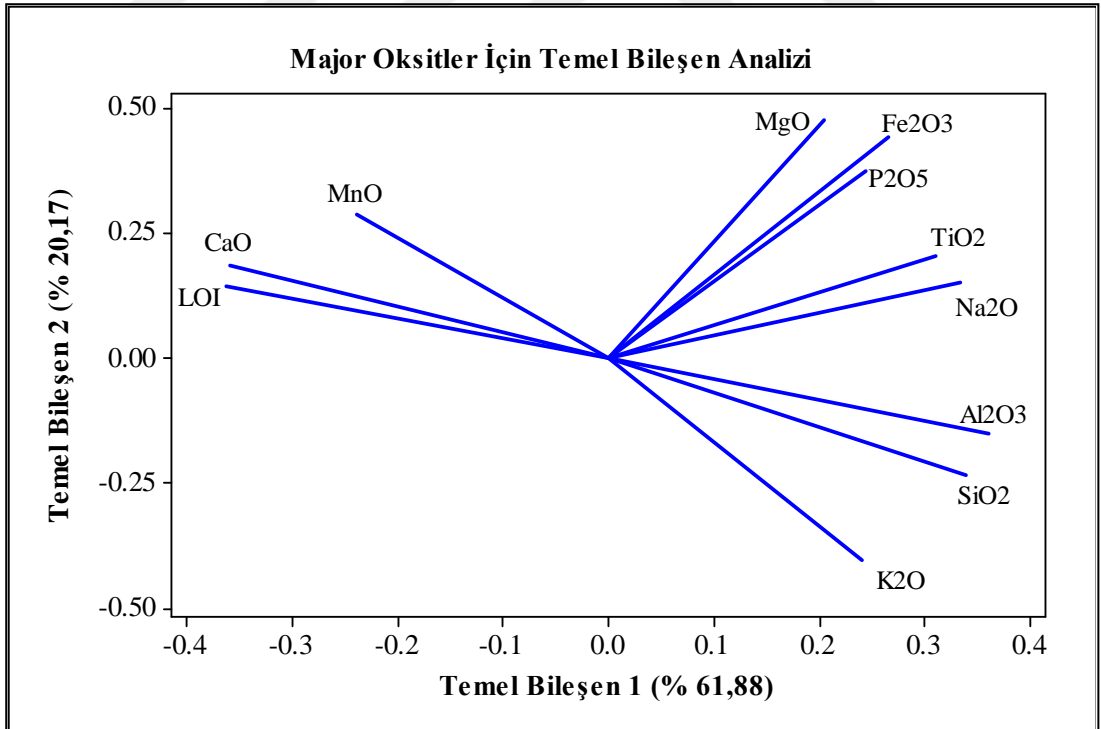


Şekil 4.123. Majör oksitlere ait bileşen sayısı ile özdeğer ilişkisi

Temel bileşen analiz çıktısı olan Şekil 4.124. ve 4.125. birlikte incelendiğinde örnekler arasındaki ayırım ve bu ayırımların hangi majör oksitlere göre gerçekleştiği görülmektedir. 4, 5, 6, 14 nolu kireçtaşı örnekleri kumtaşları ve volkanik tüf örneklerinden ayrılmaktadır. Kumtaşı örnekleri merkezde toplanarak kireçtaşları ile volkanik tüfler arasında yer almıştır. Ancak 2, 7, 8 nolu örneklerin volkanik tüf örneklerindeki majör oksit içeriği ile yakın sonuçlar vermiştir. Bu ayırımın sağlanmasına etki eden Çizelge 4.19.'daki temel bileşen katsayıları incelendiğinde SiO_2 , CaO , Na_2O , Al_2O_3 , TiO_2 , LOI oksit değerlerinin birincil temel bileşen için etkili değişkenler olduğu; MgO , K_2O , MnO , Fe_2O_3 , P_2O_5 içeriklerinin ise ikincil temel bileşeni karakterize eden değişkenler olduğu görülmüştür. Birincil temel bileşene göre volkanik tüf örnekleri ile kireçtaşı örnekleri uç değerler olarak ayrılmış, kumtaşı örnekleri ise bu iki grubun ortasında ve merkezde yer almıştır (Şekil 4.124, Şekil 4.125, Çizelge 4.19).



Şekil 4.124. Majör oksit bileşenlerin temel bileşen analizi



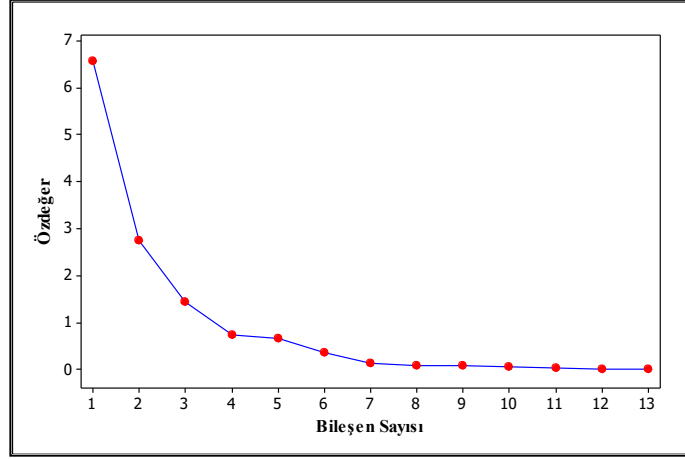
Şekil 4.125. Temel bileşen analizinde majör oksit bileşim deneyleri kapsamında benzer ve karşıt özelliklerin analitik düzlemde gösterimi

Çizelge 4.19. Temel bileşenler tablosu

Majör Oksitler	TB1	TB2
SiO ₂	0,34	-0,24
CaO	-0,36	0,19
MgO	0,20	0,48
Na ₂ O	0,33	0,15
K ₂ O	0,24	-0,40
Al ₂ O ₃	0,36	-0,15
TiO ₂	0,31	0,20
MnO	-0,24	0,29
LOI	-0,36	0,14
Fe ₂ O ₃	0,27	0,44
P ₂ O ₅	0,24	0,37
Özdeğer	6,81	2,22
% Varyans	61,88	20,17
Kümülatif Varyans (%)	61,88	82,05

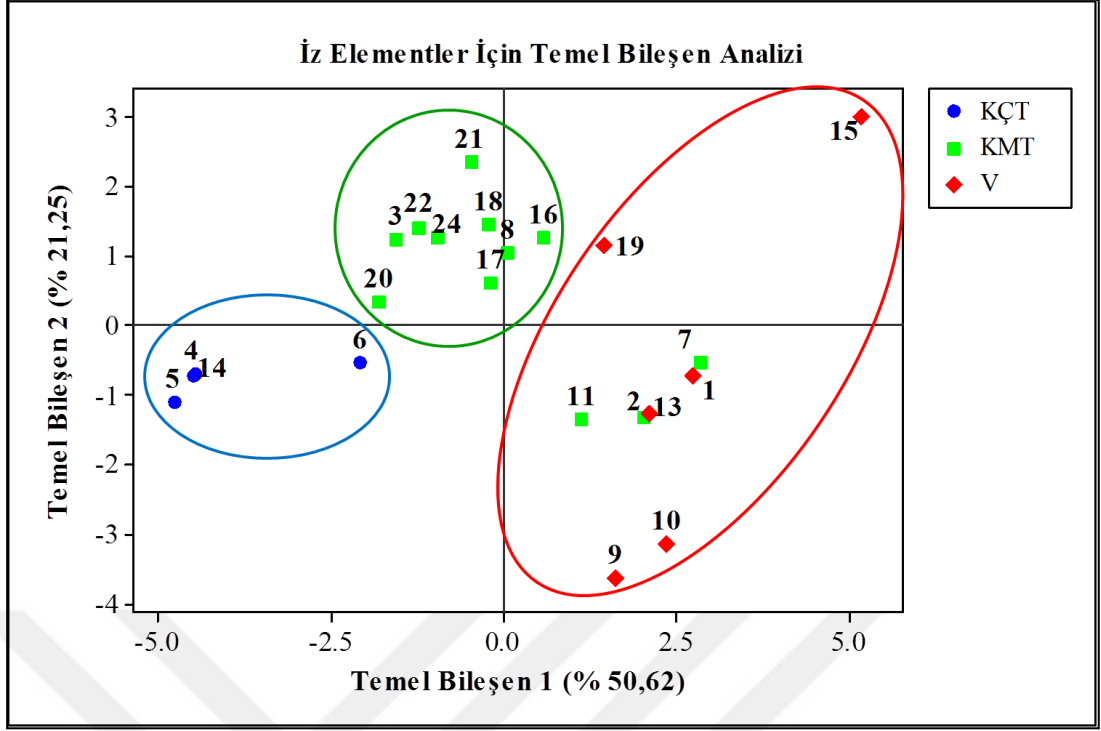
İz Elementler:

Bu kısımda ise kumtaşı, kireçtaşı, volkanik tüf numunelerinin sınıflandırılmasında içerdiği iz elementlere temel bileşen analizi uygulanmıştır. Örnek çeşitleri (22 adet) satır olarak, iz elementler ise (13 adet) sütun olarak kullanılmış olup data matrisi (22 x 13) oluşturulmuştur. Her temel bileşen örneklerin sınıflandırılması için kullanılan orijinal değişkenlerin lineer bir kombinasyonudur. İlk temel bileşen toplam varyansı en çok açıklayan bileşen olup, bunu ikinci temel bileşen takip etmektedir. Bu çalışmada da ilk iki temel bileşen esas alınarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Şekil 4.126. iz elementler için bileşen sayısı ve özdeğerlerini göstermektedir. Birinci ve ikinci temel bileşene ait özdeğerler sırasıyla 6,58 ve 2,76'dır. Bu değerler bileşenin tüm bileşenler içerisindeki büyüklüğünü ve dolayısıyla da data setinin varyasyonunu açıklamadaki etkinliğini göstermektedir. Özdeğerlerin, iz elementleri içeren data setinin toplam varyasyonu açıklamadaki yüzdesel katkıları sırasıyla % 50,62 ile % 21,25'tir. Bu bilgiler ışığında temel bileşen analizinin örneklerin içerdikleri majör oksitlere uygulanmasıyla toplam varyansı kümülatif olarak % 71,87 oranında açıklamaktadır (Çizelge 4.20).

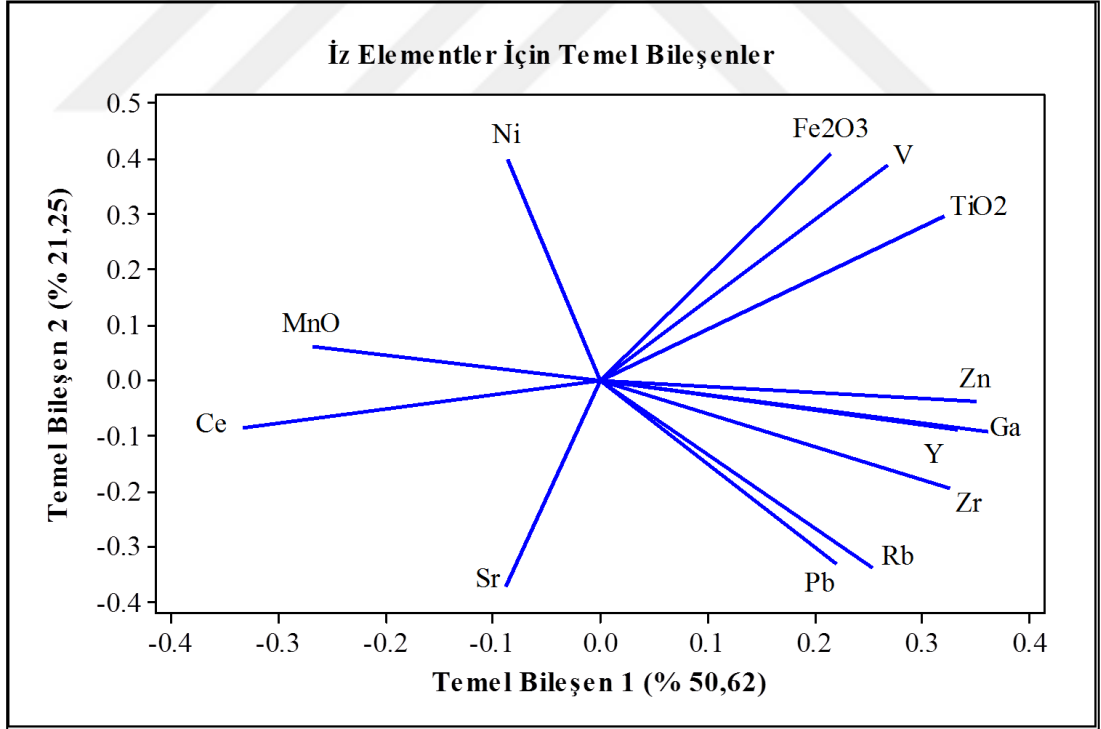


Şekil 4.126. İz elementlere ait bileşen sayısı ile özdeğer ilişkisi

Temel bileşen analiz çıktısı olan Şekil 4.127. ve 4.128. birlikte incelendiğinde örnekler arasındaki ayrım ve bu ayrımların hangi iz elementlere göre gerçekleştiği görülmektedir. İz elementlerin temel bileşen analizi sonucunda kireçtaşı, kumtaşı ve volkanik tüf örnekleri farklı bölgelerde toplanarak büyük oranda ayrım sağlanmıştır. Ancak majör oksitlerdeki temel bileşen analizi sonuçlarına paralel olarak kumtaşı olan 2, 7, 11 nolu örnekler iz element içerikleri bakımından volkanik tüflerle yakın özellikler göstermiştir. Bu ayrımın sağlanmasına etki eden Çizelge 4.20.'deki temel bileşen katsayıları incelendiğinde iz elementlerden TiO_2 , MnO , Ce , Zr , Zn , Y , Ga 'nın birincil temel bileşen için en etkili değişkenler olduğu; Fe_2O_3 , Sr , Ni , Pb , Rb , V iz elementlerinin ise ikincil temel bileşeni karakterize eden değişkenler olduğu görülmüştür. Kireçtaşları MnO ve Ce iz elementleri ile karakterize edilirken, Ni iz elementi ise örnek grupları arasında oransal bazda kumtaşı örneklerinde daha baskındır (Şekil 4.127, Şekil 4.128, Çizelge 4.20).



Şekil 4.127. İz elementlere ait temel bileşen analizi



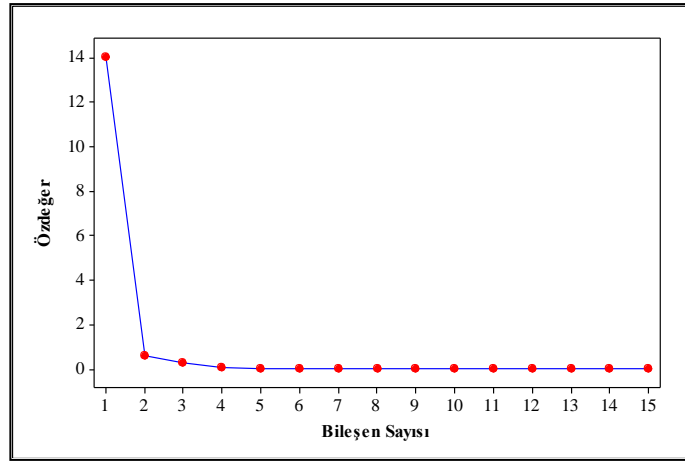
Şekil 4.128. Temel bileşen analizinde iz element bileşim deneyleri kapsamında benzer ve karşıt özelliklerin analitik düzlemde gösterimi

Çizelge 4.20. Temel bileşenler tablosu

İz Elementler	TB1	TB2
Fe ₂ O ₃	0,22	0,41
TiO ₂	0,32	0,30
MnO	-0,27	0,06
Sr	-0,09	-0,37
Ce	-0,33	-0,09
Ni	-0,09	0,40
Pb	0,22	-0,33
Zr	0,33	-0,20
Rb	0,25	-0,34
V	0,27	0,39
Zn	0,35	-0,04
Y	0,33	-0,09
Ga	0,36	-0,09
Özdeğer	6,58	2,76
% Varyans	50,62	21,25
Kümülatif Varyans (%)	50,62	71,87

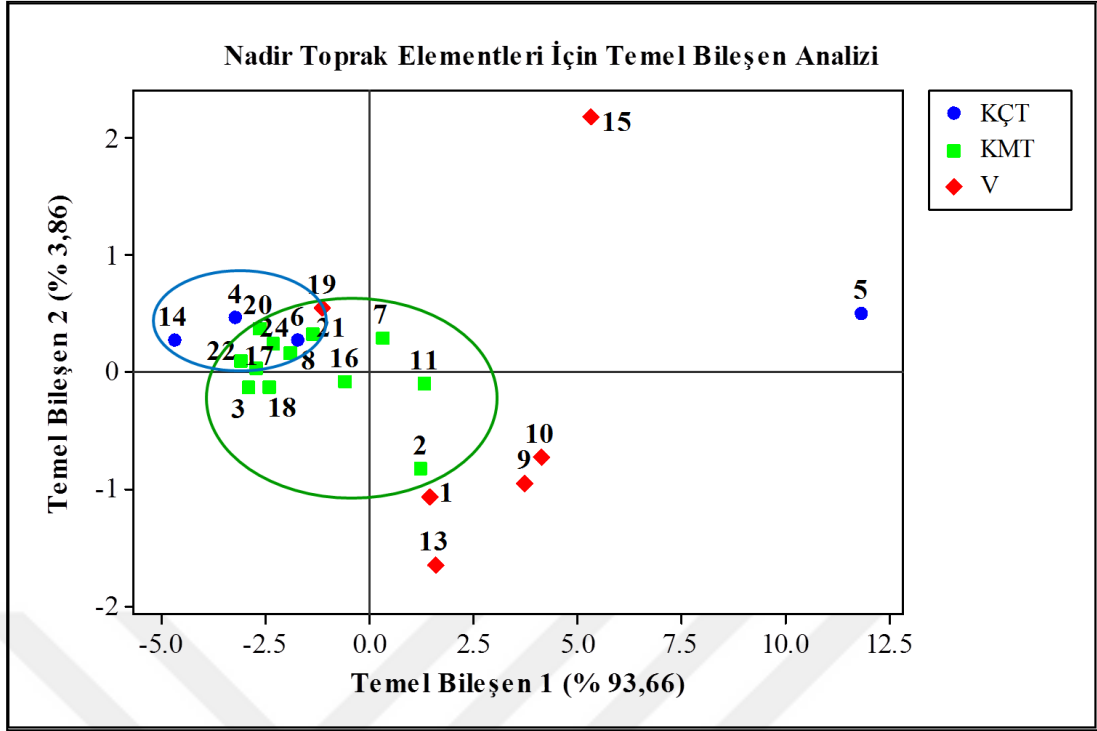
Nadir Toprak Elementler:

Bu kısımda da kumtaşı, kireçtaşı, volkanik tuf numunelerinin sınıflandırılmasında içerdiği nadir toprak elementlerine temel bileşen analizi uygulanmıştır. Örnek çeşitleri (22 adet) satır olarak, nadir toprak elementleri ise (15 adet) sütun olarak kullanılmış olup data matrisi (22 x 15) oluşturulmuştur. Her temel bileşen örneklerin sınıflandırılması için kullanılan orijinal değişkenlerin lineer bir kombinasyonudur. İlk temel bileşen toplam varyansı en çok açıklayan bileşen olup, bunu ikinci temel bileşen takip etmektedir. Bu çalışmada da ilk iki temel bileşen esas alınarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Şekil 4.129. nadir toprak elementleri için bileşen sayısı ve özdeğerlerini göstermektedir. Birinci ve ikinci temel bileşene ait özdeğerler sırasıyla 14,05 ve 0,58'dir. Bu değerler bileşenin tüm bileşenler içerisindeki büyüklüğünü ve dolayısıyla da data setinin varyasyonunu açıklamadaki etkinliğini göstermektedir. Özdeğerlerin, nadir toprak elementleri içeren data setinin toplam varyasyonu açıklamadaki yüzdesel katkıları sırasıyla % 93,66 ile % 3,86'dır. Bu noktaya kadar fizikomekanik özellikler, majör oksitler ve iz elementlere uygulanan temel bileşen analizinin sonuçları ile kıyaslandığında nadir toprak elementlerinin data setinin varyasyonu daha yüksek oranda açıklanabilmiştir. Bu bağlamda, örneklerin içerdikleri nadir toprak elementlerinin data setinin toplam varyansı kümülatif olarak % 97,52 oranında açıklanmaktadır (Çizelge 4.21).

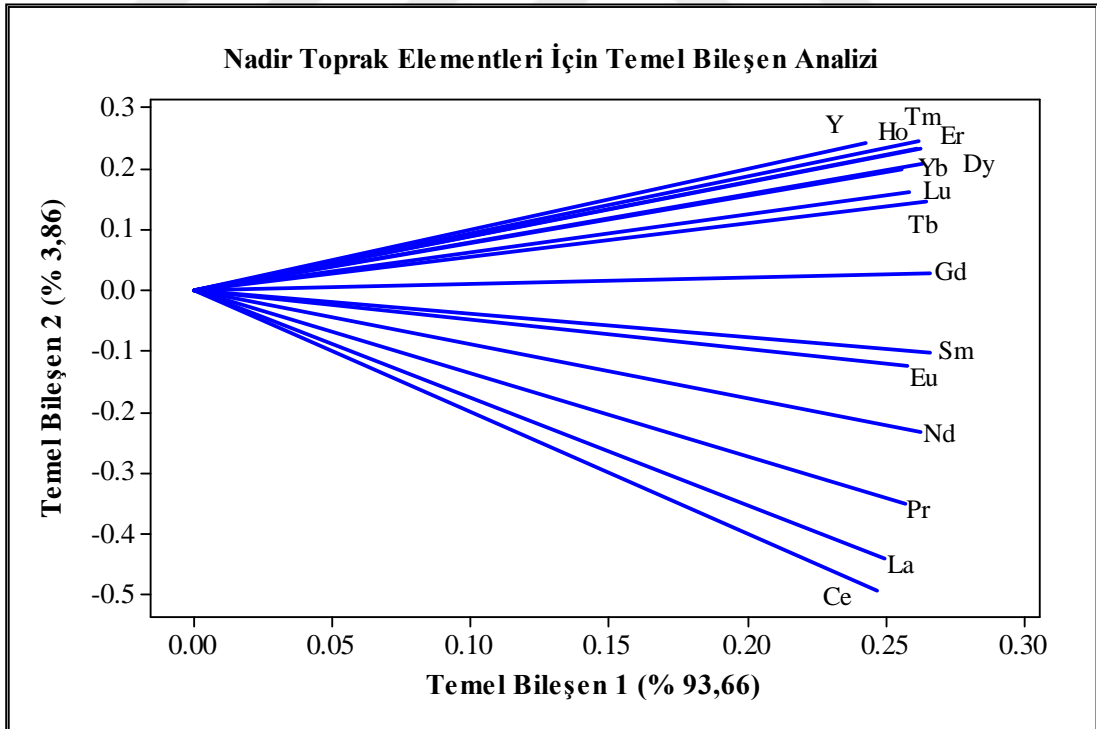


Şekil 4.129. Nadir toprak elementlere ait bileşen sayısı ile özdeğer ilişkisi

Temel bileşen analiz çıktısı olan Şekil 4.130. ve 4.131. birlikte incelendiğinde örnekler arasındaki ayırım ve bu ayırımların hangi nadir toprak elementlerine göre gerçekleştiği görülmektedir. Nadir toprak elementlerin temel bileşen analizi sonucunda volkanik tüf örnekleri, kireçtaşı ve kumtaşı örneklerinden ayrılmıştır. Kireçtaşı ve kumtaşı örnekleri nadir toprak element içeriklerine göre birbirlerine yakın noktalarda sonuç vermekle birlikte, 2, 7, 11 nolu kumtaşı örnekleri ise majör oksit ve iz element içeriklerinin temel bileşen analiz sonuçlarına paralel olarak volkanik tüf örneklerine daha yakın özelliktedirler. Bu ayırımın sağlanmasına etki eden Çizelge 4.21.'deki temel bileşen katsayıları incelendiğinde nadir toprak elementlerinden Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu elementlerinin birincil temel bileşen için en etkili değişkenler olduğu; La, Ce, Pr nadir toprak elementlerinin ise ikincil temel bileşeni karakterize eden değişkenler olduğu görülmüştür. Nadir toprak element içeriklerinin örnek gruplarını karakterize etme etkinliği en yüksek olarak volkanik tüflerde görülürken, kireçtaşları için en düşüktür (Şekil 4.130, Şekil 4.131, Çizelge 4.21).



Şekil 4.130. Nadir toprak elementlerin temel bileşen analizi



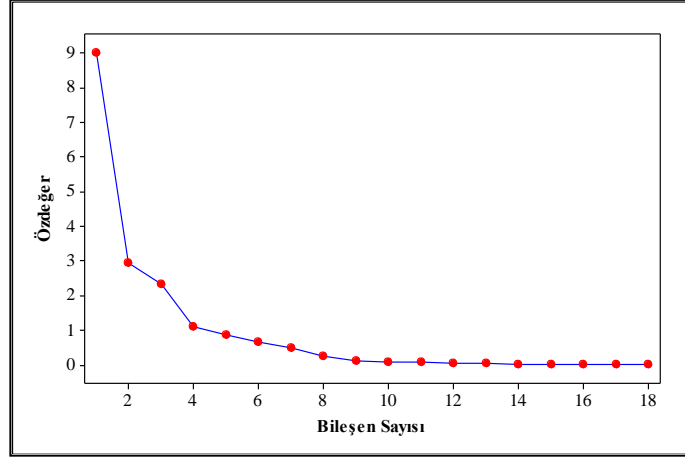
Şekil 4.131. Temel bileşen analizinde nadir toprak element bileşim deneyleri kapsamında benzer özelliklerin analitik düzlemde gösterimi

Çizelge 4.21. Temel bileşenler tablosu

Nadir Toprak Elementler	TB1	TB2
Y	0,24	0,24
La	0,25	-0,44
Ce	0,25	-0,49
Pr	0,26	-0,35
Nd	0,26	-0,23
Sm	0,27	-0,10
Eu	0,26	-0,12
Gd	0,27	0,03
Tb	0,26	0,15
Dy	0,26	0,21
Ho	0,26	0,25
Er	0,26	0,23
Tm	0,26	0,23
Yb	0,26	0,20
Lu	0,26	0,16
Özdeğer	14,05	0,58
% Varyans	93,66	3,86
Kümülatif Varyans (%)	93,66	97,52

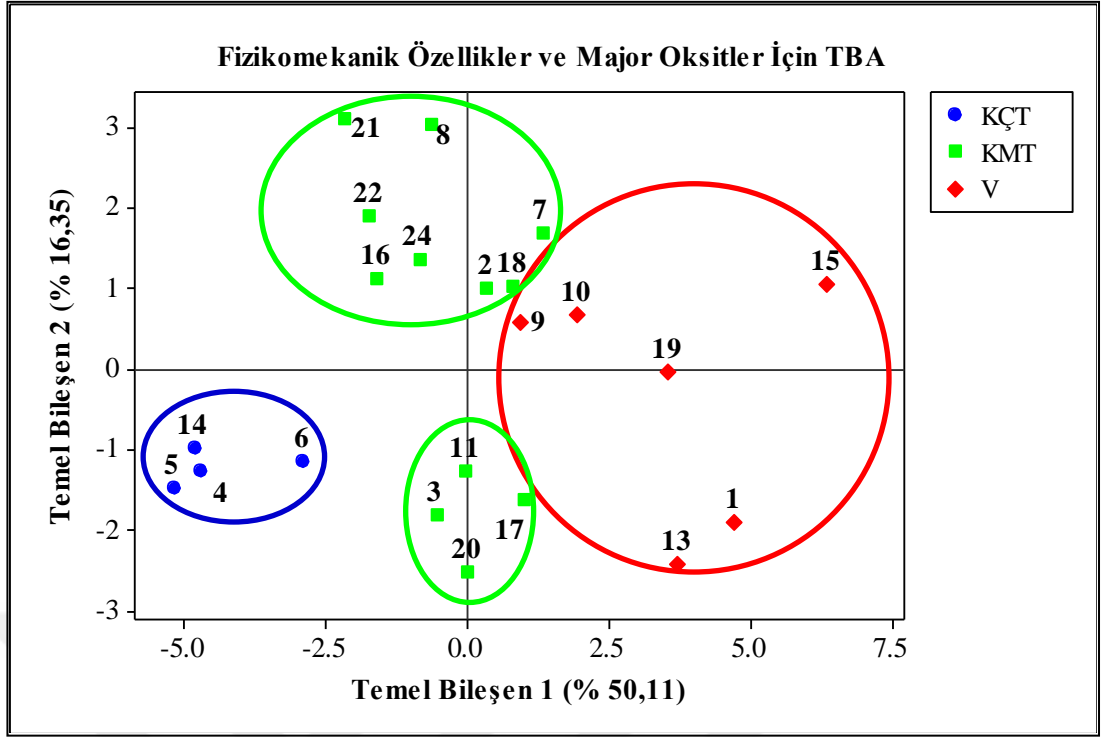
Fizikomekanik Özellikler ve Majör Oksitler:

Örneklerin fizikomekanik özelliklerine ve majör oksit içeriklerine ait data'lara aynı anda temel bileşen analizi uygulanmıştır. Örnek çeşitleri (22 adet) satır olarak, fizikomekanik özellikler ve majör oksit verileri ise (18 adet) sütun olarak kullanılmış olup data matrisi (22 x 18) oluşturulmuştur. Her temel bileşen örneklerin sınıflandırılması için kullanılan orijinal değişkenlerin lineer bir kombinasyonudur. İlk temel bileşen toplam varyansı en çok açıklayan bileşen olup, bunu ikinci temel bileşen takip etmektedir. Bu çalışmada da ilk iki temel bileşen esas alınarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Şekil 4.132. fizikomekanik özellikler ve majör oksitler için bileşen sayısı ve özdeğerlerini göstermektedir. Birinci ve ikinci temel bileşene ait özdeğerler sırasıyla 9,02 ve 2,94'tür. Bu değerler bileşenin tüm bileşenler içerisindeki büyüklüğünü ve dolayısıyla da data setinin varyasyonunu açıklamadaki etkinliğini göstermektedir. Özdeğerlerin, fizikomekanik özellikleri ile majör oksitleri içeren data setinin toplam varyasyonu açıklamadaki yüzdesel katkıları sırasıyla % 50,11 ile % 16,35'tir. Bu bilgiler ışığında, örneklerin fizikomekanik özellikleri ve majör oksit içeriklerine ait data setinin toplam varyansı kümülatif olarak % 66,46 oranında açıklanmaktadır (Çizelge 4.22).

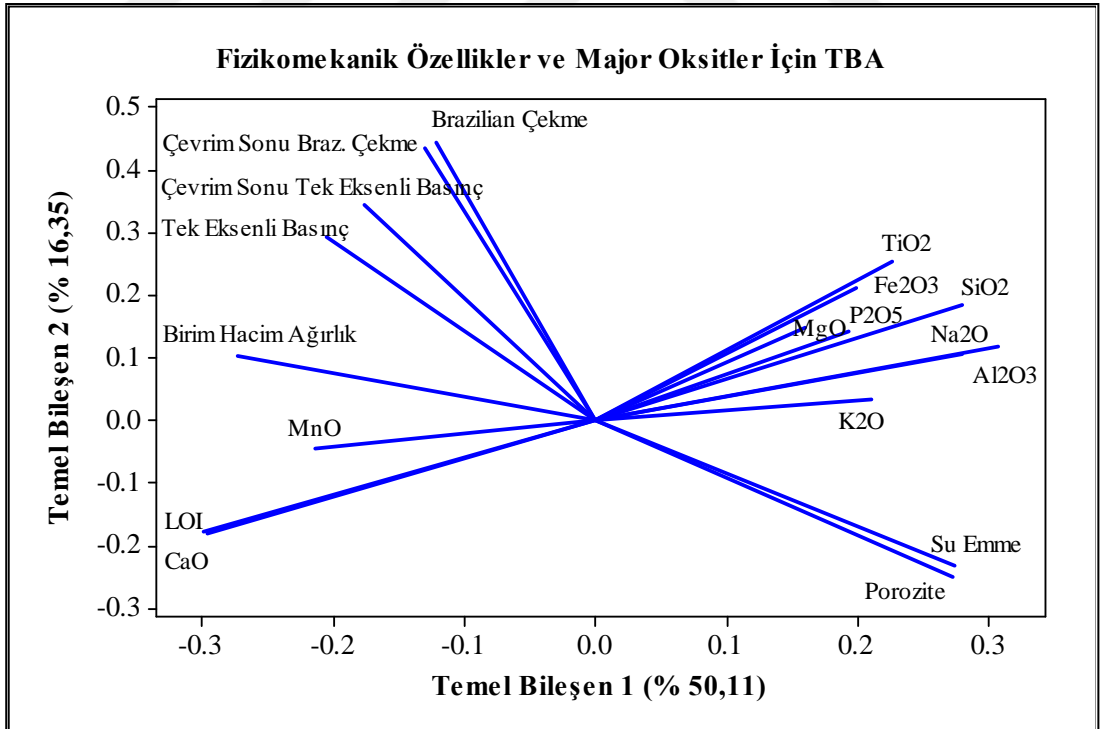


Şekil 4.132. Fizikomekanik özellik ile majör oksite ait bileşenler ile özdeğer ilişkisi

Temel bileşen analiz çıktısı olan Şekil 4.133. ve 4.134. birlikte incelendiğinde örnekler arasındaki ayrım ve bu ayrımların hangi fizikomekanik özellikler ve majör oksitlere göre gerçekleştiği görülmektedir. Bu özelliklerin temel bileşen analizi sonucunda kireçtaşları, volkanik tüf ve kumtaşı örneklerinden ayrılmıştır. İkincil temel bileşen 2, 7, 8, 16, 18, 21, 22, 24 numaralı kumtaşı örnekleri ile 3, 11, 17 ve 20 numaralı kumtaşı örneklerini birbirlerinden ayırmıştır. Volkanik tüfler ve kumtaşı örnekleri ayrı bölgelerde dağılım göstermekle birlikte 2, 7, 18 nolu kumtaşı örnekleri volkanik tüflere yakın özellik göstermiştir. Sadece fizikomekanik özelliklerin analizi sonucunda kumtaşları ve kireçtaşı örneklerinin birbirlerinden ayrım göstermemiş olmalarına rağmen, fizikomekanik özellikler majör oksitlerle birlikte incelendiğinde bu iki grup arasındaki ayrımı görebilmek mümkün olmuştur. Majör oksitler tek başlarına incelendiğinde ise 2, 7, 8 nolu örneklerin volkanik tüflere yakın değerler aldığı görülmüştü. Bu kısımdaki ayrımın sağlanmasına etki eden Çizelge 4.22.'deki temel bileşen katsayıları incelendiğinde genel olarak majör oksit içeriklerinin birincil temel bileşeni, fizikomekanik özelliklerin ise ikincil temel bileşeni temsil ettiği görülmektedir. İki farklı kategorideki özelliklere aynı anda temel bileşen analizinin uygulanmasıyla örneklerin sınıflandırılması daha belirgin hale gelmiştir (Şekil 4.133, Şekil 4.134, Çizelge 4.22).



Şekil 4.133. Fizikomekanik özellikler ile majör oksit bileşenlerin temel bileşen analizi



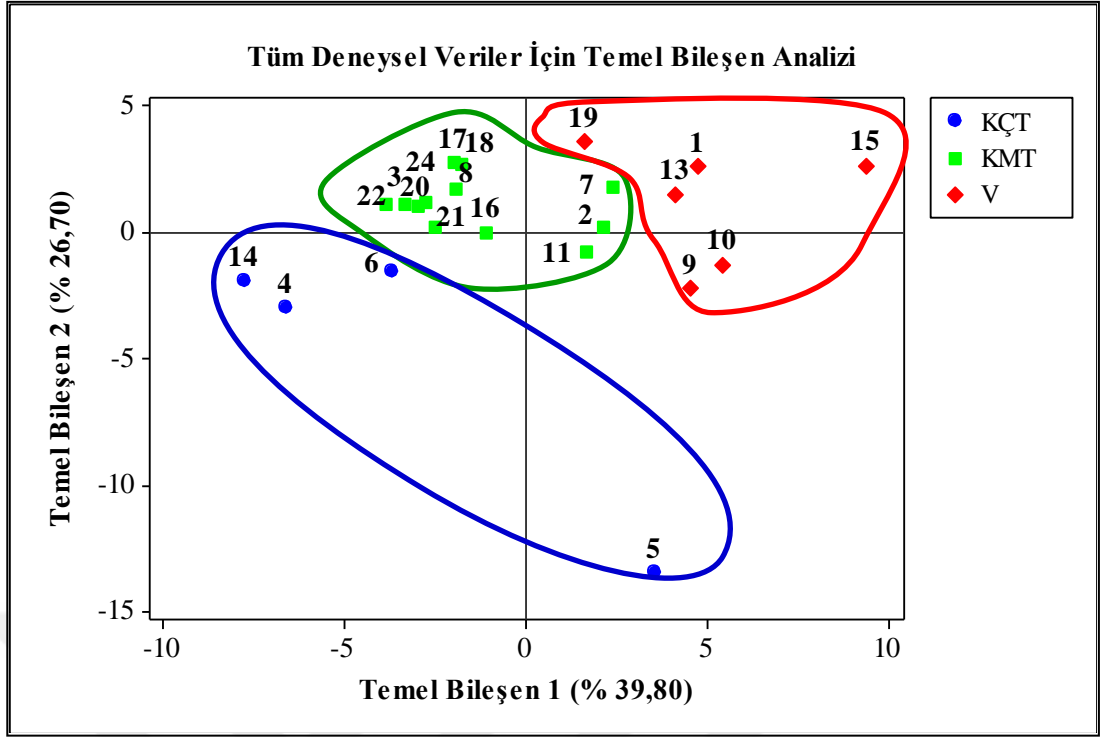
Şekil 4.134. Temel bileşen analizinde fizikomekanik özellikler ile majör oksit bileşenlerin benzer ve karşıt özelliklerinin analitik düzlemde gösterimi

Çizelge 4.22. Temel bileşenler tablosu

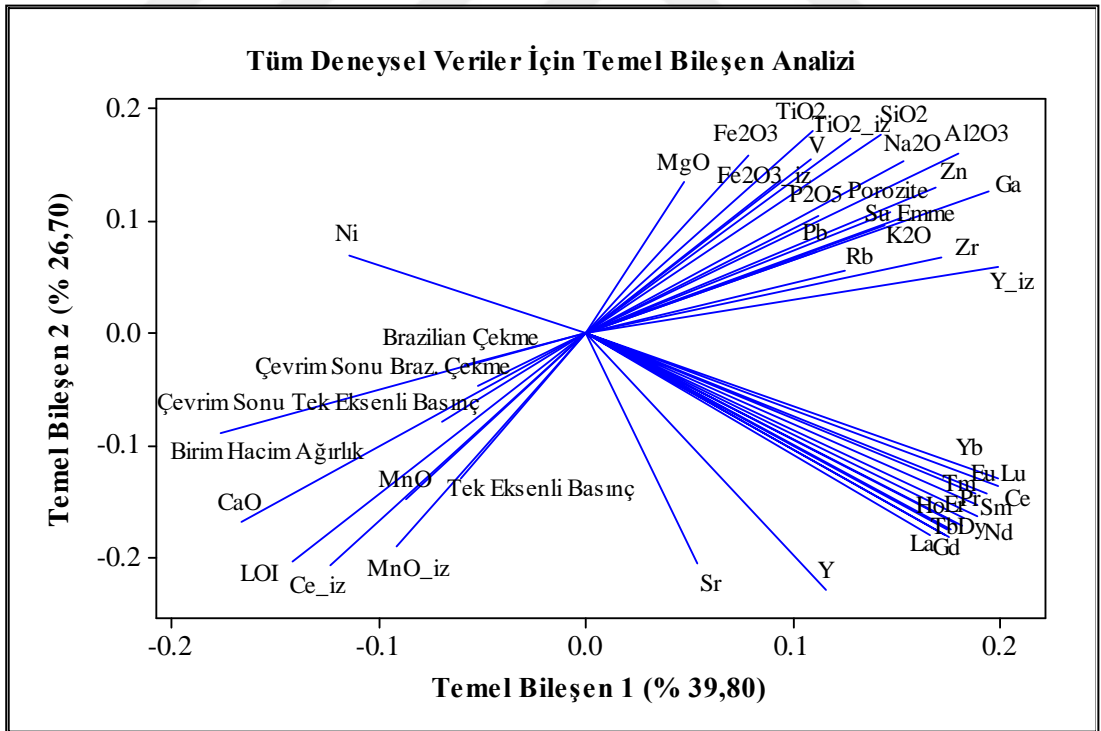
Fizikomekanik Özellikler ve Majör Oksitler	TB1	TB2
Tek Eksenli Basınç	-0,21	0,29
Brazilian Çekme	-0,12	0,45
Çevrim Sonu Tek Eksenli Basınç	-0,18	0,35
Çevrim Sonu Braz. Çekme	-0,13	0,44
Su Emme	0,27	-0,23
Porozite	0,27	-0,25
Birim Hacim Ağırlık	-0,27	0,10
SiO ₂	0,28	0,18
CaO	-0,30	-0,18
MgO	0,16	0,15
Na ₂ O	0,28	0,11
K ₂ O	0,21	0,03
Al ₂ O ₃	0,31	0,12
TiO ₂	0,23	0,25
MnO	-0,21	-0,05
LOI	-0,30	-0,18
Fe ₂ O ₃	0,20	0,21
P ₂ O ₅	0,19	0,14
Özdeğer	9,02	2,94
% Varyans	50,11	16,35
Kümülatif Varyans (%)	50,11	66,46

Tüm Deneysel Veriler:

Örneklerin fizikomekanik özellikleri ile majör oksit, iz element ve nadir toprak elementler içeriklerine ait dataların hepsi Minitab programında temel bileşen analizi ile incelenmiştir. Örnek çeşitleri (22 adet) satır olarak, tüm deneysel veriler ise (45 adet) sütun olarak kullanılmış olup data matrisi (22 x 45) oluşturulmuştur. Her temel bileşen örneklerin sınıflandırılması için kullanılan orijinal değişkenlerin lineer bir kombinasyonudur. İlk temel bileşen toplam varyansı en çok açıklayan bileşen olup, bunu ikinci temel bileşen takip etmektedir. Bu çalışmada da ilk iki temel bileşen esas alınarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Şekil 4.135. tüm deneysel veriler için bileşen sayısı ve özdeğerleri göstermektedir. Birinci ve ikinci temel bileşene ait özdeğerler sırasıyla 18,31 ve 12,28'dir. Bu değerler bileşenin tüm bileşenler içerisindeki büyüklüğünü ve dolayısıyla da data setinin varyasyonunu açıklamadaki etkinliğini göstermektedir. Özdeğerlerin, tüm deneysel verileri içeren data setinin toplam varyasyonunu açıklamadaki yüzdesel katkıları sırasıyla % 39,80 ile %



Şekil 4.136. Tüm deneysel verilerin temel bileşen analizi



Şekil 4.137. Tüm deneysel verilerin benzer ve karşıt özelliklerinin analitik düzlemde gösterimi

Çizelge 4.23. Temel bileşenler tablosu

Tüm Deneysel Veriler	TB1	TB2
SiO ₂	0,14	0,18
CaO	-0,17	-0,17
MgO	0,05	0,13
Na ₂ O	0,15	0,15
K ₂ O	0,14	0,10
Al ₂ O ₃	0,18	0,16
TiO ₂	0,11	0,18
MnO	-0,09	-0,15
LOI	-0,14	-0,20
Fe ₂ O ₃	0,08	0,16
P ₂ O ₅	0,11	0,11
Fe ₂ O _{3_iz}	0,09	0,14
TiO _{2_iz}	0,13	0,17
MnO_iz	-0,09	-0,19
Sr	0,05	-0,21
Ce_iz	-0,12	-0,21
Ni	-0,11	0,07
Pb	0,11	0,07
Zr	0,17	0,07
Rb	0,13	0,06
V	0,11	0,16
Zn	0,17	0,13
Y_iz	0,20	0,06
Ga	0,19	0,13
Y	0,12	-0,23
La	0,17	-0,18
Ce	0,19	-0,14
Pr	0,18	-0,16
Nd	0,18	-0,17
Sm	0,19	-0,16
Eu	0,19	-0,14
Gd	0,18	-0,18
Tb	0,17	-0,18
Dy	0,18	-0,17
Ho	0,17	-0,17
Er	0,18	-0,17
Tm	0,19	-0,15
Yb	0,20	-0,13
Lu	0,20	-0,14
Tek Eksenli Basınç	-0,06	-0,13
Brazilian Çekme	-0,06	-0,03
Çevrim Sonu Tek Eksenli Basınç	-0,07	-0,08
Çevrim Sonu Braz. Çekme	-0,05	-0,05
Su Emme	0,15	0,10
Porozite	0,15	0,11
Birim Hacim Ağırlık	-0,18	-0,09
Özdeğer	18,31	12,28
% Varyans	39,80	26,70
Kümülatif Varyans (%)	39,80	66,50

4.7.2.3. Kümeleme Analizi

Benzer objelerin ya da örneklerin bir arada toplanması kümeleme olarak adlandırılır. Kümeleme analizi; X veri matrisinde yer alan ve doğal gruplamaları kesin olarak bilinmeyen birimleri, değişkenleri ya da her ikisini birden, aralarındaki benzerlik ya da farklılık ölçütlerinden yararlanarak homojen gruplara bölmek amacı ile kullanılır (Sangün, 2007).

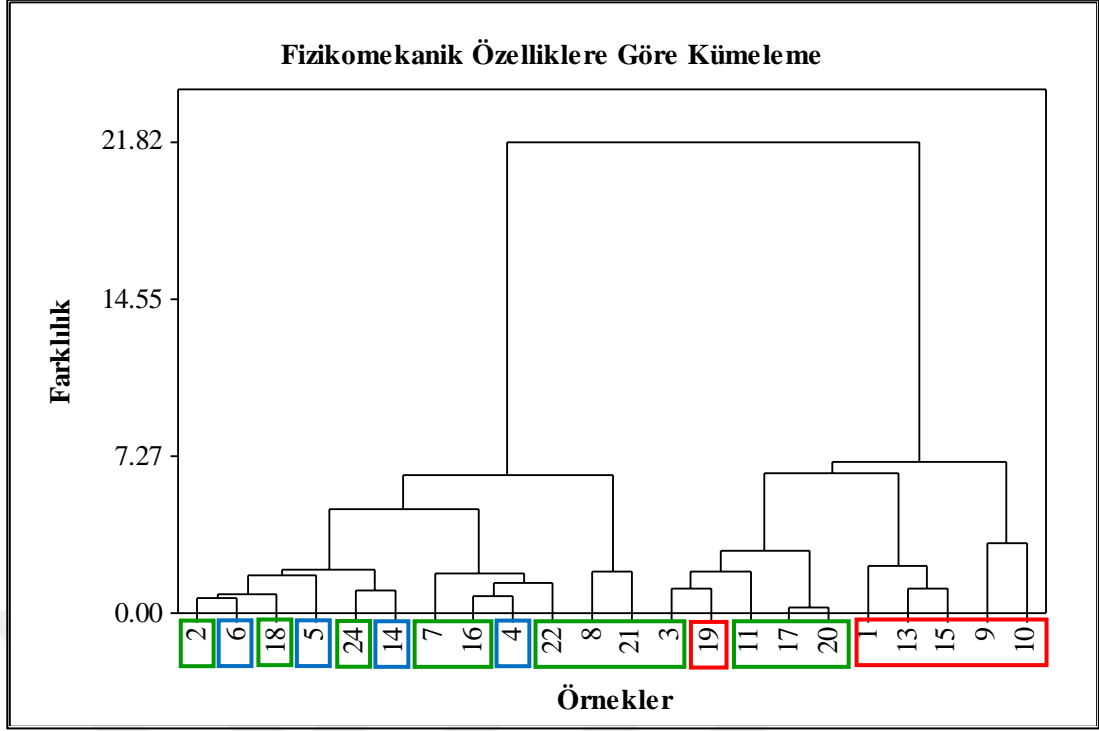
4.7.2.4. Kümeleme Analizine Göre Örneklerin Benzerlik Oranlarının Değerlendirmesi

Kümeleme analizi birçok değişkenin bulunduğu bir veri seti içindeki grupları birbirine benzer alt kümelere ayırma yöntemidir. Gruplanmış veriler benzerlik ya da farklılıklarına göre sınıflandırılır. Kümeleme analizinin temel amacı, birey ya da nesnelere temel özelliklerine ya da uzaklık yakınlıklarına göre gruplandırmaktır (Rand, 1971).

Bu çalışmanın sonuçlarının değerlendirilmesinde Minitab 16 programı kullanılmış olup temel bileşen analizinin sonucu olarak gelen çıktılar hiyerarşik kümeleme analizinin girdisi olarak kullanılmıştır. Öklid uzaklığı ve Ward bağlantı metodu kullanılarak örnekler arasındaki benzerlik ve farklılıklar elde edilen dendrogramlar ile ortaya koyulmuştur. Elde edilen kümeleme analiz sonuçları, Şekil 4.138.'den Şekil 4.143.'e kadar verilen diyagramlarda görülebileceği gibi örneklerin farklı özelliklerinin benzerliklerinin veya farklılıklarının birbirlerine olan uzaklığı/yakınlığı şeklinde kümelenmesiyle elde edilmiştir.

Fizikomekanik Özellikler:

Kumtaşı, kireçtaşı ve volkanik tüf örneklerinin sınıflandırılması sadece fizikomekanik özellikler esas alınarak incelendiğinde örnekler tamamı için belirgin bir ayırım olmamakla birlikte genel bir fikir çıkarabilmek mümkündür. y -ekseni Öklid uzaklığına göre örnekler arasındaki farklılığı dolayısıyla da benzerliği ifade etmektedir. Kireçtaşlarından 4, 5, 6, 14 numaralı örnekler ile kumtaşlarından 2, 7, 8, 16, 18, 21, 22, 24 nolu kumtaşı örneklerinin fizikokimyasal özellikleri açısından aralarındaki farklılıkları az dolayısıyla da benzerlikleri fazla bulunmuştur. Öte yandan, kumtaşlarından 3, 11, 17, 20; volkanik tüf örnekleri ile (1, 9, 10, 13, 15, 19 nolu) benzer özellikler göstermişlerdir (Şekil 4.138).



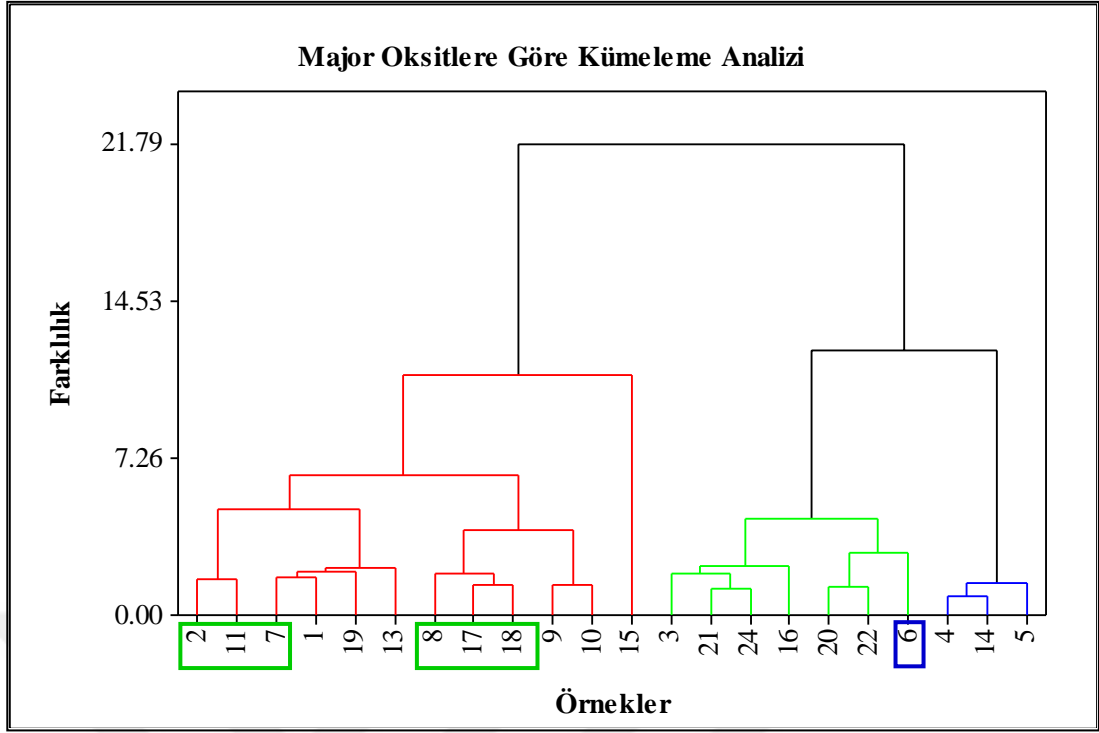
Şekil 4.138. Örneklerin fizikomekanik özelliklerine göre kümelenme farklılıkları

Majör Oksitler:

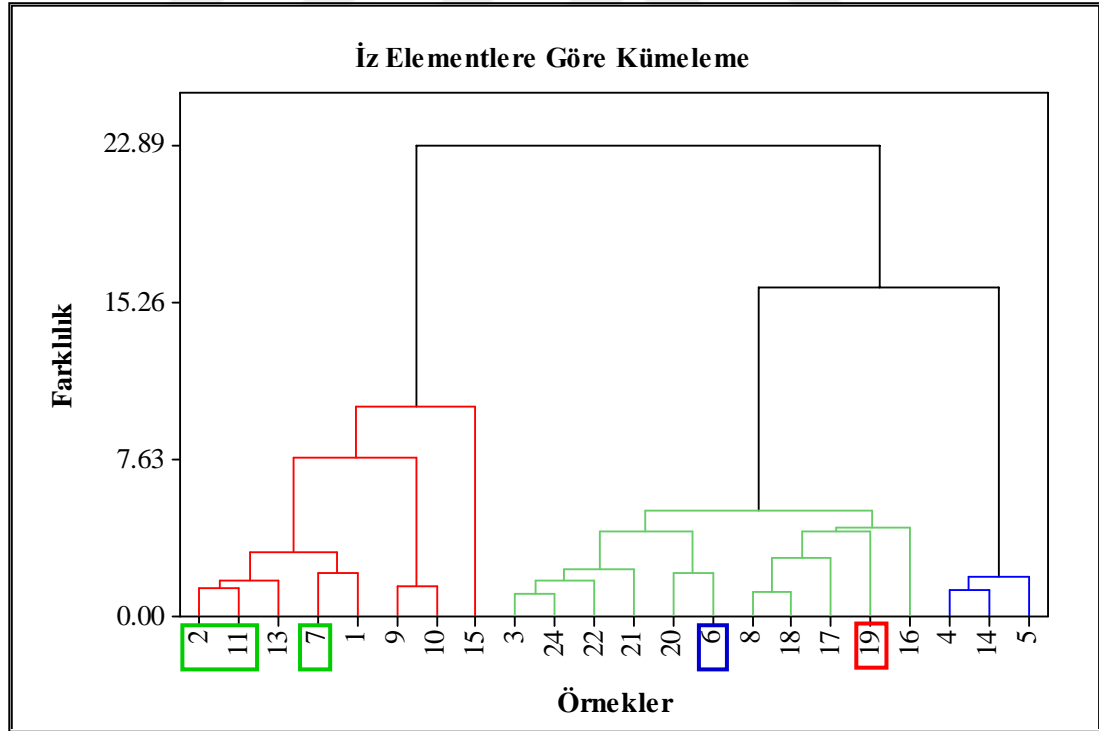
Örneklerin majör oksit içeriklerinin temel bileşen analizi sonuçlarına paralel olarak kireçtaşları, kumtaşları ve volkanik tüf örneklerinden ayrılmışlardır. Şekil 4.139.'da verilen dendrograma genel olarak bakıldığında kumtaşlarından 2, 7, 8, 11, 17, 18 nolu örneklerin volkanik tüf kümesinin içine dağıldıkları; geriye kalan örneklerin ise kireçtaşı numuneleri ile daha benzer sonuçlar verdiğini söylemek mümkündür.

İz Elementler:

Örneklerin iz element içeriklerine uygulanan temel bileşen analizi sonucunda 4, 5, 14 numaralı kireç taşı örnekleri net bir şekilde biraraya toplanarak kumtaşı ve volkanik tüf örneklerinden ayrılmıştı. Bu sonuç, kümeleme analizi ile de Şekil 4.140'ta gösterildiği gibi paralellik göstermektedir. Kümeleme işleminin genel yapısına bakıldığında kumtaşı örnekleri de kendi aralarında bir bölgeye toplanarak diğer gruplardan ayrılmışlardır. Ancak, kumtaşlarından 2, 7 ve 11 numaralı örnekler volkanik tüflerle aynı bölgede yer almışlardır. Bu durum, 2, 7 ve 11 numaralı kumtaşı örneklerinin volkanik tüf örneklerine iz element içerikleri açısından benzer oldukları sonucunu doğurmaktadır.



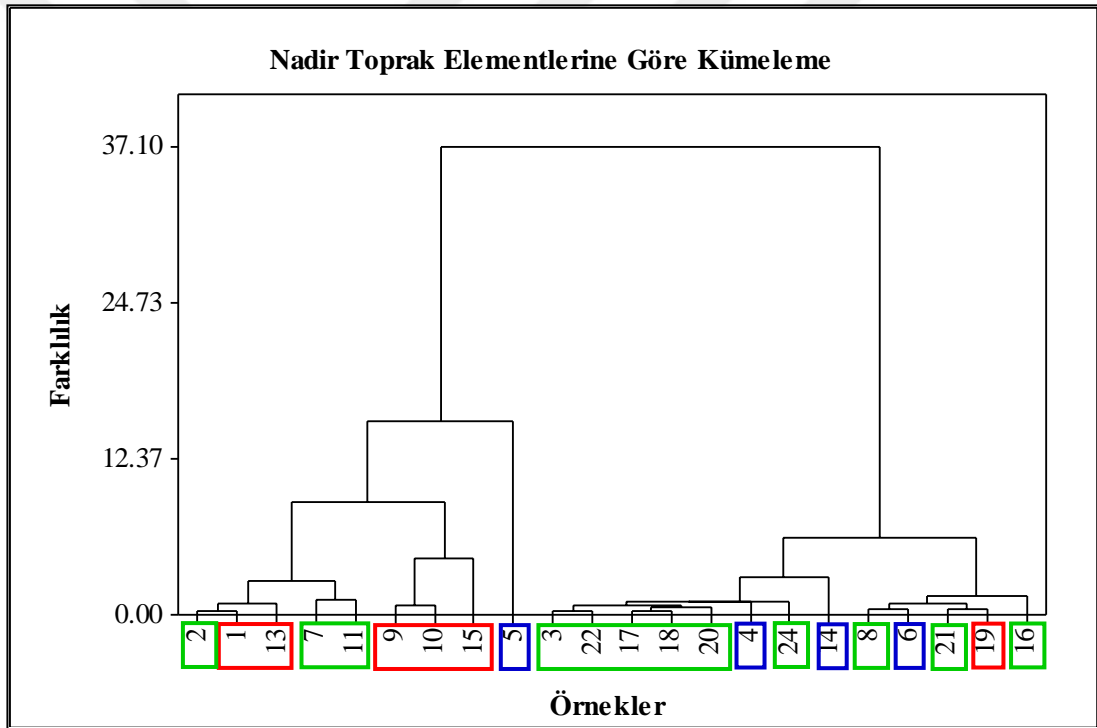
Şekil 4.139. Örneklerin majör oksit içeriklerine göre kümelenme farklılıkları



Şekil 4.140. Örneklerin iz element bileşimlerine göre kümelenme farklılıkları

Nadir Toprak Elementler:

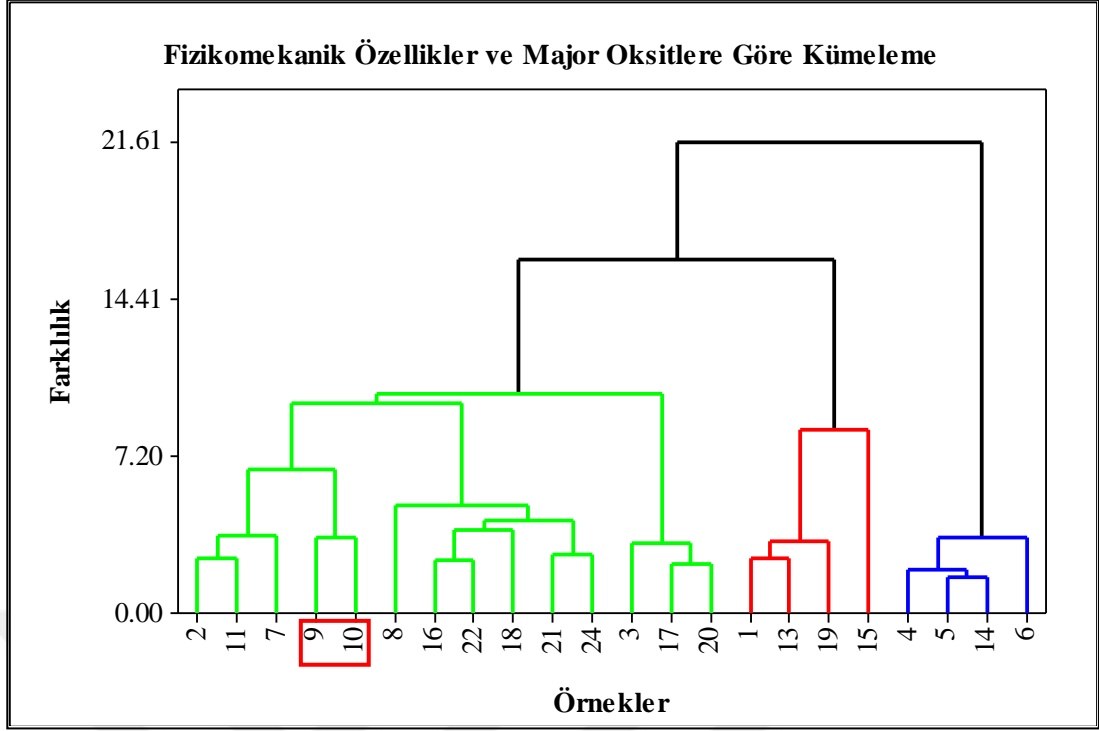
Temel bileşen analizi, sadece nadir toprak elementlerinin data setine uygulandığında net bir ayırım elde edilememekle birlikte diğer kümeleme analiz sonuçlarına yakın çıkarımların elde edildiğini söylemek mümkündür. Birincil temel bileşenin nadir toprak elementleri data setinin varyansını % 93,66 gibi yüksek bir oranla açıkladığı daha önce bahsedilmiştir. Birincil temel bileşenin baskın etkisi kümeleme analizine de yansımış durumdadır. Kümeleme analizi ile örnekleri sınıflandırdığımızda temel olarak iki ana kümenin oluştuğu gözlemlenmiştir. 2, 7, 11 numaralı kumtaşı örnekleri iz elementler sonuçlarında olduğu gibi nadir toprak element içeriği açısından da volkanik tüflere yakın özellik göstermektedir. Bunlar dışında kalan kumtaşları ise genel olarak kireç taşları ile yakın bölgelerde konumlanmıştır (Şekil 4.141).



Şekil 4.141. Örneklerin nadir toprak elementlerine göre kümelene farklılıkları

Fizikomekanik Özellikler ve Majör Oksitler:

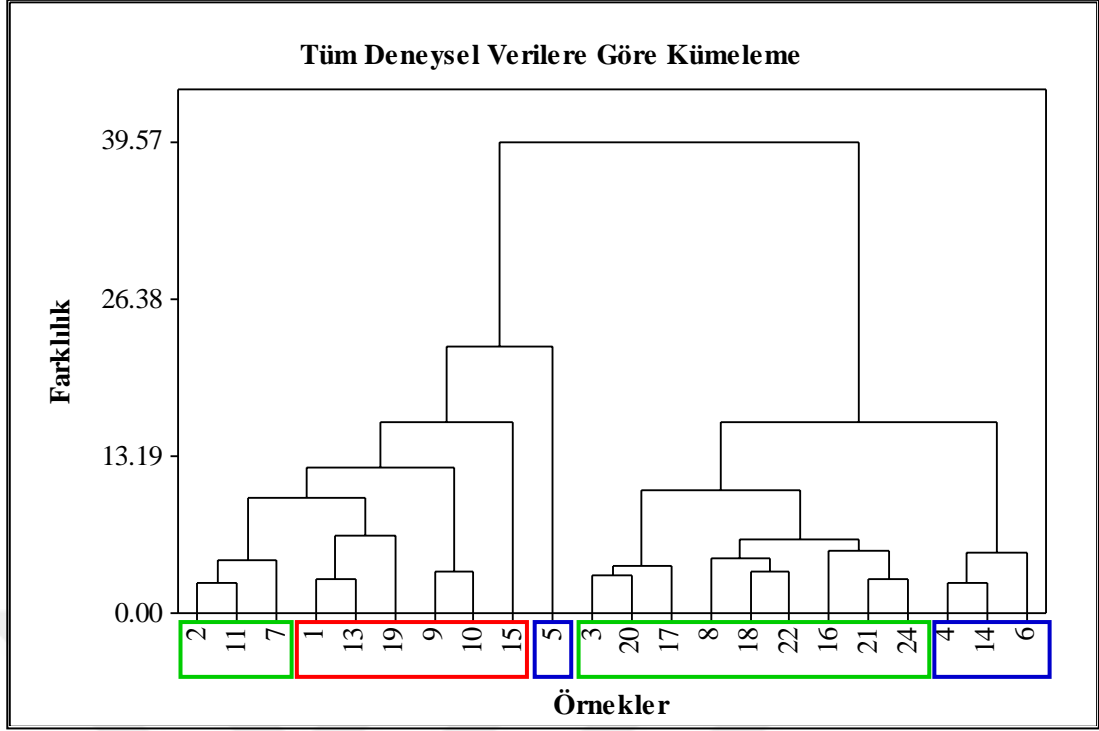
Örneklerin fizikomekanik özellikleri ve majör oksit içerikleri birlikte değerlendirildiğinde örnek grupları arasında daha net bir ayırımın ve sınıflandırmanın yapılabildiği gözlemlenmiştir. Bu iki farklı kategorideki özelliklere göre kumtaşları ve volkanik tüf örnekleri arasındaki Öklid uzaklığı daha az dolayısıyla benzerlikleri kireçtaşlarına kıyasla daha fazladır (Şekil 4.142).



Şekil 4.142. Örneklerin fizikomekanik özellikler ile majör oksit bileşimlerine göre kümelenme farklılıkları

Tüm Deneysel Veriler:

Temel bileşen analizi ve kümeleme analizi kompleks yapıdaki çok boyutlu data matrisindeki birçok değişkenin numunelerin karakterizasyonuna olan etkisini değerlendirmeye yardımcı olmaktadır. Bu sebeple, örneklerin fizikokimyasal özellikleri ile majör oksit, iz element ve nadir toprak element içeriklerini kapsayan tüm deneysel veriler aynı anda temel bileşen analizine hemen akabinde ise kümeleme analizine tabi tutulmuştur. Tüm deneysel veriler gözönünde bulundurulduğunda kümeleme analizi sonrasında volkanik tüf örnekleri ile 2, 7, 11 numaralı kumtaşı örneklerinin ve 5 numaralı kireçtaşı örneğinin kendi içinde benzer özellikler gösterdikleri; geriye kalan kumtaşı ve kireçtaşı numunelerinin de kendi aralarında benzerlik gösterdiği saptanmıştır (Şekil 4.143). 2 ve 11 numaralı kumtaşı örneklerinin K_2O bakımından zengin oluşları, 4 nolu, 6 nolu ve 14 nolu kireçtaşı örneklerinin ise temin edildikleri Karanlık Dere mevkiini temsil ettikleri bu kümeleme analizinde oldukça belirgindir. Volkanik tüf örnekler tamamen birarada yer alarak, sedimanter kayalardan farklı olduklarını ispatlamışlardır. Bu bağlamda, çalışmanın en başından en sonuna kadar tüm aşamalardaki değerlendirmelerde çalışmada gösterilen hassasiyetin gerekliliği de ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.143. Örneklerin tüm deneysel verilere göre kümelene farklılıkları

4.8. GELİBOLU YARIMADASINDAKİ YAPILARIN MİMARİSİNDE KUMTAŞLARININ ROLÜ

Çalışma alanı Gelibolu Yarımadası “kumtaşlarının” ağırlıklı Eosen (üçüncü zaman) yaşlı çökel kayaçlar şeklinde yaklaşık 500 km²’lik geniş bir alanda farklı yapısal özellikler gösterdikleri önceki bölümlerde deneysel ve görsel olarak ortaya konmuştur. Her ne kadar sahadaki çalışmaya başlandığında sadece kumtaşı örnekler hedeflenerek inceleme ve örnek temini yapılmış olsa da mikroskopta ve laboratuvarda yapılan çalışmalar ile sahada kumtaşları ile birlikte kireçtaşı, volkanik tüf ve alüvyon formasyonların da bulunduğu görülmüştür.

Gelibolu mimarisinde kullanılan kumtaşlarının öne çıkan parametreleri önceki bölümlerde deneysel olarak ortaya konulduktan sonra bu parametrelerin birbirleriyle olan ilişkileri grafiksel olarak araştırılmıştır. Daha önceki yıllarda yapılmış olan bilimsel çalışmalarda kumtaşları için yapılan sınıflandırma diyagramlarının mevcut çalışmadaki örneklerin sınıflandırma diyagramlarıyla karşılaştırmaları yapılarak tüm verilerin birbirleriyle örtüştüğü görülmüştür.

Çok değişkenli data analiz yöntemleri kullanılarak sahada temin edilen örneklerin ikiden fazla olan özelliklerinin birbirleriyle olan ilişkilerinin iki temel bileşene

indirgenerek grafik gösterimlerle incelenmesi sağlanmıştır. Buna göre sahadan temin edilen örneklerin analitik düzlemde 4 farklı bölgeye ayrılmasıyla oluşan kayaç sınıflarının mikroskobik ve makroskobik çalışmalarda kayaç sınıflarıyla benzer şekilde ayrıştığı görülmüştür. Sahadan temin edilen 22 örneğe ait 46 değişkenin birlikte incelenmesiyle iki boyuta indirgenebildiği çok değişkenli data analizleriyle örneklerin analitik düzlemde hem kayaç sınıfı olarak ayrıştıkları, hem de bu ayrışmaların hangi özellikler bakımından hangi ağırlık oranında olduğu ortaya konmuştur.

Sahada yapılan ölçümler neticesinde hazırlanan 1/25.000 ölçekli jeolojik haritanın da deneysel parametreler ve analiz sonuçlarıyla mukayese edilmesiyle sonuçların jeolojik harita ile birebir örtüştüğü görülmüştür. Bu bağlamda Gelibolu Yarımadası'nda sahadada mevcut olan bölgesel farklılıklar kumtaşlarının her bir farklı parametresini farklı bölgelerde ön plana çıkarmıştır. Arazide bulunan kireçtaşı, volkanik tüf ve alüvyon formasyonlarından farklı özellikler taşıyan kumtaşlarının bölgesel olarak da mimaride kullanıma katkılarının pozitif olduğu ispatlanmıştır.

Geçmişten günümüze dek Gelibolu Yarımadası'ndaki yapılarda gerek bilinçli, gerekse de sezgisel olarak mimaride kullanılan kumtaşları, görsel özellikleri ve deneysel değerleriyle pozitif olarak örtüşmektedir.

Makroskobik, mineralojik - petrografik, fizikomekanik, ısı, jeokimyasal özellikler bakımından incelemeleri ve karşılaştırmaları yapılan kumtaşı örneklerinin diğer kayaç sınıflarından pozitif olarak ayrıştığı önceki bölümlerde analitik olarak tespit edilmiştir. Bu veriler ışığında, mineral bileşim oranlarının ortalaması incelendiğinde kumtaşlarındaki mineral/çimento oranının en yüksek olduğu görülmektedir. Renk özellikleri bakımından da görsel değerinin diğer kayaçlardan daha yüksek olduğu belirgindir. Mikroskobik dokusunda kuvars, plajiyoklaz, biotit ağırlıklıdır. Mohs sertlikleri bakımından volkanik tüflerin en sert olduğu görülmüştür. Volkanik tüflerde SiO₂'nin en yüksek seviyelerde oluşu Mohs sertliği bakımından da en yüksek olmasına etkindir. Malzemenin işlenebilirliği açısından sertliğin yüksek oluşu olumsuz bir faktördür. Don dayanımları bakımından kumtaşlarının diğer kayaçlara göre daha avantajlı oluşu da bunun bir başka göstergesidir.

Tüm bu özellikler göz önüne alındığında, Gelibolu mimarisinde yaygın olarak kullanılan kumtaşları, gerek yapının taşıyıcı sisteminde basınç elemanı olarak,

gerekse de çekme elemanı olarak kullanılmaktadır. Isıl özellikleri bakımından da kaplama malzemesi olarak kullanmaya elverişli olan kumtaşları, kolay işlenebilir özellikte olmaları sebebiyle genellikle yapıların bütününde kullanılmaktadır.

4.9. BÖLGESEL ÖLÇEKTE KUMTAŞLARININ REZERV POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRMESİ

Geçmişten günümüze ulaşan yapılarda varlığını sürdüren kumtaşlarının geleneksel mimariden günümüz mimarisine uyarlanması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması durumunda, kırsal yerleşim yapılarında, modern mimaride ise park-bahçe yapılarının dizaynında, hem taşıyıcı sistem elemanı hem de kaplama elemanı olarak uzun yıllar boyunca kullanılabilmesi, mimari estetik, renk görsel değeri ve ülke ekonomisine katkısı ile yapıların güvenliği açısından da olumlu katkısının olacağı düşünülmektedir.

4.9.1. Kumtaşlarının Rezerv ve Potansiyeli, Bölgenin Mimari Tarihinde Dünü ve Bugünü

İnceleme alanı Gelibolu Yarımadası içinde yaklaşık 500 km²'lik alan içinde, jeolojik haritasıyla, yapısal ve yerinde özellikleriyle tanımlanan kumtaşları, rezerv açısından çok büyük bir potansiyel oluşturmaktadır. Bu yönden kumtaşları yerel olarak jeolojik haritada da izleneceği gibi, jeolojik enine kesitlerde yer yer kireçtaşlarıyla geçişli olup, yüzey alanının % 10 oranında kireçtaşları, %15-20 oranında genç alüvyon çökelleri (kuvaternar) içermektedir. Diğer kumtaşları ise kendi içinde kayraktaşı şeklinde (yassı ve geniş belirli kalınlıklarda) Yeniköy ve devamında yüzey vermektedir (Bkz. Jeolojik harita ve Bölüm I). Diğer yörelerde kalın-orta tabakalı, bazen yüzeysel olarak ayrışarak kuma dönüşmüş, bazen de masif, kompakt blok veya geometrik şekilli bloklu yapılar sunarlar.

Bu süreksizliklere oranla kumtaşları mimaride ağırlıklı olarak, kayraktaşı olarak ve halen köylerin içlerindeki yollarda ve barınma alanlarını oluşturan evlerin taşıyıcı sistemlerinde ve duvarlarında kaplama malzemesi olarak kullanılmıştır. Bu yapılaşma esasında binalarda bilinçli olarak, farklı renk ve boyutlarda kumtaşları kullanılarak oluşturulan bina ve yüzeyler görsel değerleri bakımından kendini ön plana çıkararak farkındalık yaratmaktadır.

Gelibolu kumtaşları birçok özellik bakımından her ne kadar farkındalık yaratsa da günümüzde bu yapı malzemesinin endüstriyel olarak üretiminin yapıldığı aktif taş ocağı bulunmamaktadır. Geline süreçte yapı malzemesi olarak kumtaşlarının ekonomik değeri, taşın ocaktan çıkarılma maliyetini karşılamadığı için arazide tespiti yapılan üç taş ocağının da aktif olmadığı görülmüştür. Yöre halkı ve eski işletme sahipleriyle yapılan görüşmelerde taşın ekonomik değerinin, ocaktan çıkarma maliyetine denk olduğu ve nakliye maliyetlerinin de bu durumu olumsuz etkilediği bilgilerine ulaşılmıştır. Oysaki Gelibolu Limanı ile Saros Körfezi güneyinde yer alan Kömür Limanı bu kumtaşlarının nakliyesi için elverişli konumda bulunmaktadır. Rezerv alanları olarak yüksek mukavemet özelliklerine sahip 7 ve 8 nolu kumtaşı örneklerinin temin edildiği Deniz Çeşme mevki ile Kömür Koyu mevki Kömür Limanı en yakın konumdadır. Ayrıca yine yüksek mukavemet özelliklerine ve ısı değerlerine sahip olan 16, 21, 22 nolu örnekler sırasıyla Aslantekke Tepeleri, Topyolu mevki ile Budak Sırtı mevki civarlarındadır. Bu alanlar da zaten Gelibolu ilçe merkezine oldukça yakındır. Deniz taşımacılığı kullanılarak yapılacak olan endüstriyel üretimlerin ekonomik olarak avantajlı olacağı aşikardır. Uygun bölgelerde açılacak olan kumtaşı ocaklarından yapılacak üretimle hem yöre halkına az da olsa istihdam sağlanacak, hem de ülke ekonomisine katkıda bulunulacaktır. Görsel değeri de yüksek olan bu malzemenin yapılarda kullanılmasıyla ekonomik ömrü uzun, yaşam konforu yüksek olan yapılar inşa edilebilecektir.

Eski medeniyetler döneminde geleneksel yöntemlerle kullanılan Gelibolu kumtaşları geçmişten geleceğe bir köprü vazifesi görerek kültürel mirasın yaşatılmasında ve yapıların gelecek nesillere güvenle devredilmesinde önemli rol oynamaktadır.

4.9.2. Kumtaşlarının Saha ve Laboratuvar Bazında Öne Çıkan Parametrelerinin Mimaride Kullanıma Etkileri

Kumtaşları 2-3-7-8-11-16-17-18-20-21-22-24 Nolu Örnekler :

Gelibolu yarımadası genelinde, yakın zonlarda olup grafiklerde de benzer özellik göstermektedir. Granit görünümlü benekli, taneli, sertlikleri 4,5-5,5 düzeyinde, iki kayaçlar farklı taneli, detritik çimentolu, mineral/çimento oranı her ikisinde de % 60/40 mineral bileşimi kuvars, plajiyoklaz, mika, yabancı kayaç, çimento bileşimi volkanik kayaç parçaları, mika, opak, hematit her iki kayaç da volkanik mineral çimentolu polijeniktir. SiO₂ içerik değerleri volkanik tüfler ile kireçtaşı örneklerine

ait içerik değerlerinin arasında bulunmaktadır. 2 ve 11 nolu kumtaşı örnekleri K_2O bakımından zengin oldukları için grafiklerde ve diyagramlarda diğer kumtaşı örneklerden ayrılmaktadırlar.

Kireçtaşları 4-5-6-14-23 Nolu Örnekler :

Kumtaşları içerisinde farklılık gösteren bu kayalar, masif, kompakt, kütleli, minerallerin kenetlenmesi yüksek, ince-orta tanelidir. Sertlikleri yüksek, kayaç bileşimi kuvars, plajiyoklaz, mika, ufak mineraller, çimento, killi mika ve demirli, tane/çimento oranı 45/55 olup, modal sınıflandırmada kireçtaşı olarak tanımlanmıştır. Fiziksel olarak birim hacim ağırlığı ort. 25,88 kN/m^3 genel ortalamanın üzerindedir. Porozitesi ve su emme değerleri ortalamanın altında kalmaktadır. Bunun sebebi çimentosunun killi ve kayaç içerisindeki oranının yüksek olmasıdır. Sertlikleri 5-6, ikincil çatlaklarda opak ve karbonat oluşumlarına rastlanır. Mineral bileşimi kuvars, plajiyoklaz, mika, yabancı kayaç volkanik, çimento bileşimi kil, kalsit, hematittir. Birim hacim ağırlık olarak kumtaşları ortalamasının üzerindedir (25,88>25,02). Kalsitin varlığı bu açıdan önemli bir farklılıktır. MgO , SiO_2 , Al_2O_3 oranları düşük, CaO oranı yüksektir. Kireçtaşı adı altında tanımlanan bu malzemenin, gerek arazi, gerek laboratuvar koşullarında incelendiğinde ve araştırıldığında kendi içinde farklılıklar gösterdiği, 23 numaralı örneğin traverten oluşumları içerisinde yer aldığı görülmektedir.

Volkanik Tüfler 1-9-10-12-13-15-19 Nolu Örnekler:

Kumtaşlarını daha genç yaşlı damarlar veya zonlar halinde kesen, 1,9,10,12,13,15 ile 19 örnek nolu volkanik kayalar, genelde masif kompakt, yoğun, sertliği 6-6,5 ile sert kayaç grubuna giren, volkanik porfirik doku altında bulunan yarı derinlik kayaç özellikli kayalarda mineral / çimento oranı ortalama 51/49 oranındadır. Fenokristaller, plajiyoklaz ağırlıklı, matriks plajiyoklaz piroksen, demiroksit, plajiyoklaz ve hornblend mikrolitlidir. Bu kayalarda daha önceki örneklerden farklı olarak Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO oranları yüksektir. CaO oranı çok düşüktür. Birim hacim ağırlığı ise genel ortalamanın altında kalmaktadır.

4.9.3. Kumtaşlarının Yapı Mimarisinde Ülke Bazında, Geleceğe Dönük Kullanımının Önemi

Gelibolu kumtaşlarına ilişkin yukarıda ayrıntılı şekilde verilen saha çalışmaları ve laboratuvar incelemeleri ile bunlara bağlı olarak deneysel parametrelerin birbirleriyle

olan ilişkileri yüksek korelasyonludur. Uzun yıllar sağlam ve kalıcı bir malzeme olması sebebiyle Gelibolu kumtaşlarının mimaride kullanımının ekonomiye olumlu katkısı olacaktır. Gelibolu Bölgesi'nde yeni taş ocaklarının açılmasıyla bu taşların ve kaynaklarının ülkenin kullanımına kazandırılması, gerek istihdam açısından gerekse de bölge iklimine uygun malzeme seçiminde doğru malzeme kullanımını sağlamış olacaktır. Ayrıca estetik açıdan da Gelibolu yöresine görsel bir zenginlik kattığından turizm açısından da bölge ekonomisine ayrıca katkısı olacaktır. Bunun yanı sıra taş ocaklarının faaliyete geçirilmesi veya daha verimli ocakların devreye sokularak maliyetine nazaran kazanç oranının yükseltilmesi hedeflenmelidir. Deneysel parametreleri ve istatistiksel analizleri pozitif olan örneklerin temin edildiği rezerv sahaları liman bölgelerine yakın konumda bulunmaktadır. Malzemenin nakliye maliyetleri deniz taşımacılığı kullanılarak asgari düzeye indirildiği takdirde, ocakların maliyet riski de azalacağı için aktif ocaklara ulaşma imkanı daima olacaktır. Mukavemeti yüksek, güvenilir, yaşam konforunun yüksek olduğu yapılar ülkemize ekonomik açıdan katkı yapacağı gibi, görsel olarak da geleneksel kırsal mimarinin sürdürülebilirliğini sağlayacaktır.

5. SONUÇLAR

Çalışma alanı olan Gelibolu Yarımadası'nda çalışmaya esas olan taşların üç grupta toplandığı ve esas çalışma konusu olan kumtaşlarının arazide her ne kadar benzer görünmelerine karşın bunların mineralojik-petrografik, fiziksel-mekanik özellikler açısından farklılıklar göstererek birbirlerinden Çizelge A.9.'daki gibi 4 farklı ana bölgeye ayrıldığı belirlenmiştir. Aynı bölgeye denk gelen bu kayaçlar birbirlerine yakın mineralojik-kimyasal ve diğer fizikomekanik özellikler bakımından daha yüksek benzerlikte özellikler sergilemektedirler.

Makroskobik incelemelerden mikroskobik incelemelere geçiş yapılarak optik, mineralojik, petrografik özelliklerin incelenmesiyle ve sayısal özelliklerinin değerlendirilmesiyle daha fazla farklılık olduğu ortaya çıkmaktadır.

Arazi etüd edildiğinde, benzer karakterli taşlar sahadan toplandığında yapılan değerlendirmelerde baskın olan grubun kumtaşlarının olduğu, bunun yanında kireçtaşlarının ve volkaniklerin de olduğu belirlenmiştir. Görsel olarak anlaşılması mümkün olmadığı halde, laboratuvar çalışmaları sonucunda ayrı gruplarda değerlendirmeleri gerektiği ortaya çıkmıştır. Her ne kadar bu farklılıklar (laboratuvar bazında yapılan araştırmalar) bir yelpaze şeklinde dağılım oluşturmalarına karşın bu özelliklerin tamamının verildiği karşılaştırmalı analiz sonuç çizelgesi Çizelge A.10'daki laboratuvar bazlı sonuçlarında düşük porozite, düşük su emme, yüksek basınç dayanımı, yüksek birim hacim ağırlık, yüksek çekme dayanımı ile ısı iletkenlik ve su buhar difüzyon direnç katsayılarının standartların (TS-EN) üzerinde olduğu görülmüştür. Bunların sebepleri olarak Eosen yaşlı olan Gelibolu Yarımadası kumtaşları her ne kadar arazide yapısal olarak masif, tabakalı, kayraksı, ince bantlı ve renk olarak da gri, yeşil, sarı, sarımsı kahverengi tonlarında olsa da 500 km²'lik çalışma alanı içerisinde kumtaşları genelde kumlu taneli ayrışım göstermeyen bir özelliğe sahiptir.

Su emme, işlenebilme-sertlik, dayanım, don dayanımı, kaplama malzemesi olarak haiz olduğu ısı değerlere ait deneysel verilerin standartlardaki limitlerle ve

örneklerin kendi aralarında karşılaştırılmasıyla kireçtaşlarının kumtaşlarına kıyasla don zayıflığının daha yüksek olduğu, volkanik tüflerin ise sertlik derecelerinin kumtaşlarına kıyasla daha yüksek olmasına rağmen basınç ve çekme dayanımlarının oldukça düşük olması kumtaşlarını diğer kayaç türlerine göre ön plana çıkarmaktadır.

En eski medeniyetlerden günümüze kadar yapılarda taşıyıcı eleman, kaplama elemanı olarak gerek harçlı, gerek harçsız olarak kullanılmıştır. Yüzeylerinin renkli bir görünüm sergilemesinin de sebebi olarak farklı mineral bileşimi içermelerinden kaynaklı kimyasal bileşimlere, majör, iz ve nadir toprak elementlere sahip olması ve farklı bileşimlerde bazen çok yüksek farklı uç değerler göstermesi kayaçlardaki renk görsel değerini artırmaktadır.

Günümüzde mimaride her ne kadar doğal yapı taşlarına ihtiyaç duyulmasına karşın bunların ocak üretim ve çevre gibi etkenler nedeniyle kullanıma yönelik ancak küçük yerleşim alanlarında kolaylığı sebebiyle yüzey kaplama malzemesi olarak az da olsa kullanılmaktadır.

Taşıyıcı sistemde kullanılması durumunda; çekme elemanı olarak 8 ve 21 nolu kumtaşı örneklerinin, basınç elemanı olarak 22, 16, 21 ve 7 nolu kumtaşı örneklerinin, kaplama malzemesi olarak kullanılması durumunda ise iç mekandaki bağımsız elemanlarda 7 nolu kumtaşı örneğinin, dış cephede ve duvarların iç yüzey kaplamalarında 18 nolu kumtaşı örneğinin en uygun örnekler olduğu tespit edilmiştir.

Yapıda iç mekan tasarımında kullanılmak üzere 16 nolu kumtaşı örneğinin taşıyıcı sistemde basınç elemanı olarak, 8 ve 21 nolu kumtaşı örneklerinin taşıyıcı sistemde çekme elemanı olarak, 7 nolu kumtaşı örneğinin bağımsız elemanlarda (sütun, kolon, giriş, döşeme vb.) kaplama malzemesi olarak, 18 nolu kumtaşı örneğinin ise duvar iç yüzey kaplama elemanı olarak kullanılması, ayrıca yapı dış cephesinde hem taşıyıcı sistemde basınç elemanı, hem de kaplama elemanı olarak 22 nolu kumtaşı örneğinin, çekme elemanı olarak ise 8 ve 21 nolu kumtaşı örneklerinin kullanılması durumunda içerisindeki yaşam konforunun yüksek olduğu, ekonomik, estetik ve mukavemetli bir yapının inşası sağlanmış olacaktır. Bahçe yol döşemesi veya kaplama malzemesi olarak da 22 nolu kumtaşı örneğinin kullanımı diğer örneklere göre avantajlıdır. Şayet farklı lokasyonlardan malzeme temini konusunda ekonomik imkanların bulunmadığı veya yalnızca tek lokasyondan malzeme temininin gerektiği durumlarda 21 nolu kumtaşı örneğinin bulunduğu lokasyon tüm özellikleri bakımından diğer

örneklere alternatif olacak biçimde yüksek özelliklerdedir. Bütün bu özellikler özet olarak sonuç çizelgesinde sunulmaktadır.

Çizelge 5.1. Kumtaşlarının en elverişli kullanım alanlarına göre özet değerlendirmesi

Kumtaşı Örnekleri	Standart Aralığı	Örnek No	Ör. Hesap Değeri	Kullanım Alanı	Lokasyonu
Su Emme Sa (%)	3-10	7	2,18	İç Mekanda Basınç	Deniz Çeşme Mvk.
		8	0,72	Dış Cephede Çekme	Kömür Limanı Mvk.
		18	1,35	Kaplama Malzemesi	Hırlıçeşme Mvk.
Basınç Dayanımı (MPa)	20-180	7	102,11	İç Mekanda Basınç	Deniz Çeşme Mvk.
		8	66,38	Dış Cephede Çekme	Kömür Limanı Mvk.
		16	109,37	Basınç Elemanı	Aslantekke Tepeleri
		18	70,93	Kaplama Malzemesi	Hırlıçeşme Mvk.
		21	95,78	Basınç + Çekme El.	Topyolu Mvk.
		22	99,27	Yol Döşeme Malz.	Budak Sırtı Mvk.
Çekme Dayanımı (MPa)	12-20	7	7,1		
		8	12,73	Çekme Elemanı	Kömür Limanı Mvk.
		21	12,26	Çekme + Basınç El.	Topyolu Mvk.
Birim Hacim Ağırlık (kgf/m ³)	2600	7	2421		
		8	2572		
		16	2543		
		18	2464		
		21	2564		
		22	2560		
Isıl İletkenlik (λ)	2,3	18	1,82	Kaplama Malzemesi	Hırlıçeşme Mvk.
Buhar Difüzyon Direnç (μ)	200 - 250	18	129	Kaplama Malzemesi	Hırlıçeşme Mvk.

Bu çalışmada elde edilen veriler ışığında, hem tarihsel açıdan büyük yerleşim merkezlerinde süregelen olması, hem de bugün için küçük yerleşim beldelerinde de devam ettirilmesi, turistik amaçlı yapılarda kullanılmış olması Kuzey-Güney Marmara yörelerinde bu yapı malzemesini mimarların yapılaşma konusunda öncülük yapacağı kırsal ve modern mimaride uygulamaları neticesinde, başta zengin renk yelpazesi olmak üzere, mimari estetik, yapı statüğü ve ekonomikliği de dikkate alınarak önemli bir potansiyel oluşturacağı kuşkusuzdur.

Sonuç olarak, yapısal geçmişte kullanılan (Osmanlı-Bizans vs.) yapı malzemelerinden olan kumtaşlarının hala yöresel kullanıma imkan vereceği düşünülerek, günümüzde kaybolmuş olan doğal taş kullanma geleneğini yaşatmak ve ülke ekonomisine katkı sunmak için yapılan alan çalışmaları ve laboratuvar çalışmalarıyla kırsal alanlarda endüstriyel malzemeler yerine yöresel malzeme kullanımının teşvik edilmesi ve desteklenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Aciođlu, Y., 2012, “Çanakkale Boğazı’ndaki Osmanlı Dönemi’ne Ait Kale Ve Tabyalar”, Çanakkale Turizm Zirvesi 2012, Çanakkale Valiliđi Yayını, Çanakkale 2012, s.213-224.

Akdemir, A. vd., 2008, Gelibolu Değerleri Sempozyumu 27-28 Ağustos 2008, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Yayınları No:80, Çanakkale.

Altinkaya, E.P., Tekin, Ç., Eren, Ö., 2011, Kırsal Yerleşim Bölgelerinde Sürdürülebilirlik: Çanakkale Bölgesi Ayvacık İlçesi Adatepe ve Demirciköy, Politeknik Dergisi, Cilt 14 Sayı:2, s. 109-113, İstanbul.

Bacak, G., Yılmaz, S. A., Uz, B., 2009, Zonguldak Batısında Yer Alan (Kozlu-Alaplı) Volkanitlerin Petrografik Özellikleri ve Endüstriyel Kullanılabilirliği, 5. Ulusal Kırmataş Sempozyumu, 1-2 Aralık 2009, İstanbul, Bild. Kitabı S: 167-179.

Canet, C., et al, 2010, A statistics-based method for the short-wave infrared spectral analysis of altered rocks: An example from the Acoculco Caldera, Eastern Trans-Mexican Volcanic Belt. Journal of Geochemical Exploration 105 (2010) 1–10, 2010 Elsevier B.V.

Cox, K. G., Bell, J. D. & Pankhurst,1979, The Interpretation of Igneous Rocks. Allen & Unwin, London.

Çaylak Türker, A., 2006, “The Gallipoli Castle in The Byzantine Period”, Hacettepe Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi, C.23, Sayı:2, Ankara, 175-198.

Çorapçiođlu, K. vd., 2008, Yöresel Kırsal Mimari Kimlik, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi – T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü, İstanbul.

Çorapçiođlu, K. vd., 2010, Balıkesir Kırsalında Yöresel Doku ve Mimari Özelliklere Uygun Yapılaşmanın Yaygınlaştırılması Tipoloji Çalışmaları ve Uygulama Projeleri, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi – T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü, İstanbul.

Çorapçiođlu, K. vd., 2010, Balıkesir Kırsalında Yöresel Doku ve Mimari Özelliklere Uygun Yapılaşmanın Yaygınlaştırılması Rehber Kitap, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi – T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü, İstanbul.

Çorapçiođlu, K. vd., 2008, Kayseri Kırsalında Yöresel Mimari Özelliklerin Belirlenmesi Rehber Kitap, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi – T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü, İstanbul.

De La Roche, H., Leterrier, J., Grandclaude, P., & Marchal, M., 1980, A classification of volcanic and plutonic rocks using R1R2- diagram and majör element analyses – its relationships with current nomenclature. Chem Geol 29: 183-210.

Debon, F. & Le Fort, P.,1988, A cationic classification of common plutonic rocks and their magmatic associations: principles, method, applications. Bull Mineral 111: 493-510.

Debon, F. & Le Fort, P., 1983, A chemical-mineralogical classification of common plutonic rocks and associations. Trans Roy Soc Edinb, Earth Sci 73: 135-149.

DIN EN ISO 12572, 2001, Hygrothermal Performance of Building Materials and Products, Determination of Water Vapour Transmission Properties.

Emecen, F., 1996, Gelibolu, T.D.V. İslam Ansiklopedisi, C.14, İstanbul.1996, s.1-6.

Ercan, M.A., Yazılı ve Sözlü Kaynaklardan Hareketle Gelibolu Yarımadası Köy Adları Üzerine Bir İnceleme, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi.

Eriç, M., 2010, Yapı Fiziği ve Malzemesi, Literatür Yayınları, 978-975-8431-72-4, İstanbul.

Gökbilgin, M.T., 1952, XV-XVI. Asırlarda Edirne ve Paşa Livası, Vakıflar-Mülkler Mukataalar, İstanbul.

Hair, J.F., Anderson, R.E., Tatham, R.L., Black, W.C., 1998, Multivariate Data Analysis. Prentice-Hall International, Inc., New Jersey.

Harita Genel Komutanlığı, 1/25.000 ölçekli Çanakkale ili ve civarı topoğrafya haritaları

Hastie, A.R., Kerr, A.C., Pearce, J.A. & Mitchell, S.F. (2007) Classification of altered volcanic island arc rocks using immobile trace elements: development of the Th-Co discrimination diagram. J Pet 48: 2341-2357.

Irvine, T.M. & Baragar, W.R.,1971, A guide to the chemical classification of common volcanic rocks. Canad J Earth Sci 8: 523-548.

İşığışok, E., 1999, Bursa'daki 100 Büyük Tekstil Firmasının Temel Bileşenler Çözümlemesine Göre Belirlenmesi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (Öneri), C.2, S.12, Haziran 1999, s.127-138.

İnalçık, H., 2008, "Fatih'e Kadar Çanakkale Boğazı, Gelibolu Osmanlı Üssü ve Osmanlı-Venedik Karşılaşması", Çanakkale Tarihi, C.I, İstanbul, 15-44.

İrdesel, M., 1998, *Gelibolu ve Yöresi Tarihi*, Geltur Ajans, Gelibolu.

Jensen, L. S., 1976, A new cation plot for classifying subalkalic volcanic rocks. Ont Div Mines, Misc. Pap 66, 1-21

Jolliffe, Ian T., 2002, Principal Component Analysis, Springer, New York

Kurtoğlu, F., 1938, *Gelibolu ve Yöresi Tarihi*, Resimli Ay Matbaası, İstanbul.

Kurtman, N., 1991, "*Çanakkale Eserlerinden Örnekler*" Vakıf Haftası Dergisi, 8 (1991): 171-178.

Le Bas, M. J., Le Maitre, R. W., Streckeisen, A. & Zanettin, B.,1986, A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. *J Petrology* 27: 745-750.

Lindsey, D.A., An Evaluation of Alternative Chemical Classifications of Sandstones, U. S. Department of the Interior U. S. Geological Survey.

Mango, C. ve Scott, R., 1997, *The Chronicle of Theophanes Confessor, Byzantine and Near Eastern History A.D. 284-813*, Oxford.

Middlemost, E. A. K.,1994, Naming materials in the magma/igneous rock system. *Earth Sci Rev* 37: 215-224.

Middlemost, E. A. K., 1985, *Magmas and Magmatic Rocks*. Longman, London.

Middlemost, E. A. K.,1989, Iron oxidation ratios, norms and the classification of volcanic rocks. *Chem Geol* 77: 19-26.

Miyashiro, A.,1974, Volcanic rock series in island arcs and active continental margins. *Am J Sci* 274, 321-355.

O'Connor, J. T., 1965, A classification for Quartz-rich igneous rocks based on feldspar ratios. U.S. Geol. Survey Prof Paper 525-B: B79-B84.

Önal, M., 1986, Gelibolu Yarımadası Orta Bölümünün Sedimanter Fasiyesleri ve Tektonik Evrimi – KB Anadolu, Türkiye, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi* Ekim 1986 s.29.

Özaydın, G. vd., 2010, Balıkesir Kırsalında Yöresel Doku ve Mimari Özelliklere Uygun Yapılaşmanın Yaygınlaştırılması Projesi Kırsal Yerleşme Doku Analizi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi – T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü, İstanbul.

Özdamar, K., 2004. *Paket Programlar ile İstatiksel Veri Analizi (Çok Değişkenli Analizler)*, Kaan Kitabevi, 502s. Eskişehir.

Pearce, J. A.,1996, A User's Guide to Basalt Discrimination Diagrams. In Wyman D A (ed) *Trace Element Geochemistry of Volcanic Rocks: Applications for Massive Sulphide Exploration*. Geological Association of Canada, Short Course Notes 12, pp 79-113.

Peccerillo, A. & Taylor, S. R. ,1976, Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey. *Contrib Mineral Petrol* 58: 63-81.

Rand, M.W., 1971. Objective Criteria For the Evaluation of Clustering Methods. *Journal of the American Statistical Association*, 66,336.

Sağıroğlu, G., 1986, Optik Mineroloji, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, Sayı:1328, Gümüşsuyu.

Saminpanya, S., Duangkrayom, J., Jintasakul, P., Hanta R., 2014, Petrography, mineralogy and geochemistry of Cretaceous sediment samples from western Khorat Plateau, Thailand, and considerations on their provenance. Journal of Asian Earth Sciences 83 (2014) 13–34, 2014 Elsevier Ltd.

Saner, S., 1985, Saros Körfezi Dolayının Çökeltme İstifleri ve Tektonik Yerleşimi, Kuzeydoğu Ege Denizi, Türkiye. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni C 28, 1-10, Şubat 1985, Ankara.

Sangün, L., 2007, Temel Bileşenler Analizi, Ayırma Analizi, Kümeleme Analizleri Ve Ekolojik Verilere Uygulanması Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi - Çukurova Üniversitesi.

Şentürk, K. ve Okay, I.A., 1984, Saros Körfezi Doğusunda Yüksek Basınç Metamorfizması: MTA Derg. 97/98, 152-155, Ankara.

Sezgin, İ., 1998, XV. ve XVI. Asırlarda Gelibolu Kazasının Sosyal ve Ekonomik Tarihi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Tarih Anabilim Dalı (Yayınlanmamış Doktora Tezi), İstanbul.

Shand, S.J., 1943, Eruptive Rocks. John Wiley & Sons.

Sheth, J.N., 1971, The Multivariate Revolution in Marketing Research. Journal of Marketing, 35,13-19.

Shin, K., 1996. SPSS Guide for DOS Version 5 and Windows 6.1.2., Chicago.

Sümengen, M., Terlemez İ., 1991, Güneybatı Trakya Yöresi Eosen Çökellerinin Stratigrafisi, MTA Dergisi 113,17-30.

Tanrıkörür, B., 1996, Gelibolu Mevlevihanesi, T.D.V. İslam Ansiklopedisi, C.14, İstanbul, 6-8.

Tao, H., Sun, S., Wang, Q., Yang, X.,Jiang, L., 2014, Petrography and geochemistry of lower carboniferous greywacke and mudstones in Northeast Junggar, China: Implications for provenance, source weathering, and tectonic setting Huifei, Journal of Asian Earth Sciences 87 (2014) 11–25, 2014 Elsevier Ltd.

Toker, V., Erkan, E., Gelibolu Yarımadası Eosen Formasyonları Nannoplankton Biyostratigrafisi.

Tripathy, G.R., Singh, S.K.,Ramaswamy V., 2013, Major and trace element geochemistry of Bay of Bengal sediments: Implications to provenances and their controlling factors. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 397 (2014) 20–30, 2013 Elsevier B.V.

TS 699, 2009, Doğal Yapı Taşları – İnceleme Laboratuvar Deney Yöntemleri.

TS 825, 2002, Binalarda Isı Yalıtım Kuralları.

TS 5694, 2004, Doğal Taşlar, Terimler ve Tarifler.

Tüfekçioğlu, A., 1998, “*Gelibolu’da Azebler Namazgahı ve Yapının Mimarı*”, Yüzüncü Yıl Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi, 2, Aralık (1998): 189-200.

Uysal, A.O., 2008, Gelibolu ve Çevresindeki Türk Eserleri Hakkında Tespitler, Gelibolu Değerleri Sempozyumu, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Yayınları No:80, Çanakkale.

Uz, B., 1978, Kristalin Kayaçlarda İz Elementlerin Jeokimyasal Yorumu, İ.T.Ü. Yayını.

Uz, B., 1984, Optik Mineraloji, İ.T.Ü. Maden Fakültesi.

Uz, B., 1987, Mineral ve Kayaç Tayininde Optik Mineraloji Yöntemleri.

Uz, B., Arıoğlu, E., Çoban F., Esenli F., Manav H., Tokgöz N., 1991, Gelibolu Yarımadası, Şarköy (Tekirdağ) Alçıtaşı Zuhurlarının Jeolojik Etüd ve Değerlendirilmesi, Ulusal Alçı Kongresi 4-9 Kasım 1991 Yapı Endüstri Merkezi Yayını.

Uz, B., 2000, Mineraller Kristallografi-Mineraloji, Birsen Yayınevi, 975-511-260-X/Y.0029, İstanbul.

Uz, B., 2000, Maden-Jeoloji-Jeofizik Mühendisliğinde Petrografi Prensipleri, Birsen Yayınevi, 975-511-224-3/Y.0029, İstanbul.

Uz, B., Bacak, G., Genç, Ş.C., Yavuz, O., Manav, H., 2006, Yalova-Triyas Kumtaşları, Özellikleri ve Değerlendirmesi, IV. Kırmataş Sempozyumu Bildiriler Kitabı.

Uz, B., Bacak, G., Özdamar, Ş., 2009, Ömerli (Şile-İstanbul) Kumtaşlarının Petrografik, Fizikomekanik Özellikleri ve Kırmataş Olarak Değerlendirilmesi, 5. Ulusal Kırmataş Sempozyumu, 1-2 Aralık 2009, İstanbul, Bild. Kitabı S:161-166.

Uz, B., Bacak, G., 2009, Kanlıçay (Karapürçek-Adapazarı) Kireçtaşlarının Endüstriyel Kullanılabilirliklerinin Araştırılması, 5. Ulusal Kırmataş Sempozyumu, 1-2 Aralık 2009, İstanbul, Bild. Kitabı S: 351-358.

Uz, B., Bacak, G., 2009, Mahmatlı (Gölbaşı-Ankara) Bazaltlarının Jeolojik Özellikleri ve Endüstriyel Kullanılabilirliği, 5. Ulusal Kırmataş Sempozyumu, 1-2 Aralık 2009, İstanbul, Bild. Kitabı S:359-365.

Uz, B., Bacak, G., 2011, Böğrüdelik (Yunak-Konya) Doleritlerinin Jeolojik Özellikleri ve Kırmataş Olarak Değerlendirilebilirlikleri, 6. Ulusal Kırmataş Semp. Bild. Kitabı, 6-7 Ekim 2011, Sivas.

Uz, B., Bacak, G., 2011, Akarca (İskenderun-Hatay) Kireçtaşlarının Petrografik Özellikleri ve Kırmataş Olarak Değerlendirilebilirliği, 6. Ulusal Kırmataş Semp. Bild. Kitabı, 6-7 Ekim 2011, Sivas.

Uz, B., Özdamar, Ş., 2014, Agreg Petrografisi, İstanbul.

Uz, B., Esenli, F., Bacak, G., (2008), Beyçayır (Lapseki-Çanakkale) Mermerlerinin Jeolojik Etüdü ve Mermer potansiyeli MERSEM 2008, Türkiye VI. Mermer ve Doğaltaş Sempozyumu, 26-27 Haziran 2008, Afyonkarahisar, Bild. Kitabı, 287-293, 452.

Uzunçarşılı, İ.H., 1988, Osmanlı Devletinin Merkez ve Bahriye Teşkilatı, Ankara.

Ünlükaplan, Y., 2008, Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlerin Peyzaj Ekolojisi Araştırmalarında Kullanımı, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Adana.

Villaseca, C., Barbero, L., Herreros, V.,1998, A re-examination of the typology of peraluminous granite types in intracontinental orogenic belts. Trans Roy Soc Edinb, Earth Sci 89: 113-119.

Winchester, J. A. & Floyd, P. A.,1977, Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. Chem Geol 20: 325-343.

Yavuz, O., Esenli, F., Uz, B., Kumbasar, I., Yanık, G., 2005, Fındıklı – Yeniköy (Gelibolu) Bölgesindeki Volkaniklerde Zeolitleşme, 12. Ulusal Kil Sempozyumu, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bildiriler 5-9 Eylül 2005, Van.

URL-1, www.canakkaleli.com

URL-2, www.google.com.tr/maps

URL-3, www.koeri.boun.edu.tr

EK – A
ÇİZELGELER



Çizelge A.1. İz elementlerin milyonda bir (ppm) değerleri

Ör.	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	Sr	Ba	Ce	Cr	Zr	Rb	V	Zn	Ni	La	Pb	Y	Ga	Nb	Th	Sc	Co	Cu	As	Cs	Sb	U	Mo	Sn
1	22900	4610	1290	277	699	86	9	172	74	65	69	11	37	43	19	13	10	11	7	16	10	11	5	5	1	2	3
2	17640	4210	2380	320	650	179	9	219	132	48	47	23	23	33	20	12	10	12	8	5	14	2	1	3	2	-	-
3	26440	2560	3590	290	255	364	167	71	36	42	27	69	-	14	11	7	6	4	5	8	4	-	-	2	-	1	-
4	14770	320	5110	838	-	977	-	33	8	9	15	14	-	8	11	1	3	-	-	-	5	7	-	-	-	3	-
5	10930	460	7330	1347	-	928	-	41	6	12	12	17	-	7	11	3	1	-	-	-	7	4	-	2	-	3	-
6	13450	2070	2260	797	110	603	19	60	21	31	26	23	-	16	14	6	4	5	1	3	7	7	-	2	-	3	-
7	30940	3760	1500	160	691	82	-	183	116	57	77	12	17	25	21	13	10	11	8	8	11	-	-	4	3	-	1
8	18840	3740	650	170	170	110	162	129	33	54	35	59	7	17	15	7	10	4	9	9	14	15	-	4	-	-	1
9	12170	1830	740	1510	621	95	-	250	83	12	42	3	45	35	27	15	14	17	5	3	2	5	4	4	2	1	1
10	17240	3210	270	1250	1250	112	-	262	118	24	43	4	42	34	27	14	15	20	7	3	5	4	2	3	1	1	2
11	13400	3410	3400	344	503	250	-	174	120	49	46	7	16	25	22	10	9	9	8	2	6	4	-	2	-	1	-
12	22770	3640	420	160	293	95	-	267	121	28	54	7	48	39	33	14	20	19	6	4	3	-	21	6	4	-	3
13	23940	3050	1970	170	630	114	1	198	98	44	50	6	38	35	20	15	10	12	10	4	1	13	2	4	1	-	-
14	9750	590	5960	780	-	902	-	33	11	17	20	19	-	14	5	2	2	3	-	-	6	2	-	3	-	1	-
15	73560	7920	1900	603	488	60	-	215	28	140	70	16	24	13	36	17	9	10	18	16	19	1	-	4	-	1	-
16	21060	5360	4030	459	142	338	576	247	35	69	40	90	-	23	19	7	9	5	11	9	5	-	3	2	-	1	-
17	22980	3710	1090	250	203	193	306	92	31	43	32	71	-	41	12	6	10	3	5	7	4	2	-	4	-	-	2
18	27870	3880	710	240	305	94	169	88	39	47	27	64	-	13	12	9	10	2	9	10	4	1	-	2	-	-	1
19	37990	3950	860	290	296	55	-	107	32	78	39	9	8	13	18	15	6	6	9	9	11	1	1	4	-	1	-
20	19820	1700	1880	198	211	259	68	61	33	22	18	38	-	13	14	5	5	-	6	7	-	10	-	2	-	1	-
21	38980	3830	4830	206	184	266	249	111	34	66	31	76	2	9	18	7	7	-	9	-	7	-	6	2	-	7	-
22	31600	2740	2230	270	253	229	1200	75	34	43	22	49	-	6	10	8	10	-	6	7	7	-	-	2	-	10	1
23	18120	910	2500	410	130	575	81	47	16	20	12	26	-	17	13	3	-	2	-	-	5	17	-	1	8	-	-
24	22020	3500	4570	250	208	179	174	110	35	46	30	64	-	13	14	7	6	3	6	6	6	-	6	3	-	1	-

Çizelge A.2. Nadir toprak elementlerin analizi (ppb)

Ör.	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
1	13776,335	25409,690	49257,862	5328,432	19664,194	4260,582	1419,941	4115,544	518,018	2754,927	550,720	1687,274	246,546	1672,310	264,676
2	13179,076	23473,934	44633,418	5080,650	18814,085	4229,450	1402,435	3996,790	523,411	2823,963	564,839	1654,509	243,313	1661,794	258,048
3	5981,237	8993,999	17115,000	2008,539	7721,034	1764,385	599,434	1759,723	212,885	1160,925	227,174	693,014	99,468	665,138	104,717
4	10745,838	6275,586	10921,662	1354,654	5537,403	1267,537	395,695	1567,422	236,529	1260,341	270,329	729,136	111,151	559,256	100,593
5	76532,778	53392,688	80362,527	10673,276	42691,766	9198,538	2540,157	10688,349	1446,870	7955,735	1669,804	4955,337	649,984	3939,890	638,271
6	10578,358	11152,933	19628,695	2323,265	9058,409	2167,864	761,497	2445,957	353,994	1937,664	394,712	1137,235	163,190	1009,566	156,518
7	14313,570	17661,702	31428,689	3461,847	12869,881	3216,877	1015,650	3205,235	451,318	2557,827	542,605	1664,468	262,567	1879,443	317,543
8	8756,771	9853,044	20436,504	2515,048	9987,943	2272,157	597,517	2365,960	335,445	1843,733	376,777	1072,983	150,170	991,476	140,769
9	20192,610	32932,806	62710,867	7142,370	25885,275	5364,434	1219,713	5365,550	695,270	3839,132	782,878	2423,664	358,144	2501,535	395,830
10	21127,776	31036,069	60885,928	7071,457	26248,028	5825,244	1479,213	5398,155	720,140	3940,638	811,840	2492,874	378,800	2689,223	435,622
11	16163,076	20905,383	38864,073	4416,442	16584,332	3795,272	1434,620	3736,053	491,239	2844,773	592,588	1870,566	283,928	2056,697	337,568
12	24166,298	35812,765	69610,762	8037,718	29848,674	6073,120	1312,967	6265,887	814,487	4491,228	927,607	2857,880	420,674	2975,256	470,540
13	13065,922	29794,265	55352,023	5994,935	21308,217	4241,428	1445,602	4128,644	501,942	2618,321	520,646	1589,855	228,110	1597,836	258,551
14	3955,382	3081,691	5277,440	648,647	2542,456	598,930	166,008	703,200	97,083	528,073	108,908	314,204	42,449	278,316	41,266
15	28295,236	17222,006	39060,454	5139,143	22296,586	5799,259	1703,267	6368,336	941,968	5579,993	1180,461	3616,791	533,631	3659,418	561,348
16	12315,856	14325,588	29248,135	3520,480	14006,095	3142,215	800,284	3343,872	432,608	2331,776	474,741	1369,363	188,322	1236,484	189,169
17	7081,639	8606,903	17117,801	2031,854	7880,969	1863,817	549,661	1905,831	254,715	1379,920	279,894	812,056	109,885	711,849	108,290
18	7553,522	10274,217	20120,470	2369,020	9122,114	2068,092	625,282	2026,875	264,672	1433,201	288,719	836,103	123,145	776,351	116,392
19	11959,363	10871,520	21112,330	2494,125	9837,480	2353,877	822,081	2551,494	369,887	2151,793	456,905	1358,183	205,395	1403,067	221,555
20	8663,945	7447,597	14076,620	1775,448	7124,866	1789,402	572,911	1798,442	259,301	1451,504	304,463	890,355	144,786	798,113	128,070
21	12005,340	11201,380	21456,436	2623,942	10615,342	2479,059	732,416	2652,864	370,728	2099,039	433,455	1281,029	180,463	1146,019	170,723
22	5714,183	7066,265	14144,807	1682,740	6580,699	1684,228	576,223	1564,082	216,306	1163,778	243,994	696,455	98,782	646,349	101,349
23	8353,613	5620,171	11960,699	1358,026	5561,171	1474,955	472,562	1642,126	236,788	1367,167	280,849	847,683	121,594	770,379	120,605
24	8592,131	8893,233	17608,585	2135,928	8476,663	1982,711	556,012	2017,598	270,733	1474,500	304,356	900,058	122,765	1388,436	122,622

Çizelge A.3. Tek Eksenli Basınç Deneyi Değer Çizelgesi (Don testi öncesi çevrime tabi tutulmadan)

NO	Veri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	ℓ (mm)	83,50	84,70	95,10	82,10	83,60	87,80	81,70	85,60	78,50	95,80	78,60	83,30	81,30	101,30	91,50	87,10	96,10	81,50	105,70	87,50	85,10	96,70	84,20
	Φ (mm)	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	44,20	34,30	43,50	34,30	34,30	44,20	34,30
	Yük (kN)	22,43	65,74	89,30	98,50	72,40	48,60	89,10	70,60	89,79	83,70	69,20	27,00	89,04	59,50	92,04	33,90	100,80	49,10	46,42	96,63	100,80	51,07	51,30
	Basınç (Mpa)	24,25	71,04	58,40	106,30	78,29	52,65	96,20	76,40	96,98	54,72	74,92	29,23	96,20	38,76	99,42	36,67	65,67	53,00	31,09	104,38	109,10	33,20	55,48
2	ℓ (mm)	83,00	84,20	94,80	80,40	84,00	86,70	82,20	84,30	77,60	95,30	80,10	83,70	81,80	102,50	90,70	87,30	95,30	79,60	104,80	88,00	84,70	97,10	84,10
	Φ (mm)	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	44,20	34,30	43,50	34,30	34,30	44,20	34,30
	Yük (kN)	27,85	69,80	103,00	81,10	102,43	62,65	111,90	63,73	87,00	86,20	61,53	16,80	56,50	61,70	117,70	31,80	105,40	44,13	55,00	87,61	90,60	54,18	63,75
	Basınç (Mpa)	30,10	75,60	67,10	87,82	110,60	67,70	121,10	68,90	94,15	56,16	66,51	18,18	61,20	40,22	127,30	34,42	68,70	47,66	36,99	94,65	97,85	35,40	68,87
3	ℓ (mm)	83,90	85,10	95,40	79,30	83,20	87,30	81,30	85,70	79,20	94,80	81,70	83,60	82,00	101,70	92,40	87,40	97,40	77,50	106,50	87,40	86,20	97,40	83,90
	Φ (mm)	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	44,20	34,30	43,50	34,30	34,30	44,20	34,30
	Yük (kN)	26,30	63,20	79,00	87,60	85,47	77,10	97,86	48,60	95,37	94,80	44,20	38,80	78,10	95,40	99,90	47,30	112,30	59,30	60,30	76,20	92,80	49,70	55,32
	Basınç (Mpa)	28,42	68,39	51,51	94,50	92,33	83,17	105,70	52,50	103,00	61,94	47,81	41,94	84,54	62,14	108,10	51,14	73,17	64,22	40,43	82,27	100,40	32,50	59,80
4	ℓ (mm)	84,10	84,90	96,20	81,30	85,10	85,80	83,70	85,20	78,90	96,20	82,40	81,40	82,30	103,60	90,20	76,80	95,80	80,00	104,30	85,80	85,80	96,80	82,50
	Φ (mm)	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	44,20	34,30	43,50	34,30	34,30	44,20	34,30
	Yük (kN)	31,30	71,50	108,20	104,90	97,96	58,40	92,94	58,60	108,50	90,20	54,29	19,70	77,32	88,70	91,70	30,50	120,60	46,80	49,00	98,40	95,20	47,29	59,10
	Basınç (Mpa)	33,82	77,40	70,55	113,50	105,83	63,10	100,40	63,20	117,28	59,00	58,73	21,37	83,48	57,78	98,64	32,96	78,60	50,66	32,96	106,50	102,90	30,80	64,35
5	ℓ (mm)	82,80	85,20	94,70	80,80	84,40	87,40	80,60	86,40	77,20	96,70	79,60	82,50	80,80	102,10	91,70	77,40	96,30	79,80	102,90	86,10	83,90	96,30	80,70
	Φ (mm)	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	44,20	34,30	43,50	34,30	34,30	44,20	34,30
	Yük (kN)	23,50	53,95	100,50	71,10	91,07	63,40	80,70	65,63	101,40	82,10	63,92	35,60	65,50	51,20	104,96	29,60	105,10	53,74	55,71	84,38	79,60	50,07	52,70
	Basınç (Mpa)	25,39	58,30	65,60	76,67	98,34	68,41	87,13	70,90	109,66	53,48	69,10	38,43	70,81	33,39	113,37	32,03	68,52	58,15	37,41	91,12	86,10	32,60	57,02

Çizelge A.4. Don Çevrimi Sonrası Tek Eksenli Basınç Deneyi Değer Çizelgesi

NO	Veri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	ℓ (mm)	84,20	84,80	95,70	83,70	84,20	86,30	81,40	86,10	78,10	95,10	73,30	82,20	80,70	100,90	90,70	79,60	97,20	81,00	103,70	86,50	85,40	97,70	82,60
	Φ (mm)	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	44,20	34,30	43,50	34,30	34,30	44,20	34,30
	Yük (kN)	14,70	67,60	94,60	84,92	32,90	42,14	62,50	60,90	85,92	70,30	50,60	16,50	44,10	71,30	65,50	21,00	104,70	44,70	41,30	73,80	69,60	33,30	52,70
	Basınç (Mpa)	15,91	73,00	61,70	91,70	35,44	45,50	67,62	65,71	92,79	45,90	54,76	17,87	47,73	46,60	70,89	22,68	68,41	48,39	27,79	79,72	75,34	21,06	57,04
2	ℓ(mm)	83,80	86,10	95,20	78,20	83,80	85,70	80,10	85,70	76,90	96,40	80,80	81,50	79,20	100,70	91,10	86,50	96,90	78,80	105,00	87,70	85,90	96,80	83,20
	Φ (mm)	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	44,20	34,30	43,50	34,30	34,30	44,20	34,30
	Yük (kN)	14,03	59,60	83,20	94,70	65,20	45,20	54,20	53,80	81,12	61,80	57,60	13,00	53,70	48,70	71,50	26,01	79,20	36,20	36,00	69,54	83,70	28,40	55,80
	Basınç (Mpa)	15,15	64,55	54,50	102,40	70,51	48,74	58,49	58,22	87,56	40,26	62,37	14,04	58,09	31,83	77,22	28,10	51,61	39,16	24,15	75,30	90,63	18,54	60,39
3	ℓ (mm)	82,70	85,30	96,00	80,30	81,70	88,10	81,50	85,10	77,40	95,10	81,40	80,60	81,50	102,70	92,30	83,20	95,80	79,30	104,10	88,20	86,00	96,40	80,90
	Φ (mm)	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	44,20	34,30	43,50	34,30	34,30	44,20	34,30
	Yük (kN)	16,00	42,65	79,30	73,71	44,78	37,00	43,90	44,43	64,80	77,50	30,00	17,20	37,00	39,30	88,64	31,29	97,90	38,60	45,70	62,80	80,90	28,10	45,10
	Basınç (Mpa)	17,32	46,03	51,89	79,64	48,37	40,07	47,49	48,04	70,18	50,45	32,45	18,63	39,99	25,68	95,80	33,80	63,74	41,79	30,63	67,99	87,55	18,20	48,82
4	ℓ (mm)	82,40	86,50	96,20	81,80	82,00	87,90	82,40	85,50	77,70	96,70	79,10	81,80	81,70	99,70	90,40	85,70	98,30	81,10	103,80	87,30	85,10	97,30	83,40
	Φ (mm)	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	44,20	34,30	43,50	34,30	34,30	44,20	34,30
	Yük (kN)	15,74	61,10	76,35	47,00	47,20	47,53	69,00	42,00	89,30	86,60	41,08	22,90	38,20	44,60	80,31	23,79	89,50	50,30	39,00	89,62	86,75	40,10	47,40
	Basınç (Mpa)	17,05	66,17	49,90	50,91	51,13	51,33	74,71	45,69	96,41	56,68	44,38	24,70	41,37	29,15	86,70	25,70	58,23	54,50	26,14	96,80	93,71	26,30	51,16
5	ℓ (mm)	83,10	86,00	95,40	82,40	82,30	87,70	80,80	86,20	78,40	96,00	80,00	82,40	80,40	98,50	92,20	84,60	97,00	80,60	100,70	88,40	86,30	97,00	82,00
	Φ (mm)	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	44,20	34,30	43,50	34,30	34,30	44,20	34,30
	Yük (kN)	10,60	51,30	84,00	77,06	80,70	50,10	87,80	48,72	100,16	69,30	35,40	19,50	63,00	61,40	95,62	27,03	75,60	34,46	38,64	96,12	97,71	45,32	42,00
	Basınç (Mpa)	11,65	55,70	54,75	83,22	87,34	54,00	94,80	52,66	108,20	45,20	38,34	21,08	69,04	40,13	103,20	29,20	49,25	37,19	25,91	103,81	105,54	29,50	45,40

Çizelge A.5. Brazilian Çekme Deneyi Değer Çizelgesi (Don testi öncesi çevrime tabi tutulmadan)

NO	Veri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	ℓ (mm)	35,20	40,10	48,00	36,80	39,20	35,20	33,80	33,60	38,70	46,50	38,90	38,70	40,30	46,80	34,10	33,70	45,50	35,40	43,50	40,70	35,80	45,80	36,00
	Φ (mm)	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	44,20	34,30	43,50	34,30	34,30	44,20	34,30
	Yük (kN)	7,70	15,10	9,10	10,50	10,40	11,20	13,40	23,10	12,88	29,50	9,70	6,30	15,10	9,40	7,90	7,40	18,50	9,10	8,30	26,70	15,71	9,70	14,20
	Çekme (Mpa)	4,06	6,99	2,73	5,30	4,93	5,91	7,36	12,77	6,18	9,14	4,63	3,02	6,96	2,89	4,30	4,08	5,86	4,77	2,79	12,18	8,15	3,05	7,32
2	ℓ(mm)	35,10	41,40	47,90	37,50	37,10	34,90	35,80	33,90	39,60	46,10	40,20	37,10	38,20	47,10	34,50	34,60	45,00	35,00	44,20	41,20	34,10	45,10	36,30
	Φ (mm)	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	44,20	34,30	43,50	34,30	34,30	44,20	34,30
	Yük (kN)	8,70	14,20	10,90	12,70	11,70	10,70	14,10	24,30	12,30	24,60	8,10	6,50	16,40	12,30	10,70	6,90	17,10	8,80	8,90	24,20	14,80	10,90	20,90
	Çekme (Mpa)	4,60	6,37	3,28	6,29	5,86	5,69	7,31	13,31	5,77	7,69	3,74	3,25	7,97	3,76	5,76	3,70	5,48	4,67	2,95	10,91	8,06	3,48	10,69
3	ℓ (mm)	34,90	40,30	48,30	34,70	38,50	34,40	34,70	34,20	37,50	46,70	37,30	35,70	36,70	46,40	35,20	34,20	45,30	34,70	45,10	40,30	35,20	44,70	36,00
	Φ (mm)	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	44,20	34,30	43,50	34,30	34,30	44,20	34,30
	Yük (kN)	8,30	12,80	11,40	11,40	13,10	13,20	12,60	26,50	13,25	39,20	11,80	5,60	20,20	13,30	10,20	3,70	23,40	10,20	7,70	27,20	13,65	11,30	15,70
	Çekme (Mpa)	4,42	5,90	3,40	6,10	6,32	7,13	6,74	14,39	6,56	12,10	5,87	2,91	10,22	4,13	5,38	2,01	7,44	5,46	2,50	12,53	7,20	3,64	8,10
4	ℓ (mm)	34,00	40,80	48,50	34,30	36,70	33,80	36,30	33,80	36,90	45,80	40,90	33,80	39,50	47,70	33,90	34,80	44,90	34,00	43,80	40,80	35,00	45,30	36,70
	Φ (mm)	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	44,20	34,30	43,50	34,30	34,30	44,20	34,30
	Yük (kN)	10,20	13,30	12,30	12,50	12,60	11,80	12,30	22,90	11,30	23,80	6,20	4,80	18,10	9,70	11,40	5,10	19,50	11,40	9,20	28,70	15,33	10,50	14,00
	Çekme (Mpa)	5,57	6,05	3,65	6,77	6,38	6,48	6,29	12,58	5,69	7,49	2,81	2,64	8,51	2,93	6,24	2,72	6,26	6,23	3,08	13,06	8,13	3,34	7,08
5	ℓ (mm)	34,20	40,50	47,90	34,00	37,00	34,00	35,20	34,20	35,10	45,40	39,40	34,70	42,10	47,10	34,80	34,00	44,70	36,20	43,00	40,50	34,90	44,90	35,80
	Φ (mm)	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	44,20	34,30	43,50	34,30	34,30	44,20	34,30
	Yük (kN)	9,40	12,70	8,90	13,00	12,50	10,10	14,80	19,50	12,79	33,70	6,00	5,10	15,80	11,70	9,80	4,80	19,10	7,90	8,50	27,50	15,47	8,90	23,00
	Çekme (Mpa)	5,10	5,82	2,68	7,10	6,27	5,52	7,81	10,59	6,77	10,70	2,83	2,73	6,97	3,58	5,23	2,62	6,16	4,05	2,89	12,61	8,23	2,86	11,93

Çizelge A.6. Don çevrimi sonrası Brazilian Çekme Deneyi Değer Çizelgesi

NO	Veri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	ℓ (mm)	34,80	40,50	47,60	35,20	35,20	35,30	36,10	34,10	37,20	46,00	38,50	35,50	42,00	47,30	34,50	34,10	44,30	35,80	42,90	40,60	33,80	45,20	35,50
	Φ (mm)	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	44,20	34,30	43,50	34,30	34,30	44,20	34,30
	Yük (kN)	6,61	13,00	8,80	9,50	8,20	10,40	12,20	20,20	11,90	31,00	6,30	2,90	17,00	8,30	7,40	2,90	12,80	8,70	7,40	25,60	12,78	6,90	13,80
	Çekme (Mpa)	3,53	5,96	2,66	5,01	4,33	5,47	6,28	11,00	5,94	9,71	3,04	1,52	7,52	2,53	3,98	1,58	4,16	4,51	2,53	11,71	7,02	2,20	7,22
2	ℓ(mm)	35,30	39,90	48,20	34,90	36,30	35,70	34,90	34,00	36,60	46,20	40,40	35,00	40,10	46,50	34,90	33,80	45,80	34,30	44,60	41,00	35,60	45,00	36,10
	Φ (mm)	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	44,20	34,30	43,50	34,30	34,30	44,20	34,30
	Yük (kN)	6,30	14,60	10,30	11,60	11,50	11,35	10,70	24,70	10,70	19,90	5,80	3,50	13,20	10,90	6,50	3,10	10,20	6,80	6,70	19,70	14,35	9,20	13,10
	Çekme (Mpa)	3,31	6,79	3,08	6,17	5,88	5,90	5,69	13,49	5,43	6,21	2,67	1,86	6,11	3,38	3,46	1,70	3,21	3,68	2,20	8,92	7,49	2,95	6,74
3	ℓ (mm)	35,20	40,30	46,50	33,70	34,70	34,80	35,00	34,40	34,90	45,90	37,90	34,20	41,30	46,90	34,20	34,20	45,10	34,40	43,50	40,80	34,70	44,60	36,00
	Φ (mm)	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	44,20	34,30	43,50	34,30	34,30	44,20	34,30
	Yük (kN)	5,80	11,50	7,80	10,80	10,90	8,79	10,00	21,20	12,50	34,00	4,70	3,20	10,70	7,20	9,90	2,40	14,00	7,30	7,70	23,80	12,07	5,70	18,20
	Çekme (Mpa)	3,06	5,30	2,42	5,95	5,83	4,69	5,31	11,44	6,65	10,67	2,30	1,74	4,81	2,21	5,38	1,30	4,47	3,94	2,59	10,83	6,46	1,84	9,39
4	ℓ (mm)	34,50	39,70	47,00	34,20	35,10	33,80	34,20	34,60	34,50	46,30	38,30	36,30	39,90	47,00	33,80	33,50	45,50	34,80	44,00	40,50	34,40	45,10	36,40
	Φ (mm)	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,40	34,30	44,20	34,30	34,30	44,20	34,30	43,50	34,30	34,30	44,20	34,30
	Yük (kN)	6,56	12,80	9,50	8,90	9,60	9,53	9,30	23,70	7,80	28,40	2,70	2,10	16,50	6,90	8,30	3,50	13,50	6,10	6,20	17,90	11,31	8,50	15,90
	Çekme (Mpa)	3,53	5,99	2,91	4,83	5,08	5,24	5,05	12,72	4,20	8,84	1,31	1,07	7,68	2,12	4,56	1,94	4,28	3,26	2,06	8,21	6,11	2,72	8,11
5	ℓ (mm)	33,60	40,80	47,20	33,60	33,80	33,40	34,70	34,30	36,10	45,70	36,10	35,60	41,80	46,10	34,50	33,20	43,90	35,10	43,20	40,90	34,50	45,40	35,90
	Φ (mm)	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	34,30	44,20	34,30	34,30	44,20	34,30	43,50	34,30	34,30	44,20	34,30
	Yük (kN)	4,90	11,90	10,90	7,70	11,20	7,62	11,70	19,40	9,87	26,90	6,30	3,60	14,70	7,50	10,10	4,20	15,90	6,40	5,90	22,30	14,11	9,80	9,70
	Çekme (Mpa)	2,71	5,42	3,33	4,26	6,15	4,24	6,26	10,50	5,08	8,48	3,24	1,88	6,53	2,34	5,44	2,35	5,22	3,39	2,00	10,12	7,59	3,11	5,02

Çizelge A.7. Jeokimyasal verilere göre sınıflandırmada volkanik (yüzey) kayalardan kökenlenme analizine ait ortak sonuç çizelgesi

Sınıflandırma	Connor 1965	Cox 1979	De La Roche 1980	Jensen 1976	Le Bas 1986	Middlemost 1994	Winchester & Floyd 1977
2	Riyodasit	Bazanit	Ankaramit	Riyolit	Fono tefrit	Fono tefrit	Bazanit /Nefelinit/Trakibazanit
3	-	-	-	Bazalt	-	-	-
7	Quartz latit	Traki Andezit	Lati Andezit	Riyolit	Trakidasit	Trakidasit	Trakiandezit
8	Quartz latit	Andezit	Andesi-Bazalt	Andezit	Dasit	Dasit	Andezit
11	-	Nefelinit	-	Riyolit	Tefrit Bazanit	Tefrit	-
16	-	-	-	Bazalt	Foidit	Foidit	-
17	Riyodasit	Bazalt	Pikritik Kayaç	Bazalt	Bazaltik Andezit	Bazaltik Andezit	Bazanit /Nefelinit/Trakibazanit
18	Riyodasit	Andezit	Andesi-Bazalt	Andezit	Dasit	Dasit	Andezit
20	-	Bazanit	-	Andezit	Bazalt	Bazalt	Bazanit /Nefelinit/Trakibazanit
21	-	-	-	Bazalt	Picrobazalt	Picrobazalt	-
22	Riyodasit	Bazanit	-	Andezit	Bazalt	Bazalt	Bazanit /Nefelinit/Trakibazanit
24	Riyodasit	Bazalt	Pikritik Kayaç	Bazalt	Bazaltik Andezit	Bazaltik Andezit	Bazanit /Nefelinit/Trakibazanit
4	-	-	-	Yüksek Demirli Toleyitik Basalt	-	-	-
5	-	-	-	Yük. Magnezyum Toleyitik Bazalt	-	-	-
6	-	-	-	Andezit	-	-	-
14	-	-	-	Yük. Magnezyum Toleyitik Bazalt	-	-	-
23	-	-	-	Komatit	-	-	-
1	Quartz latit	Dasit	Riyodasit	Dasit	Dasit	Dasit	Riyodasit / Dasit
9	Quartz latit	Dasit	Riyodasit	Riyolit	Riyolit	Riyolit	Trakit
10	Quartz latit	Dasit	-	Dasit	Dasit	Dasit	Riyodasit / Dasit
12	Riyolit	Dasit	Riyolit	Riyolit	Riyolit	Riyolit	Riyodasit / Dasit
13	Riyolit	Traki Andezit	Latit	Dasit	Trakidasit	Trakit	Trakiandezit
15	Quartz keratofir	Müjarit	Trakit	Andezit	Traki-Andezit	Traki-Andezit	Trakiandezit
19	Riyodasit	Traki Andezit	Lati Andezit	Dasit	Traki-Andezit	Traki-Andezit	Andezit

Çizelge A.8. Derinlik Kayaçları kökenlenme analiz sonuç çizelgesi

Sımf.	Irvine & Baragar 1971	Hastie vd. 2007	Miyashiro 1974	Molar NaKA	Shand 1943	Peccerillo&Taylor 197	O'Connor 1965	Cox 1979	De La Roche 198	Debon&Le Fort P	Debon&Le Fort B	Middlemost 198	Middlemost 199	Villaseca 1988
2	Kalkalkalın Seri	Yüksek Potasyumlu Kalkalın Seri ve Şoşonit Seri	-	Potasik	-	-	Granodiyorit	-	Meltejit	-	-	Feldspatoidli-monzogabro	-	-
3	Kalkalkalın Seri	Kalkalkalın Seri	-	Sodik	-	-	-	-	-	Monzonit	-	-	-	-
7	Kalkalkalın Seri	Yüksek Potasyumlu Kalkalın Seri ve Şoşonit Seri	-	Potasik	Metalümin	Şoşonit Seri	Kuvarşlı Monzonit	-	Monzodiyorit	Monzonit	Metalümin	Quartz monzonit	Quartz monzonit	-
8	Kalkalkalın Seri	Kalkalkalın Seri	Kalkalkalın Seri	Sodik	-	Yüksek Potasyumlu Kalkalın Seri	Kuvarşlı Monzonit	Diyorit	Gabrodiyorit	Gabrodiyorit	Metalümin	Granodiyorit	Tonalit	-
11	Kalkalkalın Seri	Yüksek Potasyumlu Kalkalın Seri ve Şoşonit Seri	-	Potasik	-	-	-	İyolit	-	-	-	Foidgabro	-	-
16	Kalkalkalın Seri	Kalkalkalın Seri	-	Sodik	-	-	-	-	-	-	-	Foidolit	-	-
17	Kalkalkalın Seri	Kalkalkalın Seri	Toleyitik Seri	Sodik	-	Yüksek Potasyumlu Kalkalın Seri	Granodiyorit	Gabro	Ultramafik Kayaç	-	-	Gabbroyikdiyorit	Quartzdiyorit	-
18	Kalkalkalın Seri	Kalkalkalın Seri	Kalkalkalın Seri	Sodik	-	Kalkalkalın Seri	Granodiyorit	Diyorit	Gabrodiyorit	Quartzdiyorit	Metalümin	Granodiyorit	-	-
20	Kalkalkalın Seri	-	-	Sodik	-	-	-	-	-	-	-	Gabro	-	-
21	Kalkalkalın Seri	-	-	Sodik	-	-	-	-	-	-	-	Peridotgabro	-	-
22	Kalkalkalın Seri	-	-	Sodik	-	-	Granodiyorit	-	-	-	-	Gabro	-	-
24	Kalkalkalın Seri	Kalkalkalın Seri	Toleyitik Seri	Sodik	-	Şoşonit Seri	Granodiyorit	Gabro	Ultramafik Kayaç	-	-	Gabbroyikdiyorit	Gabro	-
4	Toleyitik Seri	-	-	Potasik	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Toleyitik Seri	-	-	Potasik	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Kalkalkalın Seri	Kalkalkalın Seri	-	Sodik	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	Kalkalkalın Seri	-	-	Potasik	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	Toleyitik Seri	-	-	Sodik	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	Kalkalkalın Seri	Yüksek Potas. Kalkalın Seri ve Şoşonit Seri	Kalkalkalın Seri	Potasik	Peralümin	Yüksek Potasyumlu Kalkalın Seri	Kuvarşlı Monzonit	Granodiyorit	Granodiyorit	Granit	Peralümin	Granodiyorit	Granodiyorit	Orta peralümin
9	Kalkalkalın Seri	Yüksek Potasyumlu Kalkalın Seri ve Şoşonit Seri	Kalkalkalın Seri	Potasik	Peralümin	Yüksek Potasyumlu Kalkalın Seri	Kuvarşlı Monzonit	Granodiyorit	Granodiyorit	Adamellit	Peralümin	Granit	Tonalit	Düşük peralümin
10	Kalkalkalın Seri	Yüksek Potasyumlu Kalkalın Seri ve Şoşonit Seri	Kalkalkalın Seri	Potasik	Peralümin	Yüksek Potasyumlu Kalkalın Seri	Kuvarşlı Monzonit	Granodiyorit	-	Adamellit	Peralümin	Granodiyorit	Tonalit	Orta peralümin
12	Kalkalkalın Seri	Yüksek Potasyumlu Kalkalın Seri ve Şoşonit Seri	Kalkalkalın Seri	Sodik	Peralümin	Yüksek Potasyumlu Kalkalın Seri	Granit	Granodiyorit	Granit	Granodiyorit / Granogabro	Peralümin	Granit	Granit	Yüksek peralümin
13	Kalkalkalın Seri	Yüksek Potasyumlu Kalkalın Seri ve Şoşonit Seri	Kalkalkalın Seri	Sodik	Metalümin	Şoşonit Seri	Granit	-	Monzonit	-	Metalümin	Siyenit	Siyenit	-
15	Kalkalkalın Seri	Yüksek Potasyumlu Kalkalın Seri ve Şoşonit Seri	Toleyitik Seri	Sodik	-	Yüksek Potasyumlu Kalkalın Seri	Trandjemit	Siyenodiyorit	Siyenit	Monzogabro / Monzodiyorit	Peralümin	Monzonit	-	-
19	Kalkalkalın Seri	Kalkalkalın Seri	Kalkalkalın Seri	Sodik	Metalümin	Yüksek Potasyumlu Kalkalın Seri	Granodiyorit	-	Monzodiyorit	Quartzmonzodiyorit	Metalümin	Monzonit	Quartz Monzodiyorit	Metalümin

Çizelge A.9. Temel Bileşen Analizi İle Örneklerin Benzer Özelliklerinin Analitik Olarak Değerlendirme Sonuç Çizelgesi

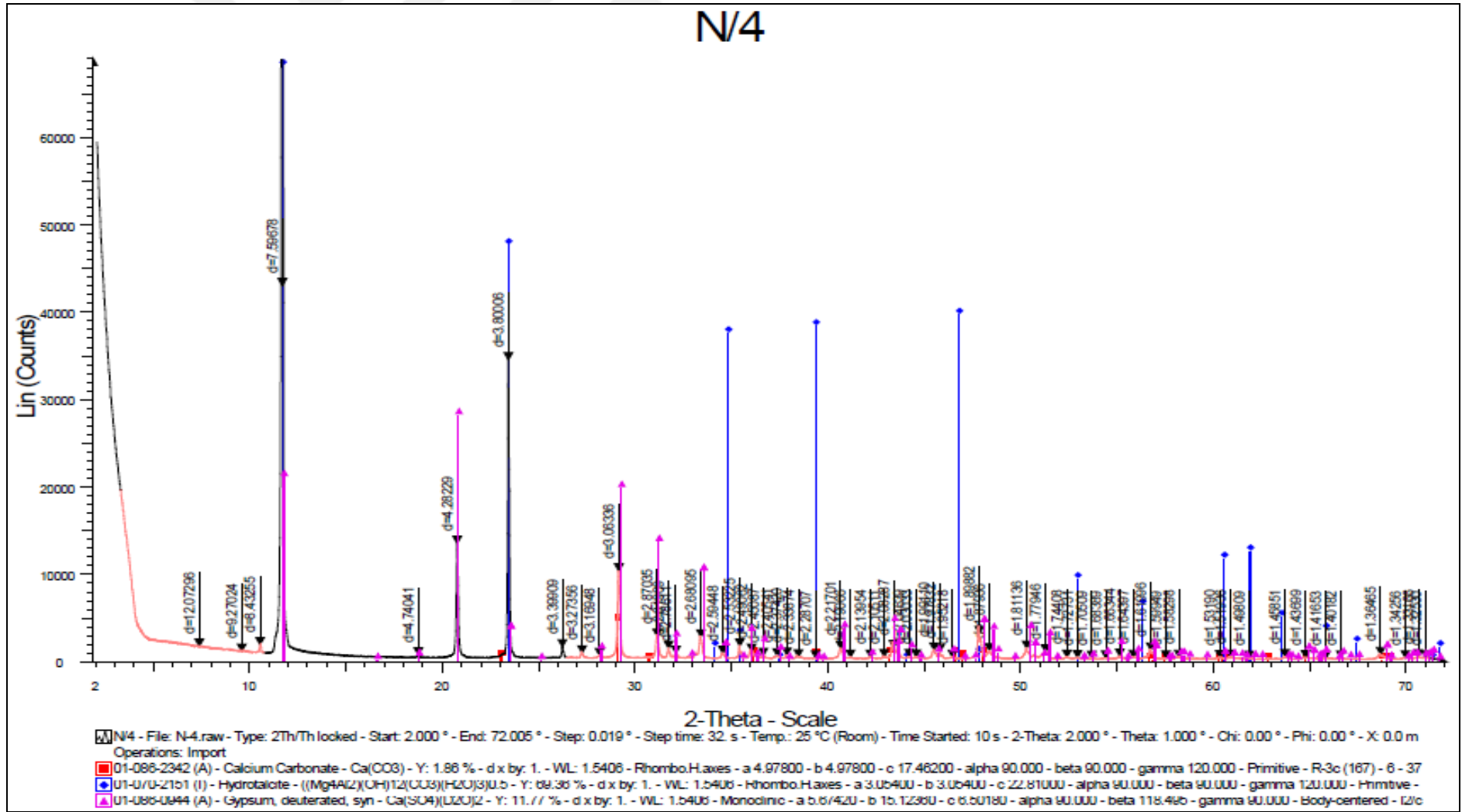
TEMEL BİLEŞEN ANALİZİ İLE ÖRNEKLERİN BENZER ÖZELLİKLERİNİN ANALİTİK OLARAK DEĞERLENDİRME SONUÇ TABLOSU							
Değerlendirme				I. Bölge	II. Bölge	III. Bölge	IV. Bölge
Fizikomekanik Deneysel Analizi	Temel Bileşen 1	% 68.30	Örnekler	2 / 4 / 5 / 6 / 14 / 16 / 18 / 22	7 / 8 / 9 / 21 / 24	1 / 10 / 15 / 19 / 23	3 / 11 / 13 / 17 / 20
	Temel Bileşen 2	% 16.50	Özellikler	Tek Eksenli Basınç, Birim Hacim Ağırlık	Braz. Çekme, Çevrim Sonu Braz. Çekme, Çevrim Sonrası Tek Ek. Basınç	Su Emme, Porozite	(II) Bölge ile negatif korelasyonlu
Major Oksit Bileşen Analizi	Temel Bileşen 1	% 60.10	Örnekler	15 / 17 / 19	1 / 2 / 7 / 8 / 9 / 10 / 11 / 13 / 18	5 / 6 / 20	3 / 4 / 14 / 16 / 21 / 22 / 23 / 24
	Temel Bileşen 2	% 17.80	Özellikler	Na ₂ O , Fe ₂ O ₃ , TiO ₂ , P ₂ O ₅ , MgO	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , K ₂ O	(I) Bölge ile negatif korelasyonlu	CaO , MnO , LOI
İz Element Analizi	Temel Bileşen 1	% 51.00	Örnekler	8 / 15 / 16 / 19	1 / 2 / 7 / 9 / 10 / 11 / 13	4 / 5 / 6 / 14 / 23	3 / 17 / 18 / 20 / 21 / 22 / 24
	Temel Bileşen 2	% 20.80	Özellikler	Fe ₂ O ₃ , V , TiO ₂	Y , Rb , Zr , Pb , Ga , Zn	Ce , Sr	MnO , Ni
Nadir Toprak Element Analizi	Temel Bileşen 1	% 93.70	Örnekler	5 / 7 / 15	1 / 2 / 9 / 10 / 11 / 13	3 / 16 / 17 / 18	4 / 6 / 8 / 14 / 19 / 20 / 21 / 22 / 23 / 24
	Temel Bileşen 2	% 3.80	Özellikler	Y , Ho , Er , Dy , Tm , Yb , Tb , Lu , Gd	Eu , Sm , Nd , Pr , La , Ce	(I) Bölge ile negatif korelasyonlu	(II) Bölge ile negatif korelasyonlu
Fizikomekanik-Majör Oksit	Temel Bileşen 1	% 43.50	Örnekler	2 / 7 / 9 / 10 / 15 / 18 / 19	1 / 11 / 13 / 17 / 23	3 / 4 / 5 / 6 / 14 / 20	8 / 16 / 21 / 22 / 24
	Temel Bileşen 2	% 23.10	Özellikler	SiO ₂ / Al ₂ O ₃ / K ₂ O / Fe ₂ O ₃ / Na ₂ O / P ₂ O ₅ / TiO ₂	Porozite, Su Emme, MgO	CaO / MnO / LOI	Birim Hac. Ağırlık, Tek Eksenli Basınç, ÇS Tek Eksenli Basınç, Braz. Çekme, ÇS Braz. Çekme
Tüm Deneysel Veriler	Temel Bileşen 1	% 38.90	Örnekler	1 / 2 / 7 / 13 / 15 / 19	5 / 9 / 10 / 11	4 / 6 / 14 / 16 / 21	3 / 8 / 17 / 18 / 20 / 22 / 23 / 24
	Temel Bileşen 2	% 25.10	Özellikler	Su Emme, Porozite, SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , K ₂ O, Fe ₂ O ₃ , Na ₂ O, P ₂ O ₅ , TiO ₂ , Pb, Rb, Zr, Zn, Ga, Y, Fe ₂ O ₃ , TiO ₂	Y , Ho , Er , Dy , Tm , Yb , Tb , Lu , Gd , Eu , Sm , Nd , Pr , La , Ce, Sr	Br. Hac. Ağ., Tek Eks. Bas., ÇS Tek Eks. Bas., Braz. Çekme, ÇS Braz. Çekme, MnO, CaO, LOI, Ce, MnO	MgO, Ni

Çizelge A.10. Karşılaştırmalı Analiz Sonuç Çizelgesi

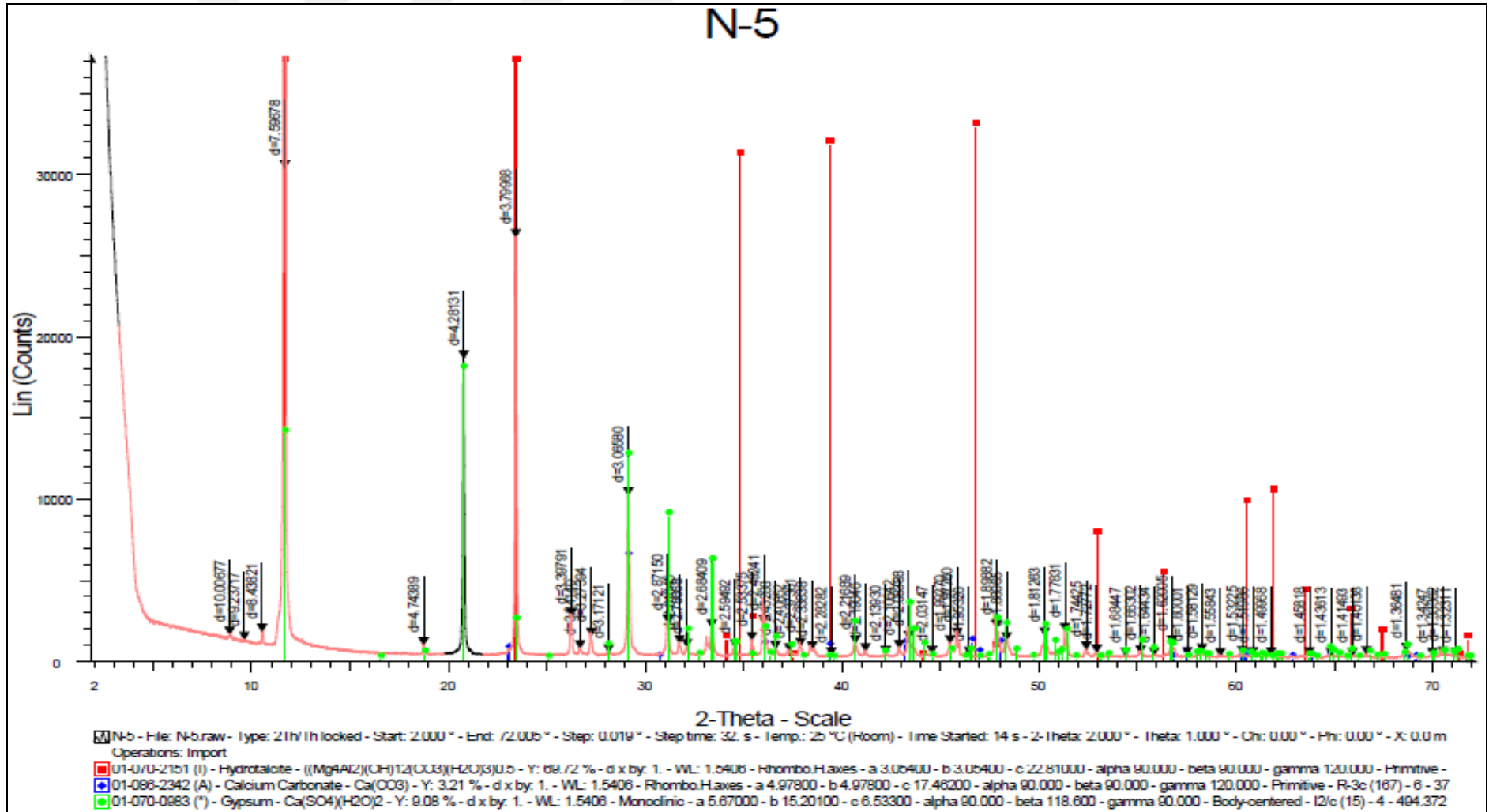
Örn.	Kumtaşı Sınıf.	Kumtaşı Sınıf.	YüzeY Kayaç Köken	Derinlik Kayaç Köken	Köken Seri	Mineral/ Çimento	Sertlik	SiO2 (%)	Su Emme / Porozite	Br.Hac. Ağ./Yoğun	Basınç / Çekme	ÇS Basınç/ ÇS Çekme	Isıl İlet.	Buhar Difüz.
2	Arkoz	Potasyumlu Kumtaşı	Bazanit / Tefrit	Meltejit / Monzogabro	Kalkalin Seri	53 / 47	Orta-Sert	44,15	1,20 / 3,00	25,28 / 2,58	70,15 / 6,23	61,09 / 5,89	-	-
3	Şist / Arkoz	Ferromag. Pot. Kmt.	Alkali Bazalt / TrAn	Monzonit	Peralüminli Kalkalin	53 / 47	Orta-Sert	25,64	3,37 / 7,72	24,36 / 2,48	62,63 / 3,15	54,55 / 2,88	-	-
7	Arkoz	Potasyumlu Kumtaşı	TrAn / Trakidasit	Kalkalin S. Kuvars Monzonit	Yüksek Potasyumlu	61 / 39	Sert	58,41	2,18 / 5,11	24,21 / 2,47	102,10/7,10	68,62 / 5,72	-	-
8	Arkoz	Potasyumlu Kumtaşı	Dasit / TrAn	Kuvars Monzonit / Diyorit	Kalkalin Seri	51 / 49	Yüks. Sert	59,69	0,72 / 1,86	25,72 / 2,62	66,38/12,73	54,06 / 11,83	-	-
11	Arkoz	Potasyumlu Kumtaşı	Bazanit/Bazaltik And.	Gabro / Yük. Potasyumlu	Peralüminli Kalkalin	75 / 25	Orta-Sert	37,93	2,02 / 4,83	24,59 / 2,51	63,41 / 3,98	46,46 / 2,51	-	-
16	Grovak	Sodyumlu Kumtaşı	Foidit / Trakiandezit	Foidolit	Peralüm. Sodik Kalk.	43 / 57	Orta-Sert	32,64	1,25 / 3,15	25,43 / 2,59	109,40/5,38	86,76 / 4,56	-	-
17	Grovak	Potasyumlu Kumtaşı	Bazaltik Andezit	Gabbroyikdiyorit	Kalkalin Seri	59 / 41	Orta-Sert	46,43	2,42 / 5,73	24,65 / 2,51	37,44 / 3,03	27,90 / 1,78	-	-
18	Grovak	Sodyumlu Kumtaşı	Riyodasit / Dasit	Granodiyorit / Kuvarslı Diyorit	Kalkalin Seri	80 / 20	Orta-Sert	58,9	1,35 / 3,27	24,64 / 2,51	70,93 / 6,24	58,25 / 4,27	1,82	129
20	Grovak	Potasyumlu Kumtaşı	Bazaltik Andezit	Gabro	Kalkalin Seri	65 / 35	Orta-Sert	40,15	2,60 / 6,10	24,51 / 2,50	35,78 / 2,84	26,92 / 2,28	-	-
21	Grovak	Ferromag. Pot. Kmt.	Bazaltik Andezit	Peridotitgabro	Kalkalin Seri	61 / 39	Orta-Sert	36,81	1,00 / 2,55	25,64 / 2,61	95,78/12,26	84,72 / 9,96	-	-
22	Grovak	Sodyumlu Kumtaşı	Bazaltik Andezit	Gabro	Kalkalin Seri	59 / 41	Orta-Sert	40,78	0,88 / 2,25	25,60 / 2,61	99,27 / 7,96	90,55/6,93	1,87	582
24	Grovak	Potasyumlu Kumtaşı	Bazanit / Tefrit	Gabbroyikdiyorit/Ultramafik	Toleyitik Seri	80 / 20	Orta-Sert	45,86	1,18 / 2,99	25,62 / 2,61	61,10 / 9,03	52,56 / 7,30	-	-
4	Dem.Şist/Arkoz	Ferromag. Pot. Kmt.	Riyodasit	Toleyitik Seri	Peralüminli Potasik	57 / 43	Sert	2,75	1,43 / 3,53	25,22 / 2,57	95,76 / 6,31	81,57 / 5,25	-	-
5	Dem.Şist/Arkoz	Ferromag. Pot. Kmt.	Riyodasit	Toleyitik Seri	Peralüminli Potasik	35 / 65	Orta-Sert	3,87	0,87 / 2,26	26,28 / 2,68	97,08 / 5,95	58,56 / 5,46	-	-
6	Grovak	Potasyumlu Kumtaşı	Andezit	Kalkalin Seri	Peralüminli Sodik	49 / 51	Orta-Sert	14,06	1,03 / 2,62	25,71 / 2,62	67,01 / 6,15	47,93 / 5,11	-	-
14	Arkoz	Potasyumlu Kumtaşı	Riyodasit	Granodiyorit	Kalkalin Seri	51 / 49	Orta-Sert	4,74	0,67 / 1,77	26,32 / 2,68	79,25 / 8,13	51,24 / 6,53	-	-
23	Demirli Şist	Ferromag. Pot. Kmt.	Komatit	Toleyitik Seri	Peralüminli Sodik	35 / 65	Orta-Sert	10,5	8,71 / 15,98	21,41 / 2,18	32,90 / 3,28	22,72 / 2,56	-	-
1	Arkoz	Potasyumlu Kumtaşı	Riyodasit / Dasit	Granodiyorit / Kuvarslı Diyorit	Peralüminli Kalkalin	70 / 30	Orta-Sert	67,94	6,45 / 12,52	21,80 / 2,22	28,40 / 4,75	15,42 / 3,23	-	-
9	Arkoz	Potasyumlu Kumtaşı	Riyolit / Dasit	Granodiyorit/Yük. Potasyumlu	Peralüminli Kalkalin	30 / 70	Sert	65,67	3,28 / 6,77	21,74 / 2,22	104,20/6,19	91,03 / 5,46	-	-
10	Arkoz	Potasyumlu Kumtaşı	Dasit / Trakit	Granodiyorit/Yük. Potasyumlu	Peralüminli Kalkalin	10 / 90	Yüks. Sert	65,79	3,81 / 7,68	21,42 / 2,18	57,06 / 9,42	47,07 / 8,78	-	-
12	Grovak	Sodyumlu Kumtaşı	Riyolit / Dasit	Granit / Granodiyorit	Peralüminli Kalkalin	45 / 55	Sert	65,59	-	-	-	-	-	-
13	Arkoz	Potasyumlu Kumtaşı	Trakiandezit	Monzonit / Siyenit	Metallüminli Kalkalin	70 / 30	Orta-Sert	58,73	4,80 / 9,77	22,12 / 2,26	29,83 / 2,91	19,26 / 1,26	-	-
15	Şist	Sodyumlu Kumtaşı	Trakiandezit	Siyenodiyorit / Monzonit	Kalkalin Seri	80 / 20	Sert	54,05	4,40 / 8,96	21,92 / 2,23	46,46 / 3,46	34,68 / 2,52	-	-
19	Şist	Sodyumlu Kumtaşı	TrAn / Andezit	Kuvars Monzodiyorit	Kalkalin Seri	49 / 51	Sert	59,28	4,05 / 8,94	23,76 / 2,42	54,74 / 5,04	44,21 / 3,76	-	-
Ort.								41,68	2,60 / 5,62	24,26 / 2,47	68,13 / 6,15	53,33 / 5,05		

EK – B
ŐEKİLLER - GRAFİKLER





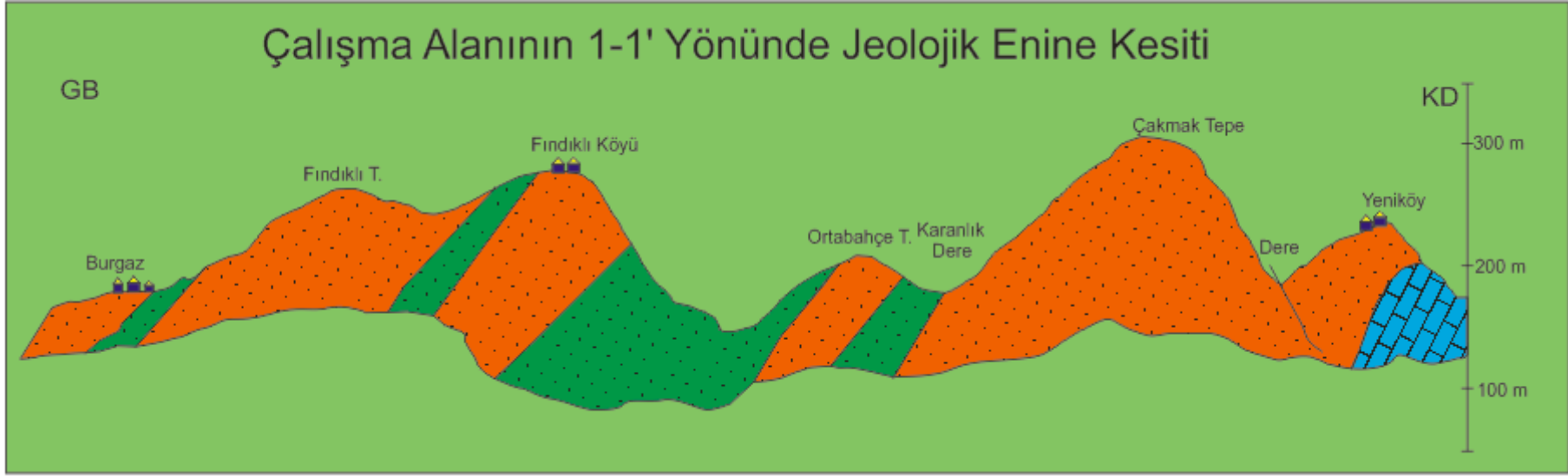
Şekil B.1. 4 nolu örneğin XRD grafiği



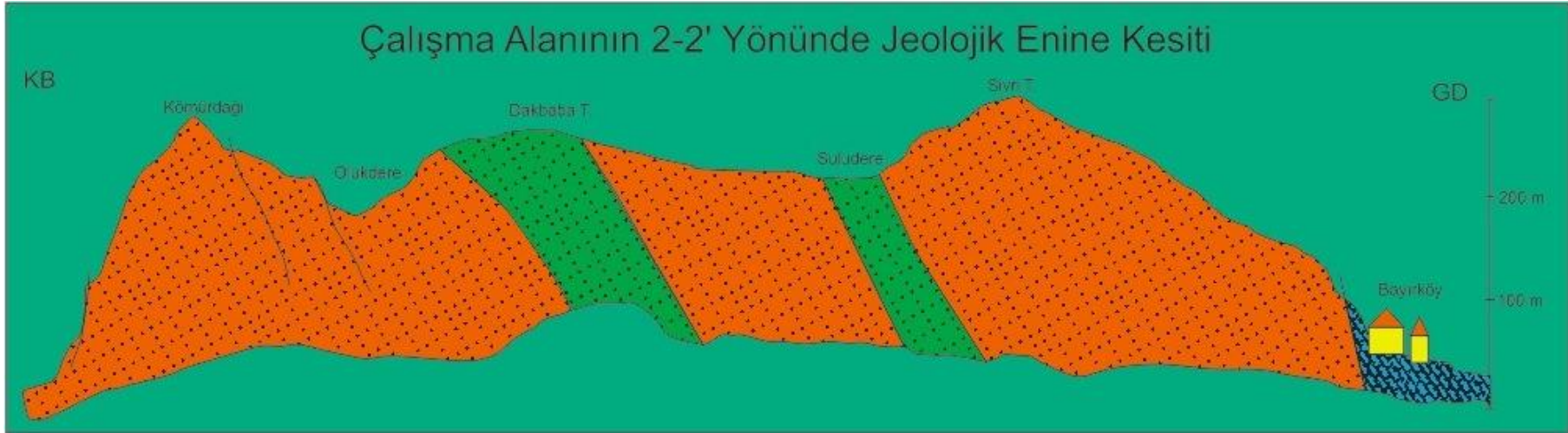
Şekil B.2. 5 nolu örneğin XRD grafiği

İNCELEME ALANI JEOLJİK HARİTASI ve ENİNE KESİTLERİ





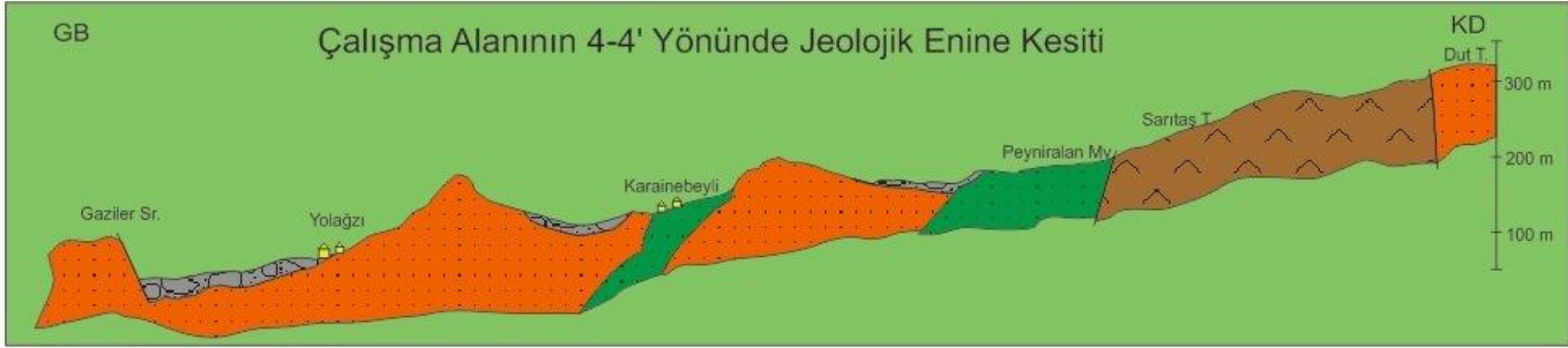
Şekil C.2. Çalışma alanının 1-1' yönünde jeolojik enine kesiti



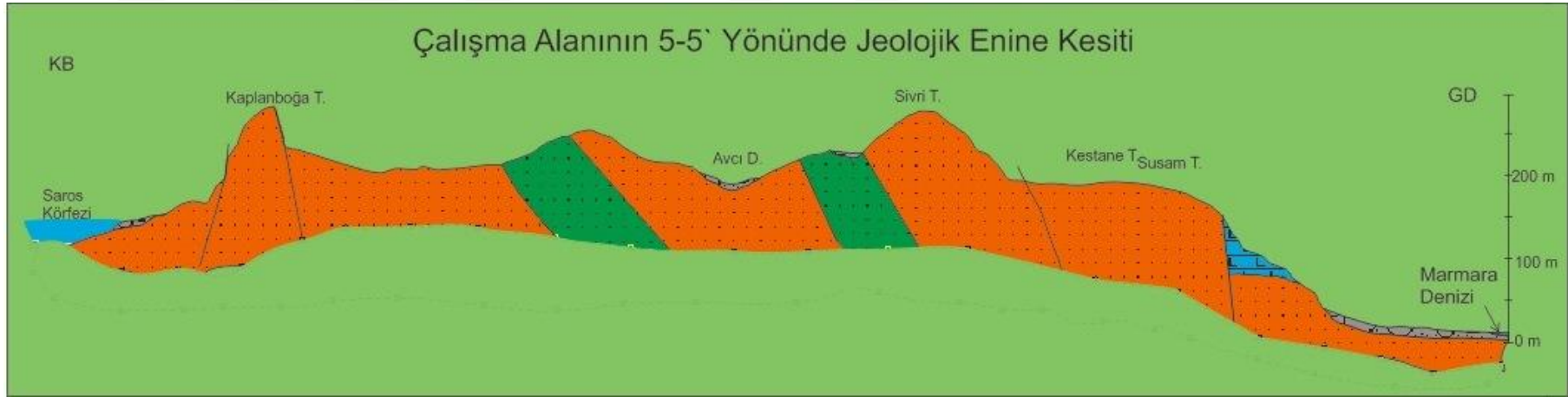
Şekil C.3. Çalışma alanının 2-2' yönünde jeolojik enine kesiti



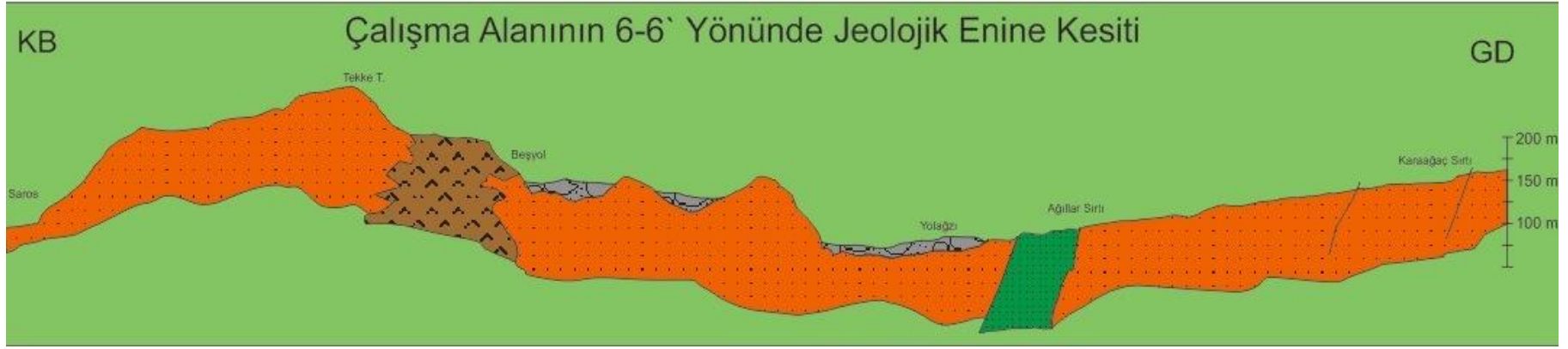
Şekil C.4. Çalışma alanının 3-3' yönünde jeolojik enine kesiti



Şekil C.5. Çalışma alanının 4-4' yönünde jeolojik enine kesiti



Şekil C.6. Çalışma alanının 5-5' yönünde jeolojik enine kesiti



Şekil C.7. Çalışma alanının 6-6' yönünde jeolojik enine kesiti

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında İzmit'te doğan Haluk YILDIZ, ilköğreniminden sonra sırasıyla Kars Anadolu Lisesi ve Kırıkkale Fen Lisesi'ni bitirerek 1999 yılında kazandığı İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünden 2004 yılında, yine İ.T.Ü.'de Çift Anadal Programında öğrenim gördüğü Elektrik Mühendisliği bölümünden de 2005 yılında mezun olmuştur. 2004 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Zemin Mekaniği ve Geoteknik Mühendisliği Programında başladığı lisansüstü eğitimini "İstanbul'da Sondaj Kuyularında PS Logging Yöntemi İle Ölçülen Kayma Dalgası Hızının SPT-N İle Değişimi" başlıklı teziyle tamamlayarak 2008 yılında Yüksek Lisans Derecesi almıştır. 2010 yılında askerlik görevini tamamladıktan sonra 2011 yılında T.C. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Fiziği ve Malzeme Programında Doktora eğitimine başlamıştır. 2004 yılında T.C. Başbakanlık Vakıflar Genel Müdürlüğü İstanbul Bölge Müdürlüğü'nde İnşaat Mühendisi olarak çalışmaya başlayan yazar, halen Bursa Vakıflar Bölge Müdürlüğü'nde Sanat Eserleri ve Yapı İşleri Şube Müdürü olarak görevini sürdürmektedir.